

การใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นปุ๋ย
สำหรับการผลิตถั่วเหลือง

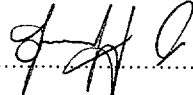
นงคันทา เกลี้ยงเกลา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
คณะพัฒนาศักดิ์และสิ่งแวดล้อม
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

การใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากเป็นปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลือง

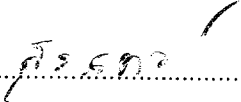
นงคัณภา เกลี้ยงเกล้า
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

รองศาสตราจารย์  ประธานกรรมการ
(ดร. รัชชัย ศुकดิษฐ์)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์  กรรมการ
(ดร. สมพจน์ กรรณนุช)

อาจารย์  กรรมการ
(ละอองดาว แสงหล้า)

รองศาสตราจารย์  คณบดี
(ดร. สุรสิทธิ์ วิจิตรจอร์)

วันที่ ๒๕ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๑

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	การใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นปุ๋ยสำหรับการผลิต ถั่วเหลือง
ชื่อผู้เขียน	นางสาวนงคณา เกลี้ยงเกลา
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
ปีการศึกษา	2551

การใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลือง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลือง รวมถึงศึกษาลักษณะสมบัติทางเคมี ปริมาณธาตุอาหาร และการสะสมโลหะหนักในดิน ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท พืชทดลองใช้ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ทำการปลูก ณ แปลงทดลองที่สร้างขึ้นบริเวณอาคารชุดที่ 21 การเคหะแห่งชาติคลองจั่น กรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือน พฤษภาคม ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2550 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ หน่วยการทดลองใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000 และ 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม รวม 7 หน่วยการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ

ผลการศึกษา พบว่า น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ส่งผลให้ถั่วเหลืองมีแนวโน้มการเจริญเติบโตในส่วนของน้ำหนักแห้งของฝัก น้ำหนักแห้งรวมผลผลิต จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ด และปริมาณโปรตีนในเมล็ดมากกว่าหน่วยการทดลองอื่น ๆ รวมถึงมีระยะการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ที่ยาวกว่าปุ๋ยเคมี ส่วนความสูง จำนวนข้อ และพื้นที่ใบนั้น ปุ๋ยเคมีมีค่าสูงกว่าเล็กน้อย

ข้อเสนอแนะ คือ การนำน้ำสกัดชีวภาพมาใช้ต้องอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม เพราะน้ำสกัดชีวภาพมีสภาพเป็นกรด หากใช้ในปริมาณที่มากเกินไปอาจทำให้ตกค้างในดินและทำให้พืชมีอาการแคะแกร็นและใบเหลือง (อาการเหี่ยวใบ) ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของพืชได้

ABSTRACT

Title of Thesis	The Use of Bio – extracted Water from Stemona Herb for Fertilizer in Soybean Production
Author	Miss Nongnapa Kliengklaio
Degree	Master of Science (Environmental Management)
Year	2008

The use of bio – extract water from Stemona herb fertilizer in soybean production, compared the results in terms of plant growth, yield and yield component, including nutrients in soil and heavy metals contaminated in soil i.e. lead, cadmium and mercury. The experiment was conducted to study the growth of C.M. 60 cultivar during May, 2007 to August, 2007 in artificial housing at building number 21, Klongchan National Housing, Bangkok. The experimental design was a completely randomized design, divided into 7 treatments, 30 pots (4 replications) for each treatment. The bio – extracted water from Stemona herb and water mixed at ratios of 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000 and 4 : 1,000, the bio – extracted water from effective microorganism, chemical fertilizer formula 12 – 24 – 12 at the rate of 10 grams/pots and the control group. The results showed that the bio – extracted water from Stemona herb mixed with water of 2 : 1,000 gave the highest growth rate of soybean in terms of pod dry matter, total dry matter, yield, number of pods per plant, seed weight and protein in seeds more than the other treatments, including the reproductive growth period that longer than chemical treatment, but the measure by plant high, node number and leaf area was higher when chemical fertilizer was applied. For suggestion, the use of bio – extracted water must use an appropriate rate, if it use more may be effect to growth and yield of plant.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำปรึกษา และกำลังใจ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำชี้แนะ ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ในทุกขั้นตอน รวมทั้งเคี่ยวเข็ญและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ตลอดมา และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพจน์ กรรณนุช และอาจารย์ละอองดาว แสงหล้า กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำชี้แนะ และเสียสละเวลาตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในคณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ได้อุทิศตน ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตลอดระยะเวลาการศึกษา และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสาชา ภูจินดา สำหรับกำลังใจและให้โอกาสในการช่วยทำงานวิจัย จนได้รับความรู้เพิ่มพูนมากขึ้น

ขอขอบคุณ คุณธนิตเดช สะรอมหาดี ที่คอยช่วยเหลือเป็นกำลังใจสำคัญในการทำการศึกษ และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณ คุณสิริสุดา หนูทิมทอง คุณพนมกร ขุนอ่อน คุณชุลีพร วณิชกุลชัยพร คุณวรรณ สุนทรภัก คุณวิรัช เอื้อทรงธรรม และเพื่อน ๆ ทุกคน สำหรับมิตรภาพ และความช่วยเหลือในระหว่างการศึกษาและในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนในการให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ และขอมอบความสำเร็จทั้งหมดจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แด่ คุณพ่อพินิจ เกลี้ยงเกลา และคุณแม่บุญเต็ม เกลี้ยงเกลา ที่ให้โอกาสและสนับสนุนในการศึกษาครั้งนี้ และเป็นกำลังใจที่ดีในระหว่างการศึกษา ตลอดจนเป็นแรงผลักดันและแรงบันดาลใจที่สำคัญยิ่งของข้าพเจ้าตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ได้ตามความตั้งใจ

นงคันภา เกลี้ยงเกลา

ตุลาคม 2551

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	4
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	4
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	7
2.1 ข้อมูลพื้นฐานของน้ำสกัดชีวภาพ	7
2.2 จุลินทรีย์อีเอ็ม	22
2.3 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพืชสมุนไพรหนอนตายหายาก	26
2.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ย	31
2.5 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลือง	32
2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39

บทที่ 3 กรอบแนวคิดและวิธีการศึกษา	41
3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา	41
3.2 วัสดุและอุปกรณ์	42
3.3 วิธีการทดลอง	42
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล	50
4.1 สมรรถภาพของถั่วเหลือง	50
4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต	88
4.3 ปริมาณโลหะหนัก	98
4.4 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหาร	103
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	111
5.1 สรุปผลการทดลอง	111
5.2 ข้อเสนอแนะ	113
บรรณานุกรม	115
ภาคผนวก	119
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	120
ภาคผนวก ข การคำนวณผลผลิตต่อกระถาง	140
ภาคผนวก ค การคำนวณต้นทุนการผลิตต่อไร่	142
ภาคผนวก ง ภาพการปลูกและการเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยว	146
ภาคผนวก จ ข้อมูลคุณสมบัติวิทยา	158
ประวัติผู้เขียน	165

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนในน้ำสกัดชีวภาพ 100 กรัม	13
2.2 ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารของน้ำสกัดชีวภาพ	18
2.3 ค่าวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณฮอร์โมนของน้ำสกัดชีวภาพ	19
2.4 การกำหนดระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (V – Stage)	35
2.5 การกำหนดระยะการเจริญพันธุ์ในถั่วเหลือง (R – Stage)	36
3.1 ค่าดัชนีต่าง ๆ ของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก	44
3.2 การเก็บข้อมูลในระยะต่าง ๆ	48
4.1 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	52
4.2 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอน ตายหยากในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	60
4.3 จำนวนข้อต่อต้นและความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดา ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	72
4.4 พื้นที่ใบต่อสองต้น (ตารางเซนติเมตร) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดา ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	75

4.5	น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	80
4.6	น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	86
4.7	ผลผลิตต่อกระถาง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับ น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	92
4.8	อัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน ที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	94
4.9	คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัด ชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	97
4.10	ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน ที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	100
4.11	ปริมาณโลหะหนักสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อประโยชน์ในทางเกษตร กรรมของประเทศต่าง ๆ	102
4.12	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลือง	109
4.13	ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม	110

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	ต้นพืชสมุนไพรหนอนตายหายาก
2.2	รากพืชสมุนไพรหนอนตายหายากที่นำมาใช้ในการทดลอง
3.1	กรอบแนวคิดในการศึกษา
3.2	ลักษณะการจัดวางกระถางของหน่วยทดลองภายในพื้นที่ทำการทดลองจากการสุ่ม
4.1	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 7 วัน
4.2	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 14 วัน
4.3	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 21 วัน
4.4	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 28 วัน
4.5	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 35 วัน
4.6	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 42 วัน
4.7	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 49 วัน
4.8	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 56 วัน
4.9	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 63 วัน
4.10	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 70 วัน
4.11	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 77 วัน
4.12	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 84 วัน
4.13	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 91 วัน
4.14	พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อสองต้น (ตารางเซนติเมตร) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่ต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

- 4.15 น้ำหนักแห้งของฝักเจลลี่ (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง 81
พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก
ต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนที่ต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี
และหน่วยการทดลองควบคุม
- 4.16 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเจลลี่ (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง 87
พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก
ต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนที่ต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี
และหน่วยการทดลองควบคุม
- 4.17 ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลือง 101
พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติ
ในอัตราส่วนที่ต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี
และหน่วยการทดลองควบคุม

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรโลก ส่งผลให้มีความต้องการปัจจัยสี่เพื่อนำไปใช้ในการใช้ดำรงชีวิตมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค และปัจจัยที่เรียกได้ว่าเป็นประการสำคัญที่สุดก็คืออาหาร เพราะสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกนี้รวมทั้งมนุษย์ย่อมมีความจำเป็นต้องกินอาหาร จึงได้มีการคิดค้นเทคนิควิธีการต่าง ๆ มากมาย เช่น การปลูกพืชแบบเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หรือการปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรม (GMOs) เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้มีปริมาณเพียงพอในการตอบสนองความต้องการของมนุษย์ และเพื่อให้เพียงพอต่อจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นในอนาคตอีกด้วย การทำเกษตรกรรมทั่วโลกได้มีการนำสารเคมีเข้ามาใช้อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นยาป้องกันและกำจัดศัตรูพืชหรือปุ๋ยเคมีในการบำรุงรักษาพืชให้เจริญงอกงาม และสามารถให้ผลผลิตได้ในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการ จึงทำให้มีการตกค้างของสารเคมีอันตรายจากยาป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งสารตกค้างจากปุ๋ยเคมีที่ทำลายความสมดุลของดิน ทำให้ดินมีสภาพเสื่อมโทรมลง การทำเกษตรในระยะต่อมาจึงไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

ประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรมที่ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพทางการเกษตร รายได้ส่วนหนึ่งของประเทศมาจากการส่งออกสินค้าเกษตร เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตที่เหมาะสมที่สุดแห่งหนึ่งสำหรับเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของโลก และมีความหลากหลายทางชีวภาพ การส่งออกสินค้าสู่ตลาดโลกส่วนใหญ่เป็นผลผลิตจากการเกษตรที่ขึ้นชื่อและทำรายได้เข้าสู่ประเทศจำนวนมาก เช่น ข้าว มังคุด ทุเรียน มะม่วง เป็นต้น การพัฒนาประเทศในช่วง 40 กว่าปีที่ผ่านมา ได้เน้นการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม โดยมีการนำเข้าเทคโนโลยีระดับสูงตามระบบทุนนิยม ทำให้การพัฒนาด้านการเกษตรลดน้อยลงและไม่ได้รับการเอาใจใส่เท่าที่ควร ในขณะที่ประชากรส่วนใหญ่ในประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรรม กอปรกับความต้องการแรงงานภาคอุตสาหกรรมค่อนข้างสูง เป็นเหตุให้เกษตรกรบางส่วนละทิ้งการทำเกษตร ขายที่ทำกินเพื่ออพยพเข้าสู่

เมืองหลวง และเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมกันมากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและปัญหาต่าง ๆ ตามมามากมายในสังคม วิถีชีวิตและค่านิยมของคนในสังคมเปลี่ยนไปตามการเผยแพร่วัฒนธรรมจากตะวันตก ผู้คนส่วนใหญ่หลงใหลวัฒนธรรมอันดีและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีมาแต่โบราณ ในภาคการเกษตรก็ถูกครอบงำด้วยวัฒนธรรมตะวันตกซึ่งแฝงไปด้วยผลประโยชน์ในทางธุรกิจ สิ่งที่เห็นได้ชัดเจน คือ การใช้ปุ๋ยและสารเคมีทางการเกษตร รวมทั้งปัจจัยการผลิตทางการเกษตรอื่น ๆ เช่น การใช้รถไถแทนการใช้แรงงานจากสัตว์เลี้ยง (วิวัฒน์ ศัลยกำธร, 2549: 3) จากสภาพดังกล่าว จึงทำให้มีการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งปุ๋ยเคมีในการทำเกษตรเป็นจำนวนมาก การใช้สารเคมีดังกล่าวในการเพิ่มปริมาณการผลิตทางการเกษตรมากขึ้น ไม่ได้ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรและผลตอบแทนทางการเกษตรสูงขึ้นแต่อย่างใด เพราะสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรดังกล่าวล้วนมีราคาแพง เพราะต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ จึงทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดสารตกค้างในสภาพแวดล้อม ดินเสื่อมโทรมลง ขาดความสมดุลทางด้านกายภาพและชีวภาพ และยังเป็นอันตรายต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

น้ำสกัดชีวภาพ หรือที่เรียกกันว่า น้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำนั้น ไม่ใช่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอก แต่เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำเอาจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อดินและพืชมาเพาะเลี้ยงจำนวนมาก ๆ แล้วเติมลงในดินที่จะเพาะปลูกพืช เพื่อให้จุลินทรีย์ที่ต้องการนั้นได้เจริญเติบโตเพิ่มปริมาณ และยังเป็นการสร้างสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อดิน ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ (พงษ์ พฤษภา, 2547: 10) ปัจจุบันมีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สารสกัดชีวภาพ เป็นการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นกลับมาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น เพราะเกษตรกรส่วนใหญ่ได้ตระหนักถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของตนเองจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรมากขึ้น เพราะการใช้สารสกัดชีวภาพเป็นวิธีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัยต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งต้นทุนในการผลิตไม่สูง โดยใช้ผลผลิตทางอุตสาหกรรมการเกษตรหรือพืชสมุนไพรต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายในประเทศไทย เป็นวัสดุที่หาได้ง่ายและมีราคาถูก ทำให้ช่วยลดต้นทุนในการผลิตของเกษตรกรและปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม จึงเป็นที่ต้องการของเกษตรกรและกลุ่มผู้บริโภคอย่างยิ่ง

หนอนตายหยาก เป็นพืชสมุนไพรที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มายาวนาน โดยจะนำรากมาใช้เป็นยาทางการแพทย์แผนโบราณและการสาธารณสุข โดยใช้เป็นยาสมุนไพรในการรักษาอาการไอ ขับเสมหะ ขับลม ฆ่าพยาธิ กำจัดหมัดและเหา ใช้เป็นยาทาภายนอกสำหรับแผลที่เกิดจากหนอนหรือตัวอ่อนของแมลงบางชนิด ใช้เป็นยาต้มเพื่อรับประทานแก้โรคผื่นคัน ใช้รากสดทุบใส่โหลปากร้าเพื่อกำจัดหนอน ในด้านการเกษตรได้มีการนำเอารากของหนอนตายหยากมาตำให้ละเอียด

ละลายน้ำและนำมากรอง แล้วนำน้ำที่กรองได้นั้นมาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืช นำมาใส่แผลของโค กระบือ เพื่อฆ่าหนอน หรือทาตามแผลเพื่อป้องกันแมลงวันตอมหรือวางไข่ การนำพืชสมุนไพรหนอนตายหายากมาสกัดเป็นน้ำสกัดชีวภาพเพื่อเป็นปุ๋ยน้ำสำหรับพืชจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจ

ถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่ออุตสาหกรรม และเป็นพืชน้ำมันที่เป็นที่ต้องการทั้งในประเทศและตลาดโลก โดยในประเทศไทยการใช้ถั่วเหลืองในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีปริมาณสูงมากไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารมากโดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัส และดินที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่ก็มีธาตุอาหารดังกล่าวไม่เพียงพอต่อความต้องการของถั่วเหลือง ในปัจจุบันการปลูกถั่วเหลืองเกษตรกรจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพิ่มเติม การใช้ปุ๋ยที่ประหยัดต้นทุน คือการใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโปตัสเซียม (K) ในสัดส่วนที่ตรงกับที่พืชต้องการ ซึ่งในถั่วเหลืองมีความต้องการธาตุอาหารหลักในอัตราส่วน คือ 1 – 3 – 2 เช่น 3 – 9 – 6 ของ N, P_2O_5 และ K_2O แต่ในปัจจุบันการผลิตปุ๋ยมักจะผลิตชนิดที่พืชส่วนใหญ่ใช้ได้เนื่องจากมีต้นทุนในการผลิตสูง เช่น ปุ๋ยข้าว (16 – 20 – 0 และ 16 – 16 – 8) ปุ๋ยพืชไร่ (15 – 15 – 15) อย่างไรก็ตาม เพื่อลดต้นทุนในการใส่ปุ๋ยและเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการใส่ปุ๋ยมากเกินไปจนความจำเป็น จึงมีการรณรงค์ให้เกษตรกรรู้จักการผสมปุ๋ยเคมีใช้เอง โดยเกษตรกรสามารถเลือกชนิด สัดส่วนผสม และอัตราที่ต้องการของพืชและแหล่งปลูกได้เพื่อให้ตรงกับความต้องการ แต่วิธีดังกล่าวก็ยังไม่แพร่หลายมากนัก เพราะมีความยุ่งยากสำหรับเกษตรกร ในปัจจุบันจึงได้มีการส่งเสริมให้นำเอาปุ๋ยอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ มาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งวิธีนี้ถือว่าเป็นการปรับปรุงดินที่ดีที่สุด (สุวพันธ์ รัตนะรัต, 2542 อ้างถึงใน เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 2) โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่นำมาใช้มีหลายชนิด เช่น ปุ๋ยจากมูลสัตว์ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากจึงน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการนำมาใช้ในการปลูกถั่วเหลือง หากผลการทดลองนำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากมาใช้เป็นปุ๋ยน้ำสำหรับถั่วเหลืองให้ผลการทดลองที่สามารถรับรองได้ว่าให้ประสิทธิภาพดี ก็จะสามารถเผยแพร่ผลการทดลองดังกล่าวเพื่อให้เกษตรกรสามารถนำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากมาใช้ประโยชน์ในการเกษตรได้อย่างกว้างขวาง เป็นการลดผลกระทบจากสารเคมีตกค้างในสิ่งแวดล้อม และยังปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกรและผู้บริโภคอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเพื่อการผลิตถั่วเหลือง

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่สามารถบำรุงต้นถั่วเหลืองให้มีผลผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยไม่ส่งผลกระทบต่อต้นถั่วเหลือง ผลผลิตที่ได้และสภาพแวดล้อม

1.2.3 เพื่อศึกษาเป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับการนำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากไปใช้กับพืชชนิดอื่นในการทำการเกษตรต่อไป เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร รวมทั้งสามารถลดปริมาณสารพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ในระยะยาว

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลืองสามารถบำรุงรักษาให้ต้นถั่วเหลืองเจริญงอกงาม และให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตที่มีคุณภาพดี โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในระยะยาว

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 การศึกษาคั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการนำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลืองในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และการใช้ปุ๋ยเคมี โดยเริ่มทำการหมักน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2550 ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 90 วัน

1.4.2 เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลอง คือ พันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยทำการปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2550

1.4.3 ภาชนะที่ใช้ในการปลูก คือ ภาชนะพลาสติกสีดำ เส้นผ่าศูนย์กลางปากภาชนะ 12 นิ้ว สูง 9 นิ้ว

1.4.4 สถานที่ทำการทดลองปลูกถั่วเหลืองอยู่ในพื้นที่โล่งหลังอาคารชุดที่ 21 การเคหะแห่งชาติคลองจั่น แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเพื่อการผลิตถั่วเหลือง

1.5.2 ทราบถึงประสิทธิผลในการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากสำหรับการบำรุงต้นถั่วเหลืองให้มีผลผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

1.5.3 ทราบแนวทางในการนำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากไปใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชชนิดอื่นต่อไป เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร รวมทั้งสามารถลดปริมาณสารพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ในระยะยาว

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 น้ำสกัดชีวภาพ หรือน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หมายถึง สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมักเศษพืชหรือสัตว์โดยถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยมีการใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ และผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

1.6.2 พืชสมุนไพรหนอนตายหยาก (*Stemona* spp.) หมายถึง พืชสมุนไพรที่มีลักษณะเป็นไม้เลื้อย ใบเดี่ยว รูปคล้ายใบพลู แต่ปลายใบจะแหลมยาว ลำต้นบนดินหน้าแล้งจะเหี่ยวเฉา เมื่อเริ่มฤดูฝนลำต้นบนดินจะงอกออกมาพร้อมทั้งออกดอก ลำต้นใต้ดินจะมีรากออกเป็นพวงสีขาว รูปกระสวย จำนวน 50 – 80 ราก แต่ละรากยาว 5 – 8 นิ้ว ดอกขนาดเล็กสีขาวหรือม่วงแล้วแต่พันธุ์ ออกดอกครั้งละ 2 – 3 ดอก สามารถขยายพันธุ์ได้โดยการใช้เมล็ดหรือแทงหน่อใหม่จากกอเดิม เจริญเติบโตได้ในดินทุกชนิดและทนต่อสภาพแวดล้อม ในการทดลองครั้งนี้จะใช้ส่วนที่เป็นลำต้นใต้ดินที่มีรากเป็นพวงสีขาว และเป็นชนิด *Stemona tuberosa* Lour.

1.6.3 น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก หมายถึง สารละลายเข้มข้นที่ได้จากกระบวนการหมักและการย่อยสลายของรากหนอนตายหยากกับกากน้ำตาล โดยใช้กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน

1.6.4 อีเอ็ม (Effective Microorganisms: EM) หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งศาสตราจารย์เทรูโอะ อิโนะ นักวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญสาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยวักไก เมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น ได้ค้นคว้าทดลองเรื่อง “ดินมีชีวิต” ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 จนได้ค้นพบ อีเอ็ม เมื่อ

พ.ศ. 2526 และได้ทำการวิจัย ผลปรากฏว่า กลุ่มจุลินทรีย์นี้ใช้ได้ผลจริง หลังจากนั้นจึงได้มีการนำมาเผยแพร่ในประเทศไทย

1.6.5 ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณสมบัติของปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ใช้ในการบำรุงต้นถั่วเหลืองให้มีผลผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยไม่ส่งผลกระทบต่อต้นถั่วเหลือง ผลผลิตที่ได้ และสภาพแวดล้อม

1.6.6 ถั่วเหลือง หมายถึง พืชล้มลุกตระกูลถั่วชนิดหนึ่ง มีลำต้นตั้งตรงเป็นพุ่ม ประกอบด้วยข้อและปล้อง บนข้อเป็นที่เกิดของใบและกิ่งแขนง มีขนปกคลุมทั่วไปมีดอกเกิดตามมุมใบและปลายยอด ดอกมีสีขาวหรือสีม่วง ฝักมีความยาว 2 – 7 เซนติเมตร เปลือกฝักแก่อาจมีสีเหลืองฟาง หรือน้ำตาลดำขึ้นอยู่กับพันธุ์ ในฝักมี 1 – 5 เมล็ด อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90 – 130 วัน

1.6.7 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 หมายถึง ถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นโดยนักวิชาการของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อต้านทานโรคราสนิม มีลักษณะแตกต่างจากพันธุ์มาตรฐานอื่น ๆ ลำต้นตั้งตรงไม่ทอดยอด ดอกมีสีขาว ฝักมีสีเขียว จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 2 – 3 เมล็ด จำนวนฝักตั้งแต่ 50 – 70 ฝัก อายุถึงวันเก็บเกี่ยวประมาณ 97 วัน

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาวิจัยเรื่อง การใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลือง ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ข้อมูลพื้นฐานของน้ำสกัดชีวภาพ

2.1.1 ความหมายของน้ำสกัดชีวภาพ

2.1.1.1 น้ำสกัดชีวภาพ หรือ น้ำหมักชีวภาพ เป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน คือ เป็นสารละลายเข้มข้นที่ได้จากการหมัก เศษพืชหรือสัตว์จะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ การหมักมี 2 แบบ คือ หมักแบบต้องการออกซิเจน (หมักแบบเปิดฝา) และหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจน (หมักแบบปิดฝา) หรือเรียกว่า Anaerobic Condition สารละลายเข้มข้นอาจจะมีสีน้ำตาลเข้มกรณีที่ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวหมัก หรือมีสีน้ำตาลอ่อนเมื่อใช้น้ำตาลชนิดอื่นเป็นตัวหมัก ซึ่งถ้าไม่ผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้วจะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ (พืชหรือสัตว์) จุลินทรีย์ที่พบในน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีทั้งที่ต้องการออกซิเจน และไม่ต้องการออกซิเจน มักเป็นกลุ่มแบคทีเรีย *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp., นอกจากนี้ยังอาจพบเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Pelnicillium* spp., *Rhizopus* spp., และ ยีสต์ ได้แก่ *Candida* spp. (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

2.1.1.2 น้ำสกัดชีวภาพ หรือ น้ำหมักชีวภาพ คือ การนำเอาพืช ผัก ผลไม้ สัตว์ชนิดต่าง ๆ หมักกับน้ำตาลทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จำนวนมาก ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยไปย่อยสลาย และสารต่าง ๆ จะถูกปลดปล่อยออกมา เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง จุลธาตุ ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต และวิตามิน ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วิทยาลัยการจัดการทางสังคม, 2549)

2.1.1.3 น้ำสกัดชีวภาพ หรือ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปของเหลวที่ได้มาจากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืชหรือสัตว์ที่มีลักษณะสด โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาล ซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารพืช คือ คาร์โบไฮเดรต กรดอินทรีย์ กรดอะมิโน กรดฮิวมิก (Humic Acid) น้ำย่อย (Enzymes) วิตามิน ฮอริโมน และแร่ธาตุ (พงษ์ พฤษภา, 2547: 39)

2.1.1.4 น้ำสกัดชีวภาพ คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่เกิดจากกระบวนการหมักด้วยซากพืช ซากสัตว์ โดยมีเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวย่อยสลาย ปุ๋ยน้ำชีวภาพ หรือน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากการหมักต้องจะประกอบด้วยจุลินทรีย์และสารอินทรีย์หลากหลายชนิดเป็นปุ๋ยเสริมให้แก่พืช เพื่อเสริมธาตุอาหารให้แก่พืชในขณะที่พืชกำลังเจริญเติบโต น้ำสกัดชีวภาพจะให้ทั้งธาตุอาหาร และเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (สมเกียรติ สุวรรณศิริ, 2547: 3)

2.1.2 ประเภทของน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพหมักได้จากเศษพืชและสัตว์ ดังนั้น จึงสามารถแบ่งประเภทน้ำสกัดชีวภาพตามวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1.2.1 น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากพืช สามารถแบ่งย่อยตามประเภทของวัสดุที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการทำน้ำสกัดชีวภาพ ได้แก่

1) ผลิตจากผักและเศษพืช การทำน้ำสกัดชีวภาพโดยการหมักเศษพืชสด โดยพืชที่นำมาใช้มักเป็นพืชผักอวบน้ำ เช่น กะหล่ำปลี มะละกอ ผักบุ้ง กะหล่ำปลี คะน้า พักทอง เป็นต้น นำมาใส่ในภาชนะที่มีฝาปิดปากกว้าง นำเศษผักมาผสมกับน้ำตาล ถ้าพืชผักมีขนาดใหญ่ให้สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ จัดเรียงพืชผักเป็นชั้น ๆ โรยน้ำตาลทับสลับกันกับพืชผัก อัตราส่วนของน้ำตาลต่อเศษผักเท่ากับ 1 : 3 หมักในสภาพไม่มีอากาศ โดยการอัดผัก ใส่ภาชนะให้แน่น เมื่อบรรจุผักลงภาชนะเรียบร้อยแล้ว ปิดฝาภาชนะนำไปตั้งทิ้งไว้ในที่ร่ม ปล่อยให้หมักต่อไปประมาณ 3 ถึง 7 วัน จะเกิดของเหลวขึ้นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของสิ่งหมักเกิดขึ้น ของเหลวนี้เป็นน้ำสกัดจากเซลล์พืชผัก ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอริโมน เอนไซม์ และธาตุอาหารอื่น ๆ

2) ผลิตจากขยะเปียก ได้มีการดำเนินงาน โดยให้นำขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ จำนวน 1 กิโลกรัม มาใส่ลงในถังหมัก แล้วเอาปุ๋ยจุลินทรีย์โรยลงไป 1 กำมือ หรือประมาณเศษ 1 ส่วน 20 ของปริมาตรของขยะ แล้วปิดฝาให้เรียบร้อย ภายในเวลา 10 ถึง 14 วัน จะเกิดการย่อยสลายของขยะเปียกบางส่วนกลายเป็นน้ำ น้ำที่ละลายจากขยะเปียกสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ย โดยนำไปเจือจาง อัตราส่วนปุ๋ยน้ำ 1 ส่วนต่อน้ำธรรมดา 100 ถึง 1,000

ส่วน สำหรับปัญหาเรื่องกลิ่นกรณิที่ขยะมีเศษเนื้อสัตว์ หรือ มีเศษอาหารอยู่มาก ให้ใช้เปลือก สับปะรด มังคุด กัลลวย ใส่ลงไปให้มีปริมาณค่อนข้างมาก น้ำปุ๋ยจะมีกลิ่นหอมคล้ายกับกลิ่นหมัก เหล้าไวน์ วิธีการดังกล่าวจุลินทรีย์จะสามารถย่อยสลายขยะเปียกได้ประมาณร้อยละ 30 ถึง 40 ที่ เหลือประมาณร้อยละ 60 ถึง 70 จะกลายเป็นกาก คือ ปุ๋ยหมัก สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ ในทางเกษตรได้ต่อไป

2.1.2.2 น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ มีขั้นตอนการทำเช่นเดียวกับน้ำสกัด ชีวภาพที่ได้จากพืช เพียงแต่เปลี่ยนวัสดุที่นำมาใช้ในการทำน้ำสกัดชีวภาพ โดยสามารถแยก ประเภทของน้ำสกัดชีวภาพจากสัตว์ได้ตามวัสดุที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการทำน้ำสกัดชีวภาพ ได้แก่

1) น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากปลา หรือ ปุ๋ยปลา เป็นน้ำสกัดชีวภาพที่ได้ จากการย่อยสลายเศษอวัยวะปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือด ผ่าน กระบวนการหมักโดยใช้เอนไซม์ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หลังจากหมักจนได้ที่แล้วจะได้ สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส นอกจากนี้ ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยโปรตีนและกรดอะมิโน ซึ่งเกิดจากการย่อย สลายของโปรตีนในตัวปลา จากคำบอกเล่าของเกษตรกรผู้ใช้น้ำปุ๋ยปลา พบว่า ปุ๋ยปลาจะไปช่วย พัฒนาคุณภาพของผลผลิต เช่น ดอกไม้ให้มีสีสดขึ้นและผลไม้มีคุณภาพดีขึ้น และช่วยเร่งการแตก ยอดและออกดอกใหม่ได้อีกด้วย โดยมีอัตราส่วนการทำปุ๋ยปลาต่อ 1 ถึง 200 ลิตร คือ ปลาสด 40 กิโลกรัม กากน้ำตาล 20 กิโลกรัม สารเร่งผลิตปุ๋ยหมัก 200 กรัม (1 ชอง) วิธีการเตรียมสารเร่งผลิต ปุ๋ยหมัก 1 ชอง คือ ละลายน้ำอุ่น 20 ลิตร คนให้เข้ากัน 15 ถึง 30 นาที นำปลาสดและกากน้ำตาล ที่เตรียมไว้ใส่ถึง 200 ลิตร และนำสารเร่งทำปุ๋ยหมักที่เตรียมเสร็จแล้วใส่ในถังรวมกับปลาสด และ กากน้ำตาล ใส่น้ำพอท่วมตัวปลา แล้วคนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 ถึง 35 องศาเซลเซียส โดย ไม่ปิดฝา คนวันละ 4 ถึง 5 ครั้ง ตลอดระยะเวลาในการหมักประมาณ 20 ถึง 30 วัน ปลาจะย่อย สลายหมด เติมน้ำให้เต็มถังและคนให้เข้ากันก่อนที่จะนำไปใช้จะได้ปุ๋ยชีวภาพ 200 ลิตร อัตราส่วน การใช้น้ำปุ๋ยชีวภาพโดยการฉีดพ่นทางใบ 1 ลิตรต่อน้ำ 200 ลิตร และโดยการราดรดโคนต้น 1 ลิตร ต่อน้ำ 200 ลิตร

2) น้ำสกัดชีวภาพที่ผลิตจากหอยเชอรี่ วิธีการทำน้ำสกัดชีวภาพจาก หอยเชอรี่สามารถแบ่งย่อยตามขั้นตอนที่นำมาหมักเป็นน้ำสกัดชีวภาพ ได้แก่

(1) การทำน้ำสกัดชีวภาพจากหอยเชอรี่ทั้งตัวพร้อมเปลือก โดย นำตัวหอยเชอรี่ทั้งตัวมาทุบหรือบดให้ละเอียด จะได้หอยเชอรี่พร้อมเปลือกและน้ำจากตัวหอยเชอรี่

นำมาผสมกับน้ำตาลและน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติ อัตรา 3 : 3 : 1 คนให้เข้ากัน และนำไปบรรจุในถังหมักขนาด 30 ลิตร ปิดฝาทิ้งไว้ หากมีการแบ่งชั้นให้สังเกตดูว่ากลืนหมิ่นหรือไม่ ถ้ามีกลืนหมิ่นให้ใส่กากน้ำตาลเพิ่มขึ้น และคนให้เข้ากันจนกว่าจะหายหมิ่น ทำอย่างนี้เรื่อยไปจนกว่าจะไม่เกิดก๊าซให้เห็นบนผิวหน้าของน้ำหมักหอยเชอรี่ แต่จะเห็นความระยิบระยับอยู่ที่ผิวหน้า น้ำหมักดังกล่าว บางครั้งอาจจะพบว่ามียีสต์บนผิวหน้าและบริเวณข้างถังภาชนะบรรจุ ควรรอจนกว่ายีสต์ดังกล่าวตัวใหญ่เต็มที่และตายไป ถือว่าน้ำหมักหอยเชอรี่ทั้งตัวเสร็จสิ้นกระบวนการกลายเป็นน้ำหมักชีวภาพหอยเชอรี่ สามารถนำไปใช้ได้หรือนำไปพัฒนาผสมกับปุ๋ยน้ำอื่น ๆ ใช้ประโยชน์ต่อไป

(2) การทำน้ำสกัดชีวภาพจากไขหอยเชอรี่ โดยนำไขหอยเชอรี่หรือกลุ่มไขหอยเชอรี่มาทุบหรือบดให้ละเอียด จะได้น้ำไขหอยเชอรี่พร้อมเปลือก แล้วนำไปผสมกับกากน้ำตาลและน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติ อัตรา 3 : 3 : 1 คนให้เข้ากันแล้วนำไปหมักตามกระบวนการเช่นเดียวกับวิธีที่ (1)

(3) การทำน้ำสกัดชีวภาพจากไขหอยเชอรี่และพืช โดยนำไขหอยเชอรี่หรือกลุ่มไขหอยเชอรี่มาทุบหรือบดให้ละเอียด นำไปผสมกับพืชส่วนที่อ่อน ๆ หรือส่วนยอดความยาวไม่เกิน 6 นิ้ว ที่หั่นหรือบดละเอียดแล้ว นำมาผสมกันในอัตราส่วน ไขหอย : ละเอียด : กากน้ำตาล : พืชส่วนอ่อนบดละเอียด : น้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติ คือ 3 : 3 : 1 : 1 แล้วนำไปหมักตามกระบวนการเช่นเดียวกับวิธีที่ (1)

