b150627

การศึกษาการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด สำหรับการผลิตถั่วเหลือง

ลัดดา อดมผล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
2549

การศึกษาการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด
สำหรับการผลิตถั่วเหลือง

ลัดดา อุดมผล
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์.....ประธานกรรมการ
(ดร. ธวัชชัย ศุภดิษฐ์)

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

อาจารย์.....กรรมการ
(ละอองดาว แสงหล้า)

อาจารย์.....คณบดี
(วิชัย รูปขำดี)
วันที่ 28 เดือน กันยายน พ.ศ. 2549

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสำหรับการผลิตถั่วเหลือง
ชื่อผู้เขียน	นางสาวลัดดา อุดมผล
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
ปีการศึกษา	2549

การศึกษาเรื่องการใช้ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสำหรับปลูกถั่วเหลือง ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาไว้เพื่อ 1) วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) รวมถึงโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์อัดเม็ด และในดินก่อนและภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 2)ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ประกอบด้วย การเจริญทางลำต้นและใบ และการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์อัดเม็ดผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี 3) ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไขมันและโปรตีนในถั่วเหลืองระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์อัดเม็ดผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี และ 4) ศึกษาโลหะหนักตกค้างในใบและเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังสิ้นสุดการทดลอง โดยทำการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ณ แปลงทดลองที่สร้างขึ้นภายในตำบลบ้านไร่ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ทำการปลูกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ (Replication) ต่อหน่วยทดลอง โดยมีอัตราการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไกไข่อัดเม็ดอัตรา 0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 กิโลกรัมโดยน้ำหนัก และปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง เป็นหน่วยทดลองรวม 6 หน่วยการทดลอง หน่วยทดลองละ 30 กระถาง

ผลการศึกษา พบว่า ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสามารถใช้เป็นปุ๋ยสำหรับถั่วเหลืองได้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้ โดยอัตราที่เหมาะสม คือ อัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งส่งผลให้ถั่วเหลืองมีจำนวนข้อต่อต้น ความสูง และการเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์ต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด และสมรรถภาพการผลิต ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตโดยรวมดีที่สุด และดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี โดยปริมาณธาตุอาหารในดินจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณการใช้ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้มากขึ้น ด้านปริมาณโปรตีนและไขมันใน

เมล็ดถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีโปรตีนสูงสุด ขณะที่มีปริมาณไขมันต่ำสุด ส่วนในด้านของโลหะหนักตกค้างในใบและเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังสิ้นสุดการทดลองนั้น พบว่า ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้สำหรับปลูกถั่วเหลืองในการทดลองครั้งนี้ มีปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูงมาก และสูงกว่าในดินที่ใช้ในการทดลอง ส่งผลให้มีปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ตกค้างอยู่ทั้งในใบและในเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังการทดลองในระดับสูงกว่าค่ามาตรฐาน

ABSTRACT

Title of Thesis	The Study of the Utilization of Pelleted Layer Parent Stock Litter for Soybean Production
Author	Miss Ladda Udompon
Degree	Master of Science (Environmental Management)
Year	2006

The objectives of the study were to 1) analyze the quantity of nutrients and pH as well as heavy metals including lead, cadmium and mercury in pelleted layer parent stock litter and in the soil before and after the experiment 2) study and compare the growth of soybean consisting of the growing for vegetative and reproductive stages using the pelleted layer parent stock litter mixing with soil in various ratios and chemical fertilizer 3) study and compare the quantity of lipids and protein in soybean using the pelleted layer parent stock litter mixing with soil in various ratios and chemical fertilize 4) study the heavy metals that were contaminated in leaves and seeds after the experiment by planting soybean of Chiang Mai 60 species at the artificial housing constructed in Banrai Sub - district, Muang District, Ratchaburi Province between May to July, 2006. Completely randomized design was used in this study for 6 treatments at the rates of 0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 kilograms/basin and chemical fertilizer with formula of 12 – 24 - 12 at 0.01 kilogram/basin with 4 replications. Each treatment was 30 basins.

The results of the study were the pelleted layer parent stock litter could be used as fertilizer for soybean production with the optimum rate of 0.08 kilogram/basin that were the best productive performance in terms of number of node, height, reproductive growing, production and total yield, and this rate was better than using chemical fertilizer. Whereas the quantity of nutrient in soil after experiment was increased with increasing pelleted layer parent stock litter quantity. The value of protein in soybean using pelleted layer parent stock litter with the rate of 0.08 kilogram/basin was the

highest protein whereas the value of lipids was the lowest. For heavy metals contaminated in leaves and seeds after experiment, it was found that pelleted layer parent stock litter used had high heavy metals content of lead, cadmium and mercury, and had higher than the soil used in the experiment. This leaded to that there was higher content of these three types of heavy metals contaminated in leaves and seeds after the experiment than that the standard.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านที่ได้ช่วยชี้แนะแนวทางในการศึกษาวิจัย ให้ความช่วยเหลือ ข้อแนะนำ การตรวจแก้ไขทางวิชาการตลอดจนกำลังใจที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อผู้เขียน

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพจน์ กรรณนุช และอาจารย์ละอองดาว แสงหล้า กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะ และคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ยิ่งในการศึกษา รวมทั้งตรวจแก้ไขปรับปรุงวิทยานิพนธ์ และควบคุมการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ด้วยความเมตตาแก่ผู้เขียน และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภายในคณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานระหว่างการศึกษาและการจัดทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ดร. ลัดดาวัลย์ กรรณนุช และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ เจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร และเจ้าหน้าที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกๆ ท่านที่ได้ให้ความสะดวกและช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ

ขอขอบคุณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ตำบลท่าคูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เพื่อใช้สำหรับการทดลองในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณอาทิตยา ไชโย ที่ได้ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในระหว่างการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ หลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อมภาคปกติ รุ่น 9 ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการศึกษาและจัดทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ปานทิพย์ ผาสุขเจริญธรรม ที่ได้ให้โอกาสในการศึกษา และให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ขอขอบคุณญาติ พี่ น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทั้งนี้ คุณประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอมอบความดีทั้งหมดแด่คุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ผู้ให้ความรู้ทุกท่าน ด้วยความเคารพอย่างสูง

ลัดดา อุดมผล

กันยายน 2549

สารบัญ

b150627

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(14)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	5
2.1 การเลี้ยงไก่ในประเทศไทย	5
2.2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยทั่วไป	15
2.3 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์	16
2.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยมูลไก่	31
2.5 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชุดดินราชบุรี	35
2.6 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลือง	38
2.7 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการธาตุอาหารของถั่วเหลือง	50
2.8 ความรู้เกี่ยวกับเรื่องไรโซเบียม	54
2.9 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยในถั่วเหลืองและพืชอื่นๆ	55
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	65
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	65
3.2 วิธีการทดลอง	66

บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล 72

4.1 สมรรถภาพการผลิตของถั่วเหลือง 73

4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต 110

4.3 ปริมาณโลหะหนัก 117

4.4 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหาร 129

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 143

5.1 สรุปผลการทดลอง 143

5.2 ข้อเสนอแนะ 157

บรรณานุกรม 148

ภาคผนวก 149

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ 159

ภาคผนวก ข คำนวณผลผลิตต่อกระถาง 206

ภาคผนวก ค ภาพวัสดุ อุปกรณ์ และการปลูก 208

ภาคผนวก ง การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยว 214

ภาคผนวก จ ข้อมลอดนิยมวิทยา 221

ประวัติผู้เขียน 228

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การนำเข้าไก่พันธุ์เนื้อและไก่พันธุ์ไข่แสดงเป็นรายประเทศต้นทาง ปี พ.ศ. 2547	7
2.2	จำนวนประชากรไก่เนื้อและไก่ไข่ในประเทศไทย แสดงเป็นรายเขตปศุสัตว์ ปี พ.ศ. 2547	8
2.3	จำนวนประชากรไก่เนื้อและไก่ไข่ในประเทศไทย แสดงเป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2547	8
2.4	สถิติไก่ในประเทศไทยแสดงเป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2538 – 2547	9
2.5	ความต้องการพื้นที่การเลี้ยงของไก่รุ่นพันธุ์ (เลี้ยงปล่อยพื้นมีวัสดุรอง)	10
2.6	ส่วนประกอบของอาหารลูกไก่ อายุ 0 – 6 สัปดาห์	11
2.7	ส่วนประกอบของอาหารผสมสำหรับไก่รุ่นเพศผู้และเพศเมีย อายุ 7 – 14 สัปดาห์	12
2.8	แสดงส่วนประกอบของอาหารไก่สาว อายุ 15 - 20 สัปดาห์และสูตรอาหาร	13
2.9	สูตรอาหารไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์	14
2.10	ชนิดและปริมาณวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากไร่นา	18
2.11	ปริมาณวัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละชนิดในประเทศไทย	19
2.12	ปริมาณปุ๋ยคอกของสัตว์แต่ละชนิดในแต่ละปี	21
2.13	จำนวน โค กระบือ สุกร ไก่ และเป็ดในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2539	21
2.14	ปริมาณปุ๋ยคอกจาก โค กระบือ สุกร ไก่ และเป็ดในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2539	22

2.15	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร(มูลสัตว์) ในภาคต่างๆ ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2540	22
2.16	ปริมาณมูลไก่เป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2540	23
2.17	ปริมาณธาตุอาหารหลักเฉลี่ยในปุ๋ยคอกแต่ละชนิด	23
2.18	ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในวัสดุชนิดต่าง ๆ	26
2.19	ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยชากสัตว์และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์	28
2.20	ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร	29
2.21	ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	30
2.22	แสดงปริมาณมูลไก่เป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2543	31
2.23	ระยะการเจริญเติบโตของ V – stage ในถั่วเหลือง	42
2.24	ระยะการเจริญเติบโตของ R – stage ในถั่วเหลือง	43
2.25	สรุปลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60	49
3.1	ปริมาณดิน และมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 ที่ใช้ในแต่ละซ้ำของหน่วยทดลอง	68
3.2	การเก็บข้อมูลที่ระยะต่างๆ	70
4.1	จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	74
4.2	จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมีและในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	83
4.3	จำนวนข้อและความสูงต่อต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธ์แม่พันธ์ไก่ไข่ รวมวัสดรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมีและในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	94
4.4	พื้นที่ใบต่อสองต้น (ตารางเซนติเมตร) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมีและในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	97

4.5	น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	102
4.6	น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	108
4.7	ผลผลิตต่อกระถาง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	114
4.8	คุณค่าทางโภชนะของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	116
4.9	ปริมาณโลหะหนักในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและวิธีการวิเคราะห์	117
4.10	ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	120
4.11	ปริมาณโลหะหนักสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อใช้ประโยชน์ในทางเกษตรกรรมของประเทศต่างๆ	122
4.12	ปริมาณโลหะหนักในใบถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ระยะ R_5 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	125
4.13	ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)	128
4.14	ค่าวิกฤตของปริมาณโลหะหนักในพืช	129
4.15	คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และดินที่ใช้ในการทดลอง	130

4.16 ระดับไนโตรเจนในดิน 133
4.17 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลือง 137
4.18 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง 142
ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่
รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี
และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ลักษณะการวางกระถาง	71
4.1	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 7 วัน	76
4.2	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 14 วัน	77
4.3	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 21 วัน	78
4.4	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 28 วัน	79
4.5	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 35 วัน	84
4.6	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 42 วัน	85
4.7	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 49 วัน	86
4.8	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 56 วัน	87
4.9	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 63 วัน	88
4.10	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 70 วัน	89
4.11	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 77 วัน	90
4.12	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 84 วัน	91
4.13	การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 91 วัน	92
4.14	พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อสองต้นในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	99
4.15	น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)	104

4.16 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวม วัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) 109

4.17 ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลือง พันธ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลกโดยได้รับมลไก่พ่อพันธ์แม่พันธ์ไก่ไข่รวม วัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) 121

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเลี้ยงไก่ในประเทศไทยสมัยดั้งเดิมเป็นการเลี้ยงแบบรายย่อยซึ่งอาจผลิตไว้เฉพาะบริโภคในครัวเรือนและจำหน่ายเมื่อผลิตได้เกินความต้องการ แต่ในระยะ 3 – 4 ทศวรรษที่ผ่านมา การเลี้ยงไก่ไม่ว่าจะเป็น การเลี้ยงไก่เนื้อ หรือไก่ไข่ ได้เปลี่ยนแปลงเป็นการเลี้ยงแบบฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ นับว่าเป็นอุตสาหกรรมในด้านการเกษตรที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยที่ทำรายได้จากการส่งออกมากที่สุดในหมวดสินค้าปศุสัตว์ จากสถิติจำนวนไก่ในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2547 ของกรมปศุสัตว์ พบว่า ธุรกิจการเลี้ยงไก่ของประเทศไทยได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2538 มีปริมาณไก่ทั้งหมด 111,648,510 ตัว และปริมาณการเลี้ยงไก่ได้เพิ่มขึ้นเป็น 252,718,883 ในปี พ.ศ. 2546 ภาคที่มีการเลี้ยงไก่ที่สำคัญที่สุด ได้แก่ ภาคกลาง รองลงมา คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้ ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2547ก: 35)

เนื่องจากการทำฟาร์มเลี้ยงไก่ขนาดใหญ่เป็นอุตสาหกรรมนั้นนอกจากจะส่งผลกระทบด้านบวกเกี่ยวกับการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจให้กับประเทศแล้ว ยังมีผลกระทบในด้านลบจากของเสียที่เกิดขึ้นในปริมาณมาก ซึ่งปัญหาที่สำคัญจากของเสียหลักๆ คือ ปัญหามูลไก่ตกค้างในปริมาณมาก หากปล่อยทิ้งไว้ของเสียเหล่านี้นอกจากจะส่งกลิ่นเหม็นรบกวนแล้วยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของชุมชน โดยกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์แมลงพาหะนำโรค เช่น แมลงวัน ก๊าซพิษจากการหมักหมมของมูลไก่ และเมื่อมีการชะล้างมูลไก่ลงสู่แหล่งน้ำผิวดินเท่ากับเป็นการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ให้กับแหล่งน้ำนั้น ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจนเน่าเสียได้ (ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, 2547: 1 – 2) อย่างไรก็ตามในอีกด้านหนึ่ง มูลไก่ นับเป็นปุ๋ยคอกชนิดหนึ่งซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าปุ๋ยคอกชนิดอื่นๆ และธาตุอาหารในมูลไก่จะถูกปลดปล่อยออกมาช้า ๆ อย่างต่อเนื่องโดยจากการตรวจสอบรายงานผลการวิจัย พบว่า มูลไก่สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในปริมาณสูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ ในสัปดาห์แรกหลังใช้ (อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์, 2544: 1) โดยมูลไก่เนื้อโดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบที่เป็นธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) อยู่ประมาณร้อยละ 2.5 ฟอสฟอรัส (P) ประมาณร้อยละ 2.0 – 6.0 และโพแทสเซียม (K) ประมาณร้อยละ 0.5 – 2.0 โดยน้ำหนัก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 61) ซึ่งองค์ประกอบของธาตุอาหารหลักในมูลไก่เนื้อดังกล่าวสามารถเอื้อประโยชน์ต่อการ

