

b142892

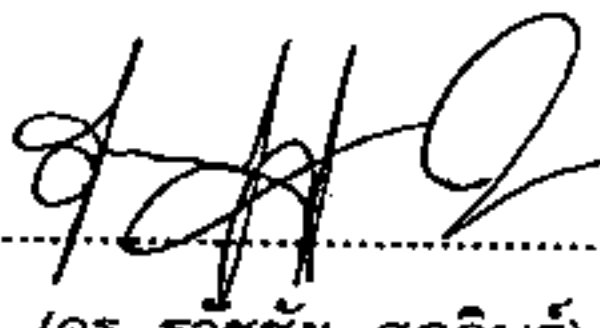
**การศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี
สำหรับการผลิตถั่วเหลือง**

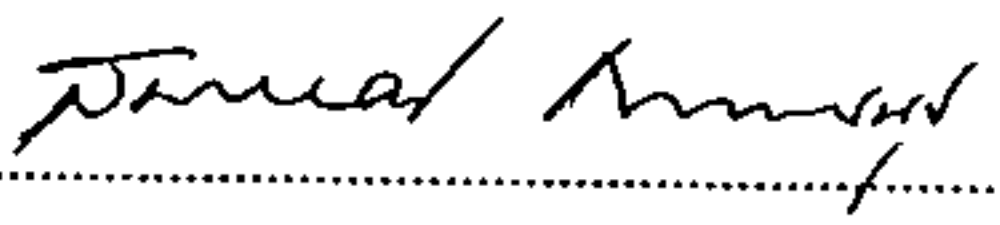
อาทิตยา ไชโย

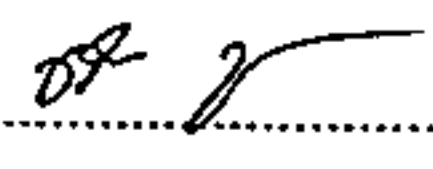
**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
พ.ศ. 2548**

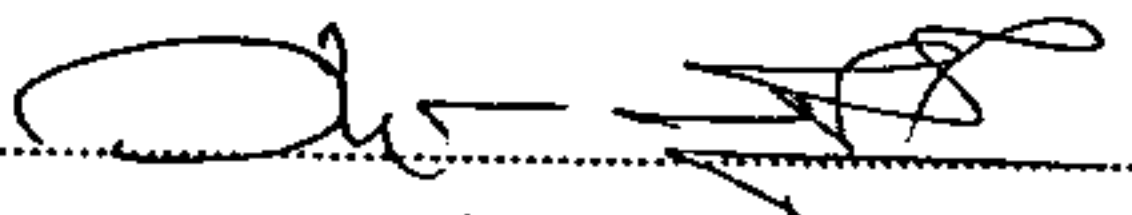
การศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี
สำหรับการผลิตถั่วเหลือง
อาทิตย์า ไชโย
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาดามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์..........ประธานกรรมการ
(ดร. ทวีชัย สุขดิษฐ์)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์..........กรรมการ
(ดร. สมพจน์ กรรณนุช)

อาจารย์..........กรรมการ
(ละอองดาว แสงหล้า)

อาจารย์..........คณบดี
(วิชัย รุปร่างดี)

วันที่.....4.....ตุลาคม.....พ.ศ. 2548

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	:	การศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง
ชื่อผู้เขียน	:	นางสาวอาทิตย์ยา ไชโย
ชื่อปริญญา	:	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
ปีการศึกษา	:	2548

การศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลือง รวมถึงศึกษาลักษณะสมบัติทางเคมี ปริมาณธาตุอาหารและการสะสมโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ทั้งในดินและในถั่วเหลือง โดยทำการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ณ แปลงทดลองที่สร้างขึ้นภายในอำเภอมือง จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และดินหน่วยทดลองควบคุม รวม 6 หน่วยการทดลอง หน่วยทดลองละ 30 กระถาง

ผลการศึกษา พบว่า ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้ โดยอัตราทดแทนที่เหมาะสม คือ อัตราทดแทนร้อยละ 75 จากอัตราที่แนะนำให้ใช้ในปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด ซึ่งส่งผลให้ถั่วเหลืองมีสมรรถภาพ การผลิต ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตโดยรวมดีที่สุด และดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี โดยปริมาณธาตุอาหารในดินจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ดินที่ใช้สำหรับปลูกถั่วเหลืองในการทดลองครั้งนี้ มีปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูงมาก และสูงกว่าในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ดังนั้น จึงอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้มีปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ตกค้างอยู่ทั้งในใบและในเมล็ดถั่วเหลืองในระดับเกินค่ามาตรฐาน ยกเว้นปริมาณตะกั่วในเมล็ดถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียวที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน

ABSTRACT

Title of Thesis : The Study of the Substitution of Pelleted Broiler Litter for Chemical Fertilizer in Soybean Production
Author : Miss Atitaya Chaiyo
Degree : Master of Science (Environmental Management)
Year : 2005

"The Study of the Substitution of Pelleted Broiler Litter for Chemical Fertilizer in Soybean Production" compared the results in terms of plant growth and yield component, including nutrients and heavy metals (lead, cadmium and mercury) in soil and soybean. The experiment was conducted to study the growth of CM. 60 cultivar during January, 2005 to May, 2005 in artificial housing at Mueng District, Lopburi Province. This experiment was a completely randomized design, divided into 6 treatments, 30 pots for each treatment. Pelleted broiler litter was used with chemical fertilizer formula 12 – 24 – 12 at the substitution rate of 0, 25, 50, 75, 100 percent by weight.

The results showed that chemical fertilizer can be replaced by pelleted broiler litter in soybean production. The substitution rate of 75 percent by weight at suggested rate of 2 fertilizers was the best potential productivity and it was better than chemical fertilizer. More pelleted broiler litter had resulted in higher nutrients in soil. However, heavy metals (lead, cadmium and mercury) were very high level in soil and it was higher than pelleted broiler litter. Thus, it was the important factor that had resulted in concentration of heavy metals (lead, cadmium and mercury) in leaves and seeds over the standard level. Except only lead in seeds was not over the standard level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านที่ได้ช่วยชี้แนะแนวทางในการศึกษาวิจัย ให้ความช่วยเหลือ ข้อแนะนำ การตรวจแก้ไขทางวิชาการ ตลอดจนกำลังใจที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อผู้เขียน

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพจน์ กรรณนุช และอาจารย์ละออง ดาว แสงหล้า กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะ และคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ยิ่งในการศึกษา รวมทั้งตรวจแก้ไขปรับปรุงวิทยานิพนธ์ และควบคุมการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ให้ความเมตตาแก่ผู้เขียน และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภายในคณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานระหว่างการศึกษาและการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ดร. ลัดดาวัลย์ กรรณนุช และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ เจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท และเจ้าหน้าที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกๆ ท่านที่ได้ให้ความสะดวกและช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ

ขอขอบคุณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ตำบลท่าตูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เพื่อใช้สำหรับการทดลองในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณกฤษฎา หงส์รัตน์ และ คุณเกษมกล เสริมวิริยะกุล ที่ได้ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในระหว่างการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ การจัดการสิ่งแวดล้อมรุ่น 8 ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการศึกษาและจัดทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุพจน์ และคุณแม่เพทาย ไชโย ที่ได้ให้โอกาสในการศึกษา และให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ขอขอบคุณน้องสาวที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลและเป็นกำลังใจให้เสมอมา จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทั้งนี้ คุณประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอมอบความดีทั้งหมดแด่คุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ผู้ให้ความรู้ทุกท่าน ด้วยความเคารพอย่างสูง

อาทิตยา ไชโย

กันยายน 2548

สารบัญ

	หน้า
<u>บทคัดย่อ</u>	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(11)
 <u>บทที่ 1 บทนำ</u>	 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
 <u>บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม</u>	 5
2.1 การเลี้ยงไก่เนื้อในประเทศไทย	5
2.2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยทั่วไป	11
2.3 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์	12
2.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยคอก	22
2.5 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยมูลไก่	27
2.6 <u>ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชุดดินลพบุรี</u>	31
2.7 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลือง	35
2.8 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการธาตุอาหารของถั่วเหลือง	43
2.9 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยในถั่วเหลืองและพืชอื่นๆ	46
 <u>บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง</u>	 52
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	52
3.2 วิธีการทดลอง	53

<u>บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล</u>	c4-1	61	<u>c4-2u.68</u>
4.1 สมรรถภาพของถั่วเหลือง		61	<u>c4-3u.74</u>
4.2 <u>ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต</u>	c4-5	99	<u>c4-4u.79</u>
4.3 ปริมาณโลหะหนัก		106	<u>c4-6u.11</u>
4.4 คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหาร		119	
<u>บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</u>		132	
5.1 สรุปผลการทดลอง		132	
5.2 ข้อเสนอแนะ		134	
<u>บรรณานุกรม</u>		136	
<u>ภาคผนวก</u>		146	
<u>ภาคผนวก ก</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	ap-1	147	
<u>ภาคผนวก ข</u> คำนวณผลผลิตต่อกระถาง		194	
<u>ภาคผนวก ค</u> ภาพวัสดุ อุปกรณ์ และการปลูก	ap-2	196	
<u>ภาคผนวก ง</u> การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยว	ap-3	201	
<u>ภาคผนวก จ</u> ข้อมูลอุณหภูมิตามวัน	ap-4	208	
<u>ประวัติผู้เขียน</u>		214	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณการผลิตไก่เนื้อเปรียบเทียบเป็นรายจังหวัดของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2541 – 2543	7
2.2 ปริมาณการเลี้ยงไก่เนื้อภายในประเทศ แยกตามรายภาค ปี พ.ศ. 2539 – 2543	8
2.3 ปริมาณการผลิต การบริโภคและการส่งออกไก่เนื้อของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2535–2544	9
2.4 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกไก่สดแช่แข็งของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2534 – 2544	10
2.5 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในมูลสัตว์บางประเภท	14
2.6 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักจากซากพืช ซากสัตว์ และจากขยะมูลฝอย	15
2.7 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยซากสัตว์และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์	16
2.8 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูป ผลผลิตทางเกษตร	17
2.9 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากตะกอนน้ำเสียจากโรงงาน อุตสาหกรรม	18
2.11 อัตราการใช้ปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ	23
2.10 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในมูลสัตว์ชนิดต่างๆ	25
2.12 แสดงปริมาณมูลไก่เป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2543	28
2.13 ชื่อชุดดินในกลุ่มชุดดินที่ 28 และการจำแนกในระดับวงศ์ตามระบบ อนุกรมวิธานดิน	32
2.14 การแพร่กระจายของกลุ่มชุดดินที่ 28 ในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออก เฉียงเหนือและภาคเหนือ	33
2.15 ผลการวิเคราะห์ดินและระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	34
2.16 ระยะการเจริญเติบโตของ V – Stage ในถั่วเหลือง	37
2.17 ระยะการเจริญเติบโตของ R – Stage ในถั่วเหลือง	38

2.18	สรุปลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60	42
3.1	ปริมาณดิน ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 ที่ใช้ในแต่ละซ้ำของหน่วยทดลอง	56
3.2	การเก็บข้อมูลในระยะต่างๆ	59
4.1	จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	63
4.2	จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	70
4.3	จำนวนข้อและความสูงต่อต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	83
4.4	พื้นที่ใบต่อสองต้น (ตารางเซนติเมตร) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	86
4.5	น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	91
4.6	น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	97
4.7	ผลผลิตต่อกระถาง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	103
4.8	คุณค่าทางโภชนาการของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	105
4.9	ปริมาณโลหะหนักในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและวิธีการวิเคราะห์	106

4.10	ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทน ปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	109
4.11	ปริมาณโลหะหนักสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อใช้ประโยชน์ในทาง เกษตรกรรมของประเทศต่างๆ	111
4.12	ปริมาณโลหะหนักในใบถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ระยะ R_5 ที่ปลูก โดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วน ที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	114
4.13	ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับ ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	117
4.14	ค่าวิกฤตของปริมาณโลหะหนักในพืช	118
4.15	คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น อัดเม็ด และดินที่ใช้ในการทดลอง	119
4.16	ระดับไนโตรเจนในดิน	122
4.17	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลือง	126
4.18	คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง ควบคุม (T_c)	131

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ลักษณะโรงเรือนประดิษฐ์	58
3.2 ลักษณะการวางกระถาง	58
3.3 ลักษณะการจัดวางกระถางภายในโรงเรือนประดิษฐ์จากการสุม	58
4.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 7 วัน	64
4.2 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 14 วัน	65
4.3 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 21 วัน	66
4.4 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 28 วัน	67
4.5 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 35 วัน	71
4.6 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 42 วัน	72
4.7 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 49 วัน	73
4.8 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 56 วัน	74
4.9 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 63 วัน	75
4.10 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 70 วัน	76
4.11 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 77 วัน	77
4.12 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 84 วัน	78
4.13 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 91 วัน	79
4.14 พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อสองต้นในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีใน อัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T _c)	87
4.15 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง ควบคุม (T _c)	92

- 4.16 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลือง
พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c) . 98
- 4.17 ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลือง
พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c) 110

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเลี้ยงไก่เนื้อนับเป็นอีกธุรกิจหนึ่งที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยอย่างมาก เนื่องจากเป็นธุรกิจที่ทำรายได้ที่เป็นเงินตราต่างประเทศจากการส่งออกมากที่สุด ในหมวดสินค้าปศุสัตว์ โดยมีสัดส่วนของมูลค่าการส่งออกถึงประมาณร้อยละ 85 – 90 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าปศุสัตว์ทั้งหมดของประเทศ (สลิตตา คีลาฉาย, 2546: 1) ส่งผลให้การเลี้ยงไก่เนื้อขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เป็นต้นมา โดยในปี พ.ศ. 2537 มีปริมาณการเลี้ยงไก่เนื้อ 646.541 ล้านตัว และมีปริมาณการเลี้ยงที่เพิ่มขึ้นเป็น 952.043 ล้านตัว ในปี พ.ศ. 2544 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2545: 223) โดยแหล่งเลี้ยงไก่เนื้อที่สำคัญส่วนใหญ่จะมาจากแหล่งผลิตในภาคกลางและจังหวัดรอบนอกที่อยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพมหานครมากนัก ซึ่งเป็นแหล่งตลาดรับซื้อ เช่น จังหวัดชลบุรี ปราจีนบุรี นครนายก ฉะเชิงเทรา และลพบุรี เป็นต้น (ชัชวาล สุวัฒน์ฉีก, 2546: 3)

จากสถิติการเลี้ยงไก่เนื้อที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นดังกล่าว นอกจากจะส่งผลกระทบต่อด้านบวกเกี่ยวกับการเจริญเติบโตทางสภาพเศรษฐกิจของประเทศ และเป็นการส่งเสริมรายได้รวมถึงคุณภาพชีวิตของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อให้ดีขึ้นแล้ว ยังมีผลกระทบต่อด้านลบโดยเฉพาะผลกระทบที่มีต่ออนามัยสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ไม่ควรมองข้ามเช่นกัน โดยผลกระทบที่พบเห็นได้อย่างเด่นชัด ได้แก่ ปัญหามูลไก่ตกค้างปริมาณมหาศาล ซึ่งนอกจากจะอยู่ในรูปของสิ่งปฏิกูลเป็นที่น่ารังเกียจของบุคคลทั่วไปแล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหามลภาวะด้านกลิ่น การเกิดแมลงวัน และก๊าซพิษที่เกิดจากการหมักหมมของมูลไก่ตามมาอีกด้วย (ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, 2547: 1 – 2) โดยผลกระทบดังกล่าวได้สร้างความเดือดร้อนรำคาญอย่างมากให้กับชุมชนที่มีบ้านเรือนอาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง แต่อย่างไรก็ตาม ในอีกด้านหนึ่ง “มูลไก่” นับเป็นปุ๋ยคอกอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าปุ๋ยคอกชนิดอื่นๆ และธาตุอาหารในมูลไก่จะถูกปลดปล่อยออกมาช้าๆ แต่ต่อเนื่อง โดยจากการตรวจสอบรายงานผลการวิจัย พบว่า มูลไก่สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในปริมาณที่สูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นๆ ในสัปดาห์แรกหลังใส่ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำมูลไก่มาพัฒนาโดยวิธีการอัดเม็ดเพื่อลดการฟุ้งกระจาย ทำให้สามารถลดผลกระทบด้านกลิ่นลงได้และสะดวกต่อการนำไปใช้งานอีกด้วย

(อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์, 2544: 1) โดยทั่วไป มูลไก่เนื้อจะมีส่วนประกอบที่เป็นธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ผสมอยู่ประมาณร้อยละ 2.5 ฟอสฟอรัส (P) ประมาณร้อยละ 2 – 6 และ โพแทสเซียม (K) ประมาณร้อยละ 0.5 – 2 โดยน้ำหนัก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1) ดังนั้น จากองค์ประกอบในมูลไก่เนื้อที่สามารถเอื้อประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมูลไก่เนื้อที่ผ่านกระบวนการอัดเม็ดแล้วไปใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกพืชโดยเฉพาะถั่วเหลือง ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรม เป็นพืชน้ำมันที่เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ โดยในประเทศไทยได้มีการนำถั่วเหลืองไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นปริมาณมหาศาล ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมสกัดน้ำมัน อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น แต่เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเป็นพิเศษ แต่ดินที่ใช้ในการปลูกส่วนใหญ่ก็มีธาตุอาหารดังกล่าวไม่เพียงพอต่อความต้องการของถั่วเหลือง ในปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติม โดยการใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในสัดส่วนที่ตรงกับที่พืชต้องการ ซึ่งในถั่วเหลืองมีความต้องการธาตุอาหารหลักในอัตราส่วน คือ 1 – 3 – 2 เช่น 3 – 9 – 6 ของ N, P_2O_5 และ K_2O แต่ปัจจุบันการผลิตปุ๋ยมักจะผลิตชนิดที่พืชส่วนใหญ่ใช้ เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตสูง เช่น ปุ๋ยขาว (16 – 20 – 0 และ 16 – 16 – 8) หรือปุ๋ยพืชไร่ (15 – 15 – 15) อย่างไรก็ตาม เพื่อลดต้นทุนการใส่ปุ๋ยและเพื่อไม่ให้ใส่ปุ๋ยมากเกินไปจนความจำเป็น ทางภาครัฐจึงได้มีการรณรงค์ส่งเสริมให้เกษตรกรผสมปุ๋ยเคมีใช้เอง เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุน ซึ่งเกษตรกรสามารถเลือกชนิด สัดส่วนผสม และอัตราส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชและแหล่งปลูกได้ แต่วิธีการดังกล่าวยังไม่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากเกษตรกรยังไม่มีความรู้ความเข้าใจอย่างเพียงพอเกี่ยวกับการผสมปุ๋ย ประกอบกับยังมีค่านิยมในการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีขายตามท้องตลาดอยู่ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรก็ได้เริ่มมีการนำเอาปุ๋ยอินทรีย์ในรูปแบบต่างๆ มาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีมากขึ้น ซึ่งก็นับได้ว่าเป็นวิธีการปรับปรุงดินที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง (สุพันธ์ รัตนะรัต, 2542: 55)

ปัจจุบันมีเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อบางรายได้มีการนำมูลไก่ที่เหลือทิ้งมาผสมกับปุ๋ยเคมี เช่น ยูเรีย ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อเป็นการปรับธาตุอาหารให้เอื้อประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช แล้วนำมาผ่านกระบวนการอัดเม็ด ซึ่งวิธีดังกล่าวนอกจากจะเป็นการนำสิ่งปฏิกูลกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง (รีไซเคิล) เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นการลดปัญหามลภาวะด้านกลิ่นและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากกระบวนการอัดเม็ดจะใช้อุณหภูมิสูงถึง 90 องศาเซลเซียส รวมทั้งยังช่วยในการลดปริมาณมูลไก่ที่อยู่ในรูปของสิ่งปฏิกูลเหลือทิ้ง (ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, 2547: 18 – 19) และด้วยส่วนประกอบของมูลไก่อังสามารถช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างของดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการ

เพาะปลูกพืชอีกด้วย การศึกษาครั้งนี้ จึงน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้การทำอาชีพเกษตรกรรมเป็นแบบบูรณาการมากขึ้น และเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนต่อไป.

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) รวมถึงโลหะหนักที่มีอยู่ในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดิน ก่อนและภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง และคุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดถั่วเหลือง จากการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนต่างๆ กัน

1.2.3 เพื่อศึกษาโลหะหนักตกค้างในใบและเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด สามารถใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารทดแทนปุ๋ยเคมีในการผลิตถั่วเหลืองได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและสภาพแวดล้อมในระยะยาว

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ระหว่างการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งจะใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดจากห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ในตำบลท่าตูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี และปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 โดยทำการปลูกถั่วเหลืองในบริเวณพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ทราบถึงปริมาณธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) รวมถึงโลหะหนักตกค้างในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดิน ก่อนและภายหลังสิ้นสุดการทดลอง
- 1.5.2 ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในการผลิตถั่วเหลือง
- 1.5.3 เป็นแนวทางเบื้องต้นในการนำปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดไปใช้กับพืชชนิดอื่นๆ
- 1.5.4 เป็นแนวทางเบื้องต้นในการส่งเสริมให้มีการนำสิ่งปฏิกูลเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้งหนึ่ง (รีไซเคิล) เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร รวมทั้งสามารถลดปริมาณและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ในระยะยาว

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 การเลี้ยงไก่เนื้อในประเทศไทย

2.1.1 ความเป็นมาของการเลี้ยงไก่เนื้อ

ในอดีตการเลี้ยงไก่ของเกษตรกรของประเทศไทยจะมีอยู่ในเกือบทุกครัวเรือนและลักษณะการเลี้ยงเป็นแบบปล่อยให้ไก่ไปหาอาหารกินเองตามธรรมชาติ ขาดการดูแลเอาใจใส่ในเรื่องการคัดเลือกพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ การให้อาหารที่มีคุณภาพ และยังขาดการป้องกันและรักษาโรคระบาดที่อาจเกิดขึ้นกับไก่ได้ เช่น โรคนิวคาสเซิล โรคหิวดำ โรคมะเร็ง เป็นต้น

ต่อมาในปี พ.ศ. 2496 คุณหลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ซึ่งในวงการผู้เลี้ยงไก่ยกย่องให้ท่านเป็น “บิดาแห่งการเลี้ยงไก่ของประเทศไทย” ในขณะนั้น ท่านดำรงตำแหน่งอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ริเริ่มและส่งเสริมการเลี้ยงไก่ไขแบบอุตสาหกรรมขึ้น โดยได้รับความช่วยเหลือจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ส่งผลให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ไข่ของประเทศไทยเจริญรุ่งเรืองตลอดมา จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2502 ประเทศไทยมีแม่ไก่ไข่ประมาณ 1.2 ล้านตัว ซึ่งสามารถผลิตไข่ไก่ได้วันละ 600,000 ฟอง คิดเป็นมูลค่าประมาณ 100 ล้านบาท ต่อมาผลผลิตไข่ไก่ของประเทศไทยมีมากจนเกินความต้องการที่จะบริโภคได้ทั้งหมดภายในประเทศ ทำให้เกิดภาวะไข่ไก่ล้นตลาด ส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงหลายรายประสบกับปัญหาขาดทุนและไม่สามารถแบกภาระต่อไปได้ ต้องล้มเลิกกิจการการเลี้ยงไป แต่ก็ยังมีผู้ลงทุนเลี้ยงไก่ไข่อีกจำนวนหนึ่งยังคงต้องการยืดอกชีพการเลี้ยงไก่ต่อไป จึงหันมาทดลองเลี้ยงไก่เนื้อออกจำหน่ายแทนการเลี้ยงไก่ไข่ ซึ่งปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจ หลังจากนั้นเป็นต้นมา ธุรกิจการเลี้ยงไก่เนื้อของประเทศไทยเริ่มได้รับความนิยมและพัฒนากิจการเลี้ยงไก่เนื้อกันอย่างจริงจัง โดยเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2506 ได้มีการนำเข้าปู – ย่าพันธุ์ และ พ่อ – แม่พันธุ์ไก่เนื้อจากต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงเป็นครั้งแรกในประเทศไทย และหลังจากนั้นได้มีบริษัทผลิตอาหารสัตว์ได้นำเข้าปู – ย่าพันธุ์และพ่อ – แม่พันธุ์ไก่เนื้อเข้ามาเลี้ยงอีกเป็นจำนวนมากจนกลายเป็นอุตสาหกรรมไก่เนื้อที่สำคัญ และได้ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมเชื่อมโยงเพิ่มขึ้นอีกหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมการผลิตลูกไก่เนื้อ อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมการผลิตยาและเวชภัณฑ์สัตว์ และอุตสาหกรรมโรงงานฆ่าและชำแหละไก่เนื้อ เป็นต้น (กรมปศุสัตว์, 2539: 2 – 3; เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ, 2545: 163)

โดยทั่วไป การเลี้ยงไก่เนื้อของประเทศไทยสามารถแบ่งประเภทการเลี้ยงไก่เนื้อออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (กรมการค้าภายใน, 2537: 6 – 10; เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ, 2545: 168 – 169)

1. ประเภทการเลี้ยงไก่เนื้ออิสระ (Independent Raiser)
2. ประเภทการเลี้ยงไก่เนื้อที่มีสัญญาผูกพันกับบริษัทหรือตัวแทนบริษัทขายอาหารสัตว์ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้
 - 2.1 ผู้เลี้ยงไก่เนื้อประเภทประกันราคา (Contract Farming)
 - 2.2 ผู้เลี้ยงไก่เนื้อประเภทรับจ้าง (Contract Raiser)
 - 2.3 ผู้เลี้ยงไก่เนื้อประเภทเปิดบัญชี
3. ประเภทการเลี้ยงไก่เนื้อในลักษณะธุรกิจครบวงจร

การเลี้ยงไก่เนื้อในประเทศไทยมีหลายรูปแบบ ซึ่งในแต่ละรูปแบบของการเลี้ยงไก่เนื้อส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตไก่เนื้อแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดการผลิต การใช้เทคโนโลยีในการผลิต และระบบการจัดการและบริหารฟาร์มไก่เนื้อที่ไม่เหมือนกัน (วุฒิเทพ อินทปัญญา, 2539: 5)

2.1.2 การผลิตและการตลาดไก่เนื้อ

2.1.2.1 การผลิตไก่เนื้อ

ปัจจุบันการผลิตเนื้อไก่และเนื้อสัตว์ปีกต่างๆ มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น การเปลี่ยนแปลงทัศนคติของผู้บริโภคที่เชื่อว่าการบริโภคเนื้อสัตว์ใหญ่ เช่น โค กระบือ หรือที่เรียกว่า "Red Meat" จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพร่างกายมากกว่าการบริโภคเนื้อสัตว์เล็กอย่างเช่น ไก่เนื้อ ซึ่งเรียกว่าเป็น "White Meat" (อัมมทินพงศ์ จัตราคม, 2538 อ้างถึงใน เสน่ห์ เทียนแก้ว, 2544: 119) โดยพื้นที่การผลิตไก่เนื้อที่สำคัญส่วนใหญ่อยู่บริเวณภาคกลางของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา ลพบุรี ปราจีนบุรี นครนายก เป็นต้น (เสน่ห์ เทียนแก้ว, 2544: 3; เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ, 2545: 167) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ปริมาณการผลิตไก่เนื้อในแต่ละปีจะมากหรือน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญหลายประการ เช่น ปริมาณการนำเข้าพ่อ – แม่พันธุ์ (Parents Stock) ปริมาณการนำเข้าปู่ – ย่าพันธุ์ (Grand Parents Stock) และการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในปีนั้น อาทิเช่น สภาวะทางด้านราคาและการตลาด เป็นต้น (ดาปี วัชรางกูร, 2545: 23)

สำหรับพันธุ์ไก่เนื้อนั้น ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพันธุ์โดยการไขไก่ 2 พันธุ์ หรือมากกว่าผสมข้ามพันธุ์ เพื่อคัดเลือกเอาลักษณะและคุณสมบัติที่ดีจากพ่อแม่หลาย ๆ พันธุ์มารวมไว้ในไก่ลูกผสมตามจุดประสงค์ของนักผสมพันธุ์และตามความต้องการของตลาด (กรมปศุสัตว์, 2539: 5) ซึ่งพันธุ์ไก่เนื้อที่นิยมเลี้ยงส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์อาเบอร์เอเคอร์ (Arbor Acor) พันธุ์

ฮับบาร์ด (Hubbard) พันธุ์ไฮโบร (Hybro) และพันธุ์รอสวัน (Ross One) เป็นต้น (ศรายุทธ เอี่ยมไพโรจน์, 2542: 50)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการผลิตไก่เนื้อเปรียบเทียบเป็นรายจังหวัดของประเทศไทยปี พ.ศ. 2541 – 2543

อันดับที่	หน่วย : ล้านตัว					
	พ.ศ. 2541		พ.ศ. 2542		พ.ศ. 2543	
	จังหวัด	จำนวน	จังหวัด	จำนวน	จังหวัด	จำนวน
1	ชลบุรี	190.76	ชลบุรี	205.45	ชลบุรี	215.19
2	ปราจีนบุรี	64.66	ปราจีนบุรี	65.86	ฉะเชิงเทรา	70.42
3	ฉะเชิงเทรา	62.29	ฉะเชิงเทรา	64.30	ปราจีนบุรี	66.72
4	นครนายก	55.67	นครนายก	57.55	นครนายก	61.15
5	ระยอง	38.94	ระยอง	41.61	ระยอง	47.45
6	นครปฐม	34.91	นครปฐม	36.04	นครปฐม	38.07
7	ลพบุรี	30.33	อุบลราชธานี	30.90	ลพบุรี	32.06
8	อุบลราชธานี	29.24	ลพบุรี	30.61	อุบลราชธานี	31.72
9	ราชบุรี	27.46	ราชบุรี	26.93	จันทบุรี	27.01
10	จันทบุรี	24.46	จันทบุรี	25.33	ราชบุรี	26.49
11	เชียงใหม่	18.20	เชียงใหม่	18.63	เชียงใหม่	18.78
12	สงขลา	13.75	สงขลา	13.31	สงขลา	13.24

แหล่งที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2546: 69 – 71.

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการเลี้ยงไก่เนื้อภายในประเทศ แยกตามรายภาค ปี พ.ศ. 2539 – 2543

หน่วย : พันตัว

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณการผลิต				รวมทั้ง ประเทศ
	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออก เฉียงเหนือ	ภาคใต้	
2539	52,944.81	490,474.68	65,038.67	55,923.59	664,381.74
2540	57,607.29	531,530.61	73,629.82	63,880.59	726,678.71
2541	71,358.37	603,485.03	81,767.43	71,375.57	828,034.86
2542	69,210.08	614,246.04	81,573.47	71,438.21	836,466.34
2543	71,722.33	617,597.05	85,269.97	74,033.73	848,631.78
อัตราการ เจริญเติบโต (ร้อยละต่อปี)	8.32	6.06	7.14	7.42	6.45

แหล่งที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2545: 223.

ตารางที่ 2.3 ปริมาณการผลิต การบริโภค และการส่งออกไก่เนื้อของประเทศไทยปี พ.ศ.
2535 – 2544

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณการผลิต		ปริมาณการ บริโภค ^{1/}	ปริมาณการส่งออก ^{2/}	
	ล้านตัว	พันตัน	พันตัน	พันตัน	ล้านบาท
2535	725.64	821.31	639.56	181.75	11,127.62
2536	710.61	804.30	637.71	166.59	10,126.71
2537	646.54	731.78	563.12	168.59	11,704.11
2538	664.29	751.88	575.66	176.21	12,749.45
2539	718.16	812.84	644.07	168.77	12,456.59
2540	726.98	822.83	630.38	192.44	15,902.18
2541	819.78	927.85	653.04	274.82	25,293.47
2542	853.56	966.10	700.37	265.73	21,196.10
2543	890.97	1,008.43	698.20	310.23	24,438.58
2544	952.04	1,077.56	678.86	398.70	35,482.76
อัตราเพิ่ม (ร้อยละ)	3.74		1.60	9.43	14.18

แหล่งที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2545: 223.

หมายเหตุ: น้ำหนักไก่เฉลี่ยตัวละ 1.8 กิโลกรัม

^{1/} การบริโภค = การผลิต – การส่งออก

^{2/} กรมศุลกากร กระทรวงการคลัง

2.1.2.2 การตลาดไก่เนื้อ

ตลาดไก่เนื้อของประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 2 ตลาด คือ ตลาดภายในประเทศ และต่างประเทศ ประมาณร้อยละ 80 – 85 ของผลผลิตไก่เนื้อทั้งหมดจำหน่ายในตลาดภายในประเทศไทย ส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 15 – 20 ถูกส่งออกไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศในรูปแบบของไก่เนื้อแช่เย็น แช่แข็ง และผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่ถอดกระดูกไก่ออกแล้ว ปริมาณการบริโภคไก่เนื้อภายในประเทศขึ้นอยู่กับความเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ระดับรายได้ และรสนิยมในการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ส่วนตลาดไก่เนื้อต่างประเทศของประเทศไทยจะส่งออกในรูปแบบที่สนองตอบความต้องการของตลาดต่างประเทศ ซึ่งตลาดไก่

เนื้อต่างประเทศที่สำคัญๆ ของประเทศไทย ได้แก่ ตลาดญี่ปุ่น ตลาดเยอรมันนี ตลาดสิงคโปร์ ตลาดฮ่องกง และตลาดเนเธอร์แลนด์ เป็นต้น (ศรายุทธ เอี่ยมไพโรจน์, 2542: 61 – 109)

อุตสาหกรรมไก่เนื้อนับเป็นอีกธุรกิจหนึ่งที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยอย่างมาก เนื่องจากเป็นธุรกิจที่ทำรายได้ที่เป็นเงินตราต่างประเทศจากการส่งออกมากที่สุดหมวดสินค้าปศุสัตว์ โดยมีสัดส่วนของมูลค่าการส่งออกถึงประมาณร้อยละ 85 – 90 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าปศุสัตว์ทั้งหมดของประเทศ (สลิตตา ศีลาลัย, 2546: 1) ดังนั้น จึงทำให้การตลาดของไก่เนื้อทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดต่างประเทศมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ชัชวาล สุวัฒนะติลก, 2546: 1)

ตารางที่ 2.4 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกไก่สดแช่แข็งของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2534 – 2544

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณ (พันตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
2534	164.18	10,275.73
2535	174.83	10,399.29
2536	157.08	8,885.70
2537	153.04	9,854.38
2538	149.94	9,661.77
2539	137.21	9,085.02
2540	150.80	10,951.32
2541	212.48	16,638.52
2542	217.74	15,260.34
2543	240.91	15,688.91
2544	296.43	24,592.19
อัตราการเจริญเติบโต (ร้อยละต่อปี)	5.24	6.29

แหล่งที่มา: กรมศุลกากร, 2544 อ้างถึงใน เสน่ห์ เทียนแก้ว, 2544: 6; กรมปศุสัตว์, 2545: 33.

2.1.3 ประโยชน์จากการเลี้ยงไก่เนื้อ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า การเลี้ยงไก่เนื้อ นอกจากจะเป็นอาชีพที่สามารถสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรไทยและช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นแล้ว ยังนับเป็นอีกธุรกิจหนึ่งที่ทำรายได้เป็นเงินตราเข้าประเทศจำนวนมากมายมหาศาลอีกด้วย ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเลี้ยงไก่ ยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมเชื่อมโยงเพิ่มขึ้นอีกหลายประเภท รวมถึงมูลไก่ที่

เป็นผลพลอยได้ที่เกิดขึ้น โดยในปัจจุบันได้เริ่มมีผู้ประกอบการบางรายนำมูลไก่เนื้อมาผลิตเพื่อเป็นการค้าเพิ่มมากขึ้น โดยมีการผลิตออกมาในหลากหลายรูปแบบให้เลือกใช้ตามความสะดวก ทั้งในส่วนของการออกแบบบรรจุภัณฑ์ รูปร่างลักษณะปุ๋ย หรือแม้แต่วิธีการนำมูลไก่เนื้อมาผสมกับธาตุอาหารในสัดส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อผลิตออกมาเป็นปุ๋ยสูตรต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการให้กับทั้งพืชและผู้ใช้ได้มากขึ้น

2.2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยทั่วไป

2.2.1 ความหมายของปุ๋ย

ปุ๋ย หมายถึง วัสดุหรือสารที่ใส่ลงไปในดินโดยมีความประสงค์ที่จะให้อาหารธาตุ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มเติมแก่พืช เพื่อให้พืชได้มีธาตุอาหารดังกล่าวเป็นปริมาณที่เพียงพอและสมดุลกันตามที่พืชต้องการ และให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น ซึ่งความหมายของปุ๋ย ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ได้ให้คำจำกัดความไว้ คือ เป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือสร้างขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ ไม่ว่าโดยวิธีใดหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดินเพื่อบำรุงการเจริญเติบโตแก่พืช (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะเกษตร. คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541: 356)

2.2.2 ชนิดของปุ๋ย

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

2.2.2.1 ปุ๋ยชีวภาพ หรือปุ๋ยจุลินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อดินและพืชมาเพาะเลี้ยงจำนวนมากๆ แล้วเติมลงในดินเพื่อให้จุลินทรีย์เหล่านั้นเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณและสร้างสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ เช่น ปุ๋ยชีวภาพ จากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว จากจุลินทรีย์อีเอ็ม (Effective Microorganisms) และไรโซเบียม เป็นต้น

2.2.2.2 ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยที่ทำขึ้นจากกรรมวิธีทางเคมี ปัจจุบันยังมีราคาค่อนข้างแพงอยู่ และส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ปุ๋ยสูตร 21 – 0 – 0 สูตร 16 – 20 – 0 สูตร 15 – 15 – 15 สูตร 16 – 16 – 8 และสูตร 18 – 46 – 0 เป็นต้น

2.2.2.3 ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่ได้จากอินทรีย์สารและจะต้องผ่านการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพเสียก่อน พืชจึงจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ปุ๋ยอินทรีย์มีหลายชนิด ที่สำคัญและนิยมใช้ได้แก่ ปุ๋ยมูลสัตว์ (ปุ๋ยคอก) ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด (ปฐพีซล วายุอัคคี, 2541: 1 – 37) ปุ๋ยจากผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม และปุ๋ยอินทรีย์ กทม. (กรุงเทพมหานคร) เป็นต้น

ซึ่งเมื่อพิจารณาตามคุณสมบัติต่างๆ ของปุ๋ยข้างต้นแล้ว จะเห็นได้ว่าปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้ในการทดลองนี้ จัดว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากมูลสัตว์ หรือที่เรียกว่า ปุ๋ยคอก นั่นเอง

2.3 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์

2.3.1 ประวัติการใช้ปุ๋ยอินทรีย์

มนุษย์เริ่มทำการเพาะปลูกพืชเมื่อประมาณ 10,000 – 12,000 ปีมาแล้ว จนกระทั่งเมื่อประมาณ 2,500 – 3,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำไทกริสและยูเฟรติสซึ่งเป็นที่ตั้งของประเทศอิรักในปัจจุบัน เป็นแหล่งที่มนุษย์มีความเจริญรุ่งเรืองมากกว่าดินแดนแถบอื่น ผู้คนในสมัยนั้นรู้จักการใช้ปุ๋ยคอก ซากพืชและสัตว์ รวมทั้งปุ๋ยพืชสด เพื่อปรับปรุงดินที่เสื่อมโทรมให้กลับเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูงแล้ว

ประเทศไทยในสมัยโบราณ ได้มีการใช้ปุ๋ยที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติ โดยการทำนาในสมัยกรุงศรีอยุธยานั้นจะทำกันบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ แขวงเมืองวิเศษชัยชาญ อ่างทอง สิงห์บุรี และสุพรรณบุรี เนื่องจากดินที่ใช้ทำนาเกิดจากน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาท่วมล้นฝั่งประจำทุกปี ซึ่งได้พาเอาตะกอนต่างๆ อันเป็นอาหารพืชมาทับถม ทำให้ข้าวได้รับปุ๋ยธรรมชาติมาก จึงมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าในแถบอื่นๆ ส่วนการใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักนั้นสันนิษฐานว่า ชาวจีนที่อพยพมาตั้งรกรากในประเทศไทยเป็นผู้นำวิธีดั้งเดิมที่ใช้ในประเทศจีนมาปฏิบัติและเผยแพร่ในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ยให้กับสวนผัก ไม้ผล และไม้ยืนต้น (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 2 – 3)

2.3.2 ชนิดและคุณสมบัติของวัสดุอินทรีย์

มีวัสดุอินทรีย์หลายชนิดที่ถูกนำมาใช้เป็นปุ๋ย แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน แต่ล้วนมีจุดประสงค์อย่างเดียวกัน คือ ต้องการปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืช อย่างไรก็ตามวัสดุอินทรีย์ทั้งหลายมีปริมาณธาตุอาหารพืชต่ำ จึงต้องใส่จำนวนมากและใส่ต่อเนื่องกันในระยะ

ยาว ทำให้เกิดผลตกค้างทั้งทางเคมีและกายภาพเป็นเวลานาน วัสดุอินทรีย์ที่ใช้เป็นปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน อาจแบ่งได้อย่างกว้างๆ เป็น 2 ประเภท คือ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2534: 26)

2.3.2.1 ประเภทที่ผลิตแล้วนำมาใส่ในไรนา ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด บางชนิด ผลพลอยได้จากการเกษตร/โรงงานอุตสาหกรรม และของเสียจากบ้านเรือนที่อยู่อาศัย หรือเขตชุมชน

2.3.2.2 ประเภทที่ปลูกในพื้นที่ไรนาแล้วไถกลบหรือใช้เป็นวัสดุคลุมดิน ได้แก่ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ ดอซัง พืชที่เหลือภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในระบบการปลูกพืชร่วมกัน (Inter Cropping) หรือวนเกษตร (Agroforestry)

2.3.3 ชนิดและคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์มีมากมายหลายชนิดและมีคุณสมบัติแตกต่างกันมากบ้างน้อยบ้าง แต่การใช้ประโยชน์ในด้านการเป็นปุ๋ยไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารพืชต่ำ แต่มีคุณค่าต่อพืชในด้านการปรับปรุงบำรุงดิน การจำแนกปุ๋ยอินทรีย์มีดังต่อไปนี้ (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 4 – 16)

2.3.3.1 ปุ๋ยมูลสัตว์ (Animal Manures)

หมายถึง มูลสัตว์ต่างๆ ที่สามารถรวบรวมมาได้ แบ่งออกเป็น

1) มูลของสัตว์เลี้ยง ซึ่งสัตว์ที่เลี้ยงไว้ส่วนใหญ่มักจะถูกขังในคอก จึงเรียกปุ๋ยพวกนี้ว่า ปุ๋ยคอก ได้แก่ มูลโค มูลไก่ มูลสุกร เป็นต้น ปุ๋ยมูลสัตว์ที่ใช้กันส่วนใหญ่ได้มาจากปุ๋ยคอก เพราะสามารถรวบรวมได้ง่าย ซึ่งร้อยละของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยคอกจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอายุของสัตว์เลี้ยง อาหารที่สัตว์กินเข้าไป และเวลาในการเก็บรักษาปุ๋ยคอก เป็นต้น

2) มูลของสัตว์ที่ไม่ได้เลี้ยง ได้แก่ มูลค้างคาวและมูลนก เป็นต้น สัตว์เหล่านี้อาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ตามถ้ำหรือเกาะ ปริมาณธาตุอาหารพืชในมูลสัตว์ประเภทนี้จะสูงกว่ามูลสัตว์เลี้ยงโดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส จึงทำให้มีราคาแพง ชาวสวนนิยมนำมาใช้กับไม้ผลมาช้านาน มูลสัตว์ที่ไม่ได้เลี้ยงจะมีองค์ประกอบของธาตุอาหารพืชสูงกว่ามูลสัตว์เลี้ยง เพราะสัตว์ที่ไม่ได้เลี้ยงกินอาหารที่มาจากสัตว์ เช่น ปลาและสัตว์เล็กมากกว่าอาหารที่มาจากพืช

ตารางที่ 2.5 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในมูลสัตว์บางประเภท

มูลสัตว์	N (ร้อยละ)	P ₂ O ₅ (ร้อยละ)	K ₂ O (ร้อยละ)
โค – กระบือ	0.80 – 1.15	0.50 – 0.92	0.50 – 3.73
สุกร	2.16	5.24	1.61
เป็ด	0.80 – 3.68	2.70 – 6.90	0.50 – 1.91
ไก่	1.20 – 4.95	1.20 – 9.36	0.50 – 4.25
ห่าน	0.69	2.14	2.13
นกนางแอ่น	10.47	3.45	0.87
นกกระทา	4.15	3.67	2.33
ค้างคาว	0.10 – 2.90	0.60 – 36.80	0.40 – 22.00

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2523: 213 – 223.

2.3.3.2 ปุ๋ยอุจจาระแห้ง (Night Soil)

หมายถึง อุจจาระของคน ซึ่งเทศบาลเก็บตามบ้านเรือน นำไปกำจัดกลิ่นให้หมดไปแล้วอัดเป็นแผ่นแห้งไปใช้เป็นปุ๋ยในไรนา ปุ๋ยชนิดนี้นิยมใช้กันในประเทศไต้หวัน

2.3.3.3 ปุ๋ยหมัก (Composts)

หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการนำเศษซากพืช ซากสัตว์ และวัสดุต่างๆ ที่มนุษย์นำไปทิ้งเป็นขยะ โดยผ่านการหมักและเกิดการสลายตัวของอินทรีย์สารเหล่านี้ไปบางส่วน โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักจากซากพืชและสัตว์ กับปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยซึ่งมีตัวอย่างจากปุ๋ยหมักที่กรุงเทพมหานครได้ทำขึ้นเพื่อทำลายขยะที่มีเพิ่มมากขึ้นทุกปี ปุ๋ยหมักจากขยะของกรุงเทพมหานครประเภทนี้เราเรียกว่า ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. โดยในปัจจุบันมีการผลิตอยู่ 3 ชนิด คือ

- 1) ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 1
- 2) ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 2
- 3) ปุ๋ยเคมีอินทรีย์ กทม. หรือปุ๋ยอินทรีย์พิเศษ

ปุ๋ยอินทรีย์ที่กรุงเทพมหานครได้ทำขึ้นนั้นได้จากการนำขยะสดมาหมักภายในโรงหมักตามกระบวนการหมัก หลังจากขยะสลายตัวดีแล้ว นำขยะนั้นมาเข้าเครื่องร่อน เพื่อคัดแยกเอาส่วนที่จะใช้เป็นปุ๋ยได้ออกมา ส่วนกากหรือชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่และยังไม่สลายตัวก็จะถูกแยกออกไปทิ้ง ปุ๋ยหมักที่ได้นี้เราเรียกว่า ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 1 มีสีและลักษณะคล้ายดิน สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 2 นั้น ได้จากการนำปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 1 มาผสมกับอุจจาระแห้ง (Night

Soil) ในอัตราส่วน 1 : 1 ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 2 ที่ได้นั้นจะมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ประมาณ 8 ส่วนปุ๋ยเคมีอินทรีย์ กทม. นั้น จะนำปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 1 ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตรต่าง ๆ เพื่อให้ได้สูตรปุ๋ยที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด (กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 17)

ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักเศษเหลือต่างๆ ของพืช เช่น ฟางข้าว ผักตบชวา เศษเหลือจากการเพาะเห็ด ข้าวโพด เศษหญ้า หรือใบไม้และปุ๋ยอินทรีย์ กทม. จะมีปริมาณธาตุอาหารที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ แสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักจากซากพืช ซากสัตว์ และจากขยะมูลฝอย

ชนิดของปุ๋ย	N (ร้อยละ)	P ₂ O ₅ (ร้อยละ)	K ₂ O (ร้อยละ)
ปุ๋ยหมัก	0.50 – 2.46	0.30 – 2.95	0.10 – 0.80
ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 1	1.42	1.67	0.94
ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 2	1.56	3.42	0.60

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุกใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2523: 213 – 223.