(4) การทำน้ำสกัดชีวภาพจากเนื้อหอยเชอรี่ โดยนำตัวหอยเชอรี่ทั้งตัวมาต้มในกระทะ พร้อมทั้งใส่เกลือแกงผสมไปด้วยในจำนวนพอเหมาะ เพื่อให้เนื้อหอยเชอรี่แยกจากเปลือกได้ง่ายขึ้น และนำเฉพาะเนื้อหอยเชอรี่มาบดให้ละเอียด ให้ได้จำนวน 3 ส่วน เพื่อผสมกับกากน้ำตาล และน้ำหมักจากจุลินทรีย์ธรรมชาติ อัตราส่วน 3 : 3 : 1 คนให้เข้ากันแล้วนำไปหมักตามกระบวนการเช่นเดียวกันกับวิธีที่ (1)

(5) การทำน้ำสกัดชีวภาพจากเนื้อหอยเชอรี่และพืชสด โดยนำเนื้อหอยเชอรี่ที่ได้จากการต้มกับเกลือเหมือนวิธีที่ (4) มาบดให้ละเอียดแล้วนำไปผสมกับกากน้ำตาล และชิ้นส่วนของพืชที่อ่อน ๆ โดยอัตราส่วนเนื้อหอยเชอรี่บดละเอียด : ชิ้นส่วนของพืช : น้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ คือ 3 : 3 : 1 ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปหมักตามกระบวนการเช่นเดียวกับวิธีที่ (1)

(6) การทำน้ำสกัดชีวภาพจากเนื้อหอยเชอรี่ ไขหอยเชอรี่ และพืชสด โดยวิธีนี้เป็นการผสมปุ๋ยหมักแบบเบ็ดเสร็จ ไม่ต้องแยกวัสดุแต่ละชนิด ควรใช้อัตราส่วน

ดังนี้ เนื้อหอยเชอรี่พร้อมเปลือก หรือเนื้อหอยเชอรี่อย่างเดียว : ไข่หอยเชอรี่ : พืช อัตรา 3 : 3 : 5 ถึง 6 : 2 : 3 มีข้อสังเกตเพียงดูว่าจากการหมักมีกลิ่นเหม็นหรือไม่เพียงใด หากมีกลิ่นเหม็นให้เติมน้ำตาลและน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติเพิ่มขึ้นจนกว่าจะไม่มีกลิ่น ส่วนระยะเวลาในการหมัก ให้ดูลักษณะผิวหน้าเช่นเดียวกับการทำน้ำหมักหัวเชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติ อัตราการใช้กับพืชที่อายุน้อย ระยะการเจริญเติบโตในตอนแรก ใช้อัตราส่วน 1 : 500 ถึง 10,000 หรือจากการทดสอบเบื้องต้น พบว่า อัตราที่เหมาะสม คือ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร สามารถใช้ได้ทุก ๆ 7 ถึง 10 วัน ขึ้นอยู่กับชนิด และอายุการเจริญเติบโตของพืชว่าเป็นพืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ ไม้ผล ไม้ยืนต้น พืชไร่ หรือข้าว เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

2.1.3 คุณลักษณะของน้ำสกัดชีวภาพ

2.1.3.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของน้ำสกัดชีวภาพ

1) น้ำสกัดชีวภาพมีคุณสมบัติโดยทั่ว ๆ ไป ดังนี้

(1) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ในช่วง 3.5 ถึง 5.6 ปฏิกริยาเป็นกรดถึงกรดจัด ซึ่งค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่เหมาะสมกับพืชควรอยู่ในช่วง 6.0 ถึง 7.0

(2) ความเข้มข้นของสารละลายสูง ค่าของการนำไฟฟ้า(Electrical Conductivity: E.C.) อยู่ระหว่าง 2 ถึง 12 Desicemen/Meter (ds/m) ซึ่งค่าความนำไฟฟ้าที่เหมาะสมกับพืชควรอยู่ต่ำกว่า 4 ds/m

(3) ความสมบูรณ์ของการหมัก พิจารณาจากค่า C/N Ratio มีค่าระหว่าง 1/2 ถึง 70/1 ซึ่งถ้า C/N Ratio สูง เมื่อนำไปฉีดพ่นบนต้นพืชอาจแสดงอาการใบเหลืองเนื่องจากขาดธาตุไนโตรเจนได้

2) ปริมาณธาตุอาหาร จากการวิเคราะห์น้ำสกัดชีวภาพ พบปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ดังนี้

(1) ไนโตรเจน (Percent Total N) ถ้าใช้พืชหมัก พบไนโตรเจน ร้อยละ 0.03 ถึง 1.66 แต่ถ้าใช้ปลาหรือหอยหมักจะพบประมาณร้อยละ 1.06 ถึง 1.70

(2) ฟอสฟอรัส (Percent Total P_2O_5) ในน้ำหมักจากพืชจะมีตั้งแต่ไม่พบเลย จนถึงร้อยละ 0.40 แต่ในน้ำหมักจากปลาหรือหอยพบร้อยละ 0.18 ถึง 1.14

(3) โปตัสเซียมที่ละลายน้ำได้ (Percent Water Soluble K_2O) ในน้ำหมักพืชพบร้อยละ 0.05 ถึง 3.53 และในน้ำหมักจากปลาพบร้อยละ 1.00 ถึง 2.39

(4) แคลเซียมในน้ำหมักจากพืชพบร้อยละ 0.05 ถึง 0.49 และน้ำหมักจากปลาพบร้อยละ 0.29 ถึง 1.00

(5) แมกนีเซียมและซัลเฟตในน้ำหมักจากพืชและปลาพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 0.10 ถึง 0.37

(6) เหล็กในน้ำหมักจากพืชพบ 30 ถึง 350 ppm. และน้ำหมักจากปลาพบ 500 ถึง 1,700 ppm.

(7) คลอไรด์ น้ำหมักจากพืชและปลา มีปริมาณเกลือคลอไรด์สูง 2,000 ถึง 11,000 ppm.

(8) ธาตุอาหารเสริมอื่นๆ ได้แก่ แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน และโมลิบดีนัม น้ำหมักทั้งจากพืชและปลาพบในปริมาณน้อย มีค่าตั้งแต่ตรวจไม่พบเลย ถึง 130 ppm.

3) ปริมาณฮอร์โมนพืช ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำสกัดชีวภาพ พบปริมาณฮอร์โมนพืช 3 กลุ่ม คือ

(1) กลุ่ม Auxin (Indole Acetic Acid: IAA) IAA ตรวจพบทั้งในน้ำหมักจากพืชและสัตว์ แต่พบในปริมาณน้อย มีค่าในช่วงตั้งแต่น้อยมากจนไม่สามารถวัดได้ จนถึง 2.37 ppm.

(2) กลุ่ม Gibberellins (Gibberellic Acid: GA₃) GA₃ ตรวจพบในน้ำหมักจากพืชบางชนิดในปริมาณ 18 ถึง 140 ppm. แต่ไม่พบ GA₃ ในน้ำหมักจากปลา

(3) กลุ่ม Cytokinins (Zeatin และ Kinetin) Zeatin ตรวจพบในน้ำหมักจากพืชบางตัวอย่างในปริมาณน้อย 1 ถึง 20 ppm. และพบในน้ำหมักจากปลาที่ใส่น้ำมะพร้าว 2 ถึง 4 ppm. โดย Kinetin ตรวจพบในน้ำหมักจากพืชบางชนิดในปริมาณ 1 ถึง 14 ppm. แต่ไม่พบในน้ำหมักจากปลา

4) ปริมาณกรดอะมิโน ผลวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนในน้ำสกัดชีวภาพ 100 กรัม ปรากฏตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนในน้ำสกัดชีวภาพ 100 กรัม

กรดอะมิโน	มิลลิกรัม / 100 กรัม
กรดแอสปาร์ติก	346.06
ทรีโอนีน	26.34
ซีรีน	39.30
กรดกลูตามิค	127.45
โพรลีน	1.26
ไกลซีน	13.24
อะลานีน	91.69
ซีสตีन	17.88
วาลีน	55.26
เมทไทโอนีน	9.37
ไอโซลิวซีน	26.26
ลิวซีน	34.30
ไทโรซีน	22.14
ฟีนิลอะลานีน	4.44
ฮิสติดีน	16.28
ไลซีน	30.20
อาร์จินีน	18.76
ทริปโตเฟน	6.22

แหล่งที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2550.

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น จะเห็นว่าคุณภาพและประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ จุลินทรีย์ที่ทำให้ย่อยสลาย กระบวนการย่อยสลายที่สมบูรณ์ไม่เน่าเสีย ความเข้มข้นของสารละลาย และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

2.1.3.2 สูตรน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ

ในการทำน้ำสกัดชีวภาพได้มีการนำวัตถุดิบทำน้ำสกัดชีวภาพสูตรต่าง ๆ ซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่นำวัตถุดิบที่มีและหาง่ายในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ได้แก่

- 1) พืชผักสด เช่น ผักบุ้ง ผักกวางตุ้ง ผักคะน้า ผักกาดขาว และตำลึง
- 2) ผลไม้สุก เช่น กล้วยน้ำว้า มะละกอ และฟักทอง
- 3) ผลไม้ดิบ เช่น กล้วยน้ำว้า และมะละกอ
- 4) สมุนไพรกลิ่นฉุนหรือมีรสเผ็ด เช่น สาบเสือ ขิงแก่ ข่าแก่ ตะไคร้หอม พริกไทย บอระเพ็ด กระเพรา เหง้ากระชาย ดีปลี พริก ลูกลำโพง ใบสะเดาแก่ ใบและผลเทียนทอง
- 5) สมุนไพรรสขมหรือรสฝาด เช่น เปลือกต้นแค เปลือกต้นข่อย เปลือกต้นหว่า เปลือกมังคุด เปลือกเงาะ เปลือกทับทิม ใบสะยก ใบชาไก่ ใบยูคาลิปตัส กระเทียม กานพลู ขะพลู กล้วยดิบ ลูกตะโกดิบ ลูกมะพลับดิบ และลูกหมาก
- 6) พืชสมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ได้แก่ บอระเพ็ด ขิง พริกไทย หางไหล พริก มะกรูด ข่า กระชาย หนอนตายหยาก และดีปลี
- 7) พืชสมุนไพรป้องกันกำจัดเชื้อรา ได้แก่ ทับทิม มังคุด สะยก ชาไก่ ว่าน น้ำ กล้วยดิบ เงาะ ยูคาลิปตัส ขะพลู และกระเทียม

โดยสามารถนำวัตถุดิบดังกล่าวข้างต้นมาหมักเพื่อให้ได้น้ำสกัดชีวภาพที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในวัตถุประสงค์ที่ต่าง ๆ กัน โดยมีสูตรการทำน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ ดังนี้

(1) น้ำสกัดชีวภาพสูตร 1 (บำรุงต้น) ประกอบด้วย พืชผักสด : กากน้ำตาล อัตราส่วน 3 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม การนำไปใช้ประโยชน์ ใช้หมักฟางในนาข้าว อัตราส่วน 5 ลิตร : น้ำ 200 ลิตร : ไร่ โดยปล่อยไปกับน้ำที่ไหลเข้านา และใช้ฉีดพ่นข้าวตั้งแต่อายุ 15 ถึง 45 วัน อัตราส่วน 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร ทุก 5 ถึง 7 วัน สำหรับพืชผักใช้ฉีดพ่นทางใบ อัตราส่วน 15 ถึง 20 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร สลับกับให้พร้อมกับน้ำระบบสปริงเกอร์ หรือรดด้วยอัตราส่วน 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร ทุก 15 ถึง 20 วัน

(2) น้ำสกัดชีวภาพสูตร 2 (บำรุงดอกและผล) ประกอบด้วย ผลไม้สุก : กากน้ำตาล อัตราส่วน 3 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม การนำไปใช้ประโยชน์ ใช้กับพืชผักกินดอก ผักกินผลและไม้ผลต่าง ๆ ฉีดพ่นทางใบในระยะออกดอกและติดผล อัตราส่วน 15 ถึง 20 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร สลับกับให้พร้อมกับน้ำระบบสปริงเกอร์ หรือรดด้วยบัวรดน้ำ อัตราส่วน 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร ทุก 5 ถึง 7 วัน

(3) น้ำสกัดชีวภาพสูตร 3 (บำรุงดอกและผล) ประกอบด้วย พืชผักสด : ผลไม้สุก : ปลาสดหรือหอยเชอรี่ : นมเปรี้ยว หรือโยเกิร์ต : กากน้ำตาล อัตราส่วน 1 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม : 100 มิลลิลิตร : 2 กิโลกรัม การนำไปใช้ประโยชน์ ใช้กับพืชผักกินดอก ผักกินผล พืชไร่ ไม้ผล ในระยะออกดอกและติดผล และใช้กับข้าวอายุ 45 วัน จนถึงระยะออกรวง ฉีดพ่นทางใบ อัตราส่วน 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร ทุก 5 ถึง 7 วัน

(4) น้ำสกัดชีวภาพสูตร 4 (บำรุงดอกและผล) ประกอบด้วย พืชผักสด : ผลไม้ดิบ : ผลไม้สุก : ปลาสดหรือหอยเชอรี่ : เหงือกกล้วย : กากน้ำตาล อัตราส่วน 5 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม : 3 กิโลกรัม การนำไปใช้ประโยชน์ ใช้กับพืชผักกินดอก ผักกินผล พืชไร่ ไม้ผล ในระยะออกดอกและติดผล โดยฉีดพ่นทางใบ หรือราดรดลงดินรอบบริเวณโคนต้น อัตราส่วน 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร ทุก 5 ถึง 7 วัน และใช้กับข้าวอายุ 45 วัน จนถึงระยะออกรวง ฉีดพ่นในอัตราส่วนเดียวกัน

(5) น้ำสกัดชีวภาพปลาสดหรือหอยเชอรี่ (บำรุงต้น) ประกอบด้วย ปลาสดหรือหอยเชอรี่ : กากน้ำตาล อัตรา 1 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม การนำไปใช้ประโยชน์ ใช้กับพืชผักและไม้ผล บำรุงต้นก่อนออกดอกฉีดพ่นทางใบหรือรดลงดินรอบบริเวณโคนต้น อัตราส่วน 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร ทุก 5 ถึง 7 วัน

(6) น้ำสกัดชีวภาพถั่วเหลือง (บำรุงต้น ดอก และผล) ประกอบด้วย เมล็ดถั่วเหลือง : กากน้ำตาล : น้ำสะอาด : หัวเชื้อจุลินทรีย์ อัตราส่วน 3 กิโลกรัม : 3 กิโลกรัม : 10 ลิตร : 2 ลิตร การนำไปใช้ประโยชน์ ใช้กับพืชผักและไม้ผลได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ฉีดพ่นทางใบ หรือราดรดลงดินรอบบริเวณโคนต้น อัตรา 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร ทุก 5 ถึง 7 วัน

(7) น้ำสกัดชีวภาพนมสด (บำรุงต้น ดอก และผล) ประกอบด้วย นมสด : กากน้ำตาล : น้ำสะอาด : หัวเชื้อจุลินทรีย์ อัตราส่วน 10 ลิตร : 3 กิโลกรัม : 5 ลิตร : 2 ลิตร การนำไปใช้ประโยชน์ ใช้กับพืชผักและไม้ผลได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ฉีดพ่นทางใบ หรือราดรดลงดินรอบบริเวณโคนต้น อัตราส่วน 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร ทุก 5 ถึง 7 วัน

(8) น้ำสกัดสมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ประกอบด้วย สมุนไพรกลั่นหรือมีรสเผ็ด : หางไหล : หนอนตายหยาก : ยาเส้น : เหล้าขาว : น้ำส้มสายชู : กากน้ำตาล อัตราส่วน 3 กิโลกรัม : 3 กิโลกรัม : 3 กิโลกรัม : 0.5 กิโลกรัม : 750 มิลลิลิตร : 250 มิลลิลิตร : 3 กิโลกรัม การนำไปใช้ประโยชน์ ใช้กับพืชผักไม้ผล และพืชไร่ ฉีดพ่นด้วยอัตราส่วน 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร และใช้กับข้าว ฉีดพ่นหรือปล่อยให้ไหลไปกับน้ำที่ไขเข้านาในอัตราส่วนเดียวกัน

(9) น้ำสกัดสมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ประกอบด้วยสมุนไพรหรือมีรสฝาด : กากน้ำตาล : น้ำสะอาด อัตรา 3 กิโลกรัม : 1 กิโลกรัม : เติมน้ำรวมสมุนไพร การนำไปใช้ประโยชน์ ใช้กับพืชผักไม้ผล และพืชไร่ ฉีดพ่นอัตราส่วน 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร และใช้กับข้าว ฉีดพ่นหรือปล่อยให้ไหลไปกับน้ำที่ไขเข้านา ในอัตราเดียวกัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2549)

2.1.4 คำแนะนำและวิธีการใช้

2.1.4.1 วิธีการทำน้ำสกัดชีวภาพ

- 1) ใช้เศษพืช ผัก ผลไม้ หรือเศษอาหารที่ยังไม่บูดเน่า นำมาสับหรือบดให้ละเอียดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ภาชนะที่มีฝาปิด เช่น ถังพลาสติก หรือโอ่ง
- 2) ใส่กากน้ำตาล หรือน้ำตาลทรายแดงหรือขาวลงไปโดยใช้ กากน้ำตาล : ผัก ในอัตราส่วน 1 : 3
- 3) ใช้ของหนักวางทับส่วนผสมให้จมลง ปิดฝาทิ้งไว้ 5 ถึง 7 วัน
- 4) เมื่อครบกำหนดจะมีของเหลวสีน้ำตาลไหลออกมา คือน้ำสกัดชีวภาพ กรอกใส่ขวด ปิดฝาให้สนิทเพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้ต่อไปได้

2.1.4.2 ข้อควรระวังในการทำน้ำสกัดชีวภาพ

- 1) ในระหว่างการหมักห้ามปิดฝาภาชนะที่ใช้หมักโดยสนิท เพราะจะทำให้ระเบิดได้ เนื่องจากระหว่างการหมักเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน เป็นต้น
- 2) หากมีการใช้น้ำประปาในการหมักต้องต้มให้สุกหรือตากแดด เพื่อไล่คลอรีนเพราะอาจเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักได้
- 3) พืชบางชนิดไม่ควรใช้ในการหมัก เช่น เปลือกส้ม เพราะมีน้ำมันที่ผิวเปลือกเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายในสภาพปลอดอากาศ
- 4) การทำน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพควรหมักให้ได้ที่ เพราะพบปัญหาเกิดเชื้อราที่ใบทุเรียนเพราะน้ำตาลที่เหลืออยู่จุลินทรีย์ใช้ไม่หมด

2.1.4.3 วิธีการใช้น้ำสกัดชีวภาพ

การนำน้ำสกัดชีวภาพไปประยุกต์ใช้ประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้หลายแนวทาง โดยนำน้ำสกัดชีวภาพผสมน้ำธรรมดาทำให้เจือจางในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- 1) สำหรับฉีดพ่นพืชผัก ไม้ผล ไม้ยืนต้น อัตราส่วน 1 ขอนโต้ะ : น้ำ 5 ถึง 10 ลิตร (1 : 500 ถึง 1,000) ควรฉีดพ่นให้บ่อยครั้ง หรือทุก 5 ถึง 7 วัน

2) สำหรับราดส่วนของพืชสด หรือแห้ง เพื่อทำปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 2 ถึง 3 ลิตร (1 : 200 ถึง 250) หลังจากนั้นใช้พลาสติกคลุมกองพืชปล่อยให้เกิดการย่อยสลาย 1 ถึง 2 สัปดาห์ จึงนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยใช้ผสมดินหรือคลุมดินบริเวณต้นพืช

3) สำหรับใช้ทำปุ๋ยหมักแห้ง โดยใช้น้ำสกัดชีวภาพ อัตราส่วน 2 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 10 ลิตร และเพิ่มกากน้ำตาล 2 ช้อน โดยราดปุ๋ยหมักแห้งให้มีความชื้นหมาด ๆ

4) สำหรับราดรดดินแปลงเพาะปลูก โดยพรวนดินผสมคลุมเคล้ากับวัชพืช หรือเศษพืช โดยใช้อัตราส่วนเจือจาง 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 2 ถึง 5 ลิตร (1 : 200 ถึง 500) ราดรด 1 ตารางเมตร : 0.5 ถึง 1 ลิตร หลังจากนั้นปล่อยให้เกิดการย่อยสลาย 3 ถึง 7 วัน ก็สามารถปลูกพืชหรือกล้าไม้ได้ หากต้องการกำจัดวัชพืชประเภทมีเมล็ดควรปล่อยให้วัชพืชงอกอีกครั้งหนึ่ง จึงพรวนซ้ำแล้วรดน้ำสกัดชีวภาพ หรือน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำเจือจาง อัตราส่วน 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 5 ลิตร (1 : 500) สามารถเพาะปลูกพืชได้ภายใน 2 ถึง 3 วัน

5) ผสมน้ำอัตราส่วน 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำ 1 ถึง 5 ลิตร (1 : 100 ถึง 500) ราดพื้นที่สำหรับทำความสะอาด น้ำสกัดชีวภาพจะช่วยย่อยอินทรีย์วัตถุที่ติดพื้น น้ำไปเทในแอ่งน้ำขังจะช่วยย่อยอินทรีย์วัตถุในแอ่งน้ำให้ย่อยสลายลงทำให้แอ่งน้ำมีสภาพดีขึ้น

6) สำหรับขยายหัวเชื้อทำได้โดยใช้อัตราส่วน คือ น้ำสกัดชีวภาพ : น้ำ ในอัตราส่วน 1 : 10 ใส่ขวดปิดฝาไว้ 3 วัน จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

2.1.4.4 การใช้น้ำสกัดชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

การนำน้ำสกัดชีวภาพไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น ควรคำนึงถึงวิธีการดังต่อไปนี้

1) น้ำสกัดชีวภาพมีค่าความเข้มข้นของสารละลายสูง (ค่า EC เกิน 4 ds/m) และเป็นกรดจัด มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 3.6 ถึง 4.5 (ดังแสดงในตารางที่ 2.3) ก่อนนำไปใช้กับพืชต้องปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสกัดชีวภาพให้เป็นกลาง โดยเติมหินฟอสเฟต ปูนโดโลไมท์ ปูนขาว กระดูกอ่อน อย่างใดอย่างหนึ่งอัตรา 5 ถึง 10 กิโลกรัม : น้ำสกัดชีวภาพ 100 ลิตร แล้วผสมน้ำสกัดชีวภาพ อัตรา 30 ถึง 50 มิลลิลิตร : น้ำ 20 ลิตร

2) น้ำสกัดชีวภาพจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้สูงสุดต้องใช้เวลาการหมักจนแน่ใจว่าจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์สารสมบูรณ์แล้ว จึงนำไปใช้กับพืชได้

3) น้ำสกัดชีวภาพแต่ละสูตรมีธาตุอาหารเกือบทุกชนิดแต่มีในปริมาณต่ำ จึงควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักแห้งชีวภาพ ปุ๋ยพืชสด หรือปุ๋ยเคมีเพิ่มเติม

4) น้ำสกัดชีวภาพแต่ละสูตรมีฮอร์โมนพืชในระดับที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำน้ำหมักชีวภาพ

5) ข้อสำคัญที่ควรระวังการในการใช้น้ำสกัดชีวภาพ คือ เวลานำไปใช้ราดรดหรือฉีดพ่นต้นพืช ควรใช้เจือจางมาก อัตราส่วนที่แนะนำให้ใช้ คือ จากสารละลายที่ผ่านกระบวนการหมักสมบูรณ์แล้วก่อนนำไปใช้ควรทำให้เจือจางในอัตราส่วน 1 : 500 หรือ 1 : 1,000 วิธีการใช้ที่ถูกต้องจะมีผลต่อดินและพืชที่นำไปราดรดหรือฉีดพ่นใส่ ควรใช้เพื่อช่วยเสริมการเจริญเติบโตให้กับต้นพืช หรือช่วยเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ และจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีอย่างอื่น เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยเคมีเข้าช่วย ตลอดจนการดูแลปฏิบัติต่อพืชในด้านอื่น ๆ ด้วย ซึ่งจะทำให้การใช้น้ำสกัดชีวภาพได้ผลดีที่สุด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543: 10)

ตารางที่ 2.2 ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารของน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพ	ปริมาณธาตุอาหาร (ร้อยละ)									
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cl
นมสด	0.39	0.09	1.74	0.28	0.210	0.26	0.027	0.002	0.004	0.61
ถั่วเหลือง	1.09	0.09	1.15	0.16	0.130	0.18	0.055	0.001	0.003	0.17
ปลาสด	1.06	0.69	1.08	1.00	0.140	0.14	0.170	0.003	0.005	0.15
สมุนไพร										
ป้องกันกำจัด										
แมลงศัตรูพืช	0.38	0.19	0.77	0.09	0.085	0.09	0.085	0.001	0.002	0.18

แหล่งที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2543: 11.

ตารางที่ 2.3 ค่าวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และปริมาณฮอร์โมนของน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพ	pH	C/N Ratio	EC ds/m	ฮอร์โมน (Mg/ml) (ร้อยละ)					
				O.C.	O.M.	IAA	GA3	Zeatin	Kinetin
นมสด	3.8	35/1	6.41	13.65	23.48	0.30	ไม่พบ	4.38	ไม่พบ
ถั่วเหลือง	3.6	6/1	4.27	6.93	11.95	0.11	ไม่พบ	2.13	4.95
ปลาสด	4.1	8/1	7.44	8.37	14.43	0.11	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
สมุนไพร									
ป้องกันกำจัด									
แมลงศัตรูพืช	4.5	8/1	2.75	3.10	5.34	ไม่พบ	39.97	11.57	ไม่พบ

แหล่งที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2543: 11.

2.1.4.5 ข้อควรระวังในการใช้น้ำสกัดชีวภาพ

- 1) การใช้น้ำสกัดชีวภาพกับพืชบางชนิด เช่น กล้วยไม้ อาจทำให้วัสดุที่ใช้ปลูก เช่น กาบมะพร้าวผุเร็วก่อนเวลาอันสมควร
- 2) การใช้น้ำสกัดชีวภาพกับพืชนั้นในดินควรมีอินทรีย์วัตถุอยู่ เช่น มีการใส่ปุ๋ยหมัก และเศษพืชแห้งคลุมดินไว้ ซึ่งทำให้การใช้ประโยชน์จากน้ำสกัดชีวภาพได้ผลดี
- 3) ไม่ควรใช้น้ำสกัดชีวภาพเกินอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในคำแนะนำเพราะอาจมีผลทำให้ใบไหม้ได้ เนื่องจากความเป็นกรดหรือความเค็มในน้ำสกัดชีวภาพ
- 4) น้ำสกัดชีวภาพที่มีธาตุไนโตรเจนสูงให้ระวังการใช้ เพราะใช้มากอาจทำให้เหี่ยวใบและไม่ออกดอกออกผลได้
- 5) น้ำสกัดชีวภาพควรใช้ประกอบกับค่าวิเคราะห์ดิน เมื่อนำไปใช้ในพื้นที่อื่น ซึ่งมีแหล่งเกิดเทคโนโลยีภูมิปัญญาท้องถิ่นนั้น ควรใช้อย่างระมัดระวัง

2.1.5 ผลการวิเคราะห์น้ำสกัดชีวภาพ

การตรวจวิเคราะห์กระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ของน้ำสกัดชีวภาพ ดำเนินการโดยสำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสารธรรมชาติ กรมวิชาการเกษตร ดังนี้

2.1.5.1 ถ้าในน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักชีวภาพหรือน้ำยอินทรีย์น้ำมีสภาพเป็นกรด และมีก๊าซออกซิเจนในการหมัก คือ เปิดฝาเวลาหมัก ในสารละลายมีแบคทีเรียชนิด Methanotrophic ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เปลี่ยนก๊าซมีเทนให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ (Methanol) และมีธาตุเหล็ก หรืออ็อกไซด์เหล็ก (Fe^{2+} , Fe^{3+}) ในพืชที่ใช้หมัก เช่น ผักขม ผักคะน้า เป็นต้น จะเปลี่ยนก๊าซมีเทนที่เกิดจากการหมักให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ และจะถูกออกซิเจนในอากาศทำให้กลายเป็นเอสเตอ์ของแอลกอฮอล์ ซึ่งสารพวกเอสเตอ์จะมีกลิ่นหอม และกลิ่นเหม็นเฉพาะตัว ใช้เป็นสารดึงดูดแมลง และสารไล่แมลงได้

2.1.5.2 กลูโคสในพืชที่ใช้หมัก ถ้าในขณะหมักมีแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (Gram Positive) คือ *Eubacterium* spp., *Sareina ventriculi* และมีออกซิเจน คือ เปิดฝาเวลาหมักพร้อมกับในสารละลายมีเอนไซม์ (Enzyme) 3 ตัว ซึ่งมีอยู่ในพืชเอง คือ Pyruvate Dehydrogenase, Phosphotransacetylase และ AcetateKkinase ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารกลูโคส ให้กลายเป็นสารไพรูเวท และจะถูกย่อยสลายต่อไป จนสุดท้ายได้สารอะซีติก (Acetic Acid) และสารอะซีเตท (Acetate) เมื่ออนุมูลอะซีเตทมารวมตัวกับธาตุอาหารรอง เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม จะได้เป็นแคลเซียมอะซีเตท (Calcium Acetate) และแมกนีเซียมอะซีเตท (Magnesium Acetate) ถ้ารวมตัวกับธาตุอาหารหลัก จะได้เป็นโซเดียมอะซีเตท (Sodium Acetate) หรือโพแทสเซียมอะซีเตท (Potassium Acetate) ซึ่งพืชพร้อมจะดูดเอาไปใช้เป็นอาหารได้เลย

2.1.5.3 ถ้าหมักแบบปิดฝาไม่มีออกซิเจน เอทานอล (Ethanol) ซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์ (Product) สุดท้าย เมื่อเจออากาศจะได้เป็นสารพวกเอสเตอ์ ซึ่งมีกลิ่นเหม็นเช่นกันใช้เป็นสารดึงดูดแมลงและเป็นสารไล่แมลงได้

2.1.5.4 แบคทีเรียชนิดแกรมลบ (Gram Negative) ชื่อ *Eubacterium* spp., *Zymomonas mobilis* จะได้สารเอทานอล (Ethanol) แล้วเปลี่ยนเป็นเอสเตอ์เช่นกัน

2.1.5.5 กลูโคสเป็นสารที่มีอยู่ในพืชทุกชนิดในรูปน้ำตาลชนิดหนึ่งที่ถูกระดมเอาไว้ใช้ เมื่อจำเป็นต้องเปลี่ยนเป็นรูปอื่น ๆ ที่พร้อมจะนำไปใช้ เช่น พลังงาน อาหารต่าง ๆ เป็นต้น เมื่อได้สารผลิตภัณฑ์ (Products) สุดท้ายเป็นกรดอะซีติก (Acetic Acid) และกรดแลคติก (Lactic Acid) เมื่ออยู่ในสารละลายถ้ามีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองจะเปลี่ยนรูปเป็นสารอาหารเช่นกัน ซึ่งพืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

2.1.6 ประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพ

2.1.6.1 ใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง น้ำสกัดชีวภาพจะประกอบด้วยสารต่าง ๆ และจุลินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้น ก่อนนำเอาไปใช้ประโยชน์จึงต้องทำให้เจือจางโดยอัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำสะอาด คือ 1 : 500 หรือ 1 : 1,000 การใช้น้ำสกัดชีวภาพจะต้องมีความระมัดระวังมาก ถ้าเข้มข้นมากเกินไปพืชจะหยุดชะงักการเจริญเติบโต ใบจะมีสีเหลือง (เหี่ยว) ถ้าใช้ในอัตราที่พอเหมาะพืชจะมีสภาพเขียวสด ใบเป็นมัน ต้นพืชที่หยุดชะงักการเจริญเติบโตที่ปักอยู่จะขยายตัวแตกตาเป็นใบภายในเวลาหนึ่งสัปดาห์ ดังนั้น การใช้จึงควรใช้ในอัตราส่วนที่เจือจางมากเป็นเกณฑ์ ซึ่งสามารถใส่ให้แก่ต้นไม้ประมาณ 3 ถึง 7 วันต่อครั้ง และเมื่อพืชเจริญงอกงามดีในเวลาต่อมาสามารถใช้เดือนละครั้งได้

2.1.6.2 ใช้เป็นหัวเชื้อปุ๋ยอินทรีย์ การทำปุ๋ยหมักแห้งเพื่อนำมาใช้บำรุงดิน และเสริมสร้างความเจริญเติบโตให้กับพืชผัก หรือไม้ผล หลังจากปลูกพืชแล้วสามารถให้ผลผลิตได้ง่าย ใช้เวลาน้อย ด้วยการนำเอาเศษหรือวัสดุเหลือใช้หมักผสมกับมูลสัตว์ แกลบดำ และรำละเอียด โดยผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน รดน้ำที่ผสมด้วยน้ำสกัดชีวภาพและกากน้ำตาลตามอัตราส่วนที่กำหนดให้ทั่วกอง ข้อสังเกตปริมาณที่เหมาะสมที่ใส่ในกองปุ๋ยโดยใช้มือกำวัสดุแน่น ๆ เมื่อแบมือออกปุ๋ยนั้นเป็นก้อนได้ หลังจากผสมคลุกเคล้าดีแล้ว กองปุ๋ยบนพื้นที่ที่ซีเมนต์ให้กองปุ๋ยสูงประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร คลุมด้วยกระสอบป่านทิ้งไว้ 3 วัน จะสามารถนำไปใช้ได้ ลักษณะของปุ๋ยที่ดีต้องมีราสีขาว มีกลิ่นของราหรือเห็ด กองปุ๋ยไม่ร้อน มีน้ำหนักเบา มีวิธีการนำไปใช้ โดยใช้ปุ๋ยหมักผสมในดินในช่วงเตรียมแปลงปลูกพืชผัก อัตราปุ๋ย 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และใช้รองก้นหลุมก่อนปลูกพืชผักที่มีอายุเกิน 2 เดือน เช่น กะหล่ำปลี แตงกวา พักทอง เป็นต้น ประมาณ 1 กำมือต่อหลุม หว่านบริเวณโคนต้นไม้ผล อัตรา 3 ถึง 5 กิโลกรัมต่อต้น ขึ้นอยู่กับอายุและขนาดทรงพุ่มไม้ผล และสามารถใส่กระสอบเก็บไว้ในที่ร่มได้นาน 1 ปี

2.1.6.3 ใช้ป้องกันกำจัดแมลงและโรค โดยการผสมน้ำสกัดชีวภาพ ในอัตราส่วนเจือจาง ฉีดพ่น ใช้ได้ดีโดยเฉพาะเพลี้ยแป้ง

2.1.6.4 ใช้ประโยชน์ในการกำจัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยนำน้ำสกัดชีวภาพไปใช้ย่อยสลายอินทรีย์ วัตถุจากแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น บ่อน้ำ สระน้ำที่มีอินทรีย์วัตถุย่อยสลายบูดเน่า สามารถใส่น้ำสกัดชีวภาพลงในแหล่งน้ำดังกล่าว โดยใช้น้ำสกัดชีวภาพในอัตราส่วน 1 : 100 หรือ 1 : 250 หรือ 1 : 500 โดยคิดจากปริมาณน้ำในแหล่งน้ำ เช่น ปริมาณน้ำ 1,000 ส่วน เติมน้ำสกัดชีวภาพ 1 ส่วน ส่วนระยะเวลาการย่อยสลายใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ขึ้นไป