เจริญเติบโตของพืชได้ จึงได้มีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำมูลไก่เนื้อที่ผ่านกระบวนการอัดเม็ดแล้วนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกถั่วเหลือง ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ และจากการศึกษาถึงการใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีเพื่อใช้ในการปลูกถั่วเหลือง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีการเจริญเติบโตของจำนวนข้อต่อต้น ความสงต่อต้นเฉลี่ย พื้นที่ใบถั่วเหลือง การสะสมน้ำหนักแห้งของฝัก เมล็ด และน้ำหนักแห้งทั้งต้น จำนวนฝักต่อต้นถั่วเหลือง ผลผลิตต่อกระถาง และโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลือง มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับดินในหน่วยทดลองควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและปุ๋ยเคมีลงในดิน) ดังนั้น ปุ๋ยมูลไก่เนื้ออัดเม็ดจึงสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 ได้และเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการปลูกถั่วเหลือง โดยทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (อาทิตยา ไชโย, 2548: 132 – 134)

ปัจจุบันมีเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อบางรายได้มีการนำมูลไก่ที่เหลือทิ้งมาผสมกับปุ๋ยเคมี เช่น ยูเรีย ในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อเป็นการปรับธาตุอาหารให้เอื้อประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช แล้วนำมาผ่านกระบวนการอัดเม็ด ซึ่งวิธีดังกล่าวนอกจากจะเป็นการนำสิ่งปฏิกูลกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง (รีไซเคิล) เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อแล้ว ยังส่งผลกระทบด้านดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นการลดปัญหามลภาวะด้านกลิ่นและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากกระบวนการอัดเม็ดจะใช้อุณหภูมิสูงถึง 90 องศาเซลเซียส รวมทั้งยังช่วยในการลดปริมาณมูลไก่ที่อยู่ในรูปของสิ่งปฏิกูลเหลือทิ้งให้ลดน้อยลงด้วย (ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, 2547: 18 – 19)

จากสภาพปัญหาและคุณประโยชน์ของมูลไก่ ซึ่งสามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ และยังช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างของดินให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชดังกล่าว จึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงการนำมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่ที่คาดว่าจะมีปริมาณธาตุอาหารอยู่ในปริมาณมาก เนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร และระยะเวลาในการเลี้ยงที่นานกว่า เพื่อให้ได้ไก่พันธุ์ไข่ที่มีคุณภาพ ประกอบกับยังไม่เคยมีผู้ทำการศึกษาการนำมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่มาใช้ประโยชน์ จึงมีแนวความคิดในการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่มาใช้ สำหรับการผลิตถั่วเหลือง โดยน่าจะเป็นการจัดการของเสียจากฟาร์มเลี้ยงไก่ให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ อีกทั้งยังและเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตจากการใช้ปุ๋ยเคมีให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) รวมถึงโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดิน ก่อนและภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ประกอบด้วย การเจริญทางลำต้นและใบ และการเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์ ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไขมันและโปรตีนในถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี

1.2.4 เพื่อศึกษาโลหะหนักตกค้างในใบและเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสามารถใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารในการผลิตถั่วเหลืองได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและสมรรถภาพการผลิตของถั่วเหลืองและสภาพแวดล้อมในระยะยาว

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ ซึ่งมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดได้มาจากห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ตำบลท่าตม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี และใช้ปัยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 ส่วนดินที่ใช้ในการทดลอง เป็นดินชุดราชบุรี โดยทำการทดลองปลูกถั่วเหลืองในบริเวณพื้นที่ที่ได้ทำการเลือกไว้ ใน ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงปริมาณธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) รวมถึงโลหะหนักตกค้างในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดิน ก่อนและภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

1.5.2 ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินสำหรับการผลิตถั่วเหลือง

1.5.3 เป็นแนวทางเบื้องต้นในการนำมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดไปใช้เป็นปุ๋ยกับพืชชนิดอื่น ๆ

1.5.4 เป็นแนวทางเบื้องต้นในการส่งเสริมให้มีการนำสิ่งปฏิกูลเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้งหนึ่ง (รีไซเคิล) เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งสามารถลดปริมาณและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ในระยะยาว

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 การเลี้ยงไก่ในประเทศไทย

2.1.1 ความเป็นมาของการเลี้ยงไก่

การเลี้ยงไก่ของประเทศไทยในอดีตปี พ.ศ. 2495 เป็นการเลี้ยงไก่หลังบ้านครอบครัวละ 10 – 20 ตัว ลักษณะการเลี้ยงเป็นแบบปล่อยให้ไก่หากินเองตามธรรมชาติ ไก่ที่เลี้ยงเป็นไก่พันธุ์พื้นเมืองที่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และยังขาดการดูแลเอาใจใส่ในเรื่องของการคัดเลือกพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ การให้อาหารที่มีคุณภาพ ทำให้ต้องใช้เวลาเลี้ยงไม่ต่ำกว่า 4 เดือน จึงสามารถจำหน่ายได้

การพัฒนาการผลิตสัตว์ปีกเป็นธุรกิจเริ่มตั้งแต่หลังปี พ.ศ. 2495 เป็นต้นมา มีการนำเข้าพันธุ์ไก่จากต่างประเทศ เพื่อนำมาปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการผสมข้ามพันธุ์ โดยข้ามกับพันธุ์พื้นเมือง แล้วจึงคัดเลือกพันธุ์ให้ได้พันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงและทนต่อสภาพแวดล้อมของประเทศ ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการส่งเสริมการเลี้ยงไก่แก่ภาคเกษตรกรรม และภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการดำเนินการพัฒนาการเลี้ยงไก่โดยได้รับความช่วยเหลือจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ส่งผลให้การเลี้ยงไก่กลายเป็นอุตสาหกรรมครบวงจรเนื่องจากเป็นธุรกิจที่ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมเชื่อมโยงเพิ่มขึ้นอีกหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมการผลิตลูกไก่เนื้อ อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมการผลิตยาและเวชภัณฑ์สัตว์ และอุตสาหกรรมโรงงานฆ่าและชำแหละไก่ เป็นต้น

การเลี้ยงไก่พันธุ์ไข่ เริ่มตั้งแต่อดีตอธิบดีกรมปศุสัตว์ หลวงสุวรรณ วาจกกสิกิจ ซึ่งในวงการการเลี้ยงไก่ยกย่องให้ท่านเป็น "บิดาแห่งการเลี้ยงไก่ของประเทศไทย" เป็นผู้นำไก่ไข่พันธุ์แท้ เช่น โร๊ดไอร์แลนด์แดง (Rhode Island Red) บาร์พลีมัธร็อค (Barred Plymouth Rock) เล็กฮอร์นขาว (White Leghorn) อ๊อสตราล้อบ (Australorp) ซึ่งได้มีการพัฒนาพันธุ์ไก่ไข่จนสามารถผลิตไข่ไก่ได้เพียงพอกับความต้องการบริโภคภายในประเทศ ส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ไข่ของประเทศไทยเจริญรุ่งเรืองตลอดมา จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2502 ประเทศไทยมีแม่ไก่ไข่ประมาณ 1.2 ล้านตัว ซึ่งสามารถผลิตไข่ไก่ได้วันละ 600,000 ฟอง ส่งผลให้การเลี้ยงไก่ไข่เป็นฟาร์มธุรกิจขนาดกลางและขนาดใหญ่เป็นธุรกิจครบวงจรที่ใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ก้าวหน้า เช่น โรงเรือน การให้อาหาร การเก็บไข่ เป็นต้น ฟาร์มเหล่านี้ได้นำเข้าพันธุ์ไก่ระดับปู่ – ย่าพันธุ์

(Grand Parent Stock; GP) และพ่อ – แม่พันธุ์ (Parent Stock; PS) ต่อมา ผลผลิตไข่ไก่ของประเทศไทยมีมากจนเกินความต้องการบริโภคภายในประเทศ ทำให้เกิดภาวะไข่ไก่ล้นตลาด ส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงหลายรายประสบกับปัญหาการขาดทุน และไม่สามารถแบกภาระต่อไปได้

จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีเกษตรกรจำนวนหนึ่งหันมาทดลองเลี้ยงไก่เนื้อออกจำหน่ายแทนการเลี้ยงไก่ไข่ ซึ่งปรากฏเป็นผลที่น่าพอใจหลังจากนั้นเป็นต้นมา ธุรกิจการเลี้ยงไก่เนื้อของประเทศไทยเริ่มได้รับความนิยมและพัฒนาการเลี้ยงไก่เนื้อกันอย่างจริงจัง โดยประมาณปี พ.ศ. 2506 ได้มีการนำเข้า ปู่ – ย่าพันธุ์ไก่เนื้อ (Grand Parent Stock; GP) และพ่อ – แม่พันธุ์ไก่เนื้อ (Parent Stock; PS) จากต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงเป็นครั้งแรกในประเทศไทย และหลังจากนั้นได้มีบริษัทผลิตอาหารสัตว์ได้นำเข้าปู่ – ย่าพันธุ์ไก่เนื้อ และพ่อ – แม่พันธุ์ไก่เนื้อ เข้ามาเลี้ยงอีกเป็นจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการภายในประเทศจนกลายเป็นอุตสาหกรรมไก่เนื้อที่สำคัญ (เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ, 2545: 163; กรมปศุสัตว์, 2545: 90 – 91)

ปริมาณการผลิตไก่เนื้อในแต่ละปีจะมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญหลายประการ เช่น ปริมาณการนำเข้าพ่อ – แม่พันธุ์ (Parent Stock; PS) และปู่ – ย่าพันธุ์ (Grand Parent Stock; GP) และการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในปีนั้น ๆ อาทิ สภาวะทางด้านราคาและการตลาด เป็นต้น (ดาปี วัชรางกูร, 2545: 68 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 6)

ตารางที่ 2.1 การนำเข้าไก่พันธุ์เนื้อและไก่พันธุ์ไข่แสดงเป็นรายประเทศต้นทาง ปี พ.ศ. 2547

ประเทศ	ไก่พันธุ์เนื้อ		ไก่พันธุ์ไข่	
	ปู่ – ย่าพันธุ์ (ตัว)	พ่อ – แม่พันธุ์ (ตัว)	ปู่ – ย่าพันธุ์ (ตัว)	พ่อ – แม่พันธุ์ (ตัว)
อังกฤษ	117,925	982,814	-	351,431
ฝรั่งเศส	22,361	55,848	7,143	84,181
เยอรมัน	-	126,540	-	207,159
อิตาลี	-	-	-	-
แอฟริกาใต้	-	-	-	-
สหรัฐอเมริกา	45,620	46,220	-	-
เนเธอร์แลนด์	-	19,780	-	26,534
สเปน	-	-	-	-
ฮังการี	-	-	-	-
สวิสเซอร์แลนด์	-	-	-	-
ฟิลิปปินส์	-	-	-	-
ไต้หวัน	-	2,000	-	-
โปร์แลนด์	-	160,715	-	-
สิงคโปร์	-	-	-	-
เบลเยี่ยม	-	-	-	-
นิวซีแลนด์	-	-	-	-
มาเลเซีย	-	8,196	-	-
ยอดรวม	**185,906**	**1,402,113**	**7,143**	**669,305**

แหล่งที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547ข: 48.

ตารางที่ 2.2 จำนวนประชากรไก่เนื้อและไก่ไข่ในประเทศไทย แสดงเป็นรายเขตปศุสัตว์ พ.ศ. 2547

เขตปศุสัตว์	ไก่เนื้อ จำนวน (ตัว)	ไก่ไข่ จำนวน (ตัว)
เขต 1	35,569,334	3,918,109
เขต 2	22,581,172	5,256,979
เขต 3	18,699,941	1,928,922
เขต 4	1,843,825	1,140,082
เขต 5	1,668,256	2,984,296
เขต 6	6,821,588	394,080
เขต 7	10,694,110	2,855,610
เขต 8	2,667,199	1,655,384
เขต 9	2,134,911	730,811
ยอดรวม	**102,680,366**	**20,864,273**

แหล่งที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547ข: 50.

ตารางที่ 2.3 จำนวนประชากรไก่เนื้อและไก่ไข่ในประเทศไทย แสดงเป็นรายภาค พ.ศ. 2547

ภาค	ไก่เนื้อ จำนวน (ตัว)	ไก่ไข่ จำนวน (ตัว)
เหนือ	8,489,874	3,378,376
ตะวันออกเฉียงเหนือ	20,543,766	3,069,004
กลาง	68,844,616	12,030,698
ใต้	4,802,110	2,386,195
ยอดรวม	**102,680,366**	**20,864,273**

แหล่งที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547ข: 51.

ตารางที่ 2.4 สถิติไก่ในประเทศไทยแสดงเป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2538 – 2547

ปี พ.ศ.	ภาคกลาง	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคเหนือ	ภาคใต้	รวม
2538	62,587,266	24,446,914	15,039,270	9,575,060	111,648,510
2539	69,963,645	37,506,727	23,028,677	14,080,379	144,579,428
2540	79,928,557	42,104,802	24,457,990	18,194,493	164,685,842
2541	77,224,601	38,176,754	23,841,418	16,081,873	155,324,646
2542	78,067,555	47,210,939	27,327,803	17,026,210	169,632,507
2543	98,968,145	44,958,278	27,906,485	17,508,202	189,341,110
2544	111,819,685	54,106,254	30,829,909	18,223,233	214,979,081
2545	127,411,495	56,429,660	28,677,030	16,242,141	228,760,326
2546	153,275,177	51,686,324	32,798,811	14,958,571	252,718,883
2547	89,684,664	49,542,774	28,070,941	12,440,431	179,738,810

แหล่งที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547ข: 55.