2.3.3.4 ปุ๋ยพืชสด (Green Manure)

หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการปลูกพืชชนิดต่างๆ เช่น พืชตระกูลถั่ว ตระกูลหญ้า หรือพืชอื่นๆ โดยปล่อยให้เจริญเติบโตระยะหนึ่งแล้วตัดเป็นท่อนหรือไถกลบ เพื่อเป็นอาหารแก่พืชหลัก พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตเร็ว ง่ายต่อการตัดหรือไถกลบ ถ้าปลูกธัญพืช นิยมใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด แต่ถ้าปลูกพืชหัว เช่น มันเทศ มันสำปะหลัง หรือไม้ผล นิยมใช้พืชตระกูลหญ้าแทนพืชตระกูลถั่ว เพราะว่าพืชตระกูลถั่วมีไนโตรเจนมากเกินไป ทำให้ต้นอ่อนแอและได้ผลผลิตต่ำ

การทำปุ๋ยพืชสดบำรุงดินเหมาะสำหรับท้องที่ที่มีดินฟ้าอากาศไม่แปรปรวนมาก และมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่จะเกิดผลเสียมากกว่าผลดีหากทำในสภาวะที่มีดินฟ้าอากาศแปรปรวนสูงและแห้งแล้งจัด

2.3.3.5 ซากสัตว์ และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์

ปัจจุบันมีโรงฆ่าสัตว์และอุตสาหกรรมผลิตเนื้อสดแช่แข็งและบรรจุกระป๋องเนื้อสัตว์ต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย ผลพลอยได้ เช่น น้ำล้างเนื้อสัตว์ เลือดสด – แห้ง ขน หนัง และเครื่องในสัตว์ต่างๆ มีปริมาณไนโตรเจนสูงและมีธาตุอื่นๆ อยู่ครบถ้วนในปริมาณเล็กน้อย แตกต่างกัน นอกจากนั้นถ้านำกระดูกสัตว์มาต้มให้เนื้อที่ติดกระดูกสุก แล้วเผาให้กระดูกไหม้ เกรียม เปราะร่วน ทุบเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ให้กับพืช จะเพิ่มธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส ทำให้ต้น

ราก ดอก และผลมีคุณภาพดี นิยมนำไปผสมกับวัสดุที่ใช้ปักชำหรือตอนต้นไม้ และใส่กระเช้าปลูกกล้วยไม้ ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยที่มาจากซากสัตว์และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์ แสดงไว้ในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยซากสัตว์และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์

ชนิดของปุ๋ย	N (ร้อยละ)	P ₂ O ₅ (ร้อยละ)	K ₂ O (ร้อยละ)
เลือดแห้ง	8.00 – 12.00	0.30 – 1.50	0.50 – 0.80
เศษเนื้อ พังผืด หนังสัตว์	5.00 – 10.00	1.00 – 1.50	1.00 – 1.50
กากน้ำปลา	2.50 – 5.90	0.90 – 8.40	0.06 – 2.20
กระดูกป่น	0.60 – 3.90	10.50 – 22.60	0.04 – 0.16

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2523: 213 – 223.

2.3.3.6 ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร

อุตสาหกรรมการแปรรูปผลผลิตทางเกษตร ได้แก่ โรงสี โรงงานน้ำตาล โรงงานแปรงมันสำปะหลัง โรงงานหีบน้ำมัน เป็นต้น ผลพลอยได้ที่เป็นกากหรือของเสียบางชนิดสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น นำไปใช้ทำอาหารเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ กากถั่วลิสง กากถั่วเหลือง บางชนิดไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ แต่สามารถที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้ เช่น แกลบ กากอ้อยป่น กากเมล็ดนุ่น กากผงชูรส เป็นต้น โดยที่กากสะหุง กากเมล็ดฝ้าย และกากผงชูรสสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้โดยตรง เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนสูง แต่แกลบและกากอ้อยป่นนั้นจะต้องเติมธาตุอาหารพืชที่ยังขาดลงไปแล้วหมักให้เปื่อยย่อยเสียก่อน จึงจะนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร แสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร

ชนิดของปุ๋ย	N (ร้อยละ)	P ₂ O ₅ (ร้อยละ)	K ₂ O (ร้อยละ)
กากเมล็ดฝ้าย	6.00 – 9.00	2.00 – 3.00	1.00 – 2.00
กากเมล็ดถั่วเหลือง	2.70 – 8.70	0.00 – 0.40	0.00 – 2.30
กากเมล็ดละหุ่ง	8.04	2.41	1.45
กากอ้อย	0.30 – 1.00	0.00 – 2.40	0.20 – 0.54
กากเมล็ดถั่วเขียว	3.16	2.31	1.58
เปลือกถั่วลิสง	1.79	0.21	0.94
กากผลปาล์ม	1.16	0.22	0.60

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2523: 213 – 223.

2.3.3.7 ตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

การผลิตสินค้าของโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดจะมีการระบายน้ำเสียออกมา และมีอุตสาหกรรมหลายประเภทที่ในน้ำเสียนั้นมีอินทรีย์สารปะปนมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถแยกออกไปโดยการตกตะกอน ตะกอนน้ำเสียนี้มักจะอุดมไปด้วยธาตุอาหารพืชต่างๆ และสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ ตะกอนน้ำเสียจากโรงงานกลั่นสุรา โรงงานน้ำตาล หรือประเภทใกล้เคียงกันนี้ สามารถนำไปทำปุ๋ยได้ แต่ถ้าเป็นตะกอนน้ำเสียจากโรงงานถลุงโลหะ โรงงานแบตเตอรี่ มักจะมีโลหะหนักที่เป็นพิษต่อคนและสัตว์ติดออกมาด้วยในปริมาณค่อนข้างสูง จึงไม่ควรนำไปใช้เป็นปุ๋ยให้กับพืชที่รับประทานได้ แต่สามารถนำไปใช้กับไม้ดอกไม้ประดับได้ ดังนั้น การที่จะนำตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมาทำปุ๋ย ควรมีการตรวจสอบปริมาณของธาตุโลหะหนักให้แน่ใจเสียก่อน จึงจะนำไปใช้กับพืชที่เป็นอาหารคนและสัตว์ ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยที่มาจากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท แสดงไว้ในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ชนิดของปุ๋ย	N (ร้อยละ)	P ₂ O ₅ (ร้อยละ)	K ₂ O (ร้อยละ)
จากโรงงานน้ำอัดลม	5.00 – 8.00	3.00 – 5.00	1.00 – 2.00
จากลำเหล่า	0.29	0.03	0.08

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2523: 213 – 223.

2.3.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์

การสลายตัวของซากพืช ซากสัตว์ และผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ซึ่งจะกล่าวเฉพาะปัจจัยที่สำคัญดังต่อไปนี้ (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 19 – 20)

2.3.4.1 ชนิดของสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบ

สารประกอบอินทรีย์แต่ละชนิดสลายตัวได้เร็วหรือช้าแตกต่างกัน น้ำตาล แป้ง และโปรตีนแบบง่ายจะสลายตัวได้เร็วที่สุด รองลงมาเป็นพวกโปรตีนหยาบ (Crude Protein) เซมิเซลลูโลส และที่สลายตัวได้ยากที่สุด ได้แก่ พวกลิกนิน ไขมัน และแทนนิน ดังนั้น ดินพืชที่ยังอ่อนอยู่จะสลายตัวได้เร็ว เนื่องจากประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่สลายตัวได้ง่ายเป็นปริมาณมาก แต่ถ้าเป็นดินพืชที่แก่จะสลายตัวได้ช้า เนื่องจากประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์ที่สลายตัวได้ยากอยู่มาก

2.3.4.2 อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของอินทรีย์วัตถุ

ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N Ratio) แคบจะสลายตัวได้เร็วกว่าพวกที่มี C/N Ratio กว้าง โดยทั่วไปซากพืชจะมีคาร์บอนประมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก แต่จะมีปริมาณของไนโตรเจนแตกต่างกันตามชนิดและอายุของพืช

2.3.4.3 ขนาดของอินทรีย์วัตถุ

ปุ๋ยอินทรีย์ที่มาจากซากพืชที่มีขนาดใหญ่ การสลายตัวจะเป็นไปได้ช้า ในทางตรงกันข้าม หากมีการสับซากพืชให้เป็นชิ้นเล็กๆ การสลายตัวก็จะเป็นไปได้เร็วขึ้น

2.3.4.4 สภาพแวดล้อมภายในดิน

ถ้าดินมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ เช่น มีอุณหภูมิ ความชื้น การถ่ายเทอากาศในดิน ปฏิกริยาของดิน ตลอดจนปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่เหมาะสม อินทรีย์สารในปุ๋ยอินทรีย์ก็จะสลายตัวได้ดีกว่า

2.3.5 อัตราและวิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์

พืชต่างชนิดกันมีความต้องการธาตุอาหารมากน้อยแตกต่างกัน แม้แต่พืชชนิดเดียวกัน ความต้องการธาตุอาหารจะแตกต่างกันไปตามชนิดของผลผลิตที่ต้องการ นอกจากนั้นความต้องการปุ๋ยอินทรีย์ของพืชมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของดินด้วย ในที่นี้จะกล่าวถึงปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้โดยเฉลี่ยสำหรับดินในภาคต่างๆ ทั่วประเทศ ซึ่งวิธีและอัตราการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่แนะนำให้ใช้แบ่งตามชนิดของพืชที่ปลูกได้ดังต่อไปนี้ (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 21 – 23)

2.3.5.1 ข้าว

อัตราปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้สำหรับปลูกข้าวประมาณ 500 – 800 กิโลกรัมต่อไร่ โดยดินบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางเหมาะสำหรับทำนามากที่สุด ควรใช้ประมาณ 400 – 600 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับภาคเหนือและภาคใต้ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ควรใช้ประมาณ 600 – 800 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกส่วนใหญ่เป็นดินทราย ควรใช้ประมาณ 800 – 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

2.3.5.2 พืชไร่

อัตราปุ๋ยอินทรีย์ที่แนะนำให้ใช้สำหรับปลูกพืชไร่ คือ 1 – 2 ตันต่อไร่ ถ้าเป็นดินร่วนปนทรายควรใช้อัตรา 800 – 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ถ้าเป็นดินทรายจัดหรือดินเหนียวจัดควรใช้อัตรา 1 – 2 ตัน (หรือมากกว่า) ต่อไร่

2.3.5.3 ไม้ผลหรือไม้ยืนต้น

อัตราปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ ไปที่แนะนำให้ใช้สำหรับไม้ผลหรือไม้ยืนต้น คือ น้ำหนักดิน 1 ส่วนต่อน้ำหนักปุ๋ย 1 ส่วน (1 : 1) ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วจึงใส่ลงไปในหลุมปลูกและควรใส่ปุ๋ยเคมีหรือหินฟอสเฟตไปด้วย ในอัตราประมาณ 100 – 200 กรัมต่อหลุมหรือต่อต้น

2.3.5.4 พืชผัก

ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ ไป ประมาณ 1 – 2 ตันต่อไร่ และควรใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยในอัตราประมาณ 20 – 50 กิโลกรัมต่อไร่

2.3.5.5 ไม้ดอกไม้ประดับต่างๆ

ถ้าปลูกไม้ดอกไม้ประดับเป็นแปลงใหญ่ อัตราและวิธีการใช้ปุ๋ยให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับพืชผัก แต่ถ้าปลูกไม้กระถางให้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ ไปผสมกับดินในอัตรา 1 : 1

2.3.6 ข้อดีและข้อเสียของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์

2.3.6.1 ข้อดี (อุดม นาอะะ, 2545: 15 – 16)

1) ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติทางเคมีของดิน จะเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากในปุ๋ยจะมีอินทรีย์สารที่มีตำแหน่งของการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในปริมาณสูงมากจึงช่วยเจือจางความเข้มข้นของไอออนที่อยู่บริเวณรอบๆ และควบคุมปฏิกิริยาทางเคมีในดินให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

2) ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีและมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์สูงขึ้น ทำให้อนุภาคหยาบๆ มีการเกาะตัวกันดีขึ้น ส่วนดินเหนียวจะร่วน โปร่ง มีการระบายน้ำและอากาศได้ดี มีความหนาแน่นลดลง ไม่แข็งจัดเมื่อแห้ง แต่ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินจะไม่มีที่ยืน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของปุ๋ยที่ใช้ ความถี่ในการใส่ และอัตราการสลายตัวขององค์ประกอบของปุ๋ย โดยพวกที่มีองค์ประกอบของ Humic Type อยู่สูงจะช่วยรักษาสภาพทางกายภาพของดินให้อยู่ได้นาน

3) ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติทางชีวภาพของดิน เมื่อใส่ลงดิน จุลินทรีย์จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีกิจกรรมต่างๆ ซึ่งจะมีผลโดยตรงและโดยอ้อมต่อคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน ทำให้มีการหมุนเวียนของธาตุอาหารเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืช

นอกจากนี้ ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ และคณะ (2535: 24 – 30) ยังรายงาน ว่า เมื่อมีการเติมอินทรีย์วัตถุลงในดินจะมีผลทำให้ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเพิ่มสูงขึ้น ทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์ต่อดินในการช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และในด้านที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและทำให้ผลผลิตทางด้านการเกษตรเพิ่มสูงขึ้น

2.3.6.2 ข้อเสียของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ คือ มีปริมาณธาตุอาหารต่ำ ทำให้ต้องใส่ในปริมาณสูง สิ้นเปลืองแรงงานและค่าใช้จ่ายในการขนย้าย สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการเก็บรักษาคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์จากแหล่งต่างๆ ไม่เหมือนกัน บางครั้งหายากมีราคาแพงและอาจนำโรคและมีวัชพืชติดมา ทำให้เกิดการแพร่ระบาด (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะเกษตร, คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541: 1 – 547)

การปลูกพืชติดต่อกันเป็นเวลานานย่อมทำให้ปริมาณของอินทรีย์วัตถุลดลง ส่งผลทำให้ผลผลิตพืชลดลง ปุ๋ยอินทรีย์มีกำเนิดมาจากวัตถุที่เป็นอินทรีย์สาร ดังนั้น ปุ๋ยอินทรีย์จึงมีส่วนที่ดีที่ปุ๋ยเคมีไม่มีและใช้ทดแทนกันไม่ได้ โดยเฉพาะคุณสมบัติในการช่วยปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, 2518 อ้างถึงใน อุดม นาแอะ, 2545: 16) ดังนั้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีจึงน่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะนำไปสู่พื้นฐานของการเกษตรยั่งยืน ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญของการจัดการที่จะก่อให้เกิดความยั่งยืนในการผลิต คือ ให้ผลผลิตต่อไร่สูงหรือให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นตลอดไป ไม่ทำให้ดินเสื่อมลงและไม่ทำให้เกิดมลพิษแก่สิ่งแวดล้อม (อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, 2536: 218 – 245)

2.3.7 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดิน เป็นแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้ดินมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ซึ่งจากการใช้อินทรีย์วัตถุติดต่อกันเป็นเวลานานๆ และสม่ำเสมอจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีให้ได้ผลผลิตที่

สูงขึ้น อีกทั้งยังสามารถลดปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีลงได้ระดับหนึ่ง นอกจากนั้น ปุ๋ยอินทรีย์ยังมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งสามารถจำแนกบทบาทได้ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540: 48; นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 24 – 26)

2.3.7.1 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อดิน

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ลงไปในดินจะช่วยปรับปรุงสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เช่น ทำให้ดินเนื้อหยาบสามารถอุ้มน้ำได้ดี มีธาตุอาหารมากขึ้น ทำให้ดินเนื้อละเอียดไถพรวนง่ายขึ้น มีการถ่ายเทอากาศและระบายน้ำดีขึ้น ทำให้ดินสามารถดูดซับธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายน้ำได้มากขึ้น ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืชใช้ในการเจริญเติบโตตลอดจนช่วยให้ กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเป็นไปด้วยดี เป็นผลให้ธาตุอาหารพืชถูกจุลินทรีย์ดินเปลี่ยนจากรูปที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ ให้มาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น

2.3.7.2 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อพืช

ปุ๋ยอินทรีย์มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตทั้งทางอ้อมและทางตรง บทบาททางอ้อม คือ ฮิวมัสที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ จะช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของพืช ส่วนบทบาททางตรง คือ สารฟีโวลิก (Pheolic Compounds) ซึ่งมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินช่วยให้พืชสามารถทนต่อสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น สภาพฝนทิ้งช่วงหรืออากาศหนาวเป็นต้น และช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชด้วย นอกจากนั้น สารฮิวมัสยังช่วยให้การดูดน้ำในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ทองแดง เหล็ก และซิลิเกตของพืชเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ให้กับพืชด้วย

2.3.7.3 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสิ่งแวดล้อม

การนำอินทรีย์วัตถุต่างๆ มาทำปุ๋ยอินทรีย์ เป็นการรักษาสภาพแวดล้อมด้านต่างๆ ดังนี้

1) กำจัดแหล่งศัตรูพืช การนำเศษเหลือของพืชในไร่นา และวัชพืชต่างๆ มาทำปุ๋ยหมัก เป็นการทำลายแหล่งอาศัยของโรคหรือแมลงที่เป็นศัตรูพืช ไม่ให้แพร่ระบาดจนทำความเสียหายต่อพืชที่ปลูก

2) กำจัดขยะมูลฝอย บริเวณบ้านเรือนที่อยู่อาศัยโดยทั่วไปมักจะมีขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลต่างๆ การนำขยะมูลฝอยตามบ้านเรือนไปทำปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากจะได้ปุ๋ยสำหรับปรับปรุงดินแล้ว ยังทำให้บ้านเรือนสะอาดและเป็นระเบียบด้วย

3) กำจัดวัชพืชน้ำ แหล่งน้ำต่างๆ ที่มีวัชพืช เช่น จอก แหน ผักตบชวา ขึ้นอย่างหนาแน่น มักจะเกิดสภาพที่ขาดออกซิเจน ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และเมื่อวัชพืชตายไปจะเกิดการเน่าเปื่อยเป็นผลต่อระดับออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ซึ่งทำให้สัตว์น้ำไม่สามารถเจริญเติบโตหรืออาจตายได้ การกำจัดวัชพืชน้ำเพื่อนำไปทำปุ๋ย

อินทรีย์จะทำให้การคมนาคมทางน้ำสะดวกขึ้น และทำให้ผู้คนบริเวณนั้นสามารถใช้น้ำที่สะอาดได้

2.3.7.4 ลดอุบัติเหตุและภัยธรรมชาติ

เกษตรกรบางพื้นที่มักจะเผาเศษพืชที่เหลือทิ้งในไร่นาบริเวณทางหลวง เป็นเหตุให้เกิดควันไฟเป็นบริเวณกว้าง ทำให้ทัศนวิสัยในการขับขี่รถยนต์บนถนนไม่ดี อาจเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุอย่างรุนแรง ทำให้สูญเสียทรัพย์สินตลอดจนถึงชีวิตได้ ดังนั้น การนำเศษพืชเหลือทิ้งมาทำเป็นปุ๋ยจึงน่าจะช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุและภัยธรรมชาติได้ทางอ้อม

2.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งได้มาจากการเลี้ยงสัตว์และได้มีการนำมาใช้ทางการเกษตรอย่างแพร่หลายเป็นเวลานานหลายปีมาแล้ว ปุ๋ยคอกไม่เพียงแต่จะให้อินทรีย์วัตถุธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศดีขึ้น ช่วยเพิ่มความคงทนให้แก่เม็ดดิน เป็นการลดการชะล้างพังทลายของดินและช่วยรักษาหน้าดินไว้ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ซึ่งมีผลทำให้กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและยังช่วยเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ในดินอีกด้วย ในอดีตการใช้ปุ๋ยคอกเป็นไปอย่างง่าย ๆ ตามธรรมชาติ โดยเกษตรกรจะเลี้ยงสัตว์ เช่น โค กระบือ สุกร ไก่ เป็นต้น ซึ่งการเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่จะกระจัดกระจายไปตามท้องทุ่ง เมื่อสัตว์ขับถ่ายมูลสัตว์ออกมาก็จะตกหล่นบนพื้นดินโดยตรง ซึ่งเป็นการใช้ปุ๋ยคอกแบบประหยัด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1)

ปุ๋ยคอกสามารถแบ่งออกได้เป็นส่วนที่เป็นของเหลวและของแข็ง ซึ่งสัตว์ต่างชนิดกันก็จะมีสัดส่วนของทั้งของเหลวและของแข็งต่างกัน (สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, 2518 อ้างถึงใน อุดม นานาอะ, 2545: 16) ในกรณีที่เป็นของเหลวจะมีธาตุอาหารที่เป็นไนโตรเจนอยู่ประมาณครึ่งหนึ่ง และมีโพแทสเซียมสองในสามของทั้งหมด ส่วนฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะมีอยู่ในส่วนที่เป็นของแข็ง (Hinich, 1974: 12 – 15) และนอกจากนี้ปริมาณของธาตุอาหารในปุ๋ยคอกจะมีมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับชนิดสัตว์ อายุ และชนิดของอาหารที่สัตว์กิน ตลอดจนความเก่าและใหม่ของปุ๋ยคอก (McAuliffe and Peech, 1949: 179 – 184)

2.4.1 คุณค่าทางอาหารพืชของปุ๋ยคอก

สำหรับคุณค่าทางอาหารพืชของปุ๋ยคอก (มูลสัตว์) นั้นจะแตกต่างกันไปตามแหล่งวิธีการเลี้ยงและการเก็บรักษา ถ้ามองในแง่ของธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ

โพแทสเซียมแล้วจะมีค่อนข้างน้อย ยกเว้นมูลสุกร มูลไก่ และมูลค้างคาวซึ่งค่อนข้างจะมีธาตุอาหารหลักอยู่สูง แต่ข้อดีของมูลสัตว์ คือ จะให้ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และธาตุอาหารเสริม เช่น เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีน นอกเหนือจากนั้นยังให้ฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับพืชอีกมากมายอีกด้วย ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.10

2.4.1.1 แนวทางการใช้ปุ๋ยคอกเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน

ออมทรัพย์ นพอมรบดี (2540 อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1) ได้กล่าวถึงแนวทางการใช้ปุ๋ยคอกไว้ดังนี้คือ มูลโคและมูลกระบือ โดยทั่วไปแล้วมีธาตุอาหารต่ำกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นเพราะเป็นสัตว์กินหญ้า ไม่ควรใส่แปลงปลูกผักโดยตรง เพราะจะมีปัญหาเมล็ดพืชปะปนมา ควรนำไปหมักเป็นปุ๋ยหมักเสียก่อน หรือนำไปผลิตก๊าซชีวภาพแล้วนำกากที่เหลือไปใช้จะได้ประโยชน์มากกว่า มูลแห้งเหมาะสำหรับใส่แบบหว่าน ในสวนไม้ผล หรือรองก้นหลุมปลูกพืช ส่วนมูลไก่และมูลเป็ด เป็นมูลที่มีธาตุอาหารค่อนข้างสูง โดยมีการเลี้ยงเป็นการค้ากระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยเฉพาะการเลี้ยงไก่ มูลไก่กระทงมีแกลบปนประมาณร้อยละ 50 ส่วนมูลไก่ไข่มีแต่เนื้อมูลล้วน ฉะนั้นควรใช้มูลไก่ไข่น้อยกว่ามูลไก่กระทงครึ่งหนึ่ง มูลไก่สดไม่ควรนำไปใช้ในสวนไม้ผล และพืชผักโดยตรง ควรนำไปทำปุ๋ยหมักให้สมบูรณ์ก่อนที่จะนำไปใช้ ส่วนมูลเป็ดนั้นเนื่องจากเป็ดจะนิยมเลี้ยงกันบริเวณริมน้ำและมากที่สุดบริเวณริมฝั่งทะเล ทำให้มูลที่ขุดมาได้จากเล้าอาจจะมีเกลือปะปนมา ส่งผลให้ความนิยมน้อยกว่ามูลไก่สำหรับมูลสุกร เป็นมูลที่มีธาตุอาหารค่อนข้างสูงโดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส มูลแห้งนั้นชาวสวนผักนิยมใช้มากที่สุด มูลสุกรมักจะมีปริมาณทองแดงมาก การใช้สะสมนานๆ อาจจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ ควรนำไปทำปุ๋ยหมักร่วมกับแกลบ ชี้เลื่อย ฟางข้าว ก่อนที่จะนำไปใช้ถึงจะดี สำหรับอัตราการใช้ปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 อัตราการใช้ปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ

ชนิดของปุ๋ยคอก	อัตราการใช้ (ตัน/ไร่)
มูลโค กระบือ	2 – 5
มูลสุกร	1 – 2
มูลไก่ไข่	0.3 - 1.0
มูลไก่กระทง	1 – 2

แหล่งที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1.

2.4.1.2 วิธีการเก็บรักษาปุ๋ยคอก

พิรัชฌา วาสนานุกูล และคณะ (2540 อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1) ได้กล่าวถึงวิธีการเก็บรักษาปุ๋ยคอกและข้อควรคำนึงในการใช้ปุ๋ยคอกไว้ว่า การเก็บรักษาปุ๋ยคอกมีความสำคัญมาก หากเก็บรักษาไม่ดีจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารในปุ๋ยคอก โดยจะสูญเสียไปดังนี้ คือ ไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูญเสียร้อยละ 50 ฟอสฟอรัสและแคลเซียมร้อยละ 20 แมกนีเซียมร้อยละ 25 กำมะถัน ทองแดง แมงกานีส และสังกะสีร้อยละ 30 ในการเก็บรักษาควรใช้เศษหญ้า ฟางข้าว แกลบ หรือขี้เลื่อย ผสมในอัตราส่วนดังนี้คือ ฟางข้าว 1 ส่วนต่อปุ๋ยคอก 4 ส่วน และเนื่องจากไนโตรเจนสูญเสียไปในรูปแอมโมเนียได้ง่าย จึงจำเป็นต้องลดอัตราการสูญเสียไนโตรเจน โดยการทำให้แห้งโดยเร็ว และเติมปุ๋ยฟอสเฟตลงไป ประมาณ 5 – 10 กิโลกรัมต่อปุ๋ยคอก 1 ตัน เพราะปุ๋ยฟอสเฟตที่เพิ่มลงไป นอกจากจะช่วยยกระดับฟอสฟอรัสในปุ๋ยแล้วยังช่วยรักษาไนโตรเจนในปุ๋ยคอกไม่ให้สูญเสียไปอีกด้วย

ตารางที่ 2-10 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

ที่	ชนิดมูลสัตว์	pH	ธาตุอาหารหลัก (ร้อยละ)			ธาตุอาหารรอง (ร้อยละ)				ธาตุอาหารเสริม (ppm.)						โซเดียม (ร้อยละ)
			ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม	กำมะถัน	เหล็ก	แมงกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โบรอน	โมลิบดีนัม	คลอรีน	
1	มูลโค (ใหม่)	10.4	1.95	1.76	0.43	1.82	0.56	0.07	4,630	670	190	32	54	0	9,740	3.12
2	มูลโค (เก่า)	8.7	1.73	0.49	0.30	0.55	0.22	0.05	4,630	840	87	29	26	0	1,600	0.54
3	มูลกระบือ (เก่า)	8.7	1.82	1.92	0.12	2.06	0.74	0.52	14,550	722	300	52	51	0	12,200	2.19
4	มูลสุกร (เก่า)	8.9	2.83	16.25	0.11	8.11	2.42	0.14	8,500	970	2,600	1,650	36	20	1,270	0.71
5	มูลไก่ไข่	7.5	2.28	5.91	3.02	12.10	1.07	0.67	9,500	916	1,190	87	63	0	8,110	1.99
6	มูลไก่เนื้อ (ใหม่)	8.0	2.65	2.69	1.85	2.18	0.51	0.18	2,240	460	310	58	32	10	3,160	1.29
7	มูลไก่เนื้อ (เก่า)	8.2	2.09	6.07	0.42	11.30	0.86	0.68	1,850	670	1,040	32	64	0	10,300	2.50
8	กากน้ำปลา (ใหม่)	6.1	4.02	7.75	0.06	6.23	0.63	0.00	860	120	220	140	64	0	239,300	15.87
9	กากน้ำปลา (เก่า)	6.0	3.87	7.31	0.05	5.73	0.61	0.00	1,260	110	190	16	62	0	276,400	18.39
10	มูลไก่ต้อมัด	8.0	2.84	7.63	0.78	2.60	0.34	-	45	10	3	0.80	-	-	-	-
11	มูลกิ้งก่า	7.5	3.32	13.95	0.29	18.01	0.48	0.28	22,100	3,800	9,900	4,200	100	0	330	-

แหล่งที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1.

หมายเหตุ: ppm. = หนึ่งส่วนในล้านส่วน (Part per Million)

1. ลำดับที่ 1 - 9 วิเคราะห์โดย กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร พฤศจิกายน พ.ศ. 2537
2. ลำดับที่ 10 วิเคราะห์โดย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กันยายน พ.ศ. 2540
3. ลำดับที่ 11 วิเคราะห์โดย กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร มีนาคม พ.ศ. 2542

2.4.1.3 ข้อคำนึงในการใช้ปุ๋ยคอก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1)

- 1) ไม่ควรนำปุ๋ยคอกไปใช้ในพื้นที่ที่ไกลเกินไปจากแหล่งผลิต
- 2) อย่างนำปุ๋ยคอกไปฝังแดด เพราะจะสูญเสียธาตุไนโตรเจนโดยการระเหิด
- 3) ควรเก็บรักษาปุ๋ยคอกไว้ให้แห้งในที่ร่ม และใช้ปุ๋ยในสภาพแห้ง
- 4) ควรใส่ปุ๋ยคอกในขณะที่ดินมีความชื้นพอเหมาะ
- 5) อย่าใส่ปุ๋ยคอกใกล้กับบริเวณโคนต้นและควรใช้ในปริมาณที่พอเหมาะ

2.4.1.4 ข้อจำกัดของการใช้ปุ๋ยคอก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1)

- 1) ต้องใช้ในปริมาณมากและมีปัญหาด้านการขนส่งในกรณีที่อยู่ห่างไกล
- 2) มีปัญหาเมล็ดวัชพืชติดปนมา ทำให้เกิดหญ้าจำนวนมากในแปลงที่ใช้ปุ๋ยคอกโดยเฉพาะกรณีที่ใช้มูลกระบือซึ่งเป็นสัตว์ที่กินหญ้าเป็นอาหารหลัก
- 3) เกษตรกรบางรายเข้าใจผิดคิดว่าใช้ปุ๋ยคอกแล้วจะทำให้เกิดโรคต่าง ๆ กับพืชที่ปลูก และในปัจจุบันมีพ่อค้าบางรายเริ่มผลิตปุ๋ยคอกปลอมปนส่งผลเสียทำให้เกษตรกรไม่อยากจะใช้ปุ๋ยคอก
- 4) มูลสุกรบางเล้าใช้โซดาไฟล้างคอกสัตว์ ทำให้มูลที่ได้คุณภาพไม่ดี

2.4.1.5 สถานการณ์ใช้ปุ๋ยคอกในปัจจุบัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1)

ปัจจุบันจะพบว่ามี การนำปุ๋ยคอกมาผลิตเพื่อการค้ามากขึ้น กล่าวคือ มีการซื้อขายกันแทบทุกภาคของประเทศไทย มูลโคตากแห้ง ซื้อขายกันในราคากระสอบปุ๋ยละ 20 – 25 บาท มูลสุกรแห้งและมูลไก่กระสอบละ 10 – 15 บาท (10 กิโลกรัม) แต่ส่วนใหญ่มูลไก่จะนิยมซื้อแบบเหมาเล้ามากกว่า สำหรับมูลค่างขายกันในราคากิโลกรัมละ 5 – 10 บาทแล้วแต่คุณภาพและแหล่งผลิต

2.4.2 งานวิจัยเกี่ยวกับธาตุอาหารสำหรับพืชในปุ๋ยคอก

Weixu (1993 อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1) ศึกษาการใช้ปุ๋ยคอกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่างกัน พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พืชจะตอบสนองได้ดีกว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางและสูง ซึ่งจะเห็นได้จากผลผลิตของข้าวโพดที่เพิ่มสูงขึ้นโดยที่ในแปลงควบคุมในดินที่อุดมสมบูรณ์ต่ำจะให้ผลผลิต 391 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2.4 ตันต่อไร่ ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นอีก 324 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่แปลงควบคุมของดินที่อุดมสมบูรณ์ปานกลางและสูง ให้ผลผลิต 600 และ 806 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน 24 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเพียง 86 – 108 และ 36 – 60 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

Gupta, Jha and Dev (1983: 266 – 270) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสดจะมีผลต่อการเพิ่มปริมาณเชื้อแบคทีเรียแอมโมเนียไนโตรเจน และเชื้อรา รวมทั้งมีผลต่อกระบวนการ Ammonification, Nitrification และการตรึงไนโตรเจน เพราะปุ๋ยอินทรีย์จะควบคุมสภาพความเป็นกรด – ด่างให้เหมาะสมต่อการเกิดกิจกรรม และยังเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานของเชื้อจุลินทรีย์ดิน

Casellanos and Pratt (1981: 354 – 357) ศึกษาการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนจากปุ๋ยคอก โดยทำการบ่มปุ๋ยคอกอัตรา 8.2 มิลลิกรัมต่อดิน 30 กรัม เป็นเวลา 10 สัปดาห์ จากผลการทดลอง พบว่าปุ๋ยคอกมีปริมาณไนโตรเจนซึ่งได้จากการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากอินทรีย์เป็นอนินทรีย์สูงที่สุดในสัปดาห์แรกของการบ่ม หลังจากสัปดาห์แรกแล้วปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยคอกจะเพิ่มขึ้นน้อยกว่าสัปดาห์แรกมาก โดยการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยคอกจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงสัปดาห์ที่ 10

2.5 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยมูลไก่

2.5.1 ความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยมูลไก่

ปัจจุบันในประเทศไทย การเลี้ยงไก่ได้มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี พ.ศ. 2545 พบว่า มีการเลี้ยงไก่เป็นจำนวนมากในทุกภาคของประเทศไทย ดังนั้น ในแต่ละปีจึงมีมูลไก่จำนวนมาก ซึ่งในปี พ.ศ. 2543 มีมูลไก่กว่า 21.22 ล้านตัน โดยที่มูลไก่เป็นปุ๋ยคอกชนิดหนึ่งที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยเฉลี่ยสูงกว่าปุ๋ยมูลสุกร มูลโค มูลกระบือ ตามลำดับ (กฤษฎา ทิวกวี, 2546: 3)

ตารางที่ 2.12 แสดงปริมาณมูลไก่เป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2543

ภาค	จำนวนไก่ (พันตัว)	มูลไก่ (ตันต่อปี) ^{1'}
ตะวันออกเฉียงเหนือ	85,269.97	2,131,749.25
เหนือ	71,722.33	1,793,058.25
กลาง	617,597.05	15,439,926.25
ใต้	74,033.73	1,850,843.25
รวมทั้งประเทศ	848,631.78	21,215,794.50

แหล่งที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2545: 223 และ กฤษฎา ทิวาตรี, 2546: 4.

หมายเหตุ: ^{1'} คำนวณจากปริมาณค่าเฉลี่ยของการถ่ายมูลของไก่ 0.025 ตันต่อปี

มูลไก่เป็นปุ๋ยคอกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าปุ๋ยคอกชนิดอื่นๆ ธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไก่จะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ แต่ต่อเนื่อง ในปัจจุบันได้มีการนำปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดเพื่อลดการฟุ้งกระจาย ทำให้สะดวกในการใช้และยังมีการกล่าวว่ามีคุณสมบัติในการปลดปล่อยธาตุอาหารช้าๆ อีกด้วย จากการตรวจสอบรายงานผลการวิจัยพบว่า ปุ๋ยมูลไก่สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในปริมาณที่สูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นๆ ในสัปดาห์แรกหลังใส่ (Casellanos and Pratt, 1981: 354 – 357) แต่อย่างไรก็ตาม การนำปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอาจทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารช้าเกินไป ซึ่งจะทำให้พืชใช้ประโยชน์จากปุ๋ยมูลไก่อัดไม่เต็มที่ (อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์, 2544: 1)

2.5.2 ความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด

ในการผลิตปุ๋ยคอกอัดเม็ดจะใช้มูลไก่มาเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งมูลไก่ที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยขั้นต้นแรกจะต้องผ่านความร้อน เพื่ออบมูลไก่ให้แห้ง ต้องใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 90 - 100 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิระดับนี้สามารถทำลายเชื้อโรค สปอร์เมล็ดพืชในมูลไก่ได้ ทำให้ไม่มีปัญหาคือการนำไปใช้ในไร่นา

กระบวนการผลิต ขั้นต้นแรกมูลไก่จะถูกนำเข้ากระบวนการอบแห้งโดยผ่านความร้อนอุณหภูมิสูง เมื่อผ่านกระบวนการนี้แล้ว ขั้นต่อไปจะถูกนำเข้ากระบวนการป่นละเอียดให้มูลไก่เป็นผงและจะนำเข้ากระบวนการปรุงแต่งสูตรปุ๋ยให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ จากนั้นนำเข้ากระบวนการอัดเม็ด เมื่อผ่านการอัดเม็ดแล้ว ปุ๋ยอัดเม็ดจะถูกนำเข้าผ่านความเย็นอีกขั้นตอนหนึ่ง สุดท้ายก็เข้าสู่ขั้นตอนการบรรจุถุงเพื่อเป็นปุ๋ยสูตรสำเร็จ เตรียมนำไปจำหน่ายให้เกษตรกรต่อไป

2.5.2.1 ลักษณะของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด จะมีอยู่ 3 รูปแบบ ให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม หรือตามความต้องการของเกษตรกรแต่ละกลุ่มคน คือ

1) ปุ๋ยมูลไก่แบบผง เป็นรูปแบบที่ถูกผลิตขึ้นมาให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งปุ๋ยชนิดนี้จะมีราคาต่ำสุด

2) ปุ๋ยมูลไก่แบบเมล็ดกิมจ๊อ คือ มีลักษณะเป็นแท่งกลม ซึ่งราคาสูงกว่าแบบผงเล็กน้อย

3) ปุ๋ยมูลไก่แบบปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ซึ่งรูปแบบนี้จะทำเหมือนกับปุ๋ยวิทยาศาสตร์หรือปุ๋ยเคมีในท้องตลาดทั่วไป มีราคาสูงกว่า (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2547: 208 – 209)

2.5.2.2 ขั้นตอนการทำปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด (วิชชัย ศุภดิษฐ์, 2542: 44 – 45)

1) ขั้นตอนการจัดซื้อหรือคัดเลือกมูลไก่

มูลไก่ที่นำมาทำปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดจะต้องเป็นมูลไก่ที่รวมกับวัสดุรองพื้น เช่น แกลบ โดยมีความชื้นที่เหมาะสมในการนำมาอัดเม็ด คือ ร้อยละ 13 – 14 เพราะถ้าความชื้นสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาต่อการอัดเม็ด มูลไก่ที่สามารถนำมาอัดเม็ดได้ง่าย และมีคุณค่าทางอาหารพืชสูง คือ มูลไก่จากเล้าพ่อแม่พันธุ์ เพราะในการเลี้ยงไก่พ่อแม่พันธุ์ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงที่นาน ทำให้อัตรส่วนของมูลมีปริมาณค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับปริมาณของวัสดุรองพื้น ในขณะที่มูลจากเล้าไก่เนื้อคุณภาพจะด้อยลงมา เพราะมีปริมาณมูลน้อยกว่าเนื่องจากระยะเวลาเลี้ยงสั้นกว่า (35 – 45 วัน) มูลไก่ไข่ที่เลี้ยงปล่อยพื้นโดยมีวัสดุรองพื้นสามารถนำมาใช้ในการอัดเม็ดได้ดีเช่นกัน แต่มูลไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงคับไม่สามารถนำมาใช้ในการอัดเม็ดได้เพราะมีความชื้นสูงเกินไปและขาดตัวเชื่อมยึดเม็ดเพียงพอ แต่ถ้าได้มีการนำมาปรับปรุง คือ มีการทำให้แห้งและผสมกับวัสดุ เช่น แกลบ ให้มีความชื้นที่ร้อยละ 13 – 14 ก็สามารถนำมาใช้ในการอัดเม็ดได้เช่นกัน โดย อวุธ ดันโซ (2538: 52) กล่าวว่า วัสดุรองพื้นนิยมนำมาใช้กันมาก คือ ขี้เลื่อยและแกลบ ซึ่งวัสดุรองพื้นที่ดีควรดูดซึมความชื้นได้ดี น้ำหนักเบา มีขนาดพอเหมาะ คือ ไม่เล็กกว่า 6 มิลลิเมตร ราคาถูก หาง่ายในท้องถิ่น และควรมีความชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 20 – 30 ไม่เปียกหรือแห้งเกินไป ที่สำคัญ ไม่ควรใช้วัสดุรองพื้นที่ผ่านการฉีดยาฆ่าแมลง ซึ่งราคาของมูลไก่รวมกับวัสดุรองพื้นในแถบจังหวัดสระบุรีมีการซื้อขายกันเป็นคิว โดยคกคิวละประมาณ 180 – 210 บาท

2) ขั้นตอนการอัดเม็ด

ก่อนการอัดเม็ดมูลไก่จะต้องมีการเติมปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เช่น ยูเรีย เข้าไปในอัตราส่วนที่แตกต่างกันตามแหล่งของมูลไก่ที่จะนำมาใช้ในขบวนการผลิต ในมูลไก่เนื้อจะใช้ปุ๋ยยูเรีย (46 – 0 – 0) ช่วยในการปรับไนโตรเจน โดยใส่ประมาณ 250 กิโลกรัมต่อมูลไก่ 1 ตัน ถ้าเป็นมูลไก่พ่อแม่พันธุ์จะใช้ปุ๋ยยูเรียประมาณ 100 กิโลกรัมต่อมูลไก่ 1 ตัน เพื่อให้ได้อัตราส่วน ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม ประมาณ 40 : 2 : 2 โดยการนำปุ๋ยยูเรียมาคลุกเคล้าให้เข้ากันกับมูลไก่อ่อนนำเข้าสู่ระบบลำเลียงเพื่ออัดเม็ด

การอัดเม็ด (Pelleting) เครื่องอัดเม็ดในกระบวนการผลิตมูลไก่อัดเม็ด จะมีขั้นตอนการผลิตคล้ายๆ กับการอัดเม็ดอาหารสัตว์หรือการทำมันสำปะหลังอัดเม็ด แต่ขั้นตอนความยุ่งยากจะน้อยกว่า เพราะไม่ต้องมีการใช้ไอน้ำร่วมในการผลิตเหมือนอาหารสัตว์ และการเติมวัตถุดิบอื่นๆ ที่ยุ่งยาก สามารถใช้เครื่องอัดเม็ดที่ดัดแปลงจากเครื่องทำมันอัดเม็ดได้ โดยมูลไก่อัดเม็ดจะใช้รูอัด (Die) ที่มีขนาดรู Die 6 มิลลิเมตร และใช้ความเร็วรอบในการอัดเม็ด ประมาณ 150 – 250 รอบ จะทำให้เม็ดมูลไก่มีความแข็งแรงพอเหมาะ และมีหลักการ คือ มูลไก่จะถูกลำเลียงเข้าไปในห้องอัดเม็ด (Pelleting Chamber) ซึ่งมูลไก่จะถูกทำให้กระจายโดยแรงโน้มถ่วง แรงเหวี่ยง และแรงดันของเครื่องจักรให้ผ่านรู Die ผลจากการหมุนของ Die และลูกกลิ้งภายใน Die จะอัดมูลไก่ให้ผ่าน Die ออกไปเป็นเม็ดๆ โดยมีใบมีดสามารถปรับตัดให้ได้ขนาดความยาวของเม็ดตามต้องการ โดยแหล่งพลังงานที่ใช้ในการอัดเม็ดจะใช้เครื่องยนต์ที่มีกำลังสูง หรืออาจใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากำลังสูงได้ หลังจากนั้นมูลไก่จะถูกลำเลียงไปไว้ในถังบรรจุ เพื่อรอการบรรจุต่อไป

3) ขั้นตอนการบรรจุและการจำหน่าย

สำหรับการบรรจุเพื่อการจำหน่ายนั้น นิยมบรรจุโดยการใส่กระสอบพลาสติกน้ำหนัก 50 กิโลกรัม และใส่ถุงพลาสติกขนาด 2 กิโลกรัม เพื่อสะดวกสำหรับการจัดจำหน่ายให้กับลูกค้า โดยราคามูลไก่อัดเม็ดที่ทำการซื้อขายในราคาขายส่งกิโลกรัมละประมาณ 3 บาท 60 สตางค์ ซึ่งจากราคาที่สามารถขายได้จะช่วยเพิ่มมูลค่าของมูลไก่ได้มากขึ้น ตลาดส่วนใหญ่ได้แก่ เกษตรกรผู้ทำไร่และทำสวนต่างๆ ไป

2.5.2.3 ข้อดีของมูลไก่ที่ผ่านการอัดเม็ดแล้ว คือ ทำให้สะดวกในการขนย้ายและการนำไปใช้ สามารถนำไปใช้กับเครื่องหยอดปุ๋ยอัตโนมัติได้ ช่วยลดปัญหาด้านกลิ่นและแมลงวัน รวมทั้งลดปัญหาเรื่องการฟุ้งกระจายของฝุ่นอีกด้วย

2.5.3 งานวิจัยเกี่ยวกับธาตุอาหารสำหรับพืชในปุ๋ยมูลไก่

พิทยากร ลิ้มทอง และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวโรจน์ (2541: 1 – 45) ได้สำรวจเก็บตัวอย่างมูลไก่และเปิดในภาคกลาง (นครปฐม) ภาคตะวันออก (จันทบุรี ชลบุรี และฉะเชิงเทรา) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ขอนแก่น) พบว่า มีไนโตรเจนเฉลี่ยร้อยละ 2.22 สำหรับฟอสฟอรัสมีค่าค่อนข้างสูงประมาณร้อยละ 3.23 และโพแทสเซียมร้อยละ 1.82 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เฉลี่ย 7.23 ± 0.73 และมีคาร์บอนต่อไนโตรเจน 13.02 ซึ่งจากการสำรวจเกษตรกรที่ปลูกไม้ผลมักนิยมใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ปีก เนื่องจากมีปริมาณของฟอสฟอรัสสูงกว่ามูลโค

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จันทบุรี (2545: 1) ได้สุ่มเก็บตัวอย่างของปุ๋ยมูลไก่จากจังหวัดฉะเชิงเทรามาทำการวิเคราะห์ทางเคมี โดยตัวอย่างที่สุ่มเก็บมีทั้งที่เป็นมูลไก่แกลบและมูลไก่ไข่ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ตัวอย่างของปุ๋ยมูลไก่แกลบมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 7.1 ไนโตรเจนร้อยละ 1.05 ฟอสฟอรัสร้อยละ 3.33 โพแทสเซียม

ร้อยละ 4.10 ส่วนปุ๋ยมูลไก่ไข่ มีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 7.7 ไนโตรเจนร้อยละ 1.71 ฟอสฟอรัสร้อยละ 5.08 และโพแทสเซียมร้อยละ 1.91

Garner (1966: 223 – 233) รายงานว่า ปุ๋ยมูลไก่ที่มีน้ำหนักร้อยละ 86 จะมีธาตุอาหารไนโตรเจนร้อยละ 3.6 (N) ฟอสฟอรัสร้อยละ 3.6 (P_2O_5) และโพแทสเซียมร้อยละ 1.8 (K_2O) และ Hinish (1974: 12 – 15) ได้แสดงผลการวิเคราะห์ปุ๋ยมูลไก่ โดยพบว่าปุ๋ยมูลไก่ 1 ตัน มีน้ำหนักร้อยละ 25 จะมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 13.64 กิโลกรัม (N) ฟอสฟอรัส 3.95 กิโลกรัม (P) และโพแทสเซียม 3.77 กิโลกรัม (K) และได้รายงานอีกว่าไนโตรเจนในปุ๋ยมูลไก่จะสามารถเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทั้งหมดในปีแรกที่ใส่ดิน

Burl, Graham and Donovan (1982: 1014 – 1018) ได้ศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่ โดยศึกษาผลตกค้างเป็นเวลา 4 ปี พบว่า ในช่วงปีแรกปุ๋ยมูลไก่ปลดปล่อยไนโตรเจนจากการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนเท่ากับร้อยละ 5.1 และร้อยละ 5 ในปีต่อๆ ไป

Gordillo and Cabrera (1997: 1679 – 1686) ได้ศึกษาการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน (Nitrogen Mineralization) ของปุ๋ยมูลไก่ พบว่า ดินมีการสะสมไนโตรเจนจากปุ๋ยมูลไก่โดยการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน โดยที่ร้อยละ 33 ของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยในวันแรกของการบ่มและเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 26 เมื่อบ่มเป็นเวลา 1 สัปดาห์

Vandepopuliere, Johannsen and Wheaton (1975: 269 – 270) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดินบน (0 – 6.70 เซนติเมตร) ภายหลังการใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 14 ตัน/ไร่ เป็นเวลา 4 เดือน พบว่า ดินมีอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่แคลเซียม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

2.6 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชุดดินลพบุรี

2.6.1 กลุ่มชุดดินที่ 28

ชุดดินลพบุรีเป็นหนึ่งในกลุ่มชุดดินที่ 28 ซึ่งกลุ่มชุดดินที่ 28 นี้ประกอบด้วยชุดดินทั้งหมด 7 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินชัยบาดาล ดงลาน ลพบุรี น้ำเลน สมอทอด วังชมพู และดินชุดบุรีรัมย์บางส่วน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.13

ร้อยละ 4.10 ส่วนปุ๋ยมูลไก่ไข่ มีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 7.7 ไนโตรเจนร้อยละ 1.71 ฟอสฟอรัสร้อยละ 5.08 และโพแทสเซียมร้อยละ 1.91

Garner (1966: 223 – 233) รายงานว่า ปุ๋ยมูลไก่ที่มีน้ำหนักแห้งร้อยละ 86 จะมีธาตุอาหารไนโตรเจนร้อยละ 3.6 (N) ฟอสฟอรัสร้อยละ 3.6 (P_2O_5) และโพแทสเซียมร้อยละ 1.8 (K_2O) และ Hinish (1974: 12 – 15) ได้แสดงผลการวิเคราะห์ปุ๋ยมูลไก่ โดยพบว่าปุ๋ยมูลไก่ 1 ตัน มีน้ำหนักแห้งร้อยละ 25 จะมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 13.64 กิโลกรัม (N) ฟอสฟอรัส 3.95 กิโลกรัม (P) และโพแทสเซียม 3.77 กิโลกรัม (K) และได้รายงานอีกว่าไนโตรเจนในปุ๋ยมูลไก่จะสามารถเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทั้งหมดในปีแรกที่ใส่ดิน

Burl, Graham and Donovan (1982: 1014 – 1018) ได้ศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่ โดยศึกษาผลตกค้างเป็นเวลา 4 ปี พบว่า ในช่วงปีแรกปุ๋ยมูลไก่ปลดปล่อยไนโตรเจนจากการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนเท่ากับร้อยละ 5.1 และร้อยละ 5 ในปีต่อไป

Gordillo and Cabrera (1997: 1679 – 1686) ได้ศึกษาการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน (Nitrogen Mineralization) ของปุ๋ยมูลไก่ พบว่า ดินมีการสะสมไนโตรเจนจากปุ๋ยมูลไก่โดยการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน โดยที่ร้อยละ 33 ของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยในวันแรกของการบ่มและเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 26 เมื่อบ่มเป็นเวลา 1 สัปดาห์

Vandepopuliere, Johannsen and Wheaton (1975: 269 – 270) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดินบน (0 – 6.70 เซนติเมตร) ภายหลังการใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 14 ตันไร่ เป็นเวลา 4 เดือน พบว่า ดินมีอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่แคลเซียม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

2.6 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชุดดินลพบุรี

2.6.1 กลุ่มชุดดินที่ 28

ชุดดินลพบุรีเป็นหนึ่งในกลุ่มชุดดินที่ 28 ซึ่งกลุ่มชุดดินที่ 28 นี้ประกอบด้วยชุดดินทั้งหมด 7 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินชัยบาดาล ดงลาน ลพบุรี น้ำเลน สมอทอด วังชมพู และดินชุดบุรีรัมย์บางส่วน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ชื่อชุดดินในกลุ่มชุดดินที่ 28 และการจำแนกในระดับวงศ์ตามระบบอนุกรมวิธานดิน

ชื่อชุดดิน	การจำแนกระดับวงศ์
1. ชัยบาดาล (Chai Badan : Br)	Typic Chromusterts, Very – Fine, Montmorillonitic
2. ดงลาน (Dong Lan : Di)	Vertic Tropaquepts, Fine, Mixed, Nonacid
3. ลพบุรี (Lop Buri : Lb)	Typic Pellusterts, Very – Fine, Montmorillonitic
4. น้ำเลน (Nam Len : Nal)	Udertic Pellusterts, Very – fine, Montmorillonitic
5. สมอทอด (Samo Thod : Sat)	Typic Haplustolls, Very – Fine, Montmorillonitic
6. วังชมพู (Wang Chomphu : Wc)	Entic Chromusterts, Very – Fine, Montmorillonitic
7. บุรีรัมย์ (Buri Ram : Br)	Typic Pellusterts, Fine, Montmorillonitic

แหล่งที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2547: 1.