2.1.6.5 ใช้กับสัตว์เลี้ยง (ไก่และสุกร) โดยใช้ น้ำสกัดชีวภาพผสมกับน้ำสะอาด ในอัตราส่วน 1 : 1 นำไปใช้เลี้ยงไก่หรือสุกร เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค โดยวิธีดังกล่าวจะมีสรรพคุณทำให้สัตว์แข็งแรง มีภูมิคุ้มกันโรค และที่สำคัญพื้นคอกไก่ไม่มีกลิ่นแอมโมเนีย ซึ่งส่งผลให้ไก่ไม่เป็นโรค

ดังนั้น น้ำสกัดชีวภาพ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมี โดยการใช้วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น ขยะสดจากตลาด จากครัวเรือน เศษวัสดุจากโรงงานแปรรูปอาหาร โรงงานปลากระป๋อง เศษปลาจากตลาด หอยเชอรี่ นำมาหมัก จากการหมักมีธาตุอาหารหลัก อาหารรอง จุลธาตุ กรดอะมิโน และอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก ซึ่งมีสูตรมาตรฐานชัดเจน ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการหาแหล่งที่เหมาะสม โดยจะต้องเข้าใจในการจัดการในด้านพื้นฐานหลัก คือ ใส่ธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กับการจัดการธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ รวมทั้งสมดุลของคุณสมบัติดิน ทั้งกายภาพและเคมีอย่างเหมาะสม การผลิตน้ำสกัดชีวภาพใช้เองเกิดประโยชน์ในด้านลดต้นทุน แต่ต้องไม่ทำให้เกิดผลเสียทั้งปริมาณและคุณภาพผลผลิตในระยะยาว

2.2 จุลินทรีย์อีเอ็ม

2.2.1 คำนิยามศัพท์

อีเอ็ม ย่อมาจาก Effective Microorganisms หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งศาสตราจารย์เทรโอะ อิหะ นักวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญสาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยวักวิ เมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น ได้ศึกษาแนวคิดเรื่อง “ดินมีชีวิต” ของโมกิจิ โอะกะดะ (พ.ศ. 2425 – 2498) บิดาเกษตรธรรมชาติของโลก จากนั้น ดร. อิหะ เริ่มค้นคว้าทดลองตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 และค้นพบอีเอ็ม เมื่อ พ.ศ. 2526 ได้มีการวิจัย ผลปรากฏว่า กลุ่มจุลินทรีย์นี้ใช้ได้ผลจริง หลังจากนั้นศาสตราจารย์วาคูกามิ ได้นำมาเผยแพร่ในประเทศไทย โดยเป็นประธานมูลนิธิบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนา หรือ คิวเซ (คิวเซ แปลว่า ช่วยเหลือโลก) ปัจจุบันตั้งอยู่ที่อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

2.2.2 กลุ่มของจุลินทรีย์

จากการค้นคว้า พบว่า จุลินทรีย์มี 3 กลุ่ม คือ

2.2.2.1 กลุ่มสร้างสรรค์ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณภาพ มีประมาณ ร้อยละ 10 ในสภาพแวดล้อม

2.2.2.2 กลุ่มทำลาย เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ มีประมาณ ร้อยละ 10 ในสภาพแวดล้อม

2.2.2.3 กลุ่มเป็นกลาง มีประมาณ ร้อยละ 80 ในสภาพแวดล้อม เป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่คอยสนับสนุน หากในสภาพแวดล้อมมีจุลินทรีย์กลุ่มสร้างสรรค์ หรือกลุ่มทำลายมากกว่า จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะร่วมด้วย (ศกุนตลา ณ หนองคาย, 2547: 37)

ดังนั้น การเพิ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณภาพลงในดินก็เพื่อให้จุลินทรีย์กลุ่มสร้างสรรค์มีจำนวนมากขึ้น ซึ่งจะช่วยปรับโครงสร้างของดินให้สมบูรณ์ขึ้นหลังจากได้รับผลกระทบจากการใช้สารเคมีจนทำให้ดินมีสภาพเสื่อมโทรม และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.2.3 ประเภทของจุลินทรีย์

จากการค้นคว้าของ ดร. อิหะ พบว่า จุลินทรีย์มี 2 ประเภท คือ จุลินทรีย์ประเภทต้องการอากาศ (Aerobic Bacteria) และจุลินทรีย์ประเภทไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic Bacteria) โดยมีการนำจุลินทรีย์ที่ได้รับการคัดและเลือกสรรจากธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อพืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อมมารวมกัน 5 กลุ่ม ดังนี้

2.2.3.1 กลุ่มที่ 1 เป็นจุลินทรีย์พวกเชื้อราที่มีเส้นใย (Filamentous Fungi) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการย่อยสลาย สามารถทำงานได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดี มักจะใช้เป็นหัวเชื้อผลิตเห็ด หรือผลิตปุ๋ยหมัก เป็นต้น

2.2.3.2 กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ประเภทสังเคราะห์แสง (Photosynthetic Microorganisms) ทำหน้าที่สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้แกดิน เช่น ไนโตรเจน กรดอะมิโน น้ำตาล วิตามิน ฮอริโมน และธาตุอาหารอื่น ๆ เพื่อสร้างความสมบูรณ์ให้แกดิน

2.2.3.3 กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก (Zynogumic or Fermented Microorganisms) ทำหน้าที่กระตุ้นให้ดินมีความต้านทานโรค (Diseases Resistant) เพื่อให้ดินเข้าสู่วงจรการย่อยสลายได้ดี ช่วยลดการพังทลายของดิน ป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชบางชนิดของพืชและสัตว์ สามารถบำบัดมลพิษในน้ำเสียที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษได้

2.2.3.4 กลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixing Microorganisms) มีทั้งพวกที่เป็นสาหร่าย (Algae) และพวกแบคทีเรีย (Bacteria) ทำหน้าที่ตรึง

ก๊าซไนโตรเจนจากอากาศ เพื่อให้ดินผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต เช่น โปรตีน กรดอินทรีย์ กรดไขมัน แป้ง ฮอโมน และวิตามิน

2.2.3.5 กลุ่มที่ 5 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกสร้างกรดแลคติก มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นโทษ ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศหายใจ ทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพดินเน่าเปื่อย หรือดินก่อโรคให้เป็นดินที่ต้านทานโรค ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืช หรือช่วยกำจัดให้หมดไป นอกจากนี้ยังช่วยย่อยสลายเปลือกของเมล็ดพันธุ์พืช ช่วยให้เมล็ดพืชงอกได้ดีและมีความแข็งแรงทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมอีกด้วย

2.2.4 ประโยชน์ของจุลินทรีย์อีเอ็ม

2.2.4.1 ประโยชน์ด้านการเกษตร

- 1) ช่วยปรับปรุงความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ให้เป็นกลางในดินและน้ำ
- 2) ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืชและโรคต่าง ๆ
- 3) ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย คุ้มน้ำ และให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม
- 4) ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้เป็นอาหารแก่พืช พืชจะสามารถดูดซึมไปใช้ได้โดยไม่สูญเสียพลังงานมาก
- 5) ช่วยสร้างฮอโมนพืช เพื่อให้ผลผลิตสูง และคุณภาพดีขึ้น
- 6) ช่วยให้ผลผลิตคงทน สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน มีประโยชน์ต่อการขนส่งระยะไกล เช่น การส่งออกต่างประเทศ

2.2.4.2 ประโยชน์ด้านปศุสัตว์

- 1) ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากฟาร์มปศุสัตว์ เช่น ไก่ และสุกร ได้ภายในเวลา 24 ชั่วโมง
- 2) ช่วยบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ภายใน 1 ถึง 2 สัปดาห์
- 3) ช่วยป้องกันโรคอหิวาตกโรค และโรคระบาดต่าง ๆ ในสัตว์ ใช้แทนยาปฏิชีวนะและยาอื่น ๆ ได้
- 4) ช่วยกำจัดแมลงวันด้วยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวันไม่ให้เข้าดักแด้เกิดเป็นแมลงวัน
- 5) ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานต่อโรค ให้ผลผลิตสูง และอัตราการตายต่ำ

2.2.4.3 ประโยชน์ด้านการประมง

- 1) ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้
- 2) ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อ กุ้ง ปลา กบ หรือ สัตว์น้ำอื่น ๆ ที่เลี้ยงได้
- 3) ช่วยรักษาโรคแผลต่าง ๆ ในปลา กบ จระเข้ และตะพาบน้ำได้
- 4) ช่วยลดปริมาณเชื้อเลนในบ่อ ทำให้เลนไม่เน่าเหม็น สามารถนำไปผสม เป็นปุ๋ยหมักใช้กับพืชต่าง ๆ ได้ดี

2.2.4.4 ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

- 1) ช่วยบำบัดน้ำเสียจากการเกษตร การปศุสัตว์ การประมง โรงงาน อุตสาหกรรม ชุมชน และสถานประกอบการทั่วไป
- 2) ช่วยกำจัดกลิ่นขยะ ฟาร์มปศุสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชน
- 3) ปรับสภาพของเสีย เช่น เศษอาหารจากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงสัตว์และการเพาะปลูก
- 4) กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนน้อยลงและสามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นได้
- 5) ช่วยปรับปรุงสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่นและมีสภาพดีขึ้น

2.2.5 การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์อีเอ็ม

การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์อีเอ็มในการเกษตรสามารถนำไปใช้ได้หลายวิธี ดังนี้

2.2.5.1 นำจุลินทรีย์อีเอ็มไปผสมน้ำฉีดพ่น รดรดต้นไม้สัปดาห์ละ 1 ถึง 2 ครั้ง ในอัตราส่วนจุลินทรีย์อีเอ็ม 1 ส่วนต่อน้ำธรรมดา 1,000 ส่วน

2.2.5.2 นำจุลินทรีย์อีเอ็มไปผสมน้ำธรรมดาในอัตราส่วน จุลินทรีย์อีเอ็ม 1 ส่วนต่อน้ำธรรมดา 5,000 ถึง 10,000 ส่วน ให้สัตว์กิน เช่น สุกร ไก่ กินเป็นประจำจะทำให้มูลไม่มีกลิ่นเหม็น สุขภาพของสัตว์จะแข็งแรงและปลอดโรค

2.2.5.3 นำอีเอ็มไปทำเป็นเชื้อหมักขับไล่แมลง ใช้ป้องกันและขับไล่แมลงศัตรูพืช พร้อมทั้งเสริมสร้างความต้านทานเพื่อป้องกันและช่วยกำจัดโรคพืชบางชนิดได้

2.2.5.4 นำจุลินทรีย์อีเอ็มไปทำสารสกัดพืชหมักที่ได้จากวัชพืชสด และจุลินทรีย์อีเอ็ม โดยมีส่วนประกอบของกรดอินทรีย์ (Organic Acid) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ แร่ธาตุ และ

สารมีประโยชน์จากวัชพืช ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำ เนื่องจากได้นำประโยชน์จากวัชพืชมาเป็นองค์ประกอบใหญ่ในการผลิต

2.2.6 การเก็บรักษาจุลินทรีย์อีเอ็ม

2.2.6.1 หัวเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็มสามารถเก็บรักษาไว้ได้ประมาณ 6 เดือน ในอุณหภูมิห้องปกติ 25 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส โดยปิดฝาให้สนิท อย่าให้อากาศเข้า และอย่าเก็บไว้ในตู้เย็น เนื่องจากอุณหภูมิในตู้เย็นและอุณหภูมิภายนอกมีความแตกต่างกันทำให้จุลินทรีย์อาจตายได้

2.2.6.2 ทุกครั้งที่นำมาใช้ต้องรีบปิดฝาให้สนิท

2.2.6.3 การขยายเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็มควรใช้ภาชนะและน้ำที่สะอาด และควรใช้ให้หมดภายในเวลาที่เหมาะสม

2.3 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพืชสมุนไพรหนอนตายหายาก

2.3.1 คำนิยามศัพท์

พืชสมุนไพรหนอนตายหายาก (*Stemona* spp.) หมายถึง พืชสมุนไพรที่มีลักษณะเป็นไม้เลื้อย ใบเดี่ยว รูปคล้ายใบพลู แต่ปลายใบจะแหลมยาว ลำต้นบนดินหน้าแล้งจะเหี่ยวเฉา เมื่อเริ่มฤดูฝนลำต้นบนดินจะงอกออกมาพร้อมทั้งออกดอก ลำต้นใต้ดินจะมีรากออกเป็นพวงสีขาวรูปกระสวย จำนวน 50 ถึง 80 ราก แต่ละรากยาว 5 ถึง 8 นิ้ว ดอกขนาดเล็กสีขาวหรือม่วงแล้วแต่พันธุ์ ออกดอกครั้งละ 2 ถึง 3 ดอก (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ต้นพืชสมุนไพรหนอนตายหายาก

แหล่งที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2550.

2.3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

หนอนตายหายากเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวประเภทไม้เลื้อยอยู่ในวงศ์ Stemonaceae พืชในสกุล *Stemona* นี้ มีรายงานว่ามีความประมาณ 30 ชนิด พบแพร่กระจายอยู่ตามประเทศต่าง ๆ เช่น ญี่ปุ่น จีน ฮอลแลนด์ ฟิลิปปินส์ เป็นต้น ในประเทศไทยพบพืชสกุล *Stemona* ตามภาคต่าง ๆ ทั่วไป มักพบตามป่า เช่น ป่าดิบชื้น ป่าผลัดใบ และป่าไผ่ บางแห่งอาจพบปลูกไว้ตามบ้านและตามสวน หรืออาจพบเป็นวัชพืช เช่น ตามสวนยางในภาคใต้ เป็นต้น ซึ่งได้มีการรวบรวมพืชสกุล *Stemona* ที่มีในประเทศไทย และรายงานว่าพบประมาณ 8 ชนิด มีชื่อแตกต่างกันตามท้องถิ่นต่าง ๆ (สุทธาพันธุ์ โพธิ์กำเนิด, 2544: 2) ได้แก่

<i>Stemona burkillii</i> Prain.	โป่งมดง่าม ปงมดง่าม (เชียงใหม่)
<i>Stemona collinsae</i> Craib.	หนอนตายหายาก (ภาคกลาง)
	ปงช้าง (เชียงใหม่)
<i>Stemona curtisii</i> Hook.f.	รากลิง หนอนตายหายาก (พัทลุง)
<i>Stemona tuberosa</i> Lour.	หนอนตายหายาก (แม่ฮ่องสอน)
<i>Stemona aphylla</i> Craib.	เครือปรง (ลำปาง)
<i>Stemona phyllantha</i> Gangeb.	ไม่มีรายงานชื่อในไทย พบในจังหวัดเพชรบุรี และภูเก็ต

Stemona beerii Craib.

ไม่มีรายงานชื่อในไทย พบที่จังหวัดเชียงใหม่

Stemona hutunguriana Nov.

สามสิบกลีบน้อย (อุบลราชธานี)

หญ่้าปอบน้อย (ศรีสะเกษ)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหนอนตายหยาก ได้มีการจำแนกไว้ว่า พืชชนิดนี้ เป็นพืชล้มลุกประเภทไม้เลื้อย อายุหลายปี ลำต้นตั้งสูงประมาณ 10 ถึง 30 เมตร แตกกิ่งก้านบ้างเล็กน้อย และต่อมาจะเลื้อยพันสิ่งอื่นยาวได้ถึง 2 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 2 ถึง 5 มิลลิเมตร ลักษณะลำต้นกลม สีเขียว มีรอยขีดเล็ก ๆ อยู่ตลอดลำต้น ผิวลำต้นเรียบ มีข้อปล้องเห็นชัดเจน ข้อล่างมีกาบ (Bract) หุ้ม ส่วนข้อบน ๆ ไม่มี ลำต้นจะมีรากฝอยเป็นกระจุก 10 ถึง 20 ราก รากมีรูปร่างคล้ายรากกระชายยาว 3 ถึง 40 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 ถึง 1.2 เซนติเมตร เปลือกรากบางมีสีน้ำตาลอ่อน เนื้อในสีขาวขุ่น ชุ่มน้ำ และมีแกนกลางราก ใบติดกับลำต้นแบบสลับ (Alternate) ก้านใบยาว ตรงโคนพองเล็กน้อย ด้านหน้าเป็นร่อง ด้านหลังมนกลม ก้านใบยาว 4 ถึง 5 เซนติเมตร ตรงซอกโคนก้านใบของลำต้นส่วนล่าง ๆ จะมีแผ่น (Scale) แทรกอยู่ 1 อัน ส่วนตอนบนไม่มี ตัวใบรูปไข่ ปลายใบแหลม (Acuminate) โคนใบโค้งลึก รูปหัวใจ (Cordate) ขอบใบหยักเป็นคลื่นเล็กน้อย เนื้อใบบางเรียบ เส้นใบออกจากปลายใบไปหาโคนใบเรียงแบบ Palmately Venation 9 ถึง 15 เส้น และมีเส้นใบเรียงขวางกับเส้นใบแบบแรก เรียงละเอียดตลอดทั้งใบ ตัวใบกว้าง 4 ถึง 12 เซนติเมตร ยาว 5 ถึง 14 เซนติเมตร ดอกออกเดี่ยว ๆ หรือออกเป็นช่อ 1 ถึง 2 ดอก ช่อดอกจะออกตามซอกโคนก้านใบ (Axillary) ดอกมีทั้งดอกตัวผู้และดอกสมบูรณ์เพศ ก้านช่อดอกกลม สีเขียวผิวเรียบ ยาว 1 ถึง 6 เซนติเมตร ปลายก้านช่อดอกมีกาบ 1 อัน ก้านดอกย่อยกลม สีเขียวอมม่วง กลีบดอก (Petal) มี 4 กลีบ เรียง 2 ชั้น ๆ ละ 2 กลีบ โดยเรียงสลับกัน ชั้นในใหญ่กว่าชั้นนอกเล็กน้อย เกสรตัวผู้มี 4 อัน อยู่ตรงข้ามกลีบดอก กลีบดอกแต่ละกลีบมีสีม่วงแดง ก้านชูเกสรตัวผู้สั้นและแยกจากกัน ตอนปลายของเกสรตัวผู้มีริยางค์ (Appendage) ยื่นยาวออกไป ลักษณะเป็นแผ่นแบน ปลายแหลมขนาดใกล้เคียงกับอับเกสรตัวผู้ (Anther) อับเกสรตัวผู้มี 2 ช่อง (Cell) แตกตามยาว เกสรตัวเมีย (Pistil) ประกอบด้วยรังไข่ 1 อัน เป็นแบบ Superior Ovary ก้านชูเกสรตัวเมียมองเห็นไม่ชัด รังไข่มี 1 Cell 2 Capels ภายในมีไข่ (Ovule) 3 ถึง 7 อัน ผลแบบ Capsuls รูปไข่ปลายแหลม แบน แตก 2 ซีกตามยาว สีเขียวอ่อน ไม่มีขน ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร ภายในมีเมล็ด 2 ถึง 7 เมล็ด เมล็ดสีม่วงแดง ตอนบนมี Arille สีขาวใสคล้ายขี้ผึ้ง น้ำ หนอนตายหยากเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ง่าย โดยใช้เมล็ดหรือแทงหน่อขึ้นใหม่จากต้นเดิมแล้วขยายออกไปเรื่อย ๆ ขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด ทนทานสภาพแวดล้อมได้ดี พบทั้งในที่ชื้นแฉะและที่แห้งแล้ง เป็นพืชที่ขึ้นในฤดูฝน ออกดอกและติดผลในฤดูฝน เมื่อถึงฤดูแล้งต้นจะโทรมลง เมื่อถึงฤดูฝน

ก็จะแทงหน่อขึ้นมาใหม่ แต่ถ้าอยู่ในที่ชุ่มชื้น ต้นอาจไม่โทรมลงก็ได้ (สุทธาพันธุ์ โพธิ์กำเนิด, 2544: 16 – 17)

ในการทดลองครั้งนี้จะใช้ส่วนที่เป็นลำต้นใต้ดินที่มีรากเป็นพวงสีขาว และเป็นชนิด *Stemona tuberosa* Lour. (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 รากพืชสมุนไพรรอนตายหายากที่นำมาใช้ในการทดลอง

2.3.3 การขยายพันธุ์พืชสมุนไพรรอนตายหายาก

การขยายพันธุ์พืชสมุนไพรรอนตายหายากตามธรรมชาติแบ่งเป็น 2 วิธี คือ การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ และการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

2.3.3.1 การขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Propagation)

โดยการเพาะเมล็ดเป็นต้นกล้าให้เจริญเป็นต้นใหม่ต่อไป การขยายพันธุ์ในลักษณะนี้เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการขยายพันธุ์พืชจำนวนมาก แต่ต้นที่ได้จะโตช้า และกว่าจะได้ผลผลิตต้องใช้เวลา

2.3.3.2 การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual Propagation)

ทำได้โดยการนำกระจุกราก (Tuberous) ไปเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิต่ำและความชื้นสูง เช่น ในขี้เลื่อยหรือเวอร์มิคูไลท์ หากเก็บรักษาในที่เปิดโล่งจะทำให้รากสมุนไพรรอนตายหายากเหี่ยวแห้งได้ ทำการแบ่งกระจุกรากก่อนปลูกเพียงเล็กน้อย เมื่อรากสมุนไพรรอนตายหายากอยู่ในสภาพที่เหมาะสม ตาจะเจริญขึ้นจากลำต้นที่หุดสั้นเหนือกระจุกราก จากนั้นจึงตัดแบ่งรากตามจำนวนตาที่อยู่เหนือกระจุกรากที่เกิดขึ้นแล้วแยกออกไปปลูกเป็นต้นกล้าใหม่

2.3.4 ประโยชน์ของพืชสมุนไพรหนอนตายหยาก

หนอนตายหยากเป็นพืชสมุนไพรที่รู้จักกันแพร่หลายในประเทศต่าง ๆ มาแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยนำรากมาใช้เป็นยาทางด้านแพทย์แผนโบราณและการสาธารณสุขรวมทั้งในด้านการเกษตร

ในด้านการแพทย์และสาธารณสุขมีการกล่าวถึงหนอนตายหยากว่า เป็นพืชสมุนไพรที่มีขายตามร้านขายยาแผนโบราณในรูปของรากแห้งสื่อน้ำตาล ใช้เป็นยาแก้ไอ ยาขับลม ยาถ่ายพยาธิ ลำไส้ และใช้เป็นสารกำจัดแมลงด้วย ในประเทศลาวมีการต้มยาของรากหนอนตายหยากเพื่อทำให้โลหิตมนุษย์เป็นพิษต่อหมัดและเหาซึ่งเป็นปรสิตนอกร่างกาย ในประเทศไทยมีการใช้รากเป็นสารกำจัดแมลง เป็นยาทาภายนอกสำหรับแผลที่เกิดจากหนอนหรือตัวอ่อนของแมลงบางชนิด ทำยาต้มรับประทานแก้โรคผื่นคันหรือใช้รากสด ๆ ทบใส่ใบปลาร้า ทิ้งไว้รุ่งขึ้นหนอนจะตายหมด มีการเอารากมาต้มเอาไอรรม หัวริดสีดวงทวารหนักจะฝ่อไป และมีการใช้รากแห้งของพืชสมุนไพรหนอนตายหยากต้มกับน้ำดื่มแก้ไอและขับเสมหะ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ไทย จีน ญี่ปุ่น พม่า อินโดนีเซีย เป็นต้น มีการใช้กันอยู่ประมาณ 6 ชนิด คือ *Stemona burbillii* Prain, *Stemona collinsae* Craib, *Stemona japonica* (Bl.) Miq., *Stemona moluccana* (Bl.) Wright, *Stemona sessilifolia* Miq. France. & Sav. และ *Stemona tuberosa* Lour. ซึ่งหนอนตายหยากทั้ง 6 ชนิดนี้ มีสรรพคุณทางยา และมีคุณสมบัติในการกำจัดแมลงด้วยทุกชนิด

นอกจากนี้ ยังมีการรายงานว่า ชาวบ้านได้นำพืชสมุนไพรหนอนตายหยากมาโขลกบีบเอาน้ำหยอดใส่แผลโคกระปือที่มีหนอนไชอยู่ หนอนจะตายหมด และใช้รากพืชสมุนไพรหนอนตายหยากโขลกผสมน้ำมาทาตามแผลสัตว์เพื่อป้องกันแมลงตอมหรือวางไข่ ชาวสวนในจังหวัดจันทบุรีใช้รากหนอนตายหยากตำให้ละเอียด แล้วแช่น้ำมันมะพร้าวเพื่อฉีดฆ่าแมลงในสวนพริกไทยได้เป็นผลสำเร็จ ยังมีการรายงานอีกว่า สารสกัดรากหนอนตายหยากสามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายได้และสารสกัดจากรากหนอนตายหยาก ความเข้มข้น ร้อยละ 50 มีผลกำจัดเห็บโคระยะตัวอ่อนได้ ร้อยละ 100 กำจัดเห็บโคแก่เต็มวัยได้ ร้อยละ 93.33 (สุทธาพันธ์ โพธิ์กำเนิด, 2544: 17 – 18)

2.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ย

2.4.1 ความหมายของปุ๋ย

ปุ๋ย หมายถึง วัสดุหรือสารที่ใส่ลงไปในดินโดยมีความประสงค์ที่จะให้ธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียมเพิ่มเติมแก่พืช เพื่อให้พืชได้มีธาตุอาหารดังกล่าวเป็นปริมาณที่เพียงพอและสมดุลกันตามที่พืชต้องการ และเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น ซึ่งความหมายของปุ๋ย ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ได้ให้คำจำกัดความไว้ คือ เป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือสร้างขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ ไม่ว่าจะโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดินเพื่อบำรุงการเจริญเติบโตแก่พืช (อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, 2548: 2)

2.4.2 ประเภทของปุ๋ย

ปุ๋ยที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้น สามารถจำแนกออกไปได้หลายชนิด ขึ้นอยู่กับว่าจะยึดตามหลักเกณฑ์ใดในการแยกชนิดของปุ๋ย เช่น จำแนกตามสภาพของสารประกอบที่ใช้เป็นปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ (Organic Fertilizer) กับปุ๋ยอนินทรีย์ (Inorganic Fertilizer) หรือจำแนกตามชนิดธาตุปุ๋ยที่เป็นองค์ประกอบหลักของปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และปุ๋ยโปตัสเซียม หรือจำแนกตามแหล่งกำเนิดของปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยธรรมชาติกับปุ๋ยเคมี หรือจำแนกตามเกรดปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยสูตรต่ำ ปุ๋ยสูตรกลาง ปุ๋ยสูตรสูง และปุ๋ยสูตรเข้มข้น เป็นต้น (กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 14 – 15) แต่โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน อาจแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 3 – 4)

2.4.2.1 ปุ๋ยอนินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่เป็นสารอนินทรีย์ แบ่งออกได้เป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ ปุ๋ยอนินทรีย์ธรรมชาติ และปุ๋ยอนินทรีย์สังเคราะห์ ปุ๋ยอนินทรีย์ธรรมชาติ หมายถึง ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบเป็นสารอนินทรีย์ เช่น หินฟอสเฟตบด และแรชิลไวท์ (ปุ๋ยโปตัสเซียม) เป็นต้น ส่วนปุ๋ยอนินทรีย์สังเคราะห์ หมายถึง ปุ๋ยอนินทรีย์ที่มนุษย์ทำขึ้นจากวิธีทางเคมี เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และปุ๋ยทริเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต เป็นต้น เนื่องจากปุ๋ยอนินทรีย์สังเคราะห์ได้มาจากการผลิตโดยวิธีเคมี จึงถูกจัดว่าเป็นปุ๋ยเคมี ดังนั้น จะเห็นได้ว่าปุ๋ยอนินทรีย์อาจเป็นปุ๋ยเคมีสังเคราะห์หรือปุ๋ยธรรมชาติก็ได้

2.4.2.2 ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบเป็นสารอินทรีย์ แบ่งออกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ ปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติ และปุ๋ยอินทรีย์สังเคราะห์ ปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติ หมายถึง ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบเป็นสารอินทรีย์ที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต ที่รู้จักกันดีมีอยู่ 3 ชนิด คือ

ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด นอกจากนี้ยังรวมไปถึง ชากพืช ชากสัตว์ ของเหลือทิ้งและผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม ตะกอนน้ำทิ้งและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากครัวเรือน ซึ่งหากนำมาใช้เป็นปุ๋ยก็จัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์เพราะมีสารอินทรีย์เป็นส่วนประกอบในสัดส่วนที่สูง ส่วนปุ๋ยอินทรีย์สังเคราะห์ หมายถึง ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบเป็นสารอินทรีย์ซึ่งได้มาจากการสังเคราะห์โดยวิธีทางเคมี อาทิ ปุ๋ยยูเรีย ซึ่งถูกจัดว่าเป็นปุ๋ยเคมีชนิดหนึ่ง

2.4.2.3 ปุ๋ยชีวภาพ (Biofertilizer) หมายถึง วัสดุที่มีจุลินทรีย์เป็นตัวออกฤทธิ์ (Active Ingredient) ในการก่อให้เกิดปฏิกิริยาที่ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารมากขึ้น ปุ๋ยชีวภาพที่แนะนำให้ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ ปุ๋ยที่มีเชื้อแบคทีเรียบางชนิด จากเชื้อราบางชนิด จากจุลินทรีย์อีเอ็ม (Effective Microorganisms) และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดเป็นตัวออกฤทธิ์ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาตามคุณสมบัติต่าง ๆ ของปุ๋ยข้างต้นแล้ว จะเห็นได้ว่าปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจากหนอนตายหยากที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จัดว่าเป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่ง

2.5 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลือง

2.5.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วเหลืองจัดอยู่ใน Family Leguminosae และ Subfamily Papilionoideae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นทางการในปัจจุบัน คือ *Glycine max* (L.) Merrill ส่วนชื่อสามัญมักเรียกกันไปต่าง ๆ เช่น Soja Bean, Soya Bean, Chinese Bean, Manchurian และ Soybean ซึ่งชื่อ Soybean เป็นที่ยอมรับกันมากที่สุด พืชในสกุลนี้ยังแบ่งออกไปอีกหลายชนิด มีถิ่นกำเนิดกระจายอยู่ตั้งแต่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และหมู่เกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก ไปจนถึงทวีปออสเตรเลีย สำหรับประเทศไทยไม่ปรากฏหลักฐานว่าถั่วเหลืองได้ถูกนำเข้ามาปลูกตั้งแต่เมื่อใด แต่เจ้าหน้าที่ฝ่ายปกครองอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ได้แนะนำให้เกษตรกรเริ่มปลูกถั่วเหลืองตั้งแต่ พ.ศ. 2473 ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน (อภิพรรณ พุกภักดี, 2523 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 21)

ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก (Annual) มีอายุเพียงฤดูการปลูกเดียว มีการผสมเกสรโดยตัวเอง มีระบบรากแก้วพร้อมทั้งแตกรากแขนงออกมาหลังจากเมล็ดงอกได้ 2 ถึง 3 วัน ที่โคนรากแก้วหรือรากแขนงในบริเวณใกล้เคียงกันจะมีปม ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (*Rhizobium*

Japonicum) เข้าไปอาศัยอยู่ แบบที่เรียกว่าตริงไนโตรเจนจากอากาศเปลี่ยนเป็นสารประกอบของไนโตรเจนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง โดยทั่วไปลำต้นถั่วเหลืองจะตั้งตรงเป็นพุ่ม ประกอบด้วยข้อและปล้อง บนข้อเป็นที่เกิดของใบและกิ่งแขนง มีขนปกคลุมอยู่ทั่วไป ยกเว้นใบเลี้ยงและกลีบดอก ใบเลี้ยงและใบจริงคู่แรกเป็นใบเดี่ยว ส่วนใบต่อไปเป็นใบรวม ประกอบด้วยใบเล็กสามใบเรียงสลับกันตอนบน มีดอกเกิดตามมุมใบและปลายยอดโดยมีช่อดอกแบบ Raceme ช่อละ 3 ถึง 15 ดอก มีสีขาหรือม่วง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ดอกทยอยบานจากโคนช่อขึ้นไปด้านบน การผสมเกสรเกิดขึ้นก่อนดอกบานเล็กน้อย ฝักมีความยาว 2 ถึง 7 เซนติเมตร เปลือกฝักแก่อาจมีสีเหลืองฟาง น้ำตาล หรือดำ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฝักหนึ่ง ๆ มีเมล็ด 1 ถึง 5 เมล็ด มีรูปร่างกลมรี ด้านหนึ่งเว้าเข้ามีงุมหรือตาติดอยู่ มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันตามพันธุ์ น้ำหนักแตกต่างกันตั้งแต่ 5 ถึง 45 กรัมต่อ 100 เมล็ด อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90 ถึง 130 วัน (สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม, 2542 อ้างถึงใน เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 25)

2.5.2 การเจริญเติบโตและการพัฒนาการการของถั่วเหลือง

ความแตกต่างกันในลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) นิสัยการเจริญเติบโต (Growth Habit) และทางสรีรวิทยา เช่น การตอบสนองต่อความยาววัน (Day Length) และอุณหภูมิต่อการออกดอกสามารถนำมาใช้จำแนกความแตกต่างของพันธุ์ถั่วเหลืองได้ (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2545 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 22) พันธุ์ของถั่วเหลืองที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ตามการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน คือ การเติบโตแบบไม่ทอดยอด (Determinate Growth Habit) โดยมีการเติบโตและการพัฒนาการทางลำต้นยาวนานและสิ้นสุดเมื่อถั่วเหลืองออกดอก ทำให้ภายหลังจากการออกดอกความสูงของต้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และการออกดอกเกิดขึ้นเกือบพร้อมกันทั้งต้น และการเติบโตแบบทอดยอด (Indeterminate Growth Habit) โดยมีการเติบโตและการพัฒนาการทางลำต้นที่มีช่วงคาบเกี่ยวกับการเจริญพันธุ์ กล่าวคือ ขณะที่ถั่วเหลืองเริ่มออกดอกจะยังคงมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาการทางลำต้นต่อไป ทำให้ออกดอกไม่พร้อมกัน เรียกช่วงคาบเกี่ยวนี้ว่า Flowing Period (อภิพรณ พุกภักดี, 2523 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 22) สำหรับประเทศไทยพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นพวกกิ่งทอดยอดเกือบทั้งหมด (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2545 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 22) แม้ว่าถั่วเหลืองจะมีลักษณะรูปร่างแตกต่างกันไปบ้าง แต่ถั่วเหลืองโดยทั่วไปจะมีลำต้นตั้งตรง ความสูงอยู่ระหว่าง 90 ถึง 120 เซนติเมตร ลำต้นประกอบด้วยข้อและปล้อง บนข้อเป็นที่เกิดของใบและกิ่งแขนง

อายุหรือระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลืองจากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่ง มีความแตกต่างกันไปตามพันธุ์และสภาพแวดล้อม พันธุ์เดียวกันแต่ปลูกอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันก็มีผลทำให้อายุการเจริญเติบโตไม่เท่ากัน ดังนั้น อายุ (วัน) การเจริญเติบโตที่เท่ากัน พืชอาจมีการเจริญเติบโตทางสรีระวิทยา (ความแก่ – อ่อนทางสรีระวิทยา) แตกต่างกันได้ พันธุ์แต่ละพันธุ์จะมีจำนวนใบที่ต่างกัน ส่วนความสูงนอกจากจะแตกต่างกันในระหว่างพันธุ์แล้ว ยังผันแปรไปตามฤดูท้องถิ่น วันปลูก และรูปแบบของการปลูก รวมทั้งความหนาแน่นด้วย

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองแบ่งออกเป็นระยะที่สำคัญได้ 3 ระยะ คือ (Murata, 1969 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 23)

- 1) การเจริญเติบโตก่อนออกดอก หมายถึง การเจริญเติบโตเพื่อสร้างกิ่งก้านสาขา และการสร้างใบ
- 2) การสร้างดอกและฝัก ตลอดจนองค์ประกอบของผลผลิต
- 3) การสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด ซึ่งเป็นระยะที่มีการเคลื่อนย้ายน้ำหนักแห้งจากส่วนต่าง ๆ ของพืชไปสู่เมล็ด

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในระยะเวลาการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดนี้ มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับผลผลิตอย่างมาก อัตราและระยะเวลาการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมน้ำหนักเมล็ดว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด

Fehr and Caviness (1977 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 24 – 25) ได้แบ่งการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลืองนับตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะแก่สุก จนถึงระยะเก็บเกี่ยวแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะหลัก คือ ระยะการเจริญทางลำต้นและใบ (Vegetative Growth) และระยะเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์ (Reproductive Growth) ในแต่ละระยะหลัก ยังมีการเจริญเติบโตเป็นระยะย่อย ๆ ดังตารางที่ 2.4 และ 2.5 ดังนี้

ตารางที่ 2.4 การกำหนดระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (V – Stage)

Growth Stage	ระยะการเจริญเติบโต	รายละเอียด
V_E	ระยะโผล่พื้นดิน (Emergency)	ใบเลี้ยงโผล่และอยู่เหนือผิวดิน
V_C	ระยะใบเลี้ยง (Cotyledon)	ใบประกอบเริ่มคลี่กางและขอบใบไม่แตะกัน
V_1	ระยะข้อที่ 1 (First Node)	ใบประกอบกางเต็มที่ในข้อที่ 1
V_2	ระยะข้อที่ 2 (Second Node)	ใบจริงคู่ที่ 1 คลี่กางเต็มที่ในข้อที่ 2
V_3	ระยะข้อที่ 3 (Third Node)	ต้นถั่วเหลืองมี 3 ข้อบนลำต้น และในข้อที่ 3 มีใบจริงคู่ที่ 2 คลี่กางออกเต็มที่
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$V_{(n)}$	ระยะข้อที่ (n) (n - Node)	(n) เท่ากับลำดับข้อบนลำต้นที่มีใบจริงคลี่กางออกเต็มที่

แหล่งที่มา: Fehr and Caviness, 1977 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 37.