2.1.2 การเลี้ยงไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์

การเลี้ยงไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์นี้นับว่าเป็นงานยุ่งยาก ต้องการการดูแลเอาใจใส่และการจัดการด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเลี้ยงไก่พันธุ์ไม่ใช่มีจุดประสงค์เพื่อผลิตไข่เพียงอย่างเดียวเหมือนไก่ไข่ แต่จะต้องคำนึงถึงความสมบูรณ์พันธุ์ เปอร์เซ็นต์การฟักออก และคุณภาพของลูกไก่ที่ออกมาด้วย ฉะนั้นการเลี้ยงดูและการจัดการต่างๆ ต้องเพิ่มมากขึ้นทั้งคุณภาพพ่อพันธุ์แม่พันธุ์และการจัดการทางด้านอัตราส่วนผสมอาหาร การคัดเลือกพ่อพันธุ์ และการจัดการด้านอื่น ๆ โดยทั่วไปแล้วการเลี้ยงไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์จะคล้ายกับการเลี้ยงไก่ไข่แต่จะมีการจัดการบางอย่างเพิ่มขึ้น เช่น การคัดเลือกพ่อพันธุ์ อัตราส่วนผสม การตัดนิ้วเท้า การตัดหงอน การจัดการทางด้านโรงเรือน ตลอดจนการควบคุมและทดสอบหาโรคบางอย่างที่อยู่ในฝูงเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดโรคไปสู่ไข่และลูกไก่ อันจะเป็นผลทำให้การฟักไข่หรือการเลี้ยงลูกไก่ไม่ประสบผลสำเร็จ ฉะนั้นการเลี้ยงดูจึงต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษ (มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์, 2536: 170 – 182)

2.1.2.1 ความต้องการพื้นที่เลี้ยง

พื้นที่การเลี้ยงไก่ต่อตัวมีความสำคัญเช่นกัน เพราะถ้าเลี้ยงไก่แน่นจนเกินไปจะทำให้การจัดการลำบาก สุขภาพของไก่ในฝูงไม่ดี มีปัญหาวัสดุรองพื้นแฉะ หรือแข็ง และจะมีปัญหาในเรื่องของการจิกตีกัน การระบายอากาศ และปัญหาของการระบาดของโรค ดังนั้น จึงแนะนำพื้นที่ที่เหมาะสมดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ความต้องการพื้นที่การเลี้ยงไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมกัน (เลี้ยงปล่อยพื้นมีวัสดุรอง)

ความต้องการพื้นที่	ระยะไก่รุ่น (5 – 20 สัปดาห์)	ระยะให้ผลผลิต (20 – 65 สัปดาห์)
พื้นที่เลี้ยง		
ใช้วัสดุปูรอง	6.2 ตัว/ม^2	4.5 ตัว/ม^2
ไม้ระแนง	6.2 ตัว/ม^2	5.4 ตัว/ม^2
พื้นที่ให้อาหาร		
แบบรางใช้โซ่	15 ซม./ตัว	15 ซม./ตัว
แบบถังแขวน	12 ตัว/อัน	12 ตัว/อัน
แบบอ่างกลม	12 – 15 ตัว/อัน	10 – 12 ตัว/อัน
พื้นที่ให้น้ำ		
แบบรางน้ำ	2.5 ซม./ตัว	2.5 ซม./ตัว
แบบขวดกล	80 ตัว/อัน	80 ตัว/อัน

แหล่งที่มา: มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์, 2536: 172.

2.1.2.2 การให้อาหารไก่รุ่น

ในขั้นตอนของการเลี้ยงไก่พันธุ์นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะด้วยกัน คือ การเลี้ยงลูกไก่เล็กอายุ 1 – 6 สัปดาห์ การเลี้ยงลูกไก่ระยะเจริญเติบโตอายุ 7 – 14 สัปดาห์ การเลี้ยงไก่สาวอายุ 15 – 20 สัปดาห์ และการเลี้ยงไก่พ่อแม่พันธุ์ระยะแรกอายุ 21 – 36 สัปดาห์

1) การให้อาหารไก่แต่ละสัปดาห์จะต้องมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักลูกไก่ ถ้าหากไก่หนักมากกว่ามาตรฐานที่กำหนด จะต้องลดจำนวนอาหารที่ให้ลง หรือถ้าเบากว่ามาตรฐานก็ต้องเพิ่มอาหาร โดยอาหารผสมที่ให้ในระยะ 0 – 6 สัปดาห์นี้มีโปรตีนร้อยละ 18 พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 M.E. Kcal/Kg แคลเซียมร้อยละ 0.8 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.4 เกลือร้อยละ 0.5 และมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนครบตามความต้องการ สำหรับไวตามินจะให้

มากกว่า NRC 20 หรือเสริมเพิ่มในอาหารร้อยละ 120 ส่วนแร่ธาตุต่าง ๆ ให้ครบตามที่ (Nutrient Requirement of Dairy Cattle; NRC) กำหนด ส่วนประกอบของอาหารในรายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.6, 2.7, 2.8 และ 2.9

ตารางที่ 2.6 ส่วนประกอบของอาหารลูกไก่ อายุ 0 – 6 สัปดาห์

ส่วนประกอบในอาหาร	ร้อยละในอาหารผสม	สูตรอาหารผสม (กิโลกรัม)	
โปรตีน	18	ข้าวโพด	63.37
กรดอะมิโนที่จำเป็น		รำละเอียด	10.00
ไลซีน	0.85	กากถั่วลิสงร้อยละ (44)	10.88
เมทไธโอนีน + ซิสติน	0.60	ใบกระถินป่น	4.00
ทริปโตเฟน	0.17	ปลาป่น (ร้อยละ 55)	10.00
ทรีโอนีน	0.68	เปลือกหอย	1.00
ไอโซลูซีน	0.6	เกลือ	0.50
อาร์จินีน	1.00	* พ. ไก่ไข่เล็ก	0.25
ลูซีน	1.00	รวม	100
เฟนิลอะลานีน + ไทโรซีน	1.00	* พ = พรีมิกซ์	
ฮิสติดีน	0.26		
เวลีน	0.62		
ไกลซีน + เซรีน	0.70		
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (M.E. Kcal/Kg)	2,900		
แคลเซียม	0.80		
ฟอสฟอรัส	0.40		
เกลือ	0.50		
วิตามิน (ร้อยละ ของความต้องการ)	120		
แร่ธาตุ	ครบ		

แหล่งที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547ข: 68.

ตารางที่ 2.7 แสดงส่วนประกอบของอาหารผสมสำหรับไก่รุ่นเพศผู้และเพศเมีย อายุ 7 – 14 สัปดาห์

ส่วนประกอบในอาหาร	ร้อยละในอาหารผสม	สูตรอาหารผสม (กิโลกรัม)	
โปรตีน	15	ข้าวโพด, ปลายข้าว	73.00
กรดอะมิโนที่จำเป็น		รำละเอียด	5.00
ไลซีน	0.60	กากถั่วลิสง(ร้อยละ44)	12.25
เมทไธโอนีน+ซิสติน	0.50	ใบกระถินป่น	4.00
ทริปโตเฟน	0.14	ปลาป่น (ร้อยละ 55)	3.00
ทรีโอนีน	0.57	เปลือกหอย	1.00
ไอโซลูซีน	0.50	เกลือ	0.50
อาร์จินีน	0.83	ไดแคลเซียมฟอสเฟต (ร้อยละ 8)	
ลูซีน	0.83		1.00
เฟนิลอะลานีน + ไทโรซีน	0.83	พรีมิกซ์	0.25
ฮิสติดีน	0.22	รวม	100
เวลีน	0.52		
ไกลซีน + เซรีน	0.58		
พลังงานใช้ประโยชน์ได้			
(M.E. Kcal/Kg)	2,900		
แคลเซียม	0.70		
ฟอสฟอรัส	0.35		
เกลือ	0.50		

แหล่งที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547ข: 59.

ตารางที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบของอาหารไก่สาว อายุ 15 – 20 สัปดาห์และสูตรอาหาร

ส่วนประกอบในอาหาร	ร้อยละในอาหารผสม	สูตรอาหารผสม (กิโลกรัม)	
โปรตีน	15	ข้าวโพด ปลายข้าว	76.00
กรดอะมิโนที่จำเป็น		ข้าวฟ่าง รำละเอียด	10.00
ไลซีน	0.60	กากถั่วเหลือง	7.00
เมทไธโอนีน + ซิสติน	0.50	ใบกระถิน	4.00
ทริปโตเฟน	0.14	ปลาป่น(ร้อยละ55)	3.00
ทรีโอนีน	0.57	เปลือกหอยป่น	1.00
ไอโซลูซีน	0.50	เกลือ	0.25
อาร์จินีน	0.83	ไดแคลเซียมฟอสเฟต	8
ลูซีน	0.83	ร้อยละ	1.00
เฟนิลอะลานีน + ไทโรซีน	0.83	พรีมิกซ์	0.50
ฮิสติดิน	0.22	กรดอะมิโนไลซีน	-
เวลีน	0.52	กรดอะมิโนเมไธโอนีน	-
ไกลซีน + เซรีน	0.58	รวม	100
พลังงานใช้ประโยชน์ได้			
(M.E. Kcal/Kg)	2,900		
แคลเซียม	0.70		
ฟอสฟอรัส	0.35		
เกลือ	0.50		

แหล่งที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547: 65.

ตารางที่ 2.9 สูตรอาหารไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์

วัตถุดิบอาหาร	ปริมาณ	โภชนะ	อาหาร	ต้องการ	เกิน/ขาด
ข้าวโพด	66.06	โปรตีน	16.00	16.00	0.00
กากถั่วเหลือง (ร้อยละ44)	14.63	พลังงานสุกร	2772.78	0.00	2772.78
ใบกระถินป่น	4.00	พลังงานไก่	2743.19	2900.00	-156.81
ปลาป่น (ร้อยละ55)	5.00	ไขมัน	3.33	0.00	3.33
เปลือกหอย	8.50	เยื่อใย	3.45	0.00	3.45
ไดแคลเซียม (p/18)	1.00	แคลเซียม	3.92	3.75	0.17
เกลือ	0.50	ฟอสฟอรัสรวม	0.50	0.00	0.50
เมทไธโอนีน	0.06	ฟอสฟอรัสใช้ได้	0.48	0.35	0.13
พรีมิกส์ แม่ไก่ไข่	0.25	ลิโนลิอิก	0.00	0.00	0.00
รวม 100 กิโลกรัม		แซนโทฟิล	0.00	0.00	0.00
		ไลซีน	0.80	0.71	0.09
		เมทไธโอนีน + ซิสติน	0.61	0.61	0.00
		ทริปโตเฟน	0.18	0.15	0.03
		ทรีโอนีน	0.60	0.50	0.10
		ไอโซลูซีน	0.73	0.55	0.18
		ลูซีน	1.52	0.81	0.71
		อาร์จินีน	0.93	0.75	0.18
		เฟนนิลอะลานีน + ไทโรซีน	1.17	0.88	0.29
		ฮีสติดีน	0.40	0.17	0.23
		เวลีน	0.81	0.61	0.20

แหล่งที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547ข: 78.

2) การให้กรวดหรือหินเกล็ด เพื่อให้ไก่บดอาหารดีขึ้นในกระเพาะบดจึงต้องให้ประมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อไก่ 100 ตัวต่อสัปดาห์ (โรงเรือนแบบปล่อยพื้นมีวัสดุรองพื้น) เริ่มให้เมื่ออายุไก่ได้ 7 – 8 สัปดาห์ โดยเฉพาะวันที่ให้อาหารเท่านั้น โดยใส่ถังแขวนไว้ให้กิน (1 ถังต่อไก่ 250 ตัว) กระจายกันในโรงเรือน หรืออาจใช้วิธีหว่านลงพื้นก็ได้

2.2 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยทั่วไป

2.2.1 ความหมายของปุ๋ย

ปุ๋ย หมายถึง วัสดุหรือสารใด ๆ ที่เติมลงสู่ดินโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารพืชอื่น ๆ เพื่อให้พืชได้รับและเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น (ธงชัย มาลา, 2547: 7) ซึ่งความหมายของ ปุ๋ย ตาม พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ได้ให้คำจำกัดความไว้ คือ เป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือสร้างขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ ไม่ว่าโดยวิธีใดหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดินเพื่อบำรุงการเจริญเติบโตแก่พืช (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะเกษตร. คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 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) เมื่อพิจารณาถึงชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปุ๋ยแล้วอาจแบ่งปุ๋ยออกได้เป็น 4 ประเภท (ธงชัย มาลา, 2547: 7) คือ

2.2.2.1 ปุ๋ยอนินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบของปุ๋ยเป็นสารอนินทรีย์ ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยที่ผลิตโดยผ่านกรรมวิธีทางเคมีสังเคราะห์ อาจเป็นปุ๋ยเดี่ยว (Single Fertilizer) หรือปุ๋ยผสม (Compound Fertilizer) ที่มีปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยแตกต่างกันออกไป บางชนิดเป็นปุ๋ยที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยฟอสเฟตบด โพแทสเซียมคลอไรด์ เป็นต้น

2.2.2.2 ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากกรรมวิธีการผลิตทางเคมี มีปริมาณธาตุอาหารพืชสูง ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบเป็นสารอนินทรีย์ ยกเว้นปุ๋ยยูเรีย ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์ (ธงชัย มาลา, 2547: 7) ปัจจุบันปุ๋ยเคมียังมีราคาค่อนข้างแพงอยู่ และส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ปุ๋ยสูตร 21 – 0 – 0 สูตร 16 – 20 – 0 สูตร 15 – 15 – 15 สูตร 16 – 16 – 8 และสูตร 18 – 46 – 0 เป็นต้น (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 3 – 4 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 12)

2.2.2.3 ปุ๋ยชีวภาพ หมายถึง ถึงปุ๋ยที่มีจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นส่วนผสมอยู่เป็นปริมาณมาก เมื่อเติมลงดินแล้วสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทันทีโดยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น หรือทำให้พืชได้รับประโยชน์จากธาตุอาหารในดินมากขึ้น (ธงชัย มาลา, 2547: 7)

ดังนั้น วิธีการที่จะช่วยปรับปรุงดินได้อย่างมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งก็คือ การใส่ปุ๋ยชีวภาพ เช่น ไรโซเบียม หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จะสามารถช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้กับดินและพืช ปุ๋ยจุลินทรีย์ที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้ในปัจจุบันมีหลายชนิด ได้แก่ ไรโซเบียม แหนแดง สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไมโคไรซ่า และหัวเชื้อปุ๋ยหมัก ซึ่งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป (กรมวิชาการเกษตร, 2542: 6)