ลักษณะของกลุ่มชุดดินที่ 28 โดยทั่วไปมักพบในสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดเทอยู่ระหว่างร้อยละ 2 – 8 สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวตลอดหน้าตัด ดินสีดำหรือสีเทาเข้มมากหรือสีน้ำตาล ในช่วงฤดูแล้งดินจะแตกกระแวงกว้างและลึก ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่าง ค่าความเป็นกรด – ด่างอยู่ระหว่าง 7.0 – 8.0 ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ศักยภาพของดินเหมาะสมในการปลูกพืชไร่ ไม้ผลและพืชผัก แต่การใช้ประโยชน์นั้น ควรเน้นการเกษตรแบบผสมผสาน เช่น การปลูกพืชไร่ – ไม้ผล – หญ้าเลี้ยงสัตว์ หรือ พืชไร่ – พืชผัก – ไม้ผล หรือไม้ยืนต้น – หญ้าเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ การชะล้างพังทลายของหน้าดิน ขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งและดินขาดธาตุอาหารพืชบางอย่าง รายละเอียดต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 2.14 และตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.14 การแพร่กระจายของกลุ่มชุดดินที่ 28 ในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ

ภาค	จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)
1. กลาง	1.1 กาญจนบุรี	8,194
	1.2 ประจวบคีรีขันธ์	19,281
	1.3 ลพบุรี	515,302
	1.4 สระบุรี	70,851
2. ตะวันออกเฉียงเหนือ	2.1 ขอนแก่น	3,319
	2.2 ชัยภูมิ	19,720
	2.3 นครราชสีมา	62,340
	2.4 บุรีรัมย์	37,706
	2.5 เลย	13,132
	2.6 ศรีสะเกษ	16,813
3. เหนือ	3.1 เชียงใหม่	1,863
	3.2 ตาก	10,678
	3.3 นครสวรรค์	125,369
	3.4 เพชรบูรณ์	391,073
	3.5 ลำปาง	26,083
	3.6 อุทัยธานี	1,175
รวมทั้งสิ้น		1,335,268

แหล่งที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2547: 1.

ตารางที่ 2.15 ผลการวิเคราะห์ดินและระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ชุดดิน Profile Code No.	ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ดินบนหนา 30 เซนติเมตร					ระดับ
	C.E.C. me/100g soil	B.S. (ร้อยละ)	O.M. (ร้อยละ)	P (ppm.)	K (ppm.)	ความอุดม สมบูรณ์ ของดิน
ชัยบาดาล / C3 / 24	78.40	89.80	0.95	14.31	105.57	ปานกลาง
ดงลาน / NE-N 30/27	44.80	75.50	3.65	5.50	72.50	ปานกลาง
ลพบุรี / C 4/16	80.10	88.00	6.98	23.25	171.00	สูง
น้ำเลน / NC 47/129	40.80	56.00	4.50	5.30	248.00	ปานกลาง
สมอทอด / NC 47/88	72.40	67.00	2.53	9.70	119.0	ปานกลาง
วังชมพู / NC 47/8	34.45	65.85	1.90	7.35	156	ปานกลาง
บุรีรัมย์ / NE-S 21/4	46.45	72.00	1.19	16.15	77.50	ปานกลาง

แหล่งที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2547: 1.

หมายเหตุ: C.E.C = ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity); me/100g Soil = มิลลิกรัมสมมูล/ดิน 100 กรัม (milliequivalents or me. per 100g of soil); B.S. = ร้อยละการอิ่มตัวด้วยเบส (Base saturation); O.M. = ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter); P = ปริมาณฟอสฟอรัส (Phosphorus); K = ปริมาณโพแทสเซียม (Potassium); ppm. = หนึ่งในล้านส่วน (Part per Million)

จากการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินชุดต่างๆ ที่จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 28 พบว่าความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง ยกเว้นดินชุดลพบุรีมีความอุดมสมบูรณ์สูง

2.6.2 ชุดดินลพบุรี

ชุดดินลพบุรี (Lop Buri Series) เป็นดินลึก ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีดำ หรือสีเทาเข้มมากในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง และสีจะจางลงเป็นสีเทาอ่อนหรือสีขาวของมาร์ลที่ความลึกต่ำกว่า 80 เซนติเมตรจากผิวดินบน พบก้อนปูนปะปนอยู่กับเนื้อดินตลอดหน้าตัดดิน ในฤดูแล้งดินจะแตกแหว่งกว้างกว่า 1 เซนติเมตร และลึกถึงประมาณ 50 เซนติเมตรจากผิวดินบน ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่าง ค่าความเป็นกรด - ด่างอยู่ระหว่าง 7.0 - 8.0 (กรมวิชาการเกษตร, 2547: 1)

2.7 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลือง

2.7.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วเหลืองจัดอยู่ใน Family Leguminosae, Sub – Family Papalionoideae และ Tribe Phaseoleae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merrill (อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 22) ชื่อสามัญมักเรียกกันไปต่างๆ เช่น Soja Bean, Soya Bean, Chinese Bean, Manchurian Bean และ Soybean ซึ่งชื่อ Soybean เป็นที่รู้จักและยอมรับกันมากที่สุด มีถิ่นกำเนิดกระจายอยู่ตั้งแต่เอเชียตะวันออกเฉียงและหมู่เกาะต่างๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก ไปจนถึงทวีปออสเตรเลีย (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธ์ และคณะ, 2542: 9)

ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก (Annual) มีอายุเพียงฤดูปลูกเดียว มีการผสมเกสรโดยตัวเอง (Self – Pollination Crop) ลักษณะต่างๆ ของต้นถั่วเหลืองจำแนกได้ดังนี้

2.7.1.1 ราก

ระบบรากของถั่วเหลือง ได้แก่ ระบบรากแก้ว (Tap Root System) ซึ่งสามารถแตกแยกกิ่งก้านออกไปได้มาก รากแก้วในถั่วเหลืองจะหยั่งลึกลงไปในดินได้ถึง 150 เซนติเมตร และปริมาณของรากส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณลึก 60 เซนติเมตรจากผิวดิน รากแขนงที่แตกออกมาจากรากแก้วนั้น สามารถเจริญเติบโตตามแนวนอนขนานไปกับผิวดินได้ยาวถึง 50 เซนติเมตรห่างจากลำต้น โดยรากแขนงหรือรากชุดที่สอง (Secondary Root) จะงอกและเจริญเติบโตมาจากเนื้อเยื่อ Pericycle รากชุดที่สองนี้จะงอกออกมาห่างจากปลายรากสุดประมาณ 4 – 5 เซนติเมตรและเจริญเติบโตขนานไปกับผิวดิน ในขณะที่รากแก้วหยั่งลึกลงไปในดิน รากชนิด Secondary Root จะมีขนาดเล็กกว่ารากแก้ว รากที่แตกออกมาจากรากแขนงชุดที่สอง เรียกว่า Tertiary Root หรือรากชุดที่สาม (อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 27 – 28) ที่โคนรากแก้วหรือรากแขนงจะมีปมรากถั่ว ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (*Rhizobium japonicum*) เข้าไปอาศัยอยู่ แบคทีเรียจะตรึงไนโตรเจนจากอากาศเปลี่ยนเป็นสารประกอบของไนโตรเจน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ในขณะเดียวกันก็ได้พลังงานจากการโบไฮเดรตบางชนิดในรากถั่วเหลืองด้วย (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธ์ และคณะ, 2542: 9)

2.7.1.2 ลำต้น

ส่วนใหญ่ลำต้นถั่วเหลืองมีรูปทรงเป็นพุ่ม มีความสูงประมาณ 50 – 75 เซนติเมตร ซึ่งการแตกกิ่งแขนง ความสูงของพุ่ม และจำนวนข้อและปล้องที่ปรากฏบนลำต้นถั่วเหลือง จะขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ ความไวแสง (Photoperiod) และการปฏิบัติในทางเขตรกรรมเป็นตัวควบคุม บนลำต้นของถั่วเหลืองจะมีขน (Subescent หรือ Hair หรือ Trichome) ปกคลุมอยู่ทั่วไป ส่วนของใบเลี้ยงและกลีบดอก (Petal) จะไม่มีขน ขนมีสีน้ำตาล (Brown หรือ Tawny) และสีเทา (Gray)

2.7.1.3 ใบ

ใบจริงคู่แรกจะเป็นใบเดี่ยว (Unifoliate) ใบต่อไปเป็นใบประกอบ มีใบย่อย 3 ใบ (Pinnately Trifoliate) เกิดขึ้นที่ข้อๆ ละใบ เรียงสลับกัน (Alternate) รูปร่างของใบกลม ทางด้านโคนและแหลมทางด้านปลาย แต่ละพันธุ์ก็มีลักษณะแตกต่างกันไป บางพันธุ์ก็มีใบย่อย 4 – 5 ใบ ในระหว่างมุมใบจะพบตา ซึ่งต่อไปจะเจริญเป็นกิ่ง เมื่อแก่ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แล้วร่วง แต่ก็ยังมีบางพันธุ์ซึ่งแม้ฝักแก่แล้ว ใบก็ยังไม่ร่วงมากนัก

2.7.1.4 ดอก

เกิดตามมุมใบ (Axillary Bud) และปลายยอด (Terminal Bud) ช่อดอกเรียวยาวแบบ Raceme ช่อละ 3 – 15 ดอก ดอกมีสีขาวหรือม่วง เมื่อบานเต็มที่ มีขนาด 3 – 8 มิลลิเมตร กลีบดอก (Corolla หรือ Petal) มี 5 กลีบซึ่งอาจมีสีขาวหรือม่วงและไม่มีขน ดอกที่โคนช่อจะบานทยอยขึ้นไปด้านบน และช่อดอกที่โคนต้นจะบานก่อนช่อดอกที่อยู่ถัดขึ้นไป ดอกตัวเมียเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (Perfect Flower) คือ เกสรตัวผู้และตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน Ovary หนึ่งๆ มี 3 – 5 Ovul การผสมเกสรโดยธรรมชาติเกิดขึ้นก่อนที่ดอกจะบาน ดอกบานและกระจายละอองเกสรตัวผู้ในตอนเช้า การผสมข้ามดอกมีโอกาสดังกล่าวได้เพียงร้อยละ 0.5 – 1 ตัวเมียเป็นพืชที่สร้างดอกได้มาก แต่มีเพียงประมาณร้อยละ 25 เท่านั้นที่จะเจริญไปเป็นฝัก (Pod)

2.7.1.5 ฝัก

หลังจากผสมเกสรแล้วดอกจะร่วง รังไข่ (Ovary) จะขยายตัวออกมาเป็นฝัก เปลือกหุ้มรังไข่จะกลายเป็นฝัก (Pod) มีฝา 2 ชั้นประกบกันอยู่ ฝักอาจมีลักษณะตรงหรือโค้งเล็กน้อย มีความยาวตั้งแต่ 2 – 7 เซนติเมตร เปลือกฝักแก่อาจมีสีเหลืองฟาง (Tan) น้ำตาลหรือดำขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฝักหนึ่งๆ มีเมล็ด 1 – 5 เมล็ด ฝักแก่อาจจะแตกตามรอยแตกทำให้เมล็ดร่วง ฝักจะแตกมากขึ้นถ้าทิ้งไว้ในฤดูแล้ง

2.7.1.6 เมล็ด

มีรูปร่างกลมรี ด้านหนึ่งเว้าเข้ามีงอกหรือตาติดอยู่ มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ตั้งแต่ 5 – 45 กรัมต่อ 100 เมล็ด ภายในเปลือกหุ้มเมล็ดจะมีใบเลี้ยง 2 ใบ (Dicotyledon) ระหว่างใบเลี้ยงจะมีใบอ่อน 1 คู่ ลำต้นและรากติดอยู่ในสภาพพร้อมที่จะงอก โดยขยายทั้งสามส่วนออกไป เมล็ดที่ตลาดโลกนิยมมีสีเหลืองฟาง แต่บางพันธุ์อาจมีเมล็ดสีเหลืองอมเขียว น้ำตาลหรือดำ การเจริญเติบโตของเมล็ดในฝักจะไม่พร้อมกัน เมล็ดตอนปลายฝักจะเจริญก่อนเมล็ดที่อยู่ตอนโคนฝัก ตัวเมียมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90 – 130 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์ และคณะ, 2542: 9 – 11) เมล็ดตัวเมียจะมีโปรตีนร้อยละ 50 ไขมันร้อยละ 20 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 25 และแคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามิน และเลซิติน (กรมการค้าภายใน, 2547: 1)

2.7.2 ระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลือง

การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ คือ (Ritchie, Hanway and Thompson, 1982: 1 – 20; Fehr and Caviness, 1977: 11)

2.7.2.1 ระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางลำต้น (Vegetative Growth; V - Stage) คือ ระยะการเติบโตและพัฒนาการก่อนออกดอก เริ่มตั้งแต่ต้นอ่อนโผล่พ้นดิน มีใบเลี้ยง ใบจริงคู่แรก และใบประกอบ ซึ่งพัฒนามาจากข้อของลำต้น การแบ่งระยะการเติบโตและพัฒนาการทางลำต้นจึงนับข้อบนลำต้นหลักเป็นสำคัญ การที่จะนับข้อว่ามีกี่ข้อ ให้พิจารณาว่าข้อนั้นมีใบที่ยังม้วนอยู่หรือไม่ ถ้าข้อใดมีใบคลี่ออกจนขอบไม่ชนกันแล้ว ให้นับข้อล่างถัดลงมาของใบนั้นได้ โดยเริ่มต้นข้อที่ 1 จากข้อที่มีใบเดี่ยว หมายถึง ข้อที่มีใบจริงคู่แรก (Unifoliate Leaves) ติดอยู่ ซึ่งจัดแบ่งเป็นระยะต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 2.16 (Fehr and Caviness, 1977: 11)

ตารางที่ 2.16 ระยะการเจริญเติบโตของ V - Stage ในถั่วเหลือง

Growth Stage	ระยะการเจริญเติบโต	รายละเอียด
V_E	ระยะโผล่พ้นดิน (Emergence)	ใบเลี้ยงเพ่งโผล่และอยู่เหนือผิวดิน
V_C	ระยะใบเลี้ยง (Cotyledon)	ใบประกอบเริ่มคลี่กางและขอบใบประกอบไม่แตะกัน
V_1	ระยะข้อที่ 1 (First Node)	ใบประกอบที่กางเต็มที่ในข้อที่ 1
V_2	ระยะข้อที่ 2 (Second Node)	ใบจริงที่ 1 (1^{st} Trifoliate Leaf) คลี่กางออกในข้อที่ 2
V_3	ระยะข้อที่ 3 (Third Node)	ต้นถั่วเหลืองมีข้อ 3 ข้อแล้วบนลำต้น และในข้อที่ 3 จะมีใบจริงที่ 2 คลี่กางออก
•	•	•
•	•	•
•	•	•
$V_{(n)}$	ระยะข้อที่ (n) (n - Node)	(n) เท่ากับลำดับข้อบนลำต้นที่มีใบจริงคลี่กางออกเต็มที่

แหล่งที่มา: Fehr and Caviness, 1977: 11.

2.7.2.2 ระยะเจริญพันธุ์ (Reproductive Growth; R – Stage) คือ ระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาการซึ่งเริ่มตั้งแต่ถั่วเหลืองเริ่มออกดอก ออกฝัก และเมล็ดมีการพัฒนาตลอดจนการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดและการสุกแก่ (อภิพรพรณ พุกภักดี, 2546: 39) โดยแบ่งเป็นระยะต่างๆ ได้ดังตารางที่ 2.17

ตารางที่ 2.17 ระยะการเจริญเติบโตของ R – Stage ในถั่วเหลือง

Growth Stage	ระยะการเจริญเติบโต	รายละเอียด
R ₁	เริ่มออกดอก (Beginning Bloom)	มีดอกบานหนึ่งดอกบนข้อใดๆ ก็ตามบนลำต้น
R ₂	ออกดอกเต็มที่ (Full Bloom)	มีดอกบานที่ข้อใดข้อหนึ่งบนข้อบนสุดสองข้อที่มีใบคลี่กางเต็มที่
R ₃	เริ่มติดฝัก (Beginning Pod)	ฝักยาวขนาด 5.0 มิลลิเมตร ปรากฏขึ้นที่ข้อใดข้อหนึ่งบนข้อบนสุด 4 ข้อ บนลำต้นที่มีใบคลี่กางเต็มที่
R ₄	ติดฝักเต็มที่ (Full Pod)	ฝักยาวขนาด 2.0 เซนติเมตร ปรากฏขึ้นที่ข้อใดข้อหนึ่งบนข้อบนสุด 4 ข้อ บนลำต้นที่มีใบคลี่กางเต็มที่
R ₅	เริ่มติดเมล็ด (Beginning Seed)	เมล็ดยาวขนาด 3.0 มิลลิเมตร ในฝักที่ติดอยู่ในข้อใดข้อหนึ่งบนข้อบนสุด 4 ข้อ บนลำต้นที่มีใบคลี่กางเต็มที่
R ₆	เมล็ดพัฒนาเต็มที่ (Full Seed)	ฝักซึ่งมีเมล็ดสีเขียวเจริญเติบโตจนเต็มช่องว่างของฝักปรากฏให้เห็นในข้อใดข้อหนึ่ง 4 ข้อ บนสุดของลำต้น ที่มีใบคลี่กางเต็มที่
R ₇	เริ่มสุกแก่ (Beginning Maturity)	ฝักใดฝักหนึ่งบนลำต้นที่เริ่มเปลี่ยนสีเป็นสี น้ำตาล หรือน้ำตาลไหม้ หรือดำ
R ₈	สุกแก่เต็มที่ (Full Maturity)	ร้อยละ 95 ของฝักที่เปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล หรือน้ำตาลไหม้ หรือดำ หากเก็บเกี่ยวประมาณ 10 วันหลังจากนี้โดยที่ไม่มีฝนตก และอุณหภูมิในเวลากลางวันสูงพอสมควร ก็จะสามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดที่มีร้อยละของความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 15 ได้

แหล่งที่มา: Fehr and Caviness, 1977: 11.

การเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะ R_3 ถึง R_7 อาจเรียกว่า เป็นระยะการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดที่มีการเคลื่อนย้ายน้ำหนักแห้งจากส่วนต่างๆ เข้าสู่เมล็ด

การเจริญเติบโตของเมล็ดมีลักษณะที่เรียกว่า Sigmoid Curve หรือ S - Shape มีระยะการเจริญเติบโตที่สำคัญ 5 ระยะ (Johnson and Tanner, 1972: 485 - 486; Egli, 1975: 215 - 219) ได้แก่

1) Lag Phase เป็นระยะที่มีการยืดตัวและขยายตัวของเซลล์ โดยอวัยวะต่างๆ ของเมล็ดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งอย่างช้าๆ

2) Log Phase, Linear Phase หรือ Grain Filling Period จะเป็นระยะที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากที่สุด (Effective Seed Filling Period)

3) Decreasing Growth Rate Phase อัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดในระยะนี้ค่อยๆ ลดลง เนื่องจากใกล้ถึงจุดสูงสุดของการเจริญเติบโตของเมล็ด

4) Maximum Dry Matter Accumulation เป็นระยะที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด เรียกระยะนี้ว่าระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological Maturity)

5) Senescence Phase เป็นระยะสุกแก่ โดยที่ ใบ ลำต้น และส่วนต่างๆ เริ่มเหี่ยวแห้งและร่วงลงสู่ดิน

จากลักษณะการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง สามารถจำแนกถั่วเหลืองออกเป็น 2 พวก คือ Indeterminate Growth Habit และ Determinate Growth Habit (Egli and Leggett, 1973: 220 - 222; Fehr and Caviness, 1977: 11; Hicks, 1978: 17 - 44)

ถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตแบบ Indeterminate Growth Habit นี้ เนื้อเยื่อเจริญส่วนยอดจะไม่พัฒนาเป็นตาดอก แต่จะยังคงเป็นส่วนที่มีการเจริญต่อไป ดอกแรกจะปรากฏตรงข้อที่ 4 ถึงข้อที่ 8 และดอกจะบานจากส่วนล่างไปสู่ส่วนบนของลำต้นและปลายกิ่ง (Shibles, Anderson and Gibson, 1975: 151 - 159) เมื่อดอกตรงข้อบนสุดของลำต้นบาน ถือว่าสิ้นสุดการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (Scott and Aldrich, 1970: 215) Fehr and Caviness (1977: 1 - 11) กล่าวว่า ถั่วเหลืองพวก Indeterminate Varieties ขณะเริ่มออกดอก ความสูงจะยังไม่ถึงครึ่งหนึ่งของความสูงทั้งหมด ภายหลังการออกดอกแล้วยังคงมีการแตกกิ่งแขนงอยู่อีก ขนาดใบตรงส่วนปลายของลำต้นและกิ่งจะมีขนาดเล็กกว่าใบที่เกิดก่อนในระดับล่างลงไป ถั่วเหลืองในกลุ่มนี้จะมีระยะการเจริญทางลำต้นและการสืบพันธุ์คาบเกี่ยวกันเด่นชัด

สำหรับถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตแบบ Determinate Growth Habit มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นที่ยาวนาน และสิ้นสุดเมื่อถั่วเหลืองเริ่มออกดอก ภายหลังการออกดอกความสูงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดอกเกิดจาก Axillary Bud และ Terminal Bud และบานเกือบพร้อมกันหมดทั้งต้นในเวลา 2 - 3 วัน (Shibles, Anderson and Gibson, 1975: 151 - 159) โดยดอกเริ่มเกิดขึ้นตรงข้อที่ 8 หรือ 10 ของลำต้นกลาง แล้วเริ่มบานพร้อมๆ กัน

ทั้งส่วนบนและส่วนล่างของลำต้น (Scott and Aldrich, 1970: 215) เมื่อดูลักษณะของใบทั้งส่วนบนและส่วนล่างจะมีขนาดเท่าๆ กัน (Fehr and Caviness, 1977: 1 – 11)

Hicks (1978: 17 – 44) กล่าวว่าลักษณะของ Determinate และ Indeterminate นั้น ถูกควบคุมโดยยีน 2 ตำแหน่งที่เป็นอิสระต่อกัน คือ dt_1 และ dt_2 โดยยีน dt_1 ในสภาพ Homozygous ควบคุมลักษณะการเป็น Determinate

2.7.3 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

ปี พ.ศ. 2518 กลุ่มนักปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ได้ผสมพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 22 คู่ สายพันธุ์ 7508 – 50 – 10 เป็นลูกผสมคู่ที่ 8 ทำการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ Williams กับ สจ. 4 (F_{10} 7019) ซึ่งพันธุ์ Williams เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่น คือ ให้ผลผลิตสูง ลำต้นแข็งแรง ส่วนพันธุ์ สจ. 4 เป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อโรคราสนิม คุณภาพเมล็ดดี ผสมพันธุ์ทั้งหมด 91 ดอก เก็บเกี่ยวได้ 18 ผัก หลังจากนั้นได้ปลูกคัดเลือกแบบ Single Pod Descent (ต้นละผัก) จนถึงชั่วอายุที่ 4 (F_4) คัดเลือกเป็นต้นในชั่วที่ 5 และคัดเลือกเป็นแถวในชั่วที่ 6 คัดเลือกเป็น Family ในชั่วอายุที่ 7 เริ่มนำเข้าประเมินผลผลิตในชั่วที่ 8 โดยเริ่มจากการเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น เปรียบเทียบมาตรฐาน เปรียบเทียบพันธุ์ในท้องถิ่น เปรียบเทียบในไร่กลีกร และทดสอบพันธุ์ในไร่กลีกร จนถึงฤดูฝนปี พ.ศ. 2529 ต่อมากรมวิชาการเกษตรได้ประกาศรับรองพันธุ์ เมื่อวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2530 ให้ชื่อว่า “เชียงใหม่ 60” (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.: 11)

2.7.3.1 ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

1) ต้นอ่อน มีลักษณะแตกต่างกับพันธุ์มาตรฐานอื่นๆ ทุกพันธุ์ คือ ต้นอ่อนจะมีสีเขียว (Green Color) ส่วนพันธุ์อื่นๆ จะมีสีม่วง สำหรับใบเลี้ยงมีสีเขียวและจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองก่อนที่จะหลุดร่วง

2) ลำต้น แข็งแรงไม่ล้ม ลักษณะไม่ทอดยอด (Determinate Type) ความสูงปานกลาง เฉลี่ย 60 เซนติเมตร จำนวนข้อต่อต้นมีตั้งแต่ 11 – 17 ข้อ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสูง

3) ใบ มีลักษณะเช่นเดียวกับพันธุ์อื่นๆ จำนวนใบย่อย (Number of Leaflets) มี 3 ใบ รูปร่างใบเป็นชนิดใบกว้าง (Broad Leaflet Shape) ขนาดของใบจัดได้ว่ามีขนาดเล็ก (Small Leaflet Size) คือ มีขนาดใบเล็กกว่า 70 ตารางเซนติเมตร

4) ขน ลักษณะของขนที่ขึ้นอยู่ตามส่วนต่างๆ ของลำต้นมีสีน้ำตาล (Brown Pubescence Color) ความหนาแน่นของขนปานกลาง (Normal Density) และเป็นแบบขนตั้ง

5) ดอก สีของดอกแตกต่างจากพันธุ์มาตรฐานอื่นๆ คือ ดอกมีสีขาว ส่วนอายุการออกดอกร้อยละ 50 เมื่อปลูกต้นฤดูฝนเฉลี่ยเท่ากับ 33 วัน แต่เมื่อปลูกปลายฤดูฝน

จะมีอายุออกดอกเฉลี่ยเพียง 26 วัน และเมื่อปลูกในฤดูแล้งเฉลี่ยเท่ากับ 32 วัน ยกเว้นการปลูกในเขตภาคเหนือตอนบน อากาศหนาว อายุการออกดอกยืดยาวออกไปถึง 44 วัน

6) ฝัก ลักษณะการติดฝักเป็นกระจุกตามข้อที่ลำต้น ตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อสุดท้าย สีฝักเมื่อแก่ (Mature Pod Color) มีสีน้ำตาลค่อนข้างเข้ม จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 2 – 3 เมล็ด แต่จะพบ 2 เมล็ดมากกว่า 3 เมล็ดต่อฝัก ส่วนจำนวนฝักต่อต้นขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโต โดยมีจำนวนฝักตั้งแต่ 50 – 70 ฝักต่อต้น

7) เมล็ด ลักษณะเมล็ดกลม มีสีเหลือง (Yellow Seed – Coat Color) ตาเมล็ดมีสีน้ำตาล ผิวเมล็ดเป็นผิวมัน ขนาดเมล็ดปานกลางแต่มีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์ สจ. ต่างๆ เล็กน้อย มีน้ำหนักประมาณ 14.5 – 17.0 กรัมต่อ 100 เมล็ด องค์ประกอบของเมล็ดมีน้ำมันประมาณร้อยละ 20.0 และโปรตีนค่อนข้างสูง ประมาณร้อยละ 43.8

8) อายุเก็บเกี่ยว ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งปลูกหรือฤดูปลูก แต่โดยเฉลี่ยแล้วจะมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 97 วัน (ศุภชัย แก้วมิชัย, 2537: 65 – 66; กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.: 11 – 12)

2.7.3.2 ลักษณะเด่นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

1) ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง จึงทำให้สามารถปลูกได้ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยพบว่า มีการปลูกในหลายท้องที่ เช่น เชียงใหม่ สุโขทัย เลย กำแพงเพชร นครสวรรค์ สระบุรี ลพบุรี สกลนคร กาฬสินธุ์ ราชบุรี และสุพรรณบุรี เป็นต้น

2) ทนทานต่อโรคราสนิมได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 4 และ สจ. 5 เมื่อโรคนี้เข้าทำลาย ผลผลิตจะลดลงเพียงร้อยละ 16 ขณะที่พันธุ์ สจ. 4 และ สจ. 5 ลดลงร้อยละ 29 และร้อยละ 30 ตามลำดับ

3) ทนทานต่อโรคแอนแทรกคโนสและโรคราน้ำค้างได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 4 และ สจ. 5 รวมทั้งทนทานต่อโรคแบคทีเรียลพัสดูล

4) คอบสนองต่อปุ๋ยได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 5

5) เนื่องจากเป็นสายพันธุ์นี้มีก้านน้อย แต่จำนวนฝักต่อต้นมาก จึงทำให้สามารถให้ผลผลิตได้สูงกว่าพันธุ์ สจ. 4 และ สจ. 5

6) เป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง (Soybean Reaper) เนื่องจากฝักแรกอยู่เหนือระดับพื้นดินขึ้นมาประมาณ 10 เซนติเมตร จึงช่วยลดการสูญเสียผลผลิตได้ (ศุภชัย แก้วมิชัย, 2537: 66 – 67; กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.: 11)

2.7.3.3 ลักษณะด้อยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

1) เป็นพันธุ์ที่เสื่อมความงอก หากเก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 6 เดือน ร้อยละของความงอกจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 40

2) ไม่ควรปลูกในช่วงต้นฤดูฝน เพราะเป็นสายพันธุ์ที่ค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคเมล็ดสีม่วงและโรคแอนแทรกโนส ซึ่งมักเกิดกับถั่วเหลืองที่ปลูกในสภาพดินที่มีความชื้นสูงหรือน้ำขัง และการปลูกในฤดูแล้งโดยการให้น้ำชลประทานควรดูแลไม่ให้มีน้ำขัง หรือหากปลูกในฤดูฝนควรทำการระบายน้ำออกจากแปลง (ศุภชัย แก้วมีชัย, 2537: 67; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542: 3)

ตารางที่ 2.18 สรุปลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

ลักษณะ	พันธุ์เชียงใหม่ 60
1. สีดอก	ขาว
2. สีโคนต้น	เขียว
3. ลักษณะทรงต้น	ไม่ทอดยอด
4. สีฝักเมื่อแก่จัด	น้ำตาลเข้ม
5. สีเมล็ด	เหลือง
6. สีตา	น้ำตาล
7. ลักษณะเมล็ด	กลม
8. ลักษณะใบ	กว้างหนา
9. สีขน	น้ำตาล
10. ความสูงของต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	60
11. อายุถึงออกดอก (วัน)	35
12. อายุถึงเก็บเกี่ยว (วัน)	97
13. น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	14.50 – 17.00
14. ปริมาณน้ำมัน (ร้อยละ)	20.00
15. ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	43.80 – 44.00
16. กรดไขมัน	
- ปาล์มติด	12.75
- สเตียริก	3.78
- โอเลอิก	19.57
- ลิโนเลอิก	53.53
- ลิโนเลนิก	9.57

ตารางที่ 2.18 (ต่อ)

ลักษณะ	พันธุ์เชียงใหม่ 60
17. ผลผลิตเฉลี่ยทั้งปี (กิโลกรัม/ไร่)	300
18. ผลผลิตในฤดูแล้ง (กิโลกรัม/ไร่)	252
19. ผลผลิตในฤดูฝน (กิโลกรัม/ไร่)	236
20. ความทนทานต่อโรคที่สำคัญ	
- ราสนิม	ทนทาน
- ราน้ำค้าง	ต้านทาน
- ใบจุดนูน	ต้านทาน
- ไวรัสใบด่าง	ต้านทาน
21. ผลผลิตลดลงเมื่อเป็นโรคราสนิม (ร้อยละ)	16.30
26. ปีที่รับรองพันธุ์ (โดยกรมวิชาการเกษตร)	พ.ศ. 2530

แหล่งที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.: 11 – 12; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542: 8;
กรมวิชาการเกษตร, 2545: 2.

2.8 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการธาตุอาหารของถั่วเหลือง

2.8.1 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การตรวจสอบสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะเกษตรกรจะได้ทราบว่าดินที่ตนใช้เพาะปลูกนั้นมีระดับความอุดมสมบูรณ์มากน้อยเพียงใดและหากต้องการให้ได้ผลผลิตสูงๆ สำหรับพืชปลูกก็จะทราบได้ว่าควรต้องใส่ปุ๋ยปริมาณเท่าใด โดยที่การวัดความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้นทำได้หลายวิธี เช่น การปลูกพืชทดสอบในเรือนกระจกและในสนาม ซึ่งนับว่าเป็นวิธีที่สามารถทดสอบความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงที่สุดและให้ผลที่น่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ (สุมาลี กลางสุข, 2546: 3) ในขณะที่ McArthur and Spencer (1970: 589) ได้เสนอวิธีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยศึกษาปริมาณธาตุอาหารในระดับที่พืชเริ่มแสดงอาการขาดกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติ โดยนำไปหาความสัมพันธ์กับค่าวิเคราะห์ดิน

สวพันธ์ รัตนะรัต (2542: 55 – 79) กล่าวว่า การปรับปรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยกับพืชนั้นจำเป็นจะต้องทราบหรือประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อน ดินสำหรับการปลูกพืชจะมีความ

อุดมสมบูรณ์มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับข้อมูลของดิน ได้แก่ สภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ ดิน และระดับธาตุอาหารพืช สภาพทางเคมีของดิน โดยเฉพาะความเป็นกรดเป็นด่าง สภาพ และปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเป็นข้อมูลที่ควรทราบเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่ม ประสิทธิภาพในการปรับปรุงดินหรือการใช้สารเคมี สภาพทางเคมีของดินจะช่วยให้ทราบถึง ศักยภาพการผลิตของพืชได้ ทำให้ทราบถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินว่าอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง หรือสูง การใช้ค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงผลผลิตพืชโดยการ ใช้ปุ๋ย และสารเคมี รัตนะรัต และเพิ่มพูน กิรติกลีกร (2532: 227 – 244) ยังได้รายงานถึงระดับ ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้สำหรับการปลูกข้าวเหลืองว่ามี 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับปาน กลาง และระดับสูง ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำนั้น ค่าวิเคราะห์ดินจะมี pH < 5.5, Avai. P < 8 ppm., Avai. K < 50 ppm., Organic Matter < ร้อยละ 1, Avai. Ca < 100 ppm., Avai. S < 14 ppm. และ Avai. Mg < 20 ppm. ระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลางมี pH 5.5 – 6, Avai. P 8 – 12 ppm., Avai. K 50 – 100 ppm., Organic Matter ร้อยละ 1 – 1.5, Avai. Ca 100 – 140 ppm., Avai. S 14 – 20 ppm. และ Avai. Mg 20 – 30 ppm. และระดับความ อุดมสมบูรณ์สูง มีค่า pH 6 – 6.8, Avai. P > 12 ppm., Avai. K > 100 ppm., Organic Matter > ร้อยละ 1.5, Avai. Ca > 140 ppm., Avai. S > 20 ppm. และ Avai. Mg > 30 ppm.

การวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชก็เป็นแนวทางหนึ่งในการประเมินระดับความ อุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืช หรือของดินในช่วงที่เก็บตัวอย่างพืชและมักจะใช้เป็นประโยชน์ ในด้านการขาดธาตุอาหารหรือพืชได้รับมากเกินไป ค่าวิเคราะห์ระดับธาตุอาหารในพืชจะช่วยให้ การคาดคะเนสภาวะของธาตุอาหารในอนาคต ถ้านำมาใช้ร่วมกับค่าวิเคราะห์ดินจะทำให้การ ปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น (อุดม นาแะ, 2545: 9) Bell et al. (1990: 1 – 52) ได้คาดคะเนระดับธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอ และมีผลกระทบต่อการผลิตข้าวเหลือง ว่า ถ้าค่าวิเคราะห์ใบอ่อนที่สุดที่คลี่เต็มที่ของธาตุอาหารใดที่ได้ต่ำกว่านี้จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย เพื่อให้ ธาตุอาหาร ซึ่งพืชคือข้าวเหลืองจะตอบสนองอย่างชัดเจนโดยค่าของระดับธาตุอาหารในพืชที่ไม่ เพียงพอและมีผลกระทบจะมีความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ ดังนี้ ในโตรเจนร้อยละ 4.20 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.29 โพแทสเซียมร้อยละ 1.70 แคลเซียมร้อยละ 0.35 แมกนีเซียมร้อยละ 0.26 กำมะถันร้อยละ 0.21 โบรอน 16.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โมลิบดีนัม 20.00 มิลลิกรัม/ กิโลกรัม แมงกานีส 20.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สังกะสี 20.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และทองแดง 16.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

2.8.2 ความต้องการธาตุอาหารของข้าวเหลือง

กองปฐพีวิทยา (2542: 68) รายงานว่า พืชตระกูลข้าวสามารถใช้ธาตุอาหารจากอากาศ ได้ เช่น ในโตรเจน โดยการตรึงของไรโซเบียมที่ปมราก ข้าวเหลืองเป็นพืชที่ต้องการใช้ ในโตรเจนค่อนข้างสูง ใช้โพแทสเซียมรองลงมา และใช้ฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ น้อย เขียนันท์

และนพชัย สวนมาลี (2535: 55 – 79) ได้ประเมินว่าการผลิตถั่วเหลือง 300 กิโลกรัม/ไร่ จะต้องใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ประมาณ 27.0, 3.3 และ 11.6 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O /ไร่ ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่ธาตุอาหารเหล่านี้จะอยู่ในเมล็ดประมาณร้อยละ 68, 64 และ 50 ของในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดที่พืชดูดขึ้นมา ตามลำดับ

ปริมาณการดูดซับธาตุอาหารทั้งหมด ทั้งในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นหลังจากถั่วเหลืองงอกถึงอายุประมาณ 30 วัน และจากอายุ 30 วันจนถึง 80 วัน ปริมาณการดูดซับธาตุอาหารจะเพิ่มขึ้นรวดเร็วแต่จะไม่เพิ่มขึ้นหลังถั่วเหลืองอายุ 84 วัน ซึ่งแสดงว่าควรใส่ปุ๋ยให้กับถั่วเหลืองในระยะแรกของการเจริญเติบโต และการใส่ปุ๋ยช้าจะไม่เกิดประโยชน์กับพืชแต่อย่างใด

2.8.2.1 ความต้องการในโตรเจนของถั่วเหลือง ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการในโตรเจนมาก แหล่งที่มานอกจากจะมาจากดินและปุ๋ยแล้ว ยังได้มาจากเชื้อไรโซเบียมที่ช่วยตรึงในโตรเจนจากอากาศ ซึ่งในระยะแรกของการเจริญเติบโตประมาณ 15 วันหลังปลูก เชื้อไรโซเบียมจะไม่สามารถตรึงในโตรเจนให้ถั่วเหลืองได้ ถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนซึ่งจะทำให้ถั่วเหลืองแสดงอาการขาดธาตุ มีการเจริญเติบโตช้า และอ่อนแอ เพราะฉะนั้นจึงควรมีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนประมาณ 3 กิโลกรัม N/ไร่ (อุตม นาแอะ, 2545: 10) มนกฤตย์ บุญฤทธิ์ และเฉลิมพล แซมเพชร (2539: 185 – 195) ได้ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อการเติบโต ผลผลิต และการตรึงในโตรเจนของถั่วเหลืองในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง พบว่า การใช้ในโตรเจนอัตรา 8 กิโลกรัม N/ไร่ จะทำให้การเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน (V_6 , R_1 และ R_3) ดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน แต่ปริมาณในโตรเจนในส่วนเหนือดินที่ระยะ R_6 - R_7 ไม่ต่างกัน ปุ๋ยในโตรเจนมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง ปม และกิจกรรมการตรึงในโตรเจนลดลง ซึ่งกล่าวได้ว่า หากสภาพดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรโซเบียมและถั่วเหลือง การใส่ปุ๋ยในโตรเจนจะไม่มีผลจำเป็น และการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงจะทำให้กิจกรรมการตรึงในโตรเจนของไรโซเบียมลดลง

2.8.2.2 ความต้องการฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง น้อย เขียรนันท์ และนพชัย สวนมาลี (2535: 55 – 79) รายงานว่า ถั่วเหลืองต้องการธาตุฟอสฟอรัสอย่างมากเมื่อเทียบกับในโตรเจน (ผลผลิต 300 กิโลกรัม/ไร่ ต้องการใช้ในโตรเจนมากกว่า 20 กิโลกรัม N และฟอสฟอรัส 3 กิโลกรัม P_2O_5 /ไร่) แต่ดินส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีฟอสฟอรัสต่ำ ในกลุ่มธาตุอาหาร ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจะพบว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะช่วยเพิ่มผลผลิตได้เด่นชัด ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินกับผลผลิตถั่วเหลือง ในกรณีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ถ้าผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสต่ำกว่า 1 ppm. จะได้ผลผลิตถั่วเหลืองเพียงร้อยละ 10 ของแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยอย่างเพียงพอ และผลผลิตจะได้เพียงร้อยละ 50 เมื่อดินมีค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัส 5 ppm. ในกรณีที่วิเคราะห์ฟอสฟอรัสเกิน 12 ppm. การใส่ปุ๋ยจะไม่เกิดประโยชน์ เพราะจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 20 หรือไม่จำเป็นต้อง

ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เนื่องจากค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินกับผลผลิตถั่วเหลืองมีความสัมพันธ์กันแบบ Quadratic โดยมีค่า $r = 0.794$ กล่าวคือ ถ้าต้องการผลผลิตร้อยละ 80 ของผลผลิตสูงสุดจากการใช้ปุ๋ย ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสต้องมีค่า 12 ppm. หากต้องการร้อยละ 70 ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสต้องมีค่า 8 ppm. จากความสัมพันธ์นี้ จึงพอแนะนำได้ว่าถ้าพิจารณาค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินเป็นหลักแล้ว ถ้าค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสเกิน 12 ppm. ไม่ควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ค่าวิเคราะห์ระหว่าง 6 – 12 ppm. ควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 6 กิโลกรัม P_2O_5 และถ้าต่ำกว่า 1 – 6 ppm. ควรใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 9 – 12 กิโลกรัม P_2O_5 /ไร่

การที่ถั่วเหลืองได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพอหรือมากเกินไปจะมีผลทำให้น้ำหนักแห้งและปริมาณของกรดอะมิโนทั้งหมดลดลง Haghiri (1966: 609 – 612) และ Weiss (1983: 1 – 660) ยังพบว่าปริมาณน้ำมันในเมล็ดจะลดลงถ้าระดับฟอสเฟตมากเกินไป นอกจากนี้ ในดินที่ขาดฟอสฟอรัสถ้ามีการเพิ่มฟอสฟอรัสจะทำให้ถั่วเหลืองมีจำนวนปมและน้ำหนักปมต่อต้นเพิ่มสูงขึ้น (Uppal et al., 1997: 961 – 964) ซึ่งสอดคล้องกับ Howard (1984: 8 – 11) และในที่สุดจะทำให้มีผลผลิตและโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งอัตราที่ใช้ คือ ปุ๋ยฟอสเฟต 80 กิโลกรัม P_2O_5 /เฮกตาร์ (Thimmegowda and Devakumar, 1996: 61 – 64)

2.8.2.3 ความต้องการโพแทสเซียมของถั่วเหลือง ผลผลิตถั่วเหลือง 300 กิโลกรัม/ไร่ จะดูดซับโพแทสเซียมประมาณ 7.8 กิโลกรัม K_2O /ไร่ สำหรับประเทศไทยดินมักไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องขาดโพแทสเซียม ยกเว้นดินทรายจะมีโพแทสเซียมต่ำกว่า 50 ppm. การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ไม่ควรใส่เกิน 6 กิโลกรัม K_2O /ไร่ (น้อย เขียวพันธ์ และนพชัย สอนมาลี, 2535: 55 – 79)

2.9 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยในถั่วเหลืองและพืชอื่น ๆ

2.9.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยในถั่วเหลือง

อุดม นาแสะ (2545: 64 – 65) ศึกษาการจัดการปุ๋ยโดยใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมี เพื่อปรับปรุงผลผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในชุดดินกบินทร์บุรีที่มีฟอสฟอรัสต่ำ ในแปลงทดลอง อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 0, 0.5 และ 1 ตันต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 20 และ 40 กิโลกรัมต่อไร่ และสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 12.5 และ 25 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไกร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยการใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด อยู่ในช่วง 472.89 – 508.33 กิโลกรัมต่อไร่

2.9.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยในพืชอื่น ๆ

May and Martin (1966: 11 – 12) ได้ทดลองเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยมูลไก่กับปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตเป็นระยะเวลา 3 ปี โดยใช้มูลไก่ อัตรา 1.6 ตันต่อไร่ และปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต อัตรา 72.72 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใช้เพียงครั้งเดียวเมื่อเริ่มการทดลอง ผลการศึกษา พบว่า ปุ๋ยมูลไก่จะให้ผลผลิตรวม 3 ปีของอัลฟัลฟาสูงกว่าปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต

ดาร์ ทาวรมาศ และองอาจ ชังธาดา (2520: 125 – 128) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 1 ตันต่อไร่ มีผลทำให้ผลผลิตข้าวฟ่างสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี ในอัตราที่แนะนำเกษตรกร คือ อัตรา 10 – 10 – 0 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปริมาณมูลไก่ที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ผลผลิตข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นด้วย การเพิ่มปริมาณปุ๋ยมูลไก่อัตรา 2, 3 และ 4 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันมาก จึงสรุปว่า ควรใส่ปุ๋ยมูลไก่ปีละ 1 ตันต่อไร่ เพราะให้ผลผลิตข้าวฟ่างสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ

วิทยา มาสร่างสรรค์ และดาร์ ทาวรมาศ (2521: 1 – 4) ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 0, 500, 1,000 และ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 0, 5, 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ และปุ๋ยฟอสเฟต อัตรา 5 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ต่อผลผลิตข้าวฟ่างในดินชุดปากช่อง พบว่า ดินในแปลงทดลองมีความอุดมสมบูรณ์สูง มี Organic Matter ร้อยละ 2.5 ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเท่ากับ 50 และ 152 ppm. ตามลำดับ การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 5 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวฟ่างที่ปลูกปลายฤดูฝนสูงถึง 683 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ให้ผลไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5 และ 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ ร่วมกับมูลไก่อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ธงชัย ตั้งเปรมศรี (2523: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยคอกอัตราต่างๆ กับข้าวโพดที่ปลูกต่อเนื่องกันสองฤดูปลูกในปี พ.ศ. 2520 การทดลองจัดทำที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ปุ๋ยคอกในรูปมูลไก่ มูลโค และมูลสุกร ในอัตรา 0, 500, 750 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกโดยเฉลี่ยให้ผลผลิตดีกว่าไม่ใส่อย่างเด่นชัด โดยแปลงที่ใส่มูลไก่หรือมูลสุกร มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดดีกว่าการใช้ปุ๋ยมูลโคทั้งสองฤดูปลูก

ไพฑูรย์ อุไรวงศ์ (2527: บทคัดย่อ) ศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลไก่ และพืชบำรุงดิน ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด โดยทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย การปลูกไมยราพ หนามร่วมกับข้าวโพด การปลูกถั่วแปบร่วมกับข้าวโพด การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1 ตันต่อไร่ และปุ๋ยเคมีเกรด 16 – 20 – 0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวทำให้ข้าวโพดออกดอกตัวผู้เร็วกว่า มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกข้าวโพดโดยใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ส่วนการปลูกพืชบำรุงดินร่วมกับข้าวโพดโดยมีการใช้ปุ๋ยมูลไก่

ร่วมด้วย ให้ผลผลิตดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีทั้งในปีแรก (พ.ศ. 2522) และในปีที่สอง (พ.ศ. 2523) ในขณะที่ข้าวโพดให้การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยมูลไก่ดีกว่าการปลูกพืชบำรุงดินร่วมกับข้าวโพด เฉพาะในปีแรกเท่านั้น

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ (2536: 248 – 253) ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่ปรับปรุงดินกรดสำหรับปลูกมะละกอ โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 0, 50, 100 และ 150 กรัมต่อกระถาง ในดินกรดชุดยโสธร ทำการทดลองในเรือนทดลอง พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตราเพิ่มขึ้นทำให้มะละกอมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เมื่อไม่ได้ใส่ปุ๋ยมูลไก่ได้น้ำหนักแห้งต้นมะละกอ 2.64 กรัมต่อกระถาง แต่เมื่อใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 50, 100 และ 150 กรัมต่อกระถาง ได้น้ำหนักแห้งเท่ากับ 3.85, 3.96 และ 6.59 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ และการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตราเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณการดูดใช้แร่ธาตุอาหารในต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อนนท์ สุขสวัสดิ์, พันธ์ สุวรรณธาดา และติเรก อินตาพรหม (2537: 94 – 101) ได้รายงานการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าว ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก โดยใช้พันธุ์ข้าว กข 23 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้นเดี่ยว ไม่ไวต่อช่วงแสง พบว่า ปุ๋ยมูลไก่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยปุ๋ยมูลไก่อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวหักเหียกับปุ๋ยเคมี 8 – 4 – 0 ส่วนปุ๋ยมูลไก่อัตรา 600 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตสูงที่สุด เมื่อพิจารณาปริมาณที่เพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว กข 23 จากการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 300 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 37 – 41 และ 61 – 74 ตามลำดับ

Tuivavalagi and Silva (1996: 1 – 2) รายงานผลการใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด ที่ปลูกในดินออกซิโซลส์ ที่ Hawaii โดยใช้ปุ๋ยเคมี (200 กิโลกรัม N, 200 กิโลกรัม P, 100 กิโลกรัม K, 15 กิโลกรัม Zn, 5 กิโลกรัม B และ 2.5 กิโลกรัม Cu/Ha) อย่างเดียวและใช้ร่วมกับมูลไก่สดอัตรา 16.82 ตันต่อเฮกตาร์ (Ha) พบว่า การเพิ่มปุ๋ยมูลไก่ให้ผลแตกต่างทางสถิติ โดยเพิ่มผลผลิตเมล็ด ความสูงของข้าวโพด น้ำหนักของใบรองฝัก และส่วนเหนือดิน ส่วนการวิเคราะห์ใบรองฝักในระยะออกไหม แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่เพิ่มการดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ซัลเฟต คลอรีน และสังกะสี การวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่เพิ่มความเข้มข้นของไนเตรท ในโตรเจน แอมโมนีเอส และแคลเซียมในดิน

หรั่ง มีสวัสดิ์ และคณะ (2539: 11) ศึกษาผลการใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งชลประทานที่สถานีการใช้น้ำชลประทานแม่กลองใหญ่ จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินก้ำแพงแสนติดต่อกัน 2 ปี โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 200, 400 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 28 – 28 – 0 อัตรา 20, 40 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไกร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ (2542: 44 – 45) รายงานว่า มูลไก่ของพ่อแม่พันธุ์ไก่เนื้อนั้น มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ยกับพืชหลายๆ ชนิด เพราะในมูลไก่ประกอบไปด้วยธาตุอาหารต่างๆ ที่สำคัญ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่งมีอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง เมื่อใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์บางส่วนมาปรับมาตรฐานในมูลไก่ โดยให้มีอัตราส่วนของ ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม เท่ากับ 40 : 2 : 2 ทำให้มีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่สามารถใช้กับการเพาะปลูกพืชได้เป็นอย่างดีและสามารถทดแทนปุ๋ยวิทยาศาสตร์ได้

อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ (2544: บทคัดย่อ) ศึกษาอิทธิพลของการอัดเม็ด วิธีใส่ และเวลาในการใส่ปุ๋ยมูลไก่ต่อผลผลิตและการดูดตั้งธาตุอาหารของข้าวโพดและต่อสมบัติทางเคมีของดิน พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยมูลไก่ในรูปไม่ปั้นเม็ดโดยใช้วิธีโรยเป็นแถบหลังปลูกหรือใส่โดยคลุกกับดินตอนปลูก จะทำให้ความสูง น้ำหนักแห้งตอซัง น้ำหนักแห้งเมล็ดข้าวโพด และปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่ข้าวโพดดูดสูงสุด

จงรักษ์ จันทรเจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และสุเทพ ทองแพ (2545: 27 – 37) ศึกษาการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับฟอสฟอรัสจากมูลไก่และซิลิกอนจากแกลบต่อผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด โดยทำการทดลองในกระถาง ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ (ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยเคมีร้อยละ 75 + ฟอสฟอรัสจากมูลไกร้อยละ 25) และซิลิกอนจากแกลบ (200, 300 และ 400 มิลลิกรัม $\text{SiO}_2\text{Kg}^{-1}\text{Soil}$) ผลการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ใกล้เคียงกัน ข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับฟอสฟอรัสจากมูลไก่ และซิลิกอนจากแกลบอัตรา 300 มิลลิกรัม $\text{SiO}_2\text{Kg}^{-1}\text{Soil}$ จะให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสแต่เพียงอย่างเดียวอย่างเด่นชัด

ศิริเนตร สิทธิกุล (2545: บทคัดย่อ) ศึกษาการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสและผลการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิกอนต่อการเจริญเติบโต และการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดินออกซิซอลส์ โดยในการทดลองที่ 1 จะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่อัตรา 50, 100 และ 200 มิลลิกรัม $\text{P}_2\text{O}_5\text{Kg}^{-1}$ ส่วนการทดลองที่ 2 จะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และมูลไก่อัตรา 100 มิลลิกรัม $\text{P}_2\text{O}_5\text{Kg}^{-1}$ และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสและฟอสฟอรัสจากมูลไก่ อัตรา 100 มิลลิกรัม $\text{P}_2\text{O}_5\text{Kg}^{-1}$ ร่วมกับซิลิกอน อัตรา 100 และ 200 มิลลิกรัม $\text{SiO}_2\text{Kg}^{-1}$ ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้งในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และมูลไกร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มีผลทำให้การเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวโพดสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า ข้าวโพดมีความ

สูง เส้นรอบวงลำต้น น้ำหนักแห้ง ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ หรือปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่มีการเจริญเติบโต ผลผลิต ปริมาณฟอสฟอรัส ในโครเจน และโพแทสเซียมทั้งหมดสูงกว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และการใส่มูลไก่ร่วมกับซิลิกอนทำให้ข้าวโพดมีความสูง ผลผลิตน้ำหนักแห้ง และปริมาณฟอสฟอรัส ในโครเจน และโพแทสเซียมทั้งหมดสูงกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่เพียงอย่างเดียว

Hakim (2002: 1 – 8) ศึกษาการใช้อินทรีย์วัตถุในการเพิ่มประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดในดินออลติโซลส์ โดยใช้ไอโซโทป ^{32}P ในการวัดประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพด ทำการทดลองในกระถางโดยใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสดให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ซึ่งคิดเป็นอัตรา 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กรัมปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยพืชสดต่อกระถาง ตามลำดับ เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อเจริญได้ 6 สัปดาห์ พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 75 กรัมต่อกระถาง ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง การดูดใช้ฟอสเฟต ปริมาณฟอสฟอรัสที่มาจากปุ๋ยและประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดสูงสุด

Kogram (2002: 1 – 7) ได้ศึกษาอิทธิพลของมูลไก่ต่อผลผลิตของมันสำปะหลังและคุณสมบัติของดิน ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีในดินทรายปนร่วน โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่ชนิดต่าง ๆ คือ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดขนาดเล็ก ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดขนาดใหญ่ และปุ๋ยมูลไก่สดในอัตราต่าง ๆ กัน พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดขนาดเล็กอัตรา $2,500 \text{ Kg ha}^{-1}$ และปุ๋ยมูลไก่สดอัตรา $6,250 \text{ Kg ha}^{-1}$ ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{K}_2\text{O}$ อัตรา $46.9 - 46.9 - 46.9 \text{ Kg ha}^{-1}$ ปริมาณที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยมูลไก่สามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 51 – 70 เมื่อเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย และพบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่ โดยเฉพาะปุ๋ยมูลไก่สดจะช่วยปรับค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) รวมทั้งปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินให้สูงขึ้น

กฤษฎา ทิวาตรี (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาอิทธิพลของมูลไก่ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและผลผลิตของข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินร่อยเอ็ด โดยทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ อัตรา 50 และ 100 มิลลิกรัม $\text{P}_2\text{O}_5\text{Kg}^{-1}$ Soil กับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเลย พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ มีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวและข้าวโพดเพิ่มขึ้นสูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ข้าวและข้าวโพดที่ได้รับการใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ มีการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสโดยทั่วไปใกล้เคียงกับข้าวและข้าวโพดที่ได้รับการใส่ฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ (2536 อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 1) ได้ทดลองการใช้มูลไก่เพื่อปรับปรุงดินกรดสำหรับการปลูกมะละกอ โดยใช้มูลไก่ในอัตรา 0, 50, 100 และ 150 กรัมต่อกระถาง เพื่อปรับปรุงดินกรดในดินชุดยโสธรสำหรับปลูกมะละกอในเรือนทดลอง พบว่ามะละกอเจริญเติบโตต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการดูดใช้ธาตุอาหารเรียงตามลำดับดังนี้คือ $N, K > Ca > Mg$ อัตรามูลไก่ที่เหมาะสม คือ 50 กรัมต่อกระถาง โดยไนโตรเจนและโพแทสเซียมจะตอบสนองอย่างเห็นได้ชัด

กรมส่งเสริมการเกษตร (2547: 1) ได้รายงานผลงานวิจัยการเพิ่มผลผลิตข้าว โดยการใส่ปุ๋ยมูลไก่ในนาเกษตรกร ซึ่งเป็นดินชุดร้อยเอ็ด ลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายหรือร่วนปนทราย ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตเฉลี่ย 673 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่แปลงใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12-7.5-6 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ได้ผลผลิตเฉลี่ย 599 กิโลกรัมต่อไร่ เห็นได้ว่าปุ๋ยมูลไก่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้สูงกว่าปุ๋ยเคมีถึง 74 กิโลกรัมต่อไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 12

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

- 3.1.1 วัสดุสำหรับก่อสร้างโรงเรือนประดิษฐ์ ได้แก่
 - 3.1.1.1 โครงไม้
 - 3.1.1.2 พลาสติกใสขนาดหน้ากว้าง 3.60 เมตร
 - 3.1.1.3 มุ้งในลอนสีฟ้าขนาดหน้ากว้าง 1.80 เมตร
 - 3.1.1.4 พลาสติกเคลือบด้านเดี่ยวขนาด 4 x 5 เมตร
 - 3.1.1.5 สังกะสี
- 3.1.2 กระถางพลาสติกสีดำขนาด 12 นิ้ว
- 3.1.3 อีจุ่มอณู
- 3.1.4 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60
- 3.1.5 เชื้อไรโซเบียม จากกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร
- 3.1.6 สารป้องกันเชื้อรา (แคปแทน)
- 3.1.7 สารเหนียว (น้ำตาลร้อยละ 30)
- 3.1.8 ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12
- 3.1.9 ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด จากห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ
ตำบลท่าตูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี
- 3.1.10 ดินชุดลพบุรี
- 3.1.11 หัวฉีดพ่นกำจัดแมลง
- 3.1.12 ฝักบัวรดน้ำ
- 3.1.13 เครื่องมือสำหรับปลูกถั่วเหลือง
- 3.1.14 เครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างดินและถั่วเหลือง
- 3.1.15 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล เช่น กล้องถ่ายรูป เวอร์เนีย
- 3.1.16 ยาฉุน
- 3.1.17 ถังน้ำขนาด 5 ลิตร พร้อมหัวฉีด

3.2 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยการปลูกถั่วเหลืองในดินชุดลพบุรี ซึ่งได้มีการใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยนำมาศึกษาร่วมกับการปลูกถั่วเหลืองในดินชุดลพบุรีที่ไม่ได้ผสมปุ๋ยและดินชุดลพบุรีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 - 24 - 12 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ซึ่งจะทำการปลูกถั่วเหลืองลงในกระถางพลาสติกสีดำขนาด 12 นิ้ว (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปากกระถางกว้าง 12 นิ้ว สูง 9 นิ้ว) และนำไปวางไว้ในโรงเรือนประดิษฐ์ขนาด 4 x 13 เมตร สูงประมาณ 2 เมตร

3.2.1 แผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยกำหนดให้มีจำนวน 4 ซ้ำ (Replication) ต่อหน่วยทดลอง ซึ่งมีอัตราการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และปุ๋ยเคมีเป็นหน่วยทดลอง ดังนี้

หน่วยทดลองควบคุม : ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและปุ๋ยเคมีลงในดิน (T_c)

หน่วยทดลองที่ 1 : ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 ลงในดินอัตรา 10 กรัมต่อกระถาง (T₁) (ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด : ปุ๋ยเคมี = 0 : 100)

หน่วยทดลองที่ 2 : ใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 43.75 กรัม ลงในดินผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 7.50 กรัมต่อกระถาง (T₂) (ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด : ปุ๋ยเคมี = 25 : 75)

หน่วยทดลองที่ 3 : ใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 87.50 กรัม ลงในดินผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 5 กรัมต่อกระถาง (T₃) (ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด : ปุ๋ยเคมี = 50 : 50)

หน่วยทดลองที่ 4 : ใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 131.25 กรัม ลงในดินผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 2.50 กรัมต่อกระถาง (T₄) (ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด : ปุ๋ยเคมี = 75 : 25)

หน่วยทดลองที่ 5 : ใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดลงในดินอัตรา 175 กรัมต่อกระถาง (T₅) (ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด : ปุ๋ยเคมี = 100 : 0)

โดยกำหนดให้มีน้ำหนักของดินประมาณ 10 กิโลกรัมต่อกระถาง สำหรับหน่วยทดลองที่ 1 – 5 หลังจากถั่วเหลืองงอกแล้ว 15 วัน ให้ทำการใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 ลงในดิน (ปริมาณการใส่ปุ๋ยในอัตราส่วนทดแทนที่แตกต่างกันของหน่วยทดลองที่ 1 – 5 คัดแปลงจากผลการทดลองของ อุดม นาอะ (2545: 64 – 65) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1 ดันต่อไร่ ในการผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิตสูงสุด และจากผลการทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ (2543 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์: 2546, 26 – 99) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ในการผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 นั้น ก็ให้ผลผลิตสูงสุดเช่นกัน)

3.2.2 การเตรียมดินและปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด

3.2.2.1 การเตรียมดิน

ดินที่ใช้ในการปลูกเป็นชุดดินลพบุรีซึ่งอยู่ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี หลังจากเลือกพื้นที่ในบริเวณที่ต้องการใช้ดินได้แล้ว ให้ถากหญ้าบริเวณหน้าดินออก เพื่อให้ดินปนเปื้อนเศษวัชพืชให้น้อยที่สุด จากนั้นทำการเก็บดินโดยชุดดินลึกลงไปประมาณ 15 – 30 เซนติเมตร จนได้ดินประมาณ 2,000 กิโลกรัม นำดินที่ได้ทั้งหมดมาเทกองรวมกัน บดและคลุกเคล้าดินให้เข้ากัน แล้วแบ่งดินที่ได้ออกเป็น 4 ส่วน สุ่มเลือกกองย่อย 2 ใน 4 กองออก นำ 2 กองที่เหลือมารวมกัน บดและคลุกเคล้าดินที่เหลือให้เข้ากันอีกครั้ง ทำการสุ่มเลือกและแบ่งดินต่อไปจนได้ดินประมาณ 2 กิโลกรัม แบ่งตัวอย่างดินที่ได้ออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน โดยดินส่วนแรกนำส่งสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท (สวพ. 5) เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และดินส่วนที่สองนำส่งภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท สำหรับดินที่เหลือจากการสุ่มได้นำมาใช้ในการปลูกถั่วเหลืองต่อไป

3.2.2.2 การเตรียมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด

ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ เป็นปุ๋ยที่ได้จากห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ตำบลท่าตูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ซึ่งเป็นปุ๋ยที่ผลิตมาจากมูลไก่เนื้อรวมกับวัสดุรองพื้น แล้วนำมาผ่านกระบวนการอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ด มีเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดปุ๋ยประมาณ 6 มิลลิเมตร ทั้งนี้ เมื่อได้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดมาแล้ว ได้นำส่งสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท (สวพ. 5) จำนวน 1 กิโลกรัม เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และนำส่งภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีกจำนวน 1 กิโลกรัม เพื่อตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท สำหรับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เหลือ ได้นำมาใช้ในการปลูกถั่วเหลืองต่อไป

3.2.3 การเตรียมพื้นที่ปลูก

สำหรับถั่วเหลืองที่ทำการปลูกลงในกระถางพลาสติกมีขนาด 12 นิ้วเรียบร้อยแล้ว จะนำไปวางไว้ในโรงเรือนประดิษฐ์ขนาด 4×13 เมตร สูงประมาณ 2 เมตร ซึ่งพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้างโรงเรือนประดิษฐ์ อยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี โดยลักษณะของโรงเรือนประดิษฐ์จะเป็นโครงไม้ มีประตูเข้า – ออก 1 ทาง กว้าง 1 เมตร หลังคามุงด้วยพลาสติกใส ขนาดหน้ากว้าง 3.60 เมตร ผึงทั้งสี่ด้านหุ้มด้วยมุ้งในลอนสีฟ้าขนาดหน้ากว้าง 1.80 เมตร บริเวณพื้นทำการปูด้วยพลาสติกเคลือบด้านเดียวขนาด 4×5 เมตร จำนวน 3 ผืน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเศษวัชพืชหรือแมลงจากพื้นดิน และใช้อิฐมอญจำนวน 2 ก้อนต่อกระถาง รองรับบริเวณกันกระถางเพื่อเป็นการถ่ายเทอากาศและป้องกันการเกิดความชื้นที่มากเกินไป สำหรับบริเวณผึงด้านนอกของโรงเรือนประดิษฐ์จะทำการฝังสังกะสีโดยรอบ ลึกประมาณ 10 เซนติเมตรและสูงจากพื้นประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อป้องกันหนูและศัตรูพืชอื่นๆ

3.2.4 การปลูก

ดินที่เหลือจากการส่งตรวจวิเคราะห์ให้นำมาผึ่งแดดให้แห้งประมาณ 2 – 3 สัปดาห์ จากนั้นทำการตากดินใส่กระถาง โดยกำหนดให้น้ำหนักดินแต่ละกระถางเท่ากัน คือ 10 กิโลกรัม จากนั้นจับสลากลำดับการจัดเรียงหน่วยทดลอง (Treatments) ในโรงเรือนประดิษฐ์ โดยลำดับการจัดเรียงหน่วยทดลองเป็นดังนี้ หน่วยทดลองที่ 3 (T_3) 1 (T_1) 5 (T_5) ควบคุม (T_c) 2 (T_2) และ 4 (T_4) ตามลำดับ กำหนดให้มีจำนวนหน่วยทดลองละ 30 กระถาง รวมทั้งหมด 180 กระถาง ระยะห่างระหว่างหน่วยทดลอง คือ 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างกระถางภายในหน่วยทดลอง คือ 5×20 เซนติเมตร จากนั้นจึงนำกระถางมาวางตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้เพื่อรอการปลูกต่อไป

ตารางที่ 3.1 ปริมาณดิน ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และปุ๋ยเคมีสูตร 12 - 24 - 12 ที่ใช้ในแต่ละซ้ำของหน่วยทดลอง

หน่วยทดลอง	ดิน/ซ้ำ (กิโลกรัม)	ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ รองพื้นอัดเม็ด (กรัม)	ปุ๋ยเคมีสูตร 12 - 24 - 12 (กรัม)	รวม (กิโลกรัม)
T _c	10.00	-	-	10.00
T ₁	10.00	-	10.00	10.01000
T ₂	10.00	43.75	7.50	10.05125
T ₃	10.00	87.50	5.00	10.09250
T ₄	10.00	131.25	2.50	10.13375
T ₅	10.00	175.00	-	10.17500

ก่อนทำการปลูกให้นำเมล็ดถั่วเหลืองไปคลุกกับเชื้อไรโซเบียมโดยใช้น้ำตาลผสมน้ำ อัตราร้อยละ 30 เป็นสารเหนียวเพื่อให้เชื้อเกาะติดกับเมล็ดได้ดีขึ้น หลังจากนั้นผสมสารแคปแทนลงไปเล็กน้อยเพื่อป้องกันเชื้อรา คลุกเคล้ากับเมล็ดให้เข้ากัน แล้วนำไปปลูกโดยหยอดเมล็ดถั่วเหลือง 7 เมล็ดต่อ 1 กระถาง ที่ระดับความลึกประมาณ 2 - 3 เซนติเมตร ทำการกลบแล้วรดน้ำให้ชุ่ม เมื่อถั่วเหลืองอายุได้ 1 สัปดาห์ ทำการถอนแยกให้เหลือกระถางละ 4 ต้น

3.2.5 การดูแลรักษา

3.2.5.1 การให้น้ำ ในระยะแรกหลังจากปลูกให้น้ำวันเว้นวัน จนกระทั่งถั่วเหลืองเริ่มออกดอกจึงให้น้ำทุกๆ 3 วัน หรือเมื่อดินในกระถางแห้งจนเกิดการแตกของดิน และเมื่อถึงระยะสุกแก่จึงหยุดให้น้ำ

3.2.5.2 การกำจัดวัชพืช กำจัดโดยใช้แรงงานคนเมื่อมีวัชพืชขึ้น

3.2.5.3 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ใช้อยาฉุนแช่น้ำไว้ 1 คืน แล้วกรองเอากากออก นำน้ำยาฉุนที่ได้มาฉีดพ่นเมื่อปรากฏว่ามีแมลงหรือหนอน

3.2.6 การเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองและการวิเคราะห์

ทำการเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต 6 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองจำนวน 4 ต้นในแต่ละครั้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าต่างๆ ตามตารางที่ 3.2 ที่ระยะ R₁, R₃, R₅, R₆, R₇ และ R₈ โดยจะทำการวัดพื้นที่ใบที่ระยะ R₁, R₃, R₅, R₇ (ยกเว้น R₆ และ R₈) หาน้ำหนักฝักที่ระยะ R₃, R₅, R₆, R₇, R₈ (ยกเว้น R₁) หาน้ำหนักแห้งทั้งต้นที่ระยะ R₁, R₃, R₅, R₆, R₇ และ R₈ โดยทำการตัดต้นถั่วเหลืองยกเว้นราก รีดใบออก และนำมาวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ (Area Meter, Li-Cor Model Li-3100, Made in USA) จากนั้นแยกฝัก

ออกจากต้นและนำฝักกับต้นที่ได้แยกแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อหาน้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักแห้งทั้งต้น (รวมฝัก) สำหรับระยะ R_5 จะตัดตัวอย่างเพิ่มอีก 4 ต้น เพื่อทำการวิเคราะห์หาโลหะหนักตกค้างในใบ ซึ่งได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ส่วนที่ระยะ R_8 จะทำการหาน้ำหนักฝัก วัดความสูง ดัชนีเก็บเกี่ยว จำนวนข้อและกิ่ง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ผลผลิต ปริมาณโปรตีนและไขมัน และปริมาณโลหะหนักในเมล็ด โดยใช้ตัวอย่างจำนวน 4 ต้นเช่นเดียวกัน สำหรับปริมาณโปรตีนและไขมันนั้นใช้ถั่วเหลืองที่ได้จากการปลูกที่เหลือทั้งหมดในการวิเคราะห์

3.2.7 การบันทึกข้อมูล

3.2.7.1 วันปลูก

3.2.7.2 วันงอก

3.2.7.3 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ($V_1 - V_6$)

3.2.7.4 อายุถึงวันออกดอก (R_1) การพัฒนาฝัก ($R_3 - R_4$) การสะสมน้ำหนัก ($R_5 - R_6$) และระยะสุกแก่ ($R_7 - R_8$)

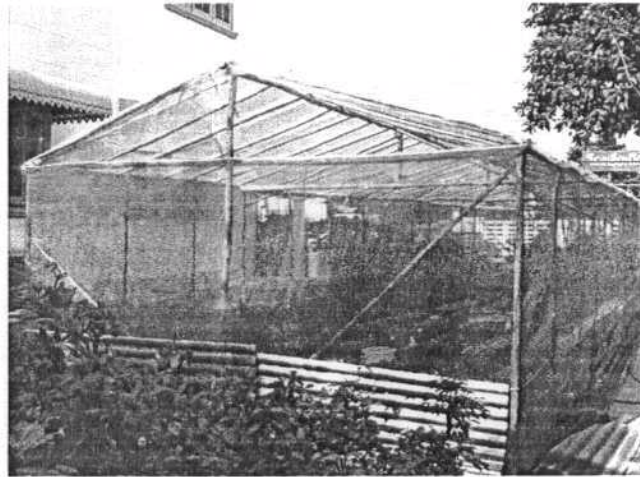
3.2.7.5 น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลืองที่ระยะ R_1, R_3, R_5, R_6 และ R_7

3.2.7.6 น้ำหนักฝักของถั่วเหลืองที่ระยะ R_3, R_5, R_6 และ R_7

3.2.7.7 พื้นที่ใบที่ระยะ R_1, R_3, R_5 และ R_7

3.2.7.8 โลหะหนักในใบที่ระยะ R_5

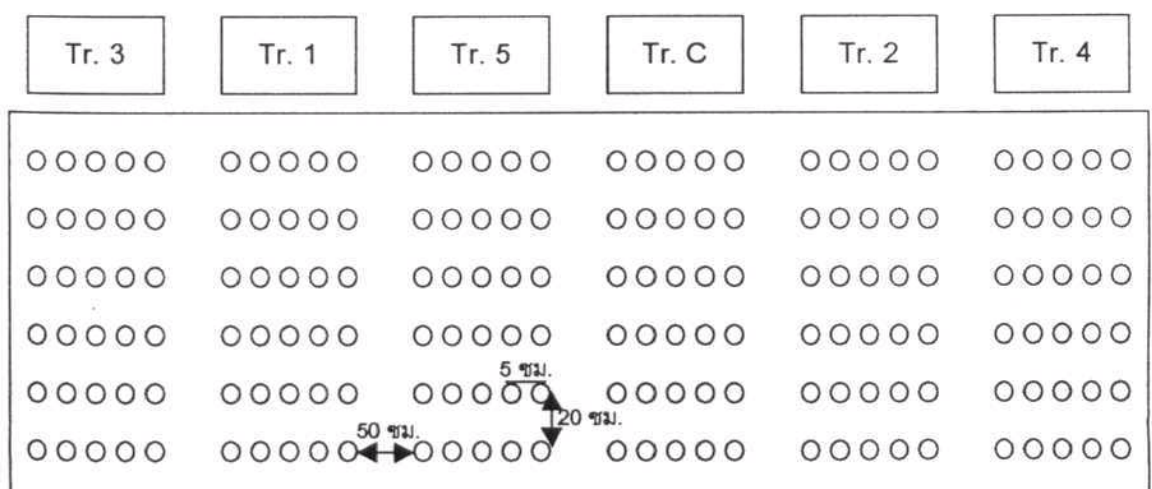
3.2.7.9 น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง น้ำหนักฝัก ความสูง จำนวนข้อ จำนวนกิ่ง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ผลผลิตต่อกระถาง ปริมาณโปรตีนในเมล็ด ปริมาณไขมันในเมล็ด และโลหะหนักในเมล็ดที่ระยะ R_8



ภาพที่ 3.1 ลักษณะโรงเรือนประดิษฐ์



ภาพที่ 3.2 ลักษณะการวางกระถาง



ภาพที่ 3.3 ลักษณะการจัดวางกระถางภายในโรงเรือนประดิษฐ์จากการสุ่ม

ตารางที่ 3.2 การเก็บข้อมูลที่ระยะต่างๆ

การเก็บข้อมูล	ระยะของตัวเหลือง					
	R ₁	R ₃	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
พื้นที่ใบ	✓	✓	✓		✓	
น้ำหนักฝัก		✓	✓	✓	✓	✓
น้ำหนักแห้งทั้งต้น	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ความสูง						✓
จำนวนข้อและกิ่ง						✓
จำนวนฝักต่อต้น						✓
จำนวนเมล็ดต่อฝัก						✓
น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด						✓
ผลผลิต						✓
ปริมาณโปรตีนและไขมัน						✓
โลหะหนัก			✓			✓

3.2.8 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ดิน

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง จะทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ดินในแต่ละหน่วยทดลอง ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินของแต่ละหน่วยทดลอง จะนำดินที่เหลือจากกระถางในแต่ละหน่วยทดลองมาเทกองรวมกัน บดและคลุกเคล้าดินให้เข้ากัน แล้วแบ่งดินที่ได้ออกเป็น 4 ส่วน สุ่มเลือกกองย่อย 2 ใน 4 กองออก นำ 2 กองที่เหลือมารวมกัน บดและคลุกเคล้าดินที่เหลือให้เข้ากันอีกครั้ง ทำการสุ่มเลือกและแบ่งดินต่อไปจนได้ดินประมาณ 2 กิโลกรัม แบ่งตัวอย่างดินที่ได้ออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน โดยดินส่วนแรกนำส่งสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท (สวพ. 5) เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก และดินส่วนที่สองนำส่งภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ เพื่อตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ทำเช่นนี้กับหน่วยทดลองที่เหลือจนครบ 6 หน่วยทดลอง

3.2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เวอร์ชัน 6.12 (SAS Institute, 1996: 10) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) ของดัชนีการเจริญเติบโตของตัวเหลือง ในการใช้อัตราปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดในระดับต่างๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยใช้สถิติ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในอัตราส่วนทดแทนที่แตกต่างกัน รวม 6 อัตราส่วน คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ได้แก่

หน่วยทดลอง (T_r) = ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด : ปุ๋ยเคมีสูตร
12 - 24 - 12

หน่วยทดลองควบคุม (T_c) = ร้อยละ 0 : ร้อยละ 0 (0 กรัม : 0 กรัม)

หน่วยทดลองที่ 1 (T_1) = ร้อยละ 0 : ร้อยละ 100 (0 กรัม : 10.00 กรัม)

หน่วยทดลองที่ 2 (T_2) = ร้อยละ 25 : ร้อยละ 75 (43.75 กรัม : 7.50 กรัม)

หน่วยทดลองที่ 3 (T_3) = ร้อยละ 50 : ร้อยละ 50 (87.50 กรัม : 5.00 กรัม)

หน่วยทดลองที่ 4 (T_4) = ร้อยละ 75 : ร้อยละ 25 (131.25 กรัม : 2.50 กรัม)

หน่วยทดลองที่ 5 (T_5) = ร้อยละ 100 : ร้อยละ 0 (175.00 กรัม : 0 กรัม)

ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดลองต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 สมรรถภาพของถั่วเหลือง

4.1.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

การวัดการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองวัดได้จากการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ จำนวนกิ่ง จำนวนข้อ และความสูงต่อต้านของถั่วเหลืองในระยะต่างๆ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1.1 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ($V_1 - V_4$)

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ V_4 คือ 25, 25, 26, 26, 28 และ 28 วัน ตามลำดับ โดยพบว่า ถั่วเหลืองเมื่อ

ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 และ 25 จะมีระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบที่เท่ากันและสั้นที่สุดคือ 25 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบที่เท่ากันและนานที่สุด คือ 28 วัน สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 และ 75 จะมีระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบที่เท่ากันเช่นกัน คือ 26 วัน และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 และ 25 ซึ่งในอัตราส่วนทดแทนร้อยละ 0 และ 25 นี้ พบว่า จะมีการเจริญเติบโตถึงระยะ V_3 ใกล้เคียงกับอัตราทดแทนอื่นๆ แต่จะเริ่มปรากฏความเด่นชัดในการเจริญเติบโตเมื่อผ่านระยะ V_3 เป็นต้นไป เนื่องจากเป็นหน่วยทดลองที่มีอัตราส่วนของปุ๋ยเคมีมากกว่าปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด โดยคุณสมบัติของปุ๋ยเคมีจะส่งผลให้ถั่วเหลืองใช้เวลาในการเจริญเติบโตสั้นลง ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบนานที่สุด คือ 28 วัน อาจมีสาเหตุมาจากข้อจำกัดในด้านธาตุอาหารที่มีไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงส่งผลให้มีการพัฒนาทางลำต้นและใบที่ช้าและใช้เวลามากกว่าถั่วเหลืองในหน่วยทดลองอื่นๆ เช่นเดียวกับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแต่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียว นั้น จะมีระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบที่นานที่สุด คือ 28 วันเช่นกัน โดยอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณปุ๋ยที่มากเกินไปเกินความต้องการของถั่วเหลือง จึงส่งผลให้ดินได้รับความเค็มที่เป็นผลมาจากปุ๋ยส่วนเกินตกค้างอยู่ในปริมาณมาก และอาจมีผลกระทบต่อกระบวนการในการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบของถั่วเหลืองให้มีความล่าช้ากว่าปกติได้ โดยจำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบจากวันปลูกถึงระยะ V_4 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 สำหรับภาพแสดงการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองจนถึงระยะ V_4 แสดงในภาพที่ 4.1 ถึง 4.4 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของข้าวเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

ระยะ	จำนวนวัน (วัน)						CV (ร้อยละ)
	T_c	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	
วันปลูกถึง VE	4	4	3	4	3	4	-
VE ถึง VC	2	2	2	2	3	2	-
VC ถึง V_1	5	4	5	5	4	4	-
V_1 ถึง V_2	4	5	5	4	5	5	-
V_2 ถึง V_3	5	5	5	6	5	7	-
V_3 ถึง V_4	8	5	5	5	6	6	-
วันปลูก ถึง V_4	28 ^a	25 ^b	25 ^b	26 ^b	26 ^b	28 ^a	4.38

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

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

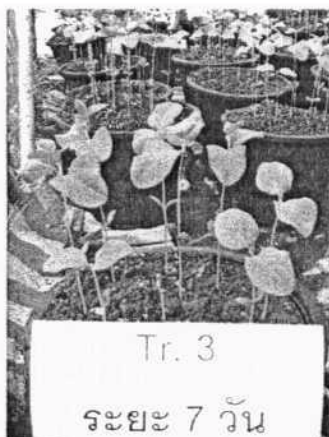
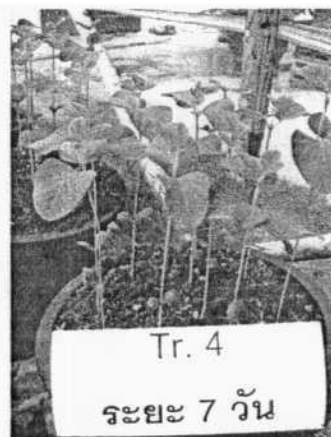
T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100


 T_c

 T_1

 T_2

 T_3

 T_4

 T_5

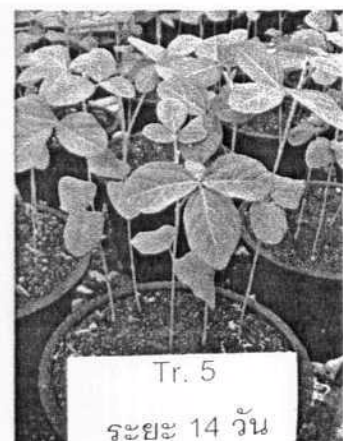
ภาพที่ 4.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 7 วัน


 T_c

 T_1

 T_2

 T_3

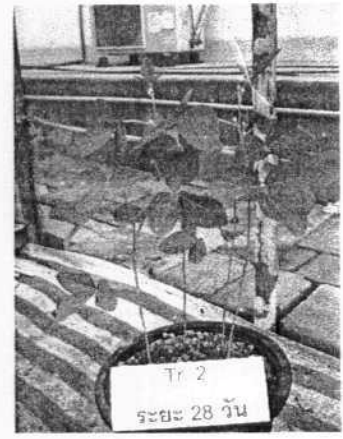
 T_4

 T_5

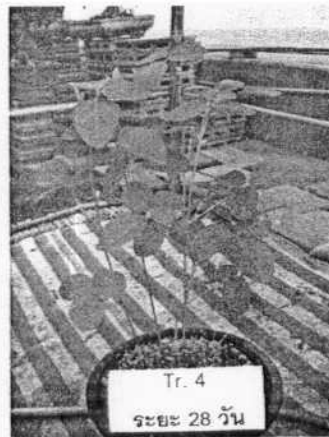
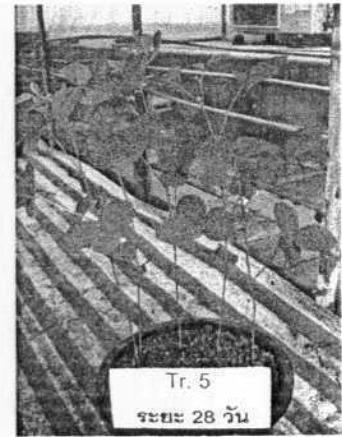
ภาพที่ 4.2 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 14 วัน

T_cT₁T₂T₃T₄T₅

ภาพที่ 4.3 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 21 วัน


 T_c

 T_1

 T_2

 T_3

 T_4

 T_5

ภาพที่ 4.4 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 28 วัน

4.1.1.2 การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ ($R_1 - R_8$)

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 สำหรับภาพแสดงการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองจนถึงระยะ R_8 แสดงในภาพที่ 4.5 ถึง 4.12 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.2 จากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ R_8 คือ 86, 91, 88, 91, 91 และ 86 วัน ตามลำดับ โดยในระยะ R_1 ถั่วเหลืองจะมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ซึ่งถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25 จะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตสั้นที่สุด คือ 29 วัน สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 เท่ากันและมากที่สุด คือ 30 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เกศกมล เสริมวิริยะกุล (2547: 51) เกี่ยวกับการใช้กากตะกอนน้ำเสียชุมชนทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับกากตะกอนในอัตราร้อยละ 5 จะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 เท่ากับ 29 วัน แต่จะแตกต่างจากการศึกษาของวีระศักดิ์ เทพจันทร์ (2535 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และ ศุภชัย แก้วมัยชัย, 2543: 12) และ หฤษฎี ภัทรดิตร (2534: 193) ที่พบว่า ถั่วเหลืองจะมีการเจริญเติบโตถึงระยะ R_1 เท่ากับ 34 และ 33.5 วัน ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้จะใช้น้อยกว่า

สำหรับจำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองในระยะ R_2 ถึง R_5 ยังคงมีความใกล้เคียงกัน แต่ภายหลังจากนั้นการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนต่างๆ และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะเริ่มปรากฏความเด่นชัดขึ้น โดยเมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_6 พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50, 75 และ 100 จะเริ่มใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากัน คือ 57 วัน รองลงมาคือ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 0 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเท่ากับ 58, 59 และ 63 วัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ในหน่วยทดลองที่ใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี จะมีแนวโน้มของเวลาในการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_6 สั้นกว่าถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่ไม่มีปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมอยู่ ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_8 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทน

ร้อยละ 0 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีระยะเวลาการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ R_8 ที่เท่ากันและสั้นที่สุด คือ 86 วัน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 75 และ 100 ซึ่งมีระยะเวลาการเจริญเติบโตที่เท่ากันและนานที่สุด คือ 91 วัน ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 จะมีระยะเวลาการเจริญเติบโตเท่ากับ 88 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับจำนวนวันของการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ R_8 ที่สั้นและนานที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของหุฤษฎี ภัทรดิลก (2534: 193) ที่พบว่า ถั่วเหลืองจะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_8 เท่ากับ 110 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ (2542 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมิชัย, 2543: 43) ที่มีระยะเก็บเกี่ยวเท่ากับ 109 วัน ซึ่งมีความมากกว่าผลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความแปรวนแปรของการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางลำต้นของถั่วเหลือง ล้วนได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านต่าง ๆ เช่น ปัจจัยด้านพันธุกรรมหรือสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะภูมิอากาศ ซึ่งมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อพัฒนาการของถั่วเหลือง (สรวุฑ อินทสิทธิ์, 2546: 6) โดยเมื่อถั่วเหลืองได้รับธาตุอาหารและน้ำที่เหมาะสม หรือทำการปลูกในช่วงที่มีแสงยาว เช่น ฤดูฝน จะทำให้อายุการสุกแก่เพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง ซึ่งช่วงแสงที่ยาวขึ้น คือ ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative Growth) (เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 52) และเนื่องจากการทดลองนี้ได้ทำการทดลองในช่วงฤดูหนาวต่อฤดูแล้ง จึงมีระยะการเจริญเติบโตและการแพร่ขยายพันธุ์สั้นกว่าการปลูกในช่วงฤดูฝนที่มีช่วงแสงยาว

ตารางที่ 4.2 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

ระยะ	จำนวนวัน (วัน)						CV (ร้อยละ)
	T_c	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	
วันปลูกถึง R_1	30	30	29	30	30	30	-
R_1 ถึง R_2	3	3	3	3	3	3	-
R_2 ถึง R_3	4	3	5	3	3	3	-
R_3 ถึง R_4	2	4	3	2	3	3	-
R_4 ถึง R_5	3	1	2	3	3	2	-
R_5 ถึง R_6	21	18	16	16	15	16	-
R_6 ถึง R_7	17	21	22	23	24	24	-
R_7 ถึง R_8	6	6	11	8	10	10	-
วันปลูก ถึง R_8	86^c	86^c	91^a	88^b	91^a	91^a	1.30

หมายเหตุ: ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

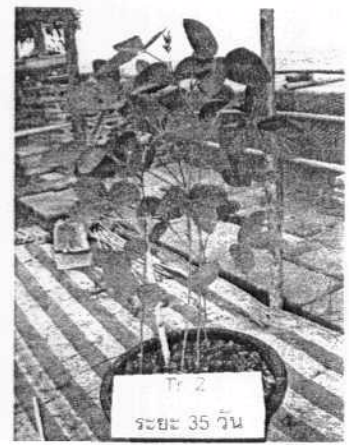
T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

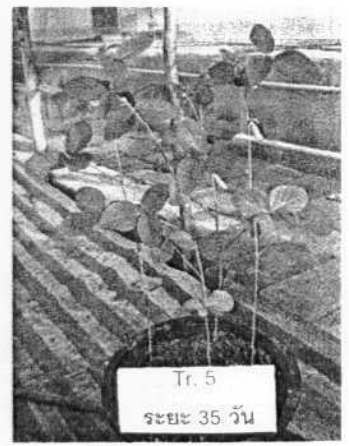
T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100

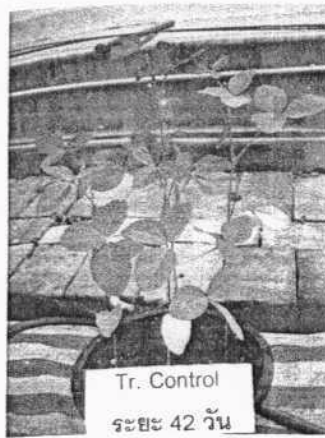

 T_c

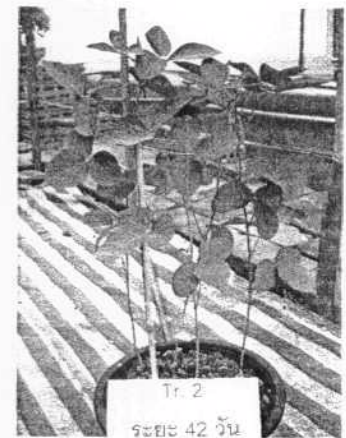
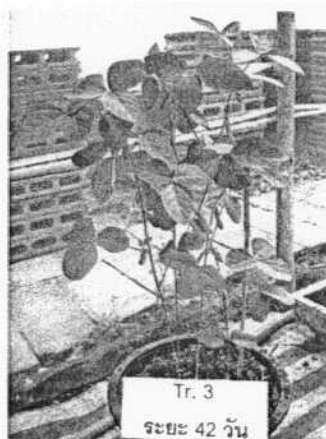
 T_1

 T_2

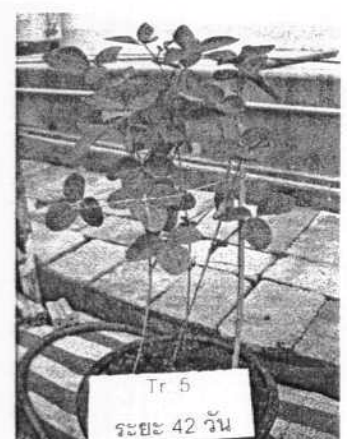
 T_3

 T_4

 T_5

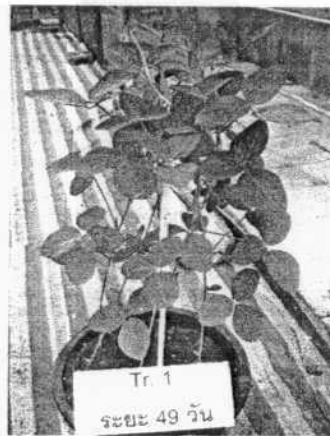
ภาพที่ 4.5 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 35 วัน


 T_c

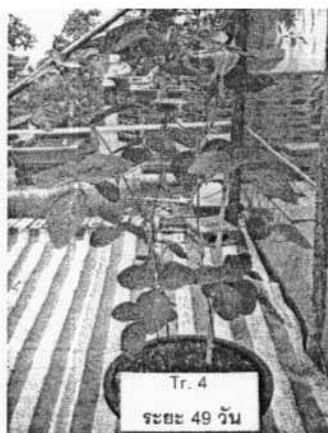
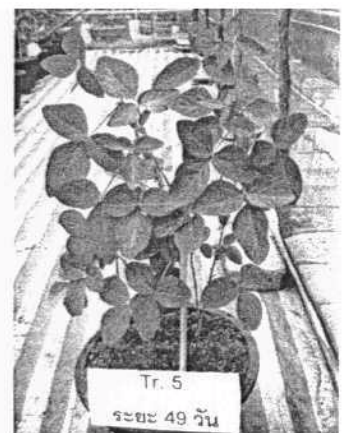
 T_1

 T_2

 T_3

 T_4

 T_5

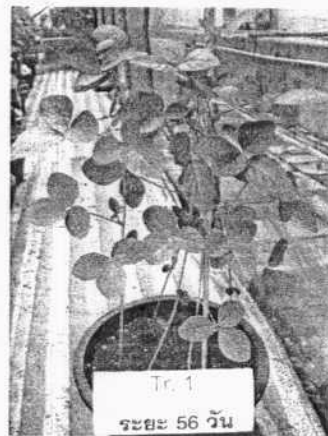
ภาพที่ 4.6 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 42 วัน