ตารางที่ 2.5 การกำหนดระยะการเจริญพันธุ์ในถั่วเหลือง (R – Stage)

Growth Stage	ระยะการเจริญเติบโต	รายละเอียด
R ₁	Beginning Bloom	เริ่มออกดอก มีดอกบานหนึ่งดอกที่ข้อใดข้อหนึ่งบนลำต้น
R ₂	Full Bloom	ออกดอกเต็มที่ มีดอกบานที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 2 ข้อบนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่
R ₃	Beginning Pod	เริ่มติดฝัก มีฝักขนาด 0.5 เซนติเมตรที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่
R ₄	Full Pod	ติดฝักเต็มที่ มีฝักยาวขนาด 2.0 เซนติเมตร ที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อ บนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่
R ₅	Beginning Seed	เริ่มติดเมล็ด มีเมล็ดขนาด 0.3 เซนติเมตร ในฝักที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่
R ₆	Full Seed	เมล็ดพัฒนาเต็มที่ ต้นถั่วเหลืองมีเมล็ดสีเขียวโตเต็มที่ ที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่
R ₇	Beginning Maturity	เริ่มสุกแก่ มีฝักใดฝักหนึ่งบนลำต้นเริ่มเป็นสีเหลือง
R ₈	Full Maturity	สุกแก่เต็มที่ จำนวนฝักบนลำต้นร้อยละ 90 ถึง 95 เป็นสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งหลังจากนั้นประมาณ 5 ถึง 10 วัน สามารถเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองได้

แหล่งที่มา: Fehr and Caviness, 1977 อ้างถึงใน เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 38.

2.5.3 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นพันธุ์ที่สร้างขึ้นโดยนักวิชาการของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อต้านทานต่อโรคราสนิม ทำการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ Williams ซึ่งเป็นพันธุ์แม่ที่มีลักษณะดี คือ เจริญเติบโตดี ติดฝักดก ลำต้นแข็งแรง เมล็ดมีขนาดใหญ่ กับพันธุ์ สจ. 4 เป็นพันธุ์พ่อที่มีลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิม ผลผลิตสูง และคุณภาพเมล็ดดี ได้สายพันธุ์ 7508 – 50 – 10 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง และต้านทานต่อโรคราสนิม ฤดูปลูกที่เหมาะสม คือ ฤดูฝนในเดือนพฤษภาคม และฤดูแล้งในเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเมื่อปี พ.ศ. 2530

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ต้นอ่อนจะมีลักษณะแตกต่างจากพันธุ์มาตรฐานอื่น ๆ คือ ต้นอ่อนมีสีเขียว ส่วนพันธุ์อื่น ๆ มีสีม่วง ลำต้นแข็งแรงไม่ล้ม ลักษณะไม่ทอดยอด มีความสูงเฉลี่ย 61 เซนติเมตร ไม่มีกิ่งแยกออกจากลำต้นหลัก จำนวนใบย่อยมี 3 ใบ รูปใบเป็นชนิดใบกว้าง ขนาดของใบจัดว่ามีขนาดเล็ก คือ ขนาดของใบเล็กกว่า 70 ตารางเซนติเมตร สีของดอกแตกต่างจากพันธุ์มาตรฐานอื่น ๆ คือ ดอกมีสีขาว อายุถึงวันออกดอกประมาณ 35 วัน ติดฝักเป็นกระจุกตามข้อที่ลำต้นตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อสุดท้าย สีฝักเมื่อแก่จะมีสีน้ำตาลค่อนข้างเข้ม จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 2 ถึง 3 เมล็ด แต่จะพบ 2 เมล็ดต่อฝักมากกว่า 3 เมล็ด ส่วนจำนวนฝักต่อต้นขึ้นอยู่กับ การเจริญเติบโต โดยมีจำนวนฝักตั้งแต่ 50 ถึง 70 ฝักต่อต้น อายุถึงวันเก็บเกี่ยวประมาณ 97 วัน

ลักษณะเด่นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 คือ มีความต้านทานต่อโรคราสนิม ในกรณีที่โรคนี้ระบาดอย่างรุนแรง ผลผลิตของพันธุ์เชียงใหม่ 60 จะลดลงเพียงร้อยละ 16 ทนทานต่อโรครา น้ำค้าง โรคแอนแทรคโนส และโรคแบคทีเรียพัสดูล สามารถปลูกได้ดี และให้ผลผลิตสูงทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง ปรับตัวตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้กว้างขวางโดยเฉพาะภาคอีสานสามารถใช้เป็นพันธุ์ปลูกได้ทุกฤดูปลูก เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงประมาณ 280 ถึง 360 กิโลกรัมต่อไร่

ลักษณะด้อยของพันธุ์เชียงใหม่ 60 คือ อ่อนแอต่อสภาพดินที่มีความชื้นสูง การปลูกในฤดูแล้งโดยการให้น้ำชลประทานไม่ควรให้น้ำขัง หรือในฤดูฝนควรระบายน้ำออกจากแปลง และเป็นพันธุ์ที่เสื่อมความงอกถ้าเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน ร้อยละความงอกจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 40 (พรศักดิ์ ภักดีวารภรณ์, 2543 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 26)

2.5.4 ความต้องการธาตุอาหารของถั่วเหลือง

กองปฐพีวิทยา (2542 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 44) รายงานว่า พืชตระกูลถั่วสามารถดึงธาตุอาหารจากอากาศได้ เช่น ไนโตรเจน โดยการตรึงของไรโซเบียมที่ปมราก ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการใช้ในโตรเจนค่อนข้างสูง ใช้ปัสเสียมรองลงมา และใช้ฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ

น้อย เกียร์นันท์ และนพชัย สอนมาลี (2535 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 45) ได้ประเมินว่า การผลิตถั่วเหลือง 300 กิโลกรัมต่อไร่ จะต้องใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม ประมาณ 27.0, 3.3 และ 11.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่ธาตุอาหารเหล่านี้จะอยู่ในเมล็ด ประมาณ ร้อยละ 68, 64 และ 50 ของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียมที่พืชดูดขึ้นมา ตามลำดับ ปริมาณการดูดซับธาตุอาหารทั้งหมดจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังจากถั่วเหลืองงอกถึงอายุ ประมาณ 30 วัน และจากอายุ 30 วัน จนถึง 80 วัน ปริมาณการดูดซับธาตุอาหารจะเพิ่มขึ้นรวดเร็ว แต่จะไม่เพิ่มขึ้นหลังจากถั่วเหลืองอายุ 84 วัน ซึ่งแสดงว่าควรใส่ปุ๋ยให้กับถั่วเหลืองในระยะแรก ของการเจริญเติบโต และการใส่ปุ๋ยช้าจะไม่เกิดประโยชน์กับพืชแต่อย่างใด แหล่งที่มาของ ไนโตรเจนนอกจากจะมาจากดินและปุ๋ยแล้ว ยังได้มาจากเชื้อไรโซเบียมที่ช่วยตรึง

2.5.4.1 ความต้องการไนโตรเจนของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนจากอากาศ ซึ่งในระยะแรกของการ เจริญเติบโตประมาณ 15 วันหลังปลูก เชื้อไรโซเบียมจะไม่สามารถตรึงไนโตรเจนให้ถั่วเหลืองได้ ถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งจะทำให้ถั่วเหลืองแสดงอาการขาดธาตุอาหาร มีการเจริญเติบโตช้า และอ่อนแอ เพราะฉะนั้นจึงควรมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนประมาณ 3 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ การใช้ ไนโตรเจนอัตราส่วน 8 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ จะทำให้การเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งของส่วน เหนือดิน (V_0 , R_1 และ R_3) ดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่ปริมาณไนโตรเจนในส่วนเหนือดินที่ ระยะ R_6 ถึง R_7 ไม่ต่างกัน ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง ปม และการตรึงไนโตรเจนลดลง ซึ่ง กล่าวได้ว่าหากสภาพดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรโซเบียมและถั่วเหลือง การใส่ปุ๋ย ไนโตรเจนจะไม่มีผลจำเป็น และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงจะทำให้การตรึงไนโตรเจนของ ไรโซเบียมลดลง (อาทิตยา ไชโย, 2548: 45)

2.5.4.2 ความต้องการฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองมาก ที่สุด การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงมักทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเสมอ โดยฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่ สำคัญของโครงสร้างของสารประกอบต่าง ๆ ภายในพืช เช่น สารประกอบที่ทำหน้าที่ถ่ายทอด พลังงาน เช่น ATP, ADP, NAD, NADH และสารประกอบที่มีความสำคัญต่อการถ่ายทอด พันธุกรรม เช่น DNA และ RNA นอกจากนี้ ฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบของ Nucleo Protein ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของ Nucleus ฟอสฟอรัสยังเป็นองค์ประกอบของ Phytin กับ Phosphotides ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเมล็ดถั่วเหลืองอีกด้วย ถั่วเหลืองมีความต้องการ ฟอสฟอรัสค่อนข้างสูงเช่นเดียวกับพืชตระกูลถั่วทั้งหลาย เพราะการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียม

ในพืชตระกูลถั่วต้องการฟอสฟอรัสมาก ในขณะที่ความต้องการฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน กล่าวคือ ถ้าดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำถั่วเหลืองก็ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปอย่างชัดเจน (เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 36)

2.4.5.3 โปตัสเซียมกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองจะใช้โปตัสเซียมในการเจริญเติบโตในเกณฑ์ที่ไม่สูงมาก ปริมาณการใช้โปตัสเซียมของถั่วเหลืองมีความแปรปรวน แต่โดยเฉลี่ยแล้วถ้าจะให้ได้ผลผลิต 300 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเหลืองจะใช้โปตัสเซียมประมาณ 7 ถึง 8 กิโลกรัมโปตัสเซียมต่อไร่ (กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 28)

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับน้ำสกัดชีวภาพ

พงษ์ พงกษา (2547: 60) ได้รวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นสื่อนำเสนอความรู้เรื่องปุ๋ยชีวภาพ กล่าวว่า น้ำสกัดชีวภาพประกอบด้วยสารต่าง ๆ และจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก ก่อนนำไปใช้ประโยชน์จึงต้องทำให้เจือจางในอัตราส่วนน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำสะอาด 1 : 500 หรือ 1 : 1,000 การใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพจะต้องมีความระมัดระวัง หากมีความเข้มข้นมากจะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต ใบจะมีสีเหลือง ตาที่ชะงักการเจริญเติบโตจะขยายตัวแตกเป็นใบภายในเวลาหนึ่งสัปดาห์ ดังนั้น การใช้จึงควรใช้ในอัตราเจือจางที่เหมาะสม ซึ่งสามารถใส่ให้ต้นไม้ได้อย่างน้อย 3 ถึง 7 วันต่อครั้ง จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี

สมเกียรติ สุวรรณศิริ (2547: 12) ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพและการประยุกต์ใช้ในกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (อีเอ็ม) ด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม กล่าวว่า ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพสามารถปรับปรุงบำรุงให้ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นระยะเวลานาน ทำให้ดินมีโครงสร้างที่ดี ลดการพังทลายของดิน และช่วยเพิ่มธาตุอาหารหลักและจุลินทรีย์อื่น ๆ ในดิน ส่วนในด้านการปรับปรุงสภาพสิ่งแวดล้อม การผลิตปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยต่าง ๆ ทำให้บ้านเรือน ที่อยู่อาศัย และชุมชนมีความสะอาด เป็นการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์และแหล่งสะสมของเชื้อโรค ลดปัญหามลภาวะลงได้ สำหรับด้านเศรษฐกิจ เกษตรกรสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง เป็นการลดต้นทุนการผลิต และสามารถนำวัสดุที่ไม่มีค่ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

2.6.2 ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการการผลิตถั่วเหลือง

กฤษฎา หงส์รัตน์ (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้มูลกิ้งก่าทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง พบว่า การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลกิ้งก่าร้อยละ 8 จะมีแนวโน้มการเจริญเติบโตในส่วนของความสูง จำนวนข้อ น้ำหนักแห้งฝัก น้ำหนักแห้งรวม ผลผลิต จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ด มากกว่าปุ๋ยเคมี รวมถึงการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ที่ยาวนานกว่าปุ๋ยเคมีด้วย

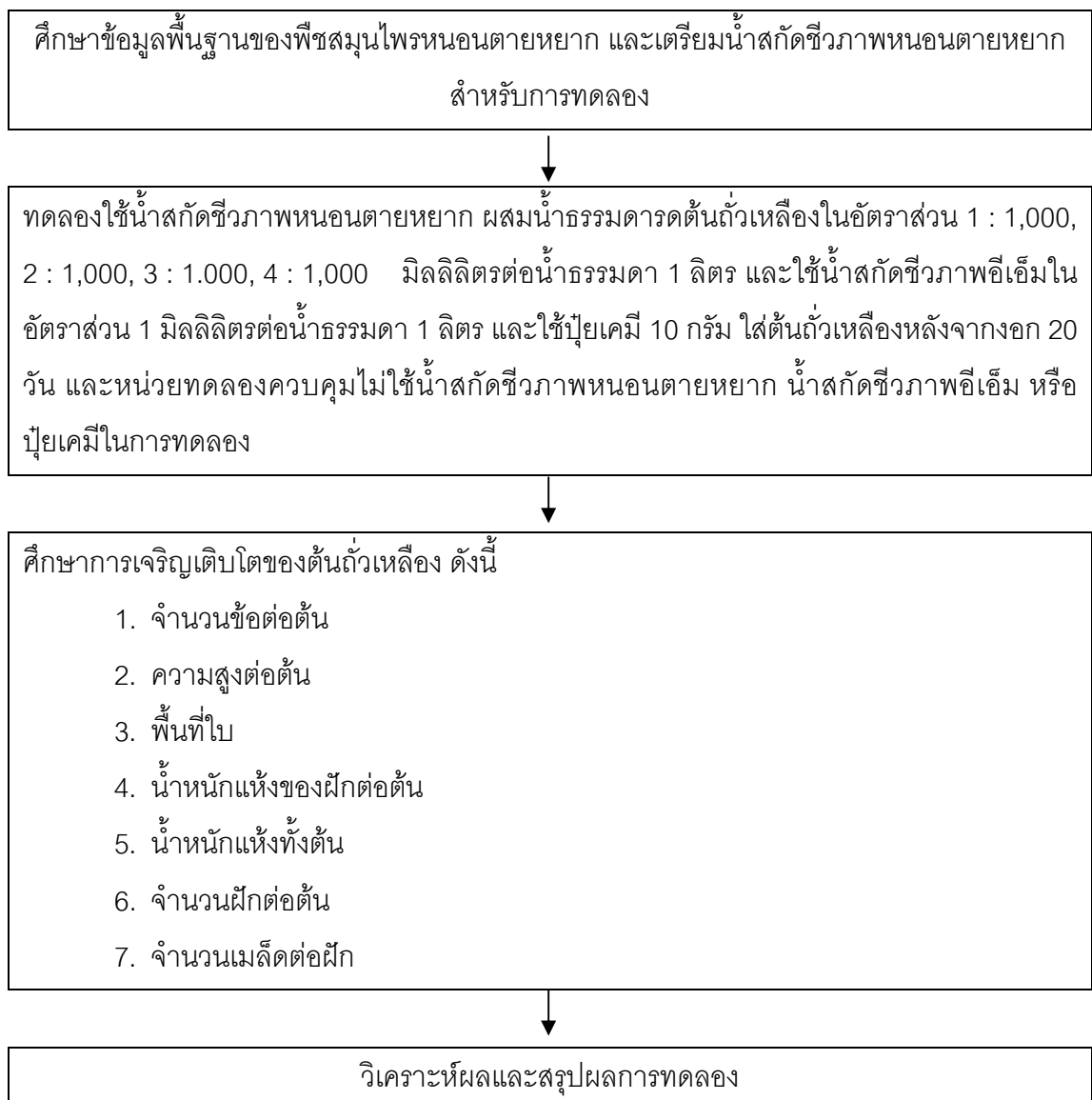
เกศกมล เสริมวิริยะกุล (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้กากตะกอนน้ำเสียชุมชนทดแทนปุ๋ยเคมี พบว่า กากตะกอนน้ำเสียชุมชนสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้ โดยส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการเติมกากตะกอน โดยการเติมกากตะกอนในอัตราร้อยละ 5 จะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีสมรรถภาพการผลิต ผลผลิต และองค์ประกอบการผลิตโดยรวมดีที่สุด และดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี

อาทิตยา ไชโย (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง พบว่า มูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้ โดยอัตราทดแทนที่เหมาะสม คือ อัตราทดแทนร้อยละ 75 ส่งผลให้ถั่วเหลืองมีสมรรถภาพการผลิต ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตโดยรวมดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี โดยปริมาณธาตุอาหารในดินจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้มากขึ้น

บทที่ 3

กรอบแนวคิดและวิธีการศึกษา

3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุก่อสร้างรั้วป้องกันตัวอย่างการทดลอง ได้แก่ ไม้ ตาข่ายพลาสติก ลวด อีฐบล็อด
2. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60
3. กระถางพลาสติกสีดำ เส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 12 นิ้ว สูง 9 นิ้ว
4. เชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลือง จากกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร
5. สารป้องกันเชื้อรา (แคปแทน)
6. สารเหนียว (น้ำมันพืช)
7. น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม
8. น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก
9. ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12
10. ฝักบัวรดน้ำ
11. อุปกรณ์สำหรับปลูกถั่วเหลือง
12. เครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างถั่วเหลือง
13. กล้องถ่ายรูป
14. น้ำส้มควันไม้
15. ตลับเมตร
16. ถังน้ำขนาด 5 ลิตร

3.3 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองปลูกถั่วเหลือง โดยปลูกในกระถางพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 11 นิ้ว สูง 9 นิ้ว แล้วนำมาจัดวางในรั้วป้องกันตัวอย่างการทดลองที่ได้เตรียมไว้ ขนาดกว้างประมาณ 6 เมตร ยาวประมาณ 8 เมตร

3.3.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยแบ่งเป็น 7 หน่วยทดลอง มีอัตราการใส่ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และปุ๋ยเคมีเป็นหน่วยทดลอง ดังนี้

หน่วยการทดลองที่ 1 : ไม่ใส่น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ไม่ใส่น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (T_0) เป็นหน่วยทดลองควบคุม

หน่วยการทดลองที่ 2 : ใส่น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดา ในอัตราส่วน 1 : 1,000 (T_1) ใช้รดต้นถั่วเหลืองทุก 7 วัน

หน่วยการทดลองที่ 3 : ใส่น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดา ในอัตราส่วน 2 : 1,000 (T_2) ใช้รดต้นถั่วเหลืองทุก 7 วัน

หน่วยการทดลองที่ 4 : ใส่น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดา ในอัตราส่วน 3 : 1,000 (T_3) ใช้รดต้นถั่วเหลืองทุก 7 วัน

หน่วยการทดลองที่ 5 : ใส่น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดา ในอัตราส่วน 4 : 1,000 (T_4) ใช้รดต้นถั่วเหลืองทุก 7 วัน

หน่วยการทดลองที่ 6 : ใส่น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 (T_5) ใช้รดต้นถั่วเหลืองทุก 7 วัน

หน่วยการทดลองที่ 7 : ใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับพืชไร่ สูตร 12 - 24 - 12 ปริมาณ 10 กรัม (T_6) หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

3.3.2 การเตรียมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก

น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการหมักโดยใช้ส่วนรากของ พืชสมุนไพรหนอนตายหยาก (*Stermona tuberosa* Lour) นำมาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้งจากนั้น จึงนำมาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วปั่นหรือบดให้ละเอียดผสมกับกากน้ำตาลและน้ำเพื่อนำไปหมักเป็น ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ โดยใช้พืชสมุนไพรหนอนตายหยากต่อน้ำดอกกากน้ำตาล ในอัตราส่วน 2.5 : 0.5 : 1 หลังจากนั้นนำมาบรรจุในถังพลาสติกสำหรับหมักปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ โดยใช้แก๊สลดขนาด 30 ลิตร ต่อดังอัตราส่วนหนอนตายหยาก 10 กิโลกรัม เพื่อให้เพียงพอต่อการขยายตัวเมื่อเกิดก๊าซ จากการหมัก ทำการหมักส่วนผสมไว้เป็นเวลา 90 วัน จึงนำน้ำสกัดชีวภาพที่ได้มาผสมน้ำตาม อัตราส่วนที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยการทดลอง แล้วจึงนำมาใช้รดต้นถั่วเหลืองเพื่อทำการทดลอง ต่อไป

3.3.3 การวิเคราะห์น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก

ตัวอย่างน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากสำหรับการทดลองได้นำส่งตรวจวัดและวิเคราะห์ ค่าดัชนีต่าง ๆ ที่คณะวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าดัชนีต่าง ๆ ของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก

ดัชนีที่ตรวจวัด	ปริมาณ
PH	3.88
DO	0.66
BOD ₅ (mg/L)	8,244
SS (mg/L)	28,700
NH ₃ ⁺ (mg/L)	Not Detectable
NO ₃ ⁻ (mg/L)	5,125
Total Coliform	Not Detectable

3.3.4 การเตรียมดินที่ใช้ในการทดลอง

ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินชุดดินลพบุรี มีการซึมผ่านของน้ำค่อนข้างช้า เหมาะสำหรับปลูกพืชไร่ต่าง ๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และถั่วต่าง ๆ ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว สีเทาเข้มถึงสีดำ เป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (pH 6.5 – 8.0) มีอินทรีย์วัตถุและปริมาณธาตุอาหารสูง ทำการเก็บดินโดยชุดดินลึก 30 เซนติเมตร ให้ได้ดินประมาณ 2,200 กิโลกรัม นำดินที่ได้มาบดและคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นทำการแบ่งดินเป็น 4 ส่วน สุ่มเลือกกองย่อย 2 กอง จากดินทั้ง 4 กอง นำ 2 กองที่ได้มารวมกันและคลุกเคล้าให้ทั่วอีกครั้ง ทำการแบ่งเช่นเดิมไปเรื่อย ๆ จนได้ดินประมาณ 2 กิโลกรัม แบ่งดินที่ได้ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนที่ 1 นำส่งกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักและปริมาณธาตุอาหารรอง ส่วนที่ 2 นำส่งภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อทำการวิเคราะห์โลหะหนักในดิน ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท สำหรับดินที่เหลือจากการสุ่มนำไปใช้ในการปลูกถั่วเหลืองในการทดลองต่อไป

3.3.5 การเตรียมพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง

พื้นที่ที่ปลูกเป็นพื้นที่โล่ง ขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 8 เมตร โดยใช้ไม้ยาว 1 เมตร ปักลงดินลึก 20 เซนติเมตร แล้วทำการการล้อมรั้วด้วยตาข่ายพลาสติกสีดำเพื่อป้องกันสัตว์รบกวนสูงประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วใช้ลวดมัดตาข่ายกับไม้ให้แน่น ทำประตูเข้าออก 1 ทาง กว้าง 1 เมตร พื้นเป็นพื้นดินปรับให้ราบเรียบและวางอิฐบล็อกจากใต้กระถางตัวอย่างการทดลอง ไม่มีการทำหลังคาคลุมพื้นที่ปลูก เนื่องจากต้องการให้พื้นที่ในการทดลองมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติ

ทั้งปริมาณแสงแดดและปริมาณน้ำฝน และเมื่อนำผลการทดลองไปเผยแพร่ จะทำให้ผู้ที่สนใจและเกษตรกรสามารถนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ในการปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่จริงได้

3.3.6 การจัดวางหน่วยการทดลอง

ทำการจับสลากลำดับการจัดเรียงหน่วยทดลอง (Treatment) ในพื้นที่ปลูก โดยมีการจัดเรียงหน่วยการทดลอง ดังนี้ หน่วยการทดลองที่ 1 (T_1), 0 (T_0), 6 (T_6), 2 (T_2), 4 (T_4), 3 (T_3) และ 5 (T_5) ตามลำดับ โดยทำการปลูกถั่วเหลืองจำนวนหน่วยทดลองละ 30 กระถาง รวมทั้งหมด 210 กระถาง กระถางละ 4 ขี้ โดยให้ระยะห่างระหว่างหน่วยทดลอง คือ 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างกระถางภายในหน่วยทดลอง คือ 5 เซนติเมตร

T_1	T_0	T_6	T_2	T_4	T_3	T_5
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○

ภาพที่ 3.2 ลักษณะการจัดวางกระถางของหน่วยทดลองภายในพื้นที่ทำการทดลองจากการสุ่ม

3.3.7 การปลูกถั่วเหลือง

ทำการปลูกถั่วเหลืองในกระถางพลาสติกสีดำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว สูง 9 นิ้ว โดยทำการซังน้ำหนักรดดินให้แต่ละกระถางมีปริมาณเท่ากัน คือ 10 กิโลกรัม หลังจากนั้นจึงทำการปลูก โดยใช้เมล็ดถั่วเหลืองคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียมโดยใช้น้ำมันพืช 1 ถ้วยตวงต่อเมล็ดถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม เป็นสารเหนียวเพื่อให้เชื้อไรโซเบียมเกาะติดกับเมล็ดถั่วเหลือง หลังจากนั้นเติมสารแคลปแทนเล็กน้อยเพื่อป้องกันเชื้อรา คลุกเคล้าเมล็ดถั่วเหลืองให้ทั่วกัน หลังจากนั้นทำการปลูกโดยหยอดเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 7 เมล็ดต่อ 1 กระถาง ที่ระดับความลึก 2 – 3 เซนติเมตร ทำการกลบดินและรดน้ำให้ชุ่ม หลังจากนั้นเมื่อถั่วเหลืองอายุ 1 สัปดาห์ จึงถอนต้นถั่วเหลืองให้เหลือกระถางละ 4 ต้น

3.3.8 การดูแลรักษา

3.3.8.1 การให้น้ำ ในระยะแรกหลังการปลูกถั่วเหลืองให้น้ำธรรมชาติกับทุกหน่วยการทดลองวันเว้นวัน โดยให้น้ำธรรมชาติแก่หน่วยการทดลองควบคุม (T_0) ให้สกัดชีวภาพหนอนตายหยากผสมน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลองแก่หน่วยการทดลอง T_1 , T_2 , T_3 และ T_4 ทุก 7 วัน ให้น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มผสมน้ำธรรมชาติแก่หน่วยการทดลอง T_5 ทุก 7 วัน ให้น้ำธรรมชาติแก่หน่วยการทดลอง T_6 จนกระทั่งถั่วเหลืองมีอายุครบ 20 วัน หลังจากออกจิ้งใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับพืชไร่ สูตร 12 – 14 – 12 ปริมาณ 10 กรัม แล้วจึงให้น้ำตามปกติ จนกระทั่งถั่วเหลืองเริ่มออกดอกจึงให้น้ำทุก ๆ 3 วัน แก่ทุกหน่วยการทดลอง และให้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากผสมน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลองแก่หน่วยการทดลอง T_1 , T_2 , T_3 และ T_4 ทุก 7 วัน เมื่อถั่วเหลืองถึงระยะสุกแก่จึงหยุดให้น้ำ

3.3.8.2 การกำจัดวัชพืช กำจัดโดยใช้แรงงานคนถอนออกเมื่อมีวัชพืชขึ้น

3.3.8.3 การป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช ใช้น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำในอัตราส่วน 1 : 100 ส่วน ทำการฉีดพ่นเมื่อปรากฏว่ามีแมลงหรือหนอน

3.3.9 การทดสอบอัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด

การทดสอบอัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด ทำขึ้นเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของผลผลิตของถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองว่ามีประสิทธิภาพในการขยายพันธุ์มากน้อยเพียงใด โดยมีวิธีการทดลอง คือ นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้จากหน่วยการทดลองทั้ง 7 โดยการสุ่มมาตัวอย่างละ 100 เมล็ด และเตรียมภาชนะสำหรับปลูก โดยใช้กระบะดินขนาดกว้าง 12 นิ้ว ยาว 24 นิ้ว สูง 5 นิ้ว ใส่ดินจนเต็มโดยใช้ดินแบบเดียวกับดินที่ใช้ในการทำการทดลอง หลังจากนั้นนำเมล็ดถั่วเหลืองในแต่ละ

หน่วยการทดลองมาคลุมเคล้าด้วยเชื้อโรโซเบียม โดยใช้น้ำมันพืชเป็นสารเหนียวเพื่อให้เชื้อเกาะติดกับเมล็ดถั่วเหลือง และใส่สารแคปแทนเล็กน้อยเพื่อป้องกันเชื้อรา คลุมเคล้าให้ทั่วเมล็ด หลังจากนั้นจึงทำการปลูกโดยหยอดเมล็ดถั่วเหลือง 100 เมล็ด ลงในกระบะดินที่เตรียมไว้ที่ระดับความลึกประมาณ 2 – 3 เซนติเมตร แล้วทำการกลบและรดน้ำให้ชุ่ม หลังจากนั้นเมื่อครบ 7 วัน จึงทำการนับตัวอย่างต้นถั่วเหลืองที่งอกในแต่ละหน่วยการทดลองและทำการบันทึกข้อมูล แล้วจึงนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติต่อไป

3.3.10 การบันทึกข้อมูล

การวัดการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ทำการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของตัวอย่างการทดลอง ดังนี้

- 3.3.9.1 วันที่ทำการหมักน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก
- 3.3.9.2 วันที่นำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมาใช้
- 3.3.9.3 วันที่ทำการปลูกถั่วเหลือง
- 3.3.9.4 วันที่ต้นถั่วเหลืองงอก
- 3.3.9.5 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองทางลำต้นและใบ ในระยะ $V_1 - V_6$
- 3.3.9.6 อายุของถั่วเหลืองตั้งแต่วันปลูกถึงวันออกดอก (R_1) การพัฒนาฝัก ($R_3 - R_4$) การสะสมน้ำหนัก ($R_5 - R_6$) และระยะสุกแก่ ($R_7 - R_8$)
- 3.3.9.7 น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลืองระยะ R_1, R_3, R_5, R_6 และ R_7
- 3.3.9.8 น้ำหนักฝักของถั่วเหลืองระยะ R_3, R_5, R_6 และ R_7
- 3.3.9.9 พื้นที่ใบระยะ R_1, R_3 และ R_5
- 3.3.9.10 จำนวนข้อ ความสูง จำนวนกิ่ง น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง น้ำหนักฝัก จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ผลผลิตต่อกระถาง ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ด และอัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด

ตารางที่ 3.2 การเก็บข้อมูลในระยะต่าง ๆ

	ระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง					
	R ₁	R ₃	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
พื้นที่ใบ	X	X	X			
น้ำหนักฝัก			X	X	X	X
น้ำหนักแห้งทั้งต้น	X	X	X	X	X	X
ความสูง						X
จำนวนข้อและกิ่ง						X
จำนวนฝักต่อต้น						X
จำนวนเมล็ดต่อฝัก						X
น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด						X
ผลผลิตต่อกระถาง						X
ปริมาณสารอาหาร						X

3.3.11 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

ทำการเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตในระยะต่าง ๆ 6 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองหน่วยการทดลองละ 4 ต้น (1 กระถาง) ในแต่ละครั้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์ พื้นที่ใบ น้ำหนักฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้งทั้งต้น ความสูง จำนวนข้อและกิ่ง จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ปริมาณผลผลิตโดยรวมทั้งหมด ปริมาณสารอาหาร และ อัตราการงอก ดังตารางที่ 3.2 โดยที่ระยะ R₁, R₃ และ R₅ นำมาวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ (Are Meter, Li – Cor Model Li – 3100, Made in USA) ที่ระยะ R₅, R₆, R₇ และ R₈ วัดน้ำหนักฝัก ที่ระยะ R₁, R₃, R₅, R₆, R₇ และ R₈ วัดน้ำหนักแห้งทั้งต้น โดยนำต้นถั่วเหลืองและฝักที่ได้แยกแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อวัดน้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักแห้งทั้งต้น (รวมฝัก) โดยในระยะ R₈ จะทำการวัดน้ำหนักฝัก ความสูง จำนวนข้อและกิ่ง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ผลผลิตต่อกระถาง ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ด โดยใช้ตัวอย่างหน่วยการทดลองละ 4 ต้นเช่นเดียวกัน ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในเมล็ดใช้ถั่วเหลืองที่ได้จากการปลูกที่เหลือทั้งหมดในการวิเคราะห์

3.3.12 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เวอร์ชัน 6.12 (SAS, 1996: 10) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) ของดัชนีการเจริญเติบโตของตัวเหลืองที่ระยะต่าง ๆ ในการใช้อัตราการรดน้ำสัปดาห์หนอนตายหายากในระดับต่าง ๆ เปรียบเทียบกับหน่วยทดลองที่ใช้น้ำสัปดาห์อีดัม หน่วยทดลองที่ใช้น้ำปุ๋ยเคมี และหน่วยทดลองควบคุม โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยใช้สถิติ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

จากการศึกษาการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในอัตราส่วน 1 : 1,000 (T_1), 2 : 1,000 (T_2), 3 : 1,000 (T_3), 4 : 1,000 (T_4) (มิลลิลิตรต่อน้ำธรรมดา 1,000 มิลลิลิตร) เปรียบเทียบกับการใช้น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อน้ำธรรมดา 1,000 มิลลิลิตร (T_5) การใช้น้ำปุ๋ยเคมีสำหรับพืชไร่ สูตร 12 – 24 – 12 ปริมาณ 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน (T_6) หน่วยการทดลองควบคุม (Control Group) (T_0) ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดลองต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 สมรรถภาพของถั่วเหลือง

4.1.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

การวัดการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองวัดได้จากการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ จำนวนกิ่ง จำนวนข้อ และความสูงต่อต้านของถั่วเหลืองในระยะต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1.1 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ($V_1 - V_6$)

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ V_6 คือ 33, 30, 33, 33, 33, 27 และ 33 วัน ตามลำดับ โดยพบว่า หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบสั้นที่สุด คือ 27 วัน และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองควบคุม และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีระยะการเจริญเติบโตนานที่สุด คือ 33 วัน โดยหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการเจริญเติบโตที่เด่นชัดในช่วงระยะ $V_4 - V_5$ เนื่องจากได้รับปุ๋ยเคมีหลังจากงอกได้ 20 วัน เพราะปุ๋ยเคมีมีคุณสมบัติที่ส่งผลให้ถั่วเหลืองใช้ระยะเวลา