2.2.2.4 ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ธาตุอาหารในปุ๋ยจะจะเกิดประโยชน์ต่อพืชเมื่อได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เสียก่อนแล้วปลดปล่อยออกมาในรูปของอนินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด เป็นต้น (ธงชัย มาลา, 2547: 8)

ซึ่งเมื่อพิจารณาตามคุณสมบัติต่าง ๆ ของปุ๋ยข้างต้นแล้ว จะเห็นได้ว่ามูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์อัดเม็ดที่ใช้ในการทดลองนี้ จัดว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากมูลสัตว์ หรือที่เรียกว่าปุ๋ยคอก 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 เนื่องจากดินที่ใช้ทำนาเกิดจากน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาท่วมสันฝั่งประจำทุกปี ซึ่งได้พาเอาตะกอนต่าง ๆ อันเป็นอาหารพืชมาทับถม ทำให้ข้าวได้รับปุ๋ยธรรมชาติมาก จึงมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าในแถบอื่น ๆ ส่วนการใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักนั้นสันนิษฐานว่า ชาวจีนที่อพยพมาตั้งรกรากในประเทศไทยเป็นผู้นำวิธีดั้งเดิมที่ใช้ในประเทศจีน

มาปฏิบัติและเผยแพร่ในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ยให้กับสวนผัก ไม้ผล และไม้ยืนต้น (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 2 – 3)

2.3.2 ชนิดและคุณสมบัติของวัสดุอินทรีย์

มีวัสดุอินทรีย์หลายชนิดที่ถูกนำมาใช้เป็นปุ๋ย แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน แต่ล้วนมีจุดประสงค์อย่างเดียวกัน คือ ต้องการปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืช อย่างไรก็ดี วัสดุอินทรีย์ทั้งหลายมีปริมาณธาตุอาหารพืชต่ำ จึงต้องใส่จำนวนมากและใส่ต่อเนื่องกันในระยะยาว ทำให้เกิดผลตกค้างทั้งทางเคมีและกายภาพเป็นเวลานาน วัสดุอินทรีย์ที่ใช้เป็นปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2534: 26) อาจแบ่งตามแหล่งที่มาของวัสดุอินทรีย์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.3.2.1 วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากไร่นา ในไร่นาหลังเก็บเกี่ยวจะยังหลงเหลือวัสดุอินทรีย์อยู่มากมายหากปล่อยให้ย่อยสลายไปแล้วปลูกพืชตามลงไปก็จะสามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดินนั้นได้ ไม่ควรเผาทิ้ง เพราะนอกจากจะเป็นการทำลายจุลินทรีย์และอินทรียวัตถุในดินให้มีปริมาณต่ำลงแล้ว ยังเร่งการทำลายสภาพแวดล้อมของโลกโดยรวมด้วย วัสดุอินทรีย์เหล่านี้อาจนำมาทำประโยชน์ได้หลายทาง คือ เป็นอาหารสัตว์ แปรรูปเป็นแหล่งพลังงานต่าง ๆ ใช้ทำปุ๋ยหมัก และใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินโดยตรง

วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากไร่นาส่วนใหญ่เป็นเศษชิ้นส่วนของพืช ได้แก่ ฟางข้าว เศษต้นพืช ใบ และเศษผักต่างๆ มีปริมาณที่แตกต่างกันไป ดังตารางที่ 2.10 จะเห็นได้ว่าฟางข้าวมีปริมาณมากที่สุด ส่วนใหญ่เป็นเศษพืชที่อยู่ในสภาพแห้งซึ่งสามารถนำมาทำประโยชน์ได้หลายทาง ดังนี้

1) ใช้เป็นวัสดุคลุมดินและคลุมโคนไม้ผลเพื่อรักษาความชื้นและป้องกันกำจัดวัชพืช วัสดุอินทรีย์นี้จะผุพังและย่อยสลายกลายเป็นอินทรียวัตถุและปล่อยแร่ธาตุอาหารลงสู่ดินต่อไป

2) ใส่ลงดินเพื่อปรับสภาพดินให้ดีขึ้น จะช่วยให้ดินโปร่งมีการระบายน้ำระบายอากาศดี ส่งเสริมให้รากพืชมีการเจริญเติบโตและยังเป็นแหล่งปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา

3) การใช้เป็นวัตถุดิบในการทำปุ๋ยหมัก จะได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดี สามารถใช้ปรับปรุงดินได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

ตารางที่ 2.10 ชนิดและปริมาณวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากไร่นา

ชนิด	ปริมาณ (ตันต่อปี)
ฟางข้าว	25,450,000
เศษข้าวโพด	7,830,000
เศษต้นข้าวฟ่าง	920,000
เศษต้นถั่วเหลือง ถั่วลิสง และถั่วเขียว	2,230,000

แหล่งที่มา: ปรัชญา ธัญญาดี, เมธี มณีวรรณ และพิรัชฌา อานานุกูล, 2540: 11.

2.3.2.2 วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรในประเทศไทยเป็นจำนวนมากแต่ละปีมีวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมดังกล่าวเป็นปริมาณมาก วัสดุเหล่านี้หากมีการจัดการที่ดี ก็สามารถนำมาปรับปรุงบำรุงดินได้ดี ดังตารางที่ 2.11 ซึ่งวัสดุเหลือทิ้งส่วนหนึ่งหลายชนิดได้ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงบำรุงดินอยู่แล้ว เช่น กากอ้อย ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ของเหลือจากอุตสาหกรรมการผลิตผงชูรส และกากตะกอนน้ำทิ้งต่าง ๆ วัสดุเหล่านี้มีปริมาณธาตุอาหาร คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีแตกต่างกัน หลายชนิดมีปริมาณมาก และมีคุณลักษณะเหมาะสมที่จะนำมาใช้โดยตรง แต่บางชนิดต้องปรับสภาพบางประการให้มีความเหมาะสมเสียก่อน เช่น ปรับค่าความเป็นกรด – ด่าง การทำให้แห้ง เป็นต้น

ตารางที่ 2.11 ปริมาณวัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละชนิดในประเทศไทย

โรงงาน	วัสดุอินทรีย์เหลือใช้		
	จำนวนโรงงาน	ประเภท	ปริมาณ (ตัน/ปี)
สุรา	34	Activated Sludge	1,300
เบียร์	2	Activated Sludge	10,800
น้ำอัดลม	8	Activated Sludge	782
ผงชูรส	3	GML	35,000
		Humus	13,000
		Activated Sludge	1,000
ผงชูรส		Bagasse	13,530,000
น้ำตาลทราย	47	Filter cake	604,658
เยื่อกระดาษ	44	Activated Sludge	16,200
กำจัดการน้ำเสียของ			
การเคหะแห่งชาติ	3	Activated Sludge	7,680
สกัดน้ำมันละหุ่ง	1	กากเมล็ดละหุ่ง	197,100
สกัดน้ำมันรำ	3	รำข้าว	139,678
สกัดน้ำมันปาล์ม	4	กากเมล็ดปาล์ม	51,037
สกัดน้ำมันถั่วเหลือง	21	กากถั่วเหลือง	131,678
สกัดน้ำมันมะพร้าว	76	กากมะพร้าว	9,855
สกัดน้ำมันเมล็ดฝ้าย	1	กากเมล็ดฝ้าย	27,375
การกะเทาะข้าวโพด	-	ซังข้าวโพด	1,260,000
แป้งมันสำปะหลัง	-	เปลือกมันสำปะหลัง	4,500,000
โรงสีข้าว	-	แกลบ	3,160,000
โรงเลื่อย	-	ขี้เลื่อย	1,440,000

แหล่งที่มา: ถนัด เกิดงาม, 2533: 58 อ้างถึงใน ปรัชญา ธัญญาดี, เมธี มณีวรรณ และพิรัชฌา อานานุกูล, 2540: 1 – 13.

วัสดุอินทรีย์ในประเทศไทยมีมากมาย ทั้งในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากไร่นา หากสามารถนำบางส่วนมา

เติมลงดิน ก็สามารถเพิ่มระดับของอินทรียวัตถุในดินให้สูงขึ้น เป็นการปรับสภาพต่าง ๆ ของดินให้ดีขึ้น และยังเป็นการช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชอย่างครบถ้วน ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณผลผลิตของพืช รวมทั้งสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ส่วนหนึ่ง

2.3.3 ชนิดและคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากซากพืช ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ เศษเหลือของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีเศษเหลือจากโรงฆ่าสัตว์ โรงงานแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร เศษใบไม้ เศษวัชพืชต่าง ๆ เป็นต้น (ธงชัย มาลา, 2547: 227 – 228) ปุ๋ยอินทรีย์มีมากมายหลายชนิดและมีคุณสมบัติแตกต่างกันมากบ้างน้อยบ้าง แต่การใช้ประโยชน์ในด้านการเป็นปุ๋ยไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะว่าปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารพืชต่ำ แต่มีคุณค่าต่อพืชในด้านการปรับปรุงบำรุงดิน (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 4 – 16) ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญที่ใช้ในการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยหมัก

2.3.3.1 ปุ๋ยคอก (Farm Manures)

ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ประกอบด้วยอุจจาระ ปัสสาวะ ของสัตว์ต่าง ๆ เช่น โค กระบือ สุกร ม้า เป็ด ไก่ แพะ แกะ ค้างคาว และสัตว์อื่น ๆ ผสมกับเศษอาหารต่างๆ เข้าไปด้วย ในปุ๋ยคอกจึงมีจุลินทรีย์และสารอินทรีย์ต่าง ๆ มากมาย มีทั้งพวกที่เป็นฮิวมัสแล้ว และส่วนของที่ยังสลายตัวไม่หมด ปริมาณอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์แต่ละชนิดย่อมแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์และอาหารที่สัตว์กิน ถ้าสัตว์กินเมล็ดข้าวโพด จะมีอุจจาระขับออกมาประมาณ 1 ใน 10 ของน้ำหนักที่สัตว์กิน ดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 ปริมาณปุ๋ยคอกของสัตว์แต่ละชนิดในแต่ละปี

ชนิดของสัตว์	ปริมาณปุ๋ยคอก (ตัน/ ปี)		ปริมาณปุ๋ยคอกเมื่อเทียบน้ำหนักสัตว์แต่ละชนิดเท่ากับ 1,000 กก. (ตัน/ปี)
	อุจจาระ	ปัสสาวะ	
โค กระบือ	8.90	4.00	26
สุกร	1.10	0.64	15
ไก่	0.07	-	10
ไก่งวง	0.17	-	-
แกะ	0.46	0.27	-
แพะ	-	-	13
ม้า	6.50	1.50	18

แหล่งที่มา: คณะเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541: 52 อ้างถึงใน สมศักดิ์ วังใน, 2542: 45.

ชนิดของสัตว์เลี้ยงของประเทศไทยนั้นกระจายอยู่ตามภาคต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.13 อาจกล่าวได้ว่าปุ๋ยคอกจากสัตว์เลี้ยงหลายชนิด ได้แก่ โค กระบือ สุกร ไก่ และเป็ด มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้เป็นปุ๋ยคอกได้ เพราะมีปริมาณมากและกระจายตัวอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ

ตารางที่ 2.13 จำนวน โค กระบือ สุกร ไก่ และเป็ดในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2539

ภาค	กระบือ (ตัว)	โค (ตัว)	สุกร (ตัว)	ไก่ (ตัว)	เป็ด (ตัว)
ตะวันออกเฉียงเหนือ	2,917,471	2,723,841	1,392,891	37,376,214	5,933,781
เหนือ	480,609	1,791,442	1,395,034	31,965,531	1,836,174
กลาง	246,761	1,508,165	2,540,303	77,299,038	11,951,656
ใต้	88,432	854,759	800,281	14,148,380	1,678,774
รวมทั้งประเทศ	**3,733,273**	**6,878,207**	**6,128,509**	**160,789,163**	**21,400,375**

แหล่งที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2541: 56.

Library and Information Center

จากจำนวนสัตว์เลี้ยงกับปริมาณมูลสัตว์เลี้ยงที่รวบรวมได้ กล่าวได้ว่า ปริมาณมูลโคโดยเฉลี่ยจะมีประมาณปีละ 1.5 ตันต่อตัว ส่วนมูลสุกรจะมีประมาณปีละ 0.75 ตันต่อตัว ในขณะที่มูลเป็ดและไก่จะมีประมาณปีละ 0.025 ตันต่อตัว ด้วยหลักเกณฑ์นี้สามารถคำนวณปริมาณปุ๋ยคอกที่รวบรวมได้ในปี พ.ศ. 2539 จะมีปริมาณรวมกันทั้งหมดประมาณ 25 ล้านตัน ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ปริมาณปุ๋ยคอกจาก โค กระบือ สุกร ไก่ และเป็ดในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2539

ภาค	กระบือ (ตัว)	โค (ตัว)	สุกร (ตัว)	ไก่ (ตัว)	เป็ด (ตัว)
อีสาน	4,376	4,086	1,045	934	148
เหนือ	721	2,687	1,046	799	46
กลาง	370	2,262	1,905	1,932	299
ใต้	133	1,282	600	354	42
รวมทั้งประเทศ	**5,600**	**10,317**	**4,596**	**4,019**	**535**

แหล่งที่มา: ธงชัย มาลา, 2547: 76.

ตารางที่ 2.15 ปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (มูลสัตว์) ในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2540

(หน่วย: ตัน)

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	กลางและตะวันออก	ใต้	ปริมาณรวม
มูลโค	1,874,326	3,146,976	2,025,690	1,450,217	8,497,209
มูลกระบือ	1,121,088	5,396,975	555,044	232,348	7,305,455
มูลสุกร	901,245	883,379	1,269,153	560,405	3,614,182
มูลไก่	672,177	826,379	746,671	333,295	2,578,899
มูลเป็ด	45,528	152,448	299,664	44,873	542,513
ปริมาณรวม	**4,614,364**	**10,406,534**	**4,896,222**	**2,621,138**	**22,538,258**

แหล่งที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2542: 19.