 T_c

 T_1

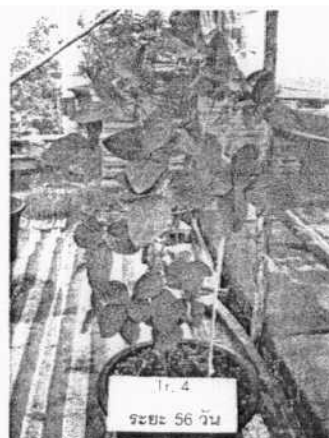
 T_2

 T_3

 T_4

 T_5

ภาพที่ 4.7 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 49 วัน

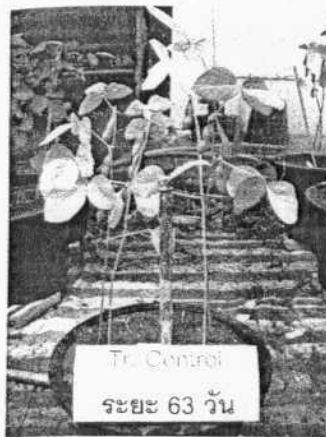

 T_c

 T_1

 T_2

 T_3

 T_4

 T_5

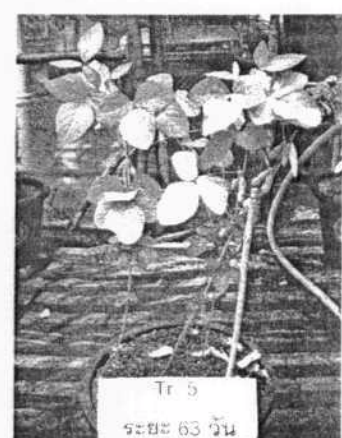
ภาพที่ 4.8 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 56 วัน


 T_c

 T_1

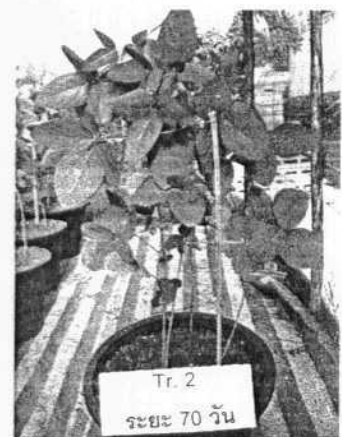
 T_2

 T_3

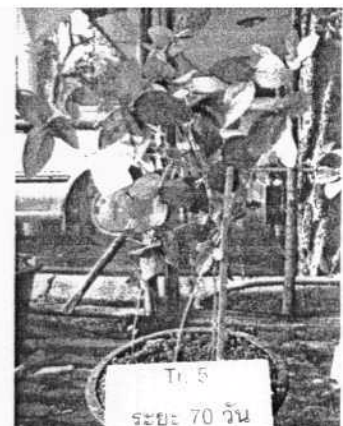
 T_4

 T_5

ภาพที่ 4.9 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 63 วัน


 T_c

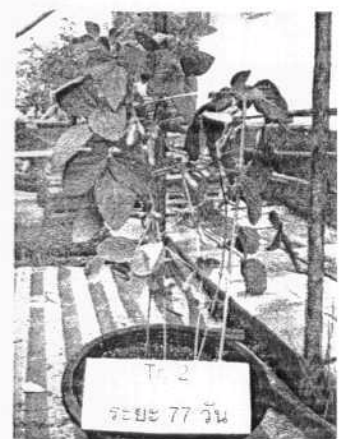
 T_1

 T_2

 T_3

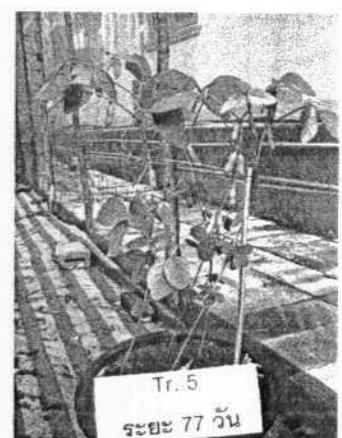
 T_4

 T_5

ภาพที่ 4.10 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 70 วัน


 T_c

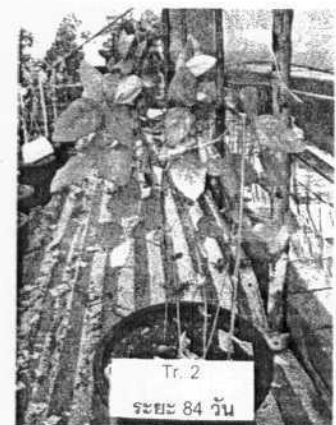
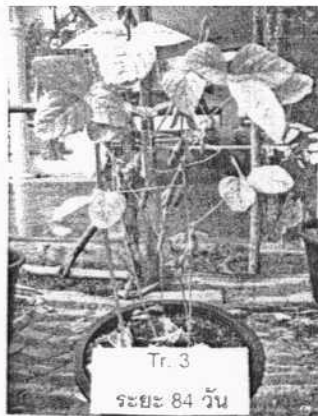
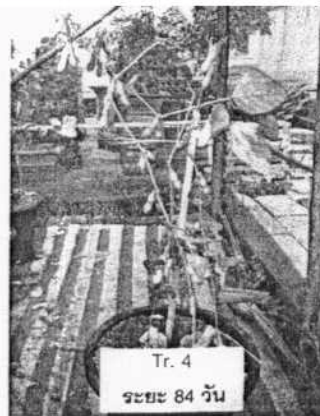
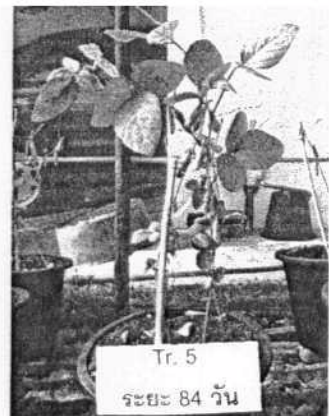
 T_1

 T_2

 T_3

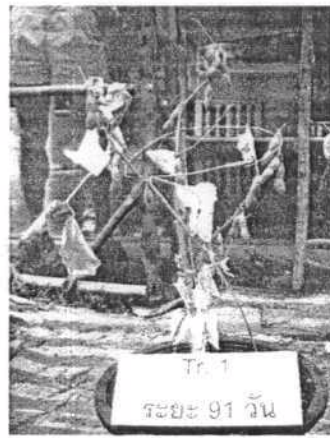
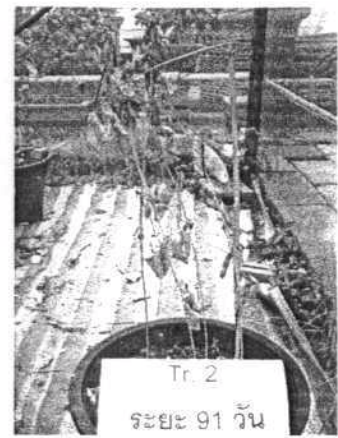
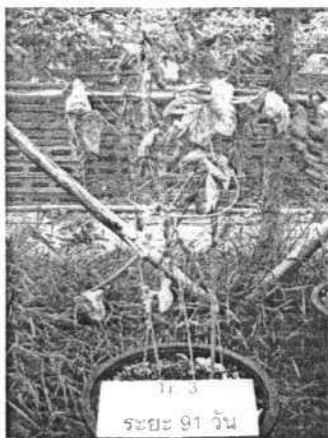
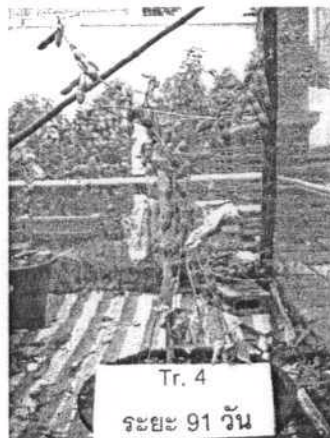
 T_4

 T_5

ภาพที่ 4.11 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 77 วัน


 T_c

 T_1

 T_2

 T_3

 T_4

 T_5

ภาพที่ 4.12 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 84 วัน

 T_c  T_1  T_2  T_3  T_4  T_5

ภาพที่ 4.13 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 91 วัน

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ กับการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอุดม นาสะ (2545: 64) ที่รายงานว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่หรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และสอดคล้องกับการศึกษาของ จงรักษ์ จันทรเจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และสุเทพ ทองแพ (2545: 27 – 37) ที่รายงานว่า ข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับฟอสฟอรัสจากมูลไก่ จะมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียวอย่างเด่นชัด เนื่องจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีนั้น เป็นวิธีการหนึ่งที่จะนำไปสู่พื้นฐานของการเกษตรยั่งยืน ซึ่งนอกจากจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นแล้ว ยังช่วยชะลอการเสื่อมของดินและไม่ทำให้เกิดมลพิษแก่สิ่งแวดล้อมอีกด้วย เพราะปุ๋ยอินทรีย์มีข้อดีที่ปุ๋ยเคมีไม่มีและใช้ทดแทนกันไม่ได้ โดยเฉพาะคุณสมบัติในการช่วยปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยจากการทดลองครั้งนี้ จะพบว่า อัตราทดแทนร้อยละ 75 เป็นอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองมากที่สุด อาจเนื่องมาจากอัตราทดแทนดังกล่าว มีความเหมาะสมและพอดีต่อช่วงระยะการพัฒนาดของถั่วเหลือง โดยปุ๋ยเคมีจะมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารได้เร็ว ถั่วเหลืองจึงสามารถนำธาตุอาหารเหล่านี้ไปใช้เพื่อการพัฒนาในช่วงแรกของการเจริญเติบโตได้ก่อน ในขณะที่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด จะมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารได้ช้ากว่า เนื่องจากเป็นคุณสมบัติทั่วไปของปุ๋ยอินทรีย์ ดังนั้น เมื่อถึงช่วงเวลาที่ปุ๋ยเคมีปลดปล่อยธาตุอาหารจนหมดแล้ว ซึ่งจะเป็นช่วงเวลาที่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารได้พอดี ส่งผลให้ถั่วเหลืองมีกระบวนการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ไม่เกิดการชะงักการเจริญเติบโต

4.1.1.3 จำนวนกิ่ง

จากการทดลอง จำนวนกิ่งต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะสุดท้าย คือ ระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) พบว่า ไม่พบกิ่งที่แยกออกจากลำต้นหลักของถั่วเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่มีลักษณะที่แตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ คือ เป็นพันธุ์ที่ไม่มีกิ่งแยกออกจากลำต้นหลัก

4.1.1.4 จำนวนข้อ

จำนวนข้อต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.3 และการวิเคราะห์ความ

แปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.3 จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีจำนวนข้อต่อต้นน้อยที่สุด คือ 7.25 ข้อ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ที่มีจำนวนข้อต่อต้นมากที่สุด คือ 11 ข้อ ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25 และ 50 จะมีจำนวนข้อต่อต้นที่เท่ากัน คือ 10.5 ข้อ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีจำนวนข้อต่อต้นมากที่สุด แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีจำนวนข้อต่อต้นน้อยที่สุด และในถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ก็จะมีจำนวนข้อต่อต้นคือ 9.25 ข้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีจำนวนข้อต่อต้นมากและน้อยที่สุดด้วยเช่นกัน จากผลการทดลองของถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และในดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 ซึ่งมีจำนวนข้อต่อต้นที่น้อยกว่าถั่วเหลืองในหน่วยทดลองอื่นๆ อาจเป็นไปได้ว่าเกิดจากข้อจำกัดทางด้านธาตุอาหารที่อาจน้อยเกินไปหรือมากเกินไป จึงส่งผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาเกี่ยวกับจำนวนข้อต่อต้นให้มีจำนวนที่น้อยกว่าถั่วเหลืองในหน่วยทดลองอื่นๆ ได้

4.1.1.5 ความสูง

ความสูงข้อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.3 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.4 จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีความสูงข้อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 42.825 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ที่มีความสูงข้อต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 68.40 เซนติเมตร ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 จะมีความสูงข้อต้นเฉลี่ยรองลงมา คือ 62.00 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีความสูงข้อต้นเฉลี่ยมากที่สุด แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีความสูงข้อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองที่ปลูกเคยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 100 และ 25 จะมีความสูงข้อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 50.55, 50.875 และ 50.925 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่ง

ทั้ง 3 หน่วยการทดลองนี้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีความสูงต่อต้านเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีความสูงต่อต้านเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของสมศักดิ์ ศรีสมบุญ (2542 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และ ศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 43) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จะมีความสูงเฉลี่ยประมาณ 62.00 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงเท่ากับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 สำหรับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองอื่นที่มีความสูงต่อต้านเฉลี่ยน้อยกว่า 62.00 เซนติเมตร อาจมีสาเหตุมาจากข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมซึ่งปลูกในกระถาง ปริมาณโลหะหนัก คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในดินที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกถั่วเหลือง รวมทั้งอุณหภูมิในระหว่างการทดลองที่มีความผันแปรมาก อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 22 – 35 องศาเซลเซียส และการปลูกในช่วงที่มีแสงยาว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยืดตัวของลำต้น โดยจากการศึกษาของเฉลิมพล แชมเพชร (2542: 252) พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญของใบและการยืดตัวของลำต้นของถั่วเหลืองคือ 30 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.3 จำนวนข้อและความสูงต่อต้านเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่ต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

หน่วยทดลอง	จำนวนข้อต่อต้าน (ข้อ)	ความสูงต่อต้าน (เซนติเมตร)
T_c	7.25 ^c	42.825 ^b
T_1	10.50 ^a	50.550 ^b
T_2	10.50 ^a	50.925 ^b
T_3	10.50 ^a	62.000 ^a
T_4	11.00 ^a	68.400 ^a
T_5	9.25 ^b	50.875 ^b
CV (ร้อยละ)	7.77	13.63

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

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100

4.1.2 พื้นที่ใบ

สำหรับพื้นที่ใบ จะทำการวัดพื้นที่ใบต่อสองต้นที่ระยะ R_1 , R_3 , R_5 และ R_7 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) โดยได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.4 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.5 ถึง ก.8 ซึ่งจากการทดลอง พบว่า ที่ระยะ R_1 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีพื้นที่ใบมากที่สุด คือ 282.530 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 ที่มีพื้นที่ใบเท่ากับ 260.250 ตารางเซนติเมตร ซึ่งทั้ง 2 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25 จะมีพื้นที่ใบรองลงมา คือ 193.380 ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ และถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแต่ปุ๋ยเคมีนั้น จะมีพื้นที่ใบเท่ากับ 125.055 ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองที่เหลือเช่นกัน สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแต่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียว นั้น จะมีพื้นที่ใบเท่ากับ 35.820 ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีพื้นที่ใบน้อยที่สุด คือ 17.560 ตารางเซนติเมตร แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองอื่น เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_3 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ยังคงมีพื้นที่ใบมากที่สุด รองลงมาเป็นอัตราทดแทนร้อยละ 50 และ 25 คือ 477.400, 368.100 และ 328.650 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีพื้นที่ใบรองลงมา คือ 201.300, 91.140 และ 46.740 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีพื้นที่ใบมากที่สุด ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_5 แนวโน้มของพื้นที่ใบยังคงเป็นไปในทิศทางเดิม คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ยังคงมีพื้นที่ใบมากที่สุด รองลงมาเป็นอัตราทดแทนร้อยละ 50, 25, 0,

100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ตามลำดับ ได้แก่ 762.125, 681.870, 487.305, 353.080, 133.450 และ 90.600 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่อัตราทดแทนร้อยละ 75 และ 50 จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแค่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25 และ 0 จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่มีพื้นที่ใบที่มากและน้อยที่สุด ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_7 พบว่า ถั่วเหลืองจะมีพื้นที่ใบที่ลดลง แต่ยังคงมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดิม คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ยังคงมีพื้นที่ใบมากที่สุดเช่นเดิม รองลงมาเป็นอัตราทดแทนร้อยละ 50, 25, 0, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ตามลำดับ ได้แก่ 401.850, 254.265, 194.580, 150.220, 66.000 และ 33.645 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีพื้นที่ใบที่มากและน้อยที่สุดจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า ค่าพื้นที่ใบต่อสองต้นเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นในการวัดทั้ง 3 ครั้ง คือ ที่ระยะ R_1 , R_3 และ R_5 แต่จะมีแนวโน้มพื้นที่ใบลดลงในการวัดครั้งที่ 4 คือ ระยะ R_7 โดยในการวัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีพื้นที่ใบมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีพื้นที่ใบน้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองอื่นๆ จะมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของปริมาณปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ยกเว้นที่อัตราทดแทนร้อยละ 100 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากปริมาณธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้มีการพัฒนาทางด้านพื้นที่ใบไม่ดีเท่าที่ควร

สำหรับแนวโน้มของพื้นที่ใบที่เพิ่มมากขึ้นในการวัด 3 ครั้งแรกที่ระยะ R_1 , R_3 , R_5 และกลับลดลงในการวัดครั้งที่ 4 ที่ระยะ R_7 มีสาเหตุมาจาก เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตใกล้ถึงระยะสุกแก่ จะมีการพัฒนาทางด้านความสูง ลำต้น และใบที่ลดลง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ส่วนใหญ่จะถูกส่งไปยังส่วนเจริญพันธุ์แทนการสร้างใบอ่อน จึงมีใบอ่อนน้อยลงและใบที่ถูกสร้างขึ้นมาก่อนจะเริ่มแก่และมีการร่วงหล่นไป (รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์, 2540: 48) นอกจากนี้ สภาพแวดล้อม และพันธุ์ของถั่วเหลืองที่แตกต่างกัน ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อขนาดพื้นที่ใบอีกด้วย

ตารางที่ 4.4 พื้นที่ใบต่อสองต้น (ตารางเซนติเมตร) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

หน่วยทดลอง	ระยะการเจริญเติบโต			
	R_1	R_3	R_5	R_7
T_c	17.560 ^d	46.740 ^c	90.600 ^d	33.645 ^d
T_1	125.055 ^c	201.300 ^{bc}	353.080 ^c	150.220 ^c
T_2	193.380 ^b	328.650 ^{ab}	487.305 ^{bc}	194.580 ^{bc}
T_3	260.250 ^a	368.100 ^a	681.870 ^{ab}	254.265 ^b
T_4	282.530 ^a	477.400 ^a	762.125 ^a	401.850 ^a
T_5	35.820 ^d	91.140 ^c	133.450 ^d	66.000 ^d
CV (ร้อยละ)	21.80	41.17	32.71	24.95

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

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

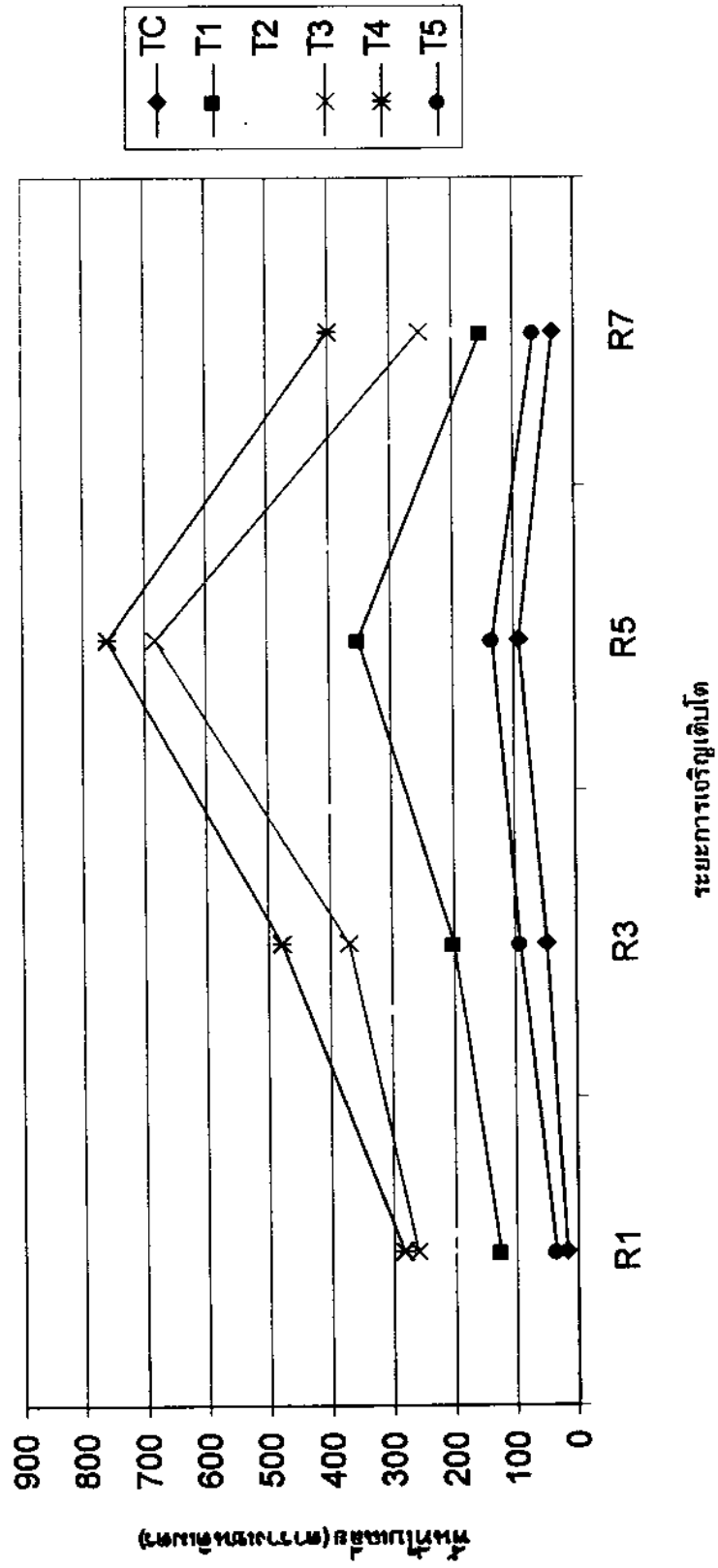
T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100



ภาพที่ 4.14 พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อสองต้นในระยะเวลาต่างๆ ของแก้วเหลืองพันธุ์เขียวใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสดจากแทนนินปุ๋ยเคมี ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

4.1.3 น้ำหนักแห้งของฝัก

น้ำหนักแห้งของฝักต่อต้านเจลลีในระยาะ R_3 ถึง R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.5 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.9 ถึง ก.13 ซึ่งจากการทดลอง พบว่า ที่ระยาะ R_3 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักใกล้เคียงกัน โดยถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด คือ 0.0315 กรัมต่อต้าน รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75, 25, 0, ดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และอัตราทดแทนร้อยละ 100 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 0.0295, 0.0268, 0.0230, 0.0225 และ 0.0220 กรัมต่อต้าน ตามลำดับ ซึ่งถั่วเหลืองทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยาะ R_5 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด คือ 0.3265 กรัมต่อต้าน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยที่สุด คือ 0.1595 กรัมต่อต้าน ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100, 0, 25 และ 75 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 0.2715, 0.2550, 0.2528 และ 0.2070 กรัมต่อต้าน ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 4 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) รวมทั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักที่มากและน้อยที่สุดด้วยเช่นกัน เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยาะ R_6 การสะสมน้ำหนักแห้งของฝักของถั่วเหลืองที่มากที่สุดเปลี่ยนมาเป็นถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 2.1778 กรัมต่อต้าน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยที่สุด คือ 0.9988 กรัมต่อต้าน ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 และ 0 มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 2.1320 และ 1.8915 กรัมต่อต้าน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักที่น้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวม

วัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 และ 25 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 1.6772 และ 1.5092 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักที่มากและน้อยที่สุด ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_7 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด คือ 4.0468 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยที่สุดเช่นเดิม คือ 0.8090 กรัมต่อต้น ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 3.7740 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยที่สุด รวมทั้งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 และ 100 ซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 2.7458 และ 2.5292 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยทั้ง 2 หน่วยการทดลองนี้จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักที่มากและน้อยที่สุด แต่จะไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25 ซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 3.1258 กรัมต่อต้น โดยในหน่วยการทดลองที่มีอัตราทดแทนร้อยละ 25 นี้ จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักที่มากและน้อยที่สุดเช่นกัน และเมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะสุดท้าย คือ ระยะ R_8 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุดอีก คือ 6.2688 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยที่สุดอีกเช่นเดิม คือ 0.9852 กรัมต่อต้น ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 5.7675 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยที่สุด รวมทั้งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 ซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 3.1790 กรัมต่อต้น โดยหน่วยการทดลองนี้จะมีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักที่มากและน้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25 และ 0 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 4.9448 และ 4.8095 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักที่มากและน้อยที่สุดเช่นกัน

จะเห็นได้ว่า การสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย มีแนวโน้มเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อถั่วเหลืองได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้การสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ยกเว้นในถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดแต่เพียงอย่างเดียว (อัตราทดแทนปุ๋ยเคมีร้อยละ 100) ซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยกว่าถั่วเหลืองในเกือบทุกหน่วยการทดลอง ยกเว้นถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากปริมาณธาตุอาหารที่มากเกินไปเกินความต้องการของพืชหรือปุ๋ยดังกล่าวอาจอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถดึงธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ จึงส่งผลกระทบต่อกระบวนการสะสมน้ำหนักแห้งของฝัก และหากพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มของน้ำหนักแห้งของฝักในทุกหน่วยการทดลอง จะเห็นได้ว่า อัตราการเพิ่มของน้ำหนักของฝักเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีความเด่นชัดมากขึ้นเมื่อเข้าสู่ระยะ R_6 จากนั้นจะมีอัตราการเพิ่มเพียงเล็กน้อยเมื่อเข้าสู่ระยะ R_7 และ R_8 โดยอภิพรณ พุกภักดี (2546: 134) กล่าวว่า ตามปกติแล้ว น้ำหนักแห้งของฝักจะเพิ่มขึ้นในอัตราเท่ากับ 51 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อวัน ในช่วงประมาณ 20 วัน ก่อนที่เมล็ดในฝักจะเพิ่มน้ำหนักขึ้นอย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

หน่วยทดลอง	ระยะการเจริญเติบโต				
	R_3	R_5	R_6	R_7	R_8
T_c	0.0225 ^{n.s.}	0.1595 ^b	0.9988 ^b	0.8090 ^d	0.9852 ^d
T_1	0.0230 ^{n.s.}	0.2550 ^{ab}	1.8915 ^a	2.7458 ^c	4.8095 ^b
T_2	0.0268 ^{n.s.}	0.2528 ^{ab}	1.5092 ^{ab}	3.1258 ^{bc}	4.9448 ^b
T_3	0.0315 ^{n.s.}	0.3265 ^a	2.1320 ^a	3.7740 ^{ab}	5.7675 ^{ab}
T_4	0.0295 ^{n.s.}	0.2070 ^{ab}	2.1778 ^a	4.0468 ^a	6.2688 ^a
T_5	0.0220 ^{n.s.}	0.2715 ^{ab}	1.6772 ^{ab}	2.5292 ^c	3.1790 ^c
CV (ร้อยละ)	35.81	39.15	25.41	19.56	19.13

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

^{n.s.} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

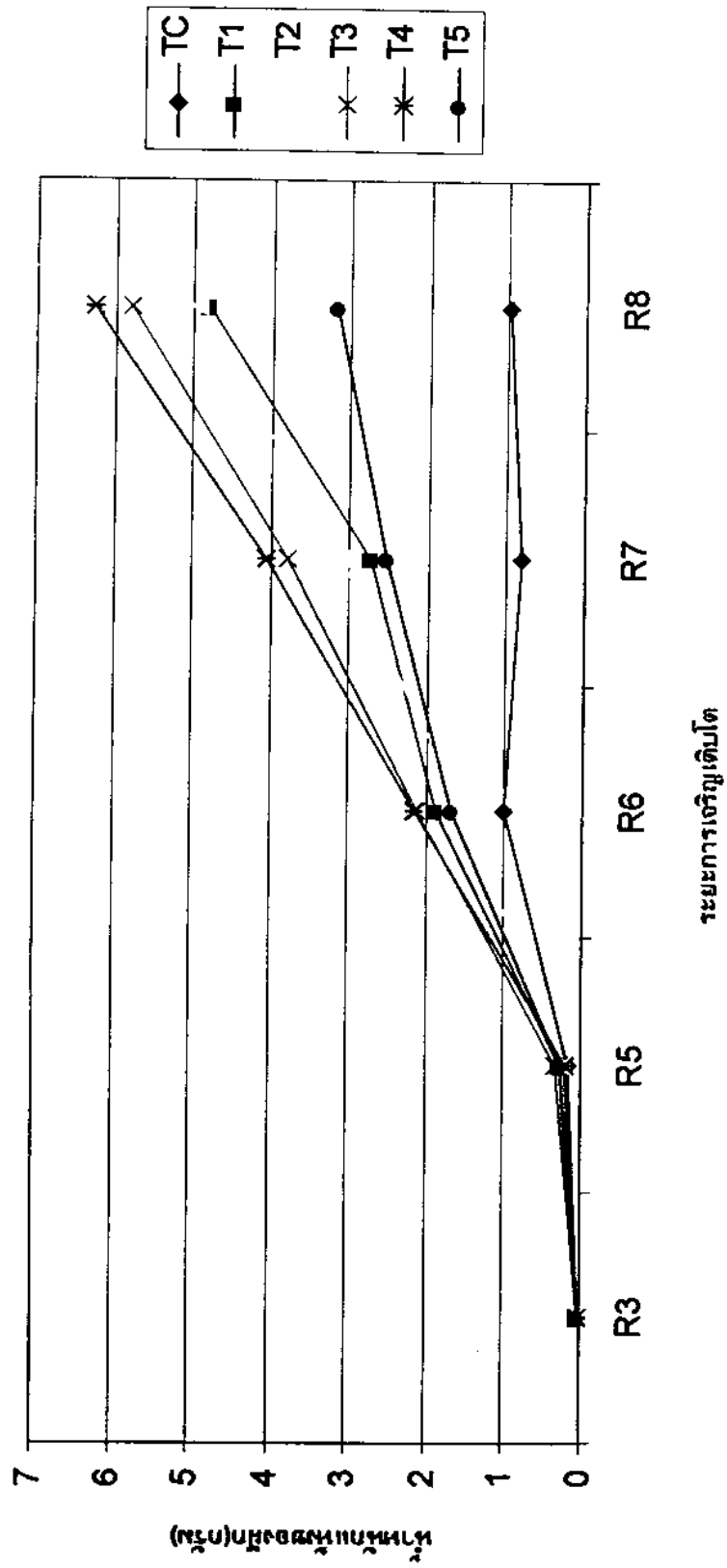
T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100



ภาพที่ 4.15 น้ำหนักแห้งของผักเจลลี่ (กรัมต่อตัน) ในระยะต่างๆ ของการเหี่ยวแห้งของผักเจลลี่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

4.1.4 น้ำหนักแห้งทั้งต้น

น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยในระยะ R_1 ถึง R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.6 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.14 ถึง ก.19 จากการทดลองพบว่า ที่ระยะ R_1 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแต่ปุ๋ยเคมีนั้น จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.3718 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแต่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.7805 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 50 และ 75 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.1785, 1.1345 และ 1.0485 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ตามลำดับ ซึ่งถั่วเหลืองทั้ง 3 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่มากและน้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.8710 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 และ 100 แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25 และ 50 ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_3 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.2410 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.9740 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25 และ 0 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.7455 และ 1.7308 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ตามลำดับ ซึ่งถั่วเหลืองทั้ง 2 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่มากและน้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.1360 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทน

[illegible]

ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50, 25 และ 0 ที่มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.7562, 4.2370 และ 4.0550 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งถั่วเหลืองทั้ง 4 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่น้อยที่สุด คือ 2.2352 กรัมต่อต้น สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแค่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จะมีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.7292 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50, 25 และ 0 แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่มากและน้อยที่สุด ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_7 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 กลับขึ้นมามีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่มากที่สุด คือ 6.3840 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ที่มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.1578 กรัมต่อต้น สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 100 และ 0 จะมีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยรองลงมาอีก คือ 5.0725, 4.4385 และ 4.3038 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่มากและน้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่น้อยที่สุด เช่นเดิม คือ 1.4572 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองของทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ และเมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_8 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 กลับขึ้นมามีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่มากที่สุดอีกครั้งหนึ่ง คือ 7.6982 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 และ 25 ที่มีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 6.7762 และ 6.4135 กรัมต่อต้น ตามลำดับ สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแค่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จะมีการสะสมน้ำหนักรากแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.9592 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 และ 25 แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทน

ร้อยละ 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแค่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.3622 กรัมต่อน้ำหนักแห้งต้น ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองของทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ และถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่น้อยที่สุดอีกเช่นเดิม คือ 1.3595 กรัมต่อน้ำหนักแห้งต้น ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองของทุกหน่วยการทดลองที่เหลือเช่นกัน

จากการทดลอง พบว่า ในระยะแรกของการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้น ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแค่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จะมีแนวโน้มการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นที่มากที่สุด อาจเนื่องมาจากธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที จึงส่งผลให้ถั่วเหลืองมีการพัฒนาที่เร็วขึ้น แต่ในระยะต่อมา ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนต่างๆ กัน เริ่มมีแนวโน้มของการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นมากกว่าถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะในหน่วยทดลองที่มีอัตราทดแทนปุ๋ยเคมีด้วยปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ร้อยละ 75 และ 50 อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้าๆ พืชจึงมีการพัฒนาที่ช้ากว่าที่ปลูกด้วยปุ๋ยเคมี และในอัตราทดแทนร้อยละ 75 และ 50 ดังกล่าว โดยเฉพาะอัตราทดแทนร้อยละ 75 ก่อนข้างมีแนวโน้มในการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นมากที่สุด อาจเนื่องมาจากสัดส่วนของปริมาณธาตุอาหารที่เอื้อประโยชน์ต่อการนำไปใช้ของถั่วเหลืองประกอบกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จึงส่งผลให้มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นที่ดี นอกจากนี้ ยังพบว่า ถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลอง จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเจริญเติบโต จนเมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ R_7 การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นจะลดลง เนื่องจากไม่มีการพัฒนาทางลำต้น และเมื่อถึงระยะ R_8 น้ำหนักแห้งทั้งต้นจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยหรือใกล้เคียงกับระยะ R_7 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hanway and Thomson (1967 อ้างถึงใน อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 148) ที่พบว่า เมื่อเริ่มต้นการสะสมน้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองนั้น น้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น และก้านใบของถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้น ต่อมาในขณะที่ฝักและเมล็ดมีการเจริญเติบโตและสะสมน้ำหนักแห้งมากขึ้น น้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น และก้านใบกลับลดลง ในขณะที่น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเพิ่มสูงขึ้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ได้มีการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตจากใบ ลำต้น และก้านใบ เข้าสู่เมล็ด ในขณะที่ฝักและเมล็ดมีการพัฒนา นอกจากนี้ Hanway and Weber (1971 อ้างถึงใน อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 134) ยังได้รายงานอีกว่าน้ำหนักแห้งของลำต้นถั่วเหลืองนั้น จะถึงจุดสูงสุดประมาณ 15 วันหลังจากถั่วเหลืองออกดอกเต็มที่ น้ำหนักแห้งของลำต้นในขณะที่ถั่วเหลืองแก่เต็มที่ จะน้อยกว่าน้ำหนักแห้งสูงสุดของลำต้นประมาณ ร้อยละ 12 แสดงให้เห็นว่า หลังจากเมล็ดถั่วเหลืองได้ถูกสร้าง

ขึ้นแล้ว ได้มีการเคลื่อนย้ายปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในลำต้นไปไว้ในเมล็ดอีกต่อหนึ่งด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	ระยะการเจริญเติบโต					
	R_1	R_3	R_5	R_6	R_7	R_8
T_C	0.8710 ^{cd}	0.9740 ^d	1.3752 ^c	2.2352 ^c	1.4572 ^d	1.3595 ^d
T_1	1.3718 ^a	1.7308 ^{bc}	2.4162 ^{ab}	4.0550 ^{ab}	4.3037 ^c	5.9592 ^b
T_2	1.1785 ^b	1.7455 ^{bc}	2.4880 ^{ab}	4.2370 ^{ab}	5.0725 ^{bc}	6.4135 ^{ab}
T_3	1.1345 ^b	2.2410 ^a	3.0750 ^a	4.7562 ^{ab}	6.3840 ^a	6.7762 ^{ab}
T_4	1.0485 ^{bc}	2.1360 ^{ab}	2.8598 ^a	5.0490 ^a	6.1577 ^{ab}	7.6982 ^a
T_5	0.7805 ^d	1.3432 ^{cd}	1.9192 ^{bc}	3.7292 ^b	4.4385 ^c	4.3622 ^c
CV (ร้อยละ)	11.76	18.49	17.98	19.21	15.77	17.88

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

T_C : ดินหน่วยทดลองควบคุม

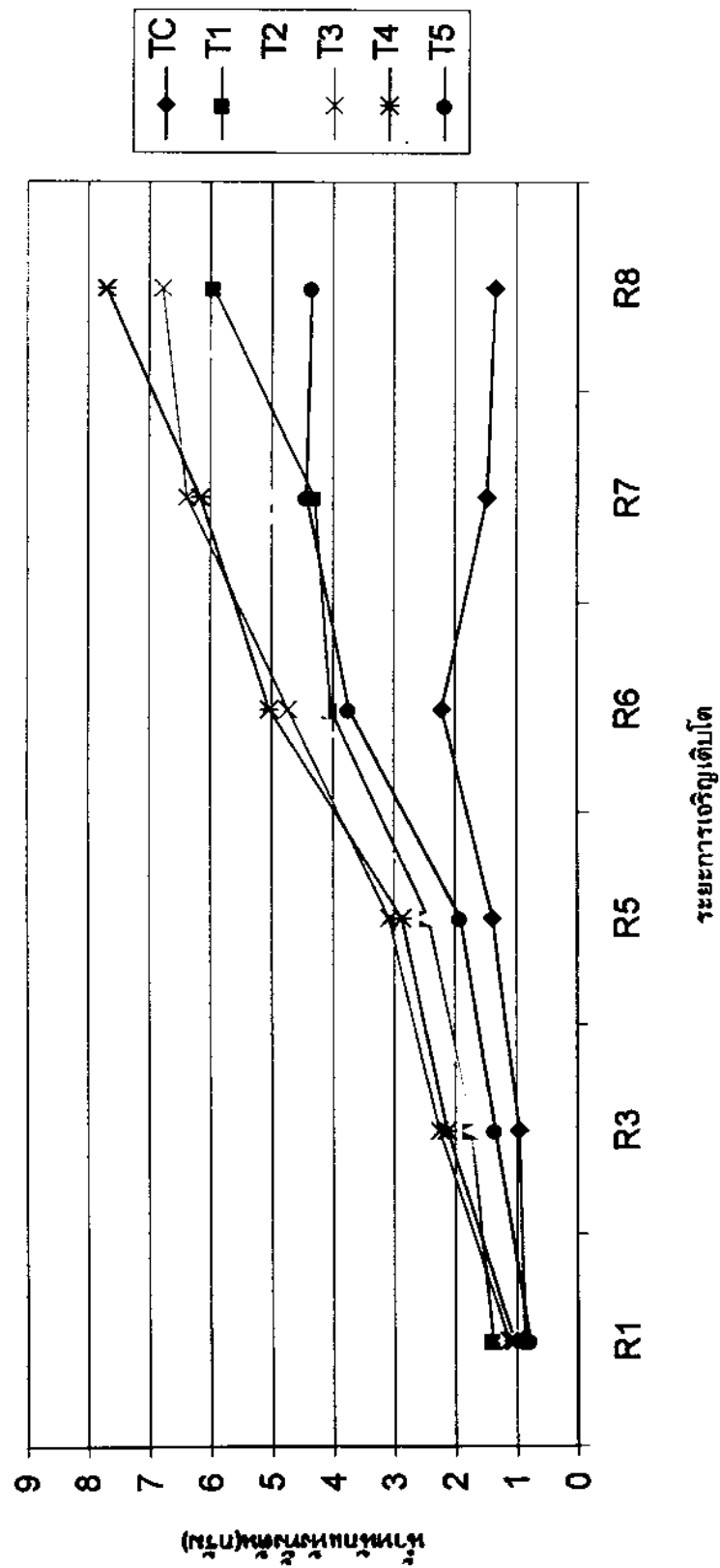
T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100



ภาพที่ 4.16 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กริมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตของพืช 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยใส่ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (TC) ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

องค์ประกอบของผลผลิตพืชตระกูลถั่ว ประกอบด้วย จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดหรือขนาดเมล็ด ซึ่งเมื่อรวมกันจะกลายเป็นผลผลิตของพืช องค์ประกอบผลผลิตได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม พันธุกรรม และการจัดการ แต่ละองค์ประกอบมีความเป็นอิสระต่อกัน ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างกัน เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน องค์ประกอบของผลผลิตใดเกิดขึ้นก่อนก็สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตที่เก็บไว้ในพืชได้ก่อนองค์ประกอบอื่นๆ และองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบมีความสามารถที่จะชดเชยความเสียหายที่เกิดขึ้นได้ องค์ประกอบของผลผลิตที่เป็นจำนวนฝักต่อต้นมีความสำคัญมากที่จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือลดลงและเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่เกิดขึ้นก่อนองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ มีความผันแปรมากและขึ้นกับสภาพแวดล้อมและการจัดการ ถ้าสภาพแวดล้อมดี การจัดการเหมาะสม จำนวนฝักต่อต้นจะสูงและส่งผลทำให้ผลผลิตสูงขึ้น และนอกจากนี้ยังพบอีกว่า การเพิ่มอัตราปลูกให้เพิ่มสูงขึ้น จำนวนฝักต่อต้นจะลดลง ผลผลิตต่อต้นลดลง แต่ในขณะเดียวกันผลผลิตต่อพื้นที่จะเพิ่มขึ้น สาเหตุเพราะจำนวนต้นมีมากขึ้นและจำนวนฝักต่อพื้นที่มีมากขึ้น ส่วนจำนวนเมล็ดต่อฝักและขนาดเมล็ดจะมีความผันแปรน้อยมากต่อสภาพแวดล้อม เช่น ความเข้มแสงและการเขตกรรม (การพรวนดิน การกำจัดวัชพืช และอัตราการปลูก) โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม (อภิพรณ พุกภักดี, 2546: 150 – 155)

4.2.1 ผลผลิตต่อกระถาง

ผลผลิตต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับการคำนวณผลผลิตต่อกระถางได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.20 จากการทดลอง พบว่า ผลผลิตในทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นในหน่วยทดลองที่ถั่วเหลืองได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25 และ 100 ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีผลผลิตต่อกระถางสูงที่สุด คือ 20.5930 กรัมต่อกระถาง รองลงมา ได้แก่ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50, 25, 100, 0 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แก่ 18.2430, 15.8320, 14.8750, 9.8890 และ 2.7320 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ซึ่งหากเทียบเป็นผลผลิตต่อต้น พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตรา

ทดแทนร้อยละ 75 จะมีผลผลิตเท่ากับ 5.1482 กรัมต่อต้น และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของหุฤษฎี ภักธรติลก (2534: 197) พบว่า ผลผลิตต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในเดือนมีนาคม มีค่าเท่ากับ 12.4600 กรัมต่อต้น ซึ่งมีความมากกว่าผลผลิตถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้ และหากพิจารณาพร้อมกับน้ำหนักแห้งเฉลี่ย จะเห็นได้ว่าการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยจะมีแนวโน้มแปรผันไปในทิศทางเดียวกับผลผลิตต่อกระถาง โดยถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นและผลผลิตต่อกระถางมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นและผลผลิตต่อกระถางน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของหุฤษฎี ภักธรติลก (2534: 85) ที่กล่าวว่า เมื่อถั่วเหลืองมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกัน

4.2.2 จำนวนฝักต่อต้น

จำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยในระยะ R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.21 และภาพการเก็บข้อมูลได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ง ภาพที่ ง.1 ถึง ง.6 โดยจากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 16.50 ฝัก รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50, 25, และ 100 จะมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 14.00, 12.75 และ 12.50 ฝัก ตามลำดับ ซึ่งถั่วเหลืองทั้ง 3 หน่วยการทดลองนี้ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว นั้น จะมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.50 ฝัก ซึ่งจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยที่น้อยที่สุด คือ 3.50 ฝัก และจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองที่เหลือเช่นกัน

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่า จำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ยกเว้นในอัตราทดแทนร้อยละ 100 ซึ่งอาจมีข้อจำกัดทางด้านธาตุอาหารบางประการ ทำให้มีการพัฒนาฝักไม่ดีเท่าที่ควร และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของหุฤษฎี ภักธรติลก (2534: 199) พบว่า จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในเดือนมีนาคม มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 83.30 ฝัก ซึ่งมีความมากกว่าถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้อย่างมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพ

ภูมิอากาศ ข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อมซึ่งปลูกในกระถาง ปริมาณโลหะหนัก คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในดินที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกถั่วเหลือง

4.2.3 จำนวนเมล็ดต่อฝัก

จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยในระยะ R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.22 จากการทดลอง พบว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยของถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้น ถั่วเหลืองที่มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยที่มากและน้อยที่สุด ซึ่งก็คือถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 กับถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยการทดลองควบคุม (T_c) ซึ่งได้แก่ 2.0853 และ 1.7084 เมล็ดตามลำดับ ที่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยทั้งนี้อาจมีความเป็นไปได้ดังที่อภิพรรณ พุกภักดี (2546: 150 – 155) กล่าวไว้ว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองจะถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อมที่ปลูก ดังนั้น จึงทำให้อัตราส่วนต่าง ๆ ของปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการทดลองในครั้งนี้จึงไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก

4.2.4 น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของถั่วเหลือง

น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.23 จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเมล็ดมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ อัตราทดแทนร้อยละ 50, 25 และ 0 (หรือได้รับแต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว) เท่ากับ 17.3050, 16.7820, 16.5560 และ 16.4820 กรัมต่อ 100 เมล็ด ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 4 หน่วยการทดลองนี้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียว หรืออัตราทดแทนปุ๋ยเคมีร้อยละ 100 นั้น จะมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเท่ากับ 15.6580 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยที่มากและน้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยที่น้อยที่สุด คือ 11.3840 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ จะเห็นได้ว่า

การผสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเมล็ดถั่วเหลือง 100 เมล็ด มีแนวโน้มแปรผันตามปริมาณปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้น ยกเว้นในหน่วยทดลองที่มีอัตราทดแทนปุ๋ยเคมีด้วยปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดร้อยละ 100 นั่นคือ การผสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเมล็ดถั่วเหลือง 100 เมล็ด จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้มากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของสมศักดิ์ ศรีสมบุญ (2542 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมิชัย, 2543: 43) พบว่า น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด จะมีค่าประมาณ 15 – 17 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้ ยกเว้นถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า

ตารางที่ 4.7 ผลผลิตต่อกระถาง จำนวนผักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อผัก และน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

หน่วยทดลอง	ผลผลิตต่อกระถาง	จำนวนผักต่อต้น	จำนวนเมล็ดต่อผัก	น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)
T_c	2.7320 ^e	3.50 ^d	1.7084 ^b	11.3840 ^c
T_1	9.8890 ^d	8.50 ^c	1.7743 ^{ab}	16.4820 ^{ab}
T_2	15.8320 ^c	12.75 ^b	2.0853 ^a	16.5560 ^{ab}
T_3	18.2430 ^b	14.00 ^{ab}	1.7549 ^{ab}	16.7820 ^{ab}
T_4	20.5930 ^a	16.50 ^a	1.8089 ^{ab}	17.3050 ^a
T_5	14.8750 ^c	12.50 ^b	1.9043 ^{ab}	15.6580 ^b
CV (ร้อยละ)	7.37	18.29	11.23	5.90

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

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100

4.2.5 คุณค่าทางโภชนา

สำหรับคุณค่าทางโภชนาของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.8 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.24 ถึง ก.25 โดยจากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดมากที่สุด คือ ร้อยละ 44.75 รองลงมา ได้แก่ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 100, 0, 50 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดเท่ากับร้อยละ 43.75, 42.50, 38.81, 37.81 และ 29.94 ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับปริมาณไขมันในเมล็ด พบว่า ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีปริมาณไขมันในเมล็ดมากที่สุด คือ ร้อยละ 22.79 รองลงมา ได้แก่ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50, 75, 0, 100 และ 25 ซึ่งมีปริมาณไขมันในเมล็ดเท่ากับร้อยละ 21.97, 20.87, 20.79, 20.37 และ 20.20 ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเอกสารพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทย (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2543 อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์, 2546: 84) ที่กล่าวว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีปริมาณโปรตีนและไขมันในเมล็ดเท่ากับร้อยละ 43.80 และ 20.00 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเมล็ดถั่วเหลืองในการทดลองครั้งนี้ ส่วนใหญ่มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ยกเว้นปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) เท่านั้น ที่มีค่าน้อยกว่า อาจเนื่องมาจากปริมาณธาตุอาหารในดินที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ปริมาณโลหะหนัก หรือคุณสมบัติทางเคมีบางประการ จึงส่งผลให้เมล็ดถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าดังกล่าว

ตารางที่ 4.8 คุณค่าทางโภชนาของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อ รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของ หน่วยทดลองควบคุม (T_c)