ในการเจริญเติบโตลดลง ในขณะที่หน่วยการทดลองควบคุม และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน 1 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีอัตราการเจริญเติบโตที่เท่ากัน อาจมีสาเหตุมาจากหน่วยการทดลองควบคุม และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน 1 : 1,000 มีข้อจำกัดในด้านปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงส่งผลให้มีการพัฒนาทางลำต้นและใบที่ช้าและใช้เวลามากกว่าถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองอื่น ๆ เช่นเดียวกับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในอัตราส่วนต่อน้ำธรรมชาติ 3 : 1,000 และ 4 : 1,000 นั้น อาจมีสาเหตุมาจากปริมาณธาตุอาหารในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่มากเกินไปเกินความต้องการของถั่วเหลือง จึงอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการในการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบของถั่วเหลืองให้มีความล่าช้ากว่าปกติได้ โดยจำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบจากวันปลูกถึงระยะ V_6 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 สำหรับภาพแสดงการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองจนถึงระยะ V_6 แสดงในภาพที่ 4.1 – 4.4

ตารางที่ 4.1 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาใน อัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

ระยะ	จำนวนวัน						
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
วันปลูกถึง VE	3	3	3	3	3	3	3
VE ถึง VC	2	2	2	2	2	2	2
VC ถึง V ₁	6	6	6	6	6	6	5
V ₁ ถึง V ₂	5	5	5	5	5	5	4
V ₂ ถึง V ₃	5	5	5	5	5	5	4
V ₃ ถึง V ₄	4	4	3	4	4	4	3
V ₄ ถึง V ₅	4	4	3	4	4	4	3
V ₅ ถึง V ₆	4	4	3	4	4	4	3
วันปลูกถึง V ₆	33	33	30	33	33	33	27

หมายเหตุ: T₀ : หน่วยการทดลองควบคุม

T₁ : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

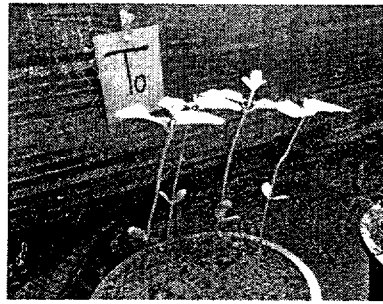
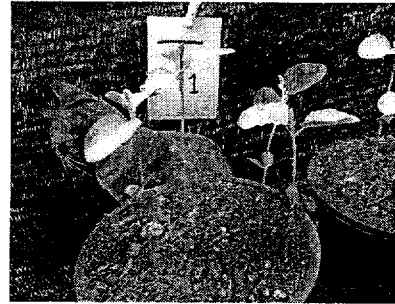
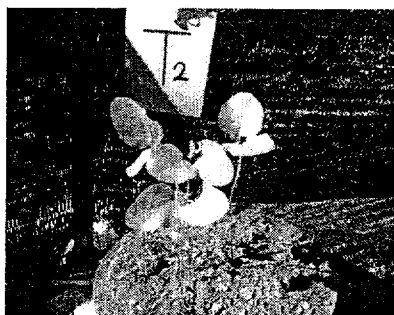
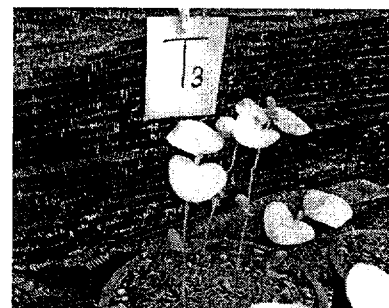
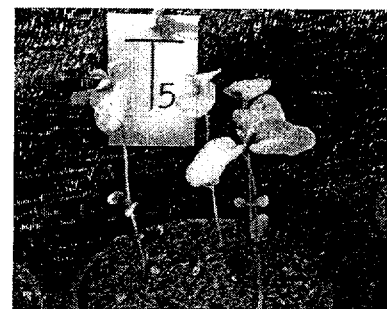
T₂ : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T₃ : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

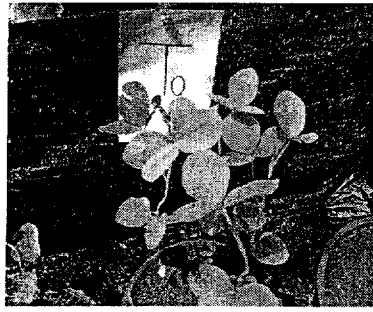
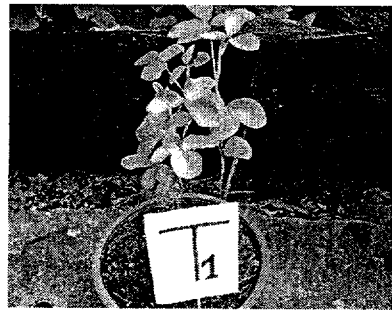
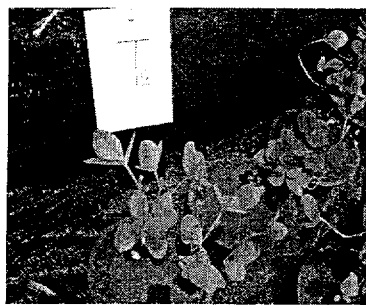
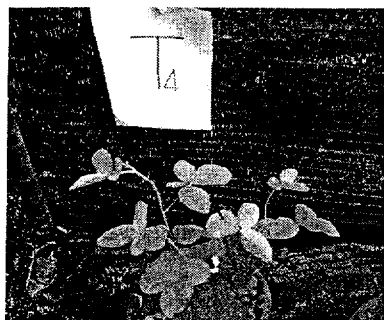
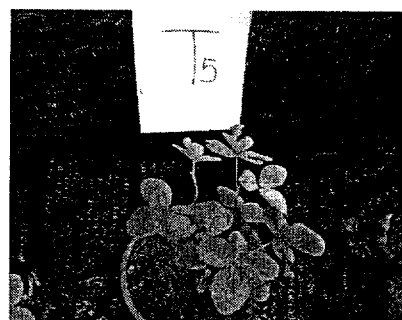
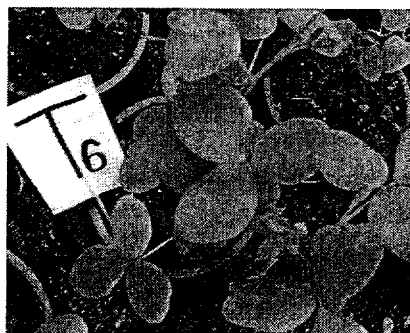
T₄ : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T₅ : น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

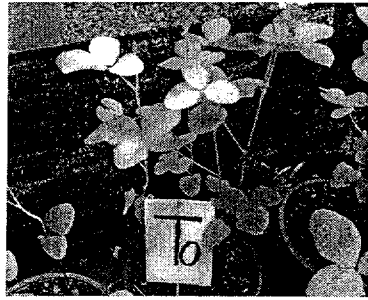
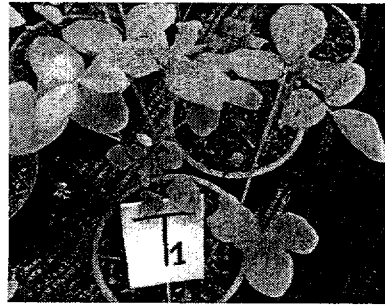
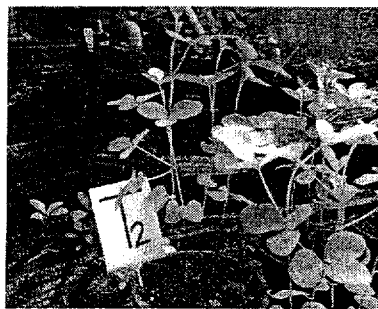
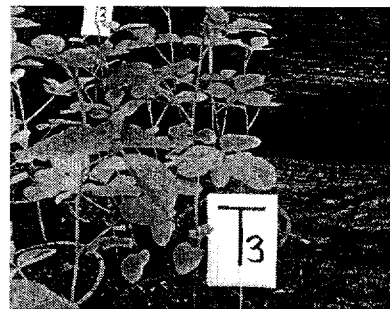
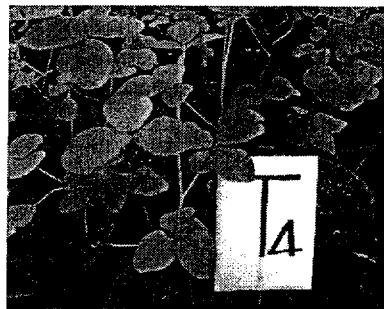
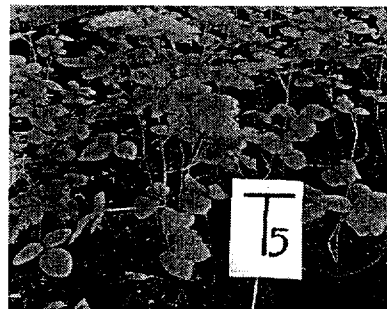
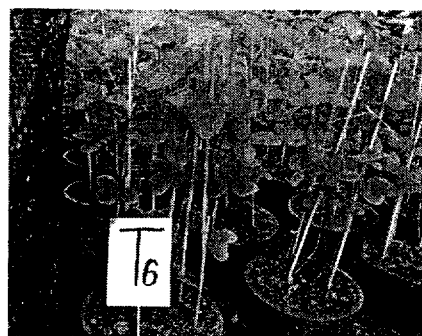
T₆ : ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

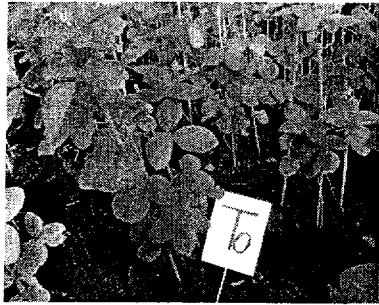
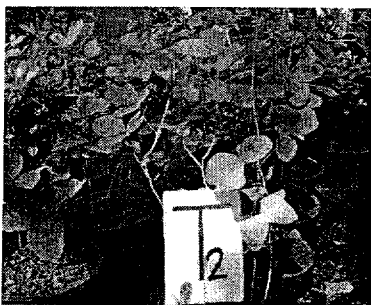
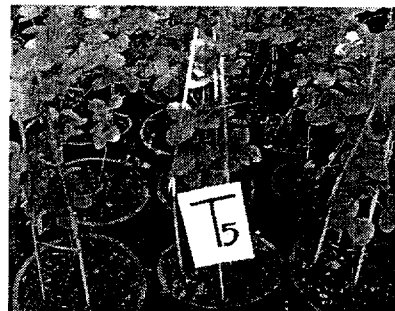
ภาพที่ 4.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 7 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

ภาพที่ 4.2 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 14 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

ภาพที่ 4.3 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 21 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

ภาพที่ 4.4 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 28 วัน

4.1.1.2 การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ ($R_1 - R_8$)

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 สำหรับภาพแสดงการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองจนถึงระยะ R_8 แสดงในภาพที่ 4.5 – 4.13

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ R_8 คือ 38, 36, 38, 38, 38, 35 และ 38 วัน ตามลำดับ โดยในระยะ R_1 ถั่วเหลืองจะมีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตสั้นที่สุดใกล้เคียงกัน คือ 35 และ 36 วัน ตามลำดับ สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุม ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 เท่ากันและมากที่สุด คือ 38 วัน แตกต่างจากการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 68) เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่พบว่า ถั่วเหลืองใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 เท่ากับ 29 วัน และแตกต่างจากการศึกษาของ เกศกมล เสริมวิริยะกุล (2547: 51) เกี่ยวกับการใช้กากตะกอนน้ำเสียชุมชนทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่พบว่า ถั่วเหลืองใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 เท่ากับ 29 วัน รวมทั้งแตกต่างจากการศึกษาของ กฤษฎา หงส์รัตน์ (2546: 45) เกี่ยวกับการศึกษาการใช้มูลกิ้งกวดทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่พบว่า ถั่วเหลืองใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 เท่ากับ 33 วัน ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุมาจากการทดลองครั้งนี้ไม่ได้มีการควบคุมปริมาณฝนและปริมาณแสงแดดในการทดลอง เนื่องจากต้องการให้การทดลองมีสภาพใกล้เคียงสภาพธรรมชาติ เพื่อที่จะสามารถนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ได้จริง จึงทำให้ปริมาณฝนและปริมาณแสงแดดในธรรมชาติส่งผลต่อระยะเวลาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองจนถึงระยะ R_1 มีความแตกต่างจากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น รวมทั้งสภาวะแวดล้อมอื่น ๆ ที่อาจแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

สำหรับจำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองใน ระยะ R_2 ถึง R_5 พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์หนอนตายน้อย และมีหน่วยการทดลองควบคุม ยังคงมีความใกล้เคียงกัน แต่ภายหลังจากนั้นการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองจะเริ่มปรากฏความเด่นชัดขึ้น โดยเมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ ระยะ R_6 พบว่า หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตสั้นที่สุด คือ 61 วัน และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายน้อยในอัตราส่วน 2 : 1,000 ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตรองลงมา คือ 71 วัน ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายน้อยในอัตราส่วน 1 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายน้อยและมีหน่วยการทดลองควบคุม ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตที่เท่ากัน คือ 75 วัน แตกต่างกับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 68) ที่พบว่า ถั่วเหลืองใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_6 เท่ากับ 57 วัน และแตกต่างจากการศึกษาของ เกศกมล เสริมวิริยะกุล (2547: 51) ที่พบว่า ถั่วเหลืองใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_6 เท่ากับ 61 วัน

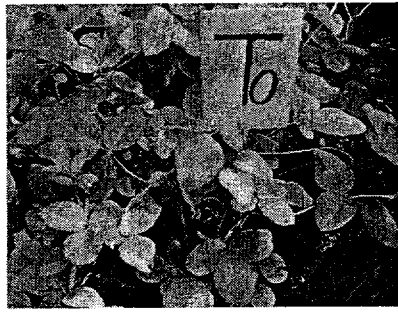
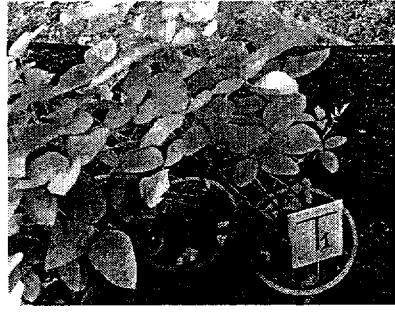
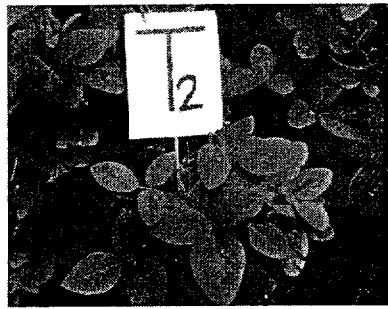
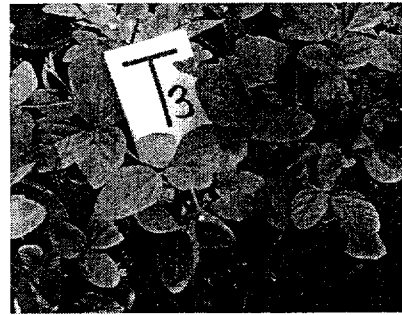
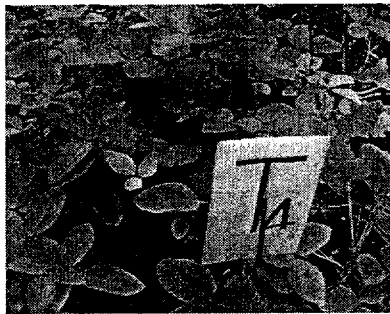
เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_6 หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ R_6 ที่สั้นที่สุด คือ 83 วัน และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายน้อยในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีระยะเวลาการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ R_6 นานที่สุด คือ 105 วัน ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยน้ำสัปดาห์หนอนตายน้อยในอัตราส่วน 1 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายน้อยและมีหน่วยการทดลองควบคุม มีระยะเวลาการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ R_6 ที่เท่ากัน คือ 101 วัน ใกล้เคียงกับการศึกษาของ กฤษณา หงส์รัตน์ (2546: 45) ที่พบว่า ถั่วเหลืองใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_6 ยาวนานที่สุด คือ 101 วัน และใกล้เคียงกับการศึกษาของ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ (2542 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 69) ที่มีระยะเก็บเกี่ยว R_6 เท่ากับ 109 วัน แต่แตกต่างจากการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 69) ที่พบว่า ถั่วเหลืองใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_6 ยาวนานที่สุดเท่ากับ 91 วัน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความแปรปรวนของการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางลำต้นของถั่วเหลือง ซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปัจจัยด้านพันธุกรรม ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะภูมิอากาศ ซึ่งมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อพัฒนาการของถั่วเหลือง (สราวุฒ อินทสิทธิ์, 2546 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 69) โดยเมื่อถั่วเหลืองได้รับธาตุอาหารและน้ำที่เหมาะสม หรือทำการปลูกในช่วงที่มีแสงยาว เช่น ฤดูฝน จะทำให้อายุการสุกแก่เพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง ซึ่งมีช่วงแสงที่ยาวขึ้น คือ

ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative Growth) (เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 52) และเนื่องจากการทดลองในครั้งนี้ได้ทดลองในช่วงฤดูฝน ประกอบกับเป็นช่วงที่มีสภาพภูมิอากาศแปรปรวนอันเนื่องมาจากภาวะโลกร้อน (Global Warming) ที่ได้รับผลกระทบจากการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง และการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายและส่งผลกระทบท่อสิ่งแวดลอมอย่างรุนแรง จึงทำให้ถั่วเหลืองพันธ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ และได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตและการแพร่ขยายพันธุ์ยาวนานกว่าการปลูกในช่วงฤดูแล้ง

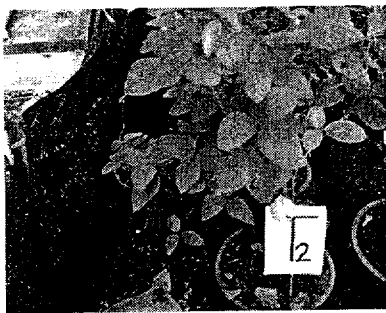
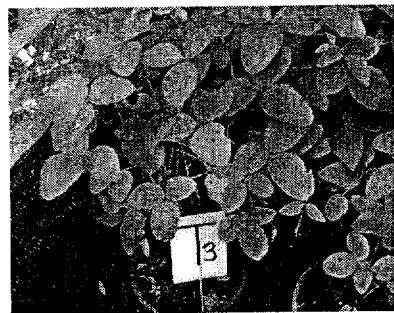
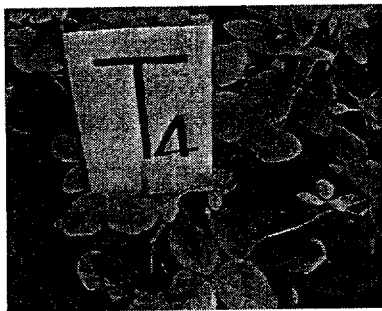
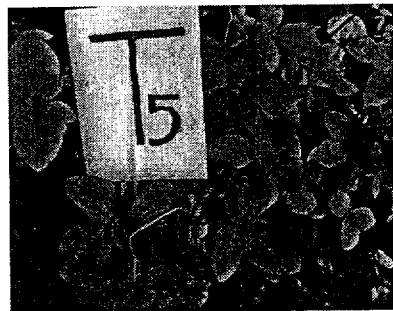
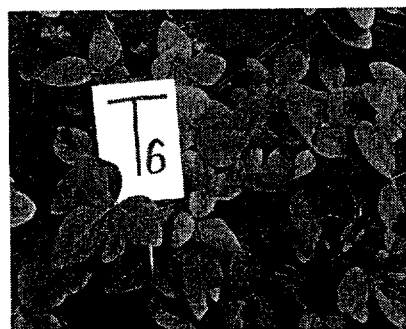
ตารางที่ 4.2 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาใน อัตราส่วนที่ต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

ระยะ	จำนวนวัน						
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
วันปลูกถึง R ₁	38	38	36	38	38	38	35
R ₁ ถึง R ₂	4	4	3	4	4	4	3
R ₂ ถึง R ₃	5	5	3	5	5	5	3
R ₃ ถึง R ₄	4	4	2	4	4	4	2
R ₄ ถึง R ₅	4	4	2	4	4	4	2
R ₅ ถึง R ₆	20	20	25	20	20	20	16
R ₆ ถึง R ₇	17	17	22	17	17	17	15
R ₇ ถึง R ₈	9	9	12	9	9	9	7
วันปลูกถึง R ₈	101	101	105	101	101	101	83

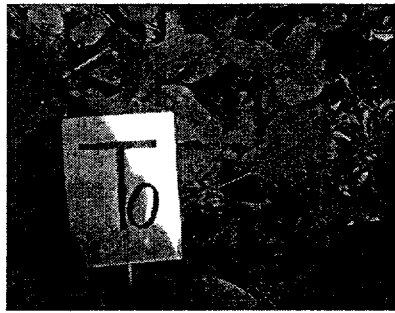
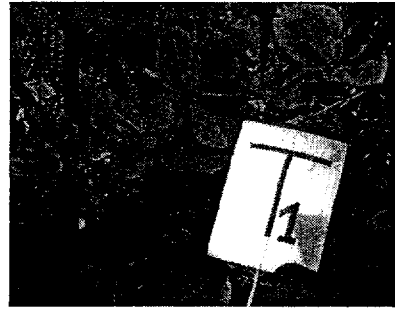
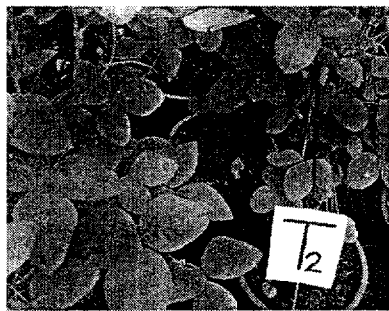
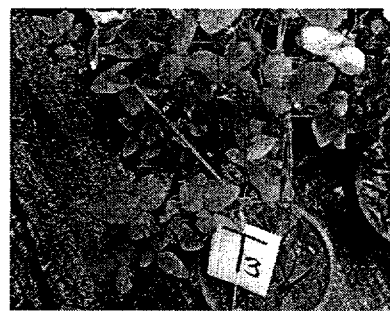
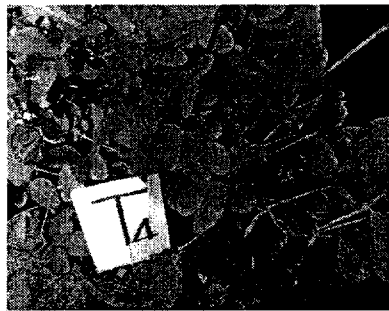
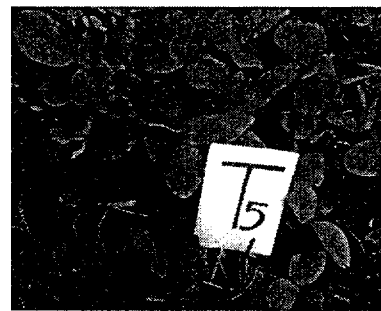
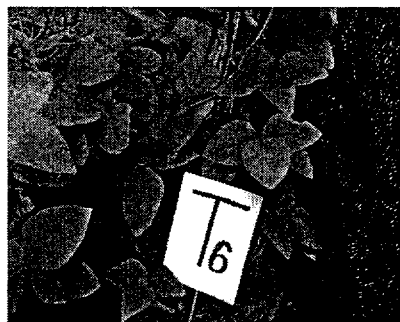
หมายเหตุ: T₀: หน่วยการทดลองควบคุม
T₁: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 1,000
T₂: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 2 : 1,000
T₃: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 3 : 1,000
T₄: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 4 : 1,000
T₅: น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 1,000
T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

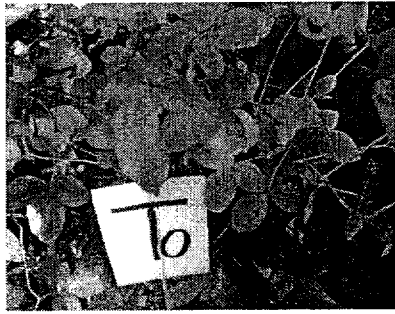
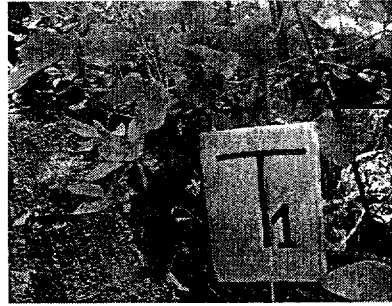
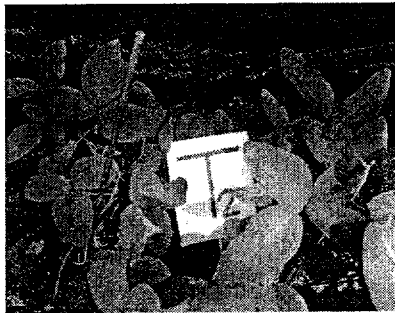
ภาพที่ 4.5 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 35 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

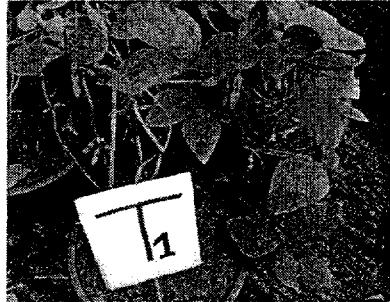
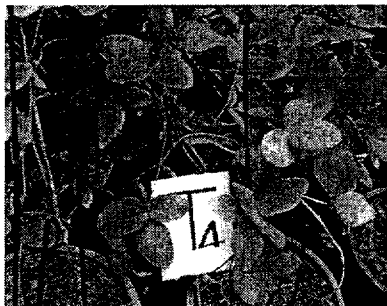
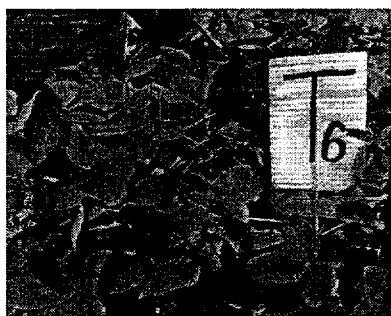
ภาพที่ 4.6 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 42 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

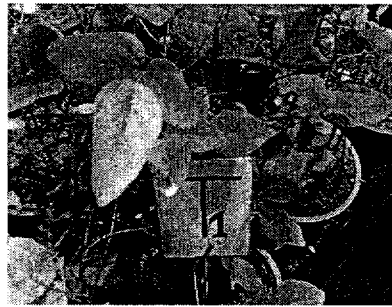
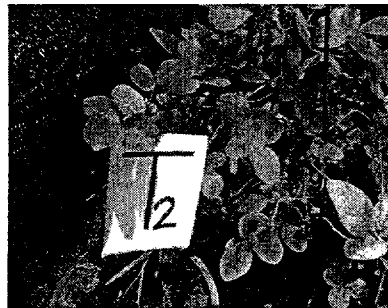
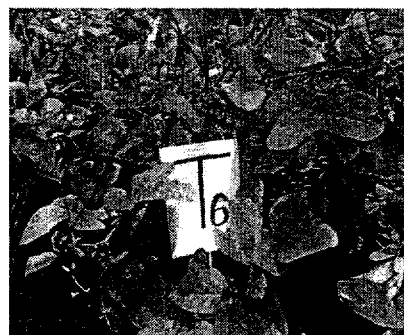
ภาพที่ 4.7 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 49 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

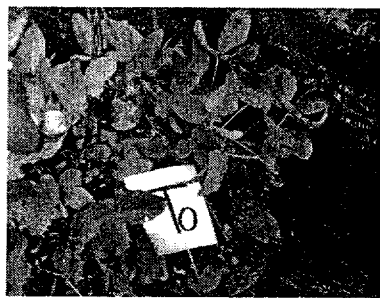
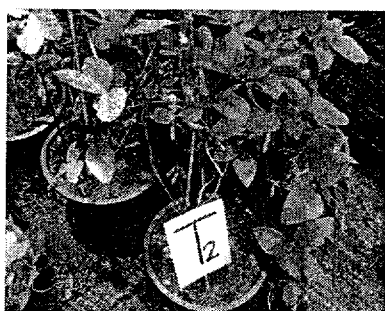
ภาพที่ 4.8 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 56 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

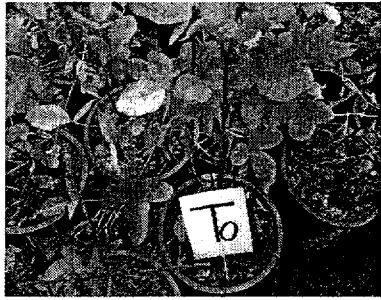
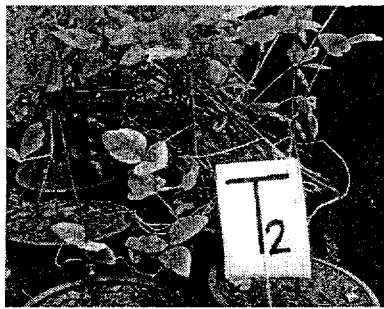
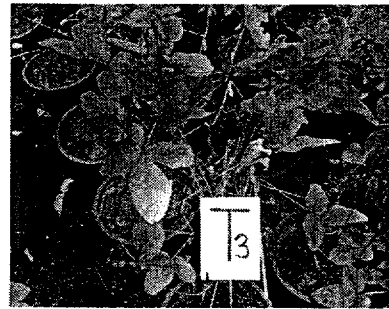
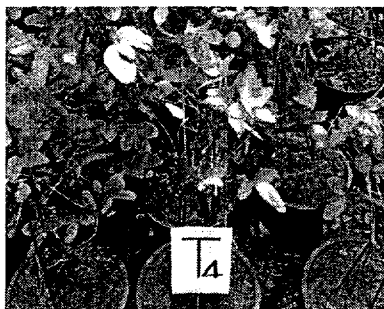
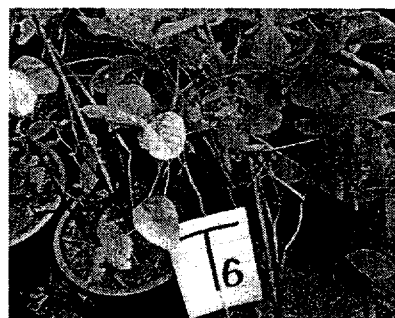
ภาพที่ 4.9 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 63 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

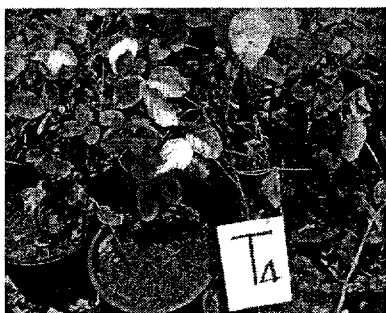
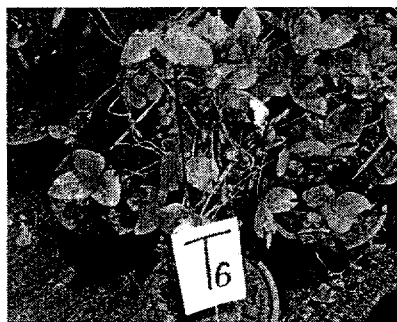
ภาพที่ 4.10 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 70 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

ภาพที่ 4.11 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 77 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

ภาพที่ 4.12 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 84 วัน

 T_0  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5  T_6

ภาพที่ 4.13 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 91 วัน

4.1.1.3 จำนวนกึ่ง

จากการทดลองในครั้งนี้ จำนวนกึ่งต่อต้านของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะสุดท้าย คือ ระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม พบว่า ไม่พบกึ่งที่แยกออกจากลำต้นหลักของถั่วเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่มีลักษณะแตกต่างจากพันธุ์อื่น ๆ คือ เป็นพันธุ์ที่ไม่มีกึ่งแยกออกจากลำต้นหลัก (ดังข้อมูลแสดงรายละเอียดใน 2.5.3 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60)

4.1.1.4 จำนวนข้อ

จำนวนข้อต่อต้านของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.3 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 1

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุม มีจำนวนข้อต่อต้านน้อยที่สุด คือ 8.25 ข้อ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตาย หยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 และ 1 : 1,000 ซึ่งมีจำนวนข้อต่อต้านเท่ากับ 10.50, 10.75 และ 11.00 ข้อ ตามลำดับ และพบว่าหน่วยการทดลองดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ซึ่งมีจำนวนข้อต่อต้านมากที่สุด คือ 14.00 ข้อ ขณะที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 2 : 1,000 และ 3 : 1,000 มีจำนวนข้อต่อต้านเท่ากับ 13.25 และ 12.50 ข้อ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 และ 3 : 1,000

จากการทดลอง เมื่อพิจารณาหน่วยการทดลองควบคุม และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ซึ่งมีจำนวนข้อต่อต้านที่น้อยกว่าหน่วยการทดลองอื่น ๆ อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านปริมาณธาตุอาหารที่อาจได้รับน้อยเกินไป ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 3 : 1,000 และ 4 : 1,000 ซึ่งมีจำนวนข้อต่อต้านที่ใกล้เคียงกับหน่วยการทดลองที่มีจำนวนข้อต่อต้านน้อยที่สุดนั้น อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการได้รับปริมาณธาตุอาหารที่มากเกินไป จึงส่งผลให้ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองดังกล่าวเกิด

อาการแคะแกร็นและมีใบสีเหลือง (อาการเหี่ยวใบ) ส่งผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาเกี่ยวกับจำนวนข้อต่อต้นให้มีจำนวนที่น้อยกว่าถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองอื่น ๆ

4.1.1.5 ความสูง

ความสูงของต้นถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์ภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสัปดาห์ภาพอีม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.4 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 2

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีความสูงต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 59.50 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ที่มีความสูงต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 97.00 เซนติเมตร ในขณะที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสัปดาห์ภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีความสูงต่อต้นเฉลี่ยรองลงมา คือ 92.00 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสัปดาห์ภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสัปดาห์ภาพอีม มีความสูงต่อต้นเฉลี่ย เท่ากับ 72.50, 81.25, 68.25 และ 64.50 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ (2542 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 82) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จะมีความสูงเฉลี่ยประมาณ 62.00 เซนติเมตร ผลการทดลองครั้งนี้มีความสูงเกือบทุกหน่วยการทดลองที่สูงกว่า ยกเว้นหน่วยการทดลองควบคุม ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมซึ่งปลูกในกระถาง ปริมาณธาตุอาหารคุณสมบัติทางเคมี รวมทั้งอุณหภูมิในระหว่างการศึกษาทดลองมีความผันแปรมาก อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 22 – 35 องศาเซลเซียส และการปลูกในช่วงที่มีแสงยาว (ฤดูฝน) รวมทั้งปริมาณแสงที่ได้รับอาจไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยืดตัวของลำต้น และจากการศึกษาของ เฉลิมพล แหมเพชร (2542 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 82) พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของใบและการยืดตัวของลำต้นถั่วเหลือง คือ 30 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.3 จำนวนข้อต่อต้นและความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำ สกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัด ชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

หน่วยทดลอง	จำนวนข้อต่อต้น (ข้อ)	ความสูงต่อต้น (เซนติเมตร)
T ₀	8.25 ^d	59.50 ^e
T ₁	11.00 ^{bc}	72.50 ^{cd}
T ₂	13.25 ^{ab}	92.00 ^{ab}
T ₃	12.50 ^{abc}	81.25 ^{bc}
T ₄	10.75 ^c	68.25 ^{de}
T ₅	10.50 ^c	64.50 ^{de}
T ₆	14.00 ^a	97.00 ^a
CV (ร้อยละ)	12.94	10.61

หมายเหตุ: ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี นัย สำ คัญ ทางสถิติ ($p < 0.05$)

T₀: หน่วยการทดลองควบคุม

T₁: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₂: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T₃: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T₄: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T₅: น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.1.2 พื้นที่ใบ