ตารางที่ 2.16 ปริมาณมูลไก่เป็นรายภาค ปี พ.ศ. 2540

ภาค	จำนวนไก่ (ตัว)	มูลไก่ (ตันต่อปี)
ตะวันออกเฉียงเหนือ	39,446,264	986,157
เหนือ	33,080,849	827,021
กลาง	84,634,380	2,115,860
ใต้	15,122,496	378,062
รวมทั้งประเทศ	**172,283,989**	**4,307,100**

แหล่งที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2542: 25.

หมายเหตุ: คำนวณจากปริมาณค่าเฉลี่ยของการถ่ายมูลของไก่ 0.025 ตันต่อปี (กรมพัฒนาที่ดิน. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2537: 42) และจำนวนไก่จากสถิติการเกษตรแห่งประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2541/2542 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2543: 11)

1) ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก

ในปุ๋ยคอกที่ได้มาจากสัตว์แต่ละชนิดจะมีปริมาณธาตุอาหารพืชแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นธาตุอาหารหลัก ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน คือ สภาพของการสะสมปุ๋ยคอก อาหารที่สัตว์กิน และอายุของสัตว์ โดยทั่วไปแล้วปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกจะมีในสัดส่วนที่ค่อนข้างต่ำ แต่มีสัตว์บางชนิด ได้แก่ สัตว์ปีก บางชนิดจะมีปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกค่อนข้างสูง ดังตารางที่ 2.17

ตารางที่ 2.17 ปริมาณธาตุอาหารหลักเฉลี่ยในปุ๋ยคอกแต่ละชนิด

ชนิดของปุ๋ยคอก	N ร้อยละ	P_2O_5 ร้อยละ	K_2O ร้อยละ
โค	1.91	0.56	1.40
กระบือ	1.23	0.69	1.66
ไก่	3.77	1.89	1.76
เป็ด	2.15	1.33	1.15
ค้างคาว	3.11	12.20	1.84
นกนางแอ่น	5.82	8.42	0.58
แกะ	2.04	1.66	1.83

ตารางที่ 2.17 (ต่อ)

ชนิดของปุ๋ยคอก	N ร้อยละ	P_2O_5 ร้อยละ	K_2O ร้อยละ
ม้า	2.33	0.83	1.31
สุกร	2.80	1.36	1.18

แหล่งที่มา: กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้, 2540: 12.

สัตว์ปีกจำพวก เป็ด ไก่ และห่าน จะถ่ายมูลออกมาปีละประมาณ 25 กิโลกรัมต่อตัว ในแต่ละปีจะมีมูลเป็ด ไก่ ไม่ต่ำกว่า 4.5 ล้านตัน ส่วนใหญ่เป็นมูลไก่ ซึ่งจะมีประมาณ 4 ล้านตันต่อปี ปริมาณปุ๋ยคอกจำนวนนี้หากนำมาใช้ปรับปรุงบำรุงดินอย่างถูกต้องแล้ว จะเกิดประโยชน์มาก ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกนี้จะมีความแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้วในมูลไก่จะมีปริมาณธาตุอาหารพืชมากกว่ามูลเป็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในการนำปุ๋ยคอกไปใช้สามารถนำไปอัดเป็นเม็ดหรือแท่งแล้วผ่านกระบวนการทำให้แห้ง ก็สามารถเก็บไว้ได้นานและปลอดภัยกว่า

2) การใช้ปุ๋ยคอกทดแทนปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยคอกส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ อยู่ไม่มาก ถ้าจะใส่ปุ๋ยคอกเพื่อให้ได้ธาตุอาหารหลักพอเพียงกับพืชเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้วจะต้องใส่ปุ๋ยคอก 800 ถึง 1,000 กิโลกรัม ซึ่งอาจมีปริมาณไม่พอเพียง ดังนั้น อัตราการใส่ปุ๋ยคอกจึงปรับได้ กล่าวคือ ควรใส่สม่ำเสมอทุกฤดูปลูก แล้วเสริมด้วยปุ๋ยเคมีลดหลั่นลงตามสัดส่วนที่แนะนำสำหรับดินและพืชนั้น ๆ

การใส่ปุ๋ยคอกให้กับพืชไร่ เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง และพืชอื่น ๆ สามารถทำได้โดยการหว่านให้สม่ำเสมอให้ทั่วแปลงด้วยมือหรือเครื่องจักร ในบางกรณีอาจใส่โดยวิธีโรยเป็นแถวข้าง ๆ แถวพืชก็ได้

3) การเก็บรักษาปุ๋ยคอก

การเก็บรักษาปุ๋ยคอกมีความสำคัญมาก หากเก็บรักษาไม่ดีจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารในปุ๋ยคอกโดยจะสูญเสียไปดังนี้ คือ ไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูญเสียร้อยละ 50 ฟอสฟอรัสและแคลเซียมร้อยละ 20 แมกนีเซียมร้อยละ 25 กำมะถัน ทองแดง แมงกานีส และสังกะสีร้อยละ 30 (พิรัชฌา วาสนานุกูล และคณะ, 2540 อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 32) ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องเก็บรักษาปุ๋ยคอกไว้ให้ดี เพื่อลดการสูญเสียลง โดยทั่วไปแล้วการเก็บรักษาปุ๋ยคอกทำได้ดังนี้

(1) เก็บในที่ร่มปราศจากการชะของฝน โดยการทำหลังคาคลุมปุ๋ยคอกไว้

(2) เก็บในหลุมดินบริเวณที่เป็นดินเหนียว จะช่วยเก็บน้ำไว้ได้ดี ขุดหลุมลึก 5 – 6 ฟุต แล้วใส่ปุ๋ยคอกลงไปในหลุม พยายามรักษาความชื้นให้สูงอยู่เสมอ การเก็บรักษาโดยวิธีนี้อาจมีการสูญเสียในรูปของแอมโมเนียได้ แต่ถ้ารักษาความชื้นให้สูงอยู่เสมอจะลดปัญหาได้ เพราะแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจะละลายออกมาอยู่ในน้ำได้ จึงควรเติมปุ๋ยฟอสเฟตลงไปประมาณ 5 – 10 กิโลกรัมต่อปุ๋ยคอก 1 ตัน ซึ่งจะช่วยยกระดับฟอสฟอรัสในปุ๋ยแล้วยังช่วยรักษาไนโตรเจนในปุ๋ยคอกไม่ให้สูญเสียไปอีกด้วย (ธงชัย มาลา, 2547: 233)

2.3.3.2 ปุ๋ยหมัก (Composts)

ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการแปรสภาพของเศษซากพืชเป็นส่วนใหญ่ กระบวนการปุ๋ยหมักเป็นการย่อยสลายทางชีววิทยา แบบใช้อากาศซึ่งเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งจะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์จนกลายเป็นสารฮิวมัส ระหว่างการหมักจะเกิดความร้อน จนทำลายเมล็ดวัชพืช จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ไข่แมลงต่าง ๆ ฉะนั้นการใช้ปุ๋ยหมักที่หมักจนสิ้นกระบวนการแล้วจะใช้ได้สะดวกและปลอดภัย (กรมวิชาการเกษตร, 2542: 4)

ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการปรับปรุงสภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชถ้าเป็นดินเนื้อละเอียด อัดตัวกันแน่น เช่น ดินเหนียว ปุ๋ยหมักจะช่วยให้ดินนั้นมีสภาพร่วนซุยมากขึ้น ไม่อัดตัวกันแน่นทึบ ทำให้การระบายน้ำและการระบายอากาศดีขึ้น ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งแร่ธาตุอาหารที่จะปลดปล่อยออกมาให้กับพืชช้า ๆ และสม่ำเสมอ โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักจะมีแร่ธาตุอาหารพืชที่สำคัญครบถ้วน กล่าวคือ มีไนโตรเจนทั้งหมดประมาณร้อยละ 0.4 ถึง 2.5 ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชประมาณร้อยละ 0.2 ถึง 2.5 และโพแทสเซียมในรูปละลายน้ำได้ร้อยละ 0.5 ถึง 1.8 ปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่นำมาหมักและวัสดุอื่น ๆ ที่ใส่ลงไปในกองปุ๋ย

นอกจากธาตุอาหารหลัก 3 ธาตุ ปุ๋ยหมักยังมีธาตุอาหารอื่น ๆ อีก เช่น แคลเซียม กำมะถัน แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีน และธาตุอื่น ๆ ซึ่งธาตุเหล่านี้มีความสำคัญไม่น้อยกว่าธาตุอาหารหลัก เพียงแต่พืชต้องการในปริมาณน้อยเท่านั้น (ธงชัย มาลา, 2544: 51 – 61)

ข้อควรระวังในการใช้ ได้แก่ สารโลหะหนักที่จะติดมากับปุ๋ยหมัก เช่น แคดเมียม ปรอท ตะกั่ว ซึ่งปุ๋ยหมักชนิดนี้ควรนำไปใช้กับพืชที่ไม่ใช้บริโภคเป็นอาหาร ปุ๋ยหมักที่สลายตัวได้ดี สามารถนำไปใส่ในไร่นาได้จำนวนมาก แต่ทั้งนี้ไม่ควรใส่เกิน 20 ตันต่อไร่ เพราะอาจส่งผลเสียแก่ดิน และไม่คุ้มค่า (กรมวิชาการเกษตร, 2542: 4)

ตารางที่ 2.18 ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในวัสดุชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัสดุ	ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)
ตะกอนน้ำเสีย	2.0 – 6.0
มูลเป็ด – ไก่	3.5 – 5.0
มูลสุกร	3.0
มูลม้า	2.0
มูลโค – กระบือ	1.2 – 2.0
ต้นถั่วต่างๆ	2.2 – 2.5
ผักตบชวา	1.6 – 1.8
เปลือกถั่วลิสง	1.0 – 1.5
ต้นฝ้าย	1.0
ต้นข้าวฟ่าง	0.7 – 1.0
ต้นข้าวโพด	0.4 – 1.5
ใบไม้แห้ง ฟางข้าว	0.4 – 0.6
หญ้าแห้ง	0.3 – 2.0
กาบมะพร้าว	0.5
แกลบ	0.3 – 0.5
กากอ้อย	0.3 – 0.4
ขี้เลื่อยเก่า	0.2
ขี้เลื่อยใหม่	0.1
เศษกระดาษ	น้อยมาก

แหล่งที่มา: สมศักดิ์ วังใน, 2521: 45 อ้างถึงใน ธงชัย ตั้งเปรมศรี และ สมชาย อรรถศิษฐ์, 2541: 20.

2.3.3.3 ปุ๋ยพืชสด (Green Manure)

เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการไถกลบพืชขณะที่สดอยู่ลงในดิน ในช่วงที่พืชเจริญเติบโตพอสมควรหรือช่วงระยะที่พืชออกดอกเต็มที่ พืชที่จะนำมาเป็นปุ๋ยพืชสดจะต้องเป็นพืชที่เข้ากับระบบปลูกพืชของเกษตรกรได้ เจริญเติบโตเร็ว มีผลผลิตโดยน้ำหนักสูง ให้ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนสูง และเป็นพืชที่หาเมล็ดพันธุ์ง่าย (กรมวิชาการเกษตร, 2542: 3) พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดส่วนใหญ่ได้จากการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ เช่น พืชตระกูลถั่ว ตระกูลหญ้า

หรือพืชอื่นๆ โดยปล่อยให้เจริญเติบโตระยะหนึ่งแล้วตัดเป็นท่อนหรือไถกลบ เพื่อเป็นอาหารแก่พืชหลัก พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตเร็ว ง่ายต่อการตัดหรือไถกลบ ถ้าปลูกธัญพืช นิยมใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด แต่ถ้าปลูกพืชหัว เช่น มันเทศ มันสำปะหลัง หรือไม้ผล นิยมใช้พืชตระกูลหญ้าแทนพืชตระกูลถั่ว เพราะว่าพืชตระกูลถั่วมีไนโตรเจนมากเกินไป ทำให้ดินอ่อนแอและได้ผลผลิตต่ำ (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536 อ้างถึงใน อาทิตยา ไชโย, 2548: 15)

วิธีการใช้ปุ๋ยพืชสดมีอยู่หลายวิธี ถ้าจะใช้ให้ได้ผลดีจะต้องคำนึงถึงปัจจัยดังนี้ คือ เวลาที่จะปลูกและตัดพืชที่จะใช้เป็นปุ๋ยพืชสดให้สลายตัวจนปลูกพืชหลักได้ และน้ำก็เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตและการสลายตัวของเศษพืช จากปัจจัยหลักการใช้ปุ๋ยพืชสดอาจแยกออกได้ตามลักษณะของระบบปลูกพืช ดังนี้ (กรมวิชาการเกษตร. กองปฐพีวิทยา, 2542: 3)

1) การปลูกพืชหมุนเวียน โดยใช้ปุ๋ยพืชสดปลูกหมุนเวียนสลับกับพืชหลัก

2) การปลูกพืชแซม เป็นการปลูกพืชสดแซมในแถวพืชหลักโดยปลูกเหลื่อมกันในเวลา 1 ปี เมื่อปุ๋ยพืชสดได้เวลาที่จะสับกลบก็ทำการสับกลบเฉพาะแถวพืชปุ๋ยสดนั้นลงดิน หรืออาจสับกลบพร้อมกับตอซังของพืชหลักหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

3) การปลูกพืชเป็นแถบ โดยแบ่งพื้นที่การเกษตรเป็นส่วน ๆ สลับกันไป เช่น ปลูกข้าวโพด 5 แถว กระถิน 2 แถว ถั่วเหลือง 10 แถว ซึ่งพืชเหล่านี้สามารถเก็บเกี่ยวและไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดได้

4) การปลูกแบบเป็นพืชคลุม พืชที่ใช้จะเป็นพืชตระกูลถั่วชนิดที่เป็นเถาเลื้อยใช้คลุมดินเพื่อเป็นการกำจัดวัชพืชด้วย

5) การปลูกพืชตาม เป็นการปลูกพืชปุ๋ยสดก่อนพืชหลัก ไถกลบ หลังปลูกพืชหลักตามไน 1 ปี ควรปลูกปุ๋ยพืชสดต้นฤดูฝน ให้เวลาอย่างน้อย 45 – 60 วันจึงไถกลบ

การทำปุ๋ยพืชสดบำรุงดินเหมาะสำหรับท้องที่ที่มีดินฟ้าอากาศไม่แปรปรวนมาก และมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมที่ต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่จะเกิดผลเสียมากกว่าผลดีหากทำในสภาวะที่มีดินฟ้าอากาศแปรปรวนสูงและแห้งแล้งจัด (อาทิตยา ไชโย, 2548: 15)

2.3.3.4 ซากสัตว์ และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์

ปัจจุบันมีโรงฆ่าสัตว์และอุตสาหกรรมผลิตเนื้อสดแช่แข็งและบรรจุกระป๋องเนื้อสัตว์ต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย ผลพลอยได้ เช่น น้ำล้างเนื้อสัตว์ เลือดสด – แห้ง ขน หนัง และเครื่องในสัตว์ต่าง ๆ มีปริมาณไนโตรเจนสูงและมีธาตุอื่น ๆ อยู่ครบถ้วนในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน นอกจากนั้นถ้านำกระดูกสัตว์มาต้มให้เนื้อที่ติดกระดูกสุก แล้วเผาให้กระดูกไหม้เกรียม เปราะร่วน ทุบเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ให้กับพืช จะเพิ่มธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส ทำให้ต้น ราก ดอก และผลมีคุณภาพดี นิยมนำไปผสมกับวัสดุที่ใช้ปักชำหรือคอนต้นไม้ และใส่กระเช้าปลูก

กล้วยไม้ ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยที่มาจากซากสัตว์และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์ แสดงไว้ในตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.19 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยซากสัตว์และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์

ชนิดของปุ๋ย	N (ร้อยละ)	P_2O_5 (ร้อยละ)	K_2O (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 สังข์ศักดา, 2523: 213 – 223.