หน่วยทดลอง	คุณค่าทางโภชนา (ร้อยละ)	
	โปรตีน	ไขมัน
T_c	29.94 ^f	22.79 ^a
T_1	38.81 ^d	20.79 ^d
T_2	43.75 ^b	20.20 ^f
T_3	37.81 ^e	21.97 ^b
T_4	44.75 ^a	20.87 ^c
T_5	42.50 ^c	20.37 ^e
CV (ร้อยละ)	0.05	0.09

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

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100

4.3 ปริมาณโลหะหนัก

4.3.1 ปริมาณโลหะหนักในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด

สำหรับปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้ในการปลูกถั่วเหลือง จากการวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณตะกั่ว 18.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม 1.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอทสะสมอยู่เท่ากับ 0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงผลและวิธีการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณโลหะหนักในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและวิธีการวิเคราะห์

โลหะหนัก	ปริมาณ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	วิธีการวิเคราะห์
ตะกั่ว	18.70	$\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ อัตราส่วน 5 : 2 จากนั้น ไตเจสและวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption
แคดเมียม	1.70	$\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ อัตราส่วน 5 : 2 จากนั้น ไตเจสและวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption
ปรอท	0.70	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$ อัตราส่วน 5 : 2 จากนั้น ไตเจสและวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของกฤษฎา หงรัตน์ (2546: 86) เกี่ยวกับการใช้มูลกิ้งกวดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง ที่รายงานว่า มูลกิ้งกวดที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม และปรอทเท่ากับ 23.10, 6.30 และ 19.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีปริมาณของโลหะหนักมากกว่าในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

4.3.2 ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการทดลอง

สำหรับปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดิน เมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.10 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.26 ถึง ก.28 (โดยที่ดินก่อนการทดลองจะไม่มีสารวิเคราะห์ความ

แปรปรวนทางสถิติ เนื่องจากเป็นดินที่ยังไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป จึงทำให้ทุกตัวอย่างดิน มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ)

4.3.2.1 ตะกั่ว

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณตะกั่วเฉลี่ยในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 28.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณตะกั่วที่เหลือในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 2.90 ถึง 9.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีปริมาณตะกั่วที่เหลืออยู่เท่ากับ 9.50, 7.60, 6.80, 6.50, 6.30 และ 2.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยแต่ละหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นในดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 และ 75 เท่านั้น ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 214) ที่รายงานถึงระดับปกติของปริมาณตะกั่วในดินว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 30.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้ในทุกๆ อัตราส่วนทดแทนของดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดนั้น มีค่าไม่เกินระดับปกติ

4.3.2.2 แคดเมียม

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณแคดเมียมเฉลี่ยในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณแคดเมียมที่เหลือในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25 และ 75 จะมีปริมาณแคดเมียมที่เหลืออยู่เท่ากับ 1.30, 1.10 และ 1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 3 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 และ 50 จะมีปริมาณแคดเมียมที่เหลืออยู่รองลงมาเท่ากับ 0.90, 0.80 และ 0.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่นกัน โดยดินที่มีปริมาณแคดเมียมเหลืออยู่ในปริมาณที่มากและน้อยที่สุด (1.30 และ 0.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 214) ที่รายงานถึงระดับปกติของปริมาณแคดเมียมในดินว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินของทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้ มีค่าไม่เกินระดับปกติ

4.3.2.3 พรอท

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณพรอทเฉลี่ยในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณพรอทที่เหลือในดินจะมีค่าอยู่

ระหว่าง 0.0276 ถึง 0.0312 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 75, 0, 100, 50 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีปริมาณปรอทที่เหลืออยู่เท่ากับ 0.0312, 0.0303, 0.0301, 0.0298, 0.0291 และ 0.0276 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยแต่ละหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 273) ที่รายงานถึงระดับปกติของปริมาณปรอทในดินว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ปริมาณปรอทในดินของทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้มีค่าไม่เกินระดับปกติ

ตารางที่ 4.10 ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทน
ปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

หน่วยทดลอง	ปริมาณโลหะหนักในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)					
	ตะกั่ว		แคดเมียม		ปรอท	
	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด
T_c	28.70	2.90 ^e	1.90	0.90 ^{bc}	0.60	0.0276 ^{n.s.}
T_1	28.70	7.60 ^b	1.90	1.30 ^a	0.60	0.0301 ^{n.s.}
T_2	28.70	9.50 ^a	1.90	1.10 ^{ab}	0.60	0.0312 ^{n.s.}
T_3	28.70	6.50 ^d	1.90	0.80 ^c	0.60	0.0291 ^{n.s.}
T_4	28.70	6.30 ^d	1.90	1.10 ^{ab}	0.60	0.0303 ^{n.s.}
T_5	28.70	6.80 ^c	1.90	0.80 ^c	0.60	0.0298 ^{n.s.}
CV (ร้อยละ)	-	2.77	-	18.26	-	17.63

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

^{n.s.} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

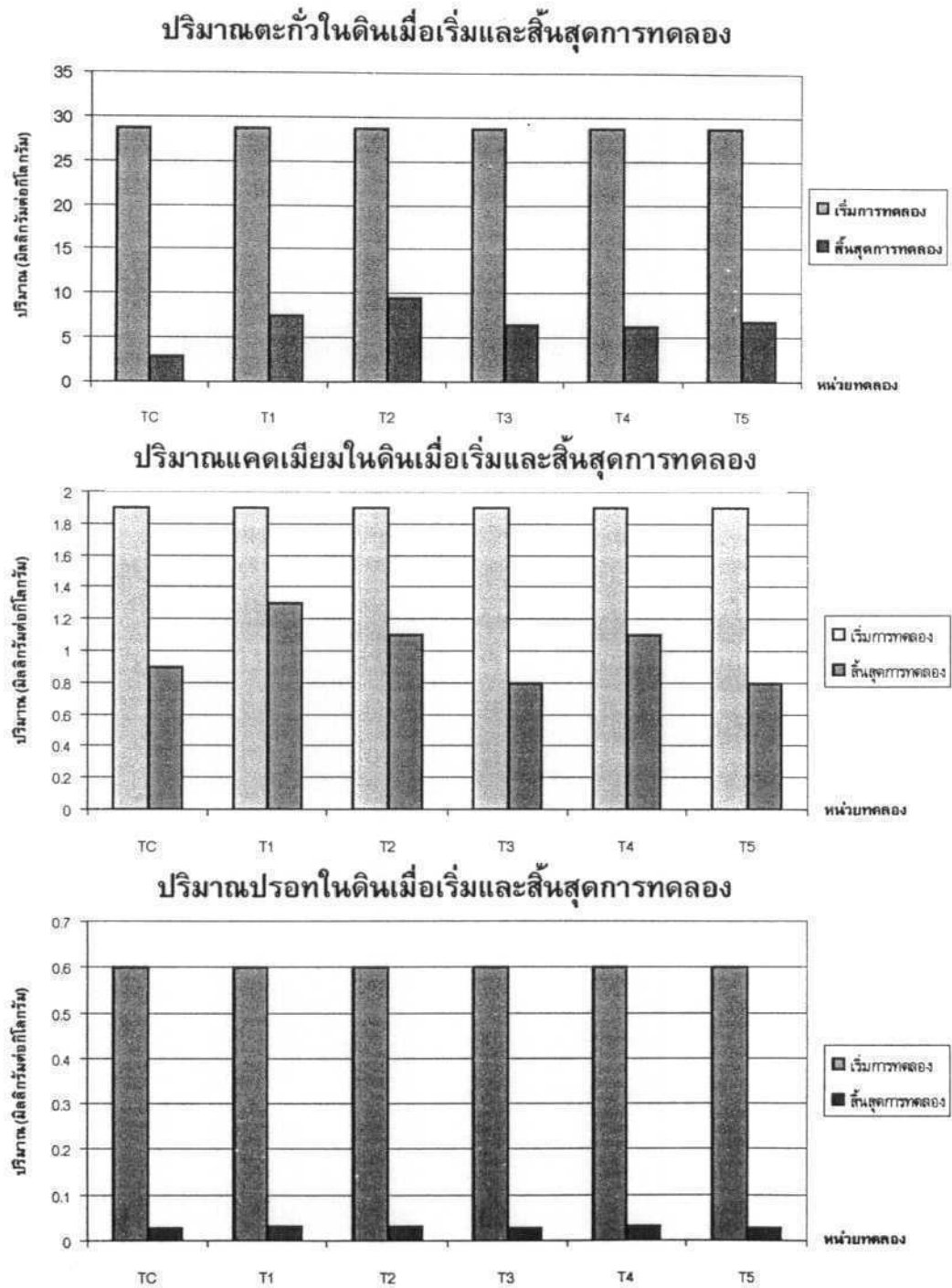
T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100



ภาพที่ 4.17 ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่ต่างกันไปและในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

ตารางที่ 4.11 ปริมาณโลหะหนักสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรมของประเทศต่างๆ

ประเทศ	ปริมาณโลหะหนัก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)					
	Pb	Cd	Hg	Ni	Cu	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

แหล่งที่มา: Webber, et.al., 1984 อ้างถึงใน ศิราณี ศิริสุขโขดม, 2535: 89.

หมายเหตุ: - = ไม่มีข้อมูล

ทั้งนี้ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท มีปริมาณลดลงจากเดิม อาจเนื่องมาจากตัวเหลืองมีการดูดซึมไปใช้ ประกอบกับเกิดกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ต่างๆ ในดิน หรืออาจถูกชะล้างด้วยน้ำ จึงส่งผลให้มีการลดลงดังกล่าว และหากเปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง กับปริมาณโลหะหนักสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรมตามเกณฑ์ของประเทศต่างๆ ดังตารางที่ 4.11 พบว่า ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดินมีปริมาณน้อยกว่าเกณฑ์ดังกล่าวในทุกอัตราส่วนของการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและปุ๋ยเคมี

4.3.3 ปริมาณโลหะหนักในใบถั่วเหลือง

ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในใบถั่วเหลืองที่ระยะ R_5 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.12 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.29 ถึง ก.31

4.3.3.1 ตะกั่ว

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณตะกั่วในใบถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 10.30 ถึง 14.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี ในอัตราทดแทนร้อยละ 25 มีการสะสมของปริมาณตะกั่วมากที่สุดและเท่ากัน คือ 14.00 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี ในอัตราทดแทนร้อยละ 100, 0 และ 75 ซึ่งมีการสะสมปริมาณตะกั่วเท่ากับ 13.90, 13.70 และ 12.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 5 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 มีการสะสมปริมาณตะกั่วต่ำที่สุด คือ 10.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากดินที่นำมาใช้ในการทดลอง มีปริมาณตะกั่วสะสมอยู่ค่อนข้างมาก (28.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จึงส่งผลให้ดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีปริมาณตะกั่วมากที่สุด ในขณะที่หน่วยทดลองอื่นมีการใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และ/หรือปุ๋ยเคมี ซึ่งอาจเป็นไปได้ที่ปุ๋ยเหล่านี้จะไปช่วยเจือจางความเข้มข้นของปริมาณตะกั่วในดินให้ลดลง แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของสุกมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 243) ที่รายงานไว้ว่า ระดับปกติของปริมาณตะกั่วในพืชมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 10.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้น เมื่อถั่วเหลืองได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราทดแทนที่แตกต่างกัน หรือแม้แต่ในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ก็พบว่าปริมาณตะกั่วสะสมในใบเกินกว่าระดับปกติทั้งสิ้น

4.3.3.2 แคดเมียม

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณแคดเมียมในใบถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 1.10 ถึง 1.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 มีการสะสมปริมาณแคดเมียมมากที่สุด คือ 1.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาได้แก่ อัตราทดแทนร้อยละ 75 เท่ากับ 1.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งทั้ง 2 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 100 และ 0 มีปริมาณแคดเมียมที่รองลงมา คือ 1.30, 1.30, 1.20 และ 1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 4 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองทั้ง 2 หน่วยการทดลองข้างต้น และเมื่อเปรียบเทียบกับ Chaney (1982 อ้างถึงใน ศิราณี ศิริสุขโขดม, 2535: 243) ที่รายงานไว้ว่า ระดับปกติของปริมาณแคดเมียมในพืชมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า เมื่อถั่วเหลืองได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราทดแทนที่แตกต่างกันหรือแม้แต่ในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ถั่วเหลืองจะมีปริมาณแคดเมียมสะสมในใบเกินกว่าระดับปกติทั้งสิ้น

4.3.3.3 พรอท

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณพรอทในใบแก้วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0106 ถึง 0.0143 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยแก้วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว นั้น มีการสะสมปริมาณพรอทมากที่สุด คือ 0.0143 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ อัตราทดแทนร้อยละ 25 เท่ากับ 0.0142 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งทั้ง 2 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่แก้วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 จะมีปริมาณพรอทรองลงมา คือ 0.0137 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับแก้วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ เช่นเดียวกับแก้วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีปริมาณพรอทเท่ากับ 0.0123 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับแก้วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองที่เหลือเช่นกัน สำหรับแก้วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 และ 50 จะมีปริมาณพรอทเท่ากับ 0.0107 และ 0.0106 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 2 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับแก้วเหลืองในหน่วยทดลองที่เหลือ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 273) ที่รายงานว่าระดับปกติของปริมาณพรอทในพืชมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.010 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้น จะพบว่าแก้วเหลืองในทุกหน่วยการทดลอง มีปริมาณพรอทสะสมในใบเกินกว่าระดับปกติทั้งสิ้น

ตารางที่ 4.12 ปริมาณโลหะหนักในใบถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ระยะ R₅ ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

หน่วยทดลอง	ปริมาณโลหะหนักในใบถั่วเหลือง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
T _c	14.00 ^a	1.30 ^b	0.0123 ^c
T ₁	13.70 ^a	1.10 ^b	0.0143 ^a
T ₂	14.00 ^a	1.30 ^b	0.0142 ^a
T ₃	10.30 ^b	1.80 ^a	0.0106 ^d
T ₄	12.60 ^a	1.60 ^a	0.0107 ^d
T ₅	13.90 ^a	1.20 ^b	0.0137 ^b
CV (ร้อยละ)	8.14	13.20	1.45

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

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

T₁ : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T₂ : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T₃ : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T₄ : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T₅ : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100

4.3.4 ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลือง

ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.13 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.32 ถึง ก.34

4.3.4.1 ตะกั่ว

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณตะกั่วในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 6.80 ถึง 7.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (อัตราทดแทนร้อยละ 0) มีการสะสมตะกั่วมากที่สุด คือ 7.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75, 25, 100, 50 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีปริมาณตะกั่วเท่ากับ 7.30, 7.10, 7.00, 6.90 และ 6.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นว่า แต่ละหน่วยทดลองมีปริมาณการสะสมตะกั่วในเมล็ดค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่บางหน่วยทดลองก็ยังคงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะในหน่วยทดลองที่มีปริมาณการสะสมตะกั่วที่มากและน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 243) พบว่า ปริมาณตะกั่วในเมล็ดของทุกหน่วยทดลองมีค่าอยู่ในระดับปกติ (0.10 – 10.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

4.3.4.2 แคดเมียม

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณแคดเมียมในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 1.10 ถึง 1.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (อัตราทดแทนร้อยละ 0) มีการสะสมแคดเมียมมากที่สุด คือ 1.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 ที่มีการสะสมแคดเมียมน้อยที่สุด คือ 1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75, 100, 25 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีการสะสมแคดเมียมเท่ากับ 1.40, 1.30, 1.30 และ 1.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 4 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ Chaney (1982 อ้างถึงใน ศิราณี ศิริสุขโขดม, 2535: 243) ที่รายงานไว้ว่า ระดับปกติของปริมาณแคดเมียมในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้น จะพบว่า ปริมาณแคดเมียมในเมล็ดถั่วเหลืองของทุกหน่วยการทดลองมีค่าสูงเกินกว่าระดับปกติ

4.3.4.3 พรอท

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณพรอทในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0176 ถึง 0.0193 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25 มีการสะสมพรอทมากที่สุด คือ 0.0193 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 100, 50, ดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และอัตราทดแทนร้อยละ 75 ที่มีการสะสมพรอทเท่ากับ 0.0186, 0.0183, 0.0181, 0.0180 และ 0.0176 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่มีการสะสมพรอทในเมล็ดที่มากและน้อยที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 273) ที่รายงานว่า ระดับปกติของปริมาณพรอทในพืชมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.010 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นจะพบว่าเมล็ดถั่วเหลืองในทุกหน่วยทดลอง มีปริมาณพรอทสะสมอยู่เกินกว่าระดับปกติ

หากเปรียบเทียบค่าการสะสมปริมาณโลหะหนักในใบกับเมล็ดถั่วเหลือง จะเห็นได้ว่า ถั่วเหลืองมีแนวโน้มของการสะสมปริมาณตะกั่วในใบมากกว่าในเมล็ด และมีการสะสมปริมาณแคดเมียมในใบค่อนข้างใกล้เคียงกับในเมล็ด ในขณะที่มีการสะสมพรอทในใบน้อยกว่าในเมล็ดที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากพืชมีการสะสมโลหะหนักตามส่วนต่างๆ ไม่เท่ากัน และสาเหตุที่เมล็ดถั่วเหลืองมีการสะสมปริมาณพรอทอยู่ค่อนข้างสูง อาจเป็นเพราะพรอทสามารถละลายและสะสมได้ดีในไขมัน ซึ่งถั่วเหลืองเป็นพืชที่เมล็ดมีไขมันสูง จึงมีโอกาที่จะสะสมปริมาณพรอทได้สูงตามไปด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 4.13 ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

หน่วยทดลอง	ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลือง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
T_c	6.8000 ^c	1.2000 ^{bc}	0.0180 ^d
T_1	7.3000 ^a	1.6000 ^a	0.0186 ^b
T_2	7.1000 ^{ab}	1.3000 ^{bc}	0.0193 ^a
T_3	6.9000 ^{bc}	1.1000 ^c	0.0181 ^{cd}
T_4	7.3000 ^a	1.4000 ^{ab}	0.0176 ^e
T_5	7.0000 ^{bc}	1.3000 ^{bc}	0.0183 ^c
CV (ร้อยละ)	2.58	13.87	1.00

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

T_c : ดินหน่วยทดลองควบคุม

T_1 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T_2 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T_3 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T_4 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T_5 : ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100

นอกจากนี้ ปริมาณโลหะหนักในใบและเมล็ดข้าวเหลืองยังส่งผลต่อสมรรถภาพ ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของข้าวเหลือง รวมทั้งอาจก่อให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีความไวต่อความเป็นพิษของโลหะหนักนั้นๆ แต่อย่างไรก็ตาม ระดับความเป็นพิษของปริมาณโลหะหนักในพืชชนิดหนึ่งๆ ยังขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกด้วย โดยพืชที่ปลูกในดินที่มีปริมาณธาตุอาหารครบและเหมาะสมจะสามารถทนต่อความเป็นพิษของโลหะหนักในระดับที่สูงกว่าพืชที่ปลูกในดินที่ขาดธาตุอาหาร (เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 94 – 95)

ตารางที่ 4.14 ค่าวิกฤตของปริมาณโลหะหนักในพืช

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนักในพืช (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	เกิดอาการในพืชที่ไวต่อพิษ	ค่าที่ทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 10	การเจริญเติบโตของพืชหยุดชะงัก
ตะกั่ว	-	-	10.00 – 20.00
แคดเมียม	5.00 – 10.00	10.00 – 20.00	5.00 – 10.00
ปรอท	0.50 – 1.00	1.00 – 8.00	0.10 – 1.00
ทองแดง	15.00 – 20.00	10.00 – 30.00	15.00 – 20.00
นิกเกิล	150.00 – 200.00	100.00 – 500.00	20.00 – 30.00

แหล่งที่มา: ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา 2539: 233 – 234.

หมายเหตุ: - = ไม่มีข้อมูล

4.4 คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหาร

4.4.1 คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดินที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับคุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และดินที่ใช้ในการทดลอง

คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหาร	ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวม วัสดุรองพื้นอัดเม็ด	ดิน
ค่าความนำไฟฟ้า (มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร)	5.54	0.118
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	6.98	7.79
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	3.73	0.102
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	49,800	11.50
โปแตสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	23,600	72.45
แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	21,200	10,280
แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	6,300	324.25
อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	72.55	2.048
เหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	1,191.98	4.086
สังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	180.18	0.156
ทองแดง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	185.36	1.430
แมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	384.60	2.868
ความชื้น (ร้อยละ)	9.95	-
ค่า C/N Ratio	11.28	-

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้ในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดิน จะเห็นได้ว่า ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าดินมาก รวมทั้งมีความนำไฟฟ้าสูงกว่าดินอีกด้วย แต่ในดินจะมีความเป็นด่างสูงกว่าปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด

4.4.2 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง

คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.16 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.35 ถึง ก.46 โดยที่ดินก่อนการทดลองจะไม่มีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเนื่องจากเป็นดินที่ยังไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป จึงทำให้ทุกตัวอย่างดินมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ

4.4.2.1 ความนำไฟฟ้า

จากการทดลอง พบว่า ค่าความนำไฟฟ้าของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.118 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร ซึ่งดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100, 75, 50, 25, 0 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีค่าความนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.276, 0.267, 0.163, 0.149, 0.112 และ 0.111 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ โดยแต่ละหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และในดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเท่านั้น (0.111 และ 0.112 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร) ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ค่าความนำไฟฟ้าในดินจะแปรผันตามปริมาณปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้ นั่นคือ เมื่อมีการผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ดินมีแนวโน้มของค่าความนำไฟฟ้าในดินเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ในดินของทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้มีค่าความนำไฟฟ้าไม่เกินระดับที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืช คือ ไม่เกิน 2 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร

4.4.2.2 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

จากการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 7.79 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 7.14 ถึง 8.21 โดยดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีค่า pH มากที่สุด คือ 8.21 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับดินของทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 และ 75 คือ 7.62 และ 7.60 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 หน่วยการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับดินของทุกหน่วยการทดลองที่เหลือ ส่วนลำดับที่รองลงมาอีก ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ย

มูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25 และ 100 คือ 7.48, 7.35 และ 7.14 ตามลำดับ โดยแต่ละหน่วยการทดลองก็จะมีค่าแตกต่างกัน จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในดินก่อนช่วงมีฤทธิ์เป็นกลางถึงด่างสูง จึงส่งผลให้ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ นอกจากนี้ ยังพบว่า ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด รวมทั้งดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีนั้น มีแนวโน้มค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ลดลงจากเดิมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากดินมีความชื้นและอินทรีย์วัตถุอยู่ เมื่ออินทรีย์วัตถุเน่าเปื่อยลงจะมีกรดอินทรีย์ต่างๆ (Fulvic Acid และ Humic Acid) เกิดขึ้น ทำให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินทำให้เกิดกรดคาร์บอนิก ดังนั้น ดินจึงมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (ยงยุทธ โอสภสภ และคณะ, 2543 อ้างถึงใน อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ, 2545: 45) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไปดิน จึงอาจเป็นไปได้ที่ดินในหน่วยทดลองนี้จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยที่สุด และส่งผลให้ดินมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เป็นด่างสูงกว่าดินในหน่วยทดลองอื่นๆ

4.4.2.3 ปริมาณไนโตรเจน

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.102 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณไนโตรเจนที่เหลือยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.089 ถึง 0.199 ซึ่งดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100, 75, 50, 25, ดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และอัตราทดแทนร้อยละ 0 จะมีปริมาณไนโตรเจนเหลือยู่ในดินเท่ากับร้อยละ 0.199, 0.166, 0.131, 0.116, 0.095 และ 0.089 ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ดินของหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดจะมีปริมาณไนโตรเจนเหลือยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากตัวเหลืองสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศจากกระบวนการตรึงไนโตรเจน (N – Fixation) ได้อย่างเพียงพอ (สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 60) ประกอบกับไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอาจมีปริมาณมากเกินไปความต้องการของตัวเหลือง จึงทำให้เกิดการตกค้างอยู่ในดินในระดับปานกลางถึงสูง (ตารางที่ 4.16) ในขณะที่ดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแค่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว นั้น กลับมีปริมาณไนโตรเจนที่เหลือยู่ในดินลดลงจากเดิมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากพืชและจุลินทรีย์ในดินดูดไปใช้หรือจากการชะล้างโดยน้ำ จึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนในดินลดลงจากเดิมดังกล่าว

ตารางที่ 4.16 ระดับไนโตรเจนในดิน

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ของดิน (ร้อยละ)	ระดับการประเมิน	ข้อเสนอแนะ
< 0.0250	ต่ำมาก	ขาดแคลนมาก
0.0250 – 0.0500	ต่ำ	ขาดแคลน
0.0500 – 0.0750	ค่อนข้างต่ำ	ควรใส่ธาตุเพิ่มเติม
0.0750 – 0.1250	ปานกลาง	เพียงพอบางพืช
0.1250 – 0.1750	ค่อนข้างสูง	เพียงพอ
0.1750 – 0.2250	สูง	เพียงพอ
> 0.2250	สูงมาก	เพียงพอ

แหล่งที่มา: มงคล ต๊ะอูน และสัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2539 อ้างถึงใน ชนิตา ไกรขุนทด, 2543: 13.

4.4.2.4 ปริมาณฟอสฟอรัส

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 11.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 18.33 ถึง 375.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแค่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จะมีปริมาณฟอสฟอรัสเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 375.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทน ร้อยละ 75, 25, 50, 0 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_0) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 320.00, 210.00, 205.00, 185.00 และ 18.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลอง มีปริมาณฟอสฟอรัสเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไป ทั้งปุ๋ยเคมีและ/หรือปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสสูง จึงส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำฟอสฟอรัสที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด ดังนั้น จึงทำให้มีฟอสฟอรัสเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น

4.4.2.5 ปริมาณโปตัสเซียม

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณโปตัสเซียมของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 72.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณโปตัสเซียมที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 83.10 ถึง 781.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแค่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จะมีปริมาณโปตัสเซียมเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 781.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทน ร้อยละ 75, 50, 25, 0 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 544.25, 404.90, 315.70, 189.55 และ 83.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณโปตัสเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไป ทั้งปุ๋ยเคมีและ/หรือปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยโปตัสเซียมสูง จึงส่งผลให้มีปริมาณโปตัสเซียมในดินเพิ่มขึ้น อาจเป็นไปได้ที่ถ้าเหลือไม่สามารถนำโปตัสเซียมที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด ดังนั้น จึงทำให้มีโปตัสเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณโปตัสเซียมในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น

4.4.2.6 ปริมาณแคลเซียม

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณแคลเซียมของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 10,280 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณแคลเซียมที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 12,071 ถึง 13,786 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีปริมาณแคลเซียมเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 13,786 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100, 0, 50, 25 และ 75 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 13,461, 13,156, 12,401, 12,101 และ 12,071 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณแคลเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไป ทั้งปุ๋ยเคมีและ/หรือปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยแคลเซียมค่อนข้างดี จึงส่งผลให้มีปริมาณแคลเซียมในดินเพิ่มขึ้น อาจเป็นไปได้ที่ถ้าเหลือไม่สามารถนำแคลเซียมที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด ดังนั้น จึงทำให้มีแคลเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่ไม่มีการ

ใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากการทดลองครั้งนี้จะปลูกถั่วเหลืองเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะเมล็ดไปจนถึงระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโต ในลักษณะของการยืนต้นตาย อาจเป็นไปได้ว่าเมื่อถั่วเหลืองหยุดการเจริญเติบโตในระยะสุดท้ายของการพัฒนาแล้ว กระบวนการดูดซับธาตุอาหารต่างๆ ไปใช้ก็จะหยุดตามไปด้วย ดังนั้น ถั่วเหลืองอาจเกิดการคืนกลับธาตุอาหารจากดินลงสู่ดิน ส่งผลให้เมื่อนำดินภายหลังสิ้นสุดการทดลองไปตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงปรากฏผลว่ามีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นดังกล่าว (สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์, นักสำรวจดิน, 2548) นอกจากนี้ยังอาจเป็นไปได้ว่า ตัวอย่างดินที่นำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารนั้น มีชั้นส่วนของต้นถั่วเหลืองย่อยสลายปะปนติดไปกับดินด้วย จึงอาจปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคลเซียมดังกล่าวเช่นกัน

4.4.2.7 ปริมาณแมกนีเซียม

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 324.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณแมกนีเซียมที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 346.50 ถึง 653.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแค่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จะมีปริมาณแมกนีเซียมเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 653.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75, 50, 25, 0 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 474.50, 417.50, 415.50, 384.00 และ 346.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณแมกนีเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไป ทั้งปุ๋ยเคมีและ/หรือปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยแมกนีเซียมค่อนข้างดี จึงส่งผลให้มีปริมาณแมกนีเซียมในดินเพิ่มขึ้น อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำแมกนีเซียมที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด ดังนั้น จึงทำให้มีแมกนีเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับปริมาณแคลเซียมที่ตกค้างอยู่ในดิน คือ การทดลองครั้งนี้มีการปลูกถั่วเหลืองตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดไปจนถึงถั่วเหลืองยืนต้นตาย ในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโต อาจเป็นไปได้ว่าเมื่อถั่วเหลืองหยุดการพัฒนาแล้ว กระบวนการดูดซับธาตุอาหารต่างๆ ไปใช้ก็จะหยุดตามไปด้วย ดังนั้น ถั่วเหลืองอาจเกิดการคืนกลับธาตุอาหารจากดินลงสู่ดิน ส่งผลให้เมื่อนำดินภายหลังสิ้นสุดการทดลองไปตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึง

ปรากฏผลว่ามีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นดังกล่าว (สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์, นักสำรวจดิน, 2548) นอกจากนี้ยังอาจเป็นไปได้ว่า ตัวอย่างดินที่นำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารนั้น มีชั้นส่วนของดิน ถั่วเหลืองย่อยสลายปะปนติดไปกับดินด้วย จึงอาจปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณแมกนีเซียม ดังกล่าวเช่นกัน ทั้งนี้ ปริมาณแมกนีเซียมจะมีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า โดยเมื่อดินมี ปริมาณแมกนีเซียมสูงจะส่งผลให้ดินมีค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้นด้วย

4.4.2.8 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่า เท่ากับร้อยละ 2.048 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ ระหว่างร้อยละ 1.774 ถึง 3.976 โดยดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทน ปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแต่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่าง เดียวนั้น จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ ร้อยละ 3.976 รองลงมา ได้แก่ ดิน ที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75, 50, 25, ดินหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และอัตราทดแทนร้อยละ 0 (ได้รับแต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว) ซึ่ง มีค่าเท่ากับร้อยละ 3.313, 2.623, 2.318, 1.899 และ 1.774 ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการ ทดลองนี้จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะ เห็นได้ว่า ภายหลังจากการทดลอง ดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่ เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแต่ปุ๋ยเคมีเพียง อย่างเดียวนั้น มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงจากเดิม อาจเนื่องมาจากทั้ง 2 หน่วยการ ทดลองนี้ไม่มีการใส่อินทรีย์วัตถุในรูปแบบต่างๆ เพิ่มเติมลงไปดินเลย ทำให้เมื่อถั่วเหลืองมี การเจริญเติบโตจึงต้องมีการดูดอินทรีย์วัตถุในดินไปใช้เพื่อช่วยเสริมสร้างพัฒนาการของต้นใน ระยะต่างๆ ให้สมบูรณ์ขึ้น ส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงภายหลังจากการทดลอง ในขณะที่อีก 4 หน่วยการทดลอง ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทน ปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 กลับมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ด้วยคุณสมบัติของปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีสัดส่วน ของอินทรีย์วัตถุอยู่สูงมาก (ร้อยละ 72.55) จึงส่งผลให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นในดินอย่าง มาก อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำอินทรีย์วัตถุที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด จึงทำให้มี อินทรีย์วัตถุเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิมดังกล่าว แสดงว่าปุ๋ยมูลไก่เนื้อ รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินและช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของ ดินได้

ตารางที่ 4.17 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลือง

ค่าวิเคราะห์	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	<5.50	5.50 – 6.00	6.00 – 6.80
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	<8.00	8.00 – 12.00	>12.00
โปตัสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	<50.00	50.00 – 100.00	>100.00
แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	<100.00	100.00 –	>140.00
แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	<20.00	400.00	>30.00
อินทรียวัตถุ (ร้อยละ)	<1.00	20.00 – 30.00	>1.50
		1.00 – 1.50	

แหล่งที่มา: สุวพันธ์ รัตนรัตน์ และสายใจ สุชาติกุล, 2542 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และ ศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 61.

4.4.2.9 ปริมาณเหล็ก

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณธาตุเหล็กของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 4.086 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณธาตุเหล็กที่เหลือน้อยในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5.774 ถึง 12.630 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จะมีปริมาณธาตุเหล็กเหลือน้อยในดินมากที่สุด คือ 12.630 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และอัตราทดแทนร้อยละ 25, 75, 50 และ 100 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.490, 6.374, 6.098, 5.876 และ 5.774 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณธาตุเหล็กเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องมาจากเมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไป ทั้งปุ๋ยเคมีและ/หรือปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ประกอบกับถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการธาตุเหล็กเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำธาตุเหล็กที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด จึงส่งผลให้มีธาตุเหล็กเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ตกค้างอยู่ในดิน คือ เมื่อถั่วเหลืองพัฒนาจนถึงระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตแล้ว ถั่วเหลืองจะเหี่ยวแห้งและยืนต้นตายไป กระบวนการดูดซับธาตุอาหาร

ต่าง ๆ ไปใช้ก็จะหยุดตามไปด้วย ดังนั้น ถั่วเหลืองอาจเกิดการคืนกลับธาตุอาหารจากดินลงสู่ดิน ส่งผลให้เมื่อนำดินภายหลังสิ้นสุดการทดลองไปตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงปรากฏผลว่ามีปริมาณธาตุเหล็กเพิ่มขึ้น (สุลาวัลย์ สุทธิวรพงศ์, นักสำรวจดิน, 2548) นอกจากนี้ยังอาจเป็นไปได้ว่า ตัวอย่างดินที่นำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารนั้น มีชั้นส่วนของดินถั่วเหลืองย่อยสลายปะปนติดไปกับดินด้วย จึงอาจปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุเหล็กดังกล่าว ในขณะที่ดินในหน่วยทดลองที่ได้รับแต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (อัตราทดแทนร้อยละ 0) มีปริมาณธาตุเหล็กเหลือตกค้างในดินมากที่สุด ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ด้วยคุณสมบัติบางประการของปุ๋ยเคมีสูตร 12 - 24 - 12 ที่อาจจะมีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุเหล็กได้ดี หรืออาจเกิดปฏิกิริยาทางเคมีบางประการระหว่างปุ๋ยเคมีกับดิน จึงส่งผลให้มีธาตุเหล็กตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม สำหรับดินอีก 4 หน่วยการทดลอง คือ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ซึ่งมีปริมาณธาตุเหล็กตกค้างอยู่ในดินในอัตราที่ไม่แน่นอนนั้น อาจเนื่องมาจากข้อจำกัดบางประการ เช่น สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม สภาพภูมิอากาศ ปริมาณไลหะหนัก หรือคุณสมบัติทางเคมีบางประการ ที่อาจมีอิทธิพลต่อความสามารถของถั่วเหลืองในการนำธาตุเหล็กไปใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนา จึงส่งผลให้มีความแปรปรวนของปริมาณธาตุเหล็กที่เหลือตกค้างในดินดังกล่าว

4.4.2.10 ปริมาณสังกะสี

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณสังกะสีของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.156 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณสังกะสีที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.350 ถึง 4.786 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแต่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียว นั้น จะมีปริมาณสังกะสีเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 4.786 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75, 50, 25, 0 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.886, 1.328, 0.842, 0.554 และ 0.350 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณสังกะสีเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมลงไป ทั้งปุ๋ยเคมีและ/หรือปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยสังกะสีค่อนข้างดี จึงส่งผลให้มีปริมาณสังกะสีในดินเพิ่มขึ้น ประกอบกับถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการสังกะสีเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำสังกะสีที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด จึงทำให้มีสังกะสีเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณสังกะสี

ในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณสังกะสีเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็กที่ตกค้างอยู่ในดิน คือ อาจเกิดการคืนกลับของธาตุอาหารจากต้นลงสู่ดิน ในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่หยุดการพัฒนาแล้ว (สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์, นักสำรวจดิน, 2548) หรือการปะปนของชิ้นส่วนต้นถั่วเหลืองที่ย่อยสลายติดไปกับตัวอย่างดินที่จะนำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงทำให้ปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณสังกะสีดังกล่าว

4.4.2.11 ปริมาณทองแดง

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณทองแดงของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.430 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณทองแดงที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.348 ถึง 5.528 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแต่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียว นั้น จะมีปริมาณทองแดงเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 5.528 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75, 50, 0, ดินหน่วยทดลองควบคุม (T_c) และอัตราทดแทนร้อยละ 25 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.722, 2.586, 1.928, 1.910 และ 0.348 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณทองแดงเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ยกเว้นดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25 เท่านั้น ที่มีปริมาณทองแดงลดลงจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น เพราะมีการใส่ปุ๋ยเคมีและ/หรือปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดลงไป ประกอบกับถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการทองแดงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำทองแดงที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด จึงทำให้มีทองแดงเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณทองแดงเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสีที่ตกค้างอยู่ในดิน คือ อาจเกิดการคืนกลับของธาตุอาหารจากต้นลงสู่ดิน ในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่หยุดการพัฒนาแล้ว (สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์, นักสำรวจดิน, 2548) หรือการปะปนของชิ้นส่วนต้นถั่วเหลืองที่ย่อยสลายติดไปกับตัวอย่างดินที่จะนำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงทำให้ปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณทองแดงดังกล่าว

4.4.2.12 ปริมาณแมงกานีส

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณแมงกานีสของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 2.868 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณแมงกานีสที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่า

อยู่ระหว่าง 5.096 ถึง 22.010 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 หรือได้รับแต่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพียงอย่างเดียว นั้น จะมีปริมาณแมงกานีสเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 22.010 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75, 50, 25, 0 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.840, 9.450, 9.240, 7.000 และ 5.096 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้ จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้นดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 และ 25 เท่านั้น ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังจากสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณแมงกานีสเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีและ/หรือปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ประกอบกับตัวเหลืองมีความต้องการใช้แมงกานีสเพื่อการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นไปได้ที่ตัวเหลืองไม่สามารถนำแมงกานีสที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด จึงทำให้มีแมงกานีสเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้พบว่า ปริมาณแมงกานีสในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณแมงกานีสเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี และทองแดงที่ตกค้างอยู่ในดิน คือ อาจเกิดการคืนกลับของธาตุอาหารจากดินลงสู่ดินในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของตัวเหลืองที่หยุดการพัฒนาแล้ว (สุลาวัลย์ สุทธิวรพงศ์, นักสำรวจดิน, 2548) หรือการปะปนของชิ้นส่วนดินตัวเหลืองที่ย่อยสลายติดไปกับตัวอย่างดินที่จะนำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงทำให้ปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณแมงกานีสดังกล่าว

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อดินได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีและ/หรือปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพิ่มเติมลงไป ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น และโดยส่วนใหญ่พบว่า ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่มากขึ้น แต่มีข้อสังเกตว่าธาตุอาหารที่ดินได้รับเพิ่มเติมจากปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดนั้น อาจมีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการที่ตัวเหลืองจะสามารถนำไปใช้ได้หมด จึงปรากฏผลว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองจึงมีธาตุอาหารหลายชนิดเกิดการตกค้างเหลืออยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม อินทรีย์วัตถุ เหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส นอกจากนี้ ตัวเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารเสริมเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการตกค้างของธาตุอาหารในดินดังกล่าว สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมี

ปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเกือบทุกชนิดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเป็นไปได้ว่าถั่วเหลืองเกิดการคืนกลับธาตุอาหารจากดินลงสู่ดิน เนื่องจากเมื่อถั่วเหลืองมีการพัฒนาจนถึงระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตแล้ว ถั่วเหลืองจะเหี่ยวแห้งและตายไป ในลักษณะของการยืนต้นตาย กระบวนการดูดซับธาตุอาหารไปใช้ก็จะหยุดตามไปด้วย จึงอาจเกิดการคืนกลับธาตุอาหารขึ้นได้ (สุลาวัลย์ สุทธิวรรค์, นักสำรวจดิน, 2548) สอดคล้องกับ ยงยุทธ โอสกสภา (2543: 164 – 170) ที่กล่าวว่า พืชมีกระบวนการทางสรีระ และชีวเคมีต่างๆ ในการเคลื่อนย้ายถ่ายโอนสารใดๆ ที่เก็บสะสมในเซลล์หรืออวัยวะหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งได้โดยผ่านระบบท่อลำเลียง ซึ่งรวมทั้งการเคลื่อนย้ายย้อนกลับ (Retranslocation) การหมุนเวียนของธาตุอาหาร (Cycling of Nutrients) และการเคลื่อนที่ได้ใหม่ของธาตุอาหาร (Remobilization) โดยอวัยวะพืชแต่ละส่วนนั้น ในขณะหนึ่งจะมีทั้งการนำเข้าและส่งออกธาตุอาหารพร้อมๆ กันไป และเมื่อเซลล์เริ่มเสื่อมสภาพตามอายุ ย่อมมีการส่งออกธาตุอาหารมากกว่าการนำเข้า โดยที่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสังกะสี เป็นธาตุอาหารที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่ได้ใหม่สูง ซึ่งระบบกลไกภายในพืชดังกล่าว นับเป็นวิธีการหมุนเวียนใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์ต่อทั้งดินและพืชสำหรับการเจริญเติบโตในปีต่อไป นอกจากนี้ อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้นจากเดิม อาจเกิดจากการที่มีชิ้นส่วนของต้นถั่วเหลืองย่อยสลายปะปนติดไปกับตัวอย่างดินที่จะนำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารด้วย ดังนั้น อิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เมื่อนำดินภายหลังสิ้นสุดการทดลองไปตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารแล้ว จึงปรากฏผลของการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า การเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไปจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ที่อยู่ในดินเมื่อถึงระดับที่เพียงพอกับความต้องการของพืชเท่านั้น แม้ธาตุอาหารจะมีปริมาณสูงขึ้นก็ไม่ได้ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นเลย ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีปริมาณธาตุอาหารมากเกินไปก็อาจทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชลดลงได้ เพราะธาตุดังกล่าวอาจเป็นพิษโดยตรงต่อพืช หรืออาจไปรบกวนการทำงานของธาตุอื่นๆ ทำให้เกิดภาวะความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชได้ (Plant Nutrient Imbalance) (เฉลิมพล แซมเพชร, 2542: 223 – 225) ดังนั้น จากการทดลองครั้งนี้ จะพบว่า ถั่วเหลืองที่ได้ อาจไม่ค่อยมีการพัฒนาและกระบวนการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์มากนักทั้งในส่วน Vegetative Growth, Reproductive Growth หรือแม้แต่ผลผลิต สังเกตได้จากข้อมูลในหัวข้อของสมรรถภาพ ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลือง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าความไม่เหมาะสมของปัจจัยหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อม ปฏิบัติการเคมีบางประการในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณโลหะหนักและความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน ที่อาจจะเป็นอุปสรรคสำคัญทำให้ถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพในการนำธาตุอาหารต่างๆ ในดินไปใช้เพื่อพัฒนากระบวนการเจริญเติบโตในระยะต่างๆ ได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์โดยรวมของต้น รวมทั้งผลผลิตที่ได้รับดังกล่าว

ตารางที่ 4.18 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกข้าวเหลืองพันธุ์เขียวใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัตราทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T₀)

คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง																									
ความนำไฟฟ้า (มิลลิโมห์ ต่อ เซนติเมตร)		ค่าความเป็นกรด - ต่าง (pH)		ไนโตรเจน (ร้อยละ)		ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		โปแตสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)		เหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		สังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		ทองแดง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		แมงกานีส (มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม)			
เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด		
T ₀	0.118	0.111	7.79	9.21	0.102	0.085	11.50	18.33	72.45	83.10	10.280	13.786	324.25	346.5	2.048	1.888	4.086	8.480	0.156	0.350	1.43	1.910	2.865	5.096	
T ₁	0.116	0.112	7.79	7.48	0.102	0.089	11.50	185.00	72.45	189.55	10.280	13.156	324.25	384.0	2.048	1.774	4.086	12.63	0.156	0.554	1.43	1.928	2.868	7.000	
T ₂	0.118	0.149	7.79	7.38	0.102	0.118	11.50	210.00	72.45	315.76	10.280	12.101	324.25	415.5	2.048	2.316	4.086	6.374	0.156	0.842	1.43	0.348	2.868	9.240	
T ₃	0.118	0.183	7.79	7.62	0.102	0.131	11.50	205.00	72.45	404.90	10.280	12.401	324.25	417.5	2.048	2.823	4.086	5.876	0.156	1.328	1.43	2.586	2.858	9.450	
T ₄	0.118	0.267	7.79	7.60	0.102	0.166	11.50	320.00	72.45	544.25	10.280	12.071	324.25	474.5	2.048	3.313	4.086	8.088	0.156	2.886	1.43	3.722	2.868	19.84	
T ₅	0.118	0.276	7.79	7.14	0.102	0.199	11.50	375.00	72.45	781.00	10.280	13.481	324.25	833.5	2.048	3.976	4.086	5.774	0.156	4.768	1.43	5.528	2.868	22.01	
CV	1.02			0.24		1.38		0.76		0.19		0.01		0.17		0.07		0.02		0.10		0.07		6.52	
(ร้อยละ)																									
n=)																									

หมายเหตุ: *border ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

T₀: ดินหน่วยทดลองควบคุม

T₁: ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัตราทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0

T₂: ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัตราทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25

T₃: ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัตราทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50

T₄: ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัตราทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75

T₅: ดินผสมปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัตราทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาถึงการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) เพื่อใช้ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ($V_1 - V_4$) ของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 และ 25 จะใช้ระยะเวลาน้อยที่สุดในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะใช้เวลามากที่สุด

2. การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ ($R_1 - R_8$) ของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 0 หรือได้รับแต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว นั้น กับถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะใช้ระยะเวลาน้อยที่สุดในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25, 75 และ 100 จะใช้เวลามากที่สุด

3. ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีจำนวนข้อต่อต้นและความสูงต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีจำนวนข้อต่อต้นและความสูงต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด

4. ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีพื้นที่ใบมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีพื้นที่ใบน้อยที่สุด

5. การสะสมน้ำหนักแห้งของฝักในระยะ R_3 ของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100 จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยที่สุด สำหรับระยะ R_5 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50 มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีการสะสม

13. การสะสมโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในใบถั่วเหลืองที่ระยะ R_5 และในเมล็ดถั่วเหลืองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีปริมาณโลหะหนักตกค้างอยู่ทั้งในใบและในเมล็ดค่อนข้างสูง เกือบทุกค่าอยู่ในระดับเกินมาตรฐาน ยกเว้นปริมาณตะกั่วในเมล็ดเท่านั้นที่มีค่าอยู่ในระดับปกติ

14. ลักษณะสมบัติทางเคมี ปริมาณโลหะหนัก และปริมาณธาตุอาหารทั้งในดินและในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ที่ใช้ในการทดลองมีค่าอยู่ในระดับมาตรฐาน แต่ปริมาณโลหะหนักในดินทั้งตะกั่ว แคดเมียม และปรอท โดยเฉพาะอย่างยิ่งตะกั่ว และแคดเมียม นั้น จะมีอยู่ในปริมาณที่สูงมาก แม้ว่าจะไม่เกินระดับมาตรฐานก็ตาม ซึ่งก็อาจส่งผลให้เกิดการตกค้างทั้งในใบและในเมล็ดของถั่วเหลืองในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อการนำไปบริโภคได้

15. ดินที่ใช้สำหรับปลูกถั่วเหลืองในการทดลองครั้งนี้ มีปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณที่สูงมาก และสูงกว่าในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ซึ่งโลหะหนักที่ตกค้างอยู่ในผลผลิตทั้งในใบและในเมล็ดถั่วเหลืองนั้น อาจเป็นอิทธิพลของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินมากกว่าในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ดังนั้น ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดจึงมีความปลอดภัยและสามารถใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารในการผลิตพืชอื่นๆ ได้

16. ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 สามารถใช้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการปลูกถั่วเหลืองได้ โดยทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติในการช่วยปรับปรุงบำรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้นอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา พบว่า มีข้อเสนอแนะที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาถึงโลหะหนักชนิดอื่นๆ ในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด นอกเหนือจากตะกั่ว แคดเมียม และปรอท เพื่อจะได้ทราบถึงอัตราการใช้ประโยชน์ที่ปลอดภัย จากความเป็นพิษของโลหะหนัก