สำหรับพื้นที่ใบนั้นจะทำการวัดพื้นที่ใบต่อสองต้นที่ระยะ R_1 , R_3 และ R_5 ของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม โดยได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.4 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 3 ถึง ก. 5

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ในระยะ R_1 ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 288.45 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีพื้นที่ใบเท่ากับ 272.55 ตารางเซนติเมตร โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลอง สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 ซึ่งมีพื้นที่ใบรองลงมา คือ 239.30 ตารางเซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทุกหน่วยการทดลอง และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 มีพื้นที่ใบเท่ากับ 147.55 ตารางเซนติเมตร ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทุกหน่วยการทดลองที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุม ตามลำดับ ซึ่งมีพื้นที่ใบเท่ากับ 130.45 และ 112.45 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ R_3 พบว่า ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ยังคงมีพื้นที่ใบมากที่สุด คือ 587.50 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000, 3 : 1,000, 1 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ซึ่งมีพื้นที่ใบเท่ากับ 519.55, 442.45, 324.30, 262.10 และ 220.35 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่หน่วยการทดลองควบคุมที่มีพื้นที่ใบต่อสองต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 132.30 ตารางเซนติเมตร ขณะที่ถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ R_5 พบว่า แนวโน้มของพื้นที่ใบยังคงเป็นไปในทิศทางเดิม คือ ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ยังคงมีพื้นที่ใบมากที่สุด คือ 721.50 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดา

ในอัตราส่วน 2 : 1,000, 3 : 1,000, 1 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ที่มีพื้นที่ใบเท่ากับ 614.35, 486.50, 400.65, 330.15 และ 292.50 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ ส่วนหน่วยการทดลองควบคุมยังคงมีพื้นที่ใบน้อยที่สุด คือ 210.10 ตารางเซนติเมตร โดยทุกหน่วยการทดลองยังคงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดิม

จากผลการทดลองที่ได้ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ค่าพื้นที่ใบต่อสองต้นเฉลี่ย มีค่าเพิ่มขึ้นในการวัดทั้ง 3 ครั้ง คือ ที่ระยะ R_1 , R_3 และ R_5 โดยในการวัดพื้นที่ใบทั้ง 3 ครั้ง จะพบว่าถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีพื้นที่ใบมากที่สุด ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการให้ปุ๋ยเคมีหลังจากถั่วเหลืองออก 20 วัน ด้วยคุณสมบัติของปุ๋ยเคมีที่ทำให้พืชมีการพัฒนาด้านพื้นที่ใบอย่างรวดเร็ว เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ R_1 จึงทำให้หน่วยการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี มีการพัฒนาด้านพื้นที่ใบอย่างรวดเร็ว และมีพื้นที่ใบมากที่สุดอย่างต่อเนื่องไปจนถึงระยะ R_5 ในขณะที่หน่วยการทดลองควบคุม มีพื้นที่ใบน้อยที่สุด ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการได้รับปริมาณธาตุอาหารที่น้อยเกินไปจึงทำให้มีการพัฒนาด้านพื้นที่ใบน้อย ทำให้มีพื้นที่ใบน้อยที่สุด และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มซึ่งมีพื้นที่ใบน้อยเป็นอันดับ 2 รองจากหน่วยการทดลองควบคุมก็อาจมีสาเหตุเช่นเดียวกัน สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน 4 : 1,000, 1 : 1,000 และ 3 : 1,000 มีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่ไม่เทียบเท่าหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีและน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน 2 : 1,000 ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุมาจากได้รับปริมาณธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสม ทำให้มีการพัฒนาด้านพื้นที่ใบไม่ดีเท่าที่ควร สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน 2 : 1,000 ซึ่งมีพื้นที่ใบใกล้เคียงกันกับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการได้รับปริมาณธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสมจึงทำให้มีการพัฒนาด้านพื้นที่ใบที่ดี

ตารางที่ 4.4 พื้นที่ใบต่อสองต้น (ตารางเซนติเมตร) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์ภาพนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่ต่างกัน น้ำสัปดาห์ภาพอีม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

	ระยะการเจริญเติบโต		
	R ₁	R ₃	R ₅
T ₀	112.45 ^{de}	132.30 ^g	210.10 ^g
T ₁	192.25 ^c	324.30 ^d	400.65 ^d
T ₂	272.55 ^a	519.55 ^b	614.35 ^b
T ₃	239.30 ^b	442.45 ^c	486.50 ^c
T ₄	147.55 ^d	262.10 ^e	330.15 ^e
T ₅	130.45 ^{de}	220.35 ^f	292.50 ^f
T ₆	288.45 ^a	587.50 ^a	721.50 ^a
CV (ร้อยละ)	4.54	2.22	1.82

หมายเหตุ: ^{abcdefg} ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

T₀: หน่วยการทดลองควบคุม

T₁: น้ำสัปดาห์ภาพนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

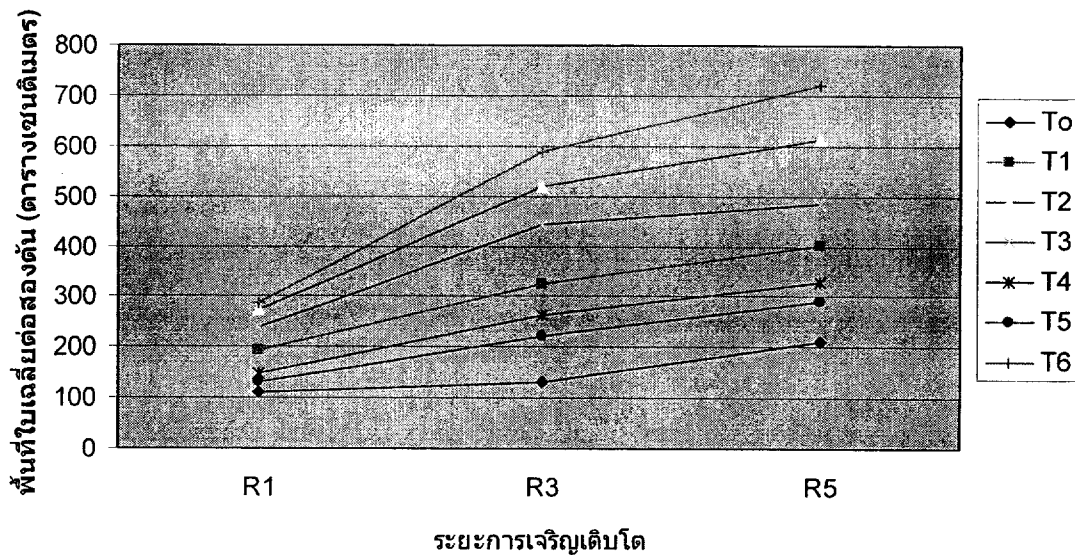
T₂: น้ำสัปดาห์ภาพนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T₃: น้ำสัปดาห์ภาพนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T₄: น้ำสัปดาห์ภาพนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T₅: น้ำสัปดาห์ภาพอีมต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน



ภาพที่ 4.14 พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อสองต้น (ตารางเซนติเมตร) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาใน อัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

หมายเหตุ: T_0 : หน่วยการทดลองควบคุม

T_1 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T_2 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T_3 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T_4 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T_5 : ใส่ น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T_6 : ใส่ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.1.3 น้ำหนักแห้งของฝัก

น้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นเฉลี่ยในระยะ R_3 ถึง R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูก โดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้ แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.5 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 6 ถึง ก. 9

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ในระยะ R_3 ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุมยังมีการสะสมน้ำหนักรากที่น้อยเกินไปจนไม่สามารถวัดค่าของน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยได้ จึงเริ่มมีการวัดค่าของการสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_5 ซึ่งพบว่า หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.65 กรัมต่อต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 1 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 1.45, 1.45, 1.38, 1.02 และ 0.84 กรัมต่อต้น โดยที่หน่วยการทดลองควบคุมมีการสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยรองลงมาจากถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 คือ 1.54 กรัมต่อต้น และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ R_6 การสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ยังคงมีค่าการสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 3.76 กรัมต่อต้น และถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ยังคงมีการสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยของฝักรองลงมา คือ 2.85 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 1 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุม มีค่าการสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยรองลงมา คือ 2.25, 2.07, 1.87, 1.40 และ 1.12 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยหน่วยการทดลองควบคุมยังคงมีค่าน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยสะสมน้อยที่สุด และทุก ๆ หน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ R_7 ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ยังคงมีค่าการสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 9.15 กรัมต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีที่มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งของฝักเฉลี่ยเท่ากับ 8.37 กรัมต่อต้น โดยที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 มีการสะสมน้ำหนักราก

แห้งเฉลี่ยของฝักเท่ากับ 5.62 กรัมต่อต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุมที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักเท่ากับ 3.85, 3.76, 3.23 และ 2.27 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยหน่วยการทดลองควบคุมยังคมีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสะสมน้อยที่สุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับทุก ๆ หน่วยการทดลอง

เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะสุตท้าย คือ ระยะ R_8 พบว่า ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ยังคงมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 13.30 กรัมต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยเท่ากับ 12.93 กรัมต่อต้น ในขณะที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 1 : 1,000 และ 4 : 1,000 มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยรองลงมา คือ 10.67, 8.02 และ 5.62 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยทั้ง 3 หน่วยการทดลองดังกล่าว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนหน่วยการทดลองควบคุมยังคมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 3.20 กรัมต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยเท่ากับ 3.29 กรัมต่อต้น

จะเห็นได้ว่า การสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักจะปรากฏเด่นชัดในหน่วยการทดลองที่มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมมากที่สุด คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 โดยที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยใกล้เคียงกับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ส่วนหน่วยการทดลองควบคุม หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักรองลงมา อาจมีสาเหตุมาจากปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับมีน้อยเกินไป สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 และ 4 : 1,000 อาจมีสาเหตุมาจากปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับมากเกินไป จึงส่งผลกระทบต่อ การสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝัก และหากพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มของการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยในทุกหน่วยการทดลอง จะเห็นได้ว่า อัตราการเพิ่มของการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีความเด่นชัดมากขึ้นในระยะ R_7 จากนั้นจะมีอัตราการเพิ่มของการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยเพียงเล็กน้อยเมื่อเข้าสู่ระยะ R_8

ซึ่งมีความแตกต่างกับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 90) ที่กล่าวว่า อัตราการเพิ่มของการสะสมน้ำหนักของผักเจลลี่จะมีความเด่นชัดขึ้นในระยะ R_6 และมีอัตราการเพิ่มเพียงเล็กน้อยเมื่อเข้าสู่ระยะ R_7 และ R_8 ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุมาจากการทำการทดลองในครั้งนี้มีขึ้นในฤดูฝน ซึ่งเป็นฤดูที่มีช่วงแสงยาวและอาจได้รับแสงไม่เพียงพอ จึงอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการสะสมน้ำหนักแห้งของผักเจลลี่ ทำให้มีระยะเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งของผักเจลลี่ยาวนานขึ้น

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์ภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสัปดาห์ภาพอึเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

	ระยะการเจริญเติบโต			
	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
T ₀	0.84 ^e	1.12 ^g	2.27 ^d	3.20 ^e
T ₁	1.45 ^{bc}	2.07 ^d	3.85 ^c	8.02 ^c
T ₂	1.65 ^a	3.76 ^a	9.15 ^a	13.30 ^a
T ₃	1.45 ^{bc}	2.25 ^c	5.62 ^b	10.67 ^b
T ₄	1.38 ^c	1.87 ^e	3.76 ^c	5.62 ^d
T ₅	1.02 ^d	1.40 ^f	3.23 ^c	3.29 ^e
T ₆	1.54 ^{ab}	2.85 ^b	8.37 ^a	12.93 ^a
CV (ร้อยละ)	6.68	5.57	10.76	7.10

หมายเหตุ: ^{abcdefg} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดังแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

T₀: หน่วยการทดลองควบคุม

T₁: ปุ๋ยน้ำสัปดาห์ภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

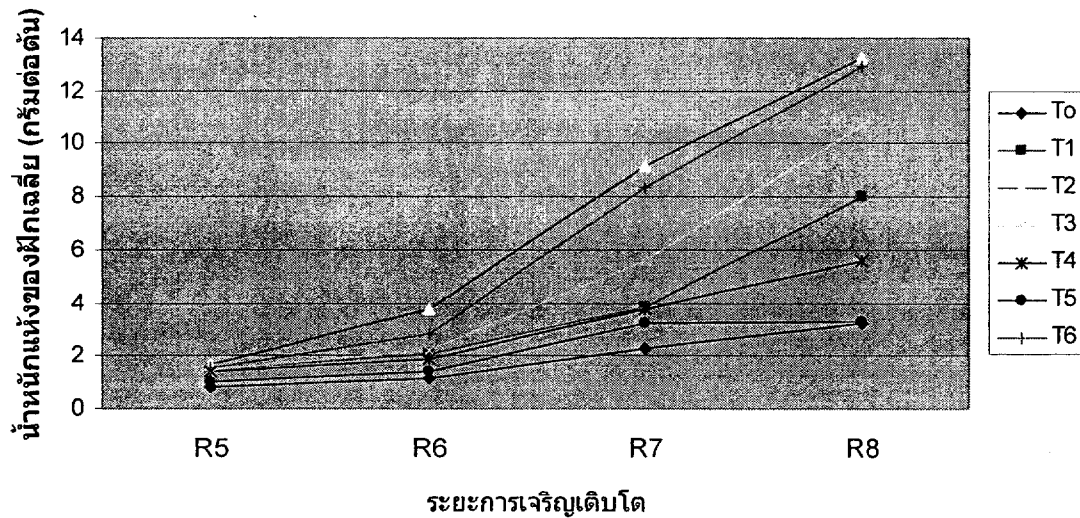
T₂: ปุ๋ยน้ำสัปดาห์ภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T₃: ปุ๋ยน้ำสัปดาห์ภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T₄: ปุ๋ยน้ำสัปดาห์ภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T₅: ปุ๋ยน้ำสัปดาห์ภาพอึเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน



ภาพที่ 4.15 น้ำหนักแห้งของผักเจเลีย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

หมายเหตุ: T_0 : หน่วยการทดลองควบคุม

T_1 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T_2 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T_3 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T_4 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T_5 : น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T_6 : ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.1.4 น้ำหนักแห้งทั้งต้น

น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยในระยะ R_1 ถึง R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.6 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 10 ถึง ก. 15

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ในระยะ R_1 ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุมมีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 1.90 กรัมต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.87 กรัมต่อต้น สำหรับหน่วยการทดลองที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 ซึ่งมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 กรัมต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ที่มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยทั้งต้นเท่ากับ 1.27 กรัมต่อต้น ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุม มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.10, 1.02 และ 1.01 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยหน่วยการทดลองดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_3 ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุมมีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.85 กรัมต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 กรัมต่อต้น ในขณะที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 1 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุม มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.28,

2.01, 1.97, 1.91 และ 1.81 กรัมต่อตัน ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_5 ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายาก ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุมมีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ยังคงมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.46 กรัมต่อตัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 ที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.45 และ 3.22 กรัมต่อตัน ตามลำดับ สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.57, 2.30 และ 2.20 กรัมต่อตัน ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่หน่วยการทดลองควบคุมมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1.74 กรัมต่อตัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 อย่างชัดเจน

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_6 พบว่า การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายาก ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุมมีความแตกต่างกัน โดยหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ยังคงมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 5.64 กรัมต่อตัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.42 กรัมต่อตัน ขณะที่หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 ที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.19 กรัมต่อตัน ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 กรัมต่อตัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหายากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 ที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.24 กรัมต่อตัน ในขณะที่หน่วยการทดลองควบคุมซึ่งมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 2.77 กรัมต่อตัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับทุก ๆ หน่วยการทดลอง

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_7 พบว่า การสะสมน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุมมีความแตกต่างกัน คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ยังคงมีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 9.53 กรัมต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ที่มีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 9.20 กรัมต่อต้น ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 มีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.49 กรัมต่อต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ที่มีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.90 กรัมต่อต้น สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และ 4.27 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยการทดลองควบคุม ซึ่งยังคงมีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 3.44 กรัมต่อต้น

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_8 พบว่า การสะสมน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยของหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุมมีความแตกต่างกัน โดยที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ยังคงมีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 15.33 กรัมต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ที่มีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 14.52 กรัมต่อต้น แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 ซึ่งมีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.22 กรัมต่อต้น สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.53, 6.41 และ 6.29 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยการทดลองควบคุม ที่มีน้ำหนักรากทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.13 กรัมต่อต้น

จากการทดลองในครั้งนี้เห็นได้ว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยได้มากน้อยต่างกัน โดยในทุกระยะของการเจริญเติบโตหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่าน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด ยกเว้นในระยะ R_7 ที่หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีค่ามากที่สุด ในขณะที่หน่วยการทดลองควบคุมมีค่าน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดในทุก ๆ ระยะ ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุมาจากธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที จึงส่งผลให้ถั่วเหลืองมีการพัฒนาที่เร็วขึ้น แต่ในระยะต่อมาถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 เริ่มมีแนวโน้มของการสะสมน้ำหนักรวมมากกว่าถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี อาจมีสาเหตุมาจากคุณสมบัติบางประการของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ช่วยในการส่งเสริมการทำงานของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้มีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้า ๆ พืชจึงมีการพัฒนาที่ช้ากว่าการปลูกด้วยปุ๋ยเคมีในระยะแรก และเนื่องจากสัดส่วนของปริมาณธาตุอาหารและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจึงส่งผลให้ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นได้มากที่สุดในระยะต่อมา นอกจากนี้ยังพบว่า ถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเจริญเติบโต ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ อาทิตยาไชโย (2548: 96) ที่กล่าวว่า เมื่อถึงระยะ R_7 การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยจะลดลงเนื่องจากไม่มีการพัฒนาทางลำต้น และเมื่อถึงระยะ R_8 น้ำหนักแห้งทั้งต้นจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย หรือใกล้เคียงกับระยะ R_7 ทั้งนี้ เพราะการทดลองครั้งนี้ได้มีการทดลองขึ้นในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่มีช่วงแสงสั้นกว่าการทำการทดลองในฤดูแล้ง จึงอาจได้รับแสงที่ไม่เพียงพอ ส่งผลให้ผลการทดลองที่ได้มีความแตกต่างกัน โดยในการทดลองในครั้งนี้ ที่ระยะ R_7 ถั่วเหลืองมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในระยะ R_8 โดยเฉพาะในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 สอดคล้องกับการศึกษาของ อภิพรรณ พุกภักดี (2533 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 78) ที่กล่าวว่า การพัฒนาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม และสอดคล้องกับการศึกษาของ หฤษฎี ภทรดิกล (2534 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 78) ที่กล่าวว่า ถั่วเหลืองที่สุกล่าช้าจะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมต่อต้นสูงกว่าถั่วเหลืองที่สุกแก่เร็ว ซึ่งสอดคล้องกับถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ที่มีระยะสุกแก่ยาวนานที่สุด และมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมต่อต้นสูงที่สุด

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

	ระยะการเจริญเติบโต					
	R ₁	R ₃	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
T ₀	1.01 ^d	1.81 ^c	1.74 ^c	2.77 ^e	3.44 ^e	4.13 ^e
T ₁	1.27 ^{bc}	2.01 ^c	2.57 ^b	4.42 ^c	5.90 ^c	6.53 ^d
T ₂	1.87 ^a	2.85 ^a	3.46 ^a	5.64 ^a	9.53 ^a	15.33 ^a
T ₃	1.46 ^b	2.28 ^{bc}	3.22 ^a	5.19 ^b	6.49 ^b	8.22 ^c
T ₄	1.10 ^{cd}	1.97 ^c	2.30 ^b	3.34 ^c	4.44 ^d	6.41 ^d
T ₅	1.02 ^d	1.91 ^c	2.20 ^{bc}	3.28 ^d	4.27 ^d	6.29 ^d
T ₆	1.90 ^a	2.73 ^{ab}	3.45 ^a	5.42 ^{ab}	9.20 ^a	14.52 ^a
CV (ร้อยละ)	10.10	16.06	11.75	5.06	4.66	5.30

หมายเหตุ: ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

T₀: หน่วยการทดลองควบคุม

T₁: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

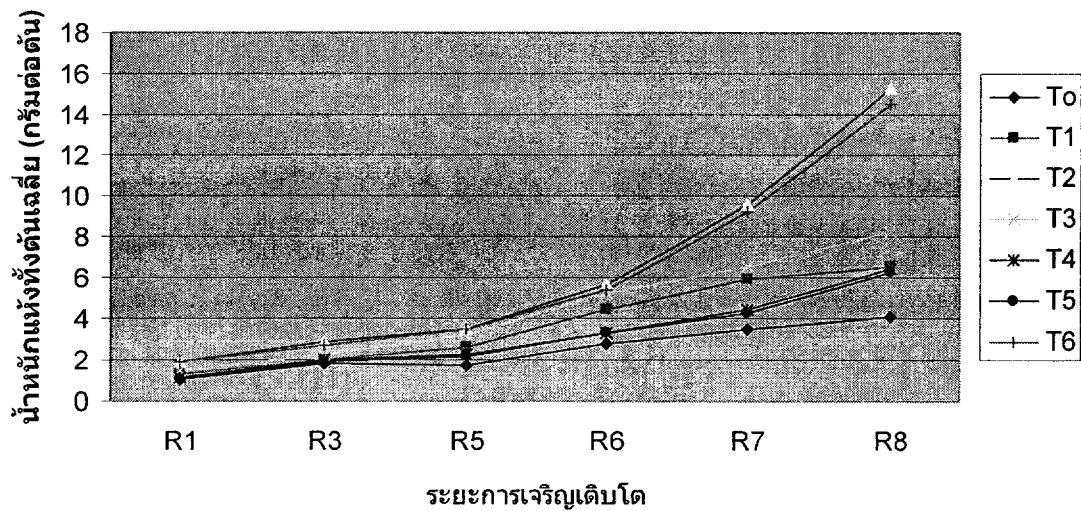
T₂: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T₃: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T₄: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T₅: น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน



ภาพที่ 4.16 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

หมายเหตุ: T_0 : หน่วยการทดลองควบคุม

T_1 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T_2 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T_3 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T_4 : น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T_5 : น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T_6 : ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

องค์ประกอบของผลผลิตพืชตระกูลถั่ว ประกอบด้วย จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดหรือขนาดเมล็ด ซึ่งเมื่อรวมกันจะกลายเป็นผลผลิตของพืช องค์ประกอบผลผลิตได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม พันธุกรรม และการจัดการ แต่ละองค์ประกอบมีความเป็นอิสระต่อกัน ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างกัน เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน องค์ประกอบของผลผลิตใดเกิดขึ้นก่อนก็สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตที่เก็บไว้ในพืชได้ก่อนองค์ประกอบอื่น ๆ และองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบมีความสามารถที่จะชดเชยความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ องค์ประกอบของผลผลิตที่เป็นจำนวนฝักต่อต้นมีความสำคัญมากที่จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือลดลงและเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่เกิดขึ้นก่อนองค์ประกอบผลผลิตอื่น ๆ มีความผันแปรมากและขึ้นกับสภาพแวดล้อม และการจัดการ ถ้าสภาพแวดล้อมดี การจัดการเหมาะสม จำนวนฝักต่อต้นจะสูง และส่งผลทำให้ผลผลิตสูงขึ้น และนอกจากนี้ยังพบอีกว่า การเพิ่มอัตราการปลูกให้เพิ่มสูงขึ้น จำนวนฝักต่อต้นจะลดลง ผลผลิตต่อต้นลดลง แต่ในขณะเดียวกันผลผลิตต่อพื้นที่จะเพิ่มขึ้น สาเหตุเพราะจำนวนต้นมีมากขึ้น และจำนวนฝักต่อพื้นที่มีมากขึ้น ส่วนจำนวนเมล็ดต่อฝักและขนาดเมล็ดจะมีความผันแปรน้อยมากต่อสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้นแสงและการเขตกรรม (การพรวนดิน การกำจัดวัชพืช และอัตราการปลูก) โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม (อภิพรธ พุกภักดี, 2546 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 99)

4.2.1 ผลผลิตต่อกระถาง

ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับการคำนวณผลผลิตต่อกระถางได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ผลผลิตต่อกระถางไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ให้ผลผลิตต่อกระถางสูงที่สุด คือ 121.48 กรัม ซึ่งมีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 30.37 กรัม รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมี ซึ่งให้ผลผลิตต่อกระถาง 89.05 กรัม นั่นคือ มีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 22.26 กรัม สำหรับหน่วยการทดลองที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 1 : 1,000

และ 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม รวมทั้งหน่วยการทดลองควบคุม ซึ่งมีผลผลิตต่อกระถางเท่ากับ 55.50, 39.31, 24.89, 19.20 และ 19.04 กรัม ซึ่งมีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 13.88, 9.83, 6.22, 4.80 และ 4.76 กรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณา พบว่าผลผลิตต่อกระถางของหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่าสูงกว่าหน่วยการทดลองอื่น ๆ เนื่องจากมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในด้านจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักต่อ 100 เมล็ด เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ กฤษฎา หงส์รัตน์ (2546: 81) ที่พบว่า ผลผลิตต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในเดือนมีนาคมเท่ากับ 18.94 กรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหน่วยการทดลองที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมี แต่มีค่ามากกว่าผลผลิตจากหน่วยการทดลองอื่น ๆ เมื่อพิจารณาร่วมกับน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย พบว่า น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองจะแปรผันในทิศทางเดียวกับผลผลิตสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 100) ที่กล่าวว่า เมื่อถั่วเหลืองมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน เป็นไปได้ว่ามีสาเหตุมาจากปริมาณฝน สภาพภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อมที่จัดให้มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติ จึงทำให้ผลผลิตที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่าที่สูงกว่าผลผลิตจากการทดลองดังกล่าว

4.2.2 จำนวนฝักต่อต้น

จำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับสำหรับภาววิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 16 สำหรับภาพรายละเอียดการเก็บข้อมูล ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค ภาพที่ ค. 5 ถึง ค. 12

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองมีความแตกต่างกันโดยถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด คือ 58.00 ฝักต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ซึ่งมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นรองลงมา คือ 54.50 ฝักต่อต้น ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 และ 1 : 1,000 มีจำนวนฝักเท่ากับ 46.25 และ 36.75 ฝักต่อ

ต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ขณะที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุม มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 31.25, 28.00 และ 27.75 ฝัก ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 100) ที่พบว่า จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในช่วงเดือนมกราคม มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 16.50 ฝัก ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนต่างๆ มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยมากกว่า เนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม ปริมาณไลหะหนัก คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในดินที่ใช้ปลูกถั่วเหลืองของการทดลองครั้งนี้อาจมีความเหมาะสมมากกว่า

4.2.3 จำนวนเมล็ดต่อฝัก

จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม โดยได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.17

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.38 เมล็ด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับทุกหน่วยการทดลอง โดยหน่วยการทดลองควบคุม มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1.70 เมล็ด สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยเท่ากับ 2.15 และ 2.00 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยเท่ากับ 1.91, 1.81 และ 1.73 เมล็ด ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.1.4 น้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลือง

น้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000

ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 18

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีการสะสมของน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดมากที่สุด คือ 21.74 กรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ที่มีการสะสมของน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเท่ากับ 18.95 กรัม ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 และ 1 : 1,000 มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเมล็ดเท่ากับ 14.53 และ 14.49 กรัมต่อ 100 เมล็ด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุม มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเมล็ดเท่ากับ 11.01, 10.61 และ 9.69 กรัมต่อ 100 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ กฤษฎา หงส์รัตน์ (2546: 82) ซึ่งทำการทดลองในเดือนมีนาคม พบว่า น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเมล็ดมากที่สุด คือ 13.20 กรัมต่อ 100 เมล็ด ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการทดลองในครั้งนี้ในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 และ 1 : 1,000 ตามลำดับ ทั้งนี้ มีสาเหตุมาจากสภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม ปริมาณโลหะหนัก คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในดินของการทดลองครั้งนี้อาจมีความเหมาะสมมากกว่า

ตารางที่ 4.7 ผลผลิตต่อกระถาง จำนวนผักต้อต้น จำนวนเมล็ดต่อผัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

	ผลผลิตต่อ กระถาง (กรัม)	จำนวนผัก ต้อต้น	จำนวนเมล็ด ต่อผัก	น้ำหนัก (กรัมต่อ 100 เมล็ด)
T ₀	19.04	27.75 ^d	1.70 ^e	9.69 ^d
T ₁	39.31	36.75 ^{cd}	1.91 ^{cd}	14.49 ^c
T ₂	121.48	58.00 ^a	2.38 ^a	21.74 ^a
T ₃	55.50	46.25 ^{bc}	2.00 ^{bc}	14.53 ^c
T ₄	24.89	31.25 ^d	1.81 ^{cde}	11.01 ^d
T ₅	19.20	28.00 ^d	1.73 ^{de}	10.61 ^d
T ₆	89.05	54.50 ^{ab}	2.15 ^b	18.95 ^b
CV (ร้อยละ)	—	13.09	6.99	7.01

หมายเหตุ: ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

T₀: หน่วยการทดลองควบคุม

T₁: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₂: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T₃: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T₄: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T₅: น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.2.6 อัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด

อัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่

ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.8 สำหรับสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 19

จากผลการทดลอง พบว่า อัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่างหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ซึ่งมีอัตราการงอกร้อยละ 97.50 กับหน่วยการทดลองควบคุม ซึ่งมีอัตราการงอกร้อยละ 83.00 และหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี ซึ่งมีอัตราการงอกร้อยละ 81.00 ในขณะที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 1 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ซึ่งมีอัตราการงอกร้อยละ 90.50, 90.00, 89.50 และ 88.50 ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาจากการทดลองจะพบว่า อัตราการงอกของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000 และ 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม มีความแตกต่างกันไม่มาก และอยู่ในอัตราส่วนที่สูง ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุมาจากอัตราการงอกของเมล็ดไม่ได้รับผลกระทบจากการได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนต่าง ๆ แต่จะมีผลจากลักษณะทางพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อมที่ปลูก สอดคล้องกับผลการศึกษาของ อภิพรรณ พุกภักดี (2546 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 101) ที่กล่าวว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองจะถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อมที่ปลูก

ตารางที่ 4.8 อัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

อัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด	
T ₀	83.00 ^b
T ₁	90.00 ^{ab}
T ₂	97.50 ^a
T ₃	90.50 ^{ab}
T ₄	89.50 ^{ab}
T ₅	88.50 ^{ab}
T ₆	81.00 ^b
CV (ร้อยละ)	5.88

หมายเหตุ: ^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

T₀: หน่วยการทดลองควบคุม

T₁: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₂: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T₃: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T₄: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T₅: น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.2.7 คุณค่าทางโภชนา

คุณค่าทางโภชนาของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4. 9

ความชื้นในเมล็ดถั่วเหลืองนั้น จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000, 3 : 1,000, 1 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม หน่วยการทดลองควบคุม และหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณความชื้นในเมล็ดเท่ากับ ร้อยละ 8.54, 7.14, 6.05, 5.01, 4.14, 3.66 และ 3.30 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ กฤษฎา หงส์รัตน์ (2546: 84) ที่กล่าวว่า ปริมาณความชื้นในเมล็ดจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวด้วย โดยถั่วเหลืองที่มีระยะเวลาเก็บเกี่ยวน้อยจะมีความชื้นในเมล็ดน้อย ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการเก็บเกี่ยวก่อนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองอื่น ๆ จึงทำให้มีความชื้นในเมล็ดน้อยที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีระยะเวลาเก็บเกี่ยวมากที่สุด จึงมีปริมาณความชื้นในเมล็ดมากที่สุด

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณโปรตีนของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่ามากที่สุด คือ ร้อยละ 44.49 และหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดรองลงมา คือ ร้อยละ 40.88 ในขณะที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 1 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองควบคุม มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดเท่ากับ ร้อยละ 38.87, 38.11, 34.69, 29.99 และ 29.11 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับในเอกสารพันธุ์ถั่วเหลืองแห่งประเทศไทย (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2543 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 84) ที่กล่าวว่า ปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีปริมาณ ร้อยละ 43.80 ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่าใกล้เคียงกับค่าดังกล่าว ในขณะที่หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาทุกอัตราส่วน หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มมีปริมาณน้อยกว่าค่าดังกล่าว

ปริมาณไขมันในเมล็ด จากการทดลองนี้ พบว่า ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุม มีปริมาณไขมันในเมล็ดมากที่สุด คือ ร้อยละ 24.20 รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000, 1 : 1,000, 3 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีปริมาณไขมันในเมล็ดเท่ากับ ร้อยละ 21.52, 21.19, 20.99, 20.22, 19.98 และ 19.70 ตามลำดับ ซึ่งหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำ

สกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีปริมาณไขมันในเมล็ดน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับในเอกสารพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทย (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2543 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 84) ที่กล่าวว่า ปริมาณไขมันในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จะมีค่าประมาณร้อยละ 20.00 ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองในการทดลองครั้งนี้ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

ปริมาณเยื่อใย จากการทดลองนี้ พบว่า ปริมาณเยื่อใยในเมล็ดถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่าน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 6.07 ส่วนหน่วยการทดลองควบคุม หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณเยื่อใยในเมล็ดเท่ากับ ร้อยละ 9.17, 7.99, 7.08, 6.60, 6.50 และ 6.25 ตามลำดับ

ปริมาณเถ้าจากเมล็ดถั่วเหลือง จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีปริมาณเถ้าจากเมล็ดน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 0.88 ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณเถ้าจากเมล็ดถั่วเหลืองเท่ากับ ร้อยละ 1.37, 1.21, 1.10, 0.92 และ 0.90 ตามลำดับ ส่วนหน่วยการทดลองควบคุมมีปริมาณเถ้าจากเมล็ดมากที่สุด คือ ร้อยละ 2.00

เมื่อพิจารณาจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่มีปริมาณโปรตีนสูงจะมีความชื้นในเมล็ดสูง ปริมาณไขมันในเมล็ดต่ำ มีปริมาณเยื่อใยในเมล็ดต่ำ และมีเถ้าในเมล็ดต่ำ

ตารางที่ 4.9 คุณค่าทางโภชนาของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพ
หนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม
ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

	คุณค่าทางโภชนา (Dry Matter Basis)				
	ความชื้น (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	เยื่อใย (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)
T ₀	3.66	29.11	24.20	9.17	2.00
T ₁	6.05	38.11	20.99	7.08	1.21
T ₂	8.54	44.49	19.70	6.07	0.88
T ₃	7.14	38.87	20.22	6.60	1.10
T ₄	5.01	34.69	21.19	6.50	0.92
T ₅	4.14	29.99	21.52	7.99	1.37
T ₆	3.30	40.88	19.98	6.25	0.90

หมายเหตุ: T₀: หน่วยการทดลองควบคุม

T₁: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₂: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T₃: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

T₄: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T₅: น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.3 ปริมาณโลหะหนัก

4.3. ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการทดลอง

ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูก โดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.10 โดยดินก่อนการทดลองเป็นดินที่ยังไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยใด ๆ ลงไป จึงทำให้ตัวอย่างดินมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ

4.3.1.1 ตะกั่ว

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณตะกั่วเฉลี่ยในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 6.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณตะกั่วที่เฉลี่ยในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 2.15 ถึง 7.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุม มีค่าปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองต่ำสุด คือ 2.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000 และ 3 : 1,000 มีปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองเพิ่มขึ้น คือ 2.35, 2.60, 4.13, 5.96 และ 6.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 มีปริมาณตะกั่วในดินหลังจากการทดลองสูงสุด คือ 7.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539 อ้างถึงใน อาทิตยาไชโย, 2548: 107) ที่รายงานถึงระดับปกติของปริมาณตะกั่วในดินว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 ถึง 30.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ในทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้มีค่าตะกั่วในดินไม่เกินระดับปกติ

4.3.1.2 แคดเมียม

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินมีค่าระหว่าง Tr (Trace หมายถึง จำนวนน้อยมากจนไม่สามารถอ่านค่าได้) ถึง 1.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 มีปริมาณแคดเมียมเฉลี่ยในดินมากที่สุดเท่ากับ 1.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 2 :

1,000, 1 : 1,000 และหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีปริมาณแคดเมียมเหลือในดินเท่ากับ 1.01, 0.88, 0.80 และ 0.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุมไม่สามารถหาปริมาณแคดเมียมที่เหลือในดินได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา (2539 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 107) ที่รายงานถึงระดับปกติของปริมาณแคดเมียมในดินว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 ถึง 2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ปริมาณแคดเมียมที่เหลือในดินของทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้มีค่าไม่เกินระดับปกติ

4.3.1.3 พรอท

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณพรอทในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณพรอทเหลือในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.005 ถึง 0.118 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 มีปริมาณพรอทเหลือในดินเท่ากับ 0.118 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 2 : 1,000 หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม หน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 และหน่วยการทดลองควบคุม มีปริมาณพรอทเหลือในดินเท่ากับ 0.073, 0.019, 0.015, 0.013 และ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีไม่สามารถหาค่าพรอทที่เหลืออยู่ในดินได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา (2539 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 108) ที่รายงานถึงระดับปกติของปริมาณพรอทในดินว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 ถึง 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ปริมาณพรอทที่เหลือในดินหลังการทดลองของทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้มีค่าไม่เกินระดับปกติ

ตารางที่ 4.10 ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

	โลหะหนักในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)					
	ตะกั่ว		แคดเมียม		ปรอท	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
T ₀	6.30	2.15	1.03	Tr.	0.30	0.005
T ₁	6.30	4.13	1.03	0.80	0.30	0.013
T ₂	6.30	5.96	1.03	0.88	0.30	0.019
T ₃	6.30	6.79	1.03	1.01	0.30	0.073
T ₄	6.30	7.12	1.03	1.07	0.30	0.118
T ₅	6.30	2.60	1.03	0.85	0.30	0.015
T ₆	6.30	2.35	1.03	Tr.	0.30	Tr.