2.3.3.5 ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร

อุตสาหกรรมการแปรรูปผลผลิตทางเกษตร ได้แก่ โรงสี โรงงานน้ำตาล โรงงานแป้งมันสำปะหลัง โรงงานหีบน้ำมัน เป็นต้น ผลพลอยได้ที่เป็นกากหรือของเสียบางชนิดสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น นำไปใช้ทำอาหารเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ กากถั่วลิสง กากถั่วเหลือง บางชนิดไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ แต่สามารถที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้ เช่น แกลบ กากอ้อยป่น กากเมล็ดนุ่น กากผงชูรส เป็นต้น โดยที่กากละหุ่ง กากเมล็ดฝ้าย และกากผงชูรสสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้โดยตรง เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนสูง แต่แกลบและกากอ้อยป่นนั้นจะต้องเติมธาตุอาหารพืชที่ยังขาดลงไปแล้วหมักให้เปื่อยยุ่ยเสียก่อน จึงจะนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร แสดงในตารางที่ 2.20

ตารางที่ 2.20 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร

ชนิดของปุ๋ย	N (ร้อยละ)	P_2O_5 (ร้อยละ)	K_2O (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 สังข์ศักดา, 2523: 213 – 223.

2.3.3.6 ตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

การผลิตสินค้าของโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดจะมีการระบายน้ำเสียออกมา และมีอุตสาหกรรมหลายประเภทที่ในน้ำเสียนั้นมีอินทรียสารปะปนมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถแยกออกไปโดยการดกตะกอน ตะกอนน้ำเสียนี้มักจะอุดมไปด้วยธาตุอาหารพืชต่าง ๆ และสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ ตะกอนน้ำเสียจากโรงงานกลั่นสุรา โรงงานน้ำอัดลม หรือประเภทใกล้เคียงกันนี้ สามารถนำไปทำปุ๋ยได้ แต่ถ้าเป็นตะกอนน้ำเสียจากโรงงานถลุงโลหะ โรงงานแบตเตอรี่ มักจะมีโลหะหนักที่เป็นพิษต่อคนและสัตว์ติดออกมาด้วยในปริมาณค่อนข้างสูง จึงไม่ควรนำไปใช้เป็นปุ๋ยให้กับพืชที่รับประทานได้ แต่สามารถนำไปใช้กับไม้ดอกไม้ประดับได้ ดังนั้น การที่จะนำตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมาทำปุ๋ย ควรมีการตรวจสอบปริมาณของธาตุโลหะหนักให้แน่ใจเสียก่อน จึงจะนำไปใช้กับพืชที่เป็นอาหารคนและสัตว์ ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยที่มาจากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท แสดงไว้ในตารางที่ 2.21

ตารางที่ 2.21 ร้อยละของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

ชนิดของปุ๋ย	N (ร้อยละ)	P_2O_5 (ร้อยละ)	K_2O (ร้อยละ)
จากโรงงานน้ำอัดลม	5.00 – 8.00	3.00 – 5.00	1.00 – 2.00
จากส่าเหล้า	0.29	0.03	0.08

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

2.3.4 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่ได้จากการย่อยสลายของอินทรีย์สารต่างๆ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด (ปฐพีชล วายุอัคคี, 2541: 54 อ้างถึงใน อุดม นาแอะ, 2545: 15 – 16)

2.3.4.1 ข้อดีของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์

1) ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ของสมบัติทางเคมีของดิน จะเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากในปุ๋ยมีอินทรียสารที่มีตำแหน่งของการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในปริมาณสูงมากจึงช่วยเจือจางความเข้มข้นของไอออนที่อยู่บริเวณรอบๆ และควบคุมปฏิกิริยาทางเคมีในดินให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

2) ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีและมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์สูงขึ้น ทำให้อนุภาคหยาบๆ มีการเกาะตัวกันดีขึ้น ส่วนดินเหนียวจะร่วน โปร่ง มีการระบายน้ำและอากาศได้ดี มีความหนาแน่นลดลง ไม่แข็งจัดเมื่อแห้ง แต่ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติทางกายภาพของดินจะไม่ยั่งยืน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของปุ๋ยที่ใช้ ความถี่ในการใส่ และอัตราการสลายตัวขององค์ประกอบของปุ๋ย

3) ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติทางชีวภาพของดิน เมื่อใส่ลงดิน จุลินทรีย์จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีกิจกรรมต่างๆ ซึ่งจะมีผลโดยตรงและโดยอ้อมต่อคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน ทำให้มีการหมุนเวียนของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

2.3.4.2 ข้อเสียของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์

ข้อเสียของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ คือ มีปริมาณธาตุอาหารต่ำ ทำให้ต้องใส่ในปริมาณสูง สิ้นเปลืองแรงงานและค่าใช้จ่ายในการขนย้าย และสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการเก็บรักษา ขณะที่คุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์จากแหล่งต่างๆ ก็ไม่เหมือนกัน บางครั้งหายากมีราคาแพงและอาจนำโรคและมีวัชพืชติดมาทำให้เกิดการแพร่ระบาด (คณะเกษตร. คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541: 78 อ้างถึงใน อุดม นาแอะ, 2545: 16)

2.3.4.3 องค์ประกอบ ปริมาณ และคุณค่าทางอาหารของปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญชนิดหนึ่ง ซึ่งได้มาจากสิ่งขับถ่ายของสัตว์ โดยสามารถแบ่งได้เป็นส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลว สัตว์ต่างชนิดกันก็จะมีสัดส่วนของทั้งของแข็งและของเหลวต่างกัน เช่น ปุ๋ยคอกจากมูลโคจะมีสัดส่วน 1 : 4 สุกรสัดส่วน 2 : 3 (สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2518: 45 อ้างถึงใน อุดม นาแอะ, 2545:78) ในกรณีที่เป็นของเหลวจะมีธาตุอาหารที่เป็นไนโตรเจนอยู่ประมาณครึ่งหนึ่ง และมีโพแทสเซียมสองในสามของทั้งหมด ส่วนฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะมีอยู่ในส่วนที่เป็นของแข็ง และนอกจากนี้ปริมาณของธาตุอาหารในปุ๋ยคอกจะมีมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ อายุ และชนิดของอาหารที่สัตว์กิน ตลอดจนความเก่าใหม่ของปุ๋ยคอก โดยธาตุอาหารในปุ๋ยคอกที่สำคัญที่รายงานจากนักวิจัย มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม(Garner, 1966: 223 – 233) และปริมาณของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบของอินทรีย์สารจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้เมื่อมีการสลายตัว

2.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปุ๋ยมูลไก่

2.4.1 ความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยมูลไก่

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

ตารางที่ 2.22 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 อ้างถึงใน กฤษณา ทิวาตรี, 2546: 4.

หมายเหตุ : [1/] คำนวณจากปริมาณค่าเฉลี่ยของการถ่ายมูลของไก่ 0.025 ตันต่อปี

มูลไก่เป็นปุ๋ยคอกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงกว่าปุ๋ยคอกชนิดอื่น ๆ ธาตุอาหารในปุ๋ยมูลไก่จะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ แต่ต่อเนื่อง ในปัจจุบันได้มีการนำปุ๋ยมูลไก่มาอัดเม็ดเพื่อลดการฟุ้งกระจาย ทำให้สะดวกในการใช้และยังมีการกล่าวว่ามีคุณสมบัติในการปลดปล่อยธาตุอาหารช้า ๆ อีกด้วย จากการตรวจสอบรายงานผลการวิจัยพบว่า ปุ๋ยมูลไก่สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาในปริมาณที่สูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ ในสัปดาห์แรกหลังใส่ (Casellanos and Pratt, 1981: 354 – 357) แต่อย่างไรก็ตาม การนำปุ๋ยมูลไก่ไปอัดเม็ดอาจทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารช้าเกินไป ซึ่งจะทำให้พืชใช้ประโยชน์จากปุ๋ยมูลไก่ได้ไม่เต็มที่ (อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์, 2544: 1)

2.4.2 ความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด

ในการผลิตปุ๋ยคอกอัดเม็ดจะใช้มูลไก่มาเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งมูลไก่ที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยขั้นตอนแรกจะต้องผ่านความร้อน เพื่ออบมูลไก่ให้แห้ง ต้องใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 90 – 100 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิระดับนี้สามารถทำลายเชื้อโรค สปอร์เมล็ดพืชในมูลไก่ได้ ทำให้ไม่มีปัญหาต่อการนำไปใช้ในไร่นา

กระบวนการผลิต ขั้นตอนแรกมูลไก่จะถูกนำเข้ากระบวนการอบแห้งโดยผ่านความร้อนอุณหภูมิสูง เมื่อผ่านกระบวนการนี้แล้ว ขั้นต่อไปจะถูกนำเข้ากระบวนการป่นละเอียดให้มูลไก่เป็นผงและจะนำเข้ากระบวนการปรุงแต่งสูตรปุ๋ยให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ จากนั้นนำเข้ากระบวนการอัดเม็ด เมื่อผ่านการอัดเม็ดแล้ว ปุ๋ยอัดเม็ดจะถูกนำเข้าผ่านความเย็นอีกขั้นตอนหนึ่ง สุดท้ายก็เข้าสู่ขั้นตอนการบรรจุถุงเพื่อเป็นปุ๋ยสูตรสำเร็จ เตรียมนำไปจำหน่ายให้เกษตรกรต่อไป

2.4.2.1 ลักษณะของปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด จะมีอยู่ 3 รูปแบบ ให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม หรือตามความต้องการของเกษตรกรแต่ละกลุ่มคน คือ

1) ปุ๋ยมูลไก่แบบผง เป็นรูปแบบที่ถูกผลิตขึ้นมาให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งปุ๋ยชนิดนี้จะมีราคาต่ำสุด

2) ปุ๋ยมูลไก่แบบเมล็ดกิมจ้อ คือ มีลักษณะเป็นแท่งกลม ซึ่งราคาสูงกว่าแบบผงเล็กน้อย

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

2.4.2.2 ขั้นตอนการทำปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด (ธวัชชัย คุภดิษฐ์, 2542: 44 – 45)

1) ขั้นตอนการจัดซื้อหรือคัดเลือกมูลไก่

มูลไก่ที่นำมาทำปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดจะต้องเป็นมูลไก่ที่รวมกับวัสดุรองพื้น เช่น แกลบ โดยมีความชื้นที่เหมาะสมในการนำมาอัดเม็ด คือ ร้อยละ 13 – 14 เพราะถ้าความชื้นสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาต่อการอัดเม็ด มูลไก่ที่สามารถนำมาอัดเม็ดได้ง่ายและมีคุณค่าทางอาหารพืชสูง คือ มูลไก่จากเล้าพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ เพราะในการเลี้ยงไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงที่นาน ทำให้อัตราส่วนของมูลมีปริมาณค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับปริมาณของวัสดุรองพื้น ในขณะที่มูลจากเล้าไก่เนื้อคุณภาพจะด้อยลงมา เพราะมีปริมาณมูลน้อยกว่า เนื่องจากระยะเวลาเลี้ยงสั้นกว่า (35 – 45 วัน) มูลไก่ไข่ที่เลี้ยงปล่อยพื้นโดยมีวัสดุรองพื้น สามารถนำมาใช้ในการอัดเม็ดได้ดีเช่นกัน แต่มูลไก่ไข่ที่เลี้ยงบนกรงตับไม่สามารถนำมาใช้ในการอัดเม็ดได้เพราะมีความชื้นสูงเกินไปและขาดตัวเชื่อมยึดเม็ดเพียงพอ แต่ถ้าได้มีการนำมาปรับปรุง คือ มีการทำให้แห้งและผสมกับวัสดุ เช่น แกลบ ให้มีความชื้นที่ร้อยละ 13 – 14 ก็สามารถนำมาใช้ในการอัดเม็ดได้เช่นกัน โดย อาวุธ ตันโช (2538: 52) กล่าวว่า วัสดุรองพื้นที่นิยมใช้กันมาก คือ ขี้เลื่อยและแกลบ ซึ่งวัสดุรองพื้นที่ดีควรดูดซึมความชื้นได้ดี น้ำหนักเบา มีขนาดพอเหมาะ คือ ไม่เล็กกว่า 6 มิลลิเมตร ราคาถูก หาง่ายในท้องถิ่น และควรมีความชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 20 – 30 ไม่เปียกหรือแห้งเกินไป ที่สำคัญ ไม่ควรใช้วัสดุรองพื้นที่ผ่านการฉีดยาฆ่าแมลง ซึ่งราคาของมูลไก่รวมกับวัสดุรองพื้นในแถบจังหวัดสระบุรีมีการซื้อขายกันเป็นคิว โดยตกคิวละประมาณ 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 โดยการนำปุ๋ยยูเรียมาคลุกเคล้าให้เข้ากันกับมูลไก่ก่อนนำเข้าสู่ระบบลำเลียงเพื่ออัดเม็ด