2. ควรมีการศึกษาถึงปริมาณจุลินทรีย์ในดิน เช่น แบคทีเรีย แอคติโนมัยซีท เชื้อรา เป็นต้น ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารในดิน รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ ทั้งในดินและในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เพื่อให้เกิดประโยชน์และความปลอดภัยต่อการนำพืชที่ปลูกไปบริโภค

3. ปริมาณโลหะหนักที่สูงมากในเมล็ด เป็นข้อสังเกตและควรมีการศึกษาต่อไปถึงปัจจัยการสะสมของโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลืองซึ่งอาจส่งผลต่อผู้บริโภคได้

4. ควรมีการปรับสภาพดินให้มีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เป็นกลางก่อนการปลูก เพื่อป้องกันการละลายและสะสมของโลหะหนักในดิน จนก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช และ ต่อเนื่องตามห่วงโซ่อาหารมาถึงมนุษย์ได้

5. ควรมีการศึกษาถึงอิทธิพลของรูปแบบ วิธีการใส่ และเวลาที่เหมาะสม ในการใส่ปุ๋ย มูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น ที่มีต่อการพัฒนากระบวนการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ทั้งในส่วน ของสมรรถภาพ ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลือง เพื่อให้เกิดประโยชน์และ ประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะสามารถช่วยให้ลดต้นทุนการผลิตได้ โดยรูปแบบของปุ๋ย เช่น การ อัดเม็ดหรือแบบผง วิธีการใส่ เช่น ใส่แบบเป็นแถว โรยข้าง หรือหยอดกันหลุม และเวลาที่ เหมาะสมในการใส่ปุ๋ย เช่น ใส่ก่อน/พร้อมกัน/หลังเพาะเมล็ด เป็นต้น

6. ควรมีการศึกษาและวิเคราะห์ถึงปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในดินที่จะใช้สำหรับ การปลูกถั่วเหลือง เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความสามารถในการดูดซับโลหะหนักในดินได้ ดี หากปลูกในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักสูง อาจส่งผลให้เกิดการตกค้างของโลหะหนักใน ผลผลิตของพืช และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางที่ ก.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนวันของการเจริญเติบโตทาง
ลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ย
มูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และ
ในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	37.333	7.467	5.600	2.77	4.25
Cl>Error	18	24.000	1.333			
Total	23	61.333	2.667			

GRAND MEAN = 26.333333333333333

CV = 4.38 %

LSD .05 = 1.715459

LSD .01 = 2.349877

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION      =      V_stage
*          NUMBER OF MEANS              =           6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM      =          18
*          ERROR MEAN SQUARE            =          1.33333337
*          STANDARD ERROR OF MEAN       =          0.57735026
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		28	A
tc		28	A
t4		26	AB
t3		26	AB
t2		25	B
t1		25	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		28	A
tc		28	A
t4		26	B
t3		26	B
t2		25	B
t1		25	B

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

ตารางที่ ก.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการ
แพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับ
ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน
และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	123.333	24.667	18.500	2.77	4.25
Ex.Error	18	24.000	1.333			
Total	23	147.333	6.406			

GRAND MEAN = 88.83333333333333

CV = 1.30 %

LSD .05 = 1.715459

LSD .01 = 2.349877

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = R_stage
* NUMBER OF MEANS        = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE       = 1.33333337
* STANDARD ERROR OF MEAN  = 0.57735026
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		91	A
t4		91	A
t2		91	A
t3		88	B
t1		86	B
tc		86	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		91.	A
t4		91.	A
t2		91.	A
t3		88.	B
t1		86.	C
tc		86.	C

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

ตารางที่ ก.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนข้อต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทน
ปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	38.833	7.767	13.314	2.77	4.25
Ex.Error	18	10.500	0.583			
Total	23	49.333	2.145			

GRAND MEAN = 9.833333333333334

CV = 7.77 %

LSD .05 = 1.13467

LSD .01 = 1.554298

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = n_node
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.58333331
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.38188130
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		11	A
t1		10.5	AB
t3		10.5	AB
t2		10.5	AB
t5		9.25	B
tc		7.25	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		11	A
t1		10.5	A
t3		10.5	A
t2		10.5	A
t5		9.25	B
tc		7.25	C

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

ตารางที่ ก.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทน
ปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1707.804	341.561	6.240	2.77	4.25
Ex.Error	18	985.253	54.736			
Total	23	2693.056	117.089			

GRAND MEAN = 54.26250000000001
CV = 13.63 %
LSD .05 = 10.99129
LSD .01 = 15.05613

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = height *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 54.73628235 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 3.69919872 *
*

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		68.4	A
t3		62	AB
t2		50.925	BC
t5		50.875	BC
t1		50.55	BC
tc		42.825	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		68.4	A
t3		62	A
t2		50.925	B
t5		50.875	B
t1		50.55	B
tc		42.825	B

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

ตารางที่ ก.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองต้นของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R₁ ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม
(T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	251061.058	50212.212	45.476	2.77	4.25
Ex.Error	18	19874.699	1104.150			
Total	23	270935.761	11779.816			

GRAND MEAN = 152.4325
CV = 21.80 %
LSD .05 = 49.36567
LSD .01 = 67.62228

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = area_r1 *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 1104.14990234 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 16.61437607 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		282.53	A
t3		260.25	AB
t2		193.38	B
t1		125.055	C
t5		35.82	D
tc		17.56	D

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		282.53	A
t3		260.25	A
t2		193.38	B
t1		125.055	C
t5		35.82	D
tc		17.56	D

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

ตารางที่ ก.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองต้นของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_3 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม
(T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	562949.580	112589.916	10.440	2.77	4.25
Ex.Error	18	194113.351	10784.075			
Total	23	757062.982	32915.782			

GRAND MEAN = 252.22166666666666
CV = 41.17 %
LSD .05 = 154.2775
LSD .01 = 211.333

```
*****
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST          *
*          PROBLEM IDENTIFICATION = area_R3      *
*          NUMBER OF MEANS        = 6            *
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18          *
*          ERROR MEAN SQUARE      = 10784.07423847 *
*          STANDARD ERROR OF MEAN = 11.50257361   *
*          *****                               *
*****
```

NAME	ID	MEAN		RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		477.4	A	
t3		368.1	AB	
t2		328.65	AB	
t1		201.3	BC	
t5		91.14	C	
tc		46.74	C	

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

NAME	ID	MEAN		RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		477.4	A	
t3		368.1	A	
t2		328.65	AB	
t1		201.3	BC	
t5		91.14	C	
tc		46.74	C	

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

ตารางที่ ก.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองต้นของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R₅ ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม
(T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1540906.455	308181.291	16.480	2.77	4.25
Ex.Error	18	336599.569	18699.976			
Total	23	1877505.993	81630.695			

GRAND MEAN = 418.07166666666666
CV = 32.71 %
LSD .05 = 203.1569
LSD .01 = 278.2892

```

*****
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST          *
*          PROBLEM IDENTIFICATION = area_R5      *
*          NUMBER OF MEANS = 6                   *
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18          *
*          ERROR MEAN SQUARE = 18699.97624167    *
*          STANDARD ERROR OF MEAN = 14.82463980   *
*          *                                       *
*****

```

NAME	ID	MEAN		RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		762.125	A	
t3		681.87	A	
t2		487.305	AB	
t1		353.08	BC	
t5		133.45	C	
tc		90.6	C	

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

NAME	ID	MEAN		RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		762.125	A	
t3		681.87	AB	
t2		487.305	BC	
t1		353.08	C	
t5		133.45	D	
tc		90.6	D	

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

ตารางที่ ก.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองต้นของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R₇ ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม
(T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	360709.885	72141.977	34.436	2.77	4.25
Ex.Error	18	37708.891	2094.938			
Total	23	398418.781	17322.556			

GRAND MEAN = 183.426666666666

CV = 24.95 %

LSD .05 = 67.99809

LSD .01 = 93.1454

```
*****
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST          *
*          PROBLEM IDENTIFICATION = area_R7      *
*          NUMBER OF MEANS = 6                  *
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18          *
*          ERROR MEAN SQUARE = 2094.93788463     *
*          STANDARD ERROR OF MEAN = 10.41987532  *
*          *****                              *
```

NAME	ID	MEAN		RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		401.85	A	
t3		254.265	B	
t2		194.58	BC	
t1		150.22	CD	
t5		66	DE	
tc		33.645	E	

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

NAME	ID	MEAN		RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		401.85	A	
t3		254.265	B	
t2		194.58	BC	
t1		150.22	C	
t5		66	D	
tc		33.645	D	

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

ตารางที่ ก.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R_3 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.000	0.000	0.747	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.002	0.000			
Total	23	0.002	0.000			

GRAND MEAN = .025875
 CV = 35.81 %
 LSD .05 = 1.376716E-02
 LSD .01 = 1.885859E-02

 *
 * DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
 * PROBLEM IDENTIFICATION = wtpod_R3 *
 * NUMBER OF MEANS = 6 *
 * ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
 * ERROR MEAN SQUARE = 0.00008588 *
 * STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00463344 *
 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t3		.0315	A
t4		.0295	A
t2		.02675	A
t1		.023	A
tc		.0225	A
t5		.022	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t3		.0315	A
t4		.0295	A
t2		.02675	A
t1		.023	A
tc		.0225	A
t5		.022	A

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

ตารางที่ ก.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R₅ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.065	0.013	1.410	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.166	0.009			
Total	23	0.231	0.010			

GRAND MEAN = .245375
 CV = 39.15 %
 LSD .05 = .1426987
 LSD .01 = .1954721

 *
 * DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
 * PROBLEM IDENTIFICATION = wtpod_R5 *
 * NUMBER OF MEANS = 6 *
 * ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
 * ERROR MEAN SQUARE = 0.00922610 *
 * STANDARD ERROR OF MEAN = 0.04802628 *
 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t3		.3265	A
t5		.2715	A
t1		.255	A
t2		.25275	A
t4		.207	A
tc		.1595	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t3		.3265	A
t5		.2715	AB
t1		.255	AB
t2		.25275	AB
t4		.207	AB
tc		.1595	B

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

ตารางที่ ก.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R₆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	3.898	0.780	4.028	2.77	4.25
Ex. Error	18	3.484	0.194			
Total	23	7.381	0.321			

GRAND MEAN = 1.7310833333333334
 CV = 25.41 %
 LSD .05 = .6535798
 LSD .01 = .8952892

 *
 * DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
 * PROBLEM IDENTIFICATION = wtpod_R6 *
 * NUMBER OF MEANS = 6 *
 * ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
 * ERROR MEAN SQUARE = 0.19354197 *
 * STANDARD ERROR OF MEAN = 0.21996702 *
 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		2.17775	A
t3		2.132	A
t1		1.8915	AB
t5		1.67725	AB
t2		1.50925	AB
tc		.99875	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		2.17775	A
t3		2.132	A
t1		1.8915	A
t5		1.67725	AB
t2		1.50925	AB
tc		.99875	B

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

ตารางที่ ก.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R₇ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	26.563	5.313	17.241	2.77	4.25
Ex.Error	18	5.546	0.308			
Total	23	32.109	1.396			

GRAND MEAN = 2.8384166666666666

CV = 19.56 %

LSD .05 = .8246762

LSD .01 = 1.129661

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = wtpod_R7
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.30813771
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.27755076
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		4.04675	A
t3		3.774	AB
t2		3.12575	ABC
t1		2.74575	BC
t5		2.52925	C
tc		.809	D

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		4.04675	A
t3		3.774	AB
t2		3.12575	BC
t1		2.74575	C
t5		2.52925	C
tc		.809	D

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

ตารางที่ ก.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R₈ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	75.780	15.156	22.139	2.77	4.25
Ex. Error	18	12.323	0.685			
Total	23	88.103	3.831			

GRAND MEAN = 4.3257916666666666

CV = 19.13 %

LSD .05 = 1.229208

LSD .01 = 1.683798

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = wtpod_R8
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.68458647
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.41369870
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		6.26875	A
t3		5.7675	A
t2		4.94475	AB
t1		4.8095	AB
t5		3.179	B
tc		.98525	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		6.26875	A
t3		5.7675	AB
t2		4.94475	B
t1		4.8095	B
t5		3.179	C
tc		.98525	D

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

ตารางที่ ก.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R_1 ของ
ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกันและในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.923	0.185	11.777	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.282	0.016			
Total	23	1.205	0.052			

GRAND MEAN = 1.064125
CV = 11.76 %
LSD .05 = .1859581
LSD .01 = .2547298

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = wtall_R1 *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.01566779 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.06258553 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t1		1.37175	A
t2		1.1785	AB
t3		1.1345	ABC
t4		1.0485	BC
tc		.871	CD
t5		.7805	D

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t1		1.37175	A
t2		1.1785	B
t3		1.1345	B
t4		1.0485	BC
tc		.871	CD
t5		.7805	D

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

ตารางที่ ก.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R₃ ของ
ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	4.560	0.912	9.285	2.77	4.25
Ex.Error	18	1.768	0.098			
Total	23	6.328	0.275			

GRAND MEAN = 1.6950833333333334
CV = 18.49 %
LSD .05 = .4656017
LSD .01 = .6377923

```
*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION      = wtall_R3
*          NUMBER OF MEANS              = 6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM      = 18
*          ERROR MEAN SQUARE            = 0.09822160
*          STANDARD ERROR OF MEAN       = 0.15670162
*
*****
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t3		2.241	A
t4		2.136	A
t2		1.7455	AB
t1		1.73075	AB
t5		1.34325	BC
tc		.974	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t3		2.241	A
t4		2.136	AB
t2		1.7455	BC
t1		1.73075	BC
t5		1.34325	CD
tc		.974	D

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

ตารางที่ ก.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R₅ ของ
ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	7.778	1.556	8.670	2.77	4.25
Ex.Error	18	3.229	0.179			
Total	23	11.007	0.479			

GRAND MEAN = 2.35558333333333

CV = 17.98 %

LSD .05 = .6292593

LSD .01 = .8619745

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = wtall_R5
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.17940611
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.21178178
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t3		3.075	A
t4		2.85975	A
t2		2.488	AB
t1		2.41625	AB
t5		1.91925	BC
tc		1.37525	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t3		3.075	A
t4		2.85975	A
t2		2.488	AB
t1		2.41625	AB
t5		1.91925	BC
tc		1.37525	C

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

ตารางที่ ก.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R₆ ของ
ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	19.674	3.935	6.629	2.77	4.25
Ex. Error	18	10.684	0.594			
Total	23	30.358	1.320			

GRAND MEAN = 4.0102916666666666

CV = 19.21 %

LSD .05 = 1.144573

LSD .01 = 1.567864

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION = wtall_R6
*          NUMBER OF MEANS = 6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
*          ERROR MEAN SQUARE = 0.59356052
*          STANDARD ERROR OF MEAN = 0.38521439
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		5.049	A
t3		4.75625	A
t2		4.237	A
t1		4.055	A
t5		3.72925	AB
tc		2.23525	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		5.049	A
t3		4.75625	AB
t2		4.237	AB
t1		4.055	AB
t5		3.72925	B
tc		2.23525	C

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

ตารางที่ ก.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R₇ ของ
 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
 อัตราเมล็ดตกลดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
 ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	63.262	12.652	23.689	2.77	4.25
Ex.Error	18	9.614	0.534			
Total	23	72.876	3.169			

GRAND MEAN = 4.635625
 CV = 15.77 %
 LSD .05 = 1.085732
 LSD .01 = 1.487262

 *
 * DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
 * PROBLEM IDENTIFICATION = wtall_R7 *
 * NUMBER OF MEANS = 6 *
 * ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
 * ERROR MEAN SQUARE = 0.53410077 *
 * STANDARD ERROR OF MEAN = 0.36541098 *
 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t3		6.384	A
t4		6.15775	A
t2		5.0725	AB
t5		4.4385	B
t1		4.30375	B
tc		1.45725	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t3		6.384	A
t4		6.15775	AB
t2		5.0725	BC
t5		4.4385	C
t1		4.30375	C
tc		1.45725	D

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

ตารางที่ ก.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R_8 ของ
ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	103.655	20.731	22.019	2.77	4.25
Ex.Error	18	16.947	0.941			
Total	23	120.602	5.244			

GRAND MEAN = 5.42816666666667
CV = 17.88 %
LSD .05 = 1.441515
LSD .01 = 1.974622

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = wtall_R8 *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.94149148 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.48515242 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		7.69825	A
t3		6.77625	A
t2		6.4135	AB
t1		5.95925	AB
t5		4.36225	B
tc		1.3595	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		7.69825	A
t3		6.77625	AB
t2		6.4135	AB
t1		5.95925	B
t5		4.36225	C
tc		1.3595	D

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

ตารางที่ ก.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลผลิตต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ย
เคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	835.596	167.119	164.144	2.77	4.25
Ex.Error	18	18.326	1.018			
Total	23	853.922	37.127			

GRAND MEAN = 13.694
CV = 7.37 %
LSD .05 = 1.499037
LSD .01 = 2.053416

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = product *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 1.01812804 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.50451165 *
*

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		20.593	A
t3		18.243	B
t2		15.832	C
t5		14.875	C
t1		9.889	D
tc		2.732	E

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL, .05
t4		20.593	A
t3		18.243	B
t2		15.832	C
t5		14.875	C
t1		9.889	D
tc		2.732	E

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

ตารางที่ ก.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R₈ ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม
(T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	426.208	85.242	19.992	2.77	4.25
Ex.Error	18	76.750	4.264			
Total	23	502.958	21.868			

GRAND MEAN = 11.29166666666667

CV = 18.29 %

LSD .05 = 3.067708

LSD .01 = 4.202219

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = no_podR8
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 4.26388884
* STANDARD ERROR OF MEAN = 1.03245926
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		16.5	A
t3		14	A
t2		12.75	AB
t5		12.5	AB
t1		8.5	B
t _c		3.5	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		16.5	A
t3		14	AB
t2		12.75	B
t5		12.5	B
t1		8.5	C
t _c		3.5	D

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

ตารางที่ ก.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R₆ ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม
(T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.377	0.075	1.766	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.768	0.043			
Total	23	1.145	0.050			

GRAND MEAN = 1.839341666666667

CV = 11.23 %

LSD .05 = .3068493

LSD .01 = .4203295

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = no_seed
* NUMBER OF MEANS        = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE       = 0.04266072
* STANDARD ERROR OF MEAN  = 0.10327236
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t2		2.0853	A
t5		1.904275	A
t4		1.8089	A
t1		1.7743	A
t3		1.754925	A
tc		1.70835	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t2		2.0853	A
t5		1.904275	AB
t4		1.8089	AB
t1		1.7743	AB
t3		1.754925	AB
tc		1.70835	B

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

ตารางที่ ก.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของถั่วเหลือง
พันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	94.882	18.976	22.157	2.77	4.25
Ex. Error	18	15.416	0.856			
Total	23	110.298	4.796			

GRAND MEAN = 15.6945
CV = 5.90 %
LSD .05 = 1.374868
LSD .01 = 1.883328

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = wt100sed *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.85644633 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.46272191 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		17.305	A
t3		16.782	A
t2		16.556	A
t1		16.482	A
t5		15.658	A
tc		11.384	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		17.305	A
t3		16.782	AB
t2		16.556	AB
t1		16.482	AB
t5		15.658	B
tc		11.384	C

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

ตารางที่ ก.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม
(T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	597.194	119.439	342838.281	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.006	0.000			
Total	23	597.200	25.965			

GRAND MEAN = 39.59333333333333

CV = 0.05 %

LSD .05 = 2.772932E-02

LSD .01 = 3.798428E-02

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = protein
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.00034838
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00933250
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		44.75	A
t2		43.75	B
t5		42.5	C
t1		38.81	D
t3		37.81	E
tc		29.94	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		44.75	A
t2		43.75	B
t5		42.5	C
t1		38.81	D
t3		37.81	E
tc		29.94	F

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

ตารางที่ ก.25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_6 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม
(T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	20.318	4.064	12437.871	2.77	4.25
Ex. Error	18	0.006	0.000			
Total	23	20.324	0.884			

GRAND MEAN = 21.165
CV = 0.09 %
LSD .05 = 2.685318E-02
LSD .01 = 3.678412E-02

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = lipid *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.00032672 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00903763 *
*

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
tc		22.79	A
t3		21.97	B
t4		20.87	C
t1		20.79	D
t5		20.37	E
t2		20.2	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
tc		22.79	A
t3		21.97	B
t4		20.87	C
t1		20.79	D
t5		20.37	E
t2		20.2	F

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

ตารางที่ ก.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลอง
ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	92.960	18.592	557.764	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.600	0.033			
Total	23	93.560	4.068			

GRAND MEAN = 6.5999999999999999
CV = 2.77 %
LSD .05 = .271237
LSD .01 = .3715469

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = af_spb *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.03333310 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.09128678 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t2		9.5	A
t1		7.6	B
t5		6.8	C
t3		6.5	CD
t4		6.3	D
tc		2.9	E

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t2		9.5	A
t1		7.6	B
t5		6.8	C
t3		6.5	D
t4		6.3	D
tc		2.9	E

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

ตารางที่ ก.27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแควตเมียมในดินหลังการ
ทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.800	0.160	4.800	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.600	0.033			
Total	23	1.400	0.061			

GRAND MEAN = .9999999999999999

CV = 18.26 %

LSD .05 = .2712379

LSD .01 = .3715482

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION   =   af_scd
*   NUMBER OF MEANS          =       6
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM  =      18
*   ERROR MEAN SQUARE        =   0.03333333
*   STANDARD ERROR OF MEAN   =   0.09128709
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t1		1.3	A
t2		1.1	AB
t4		1.1	AB
t _c		.9	B
t5		.8	B
t3		.8	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t1		1.3	A
t2		1.1	AB
t4		1.1	AB
t _c		.9	BC
t5		.8	C
t3		.8	C

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

ตารางที่ ก.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณปรอทในดินหลังการทดลอง
ปลูกข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.000	0.000	0.221	2.77	4.25
Ex. Error	18	0.000	0.000			
Total	23	0.001	0.000			

GRAND MEAN = 2.9683333333333333D-02

CV = 17.63 %

LSD .05 = 7.772438E-03

LSD .01 = 1.064687E-02

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION      =   af_shg
*          NUMBER OF MEANS              =         6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM      =        18
*          ERROR MEAN SQUARE            =    0.00002737
*          STANDARD ERROR OF MEAN       =    0.00261587
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t2		.0312	A
t4		.0303	A
t1		.0301	A
t5		.0298	A
t3		.0291	A
tc		.0276	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t2		.0312	A
t4		.0303	A
t1		.0301	A
t5		.0298	A
t3		.0291	A
tc		.0276	A

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

ตารางที่ ก.29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณตะกั่วในใบที่ระยะ R₆ ของ
ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	42.833	8.567	7.559	2.77	4.25
Ex.Error	18	20.400	1.133			
Total	23	63.233	2.749			

GRAND MEAN = 13.083333333333333
CV = 8.14 %
LSD .05 = 1.581575
LSD .01 = 2.16648

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = lef_pb *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 1.13333344 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.53229070 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
tc		14	A
t2		14	A
t5		13.9	A
t1		13.7	A
t4		12.6	A
t3		10.3	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
tc		14	A
t2		14	A
t5		13.9	A
t1		13.7	A
t4		12.6	A
t3		10.3	B

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

ตารางที่ ก.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแคดเมียมในใบที่ระยะ R₅ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1.393	0.279	8.360	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.600	0.033			
Total	23	1.993	0.087			

GRAND MEAN = 1.3833333333333333

CV = 13.20 %

LSD .05 = .271238

LSD .01 = .3715482

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION      =   lef_cd
*          NUMBER OF MEANS              =       6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      18
*          ERROR MEAN SQUARE            =     0.03333334
*          STANDARD ERROR OF MEAN       =     0.09128710
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t3		1.8	A
t4		1.6	AB
tc		1.3	BC
t2		1.3	BC
t5		1.2	C
t1		1.1	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t3		1.8	A
t4		1.6	A
tc		1.3	B
t2		1.3	B
t5		1.2	B
t1		1.1	B

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

ตารางที่ ก.31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณปรอทในใบที่ระยะ R_5 ของ
ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.000	0.000	344.468	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	23	0.000	0.000			

GRAND MEAN = 1.2633333333333333D-02

CV = 1.45 %

LSD .05 = 2.712425E-04

LSD .01 = 3.715544E-04

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION      =   lef_hg
*          NUMBER OF MEANS              =       6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      18
*          ERROR MEAN SQUARE            =   0.00000003
*          STANDARD ERROR OF MEAN       =   0.00009129
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t1		.0143	A
t2		.0142	A
t5		.0137	B
tc		.0123	C
t4		.0107	D
t3		.0106	D

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t1		.0143	A
t2		.0142	A
t5		.0137	B
tc		.0123	C
t4		.0107	D
t3		.0106	D

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

ตารางที่ ก.32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณตะกั่วในเมล็ดข้าวเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทน
ปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.853	0.171	5.120	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.600	0.033			
Total	23	1.453	0.063			

GRAND MEAN = 7.066666666666666

CV = 2.58 %

LSD .05 = .2712361

LSD .01 = .3715457

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = sed_pb
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.03333289
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.09128648
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t1		7.3	A
t4		7.3	A
t2		7.1	AB
t5		7	AB
t3		6.9	AB
tc		6.8	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t1		7.3	A
t4		7.3	A
t2		7.1	AB
t5		7	BC
t3		6.9	BC
tc		6.8	C

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

ตารางที่ ก.33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแคดเมียมในเมล็ดข้าวเหลือง
พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทน
ปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.593	0.119	3.560	2.77	4.25
Ex. Error	18	0.600	0.033			
Total	23	1.193	0.052			

GRAND MEAN = 1.316666666666667

CV = 13.87 %

LSD .05 = .2712379

LSD .01 = .3715482

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = sed_cd
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.03333334
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.09128710
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t1		1.6	A
t4		1.4	AB
t5		1.3	AB
t2		1.3	AB
tc		1.2	AB
t3		1.1	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t1		1.6	A
t4		1.4	AB
t5		1.3	BC
t2		1.3	BC
tc		1.2	BC
t3		1.1	C

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

ตารางที่ ก.34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณปรอทในเมล็ดข้าวเหลืองพันธุ์
เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ย
เคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.000	0.000	40.990	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	23	0.000	0.000			

GRAND MEAN = 1.831666666666667D-02

CV = 1.00 %

LSD .05 = 2.712708E-04

LSD .01 = 3.715933E-04

*

*

*

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

*

*

PROBLEM IDENTIFICATION = sed_hg

*

*

NUMBER OF MEANS = 6

*

*

ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18

*

ตารางที่ ก.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความนำไฟฟ้าในดินหลังการ
ทดลองปลูกข้าวเหนียวพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.110	0.022	6580.837	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	23	0.110	0.005			

GRAND MEAN = .17966666666666666
CV = 1.02 %
LSD .05 = 2.712339E-03
LSD .01 = 3.715426E-03

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = af_ec *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.00000333 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00091286 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		.276	A
t4		.267	B
t3		.163	C
t2		.149	D
t1		.112	E
tc		.111	E

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		.276	A
t4		.267	B
t3		.163	C
t2		.149	D
t1		.112	E
tc		.111	E

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

ตารางที่ ก.36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า pH ในดินหลังการทดลองปลูก
ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	2.617	0.523	1574.815	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.006	0.000			
Total	23	2.623	0.114			

GRAND MEAN = 7.566666666666667

CV = 0.24 %

LSD .05 = 2.708574E-02

LSD .01 = .0371027

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*   PROBLEM IDENTIFICATION   =   af_ph
*   NUMBER OF MEANS          =       6
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM  =      18
*   ERROR MEAN SQUARE        =    0.00033240
*   STANDARD ERROR OF MEAN   =    0.00911590
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
tc		8.21	A
t3		7.62	B
t4		7.6	B
t1		7.48	C
t2		7.35	D
t5		7.14	E

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
tc		8.21	A
t3		7.62	B
t4		7.6	B
t1		7.48	C
t2		7.35	D
t5		7.14	E

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

ตารางที่ ก.37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนในดินหลังการ
ทดลองปลูกข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.036	0.007	2188.129	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	23	0.037	0.002			

GRAND MEAN = .1326666666666667

CV = 1.38 %

LSD .05 = 2.712398E-03

LSD .01 = 3.715508E-03

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = af_n
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.00000333
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00091288
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		.199	A
t4		.166	B
t3		.131	C
t2		.116	D
tc		.095	E
t1		.089	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		.199	A
t4		.166	B
t3		.131	C
t2		.116	D
tc		.095	E
t1		.089	F

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

ตารางที่ ก.38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังการ
ทดลองปลูกข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	304953.496	60990.699	21956.217	2.77	4.2
Ex.Error	18	50.001	2.778			
Total	23	305003.497	13261.022			

GRAND MEAN = 218.888333333333

CV = 0.76 %

LSD .05 = 2.476077

LSD .01 = 3.391789

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION      =   af_p
*          NUMBER OF MEANS              =     6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM     =    18
*          ERROR MEAN SQUARE            =    2.77783275
*          STANDARD ERROR OF MEAN      =    0.83334160
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		375	A
t4		320	B
t2		210	C
t3		205	D
t1		185	E
tc		18.33	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		375	A
t4		320	B
t2		210	C
t3		205	D
t1		185	E
tc		18.33	F

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

ตารางที่ ก.39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโปตัสเซียมในดินหลังการ
ทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1266829.333	253365.867	454.873	2.77	4.
Ex. Error	18	10.026	0.557			
Total	23	1266839.338	55079.971			

GRAND MEAN = 386.4166666666667

CV = 0.19 %

LSD .05 = 1.108765

LSD .01 = 1.518813

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = af_k
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.55700266
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.37316304
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		781	A
t4		544.25	B
t3		404.9	C
t2		315.7	D
t1		189.55	E
tc		83.1	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		781	A
t4		544.25	B
t3		404.9	C
t2		315.7	D
t1		189.55	E
tc		83.1	F

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

ตารางที่ ก.40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแคลเซียมในดินหลังการ
ทดลองปลูกข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1083.973	216.795	605549.813	2.77	4.
Ex.Error	18	0.006	0.000			
Total	23	1083.979	47.130			

GRAND MEAN = 128.293333333333

CV = 0.01 %

LSD .05 = 2.810997E-02

LSD .01 = 3.850571E-02

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = af_ca
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 0.00035801
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00946061
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
tc		137.86	A
t5		134.61	B
t1		131.56	C
t3		124.01	D
t2		121.01	E
t4		120.71	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
tc		137.86	A
t5		134.61	B
t1		131.56	C
t3		124.01	D
t2		121.01	E
t4		120.71	F

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

ตารางที่ ก.41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแมกนีเซียมในดินหลังการ
ทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	237260.833	47452.167	85371.211	2.77	4.2
Ex. Error	18	10.005	0.556			
Total	23	237270.838	10316.123			

GRAND MEAN = 448.583333333333

CV = 0.17 %

LSD .05 = 1.107601

LSD .01 = 1.517218

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION      =   af_mg
*          NUMBER OF MEANS              =       6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      18
*          ERROR MEAN SQUARE            =    0.55583334
*          STANDARD ERROR OF MEAN       =    0.37277114
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		653.5	A
t4		474.5	B
t3		417.5	C
t2		415.5	D
t1		384	E
tc		346.5	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		653.5	A
t4		474.5	B
t3		417.5	C
t2		415.5	D
t1		384	E
tc		346.5	F

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

ตารางที่ ก.42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังการ
ทดลองปลูกข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	14.561	2.912	895588.000	2.77	4
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	23	14.561	0.633			

GRAND MEAN = 2.6505
CV = 0.07 %
LSD .05 = 2.67894E-03
LSD .01 = 3.669676E-03

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = af_org *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.00000325 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00090162 *
*

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		3.976	A
t4		3.313	B
t3		2.623	C
t2		2.318	D
tc		1.899	E
t1		1.774	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		3.976	A
t4		3.313	B
t3		2.623	C
t2		2.318	D
tc		1.899	E
t1		1.774	F

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

ตารางที่ ก.43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณเหล็กในดินหลังการทดลอง
ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	142.687	28.537	10833901.000		2.77
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	23	142.687	6.204			

GRAND MEAN = 7.207

CV = 0.02 %

LSD .05 = 2.411162E-03

LSD .01 = 3.302867E-03

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION      =   af_fe
*          NUMBER OF MEANS              =       6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM      =      18
*          ERROR MEAN SQUARE            =    0.00000263
*          STANDARD ERROR OF MEAN       =    0.00081149
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t1		12.63	A
t _c		6.49	B
t2		6.374	C
t4		6.098	D
t3		5.876	E
t5		5.774	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t1		12.63	A
t _c		6.49	B
t2		6.374	C
t4		6.098	D
t3		5.876	E
t5		5.774	F

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

ตารางที่ ก.44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณสังกะสีในดินหลังการทดลอง
ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้น
อัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วยทดลอง
ควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	59.563	11.913	3493425.250	2.77	4
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	23	59.563	2.590			

GRAND MEAN = 1.791
CV = 0.10 %
LSD .05 = 2.743389E-03
LSD .01 = 3.75796E-03

*
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = af_zn *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.00000341 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00092331 *

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		4.786	A
t4		2.886	B
t3		1.328	C
t2		.842	D
t1		.554	E
tc		.35	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		4.786	A
t4		2.886	B
t3		1.328	C
t2		.842	D
t1		.554	E
tc		.35	F

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

ตารางที่ ก.45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณทองแดงในดินหลังการ
ทดลองปลูกข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	63.207	12.641	3763136.000	2.77	
Ex. Error	18	0.000	0.000			
Total	23	63.207	2.748			

GRAND MEAN = 2.67033333333333

CV = 0.07 %

LSD .05 = 2.722914E-03

LSD .01 = 3.729913E-03

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION      = af_cu
* NUMBER OF MEANS              = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM      = 18
* ERROR MEAN SQUARE            = 0.00000336
* STANDARD ERROR OF MEAN       = 0.00091642
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		5.528	A
t4		3.722	B
t3		2.586	C
t1		1.928	D
tc		1.91	E
t2		.348	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		5.528	A
t4		3.722	B
t3		2.586	C
t1		1.928	D
tc		1.91	E
t2		.348	F

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

ตารางที่ ก.46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแมงกานีสในดินหลังการ
ทดลองปลูกข้าวเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุ
รองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน และในดินของหน่วย
ทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	799.380	159.876	287.777	2.77	4.25
Ex. Error	18	10.000	0.556			
Total	23	809.380	35.190			

GRAND MEAN = 11.439333333333333

CV = 6.52 %

LSD .05 = 1.107324

LSD .01 = 1.516839

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*
* PROBLEM IDENTIFICATION      = af_mn
* NUMBER OF MEANS              = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM      = 18
* ERROR MEAN SQUARE            = 0.55555546
* STANDARD ERROR OF MEAN       = 0.37267795
*
*****

```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		22.01	A
t4		15.84	B
t3		9.45	C
t2		9.24	C
t1		7	D
t _c		5.096	E

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		22.01	A
t4		15.84	B
t3		9.45	C
t2		9.24	C
t1		7	D
t _c		5.096	E

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

ภาคผนวก ข
คำนวณผลผลิตต่อกระถาง

คำนวณผลผลิตต่อกระถาง

ผลผลิต	=	$ก * ข * ค * ง$
ผลผลิต	=	น้ำหนักของเมล็ดต่อพื้นที่
ก	=	จำนวนต้นต่อพื้นที่
ข	=	จำนวนฝักต่อต้น
ค	=	จำนวนเมล็ดต่อฝัก
ง	=	น้ำหนักเมล็ด 1 เมล็ด

	จำนวนต้น ต่อพื้นที่	จำนวนฝัก ต่อต้น	จำนวนเมล็ด ต่อฝัก	น้ำหนักเมล็ด 1 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิตต่อ กระถาง (กรัม)
T ₀	4	3.50	1.71	0.11384	2.732
T ₁	4	8.50	1.76	0.16482	9.889
T ₂	4	12.75	1.88	0.16556	15.832
T ₃	4	14.00	1.94	0.16782	18.243
T ₄	4	16.50	1.80	0.17305	20.593
T ₅	4	12.50	1.90	0.15658	14.875

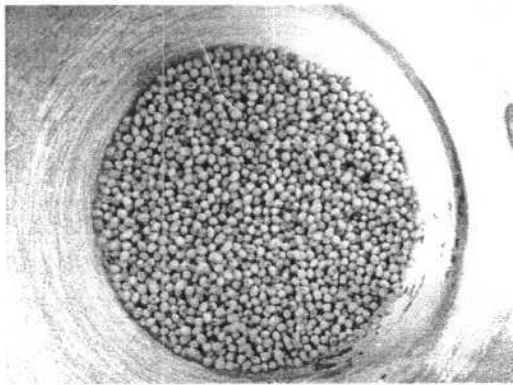
ภาคผนวก ค
ภาพวัสดุ อุปกรณ์ และการปลูก



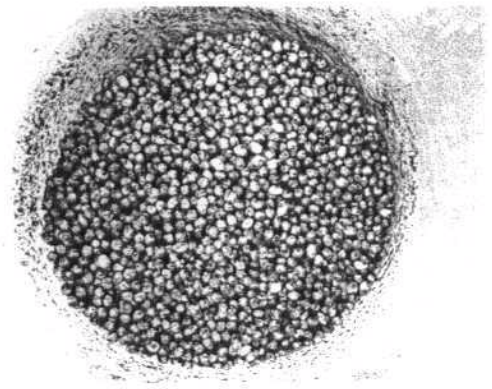
ภาพที่ ค.1 ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด จากห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ตำบลท่าตูม
อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี



ภาพที่ ค.2 ตัวอย่างวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

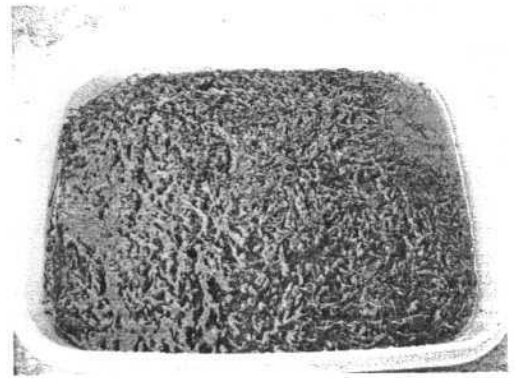


ไม่คลุกเชื้อไรโซเบียม



คลุกเชื้อไรโซเบียม

ภาพที่ ค.3 เปรียบเทียบเมล็ดถั่วเหลืองก่อนและหลังคลุกเชื้อไรโซเบียม

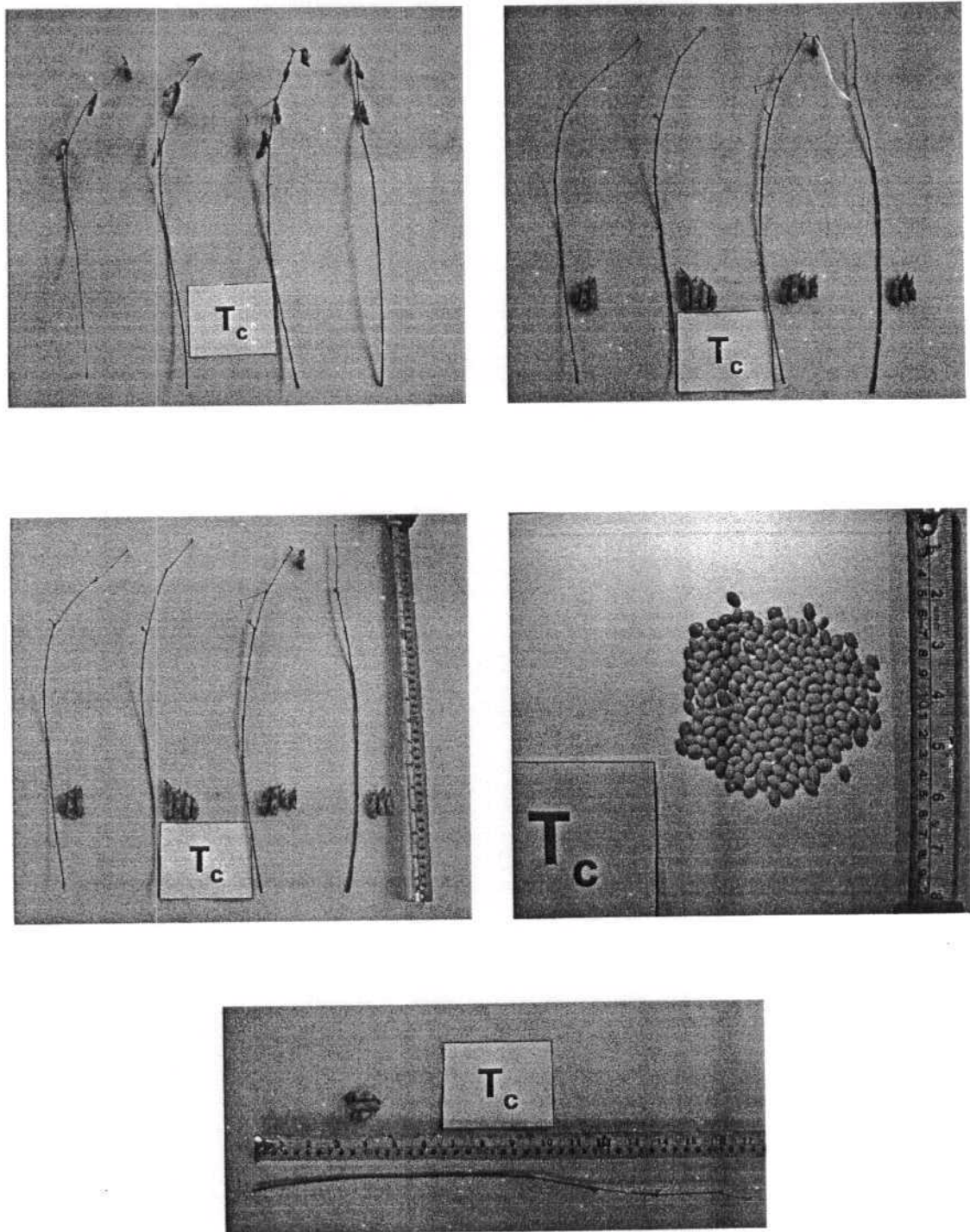


ภาพที่ ค.4 ยาจุลินทรีย์สำหรับฉีดพ่นเมื่อปรากฏว่ามีแมลงหรือหนอน

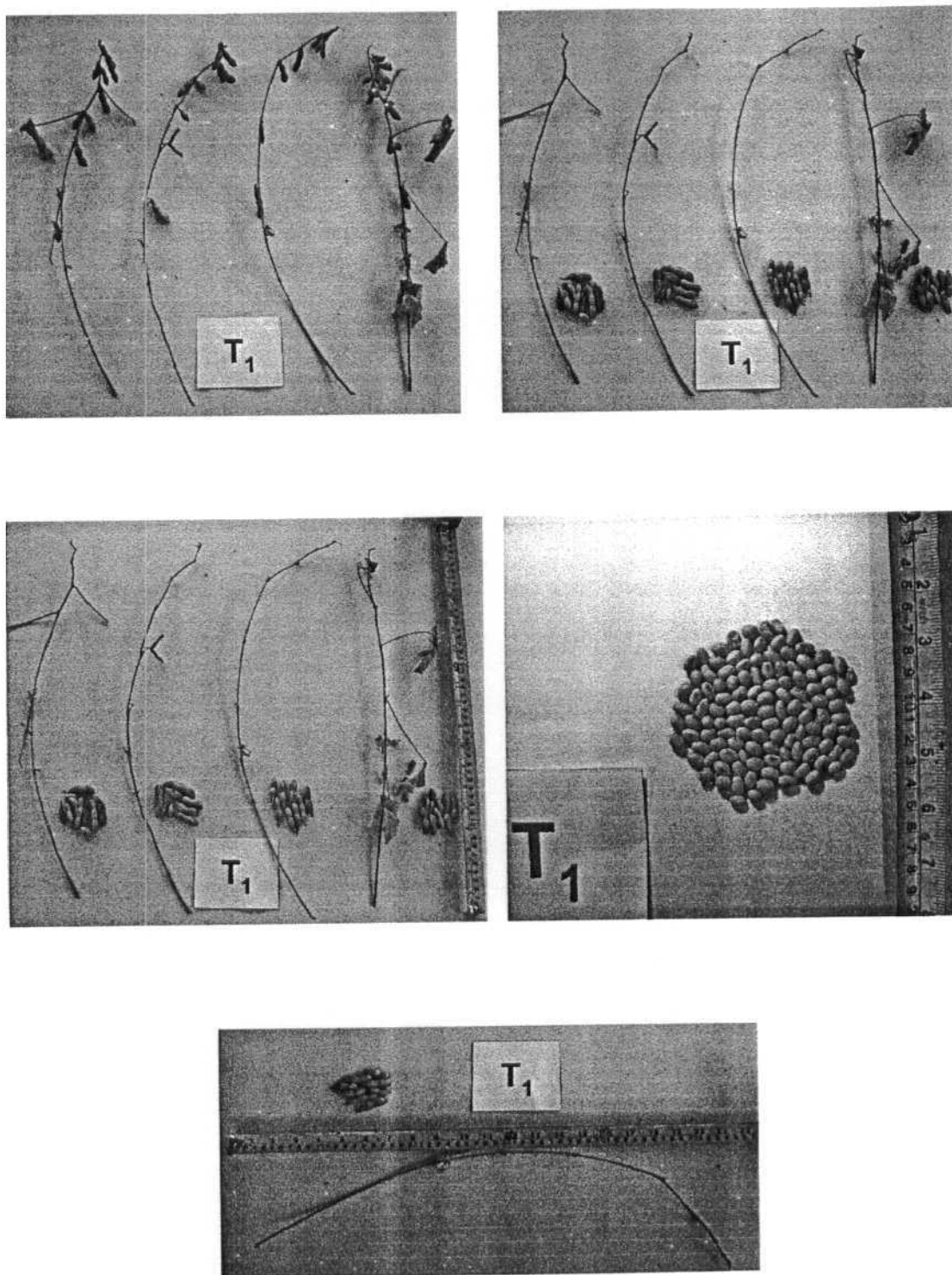


ภาพที่ ค.5 ดินก่อนทำการปลูก

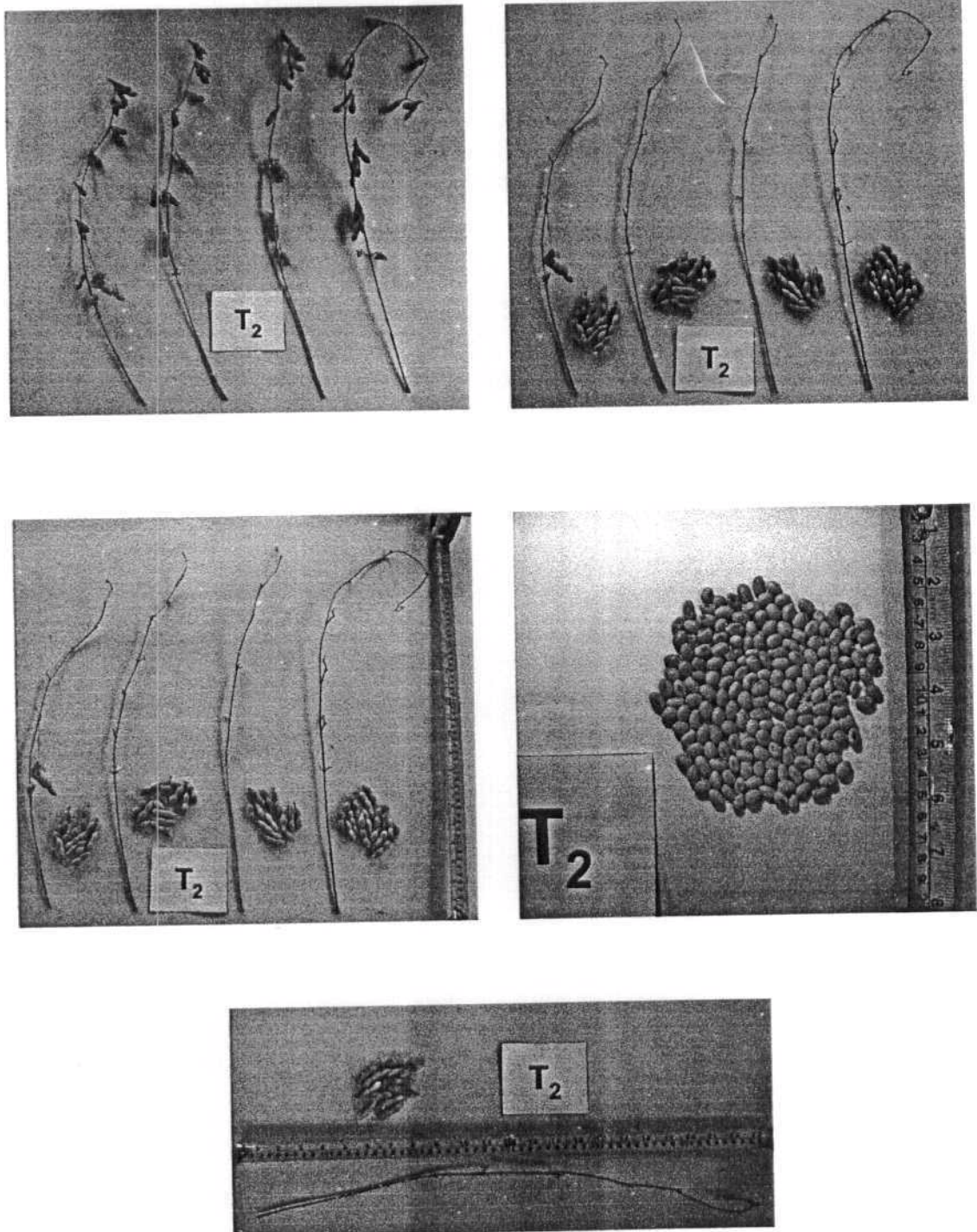
ภาคผนวก ง
การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยว



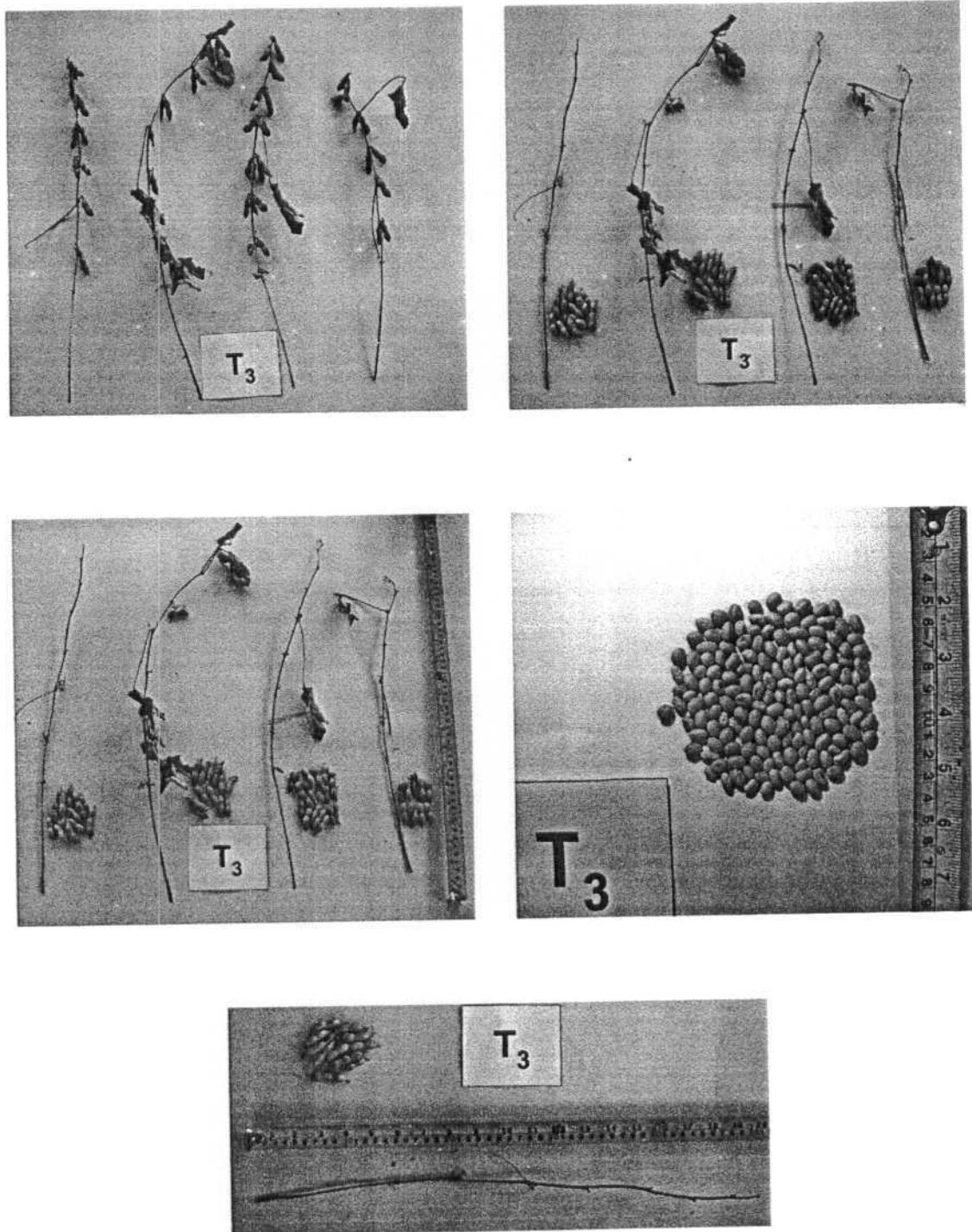
ภาพที่ ๑.๑ การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวเหลืองที่ปลูกในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_c)



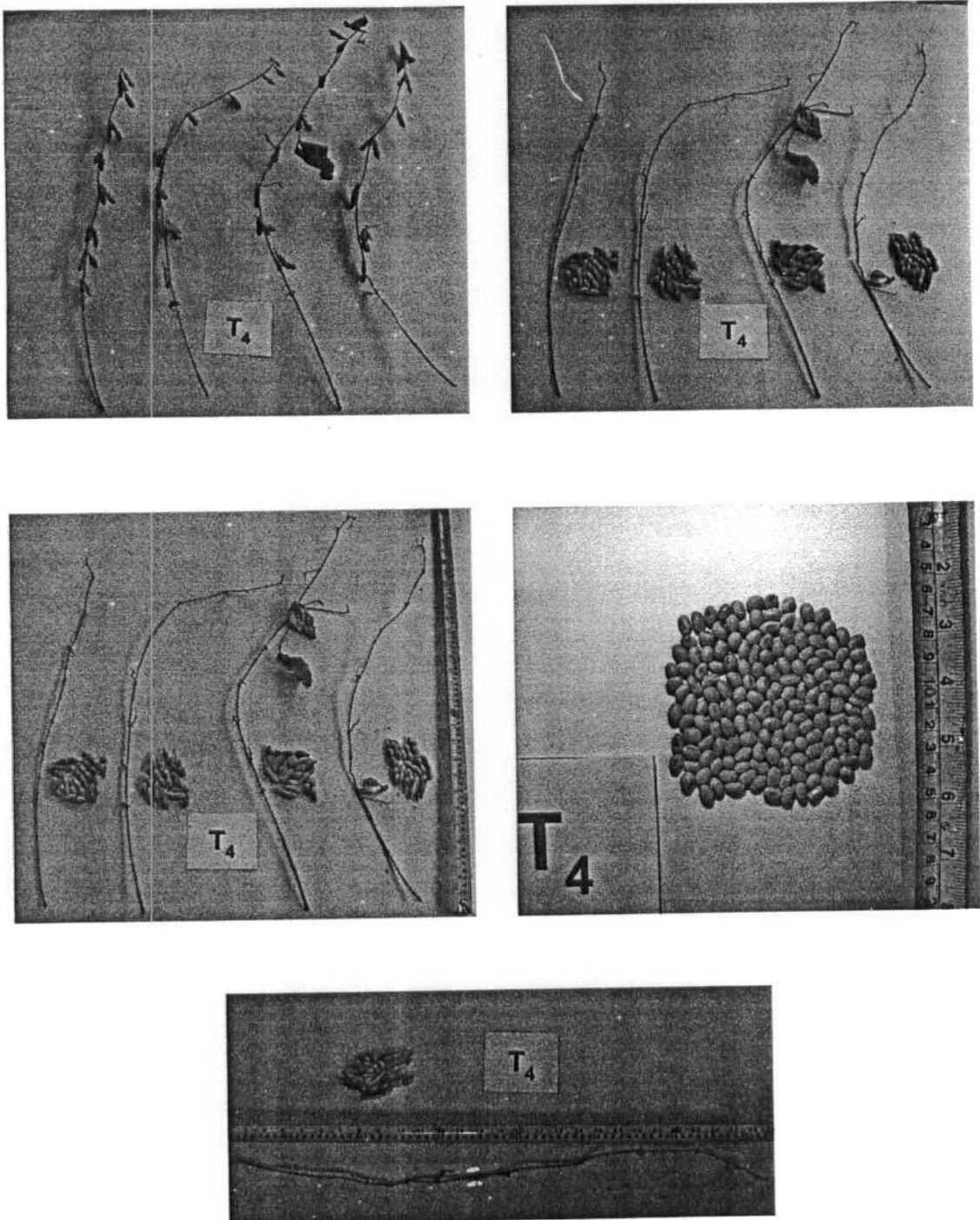
ภาพที่ ๒.๒ การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวม
วัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ ๐ (ปุ๋ยเคมี)



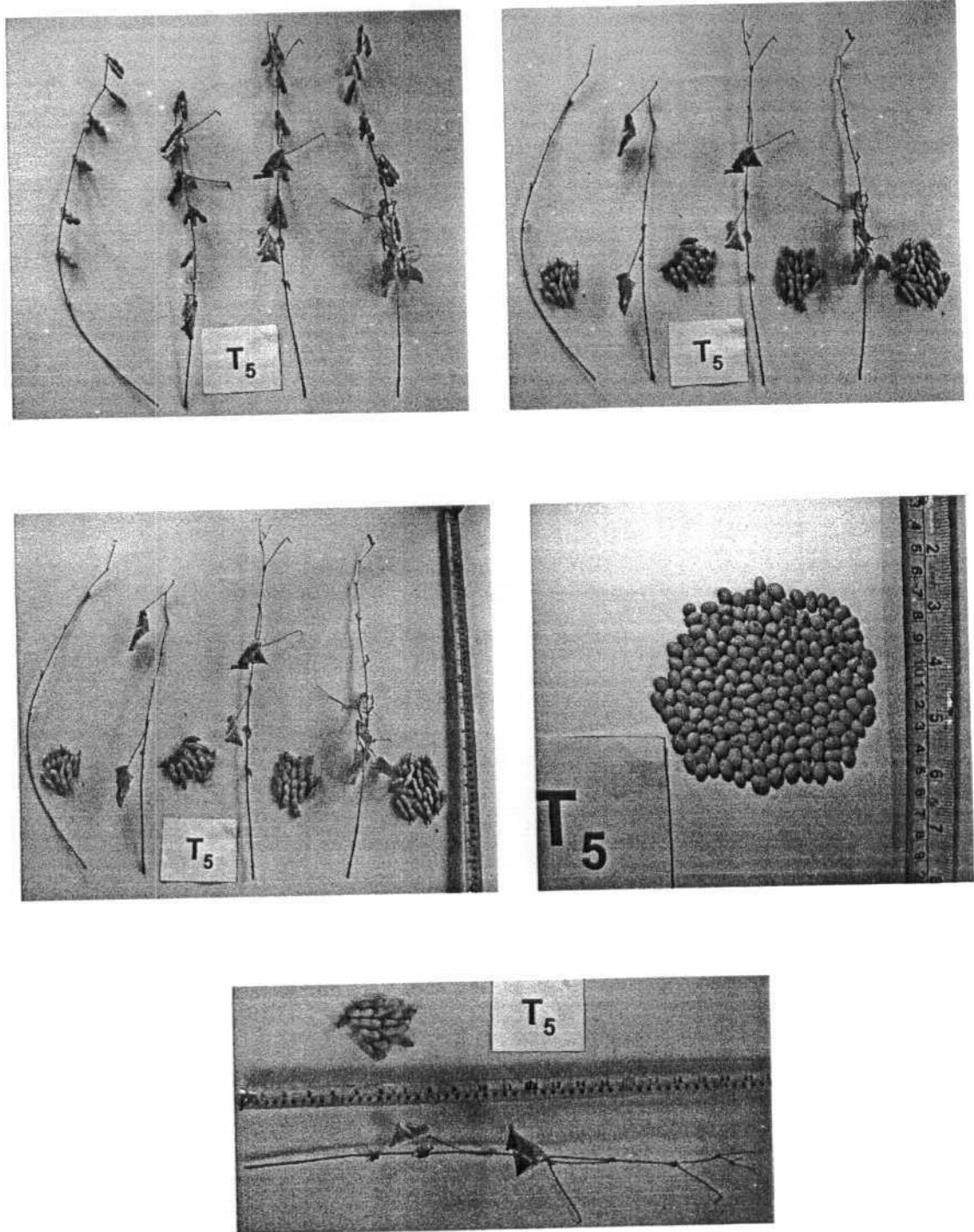
ภาพที่ ๓.3 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวม
วัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 25



ภาพที่ ง.4 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวม
วัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 50



ภาพที่ ๖.๕ การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวม
วัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75



ภาพที่ 3.6 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวม
วัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 100

ภาคผนวก จ
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน มิถุนายน พ.ศ. 25 48

วันที่	ฝน มม.	อุณหภูมิ (°ซ.)				ความชื้น %	หมายเหตุประจำวัน	สรุปค่าประจำเดือน
		สูงสุด	ต่ำสุด	ดุ่มแห้ง	ดุ่มเปียก			
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0	28.0	17.2	17.2	13.0	59	ท้องเมฆบางส่วน	ฝน " T " มม. จำนวนฝนรวม..... มากที่สุดใน 24 ชม. เมื่อวันที่..... จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม. ขึ้นไป.....วัน
2	0.0	29.4	18.3	18.3	13.5	55	"	
3	0.0	31.9	14.5	14.6	13.4	87	" นิดๆ	
4	0.0	33.3	16.2	16.5	14.9	83	เมฆบางส่วน มีฝนเล็กน้อย	
5	0.0	32.8	19.9	21.5	17.7	67	"	
6	0.0	31.6	19.9	22.2	18.0	64	"	
7	0.0	32.8	20.9	22.8	18.5	64	"	
8	0.0	33.9	20.2	23.3	18.5	61	"	
9	0.0	33.4	23.1	24.1	18.2	54	"	
10	0.0	33.7	22.5	23.9	18.1	54	"	
11	0.0	33.9	18.9	18.9	17.1	83	" "	อุณหภูมิ เฉลี่ยสูงสุด..... เฉลี่ยต่ำสุด..... เฉลี่ย = $\frac{(\text{สูงสุด} + \text{ต่ำสุด})}{2}$ = สูงสุด..... ต่ำสุด.....
12	0.0	32.4	21.2	21.5	17.9	69	" พายุฝนฟ้าคะนอง "	
13	0.0	32.7	22.4	23.9	22.4	87	" "	
14	0.0	30.2	24.3	24.9	23.7	90	" "	
15	0.0	23.0	19.5	20.9	15.7	55	เมฆเต็มท้องฟ้า มีฝนเล็กน้อย	
16	0.0	29.5	19.5	22.5	16.8	53	" ท้องเมฆบางส่วน "	
17	0.0	32.1	19.2	19.2	17.7	86	" พายุฝนฟ้าคะนอง "	
18	0.0	32.3	21.2	21.5	19.9	86	เมฆบางส่วน, เมฆบางส่วน, เมฆบางส่วน	
19	0.0	32.3	23.1	23.2	22.3	92	" "	
20	0.0	32.4	24.4	24.7	23.7	92	" "	
21	0.0	32.0	23.4	24.5	23.4	91	" "	หมายเหตุ เกอร์มิเมเตอร์ทำงานปกติ ตั้งแต่วันที่ 29 มิ.ย. 48
22	0.0	32.5	23.4	23.5	22.6	92	" พายุฝนฟ้าคะนอง "	
23	0.0	33.7	22.4	22.6	21.5	90	" "	
24	0.0	32.1	23.7	23.7	23.0	94	" "	
25	0.0	31.8	23.1	24.0	23.1	92	" "	
26	0.0	33.5	23.1	23.5	23.0	96	" "	
27	0.0	34.2	22.6	24.0	23.2	93	" "	
28	0.0	34.7	23.3	23.9	23.2	94	" "	
29	0.0	34.9	22.7	23.4	23.0	97	" "	
30	0.0	35.4	-	24.0	23.0	91	" "	
31	0.0	35.4	-	24.3	23.5	93	" "	
รวม	"T"	1007.8	614.8	688.0	613.5	84.64		
เฉลี่ย	"T"	32.32	21.20	22.16	19.79	81.48		

รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน ฝนหลวง พ.ศ. 25 48

วันที่	ฝน มม.	อุณหภูมิ (°ซ.)				ความชื้น %	หมายเหตุประจำวัน	สรุปค่าประจำเดือน
		สูงสุด	ต่ำสุด	คัมแฮ้ง	คัมเปียก			
		1	2	3	4			
1	0.0	33.5	-	25.1	24.5	95	น้ำค้างแข็ง	ฝน จำนวนฝนรวม..... 0.0 มม. มากที่สุด 24 ชม. 0.0 มม. เมื่อวันที่..... จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม. ขึ้นไป..... 0 วัน
2	0.0	33.5	-	25.4	24.1	89	" "	
3	0.0	34.0	-	25.0	24.1	92	" "	
4	0.0	34.5	-	24.5	23.5	92	" "	
5	0.0	34.6	-	24.5	23.5	92	" "	
6	0.0	34.9	-	24.1	23.1	91	" "	
7	0.0	34.9	-	25.0	23.8	90	" "	
8	0.0	35.2	-	25.0	23.8	90	" "	
9	0.0	34.8	-	25.0	24.2	93	" "	
10	0.0	35.2	-	25.5	24.0	88	" "	
11	0.0	33.7	-	26.0	24.5	88		อุณหภูมิ เฉลี่ยสูงสุด..... 34.5 °ซ. เฉลี่ยต่ำสุด..... 24.88 °ซ. เฉลี่ย = $\frac{(\text{สูงสุด} + \text{ต่ำสุด})}{2}$ = 24.91 °ซ. สูงสุด 36.4 °ซ. วันที่ 24 ต่ำสุด 24.0 °ซ. วันที่ 19, 26
12	0.0	34.4	-	25.6	24.3	89	น้ำค้างแข็ง	
13	0.0	34.3	-	25.5	24.4	91	" "	
14	0.0	34.7	-	25.4	24.0	88	" "	
15	0.0	34.9	-	24.9	23.7	90	" "	
16	0.0	35.5	-	24.1	22.9	90	" "	
17	0.0	35.8	24.4	24.6	23.5	91	" "	
18	0.0	36.0	24.4	24.7	23.8	92	" "	
19	0.0	35.2	24.0	24.1	23.5	95	" "	
20	0.0	34.4	25.2	25.6	24.2	89	" "	
21	0.0	34.6	25.5	25.9	21.1	63	น้ำค้างแข็ง	หมายเหตุ เมื่อ 19 มี.ค. 2548 ฝนตก 1 ครั้ง 30 มี.ค. 2548 ฝนตก 1 ครั้ง 16 มี.ค. 2548 ฝนตก 1 ครั้ง รวม 16 ก.พ. 48
22	0.0	35.0	25.8	26.0	24.7	89	น้ำค้างแข็ง	
23	0.0	35.4	25.4	25.6	24.4	90	" "	
24	0.0	36.4	25.5	25.7	24.5	90	" "	
25	0.0	36.2	24.8	25.0	23.6	88	" "	
26	0.0	36.1	24.8	25.5	24.5	92	" "	
27	0.0	35.2	24.7	25.0	23.8	90	" "	
28	0.0	35.0	24.0	24.4	22.7	86	" "	
29	-	-	-	-	-	-	-	
30	-	-	-	-	-	-	-	
31	-	-	-	-	-	-	-	
รวม	0.0	377.9	248.5	262.7	166.7	2503		
เฉลี่ย	0.00	34.93	24.88	25.10	23.81	89.39		

รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน มิถุนายน พ.ศ. 25 48

วันที่	ฝน มม.	อุณหภูมิ (°ซ.)				ความชื้น %	หมายเหตุประจำวัน	สรุปค่าประจำวัน
		สูงสุด	ต่ำสุด	คัมหมั่ง	คัมหมัก			
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0	34.9	24.4	25.0	23.5	88	ฟ้าทึบ มีฝนเล็กน้อย	ฝน จำนวนฝนรวม..... 20.0 มม. มากที่สุด 24 ชม. 11.4 มม. เมื่อวันที่..... 26 จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม. ขึ้นไป..... 4 วัน
2	0.0	35.1	25.4	25.7	24.5	90	" "	
3	0.0	34.5	20.5	25.7	24.3	89	" "	
4	0.0	33.3	23.4	24.0	18.9	59	" "	
5	0.0	28.9	21.0	21.2	14.9	47	" "	
6	0.0	30.7	18.6	18.9	13.3	49	" "	
7	0.0	34.1	18.4	18.5	15.1	68	" "	
8	0.0	34.8	19.5	20.0	17.2	74	" มีฝนตกเล็กน้อย	
9	0.0	35.0	23.5	24.0	22.5	87	" ฟ้าทึบ มีฝนเล็กน้อย	
10	0.0	35.2	24.5	24.9	23.5	88	" "	
11	0.0	35.0	24.9	25.6	23.9	86	" "	อุณหภูมิ เฉลี่ยสูงสุด..... 35.19 °ซ. เฉลี่ยต่ำสุด..... 24.35 °ซ. เฉลี่ย = $\frac{(\text{สูงสุด} + \text{ต่ำสุด})}{2}$ = 29.77 °ซ. สูงสุด 37.8 °ซ. วันที่ 31 ต่ำสุด 18.4 °ซ. วันที่ 7
12	0.0	36.4	24.1	24.5	23.0	87	" ฟ้าทึบ มีฝนเล็กน้อย	
13	0.0	36.6	24.5	24.9	22.5	80	" ฟ้าทึบ มีฝนเล็กน้อย	
14	0.0	35.0	24.0	25.0	20.1	62	" "	
15	0.0	33.9	25.4	26.4	24.5	85	" "	
16	0.0	33.6	25.2	25.7	24.4	89	" "	
17	0.0	36.2	25.3	25.8	24.3	88	" "	
18	4.3	35.8	25.0	26.6	25.0	87	" มีฝนเล็กน้อย	
19	0.0	36.1	26.1	28.0	21.5	54	" ฟ้าทึบ มีฝนเล็กน้อย	
20	0.0	37.4	24.5	25.9	21.5	66	" "	
21	0.0	36.1	26.0	27.0	24.5	81	" "	หมายเหตุ
22	0.0	37.1	25.4	25.9	24.8	91	" "	
23	0.0	36.8	25.9	26.6	25.0	87	" "	
24	2.0	35.8	26.4	27.5	25.5	84	" มีฝนเล็กน้อย	
25	2.3	34.5	24.7	26.0	23.0	76	" มีฝนเล็กน้อย	
26	(1.4)	32.4	24.2	24.8	22.5	73	" "	
27	0.0	35.4	24.1	25.0	24.4	95	" ฟ้าทึบ มีฝนเล็กน้อย	
28	0.0	36.3	25.5	26.5	25.4	91	" "	
29	0.0	37.4	25.8	26.5	25.6	93	" "	
30	0.0	36.8	26.5	27.1	25.8	90	" "	
31	0.0	(37.8)	26.0	27.0	25.1	85	" "	
รวม	20.0	1070.9	254.7	776.9	679.6	2469		
เฉลี่ย	265	35.19	24.35	25.06	22.57	7769		

รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 25 48

วันที่	ฝน มม.	อุณหภูมิ (°ซ.)				ความชื้น %	หมายเหตุประจำวัน	สรุปค่าประจำเดือน
		สูงสุด	ต่ำสุด	คู่แห่ง	คู่เปียก			
		1	2	3	4	5		
1	0.0	37.4	26.8	27.7	25.9	86	อากาศร้อน	ฝน จำนวนฝนรวม <u>184.8</u> มม. มากที่สุดใน 24 ชม. <u>78.9</u> มม. เมื่อวันที่ <u>14</u> จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม. ขึ้นไป <u>7</u> วัน
2	0.1	37.0	25.7	26.6	23.9	79	เมฆฝนเล็กน้อย ลมแรง	
3	25.3	32.0	23.3	27.5	24.3	76	"	
4	9.0	27.9	22.4	23.7	22.4	89	พายุเล็กน้อย	
5	0.0	31.4	23.1	24.0	21.0	75	อากาศร้อน จากดวงอาทิตย์	
6	0.0	34.1	22.1	23.1	21.1	83	มีลม	
7	0.0	36.5	24.9	25.7	24.0	86	" มีเมฆขึ้น อากาศร้อน	
8	0.0	37.0	25.0	26.9	25.9	92	" " "	
9	0.0	37.2	26.3	27.1	25.6	88	" " "	
10	0.0	37.7	26.2	27.1	25.2	85	อากาศร้อน	
11	0.0	38.1	26.9	28.0	26.5	88	" เมฆฝนน้อย	อุณหภูมิ เฉลี่ยสูงสุด <u>35.72</u> °ซ. เฉลี่ยต่ำสุด <u>25.40</u> °ซ. เฉลี่ย = $\frac{(\text{สูงสุด} + \text{ต่ำสุด})}{2}$ = <u>30.56</u> °ซ. สูงสุด <u>38.1</u> °ซ. วันที่ <u>11</u> ต่ำสุด <u>22.1</u> °ซ. วันที่ <u>6</u>
12	0.0	37.1	27.2	28.5	26.4	84	"	
13	T	35.9	27.3	28.3	26.6	87	" เมฆฝนเล็กน้อย มีลม	
14	78.9	36.2	23.0	27.4	24.6	78	" " "	
15	0.0	34.8	24.5	26.0	25.2	93	" มีลม มีเมฆขึ้น	
16	0.0	36.4	25.4	26.6	25.0	87	" "	
17	0.0	35.6	26.3	27.2	25.8	89	" " มีเมฆขึ้น	
18	0.0	34.9	25.7	27.1	25.4	87	เมฆฝนน้อย " "	
19	43.3	36.9	23.9	27.0	25.1	85	" มีลม " "	
20	27.0	35.3	23.6	25.5	24.8	94	" " "	
21	0.0	35.3	23.5	25.5	24.5	92	อากาศร้อน	หมายเหตุ
22	0.0	35.6	25.5	26.8	25.2	87	" มีลม	
23	0.0	36.4	26.4	27.6	26.0	88	" "	
24	0.0	36.1	26.7	27.6	26.7	93	" "	
25	0.0	36.9	26.2	28.0	26.4	88	" "	
26	0.0	37.1	26.9	28.5	26.6	86	" "	
27	0.0	36.3	27.2	28.9	26.7	83	" "	
28	0.0	36.9	27.0	28.1	26.9	91	" "	
29	1.2	34.6	26.7	28.6	26.3	83	เมฆฝนน้อย มีลม	
30	0.0	36.9	26.4	27.9	26.8	91	อากาศร้อน มีลม มีเมฆขึ้น	
31	—	—	—	—	—	—	—	
รวม	184.8	1071.5	762.1	808.5	756.8	89.3		
เฉลี่ย	6.16	35.72	25.40	26.95	25.23	86.43		

รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 25 48

วันที่	ฝน มม.	อุณหภูมิ (°ซ.)				ความชื้น %	หมายเหตุประจำวัน	สรุปค่าประจำเดือน
		สูงสุด	ต่ำสุด	ดุ่มแห้ง	ดุ่มเปียก			
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0	37.1	25.6	27.0	24.7	82	อากาศร้อน ร้อนจัด	ฝน จำนวนฝนรวม 143.0 มม. มากที่สุดใน 24 ชม. 41.4 มม. เมื่อวันที่ 30 จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม. ขึ้นไป 11 วัน
2	0.0	37.0	26.2	27.6	26.1	88	"	
3	0.0	37.2	26.5	28.2	26.8	89	"	
4	0.0	37.5	26.8	28.1	26.9	91	"	
5	0.0	37.5	27.0	28.5	26.5	85	"	
6	0.0	37.9	27.4	28.8	27.2	88	"	
7	1.2	36.2	27.2	29.0	27.0	85	" มีฝนตก	
8	T	30.5	25.8	27.2	25.9	90	" มีฝนเล็กน้อย	
9	0.4	35.3	25.1	26.2	25.5	94	" มีฝนตก	
10	0.0	35.6	25.7	27.3	25.7	87	" ร้อนจัด	
11	0.0	37.1	27.0	28.3	26.5	86	"	อุณหภูมิ เฉลี่ยสูงสุด 35.69 °ซ. เฉลี่ยต่ำสุด 25.59 °ซ. เฉลี่ย = $\frac{(\text{สูงสุด} + \text{ต่ำสุด})}{2}$ = 30.64 °ซ. สูงสุด 37.9 °ซ. วันที่ 6 ต่ำสุด 25.2 °ซ. วันที่ 15
12	0.0	36.4	26.3	28.5	26.4	84	"	
13	0.0	36.2	25.8	27.0	25.5	88	"	
14	0.0	36.2	25.5	27.1	25.5	87	"	
15	47.7	36.2	25.2	27.9	26.5	89	" มีฝนฟ้าคะนอง	
16	T	36.5	24.8	26.8	25.5	90	" มีฝนเล็กน้อย	
17	T	35.7	25.9	27.4	26.5	93	"	
18	0.2	35.9	25.7	27.7	26.1	88	" มีฝนฟ้าคะนอง	
19	3.5	34.8	25.6	27.7	26.1	88	"	
20	0.8	31.0	25.1	26.6	25.7	93	"	
21	5.5	34.3	25.0	26.9	25.6	90	"	หมายเหตุ
22	0.0	35.1	24.2	25.5	24.6	93	" ร้อนจัด	
23	0.0	34.4	25.8	27.2	25.9	90	"	
24	0.0	35.0	26.2	27.7	26.0	87	"	
25	0.0	35.2	25.1	27.2	25.5	87	"	
26	0.0	35.0	25.1	26.5	25.0	88	"	
27	0.0	36.6	25.9	27.6	26.5	91	"	
28	3.0	36.7	26.1	27.9	25.5	82	" มีฝนฟ้าคะนอง	
29	0.8	37.0	25.2	26.7	25.0	86	"	
30	41.4	35.3	24.0	25.9	24.3	87	"	
31	8.5	34.1	23.9	25.6	25.0	95	"	
รวม	143.0	1106.5	793.2	847.6	801.5	2741		
เฉลี่ย	4.61	35.69	25.59	27.34	25.85	88.42		

บรรณานุกรม

- กรมการค้าภายใน. 2537. รายงานการศึกษาวิจัยโครงการธุรกิจเลี้ยงสัตว์ครบวงจร.
กรุงเทพฯ: กรมการค้าภายใน.
- กรมการค้าภายใน. 2547. นโยบายและมาตรการถั่วเหลือง ปี 2547. กรุงเทพฯ: กรมการค้า
ภายใน.
- กรมปศุสัตว์. 2539. การผลิตและการตลาดไก่เนื้อ. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์.
- กรมปศุสัตว์. 2545. สถิติการนำเข้า/ส่งออกสินค้าปศุสัตว์ในรอบปี 2544. กรุงเทพฯ: โรง
พิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2540. การปรับปรุงอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร. ใน รายงานผลการวิจัย
ประเมินผล โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุของภาคกลาง.
กรุงเทพฯ: ฝ่ายประเมินผล กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
หน้า 48.
- กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมวิชาการเกษตร. 2547. การจัดการกลุ่มชุดดินที่ 28. (Online). Available URL:
[http://www.doa.go.th/sootin%20webs/soil_group/28/การจัดการกลุ่มชุดดิน
ที่_28.htm](http://www.doa.go.th/sootin%20webs/soil_group/28/การจัดการกลุ่มชุดดินที่_28.htm)
- กรมศุลกากร. 2544. อ้างถึงใน เสน่ห์ เทียนแก้ว. 2544. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน
ทางการเงินของการลงทุนเลี้ยงไก่เนื้อแบบรับจ้างเลี้ยงและแบบประกันราคาของ
เกษตรกรในพื้นที่ภาคกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. ม.ป.ป. เอกสารวิชาการ เรื่อง ถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุม
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2534. วิชาการด้านอินทรีย์วัตถุในการปรับปรุงดินและเพิ่ม
ผลผลิตพืช. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542. การปลูกถั่วเหลืองฤดูฝน. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันธ์
พันธ์ลิขิต.

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. ปุ๋ยคอก. (Online). Available URL: http://www.doae.go.th/soil_fert/puikok.htm
- กฤษฎา หงส์รัตน์. 2546. การศึกษาการใช้มูลกิ้งกือทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- กฤษณา ทิวาดรี. 2546. อิทธิพลของมูลไก่ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และผลผลิตของข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กองปฐพีวิทยา. 2542. การจัดการดินไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่. ใน รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา ชลบุรี, 23 – 25 กุมภาพันธ์ 2542. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร. หน้า 68.
- เกศกมล เสริมวิริยะกุล. 2547. การศึกษาการใช้กากตะกอนน้ำเสียชุมชนทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์ และคณะ. 2542. ถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ: กลุ่มเกษตรกรสัญจร.
- เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ. 2545. การผลิตสัตว์ปีก (Poultry Production). พิมพ์ครั้งที่ 2. นครศรีธรรมราช: คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช.
- จงรักษ์ จันทรเจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และสุเทพ ทองแพ. 2545. การศึกษาผลการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับฟอสฟอรัสจากมูลไก่ และซิลิกอนจากแกลบต่อผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด. ใน รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนอุดหนุนวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2542. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 27 – 37.
- จวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ และคณะ. 2535. อิทธิพลของอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน. วารสารดินและปุ๋ย. 14 (1): 24 – 30.
- เฉลิมพล แชมเพชร. 2542. สรีระวิทยาการผลิตพืชไร่. กรุงเทพฯ: นนทบุรีการพิมพ์.
- ชัชวาล สุวัฒน์คิลก. 2546. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุนทำฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในโรงเรือนระบบปิดควบคุมอุณหภูมิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คำวิ ทาวรรมาศ และองอาจ ชังธาดา. 2520. ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยมูลสัตว์ต่อข้าวฟ่างที่ปลูกในดินชุดปากช่อง. ใน รายงานการทดลองและวิจัยกรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 125–128.

- ดาปี วัชรานุกร. 2545. การวิเคราะห์อุปทานส่งออกและอุปสงค์นำเข้าไก่สดแช่แข็งของไทยในตลาดญี่ปุ่นและเยอรมนี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธงชัย ตั้งเปรมศรี. 2523. การศึกษาอิทธิพลและผลตกค้างของปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ที่มีต่อข้าวโพดไร่ในดินชุดปากช่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2542. มูลไก่อัดเม็ด เทคโนโลยีระดับชาวบ้าน. เทคโนโลยีชาวบ้าน.
12 (5): 44 – 45.
- ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2547. ภาวะมลพิษด้านของเสียของฟาร์มปศุสัตว์. สำนักวิจัย สถาบัน
บัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- นลินี ว่องมงคลฤทธิ์. 2536. ปุ๋ยอินทรีย์. พระนครศรีอยุธยา: คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ
(พระนครศรีอยุธยา หันตรา) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- น้อย เขียรนันท์ และนพชัย สวนมาลี. 2535. การปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง.
อ้างถึงโดย สุวพันธ์ รัตนะรัต. แนวทางการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่ว
เหลืองและถั่วลิสง. ใน รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การ
จัดการดินไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่
ณ โรงแรม แอมบาสซาเดอร์ซิตี จอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี, 23 – 25
กุมภาพันธ์ 2542. ชลบุรี: กรมวิชาการเกษตร. หน้า 55 – 79.
- ปฐพีชล วายุอัคคี. 2541. ดินและปุ๋ย. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม.
- ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์. 2523. ปุ๋ย. วารสารข่าวสารดินและปุ๋ย.
2 (3): 213 – 223.
- พิทยากร ลิ้มทอง และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิโรจน์. 2541. การวิเคราะห์ข้อมูลและการ
จัดทำระบบการจัดเก็บข้อมูลด้านวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและ
อุตสาหกรรมเกษตรของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ
กรมพัฒนาที่ดิน.
- พิรัชดา วาสนานุกูล และคณะ. 2540. อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. ปุ๋ยคอก.
(Online). Available URL: http://www.doae.go.th/soil_fert/puikok.htm
- ไพฑูรย์ อุไรวงศ์. 2527. อิทธิพลและผลตกค้างของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลไก่ พืชบำรุงดินบางชนิดและ
หินฟอสเฟตที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- มงคล ต๊ะอูน และสัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2539. อ้างถึงใน ชนิดา ไกรขุนทด. 2543. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์และธาตุอาหารในกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานน้ำตาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มนกฤตย์ บุญยฤทธิ์ และเฉลิมพล แซมเพชร. 2539. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลือง. ใน รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6 ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส เชียงใหม่ 3 – 6 กันยายน 2539. เชียงใหม่: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 185–195. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะเกษตร. คณะจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. ปุ๋ยอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2543. ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยงยุทธ โอสดสภา และคณะ. 2543. อ้างถึงใน อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ. 2545. การใช้ประโยชน์กากตะกอนของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลสำหรับเป็นปุ๋ยอินทรีย์และสารปรับปรุงดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ธีรวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์. 2540. ลักษณะทางการเกษตรและสรีรวิทยาที่สัมพันธ์กับการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิทยา มาสร้างสรรค์ และดำริ ถาวรมาศ. 2521. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปุ๋ยมูลไก่กับปุ๋ยเคมีต่อข้าวฟ่าง. ใน รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ ปี 2521 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: สาขาดินและปุ๋ย กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1–4.
- วีระศักดิ์ เทพจันทร์. 2535. อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมัยชัย. 2543. ถั่วเหลืองในเขตชลประทาน (Soybean in Irrigated Area). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. และ หฤษฎี ภัทรดิลก. 2534. การพัฒนาการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วเขียวผิวดำที่ปลูกในวันปลูกและอัตราปลูกต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วุฒิเทพ อินทปัญญา. 2539. ข้อได้เปรียบในการแข่งขันของการส่งออกไก่สดแช่แข็งของประเทศไทยอยู่ที่ไหน. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ศรายุทธ เอี่ยมไพโรจน์. 2542. การวิเคราะห์อุปทานและอุปสงค์ไก่เนื้อของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ศิริเนตร สิทธิกุล. 2545. การใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสและผลการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับ
ซิลิกอนต่อการเจริญเติบโต และการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดิน
ออกซิซอลส์ ชุดดินทำใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภชัย แก้วมัยชัย. 2537. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทย. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัย
พืชไร่เชียงใหม่.
- ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2539. กวามลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 2543. อ้างถึงใน กฤษฎา หงส์รัตน์. 2546. การศึกษาการใช้มูลกิ้ง
กวดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมัยชัย. 2543. ถั่วเหลืองในเขตชลประทาน (Soybean in
Irrigated Area). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- สมศักดิ์ ศรีสมบูรณ์. 2542. อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมัยชัย. 2543.
ถั่วเหลืองในเขตชลประทาน (Soybean in Irrigated Area). กรุงเทพฯ:
สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- สรสิทธิ์ วัชรโรยาน. 2518. อ้างถึงใน อุดม นาอะสะ. 2545. การจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิต
ถั่วเหลืองในดินขาดฟอสฟอรัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สรวุฑ อินทสิทธิ์. 2546. การพัฒนาสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีระยะการเจริญเติบโตทาง
ลำต้นแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สลิตดา ศิลาสาย. 2546. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจการใช้มันเส้นในสูตรอาหารไก่เพื่อลด
ต้นทุนการผลิตไก่เนื้อในจังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2545. ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่
สำคัญ. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2546. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก
2544/45. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จันทบุรี. 2545. แจ้งผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ย
มูลไก่. จันทบุรี: ฝ่ายวิเคราะห์และบริการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6
จันทบุรี.

- สุมาลี กลางสุข. 2546. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดินเหนียวซึ่งอยู่ใต้ชั้นดินลูกรังในชุดดินโพนพิสัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2536. อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. ปุ๋ยคอก. (Online).
Available URL: http://www.doae.go.th/soil_fert/puikok.htm
- สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2536. การใช้ปุ๋ยมูลไก่ปรับปรุงดินกรดสำหรับปลูกมะละกอ. วารสารเกษตร. 9 (3): 248 – 253.
- สุลาวัลย์ สุทธิรวงศ์. นักสำรวจดิน. 2548 (24 สิงหาคม). การสัมภาษณ์.
- สุพันธ์ รัตนะรัต. 2542. แนวทางการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลืองและถั่วลิสง. ใน รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การจัดการดินไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่ ณ โรงแรมแอมบาสเตอร์ซีดี จอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี, 23 – 25 กุมภาพันธ์ 2542. ชลบุรี: กรมวิชาการเกษตร. หน้า 55–79.
- สุพันธ์ รัตนะรัต และเพิ่มพูน กิรติกลีกร. 2532. งานวิจัยดินและปุ๋ยถั่วลิสงในประเทศไทย. ใน รายงานการสัมมนาถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 9 โครงการชลประทานลำพระเพลิง จังหวัดนครราชสีมา, 7 – 11 พฤษภาคม 2533. นครราชสีมา: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 227–244.
- สุพันธ์ รัตนะรัต และสายใจ สุชาติกุล. 2542. อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมัยชัย. 2543. ถั่วเหลืองในเขตชลประทาน (Soybean in Irrigated Area). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- เสน่ห์ เทียนแก้ว. 2544. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของการลงทุนเลี้ยงไก่เนื้อแบบรับจ้างเลี้ยงและแบบประกันราคาของเกษตรกรในพื้นที่ภาคกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- หรั่ง มีสวัสดิ์ และคณะ. 2539. การใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งชลประทานในระยะยาว. ใน รายงานผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ ปี 2539. กรุงเทพฯ: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 11.
- หฤษฎี ภัทรดิลก. 2534. การพัฒนาการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วเขียวผิวดำที่ปลูกในวันปลูกและอัตราปลูกต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อนนท์ สุขสวัสดิ์, พันธ์ สุวรรณธาดา และดิเรก อินตาพรหม. 2537. อิทธิพลของปริมาณและระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว. วารสารวิชาการเกษตร. 12 (2): 94–101.

- อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์. 2544. การศึกษาอิทธิพลของการอัดเม็ด วิชชีใส่ และเวลาในการใส่ปุ๋ย
มูลไก่ต่อผลผลิตและการดูดดึงธาตุอาหารของข้าวโพด และต่อสมบัติของดิน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิพรณ พุกภักดี. 2546. ถั่วเหลือง : พืชทองของไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อัมมทินพงศ์ จัตุราคม. 2538. อ้างถึงใน เสน่ห์ เทียนแก้ว. 2544. การวิเคราะห์ต้นทุนและ
ผลตอบแทนทางการเงินของการลงทุนเลี้ยงไก่เนื้อแบบรับจ้างเลี้ยงและแบบประกัน
ราคาของเกษตรกรในพื้นที่ภาคกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2540. อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. ปุ๋ยคอก. (Online).
Available URL: http://www.doae.go.th/soil_fert/puikok.htm
- อาวูธ ตันโซ. 2538. การผลิตสัตว์ปีก. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2536. การจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. วารสารดินและปุ๋ย.
15 (8): 218 – 245.
- อุดม นาอะะ. 2545. การจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในดินขาดฟอสฟอรัส.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Bell, R.W. et al. Quoted in Ratanarat, S., Pongsakul, P. and Loneragan, J.F. 1990.
**Mineral Nutrition of Food Legumes in Thailand with Particular
Micronutrients.** Bangkok: ACIAR technical Reports.
- Burl, M., Graham, L. and Donovan, T. 1982. Long-term Effects of Manure on Soil
Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Sodium, Organic Matter and Water
Infiltration Rate. **Soil Science Society of America Journal.** 46 (9):
1014–1018.
- Casellanos, J.Z. and Pratt, P.F. 1981. Mineralization of Nitrogen–Correlation with
Laboratory Indexes. **Soil Science Society of America Journal.** 45 (4):
354–357.
- Chaney, W.F. 1982. อ้างถึงใน ศิราณี ศิริสุขโขดม. 2535. ผลของกากตะกอนจากการบำบัดน้ำ
เสียชุมชนต่อการเติบโตและการสะสมโลหะหนักในพืชผัก บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม
จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Egli, D.B. 1975. Rate of Accumulation of Dry Weight in Seed of Soybeans and Its
Relationship to Yield. **Canadian Journal of Plant Science.** 55 (2): 215–219.

- Egli, D.B. and Leggett, J.E. 1973. Dry Matter Accumulation Patterns in Determinate and Indeterminate Soybean. **Crop Science Society of America**. 13 (1): 220–222.
- Fehr, W.R. and Caviness, C.E. 1977. **Stage of Soybean Development: Special Report no. 80**. America: Iowa State A.E.S.
- Garner, H.V. 1966. Experiments on The Direct, Cumulative and Residual Effect of Town Refuse Manures and Sewage Sludge at Rothamsted and Other Centres. **Journal of the Agricultural Science**. 67 (11): 223–233.
- Gordillo, R.M. and Cabrera, M.L. 1997. Mineralizable Nitrogen in Broiler Litter:11. Effect of Selected Soil Characteristics. **Journal of Environmental Quality**. 26 (8): 1679–1686.
- Gupta, R.D., Jha, K.K. and Dev, S.P. 1983. Effect of Fertilizers and Organic Manures on The Micro-Flore and Microbiological Process in Soil. **Indian Journal of the Agricultural Science**. 53 (1): 266–270.
- Haghiri, F. 1966. Influence of Macronutrient Elements on The Amino Acid Composition of Soybean Plants. **Journal of the Agricultural Science (Agron)**. 58 (3): 609–612.
- Hakim, N. 2002. Organic Matter for Increasing P-Fertilizer Use Efficiency of Maize in Ultisols by Using ^{32}P Technique. In **World Congress of Soil Science, 17th**: 14 – 21 August 2002 Bangkok, Thailand. Bangkok: Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. pp. 1–8.
- Hanway, H.K. and Thomson, M.W. 1967. อ้างถึงใน อภิพรรณ พุกภักดี. 2546. ถั่วเหลือง : พืชของของไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Hanway, H.K. and Weber, J.B. 1971. อ้างถึงใน อภิพรรณ พุกภักดี. 2546. ถั่วเหลือง : พืชของของไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Hicks, D.R. 1978. Growth and Development. In **Soybean Physiology, Agronomy and Utilization**. A.G. Norman, ed. New York: Academic Press. pp. 17–44.
- Hinish, W.W. 1974. Manure Doesn't Smell So Bad Anymore. **Crop & Soil**. 27 (6): 12–15.
- Howard, D.D. 1984. Phosphorus Fertilization of Soybean : A Greenhouse Study of Plant Measurement on Four Soils. **Tennessee Farm and Home Sci**. 13 (2): 8–11.
- Johnson, D.R. and Tanner, J.W. 1972. Calculation of The Rate and Duration of Grain Filling in Corn. **Crop Science Society of America**. 12 (12): 485–486.

- Kogram, C. 2002. Influence of Chicken Manure on Cassava Yield and Soil Properties. In **World Congress of Soil Science, 17th**: 14 – 21 August 2002 Bangkok, Thailand. Bangkok: Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. pp. 1–7.
- May, D.M. and Martin, W.E. 1966. Manures Are Good Sources of Phosphorus. **Journal of California Agricultural**. 20 (7): 11–12.
- McArthur, W.M. and Spencer, K. 1970. A Scheme for Preliminary Study of Soil Fertility in District. **Soils and Fertilizer Abstr.** 33 (10): 589.
- McAuliffe, C. and Peech, M. 1949. Utilization of Phosphorus in Farm Manure. **Soil Science**. 68 (2): 179–184.
- Ritchie, W.S., Hanway, J.J. and Thompson, H.E. 1982. **How a Soybean Plant Develops : Special Report no. 53**. Iowa: Iowa State University.
- SAS. 1996. **User's Guide, Version 6.12**. U.S.A.: SAS Institute.
- Scott, W.O. and Aldrich, S.R. 1970. **Modern Soybean Production**. Illinois: S & A Publication.
- Shibles, R.M., Anderson, I.C. and Gibson, A.H. 1975. Soybean. in **Crop Physiology : Some Case Histories**. L.T. Evan, ed. London: Cambridge University Press. pp.151–159.
- Thimmegowda ,S. and Devakumar, N. 1996. Effect of Phosphorus Management Practices on Protein and Oil Yield of Soybean. **Indian Agriculturist**. 40 (8): 61–64.
- Tuivavalagi, N.S. and Silva, J.A. 1996. The Effect of Chicken Manure and Inorganic Fertilizers on Soil Properties and The Growth and Yield of Maize (*Zea mays*) Grown on a Hawaiian Oxisol. **Journal of South Pacific Agriculture**. 3 (12): 1–2.
- Uppal, H.S. et al. 1997. Effect of Soil Moisture Regimes on Phosphorus Levels in Soybean. **Environment and Ecology**. 15 (7): 961–964.
- Vandepopuliere, J.M., Johannsen, C.J. and Wheaton, H.N. 1975. Manure Form Caged Hens Evaluated on Fescue Pasture: Managing Livestock Wastes. **International Symposium on Livestock Waste**. pp. 269–270.

- Webber, J.B. et.al. 1984. อ้างถึงใน ศิราณี ศิริสุขไชตม. 2535. ผลของกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อการเติบโตและการสะสมโลหะหนักในพืชผัก บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Weiss, E.A. 1983. **Tropical Oilseed Crops**. New York: Longman.
- Weixu, E.A. 1993. อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. ปุ๋ยคอก. (Online). Available URL: http://www.doae.go.th/soil_fert/puikok.htm

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล

นางสาวอาทิตย์ยา ไชโย

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขา เกษตรศาสตร์

วิชาเอก พืชสวน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปีการศึกษา 2542