หมายเหตุ: Tr. หมายถึง Trace จำนวนน้อยมากจนไม่สามารถอ่านค่าได้

T₀: หน่วยการทดลองควบคุม

T₁: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

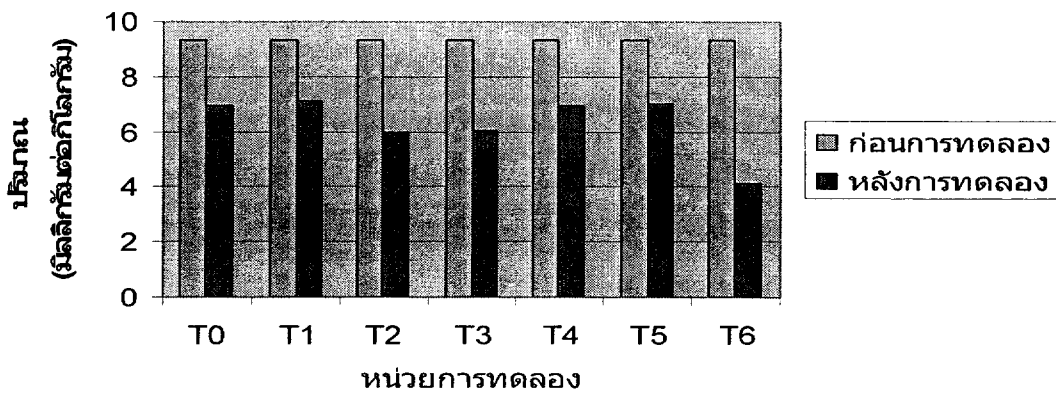
T₂: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000

T₃: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000

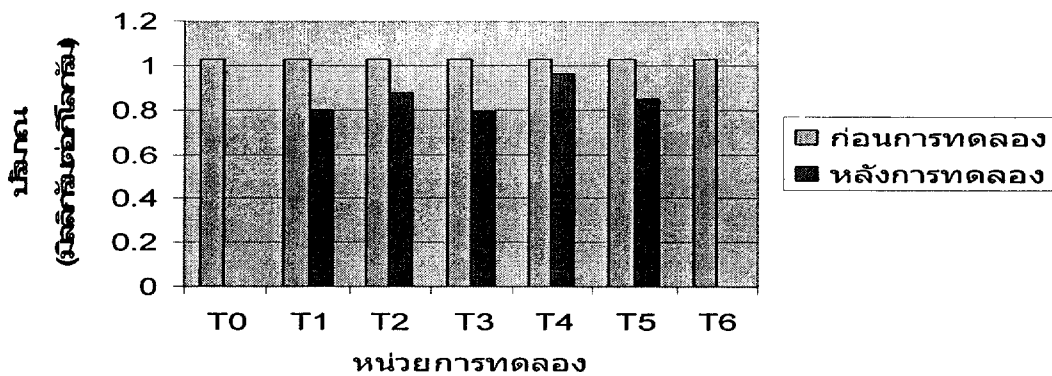
T₄: น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000

T₅: น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000

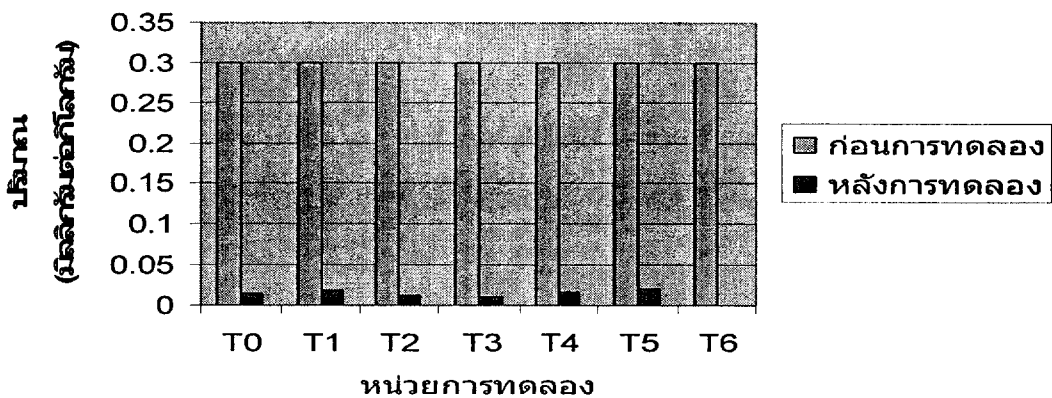
T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองงอก 20 วัน



ปริมาณตะกั่วในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง



ปริมาณแคดเมียมในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง



ปริมาณปรอทในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง

ภาพที่ 4.17 ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

ตารางที่ 4.11 ปริมาณโลหะหนักสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อประโยชน์ในทางเกษตรกรรม
ของประเทศต่าง ๆ

ประเทศ	ปริมาณโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)					
	Pb	Cd	Hg	Ni	Ca	Zn
ฝรั่งเศส	100	2	-	50	100	300
เยอรมัน	100	3	-	50	100	300
อังกฤษ	550	3	-	35	140	280
กลุ่มประชาคมยุโรป	100	3	-	50	100	300
ไทย	10 – 30	0.2 – 1	0.03 – 0.06	25 – 50	12 – 30	40 – 50

แหล่งที่มา: Webber et.al., 1984 อ้างถึงใน เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 89.

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท มีปริมาณลดลงจากเดิมในหน่วยการทดลองส่วนใหญ่ อาจมีสาเหตุมาจากการดูดซึมของตัวเหลือง ประกอบกับเกิดกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดิน หรืออาจถูกชะล้างโดยน้ำที่ไช้รด หรือถูกชะล้างด้วยน้ำฝน จึงส่งผลให้โลหะหนักในดินดังกล่าวมีค่าลดลง สำหรับในหน่วยการทดลองที่มีปริมาณโลหะหนักในดินเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้น้ำสกัดชีวภาพ หนอนตายหยาก อาจมีสาเหตุมาจากการตกค้างของปริมาณโลหะหนักในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ตัวเหลืองในแต่ละหน่วยการทดลองได้รับ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจนำไปศึกษาต่อไป

4.4 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหาร

คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูก ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาใน อัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ได้รับปุ๋ยเคมี และ หน่วยการทดลองควบคุม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.13 โดยที่ดินก่อนการทดลองไม่มีการ วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี เนื่องจากเป็นดินที่ยังไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ ลงไปจึงทำให้ทุกตัวอย่างดิน มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ

4.4.1 ค่าความนำไฟฟ้า

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ค่าความนำไฟฟ้าของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.150 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร ซึ่งดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าความนำไฟฟ้าสูงที่สุดเท่ากับ 0.487 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร และดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตาย หยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000, 2 : 1,000 ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และ ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 รวมทั้งดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีค่าความนำไฟฟ้าในดินเมื่อ สิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 0.405, 0.377, 0.362, 0.284 และ 0.276 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร ในขณะที่ ดินในหน่วยการทดลองควบคุมมีค่าความนำไฟฟ้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองต่ำสุดเท่ากับ 0.240 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร เมื่อพิจารณารายละเอียด พบว่า ค่าความนำไฟฟ้าในดินเมื่อสิ้นสุดการ ทดลองจะผันแปรตามปริมาณน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาที่ใช้ นั่นคือ เมื่อมี อัตราการให้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาแก่ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ดินมีแนวโน้มค่าความนำไฟฟ้าในดินเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม จากการทดลองใน ครั้งนี้ พบว่า ค่าความนำไฟฟ้าในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าไม่เกินระดับที่เหมาะสมสำหรับการ เพาะปลูกพืช คือ ไม่เกิน 2 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร (เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 97) สอดคล้อง กับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 120) ที่กล่าวว่า ค่าความนำไฟฟ้าในดินจะแปรผันตาม ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ คือ เมื่อใช้ปุ๋ยมากขึ้นจะส่งผลให้ดินมีแนวโน้มของค่าความนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยค่า ความนำไฟฟ้าในดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืช คือ ไม่เกิน 2 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร

4.4.2 ค่าความเป็นกรด – เป็นด่าง (pH)

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินเมื่อเริ่มการทดลอง มีค่าเท่ากับ 5.8 เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินมีค่าอยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 6.0 ซึ่งดินในหน่วยการทดลองควบคุมมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) สูงที่สุดคือ 6.0 รองลงมา คือ ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดา ในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000 และ 4 : 1,000 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ลดลงเท่ากับ 5.7, 5.6, 4.4 และ 4.2 ตามลำดับ ส่วนดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 4.9 ในขณะที่ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ต่ำที่สุด คือ 3.5 เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองในครั้งนี้ พบว่า เมื่อเริ่มการทดลองดินมีสภาพเป็นกลางค่อนข้างไปทางกรดอ่อน ๆ ต่อมา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในดินมีฤทธิ์เป็นกลางถึงกรดจัด โดยดินในหน่วยการทดลองควบคุมมีค่าเป็นกลาง อาจเนื่องมาจากไม่ได้มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ ลงไป ส่วนดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความเป็นกรดจัด อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติของปุ๋ยเคมีที่มีความเป็นกรดทำให้มีกรดตกค้างในดิน ส่งผลให้ดินมีความเป็นกรดสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดามีความเป็นกรดสูงขึ้นเช่นกัน อาจเนื่องมาจากอินทรีย์วัตถุที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากส่งผลให้มีกรดอินทรีย์ต่าง ๆ เกิดขึ้น ทำให้ดินมีความเป็นกรดสูงขึ้น เพราะในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีค่าความเป็นกรดเช่นกัน เมื่อถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองได้รับปริมาณน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเพิ่มขึ้นจึงมีการสะสมความเป็นกรดในดิน ทำให้ดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าความเป็นกรดสูงขึ้น

4.4.3 ปริมาณไนโตรเจน

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในดินเมื่อเริ่มการทดลองจะมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.207 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่เหลือในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.208 ถึง 0.296 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000, 4 : 1,000, 3 : 1,000, 1 : 1,000 ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และดินในหน่วยการทดลองควบคุม มีปริมาณไนโตรเจนในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 0.296, 0.235, 0.221, 0.214, 0.212, 0.210 และ 0.208 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากผล

การทดลอง พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นจากเมื่อเริ่มการทดลองในทุกหน่วยการทดลอง สอดคล้องกับการศึกษาของ กฤษฎา หงส์รัตน์ (2546: 93) ที่กล่าวว่า ปริมาณไนโตรเจนในทุกหน่วยการทดลองไม่ลดลงถึงแม้ว่าถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการไนโตรเจนค่อนข้างสูง เนื่องจากถั่วเหลืองสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศจากกระบวนการตรึงไนโตรเจน (N – fixation) ได้อย่างเพียงพอ และสะสมอยู่ในดินหากถั่วเหลืองนำไปใช้ไม่หมด

4.4.4 ปริมาณฟอสฟอรัส

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในดินเมื่อเริ่มการทดลองเท่ากับ 12.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เหลืออยู่ในดินมีค่าระหว่าง 7.19 ถึง 24.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินสูงที่สุด คือ 24.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000, 3 : 1,000, 1 : 1,000 ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม และดินในหน่วยการทดลองควบคุม มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 16.74, 15.95, 12.97, 11.12 และ 10.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณฟอสฟอรัสเมื่อสิ้นสุดการทดลองต่ำสุด คือ 7.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อพิจารณาจากการทดลองนี้ พบว่า เมื่อเริ่มการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลืองในตารางที่ 4.12 เมื่อสิ้นสุดการทดลองระดับความสมบูรณ์ของดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีค่าลดลงอยู่ในระดับต่ำ และดินในหน่วยการทดลองควบคุม รวมทั้งดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการดึงธาตุอาหารในดินไปใช้ของพืชจึงทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังการทดลองมีค่าลดลง สำหรับดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วนต่าง ๆ มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ถั่วเหลืองได้รับทำให้จุลินทรีย์ในดินสามารถทำงานได้ดีขึ้น และปลดปล่อยปริมาณธาตุอาหารสู่ดินมากขึ้น โดยดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดามีปริมาณฟอสฟอรัสเมื่อสิ้นสุดการทดลองมากที่สุด อาจเนื่องมาจากได้รับปริมาณน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ในดิน จึงทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นสูงกว่าดินในหน่วยการทดลองอื่น ๆ รวมทั้งฟอสฟอรัสที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ

อาทิตยา ไชโย (2548: 122) ที่กล่าวว่า เมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไปจะทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และอาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำฟอสฟอรัสที่ได้รับไปใช้ได้หมด จึงทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสเหลือตกค้างในดินปริมาณมากขึ้นกว่าเดิม และปริมาณฟอสฟอรัสจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เพิ่มขึ้น

4.4.5 ปริมาณโปตัสเซียม

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณโปตัสเซียมในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 92.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณโปตัสเซียมที่เหลืออยู่ในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 50.25 ถึง 197.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีปริมาณโปตัสเซียมมากที่สุดเท่ากับ 197.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000, 3 : 1,000, 1 : 1,000 ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีรวมทั้งดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีปริมาณโปตัสเซียมเท่ากับ 135.03, 124.58, 113.87, 87.33 และ 59.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินในหน่วยการทดลองควบคุมมีปริมาณโปตัสเซียมเหลือน้อยที่สุด คือ 50.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองในครั้งนี้ พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณโปตัสเซียมในดินเพิ่มขึ้นในหน่วยการทดลองที่มีการให้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในทุกหน่วยการทดลอง อาจเนื่องมาจากเมื่อดินได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก คุณสมบัติของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีส่วนช่วยให้จุลินทรีย์ในดินทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และปล่อยธาตุอาหารออกมาเพิ่มเติมในดิน ซึ่งถั่วเหลืองไม่อาจนำโปตัสเซียมไปใช้ได้หมดจึงตกค้างเหลืออยู่ในดินหลังการทดลองในปริมาณสูงกว่าเมื่อเริ่มการทดลอง สอดคล้องกับการศึกษาของอาทิตยา ไชโย (2548: 123) ที่กล่าวว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณโปตัสเซียมตกค้างเหลือในดินเพิ่มเติมขึ้นจากเดิม เนื่องจากเมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไปทำให้มีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และถั่วเหลืองไม่สามารถนำโปตัสเซียมที่ได้รับไปใช้ได้หมด จึงมีปริมาณโปตัสเซียมเหลือตกค้างในดินมากขึ้นจากเดิม และยังพบว่าปริมาณโปตัสเซียมในดินมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เพิ่มขึ้น

4.4.6 ปริมาณแคลเซียม

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณแคลเซียมในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 415.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณแคลเซียมในดินมีค่าอยู่ระหว่าง

80.62 ถึง 579.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี หน่วยการทดลองควบคุม และดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม มีปริมาณแคลเซียมลดลงเท่ากับ 80.62, 89.87 และ 103.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองดังกล่าวดึงแคลเซียมไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ จึงทำให้ปริมาณแคลเซียมในดินเหลือน้อยลง ส่วนดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000 และ 4 : 1,000 ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมเหลือในดินเท่ากับ 480.04, 579.32, 687.65 และ 733.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อาจมีสาเหตุมาจากหน่วยการทดลองดังกล่าวได้รับปริมาณน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น และถั่วเหลืองไม่สามารถนำไปใช้ได้หมด จึงทำให้มีแคลเซียมเหลือตกค้างในดินเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 123) ที่กล่าวว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณแคลเซียมเหลือตกค้างในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม เนื่องจากเมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไป ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น และถั่วเหลืองอาจนำไปใช้ไม่หมด จึงเหลือแคลเซียมตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม

4.4.7 ปริมาณแมกนีเซียม

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 68.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่เหลืออยู่ในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 55.97 ถึง 204.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินในหน่วยการทดลองควบคุม ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม รวมทั้งดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณแมกนีเซียมเหลือในดิน เท่ากับ 55.97, 59.05 และ 59.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองดังกล่าวดึงแมกนีเซียมในดินไปใช้ในกระบวนการพัฒนาการเจริญเติบโตและผลผลิต ทำให้เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณแมกนีเซียมในดินจึงลดลง ส่วนดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000 และ 4 : 1,000 มีปริมาณแมกนีเซียมเหลือในดินเพิ่มขึ้น เท่ากับ 75.44, 108.43, 197.15 และ 204.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองดังกล่าวได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งในน้ำสกัดชีวภาพมีธาตุอาหารแมกนีเซียม จึงทำให้ถั่วเหลืองได้รับปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นและไม่สามารถนำไปใช้ได้หมดจึงเหลือตกค้างในดิน เมื่อสิ้นสุดการทดลองจึงทำให้มีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ถั่ว

เหลืองในแต่ละหน่วยการทดลองได้รับ สอดคล้องกับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 124) ที่กล่าวว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณแมกนีเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม เนื่องจากเมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไปทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และถั่วเหลือง อาจนำแมกนีเซียมที่ได้ไปใช้ไม่หมด จึงทำให้มีปริมาณแมกนีเซียมตกค้างในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า แมกนีเซียมในดินมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการให้ปุ๋ยแก่ถั่วเหลืองในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ปริมาณแมกนีเซียมจะมีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า โดยเมื่อดินเมื่อมีแมกนีเซียมสูงจะส่งผลให้ดินมีค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้นด้วย

4.4.8 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 2.17 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเหลืออยู่ร้อยละ 0.74 ถึง 6.01 ดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำสุด คือ ร้อยละ 0.74 รองลงมา คือ ดินในหน่วยการทดลองควบคุมที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ ร้อยละ 0.82 เนื่องจากถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองดังกล่าวไม่ได้มีการเติมปุ๋ยที่มีอินทรีย์วัตถุใด ๆ ลงไป เมื่อสิ้นสุดการทดลองอินทรีย์วัตถุในดินจึงลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และธาตุอาหารสำหรับถั่วเหลืองตามตารางที่ 4.12 พบว่า อยู่ในระดับต่ำ ส่วนดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม รวมทั้งดินในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000 และ 4 : 1,000 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเหลืออยู่เพิ่มขึ้น เท่ากับ ร้อยละ 2.39, 3.87, 4.44, 5.63 และ 6.01 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการให้น้ำสกัดชีวภาพซึ่งมีคุณสมบัติในการย่อยสลายจุลินทรีย์ในดิน ทำให้เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณจุลินทรีย์ในดินอยู่เป็นจำนวนมาก และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามลำดับอัตราส่วนของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติที่ถั่วเหลืองในแต่ละหน่วยการทดลองได้รับ รวมทั้งในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีอินทรีย์วัตถุอยู่บางส่วน รวมทั้งในหน่วยการทดลองดังกล่าวมีปริมาณการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองมากขึ้น จึงอาจมีเศษซากพืชตกค้างอยู่ในดินมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 125) ที่กล่าวว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง ดินในหน่วยการทดลองควบคุมมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงจากเดิม เนื่องจากไม่มีการใส่อินทรีย์วัตถุลงไป เมื่อถั่วเหลืองดูดสารอินทรีย์ในดินไปใช้จึงทำให้อินทรีย์วัตถุในดินลดลง ส่วนหน่วยการทดลองที่ได้รับการให้ปุ๋ยจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นจากเดิม เนื่องจากปุ๋ยที่ใช้ในการทดลองมีอินทรีย์วัตถุอยู่ จึงส่งผลให้เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีอินทรีย์วัตถุตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.12 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลือง

ค่าวิเคราะห์	ต่ำ	กลาง	สูง
ความเป็นกรดเป็นด่าง	<5.5	5.5 – 6.0	6.0 – 6.8
ไนโตรเจน (มก./กก.)	<0.03	0.08 – 0.13	>0.13
ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	<8.00	8.00 – 12.00	>12.00
โปตัสเซียม (มก./กก.)	<50.00	50.00 – 100.00	>100.00
แคลเซียม (มก./กก.)	<100.00	100.00 – 400.00	>140.00
แมกนีเซียม (มก./กก.)	<20.00	20.00 – 30.00	>30.00
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	<1.00	1.00 – 1.50	>1.50

แหล่งที่มา: สุวพันธุ์ รัตนรัตน์ และสายใจ สุชาติกุล, 2542 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546:

ตารางที่ 4.13 ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อหน้า
ธรรมชาติในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน น้ำสกัดชีวภาพเอเอ็ม ปุ๋ยเคมี และหน่วยการทดลองควบคุม

ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง																
ความนำไฟฟ้า (มิลลิโมห์/เซนติเมตร)		ค่าความเป็นกรด - ต่าง (pH)		ไนโตรเจน (ร้อยละ)		ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		โปตัสเซียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		แคลเซียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		แมกนีเซียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)		
เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	
T ₀	0.150	0.240	5.8	6.0	0.207	0.208	12.74	10.20	92.22	50.25	415.65	89.87	68.73	55.97	2.17	0.82
T ₁	0.150	0.284	5.8	5.7	0.207	0.244	12.74	12.97	92.22	113.87	415.65	480.04	68.73	75.44	2.17	3.87
T ₂	0.150	0.377	5.8	5.6	0.207	0.296	12.74	24.53	92.22	197.56	415.65	579.32	68.73	108.43	2.17	4.44
T ₃	0.150	0.405	5.8	4.4	0.207	0.221	12.74	15.95	92.22	124.58	415.65	687.65	68.73	197.15	2.17	5.63
T ₄	0.150	0.487	5.8	4.2	0.207	0.235	12.74	16.74	92.22	135.03	415.65	733.21	68.73	204.69	2.17	6.01
T ₅	0.150	0.276	5.8	4.9	0.207	0.212	12.74	11.21	92.22	59.27	415.65	103.88	68.73	59.05	2.17	2.93
T ₆	0.150	0.362	5.8	3.5	0.207	0.210	12.74	7.19	92.22	87.33	415.65	80.62	68.73	59.84	2.17	0.74

หมายเหตุ:

T₀: หน่วยการทดลองควบคุม

T₂: ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อหน้าอัตราส่วน 2 : 1,000

T₄: ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อหน้าอัตราส่วน 4 : 1,000

T₆: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากรดน้ำถั่วเหลือง 20

T₁: ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อหน้าอัตราส่วน 1 : 1,000

T₃: ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อหน้าอัตราส่วน 3 : 1,000

T₅: ปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพเอเอ็มต่อหน้าอัตราส่วน 1 : 1,000

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเกี่ยวกับการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลือง โดยมีการให้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 (T_1), 2 : 1,000 (T_2), 3 : 1,000 (T_3), 4 : 1,000 (T_4) มิลลิลิตร การใช้น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มในอัตราส่วน 1 : 1,000 มิลลิลิตร (T_5) การใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับพืชไร่ สูตร 12 – 24 – 12 ปริมาณ 10 กรัม หลังจากต้นถั่วเหลืองออก 20 วัน (T_6) และหน่วยการทดลองควบคุม (Control Group) (T_0) เพื่อให้ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

1. การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ($V_1 - V_6$) ของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 หน่วยการทดลองควบคุม และได้รับน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มใช้ระยะเวลามากที่สุด
2. การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ ($R_1 - R_6$) ของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 ใช้ระยะเวลามากที่สุด
3. ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้น และความสูงเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุม มีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้น และความสูงเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุด
4. ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีพื้นที่ใบต่อสองต้นมากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุม มีพื้นที่ใบต่อสองต้นน้อยที่สุด
5. การสะสมน้ำหนักแห้งของฝักในระยะ R_3 ไม่สามารถวัดค่าได้ ในระยะ R_5 ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝัก

น้อยที่สุดเช่นเดียวกันทั้งระยะ R_6 , R_7 และ R_8

6. ในระยะ R_1 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นมากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นน้อยที่สุด สำหรับระยะ R_3 , R_5 , R_6 , R_7 และ R_8 ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นมากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุม มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นน้อยที่สุด

7. ผลผลิตต่อกระถางของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่ามากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีผลผลิตต่อกระถางน้อยที่สุด

8. จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่ามากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีจำนวนฝักต่อต้นน้อยที่สุด

9. จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่ามากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีจำนวนเมล็ดต่อฝักน้อยที่สุด

10. น้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่ามากที่สุด ถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีน้ำหนัก 100 เมล็ดน้อยที่สุด

11. อัตราการงอกต่อ 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่ามากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีอัตราการงอกต่อ 100 เมล็ดน้อยที่สุด

12. ปริมาณโปรตีน และความชื้นในเมล็ดของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่ามากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีปริมาณโปรตีน และความชื้นในเมล็ดน้อยที่สุด

13. ปริมาณเยื่อใย และเถ้าในเมล็ดของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีปริมาณมากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีปริมาณเยื่อใย และเถ้าในเมล็ดน้อยที่สุด

14. ปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุมมีค่ามากที่สุด ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 มีค่าน้อยที่สุด

15. ลักษณะสมบัติทางเคมี ปริมาณโลหะหนัก และปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองมีค่าอยู่ในระดับมาตรฐาน โดยที่ปริมาณธาตุอาหารในดินผันแปรตามปริมาณน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ใช้

16. น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000 สามารถใช้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการปลูกถั่วเหลืองได้ โดยทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และน้ำสกัดชีวภาพอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติในการส่งเสริมให้จุลินทรีย์ในดินทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า มีข้อเสนอแนะที่สำคัญ ดังนี้

1. การศึกษาในครั้งต่อไป ควรมีการนำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่นำมาใช้ในการทดลองไปทดสอบปริมาณโลหะหนักเบื้องต้น เช่น ตะกั่ว แคดเมียม โปรท และสารพิษอื่น ๆ เพื่อจะได้ทราบถึงอัตราการใช้ประโยชน์ที่ปลอดภัยจากความเป็นพิษของโลหะหนักและสารพิษอื่น ๆ

2. ควรมีการศึกษาธาตุอาหารรองอื่น ๆ ในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก นอกเหนือจากแคลเซียม และแมกนีเซียม เช่น เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีน เนื่องจากเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืช

3. ควรศึกษาถึงอิทธิพลของรูปแบบ และวิธีในการให้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากแก่ถั่วเหลืองเปรียบเทียบกัน เช่น การราดรดโคนต้น การฉีดพ่นทางใบ และการฉีดอัดลงสู่ดิน ว่ามีผลต่อการพัฒนากระบวนการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในด้านสมรรถภาพ ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลืองอย่างไร เพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดและสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้

4. ควรศึกษาถึงสารเป็นพิษที่มีอยู่ในพืชสมุนไพรหนอนตายหยากที่ถั่วเหลืองอาจดูดซึมเข้าไปในลำต้นและผลผลิตจนก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อถั่วเหลือง และต่อเนื่องตามห่วงโซ่อาหารมาถึงผู้บริโภค รวมทั้งอาจตกค้างเป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม

5. จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ผลพลอยได้จากการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากกับถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่มีการใช้ในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะส่งผลให้ไม่มีแมลงศัตรูพืชมารบกวน เนื่องจากพืชสมุนไพรหนอนตายหยากมีฤทธิ์ที่เป็นพิษต่อแมลง จึงควรศึกษาถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากไปใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ

6. พืชสมุนไพรหนอนตายหยากที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีราคาค่อนข้างแพง เนื่องจากเกษตรกรที่ปลูกพืชสมุนไพรหนอนตายหยากเพื่อจำหน่ายมีไม่มาก จึงควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจปลูกเพื่อใช้เองในครัวเรือน เพราะเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดี และหากมีในปริมาณมากสามารถนำมาจำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรได้

7. ควรมีการศึกษาแนวทางในการใช้พืชชนิดอื่นที่สามารถหาได้ง่ายและราคาถูกกว่าหนอนตายหยากมาใช้ผลิตน้ำสกัดชีวภาพที่อาจส่งผลให้เกิดการพัฒนากระบวนการเติบโตของถั่วเหลืองในด้านสมรรถภาพ ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลือง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ โดยการศึกษาสูตรน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช

8. หากมีการศึกษาการนำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากไปใช้ในการป้องกันและปราบแมลงศัตรูพืชอาจมีความเหมาะสมและคุ้มค่ากว่า เนื่องจากพืชสมุนไพรหนอนตายหยากมีสารที่มีฤทธิ์เป็นพิษต่อแมลงศัตรูพืช

9. ควรมีการเผยแพร่ผลการศึกษาต่อสาธารณะ เพื่อเกษตรกรและผู้สนใจสามารถนำผลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านต้นทุน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากร และการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไป

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. ลักษณะและสมบัติของชุดดินภาคกลาง. **ชุดดินลพบุรี (Lop Buri Series: Lb)**. ค้นวันที่ 4 มิถุนายน 2551 จาก http://www.idd.go.th/thaisoils_museum/pf_desc/central/Lb.htm.
- กรมวิชาการเกษตร. 2543. **รายงานการวิจัยน้ำสกัดชีวภาพ**. กรุงเทพมหานคร: กองเกษตรเคมี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. 2550. **น้ำสกัดชีวภาพ**. ค้นวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2550 จาก <http://www.doa.go.th/th/ShowArticles.aspx?id=174>.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. **ผักพื้นบ้าน**. ค้นวันที่ 14 พฤศจิกายน 2549 จาก <http://www.fs.doae.go.th>
- กฤษฎา หงส์รัตน์. 2546. **การศึกษาการใช้มูลกิ้งก่าทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- เกศกมล เสริมวิริยะกุล. 2547. **การศึกษาการใช้กากตะกอนน้ำเสียชุมชนทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ไกรสิทธิ์ กรรณสูตร. 2547. **โครงการชีววิถีเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน**. พิมพ์ครั้งที่ 23. กรุงเทพมหานคร: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
- จิตติญาณ ไกรสูงเนิน. 2546. **การผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์: รูปแบบการผลิตพืชเพื่อความยั่งยืน**. สารนิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ดวงพร คันทโชติ. **นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2542. **มูลไก่อัดเม็ด เทคโนโลยีระดับชาวบ้าน. เทคโนโลยีชาวบ้าน**. 12 (224): 44 – 45
- ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, วิโรจน์ กิตติคุณ, รุ่งจรัส หุตะเจริญ, สัณชัย จตุรสิทธิ์ และสุทธาพันธ์ โพธิ์กำเนิด. 2545. **การใช้รากสมุนไพรหนอนตายหายากผสมในอาหารและมูลไก่เพื่อควบคุมหนอนแมลงวัน**. II. พัฒนาการของหนอนแมลงวัน. แก่นเกษตร 30 (2): 137 – 145

- นลินี ว่องมงคลฤทธิ์. 2536. **ปุ๋ยอินทรีย์**. พระนครศรีอยุธยา: คณะเกษตรศาสตร์บางพระ (พระนครศรีอยุธยา หันตรา) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- พงษ์ พุกษา. 2547. **เกษตรอินทรีย์ ชุด ปุ๋ยและน้ำสกัดชีวภาพ**. กรุงเทพมหานคร: นีออน บุ๊คมีเดีย.
- พะยอม ตันติวัฒน์. 2521. **สมุนไพร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สมาคมสมุนไพรแห่งประเทศไทย.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil Fertility)**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. **ชุดคู่มือการเกษตร ปุ๋ยอินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: บ้านและสวน.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. **ปุ๋ยอินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- โรงเรียนธีรภาณูที่บ้านไผ่. 2545. **หนอนตายหยาก**. ค้นวันที่ 21 พฤศจิกายน 2549 จาก http://www.tkb.ac.th/~computer/project/c0254_45/c025445/web502/13-37/non_tayyak.html.
- วิทยาลัยการจัดการทางสังคม. 2549. **ชุดองค์ความรู้ชุมชนแก้ไขปัญหาความยากจน เกษตรอินทรีย์ ตำบลคลองโค อำเภอมือง จังหวัดสุรินทร์**. ค้นวันที่ 14 พฤศจิกายน 2550 จาก http://www.thaiknowledge.org/board/board_show.php?brd_id=15&bdt_id=694-83k.
- วันชัย ตันติวิทยาพิทักษ์. 2547. **เมื่อปลาจะกินดาว 4 รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อม 10 เรื่องในรอบปี 2547**. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- วินทร์ เลียววาริณ. 2548. **ปลาที่ว่ายในสนามฟุตบอล**. กรุงเทพมหานคร: 113.
- วิวัฒน์ ศัลยกำธร. 2549. **พัฒนาการสิทธิมนุษยชนสู่ระบบเศรษฐกิจพอเพียง**. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: ชมรมสิทธิมนุษยชนแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- วีรพล จันทรสวรรค์, สถาพร จิตตपालพงศ์ และนนุช จันทราช. 2536. **ประสิทธิภาพของสารสกัดหนอนตายหยากต่อเห็บโค**. วิทยสารเกษตรศาสตร์ 27(3): 366 – 340

- ศกุนตลา ณ หนองคาย. 2547. **โครงการชีวิตวิถีเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน**. พิมพ์ครั้งที่ 23. กรุงเทพมหานคร: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
- ศิริชัยบุญไพโรจน์บริบูรณ์. 2545. **เมื่อปลาจะกินดาว 2 รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 10 เรื่องในรอบปี 2545**. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ศุภณีย์กอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติคิวเซ (มูลนิธิ). 2543. **การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์อีเอ็มเพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในวันนี้**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนา.
- สมเกียรติ สุวรรณศิริ. 2547. **ปุ๋ยน้ำชีวภาพหรือน้ำสกัดชีวภาพและการประยุกต์ใช้ในกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (อีเอ็ม) ด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2547. **กุญแจสู่ความสำเร็จ ป่าชุมชนของคนรากหญ้า**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. 2548. **น้ำหมักชีวภาพสูตรไล่แมลง**. ค้นวันที่ 14 พฤศจิกายน 2550 จาก <http://www.km.doae.go.th/admin/uploadfile/ayut0016.doc>.
- สุทธาพันธ์ โพธิ์กำเนิด. 2544. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สมุนไพรหนอนตายหายากผสมอาหารไก่เพื่อควบคุมปริมาณหนอนแมลงวันในมูลไก่**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุภาณี พิมพ์สมาน, รัตนาภรณ์ พรหมศรีธธา และสังวาล สมบูรณ์. 2547. **รายงานการวิจัยสารสกัดจากหนอนตายหายาก (Stemona spp.) เพื่อการควบคุมแมลงศัตรูพืช**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุริยา สาสนรักกิจ. 2542. **ปุ๋ยน้ำชีวภาพ**. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์ และคณะ. 2547. **รายงานการวิจัย การศึกษาการผลิตและการขยายพันธุ์หนอนตายหายาก**. อุบลราชธานี: คณะเกษตรศาสตร์และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