การอัดเม็ด (Pelleting) เครื่องอัดเม็ดในกระบวนการผลิตมูลไก่อัดเม็ดจะมีขั้นตอนการผลิตคล้าย ๆ กับการอัดเม็ดอาหารสัตว์หรือการทำมันสำปะหลังอัดเม็ด แต่ขั้นตอนความยุ่งยากจะน้อยกว่า เพราะไม่ต้องมีการใช้ไอน้ำร่วมในการผลิตเหมือนอาหารสัตว์และการเติมวัตถุดิบอื่น ๆ ที่ยุ่งยาก สามารถใช้เครื่องอัดเม็ดที่ดัดแปลงจากเครื่องทำมันอัดเม็ดได้ โดยมูลไก่อัดเม็ดจะใช้รูอัด (Die) ที่มีขนาดรู Die 6 มิลลิเมตร และใช้ความเร็วรอบในการอัดเม็ดประมาณ 150 – 250 รอบ จะทำให้เม็ดมูลไก่มีความแข็งพอเหมาะ และมีหลักการ คือ มูลไก่จะถูกลำเลียงเข้าไปในห้องอัดเม็ด (Pelleting Chamber) ซึ่งมูลไก่จะถูกทำให้กระจายโดยแรงโน้มถ่วง แรงเหวี่ยง และแรงดันของเครื่องจักรให้ผ่านรู Die ผลจากการหมุนของ Die และลูกกลิ้งภายใน Die จะอัดมูลไก่ให้ผ่าน Die ออกไปเป็นเม็ดๆ โดยมีใบมีดสามารถปรับตัดให้ได้

ขนาดความยาวของเม็ดตามต้องการ โดยแหล่งพลังงานที่ใช้ในการอัดเม็ดจะใช้เครื่องยนต์ที่มีกำลังสูงหรืออาจใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากำลังสูงได้ หลังจากนั้นมูลไก่จะถูกลำเลียงไปไว้ในถังบรรจุเพื่อรอการบรรจุต่อไป

3) ขั้นตอนการบรรจุและการจำหน่าย

สำหรับการบรรจุเพื่อการจำหน่ายนั้น นิยมบรรจุโดยการใส่กระสอบพลาสติกทอสองชั้น น้ำหนัก 50 กิโลกรัม และใส่ถุงพลาสติกขนาด 2 กิโลกรัม เพื่อสะดวกสำหรับการจัดจำหน่ายให้กับลูกค้า โดยราคามูลไก่อัดเม็ดที่ทำการซื้อขายในราคาขายส่งกิโลกรัมละประมาณ 3 บาท 60 สตางค์ ซึ่งจากราคาที่สามารถขายได้จะช่วยเพิ่มมูลค่าของมูลไก่ได้มากขึ้น ตลาดส่วนใหญ่ ได้แก่ เกษตรกรผู้ที่ทำไร่และทำสวนทั่ว ๆ ไป

2.4.2.3 ข้อดีของมูลไก่ที่ผ่านการอัดเม็ดแล้ว คือ ทำให้สะดวกในการขนย้ายและการนำไปใช้ สามารถนำไปใช้กับเครื่องหยอดปุ๋ยอัตโนมัติได้ ช่วยลดปัญหาด้านกลิ่นและแมลงวัน รวมทั้งลดปัญหาเรื่องการฟุ้งกระจายของฝุ่น

2.4.3 งานวิจัยเกี่ยวกับธาตุอาหารสำหรับพืชในปุ๋ยมูลไก่

พิทยากร ลิ่มทอง และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ (2541: 1 – 45) ได้สำรวจเก็บตัวอย่างมูลไก่และเป็ดในภาคกลาง (จังหวัดนครปฐม) ภาคตะวันออก (จังหวัดจันทบุรี จังหวัดชลบุรี และจังหวัดฉะเชิงเทรา) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดขอนแก่น) พบว่า มีไนโตรเจนเฉลี่ยร้อยละ 2.22 สำหรับฟอสฟอรัสมีค่าค่อนข้างสูงประมาณร้อยละ 3.23 และโพแทสเซียมร้อยละ 1.82 ค่าความเป็น กรด – ด่าง (pH) เฉลี่ย 7.23 $\pm$ 0.73 และมีคาร์บอนต่อไนโตรเจน 13.02 ซึ่งจากการสำรวจเกษตรกรที่ปลูกไม้ผลมักนิยมใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ปีก เนื่องจากมีปริมาณของฟอสฟอรัสสูงกว่ามูลโค

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จันทบุรี (2545: 1) ได้สุ่มเก็บตัวอย่างของปุ๋ยมูลไก่จากจังหวัดฉะเชิงเทรามาทำการวิเคราะห์ทางเคมี โดยตัวอย่างที่สุ่มเก็บมีทั้งที่เป็นมูลไก่ผสมแกลบและมูลไก่ไข่ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ตัวอย่างของปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 7.1 ไนโตรเจนร้อยละ 1.05 ฟอสฟอรัสร้อยละ 3.33 โพแทสเซียมร้อยละ 4.10 ส่วนปุ๋ยมูลไก่ไข่มีค่าความเป็นกรด – 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, W.W. (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 และ Graham และ Donovan (1982: 1014 – 1018) ได้ศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยมูลไก่ โดยศึกษาผลตกค้างเป็นเวลา 4 ปี พบว่า ในช่วงปีแรกปุ๋ยมูลไก่ปลดปล่อยไนโตรเจนจากการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากอินทรีย์ไนโตรเจนไปเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน เท่ากับร้อยละ 5.1 และร้อยละ 5 ในปีต่อๆ ไป

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

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

2.5 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชุดดินราชบุรี

2.5.1 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดราชบุรี กล่าวได้ดังนี้ บริเวณทางทิศตะวันตกเป็นภูเขาสูงชันและจะลาดเทลงไปทางทิศตะวันออก ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ตอน คือ บริเวณทางทิศตะวันตก และทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกของกิ่งอำเภอส่วนผึ้ง และอำเภอปากท่อ สภาพพื้นที่เป็นภูเขาสูงชันและเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรี ซึ่งเป็นเขตติดต่อกับประเทศพม่าบริเวณนี้ส่วนใหญ่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมากกว่า 300 เมตร ยอดเขาบางแห่งสูงถึง 1,162 เมตร จากระดับน้ำทะเล บริเวณตอนกลางค่อนไปทางทิศตะวันตกของจังหวัด ซึ่งอยู่ถัดจากบริเวณที่เป็นภูเขาลงไปทางทิศตะวันออกอยู่ในเขตกิ่งอำเภอสวนผึ้ง อำเภอจอมบึง และอำเภอปากท่อ ส่วนใหญ่เป็นที่ดอนมีสภาพเป็นลูกคลื่นลอนลาด แต่บริเวณที่อยู่ใกล้เทือกเขานั้นจะมีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนชัน อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100 – 300 เมตร บริเวณตอนกลางของจังหวัด ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอจอมบึง อำเภอปากท่อ และทางทิศตะวันตกของอำเภอโพธารามและอำเภอบ้านโป่ง ส่วนใหญ่เป็นที่ดอน สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบจนถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 20 – 100 เมตร บริเวณทางทิศตะวันออกของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่ม อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 5 – 20 เมตร ส่วนบริเวณตอนปลายของแม่น้ำแม่กลองทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด อยู่ในเขตอำเภอวัด

เพลงและอำเภอดำเนินสะดวก สภาพพื้นที่ราบลุ่มมีน้ำทะเลขึ้นถึงตลอดปี และอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 2 เมตร

2.5.2 ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะทางธรณีวิทยา จังหวัดราชบุรี ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของภาคกลาง บริเวณทางทิศตะวันตกเป็นภูเขาสูงและจะค่อย ๆ ลาดต่ำลงไปทางทิศตะวันออก สภาพทางธรณีวิทยาของจังหวัดราชบุรี สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

บริเวณที่ราบทางทิศตะวันออกของจังหวัด เกิดจากการทับถมกันของตะกอน ซึ่งน้ำทะเล น้ำกร่อย และน้ำจืด พัดมาทับถมในยุค Quaternary

บริเวณตอนกลางของจังหวัดราชบุรี ตามแนวเหนือใต้โดยประมาณ ส่วนมากเป็นหินแปร และหินตะกอนซึ่งเกิดขึ้นในยุค Carboniferous, Devonian และ Silurian

บริเวณทิศตะวันตกของจังหวัดราชบุรี เป็นที่สูงและเป็นเทือกเขาสูง ประกอบด้วยหิน 2 จำพวก พวกแรกเป็นหินแปรและหินตะกอน ส่วนพวกที่สองเป็นหินอัคนี

ในส่วนชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินของจังหวัดราชบุรี ที่สำรวจพบมีอยู่ด้วยกัน 7 อันดับ ได้แก่

1. สันทรายเก่า (Old Sand Dunes) มีเนื้อที่ประมาณ 2,861 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 0.09 ของพื้นที่จังหวัด เกิดขึ้นจากการกระทำของคลื่น หรือกระแสน้ำทะเลพัดพาทรายไปทับถมไว้ตามริมฝั่ง เกิดอยู่ตามแนวเหนือใต้ ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดในอำเภอปากท่อ ซึ่งบริเวณนี้เคยเป็นทะเลเก่า

2. ที่ราบลุ่มน้ำขึ้นถึง (Active Tidal Flats) มีเนื้อที่ประมาณ 5,846 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 0.18 ของพื้นที่จังหวัด เป็นพื้นที่ราบต่ำ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1 เมตร บริเวณนี้เกิดจากการทับถมของตะกอนจากน้ำทะเล และน้ำกร่อยที่มีอายุน้อย ซึ่งทำให้ดินเป็นดินเหนียว หรือทรายแป้ง มีปริมาณเกลือสูง พื้นที่บริเวณนี้พบในบริเวณตอนปลายของแม่น้ำแม่กลอง ซึ่งอยู่ในบางส่วนของอำเภอเมืองราชบุรี อำเภอดำเนินสะดวก และอำเภอวัดเพลง

3. ที่ราบลุ่มน้ำเคยขึ้นถึง (Former Tidal Flats) มีเนื้อที่ประมาณ 298,761 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 9.31 ของพื้นที่จังหวัด เป็นที่ราบลุ่มน้ำทะเลเคยขึ้นถึงมาก่อน เกิดจากการทับถมของตะกอนจากน้ำทะเลและน้ำกร่อยที่มีอายุมาก วัตถุที่ทับถมส่วนใหญ่มีเนื้อละเอียด มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียว สีเทาเข้ม หรือสีดำ ปฏิกิริยาของดินเป็นด่าง พบในบริเวณที่ราบทางทิศตะวันออกของจังหวัดราชบุรี อยู่ในเขตอำเภอบางแพ อำเภอดำเนินสะดวก อำเภอวัดเพลง และบางส่วนของอำเภอเมืองราชบุรี และอำเภอปากท่อ

4. ที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood Plains) มีเนื้อที่ประมาณ 291,878 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 9.09 ของพื้นที่จังหวัดราชบุรี เป็นที่ราบลุ่มอยู่สองฟากฝั่งตอนบนของแม่น้ำแม่กลอง

เกิดจากการทับถมของตะกอนที่มีอายุน้อยจากแม่น้ำแม่กลอง วัตถุที่ถูกพัดพามามีหลายชนิดทำให้เกิดเนื้อดินหลายชนิด ได้แก่ ดินร่วนปนทราย จนถึงดินเหนียว ส่วนใหญ่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง พบในบริเวณอำเภอโพธารามและอำเภอเมืองราชบุรี

5. ลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ (Low Terraces) มีเนื้อที่ประมาณ 479,456 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 14.94 ของพื้นที่จังหวัด เป็นบริเวณพื้นที่ที่เคยเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงมาก่อน มีสภาพราบเรียบ เป็นบริเวณที่ราบลุ่ม วัตถุที่พัดมาทับถมมีอายุค่อนข้างเก่า ทำให้มีเนื้อดินตั้งแต่ดินเหนียวจนถึงดินร่วนปนทรายปฏิกิริยาของดินส่วนใหญ่เป็นกลาง หรือเป็นด่างเล็กน้อย ในส่วนของดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนเก่า มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ถึงดินร่วนเหนียวปนทราย ปฏิกิริยาของดินส่วนใหญ่เป็นกรด ดินบริเวณพื้นที่นี้อยู่ในทิศเหนือ และทิศตะวันตกของอำเภอบ้านโป่งทางทิศตะวันออกของอำเภอจอมบึง และทางทิศตะวันตกของอำเภอโพธาราม อำเภอเมืองราชบุรี และอำเภอปากท่อ

6. ลานตะพักลำน้ำระดับกลางและระดับสูง (Middle and High Terrace) มีเนื้อที่ประมาณ 341,585 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 10.65 ของพื้นที่จังหวัด เกิดจากการทับถมของตะกอนจากลำน้ำเก่า มีขนาดค่อนข้างหยาบ มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย จนถึงดินร่วนปนดินทราย ปฏิกิริยาของดินส่วนใหญ่เป็นกรด อยู่บริเวณทิศตะวันตกของจังหวัด

7. พื้นผิวที่เหลือค้างจากการกัดกร่อนและที่ลาดเชิงเขา (Erosion Surfaces and Foot Hill Slope) มีเนื้อที่ประมาณ 729,877 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 22.77 ของพื้นที่จังหวัด เกิดจากการสลายตัวของหินที่อยู่กับที่หรือเคลื่อนลงไปตามแรงดึงดูดของโลก และถูกน้ำกัดกร่อนมาเป็นเวลานาน จนมีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดหรือลอนชัน ลักษณะเนื้อดินมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับวัตถุต้นกำเนิด เช่นในบริเวณหินแกรนิตจะมีผลให้ได้ดินเนื้อหยาบ มีเนื้อดินเป็นทรายจัด และปฏิกิริยาดินเป็นกรด ส่วนบริเวณที่เกิดจากหินปูน ดินจะมีเนื้อละเอียด มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว ปฏิกิริยาของดินจะเป็นด่าง

8. เขาและภูเขา (Hills and Mountains) เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30 ซึ่งพบว่ามีเนื้อที่ประมาณ 1,043,553 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 32.52 ของพื้นที่จังหวัด คลุมพื้นที่ทางทิศตะวันตกของจังหวัด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรี ภูเขาส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิตและอาจพบหินดินดานปะปนอยู่เล็กน้อย