- อาทิตยา ไชโย. 2548. การศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี
สำหรับการผลิตถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบัน
บัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2548. ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Dongliang, Cheng. and others. 1988. A Study of *Stemona* Alkaloids, III. Application of
2D – MNR Spectroscopy in The Structure Determination of Stemonine. **Journal of
National Product**. 51 (March – April): 202
- SAS Institute. 1996. **User's Guide, Version 6.12**. Cary, N.C.: U.S.A: SAS Institute.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางที่ ก. 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนข้อต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์
เซียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายหยากต่อน้ำ
ธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์
อีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลอง
ควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	90.714	15.119	6.865	2.57	3.81
Ex.Error	21	46.250	2.202			
Total	27	136.964	5.073			

GRAND MEAN = 11.46428571428571
CV = 12.94 %
LSD .05 = 2.182703
LSD .01 = 2.970784

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =    na1
*   NUMBER OF MEANS              =     7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =    21
*   ERROR MEAN SQUARE            =    2.20238090
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =    0.74202102
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T6		14	A
T2		13.25	AB
T3		12.5	AB
T1		11	ABC
T4		10.75	ABC
T5		10.5	BC
T0		8.25	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T6		14	A
T2		13.25	AB
T3		12.5	ABC
T1		11	BC
T4		10.75	C
T5		10.5	C
T0		8.25	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงต่อต้านของถั่วเหลืองพันธุ์
เซียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายหยากต่อน้ำ
ธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์
อีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลอง
ควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	4800.357	800.060	12.170	2.57	3.81
Ex.Error	21	1380.500	65.738			
Total	27	6190.857	228.921			

GRAND MEAN = 76.42857142857143
CV = 10.61 %
LSD .05 = 11.92496
LSD .01 = 16.23056

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na2
*   NUMBER OF MEANS              =      7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      65.73809814
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      4.05395174
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T6		97	A
T2		92	A
T3		81.25	AB
T1		72.5	BC
T4		68.25	BC
T5		64.5	BC
T0		59.5	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T6		97	A
T2		92	AB
T3		81.25	BC
T1		72.5	CD
T4		68.25	DE
T5		64.5	DE
T0		59.5	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองด้านของถั่วเหลืองพันธุ์
เซียงใหม่ 60 ในระยะ R₁ ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายหยากต่อน้ำ
ธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์
อีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลอง
ควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	59806.759	9967.793	124.046	3.87	7.19
Ex.error	7	562.491	80.356			
Total	13	60369.229	4643.787			

GRAND MEAN = 197.5714285714285
CV = 4.54 %
LSD .05 = 21.20019
LSD .01 = 31.36552

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      NA123
*   NUMBER OF MEANS              =           7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =           7
*   ERROR MEAN SQUARE            =      80.35578918
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      6.33860350
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T6		288.45	A
T2		272.55	AB
T3		239.3	B
T1		192.25	C
T4		147.55	D
T5		130.45	D
T0		112.45	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T6		288.45	A
T2		272.55	A
T3		239.3	B
T1		192.25	C
T4		147.55	D
T5		130.45	DE
T0		112.45	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองด้านของถั่วเหลืองพันธุ์
เซียงใหม่ 60 ในระยะ R_3 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายหยากต่อน้ำ
ธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์
อีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลอง
ควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	332154.934	55359.156	888.408	3.87	7.19
Ex.error	7	436.189	62.313			
Total	13	332591.069	25583.928			

GRAND MEAN = 355.5071428571429
CV = 2.22 %
LSD .05 = 18.66894
LSD .01 = 27.62056

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =   NA456
*   NUMBER OF MEANS              =       7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =       7
*   ERROR MEAN SQUARE            =   62.31277466
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =   5.58179092
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T6		587.5	A
T2		519.55	B
T3		442.45	C
T1		324.3	D
T4		262.1	E
T5		220.35	F
T0		132.3	G

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T6		587.5	A
T2		519.55	B
T3		442.45	C
T1		324.3	D
T4		262.1	E
T5		220.35	F
T0		132.3	G

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองด้านของถั่วเหลืองพันธุ์
เซียงใหม่ 60 ในระยะ R_5 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์หนอนตายหยากต่อน้ำ
ธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์
อีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลอง
ควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	399888.237	66648.040	1061.092	3.87	7.19
Ex.error	7	439.676	62.811			
Total	13	400327.892	30794.453			

GRAND MEAN = 436.5357142857143
CV = 1.82 %
LSD .05 = 18.7434
LSD .01 = 27.73072

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =   NA789
*   NUMBER OF MEANS              =       7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =       7
*   ERROR MEAN SQUARE            =   62.81079102
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =   5.60405159
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T6		721.5	A
T2		614.35	B
T3		486.5	C
T1		400.65	D
T4		330.15	E
T5		292.5	F
T0		210.1	G

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T6		721.5	A
T2		614.35	B
T3		486.5	C
T1		400.65	D
T4		330.15	E
T5		292.5	F
T0		210.1	G

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยต่อต้น ในระยะ R_5 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์ละ 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์ละ 1,000 ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์ละ 1,000 ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	2.057	0.343	43.328	2.57	3.81
Ex.error	21	0.166	0.008			
Total	27	2.223	0.082			

GRAND MEAN = 1.330714285714286
 CV = 6.68 %
 LSD .05 = .1308244
 LSD .01 = .1780596

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na6
*   NUMBER OF MEANS              =      7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.00791191
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.04447445
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		1.65	A
T6		1.535	AB
T3		1.45	B
T1		1.4475	B
T4		1.3775	B
T5		1.015	C
T0		.84	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T6		1.65	A
T2		1.535	AB
T3		1.45	BC
T1		1.4475	BC
T4		1.3775	C
T5		1.015	D
T0		.84	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยต่อต้น ในระยะ R_6 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์ละ 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์ละ 1,000 ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์ละ 1,000 ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F. 05	F. 01
Treatment	6	19.112	3.185	214.827	2.57	3.81
Ex.error	21	0.311	0.015			
Total	27	19.423	0.719			

GRAND MEAN = 2.186785714285715
 CV = 5.57 %
 LSD .05 = .1790932
 LSD .01 = .2437562

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na7
*   NUMBER OF MEANS              =      7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.01482729
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.06088368
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		3.755	A
T6		2.85	B
T3		2.25	C
T1		2.065	CD
T4		1.87	D
T5		1.395	E
T0		1.1225	F

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		3.755	A
T6		2.85	B
T3		2.25	C
T1		2.065	D
T4		1.87	E
T5		1.395	F
T0		1.1225	G

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยต่อต้น ในระยะ R₇ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพอ้อมต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F. 05	F. 01
Treatment	6	168.884	28.147	90.679	2.57	3.81
Ex.error	21	6.519	0.310			
Total	27	175.403	6.496			

GRAND MEAN = 5.178928571428571
 CV = 10.76 %
 LSD .05 = .8194332
 LSD .01 = 1.115296

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na8
*   NUMBER OF MEANS              =      7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.31040624
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.27857056
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		9.1525	A
T6		8.3725	A
T3		5.62	B
T1		3.845	C
T4		3.76	C
T5		3.23	CD
T0		2.2725	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		9.1525	A
T6		8.3725	A
T3		5.62	B
T1		3.845	C
T4		3.76	C
T5		3.23	C
T0		2.2725	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยต่อต้น ในระยะ R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสัปดาห์ละ 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์ละ 1,000 ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสัปดาห์ละ 1,000 ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	441.146	73.524	219.906	2.57	3.81
Ex.error	21	7.021	0.334			
Total	27	448.167	16.599			

GRAND MEAN = 8.142857142857142
 CV = 7.10 %
 LSD .05 = .8504419
 LSD .01 = 1.157501

```

*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na9
*   NUMBER OF MEANS              =      7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.33434334
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.28911215
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		13.295	A
T6		12.925	A
T3		10.67	B
T1		8.015	C
T4		5.615	D
T5		3.285	E
T0		3.195	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		13.295	A
T6		12.925	A
T3		10.67	B
T1		8.015	C
T4		5.615	D
T5		3.285	E
T0		3.195	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้น ในระยะ R₁ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพอ้อมต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	3.498	0.583	30.311	2.57	3.81
Ex.error	21	0.404	0.019			
Total	27	3.902	0.145			

GRAND MEAN = 1.3735571428571429
 CV = 10.10 %
 LSD .05 = .2039873
 LSD .01 = .2776385

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na10
*   NUMBER OF MEANS              =           7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =          21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.01923577
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.06934654
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T6		1.895	A
T2		1.87	A
T3		1.4625	B
T1		1.265	BC
T4		1.095	C
T5		1.015	C
T0		1.0125	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T6		1.895	A
T2		1.87	A
T3		1.4625	B
T1		1.265	BC
T4		1.095	CD
T5		1.015	D
T0		1.0125	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักรังไข่ทั้งตัว ในระยะ R₃ ของตัว
 เหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำ
 ธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพ
 อีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการ
 ทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	4.157	0.693	5.450	2.57	3.81
Ex.error	21	2.669	0.127			
Total	27	6.826	0.253			

GRAND MEAN = 2.22
 CV = 16.06 %
 LSD .05 = .5243743
 LSD .01 = .7137037

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na11
*   NUMBER OF MEANS              =           7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =          21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.12711188
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.17826377
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		2.8525	A
T6		2.7275	AB
T3		2.275	ABC
T1		2.005	BC
T4		1.965	BC
T5		1.905	C
T0		1.81	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		2.8525	A
T6		2.7275	AB
T3		2.275	BC
T1		2.005	C
T4		1.965	C
T5		1.905	C
T0		1.81	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักรังไข่ทั้งตัว ในระยะ R₅ ของตัว
 เหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำ
 ธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพ
 อีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการ
 ทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	11.068	1.845	18.248	2.57	3.81
Ex.error	21	2.123	0.101			
Total	27	13.190	0.489			

GRAND MEAN = 2.706071428571428
 CV = 11.75 %
 LSD .05 = .4676228
 LSD .01 = .6364617

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na12
*   NUMBER OF MEANS              =      7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.10108686
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.15897080
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		3.4575	A
T6		3.4575	A
T3		3.22	A
T1		2.5675	B
T4		2.3	BC
T5		2.2	BC
T0		1.74	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		3.4575	A
T6		3.4575	A
T3		3.22	A
T1		2.5675	B
T4		2.3	B
T5		2.2	BC
T0		1.74	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้น ในระยะ R_6 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพอี่เ้มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	32.598	5.433	114.974	2.57	3.81
Ex.error	21	0.922	0.047			
Total	27	33.591	1.244			

GRAND MEAN = 4.293571428571428
 CV = 5.06 %
 LSD .05 = .3197207
 LSD .01 = .4351584

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na13
*   NUMBER OF MEANS              =           7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =          21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.04725469
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.10869072
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		5.64	A
T6		5.4225	A
T3		5.185	A
T1		4.415	B
T4		3.34	C
T5		3.2825	C
T0		2.77	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		5.64	A
T6		5.4225	AB
T3		5.185	B
T1		4.415	C
T4		3.34	D
T5		3.2825	D
T0		2.77	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้น ในระยะ R₇ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพถั่วเขียวต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	138.599	23.100	279.124	2.57	3.81
Ex.error	21	1.738	0.083			
Total	27	140.337	5.198			

GRAND MEAN	=	6.179785714285713
CV	=	4.66 %
LSD .05	=	.4231113
LSD .01	=	.575879

```

*****
*
*      DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*      PROBLEM IDENTIFICATION      =      na14
*      NUMBER OF MEANS              =           7
*      ERROR DEGREE OF FREEDOM      =          21
*      ERROR MEAN SQUARE             =      0.08275851
*      STANDARD ERROR OF MEAN        =      0.14383890
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		9.525	A
T6		9.2	A
T3		6.485	B
T1		5.895	C
T4		4.441	D
T5		4.27	D
T0		3.4425	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T6		9.525	A
T2		9.2	A
T3		6.485	B
T1		5.895	C
T4		4.441	D
T5		4.27	D
T0		3.4425	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักรังไข่ทั้งตัว ในระยะ R₈ ของตัว
 เหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำ
 ธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพ
 อีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการ
 ทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	458.390	76.398	352.824	2.57	3.81
Ex.error	21	4.547	0.217			
Total	27	462.938	17.146			

GRAND MEAN = 8.774642857142856
 CV = 5.30 %
 LSD .05 = .6844026
 LSD .01 = .9315115

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na15
*   NUMBER OF MEANS              =      7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.21653427
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.23266621
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		15.3275	A
T6		14.515	A
T3		8.22	B
T1		6.53	C
T4		6.4125	C
T5		6.2925	C
T0		4.125	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		15.3275	A
T6		14.515	B
T3		8.22	C
T1		6.53	D
T4		6.4125	D
T5		6.2925	D
T0		4.125	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนผักตบชวาที่ตายของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพที่เติมต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	3814.429	635.738	22.872	2.57	3.81
Ex.error	21	586.000	27.905			
Total	27	4400.429	162.979			

GRAND MEAN = 40.35714285714285
 CV = 13.09 %
 LSD .05 = 7.7694
 LSD .01 = 10.5746

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na16
*   NUMBER OF MEANS              =           7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =          21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      27.90476227
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      2.64124799
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		58	A
T6		54.5	AB
T3		46.25	BC
T1		36.75	CD
T4		31.25	D
T5		28	D
T0		27.75	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		58	A
T6		54.5	AB
T3		46.25	BC
T1		36.75	CD
T4		31.25	D
T5		28	D
T0		27.75	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพอ้อมต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วย การทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	1.466	0.244	13.110	2.57	3.81
Ex.error	21	0.391	0.019			
Total	27	1.858	0.069			

GRAND MEAN = 1.954678571428571
 CV = 6.99 %
 LSD .05 = .2008165
 LSD .01 = .2733228

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na17
*   NUMBER OF MEANS              =           7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =          21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      0.01864241
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.06826860
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		2.3825	A
T6		2.1525	AB
T3		2.0025	BC
T1		1.91275	BCD
T4		1.8125	CD
T5		1.1725	CD
T0		1.695	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		2.3825	A
T6		2.1525	B
T3		2.0025	BC
T1		1.91275	CD
T4		1.8125	CDE
T5		1.725	DE
T0		1.695	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักรีด 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่ออัตราบรรดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพอ้อมต่ออัตราบรรดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	490.523	81.754	80.000	2.57	3.81
Ex.error	21	21.460	1.022			
Total	27	511.984	18.962			

GRAND MEAN = 14.42892857142857
 CV = 7.01 %
 LSD .05 = 1.486815
 LSD .01 = 2.023641

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =      na25
*   NUMBER OF MEANS              =        7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =       21
*   ERROR MEAN SQUARE            =      1.02192020
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.50545037
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		21.74	A
T6		18.945	B
T3		14.525	C
T1		14.4875	C
T4		11.0075	D
T5		10.61	D
T0		9.6875	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		21.74	A
T6		18.945	B
T3		14.525	C
T1		14.4875	C
T4		11.0075	D
T5		10.61	D
T0		9.6875	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ก. 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราการงอกต่อ 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000, 2 : 1,000, 3 : 1,000, 4 : 1,000 น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ปุ๋ยเคมี 10 กรัม และหน่วยการทดลองควบคุม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	6	349.492	58.238	2.164	3.87	7.19
Ex.error	7	190.000	27.143			
Total	13	539.429	41.495			

GRAND MEAN = 88.57142857142857
 CV = 5.88 %
 LSD .05 = 12.32137
 LSD .01 = 18.22937

```
*****
*
*   DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION      =    na19
*   NUMBER OF MEANS              =      7
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      7
*   ERROR MEAN SQUARE            =    27.14285660
*   STANDARD ERROR OF MEAN       =    3.68394184
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
T2		97.5	A
T3		90.5	A
T1		90	A
T4		89.5	A
T5		88.5	A
T0		83	A
T6		81	A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
T2		97.5	A
T3		90.5	AB
T1		90	AB
T4		89.5	AB
T5		88.5	AB
T0		83	B
T6		81	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
 BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ภาคผนวก ข
การคำนวณผลผลิตต่อกระถาง

คำนวณผลผลิตต่อกระถาง

ผลผลิต	=	น้ำหนักของเมล็ดต่อพื้นที่
ผลผลิต	=	ก x ข x ค x ง
โดยที่ ก	=	จำนวนต้นต่อพื้นที่
ข	=	จำนวนฝักต่อต้น
ค	=	จำนวนเมล็ดต่อฝัก
ง	=	น้ำหนัก 1 เมล็ด

	จำนวนต้น ต่อพื้นที่	จำนวนฝัก ต่อต้น	จำนวนเมล็ด ต่อฝัก	น้ำหนักเมล็ด 1 เมล็ด	ผลผลิต ต่อกระถาง
T ₀	4	28.00	1.70	0.10	19.04
T ₁	4	36.75	1.91	0.14	39.31
T ₂	4	58.00	2.38	0.22	121.48
T ₃	4	46.25	2.00	0.15	55.50
T ₄	4	31.25	1.81	0.11	24.89
T ₅	4	27.75	1.73	0.10	19.20
T ₆	4	54.50	2.15	0.19	89.05

ภาคผนวก ค
การคำนวณต้นทุนการผลิตต่อไร่

คำนวณต้นทุนการผลิตต่อไร่

ต้นทุนการผลิตในหน่วยการทดลองที่ได้รับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก

อัตราส่วนพืชสมุนไพรหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติจากน้ำตาล เท่ากับ 2.5 : 0.5 : 1.0 กิโลกรัม ได้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเท่ากับ 2,000 มิลลิลิตร หรือ 2 ลิตร

ราคาพืชสมุนไพรหนอนตายหยาก กิโลกรัมละ 30 บาท (ตามราคาตลาดเมื่อ 9 มกราคม พ.ศ. 2550)

ราคากากน้ำตาล กิโลกรัมละ 10 บาท (ตามราคาตลาดเมื่อ 9 มกราคม พ.ศ. 2550)

รวมราคาต้นทุนเท่ากับ 75 บาท

เพราะฉะนั้น ราคาต้นทุนของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก 1 ลิตร เท่ากับ 37.50 บาท

เปรียบเทียบราคาต้นทุน

กระถางที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว มีพื้นที่ เท่ากับ πr^2

$$= 22/7 \times (0.15)^2$$

$$= 3.14 \times 0.0225$$

$$= 0.07065 \text{ ตารางเมตร}$$

ในหน่วยการทดลองที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน 1 : 1,000 ใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากครั้งละ 1 มิลลิลิตร จำนวน 12 ครั้ง (ตั้งแต่ระยะโผล่พื้นดินจนถึงระยะเมล็ดพัฒนาเต็มที) เท่ากับ 12 มิลลิลิตร

$$= 1,600 \times 12$$

$$= 19,200 \text{ มิลลิลิตร หรือ } 19.20 \text{ ลิตร}$$

$$= 19.20 \times 37.50$$

$$= 720 \text{ บาทต่อไร่}$$

ในหน่วยการทดลองที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมชาติในอัตราส่วน 2 : 1,000 ใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากครั้งละ 2 มิลลิลิตร จำนวน 12 ครั้ง (ตั้งแต่ระยะโผล่พื้นดินจนถึงระยะเมล็ดพัฒนาเต็มที) เท่ากับ 24 มิลลิลิตร

$$= 1,600 \times 24$$

$$= 38,400 \text{ มิลลิลิตร หรือ } 38.40 \text{ ลิตร}$$

$$= 38.40 \times 37.50$$

$$= 1,440 \text{ บาทต่อไร่}$$

ในหน่วยการทดลองที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000 ใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากครั้งละ 3 มิลลิลิตร จำนวน 12 ครั้ง (ตั้งแต่ระยะโผล่พื้นดินจนถึงระยะเมล็ดพัฒนาเต็มที่) เท่ากับ 36 มิลลิลิตร

$$\begin{aligned} &= 1,600 \times 36 \\ &= 57,600 \text{ มิลลิลิตร หรือ } 57.60 \text{ ลิตร} \\ &= 57.60 \times 37.50 \\ &= 2,160 \text{ บาทต่อไร่} \end{aligned}$$

ในหน่วยการทดลองที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000 ใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากครั้งละ 4 มิลลิลิตร จำนวน 12 ครั้ง (ตั้งแต่ระยะโผล่พื้นดินจนถึงระยะเมล็ดพัฒนาเต็มที่) เท่ากับ 48 มิลลิลิตร

$$\begin{aligned} &= 1,600 \times 48 \\ &= 76,800 \text{ มิลลิลิตร หรือ } 76.80 \text{ ลิตร} \\ &= 76.80 \times 37.50 \\ &= 2,880 \text{ บาทต่อไร่} \end{aligned}$$

ในหน่วยการทดลองที่ใช้น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000 ใช้น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มครั้งละ 1 มิลลิลิตร จำนวน 12 ครั้ง (ตั้งแต่ระยะโผล่พื้นดินจนถึงระยะเมล็ดพัฒนาเต็มที่) เท่ากับ 12 มิลลิลิตร

$$\begin{aligned} &= 1,600 \times 12 \\ &= 19,200 \text{ มิลลิลิตร หรือ } 19.20 \text{ ลิตร} \\ &= 19.20 \times 30.00 \text{ บาท (ราคาน้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มตามราคาในท้องตลาดเมื่อ } 30 \text{ เมษายน พ.ศ. 2550)} \\ &= 576 \text{ บาทต่อไร่} \end{aligned}$$

ในหน่วยการทดลองที่ปุ๋ยเคมี สูตร 12 - 24 - 12 ปริมาณที่ใช้สำหรับถั่วเหลืองต่อพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 30 กิโลกรัม (ราคาปุ๋ยเคมี 1 กระสอบ (50 กิโลกรัม) ราคา 1,400 บาท ข้อมูลวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2551 จากบริษัท ก้าวหน้าทั่วไทยเพื่อการเกษตรจำกัด จังหวัดกาญจนบุรี)

$$\begin{aligned} &= 30 \times 28 \\ &= 840 \text{ บาทต่อไร่} \end{aligned}$$

หมายเหตุ: 1. ราคาปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มปรับขึ้น – ลง ตามราคาตลาด

2. สามารถใช้ปุ๋ย สูตร 15 – 15 – 15 ทดแทนได้ เนื่องจากมีราคาที่ถูกกว่า (660 บาท ต่อไร่) แต่อาจได้ผลผลิตต่ำกว่า สูตร 12 – 24 – 12 เล็กน้อย

ตารางเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตต่อไร่

หน่วยการทดลอง	ราคาต้นทุนปุ๋ยต่อไร่ (บาท)
T ₀	0
T ₁	720
T ₂	1,440
T ₃	2,160
T ₄	2,880
T ₅	576
T ₆	840

ภาคผนวก ง
ภาพการปลูกและการเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยว



ภาพที่ ค.1 รากสมุนไพรรนออนตายหายาก



ภาพที่ ค.2 แกลลอนหมักน้ำสกัดชีวภาพรนออนตายหายากขนาด 30 ลิตร



ภาพที่ ค.3 การบรรจุส่วนผสมจากหนอนตายหยากลงถังหมัก



ภาพที่ ค.4 น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาบที่ได้จากการหมัก



ภาพที่ ค.5 เครื่องชั่งแบบหยาบ และเครื่องชั่งแบบละเอียด



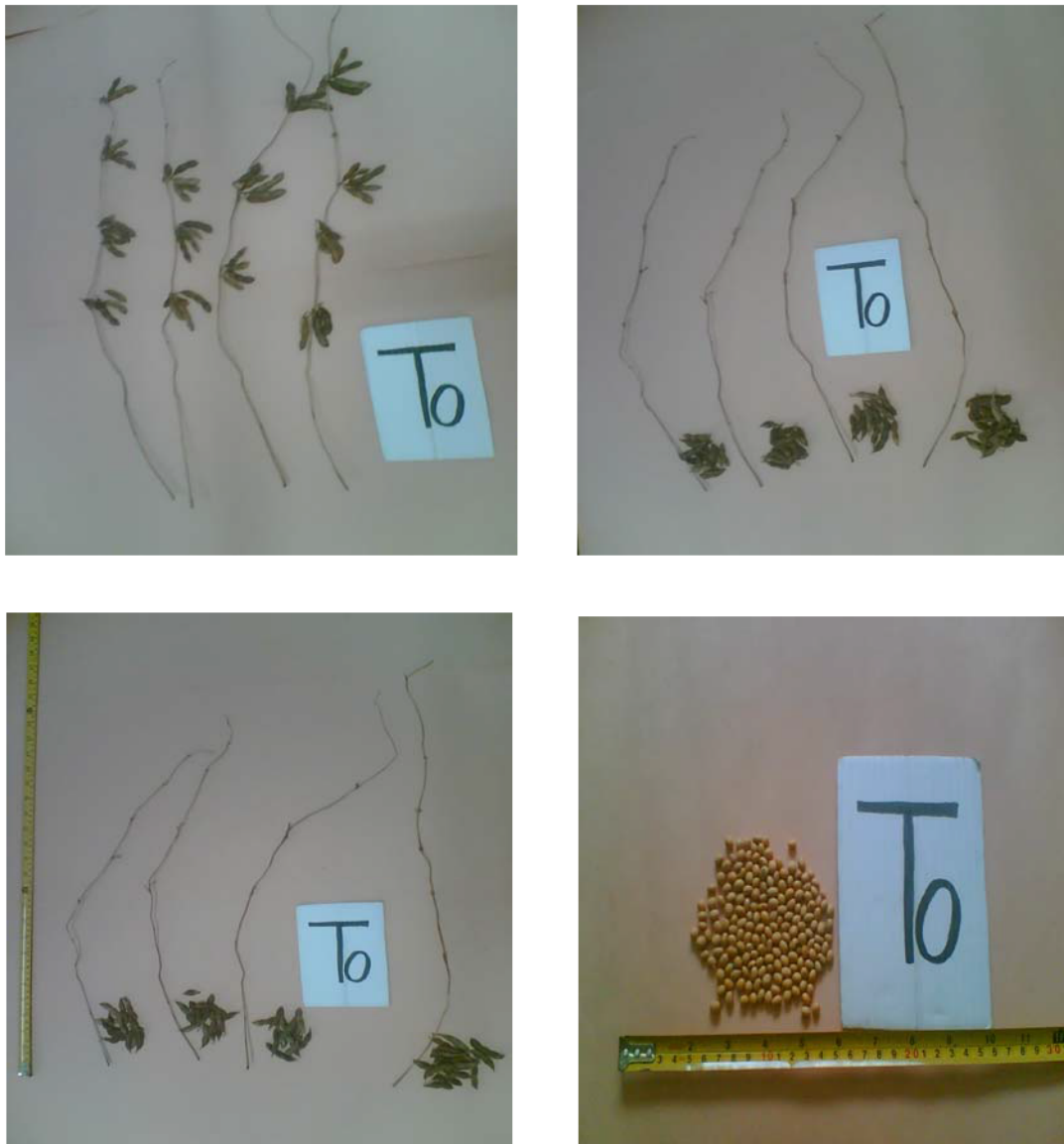
ภาพที่ ค.6 วัสดุอุปกรณ์ในการปลูกถั่วเหลือง น้ำส้มคว้นไม้ น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็ม สารแคปแทน เชื้อไรโซเบียม



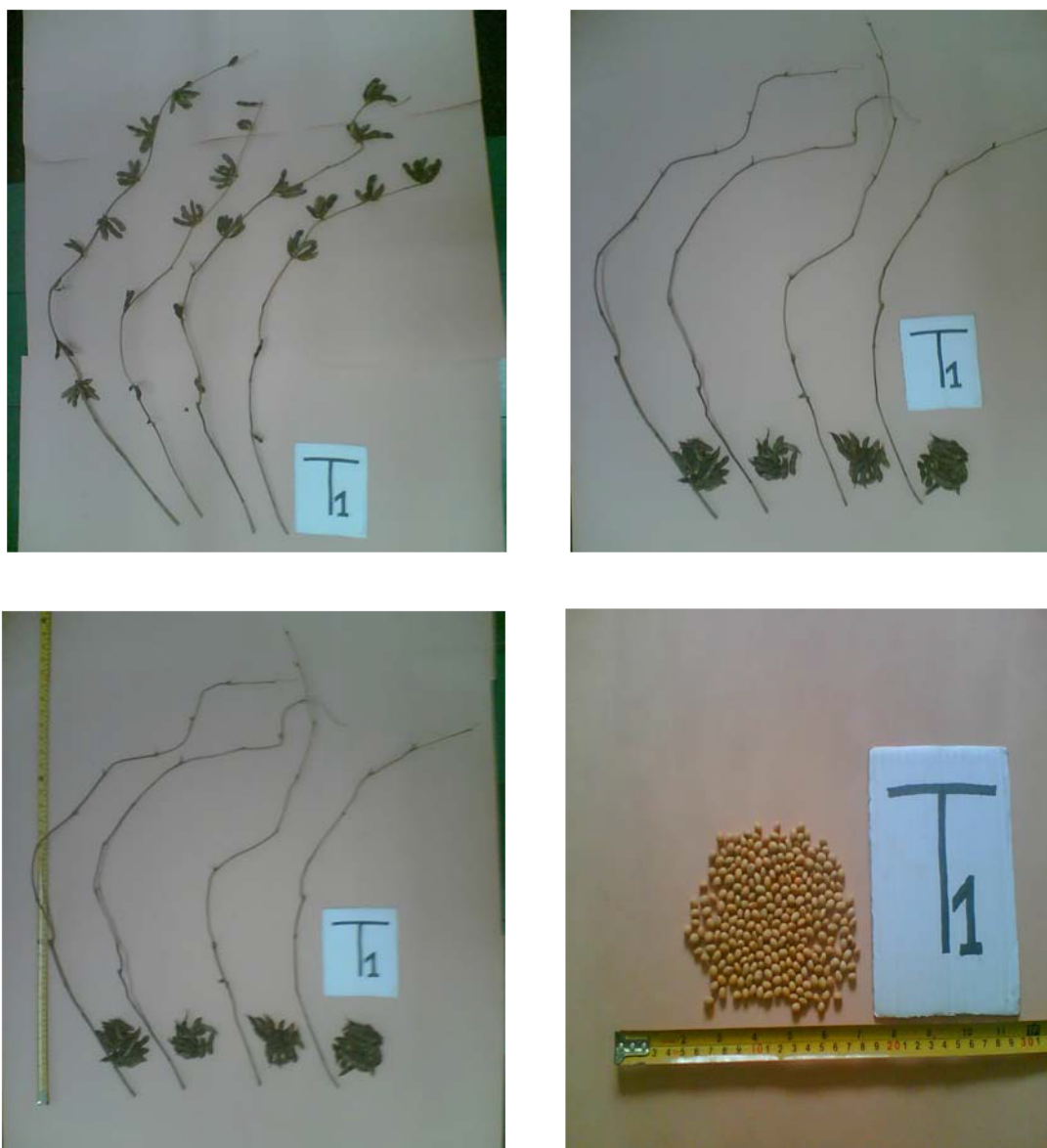
ภาพที่ ค.7 เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60



ภาพที่ ค.8 เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพร้อมปลูก



ภาพที่ ค.9 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองควบคุม



ภาพที่ ค.10 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับ
น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000



ภาพที่ ค.11 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับ
น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 2 : 1,000



ภาพที่ ค.12 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับ
น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 3 : 1,000



ภาพที่ ค.13 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับ
น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 4 : 1,000



ภาพที่ ค.14 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับ
น้ำสกัดชีวภาพอีเอ็มต่อน้ำธรรมดาในอัตราส่วน 1 : 1,000



ภาพที่ ค.15 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตของถั่วเหลืองในหน่วยการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี 10 กรัม หลังจากงอก 20 วัน

ภาคผนวก จ
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

รายงานอุตุนิยมวิทยา
กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ
ประจำเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2550

Stn code	Stn Name	year	month	day	RAIN (ml.)
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	1	11.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	2	46.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	3	18.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	4	0.7
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	5	5.5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	6	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	7	8.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	8	0.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	9	54.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	10	45.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	11	1.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	12	0.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	13	2.5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	14	1.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	15	7.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	16	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	17	30
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	18	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	19	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	20	0.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	21	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	22	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	23	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	24	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	25	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	26	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	27	37.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	28	31
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	29	0.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	30	4.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	5	31	0

รายงานอุตุนิยมวิทยา
กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ
ประจำเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550

Stn code	Stn Name	year	month	day	RAIN (ml.)
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	1	9.5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	2	10.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	3	26.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	4	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	5	37.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	6	7.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	7	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	8	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	9	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	10	23
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	11	6.7
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	12	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	13	0.7
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	14	21.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	15	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	16	2.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	17	4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	18	7.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	19	6.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	20	3.7
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	21	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	22	2.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	23	50.5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	24	5.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	25	10.7
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	26	0.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	27	1.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	28	6.7
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	29	9.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	6	30	11.4

รายงานอุตุนิยมวิทยา
กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ
ประจำเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2550

Stn code	Stn Name	year	month	day	RAIN (ml.)
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	1	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	2	8.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	3	0.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	4	9.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	5	24.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	6	7.7
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	7	27.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	8	4.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	9	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	10	11.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	11	1.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	12	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	13	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	14	0.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	15	1.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	16	11.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	17	22.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	18	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	19	2.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	20	4.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	21	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	22	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	23	34.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	24	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	25	47.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	26	8.5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	27	0.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	28	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	29	0.5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	30	11.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	7	31	26.3

รายงานอุตุนิยมวิทยา
กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ
ประจำเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2550

Stn code	Stn Name	year	month	day	RAIN (ml.)
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	2	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	3	0.7
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	4	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	5	1.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	6	0.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	7	5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	8	5.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	9	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	10	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	11	5.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	12	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	13	1.5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	14	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	15	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	16	9.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	17	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	18	10
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	19	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	20	27.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	21	14.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	22	1.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	23	2.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	24	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	25	9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	26	14.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	27	8.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	28	0.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	29	2.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	30	13.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	8	31	5.7

รายงานอุตุนิยมวิทยา
กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ
ประจำเดือน กันยายน พ.ศ. 2550

Stn code	Stn Name	year	month	day	RAIN (ml.)
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	1	3.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	2	1.7
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	3	1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	4	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	5	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	6	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	7	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	8	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	9	1.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	10	30.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	11	23.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	12	0.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	13	3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	14	5.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	15	0.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	16	117.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	17	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	18	0.5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	19	7.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	20	55.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	21	0.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	22	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	23	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	24	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	25	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	26	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	27	2.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	28	7.4
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	29	0.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	9	30	0.1

รายงานอุตุนิยมวิทยา
กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ
ประจำเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2550

Stn code	Stn Name	year	month	day	RAIN (ml.)
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	4	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	5	21.2
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	6	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	7	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	8	1.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	9	3.3
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	10	64.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	11	42.5
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	12	29
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	13	9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	14	32.6
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	15	19.9
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	16	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	17	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	18	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	19	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	20	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	21	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	22	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	23	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	24	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	25	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	26	0.8
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	27	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	28	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	29	0
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	30	0.1
Bangkok Metropolis*	455201	2007	10	31	0.9

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ชื่อสกุล

นางสาวนงคัณภา เกลี้ยงเกลา

ประวัติการศึกษา

ศิลปศาสตรบัณฑิต

สาขาบริหารธุรกิจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ปีที่สำเร็จการศึกษา พ.ศ. 2544

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2550 – ปัจจุบัน

ผู้ช่วยนักวิจัย

คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (NIDA)