ในพื้นที่ของจังหวัดราชบุรี พบว่า เนื้อดินประกอบด้วยกลุ่มชุดดินทั้ง 62 กลุ่มชุดดิน กระจายตัวปะปนกันอยู่ทั่วไป ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้ดินบริเวณตำบลหนองชะโมย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 31 เป็นดินชุดปราณบุรี (Pr : Pran Buri Series) มีเนื้อที่ประมาณ 26,105 ไร่ เกิดจากการทับถมของตะกอนค่อนข้างเก่า บนตะพักลำน้ำระดับต่ำ สภาพพื้นที่มีลักษณะราบเรียบ ถึงค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชันร้อยละ 0 – 2 ดินชุดนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ถึงปานกลาง ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่า 100 เซนติเมตร ตลอดปี

ดินบนลึกประมาณ 30 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินร่วน สีพื้นเป็นสีน้ำตาล น้ำตาลปนเหลือง หรือสีเข้มของน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลาง ถึงเป็นกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0 – 7.0 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลปนแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดเล็กน้อย ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5 – 6.5

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดนี้ ปรากฏว่า ดินดอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง มีการอิ่มตัวของด่างสูง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง และมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก ส่วนดินดอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยด่างปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชค่อนข้างต่ำ และมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก กล่าวโดยสรุปแล้วดินชุดนี้มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ

ดินชุดนี้ส่วนใหญ่ใช้เป็นที่อยู่อาศัย มีการปลูกไม้ผล ไผ่ และทำสวนครัว ในบางแห่งที่มีพื้นที่มากๆ ใช้ปลูกพืชไร่ เช่น อ้อย เป็นต้น อย่างไรก็ตามดินชุดนี้เหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่และการทำสวนผลไม้เป็นอย่างดี แต่ควรจะใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินด้วย จะช่วยให้ผลผลิตดีขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2525: 82 – 86)

2.6 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับถั่วเหลือง

2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วเหลืองจัดอยู่ใน Family Leguminosae, Sub – Family Papalionoideae และ Tribe Phaseoleae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merrill (อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 22) ชื่อสามัญมักเรียกกันไปต่าง ๆ เช่น Soja Bean, Soya Bean, Chinese Bean, Manchurian Bean และ Soybean ซึ่งชื่อ Soybean เป็นที่รู้จักและยอมรับกันมากที่สุด มีถิ่นกำเนิดกระจายอยู่ตั้งแต่เอเชียตะวันออกและหมู่เกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิค ไปจนถึงทวีปออสเตรเลีย (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2542: 9) ไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าถั่วเหลืองเข้ามาสู่ประเทศไทยเมื่อไหร่ แต่สันนิษฐานว่าเข้ามาพร้อมกับคนจีนอพยพในสมัยกรุงศรีอยุธยาและมีการปลูกจำกัดในกลุ่มของชาวจีนซึ่งใช้ถั่วเหลืองเป็นอาหาร อย่างไรก็ตามมีรายงานเกี่ยวกับการเพาะปลูก คือ ใน พ.ศ. 2473 พระยาอนุบาลพายัพ เทศาภิบาลมลฑลพายัพได้ส่งเสริมให้มีการปลูกถั่วเหลืองในนาหลังการเก็บเกี่ยวข้าวนาปีในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ต่อมา ภาครัฐได้ให้ความสนใจในการวิจัยและพัฒนาการปลูกถั่วเหลืองมาตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2547: 22)

ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก (Annual) มีอายุเพียงฤดูปลูกเดียว มีการผสมเกสรโดยตัวเอง (Self – pollination Crop) ลักษณะต่าง ๆ ของต้นถั่วเหลืองจำแนกได้ดังนี้

2.6.1.1 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) ที่โคนรากแก้วหรือรากแขนงเป็นบริเวณที่ถั่วเหลืองสร้างปม (Nodule) โดยการกระตุ้นของไรโซเบียม (*Bradyrhizobium japonicum*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่อยู่ร่วมกับถั่วเหลืองแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Symbiosis) ไรโซเบียมมีหลายชนิดและมีความเฉพาะเจาะจงกับถั่วเหลืองด้วยภายในปมรากนี้ ก๊าซไนโตรเจนจากอากาศจะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ สารเหล่านี้เรียกรวม ๆว่า ยูรีไอด์ส (Ureides) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนประมาณ 1.0 สารเหล่านี้ถูกเคลื่อนย้ายไปยังฝักและเมล็ดได้ดีเท่า ๆ กันกับไนเตรทที่ถั่วเหลืองดูดขึ้นมากับดิน (กรมวิชาการเกษตร, 2547: 26)

2.6.1.2 ลำต้น

ส่วนใหญ่ลำต้นถั่วเหลืองมีรูปทรงเป็นพุ่ม มีความสูงประมาณ 50 – 75 เซนติเมตร ซึ่งการแตกกิ่งแขนง ความสูงของพุ่ม และจำนวนข้อและปล้องที่ปรากฏบนลำต้นถั่วเหลือง จะขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ ความไวแสง (Photoperiod) และการปฏิบัติในทางเขตกรรมเป็นตัวควบคุม บนลำต้นของถั่วเหลืองจะมีขน (Subescent หรือ Hair หรือ Trichone) ปกคลุมอยู่ทั่วไป ส่วนของใบเลี้ยงและกลีบดอก (Petal) จะไม่มีขน ขนมีสีน้ำตาล (Brown หรือ Tawny) และสีเทา (Gray) (กรมการค้าภายใน, 2547: 1)

2.6.1.3 ใบ

ใบถั่วเหลืองมี 4 แบบ คือ

1) ใบเลี้ยง มี 2 ใบ

2) ใบเดี่ยว มี 2 ใบ เกิดถัดจากใบเลี้ยงขึ้นมา

3) ใบประกอบ 3 ใบย่อย ซึ่งเกิดถัดใบเดี่ยวขึ้นมาอีก

4) ใบเดี่ยวโคนกิ่ง (Prophylls) เป็นใบเล็ก ๆ เกิดเป็นคู่ที่ฐานของกิ่งแขนง

แม้ว่าใบส่วนใหญ่จะเป็นใบประกอบ 3 ใบย่อย แต่ก็พบเสมอว่าบางใบอาจมี 4 ใบย่อย หรือมากกว่าได้ รูปร่างของใบย่อยมีความสัมพันธ์กับจำนวนเมล็ดต่อฝัก โดยต้นถั่วเหลืองที่มีใบเป็นรูปไข่กลมมักมีเพียง 1 – 2 เมล็ดต่อฝัก ต้นที่มีใบรูปไข่ปลายแหลม มี 2 – 3 เมล็ดต่อฝัก ในขณะที่ต้นที่มีใบแคบมี 3 – 4 เมล็ดต่อฝัก (กรมวิชาการเกษตร, 2547: 31)

2.6.1.4 ดอก

เกิดตามมุมใบ (Axillary Bud) เริ่มตั้งแต่ข้อที่ 5 – 8 มีวงกลีบเลี้ยงเป็นหลอด วงกลีบดอกมีสีขาว ม่วง ม่วงอ่อน ม่วงเข้ม ม่วงบานเย็น ชมพู หรือขาวปนม่วง แยกได้เป็น 5 ชิ้นย่อย (1 Standard, 2 Wing และ 2 Keel) เกสรตัวผู้มีก้านชู 10 ก้าน โดย 9 ก้านรวมกันอยู่ อีก 1 ก้านแยกเป็นอิสระ ทั้ง 10 ก้านทำหน้าที่ชูอับละอองเกสรตัวผู้ล้อมรอบเกสรตัวเมียอยู่ ทำให้การถ่ายละอองเกสรและการปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในดอกเดียวกันเกือบร้อยละ 100 (กรมวิชาการเกษตร, 2547: 31) นอกจากนั้น พบว่า ถั่วเหลืองนั้นสร้างดอกมากมาย แต่จำนวนดอกไม่มากนักที่จะกลายเป็นฝัก ร้อยละของการหลุดร่วงของดอกมีตั้งแต่ร้อยละ 20 – 80 ส่วนใหญ่แล้วพันธุ์ถั่วเหลืองใดๆ ที่มีจำนวนดอกต่อข้อสูง ก็มีร้อยละของการหลุดร่วงของดอกมากขึ้นไปด้วย การหลุดร่วงของดอกเกิดขึ้นในหลายระยะของการพัฒนาดอก เช่น ระยะที่ตาดอก (Floral Bud) เริ่มเปลี่ยนแปลงจากตาข้างในระยะที่ส่วนต่าง ๆ ของดอกกำลังพัฒนา หรือในช่วงที่ดอกได้รับการผสมพันธ์หรือปฏิสนธิ ปริมาณของดอกจะหลุดร่วงมากที่สุดในระยะ 7 วันแรกที่หลังจากดอกบาน (อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 33)

2.6.1.5 ฝัก

หลังจากผสมเกสรแล้วดอกจะร่วง รังไข่ (Ovary) จะขยายตัวออกมาเป็นฝัก เปลือกหุ้มรังไข่จะกลายเป็นฝัก (Pod) มีฝา 2 ชิ้นประกบกันอยู่ ฝักอาจมีลักษณะตรงหรือโค้งเล็กน้อย มีความยาวตั้งแต่ 2 – 7 เซนติเมตร เปลือกฝักแก่อาจมีสีเหลืองฟาง (Tan) น้ำตาลหรือดำขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฝักหนึ่ง ๆ มีเมล็ด 1 – 5 เมล็ด ฝักแก่อาจจะแตกตามรอยแตกทำให้เมล็ดร่วง ฝักจะแตกมากขึ้นถ้าถั่วเหลืองแก่ในฤดูแล้ง

2.6.1.6 เมล็ด

มีรูปร่างกลมรี ด้านหนึ่งเว้าเข้ามีจมูกหรือตาติดอยู่ มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ตั้งแต่ 5 – 45 กรัมต่อ 100 เมล็ด ภายในเปลือกหุ้มเมล็ดจะมีใบเลี้ยง 2 ใบ (Dicotyledon) ระหว่างใบเลี้ยงจะมีใบอ่อน 1 คู่ ลำต้นและรากติดอยู่ในสภาพพร้อมที่จะงอก โดยขยายทั้งสามส่วนออกไป เมล็ดที่ตลาดโลกนิยมมีสีเหลืองฟาง แต่บางพันธุ์อาจมีเมล็ดสีเหลืองอมเขียว น้ำตาล หรือดำ การเจริญเติบโตของเมล็ดในฝักจะไม่พร้อมกัน เมล็ดดอนปลายฝักจะเจริญก่อนเมล็ดที่อยู่ดอนโคนฝัก ถั่วเหลืองมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90 – 130 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, 2542: 9 – 11) เมล็ดถั่วเหลืองแก่จะมีโปรตีนร้อยละ 50 ไขมันร้อยละ 20 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 25 และแคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามิน และเลซิทิน (กรมการค้าภายใน, 2547: 1)

2.6.1.7 การสุกแก่

เมื่อถั่วเหลืองสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดได้สูงสุด ก็จะเริ่มสุกแก่ จุดที่น้ำหนักแห้งของเมล็ดมีปริมาณสูงสุดเรียกกันว่า จุดสุกแก่ทางสรีระ (Physiological Maturity) เมื่อถึงจุดนี้เมล็ดถั่วเหลืองจะไม่เพิ่มน้ำหนักอีกต่อไป ในระยะต้น ๆ ของการเจริญเติบโตของเมล็ด ปริมาณน้ำในเมล็ดจะมีมากถึงร้อยละ 90 เมื่อการสะสมน้ำหนักแห้งเริ่มขึ้น ปริมาณน้ำจะลดลงทีละน้อย เมื่อถึงจุดสุกแก่ทางสรีระ ปริมาณน้ำยังมีอยู่ร้อยละ 40 – 50 หลังจากระยะนี้แล้วเมล็ดถั่วเหลืองจะเริ่มแห้งลง ๆ จนถึงระยะสุกแก่เต็มที่ ปริมาณน้ำในเมล็ดจะเหลือเพียงร้อยละ 15 เท่านั้น (อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 34)

2.6.2 ระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลือง

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เมล็ดงอกจนสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยว ตลอดระยะเวลาของการเจริญเติบโตมีปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวข้อง คือ ปัจจัยที่ควบคุมโดยธรรมชาติ เช่น สภาพดินฟ้าอากาศ และบางปัจจัยสามารถควบคุมได้ เช่น พันธุ์ อัตราปลูก วิธีการปลูก การใส่ปุ๋ย การดูแลรักษา การป้องกันกำจัดศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยว การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะใหญ่ ๆ (Fehr and Caviness, 1977: 80) คือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative Growth; V – stage) และระยะการเจริญพันธุ์ (Reproductive Growth; R – stage)

2.6.2.1 ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative Growth; V – Stage) เป็นระยะตั้งแต่ต้นอ่อนโผล่พ้นดิน มีใบเลี้ยง ใบจริง และใบประกอบ ซึ่งเจริญตรงข้อของลำต้น การแบ่งระยะอาศัยการเกิดข้อเป็นตัวกำหนด เนื่องจากข้อเป็นเป็นส่วนหนึ่งของลำต้นที่เกิดใบ เมื่อใบหลุดจะเกิดรอยแผลสังเกตได้ชัดเจน นอกจากนี้จำนวนข้อเป็นลักษณะที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก การนับจำนวนข้อจะนับเฉพาะบนลำต้นหลักเท่านั้น และข้อนั้น ๆ จะต้องมีใบคลี่กางเต็มที่ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2543: 9) ดังตารางที่ 2.23

ตารางที่ 2.23 ระยะการเจริญเติบโตของ V – stage ในถั่วเหลือง

Growth Stage	ระยะการเจริญเติบโต	รายละเอียด
V_E	ระยะโผล่พ้นดิน (Emergence)	ใบเลี้ยงเพิ่งโผล่และอยู่เหนือผิวดิน
V_C	ระยะใบเลี้ยง (Cotyledon)	ใบประกอบเริ่มคลี่กางและขอบใบประกอบไม่แตะกัน
V_1	ระยะข้อที่ 1 (First Node)	ใบประกอบที่กางเต็มที่ในข้อที่ 1
V_2	ระยะข้อที่ 2 (Second Node)	ใบจริงที่ 1 (1^{st} Trifoliolate 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.

2.6.2.2 ระยะเจริญพันธุ์ (Reproductive Growth; R – Stage) คือ ระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาการซึ่งเริ่มตั้งแต่ถั่วเหลืองเริ่มออกดอก ออกฝัก และเมล็ดมีการพัฒนาตลอดจนการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดและการสุกแก่ (อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 39) โดยแบ่งเป็นระยะต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 2.24

ตารางที่ 2.24 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)	ฝักใดฝักหนึ่งบนลำต้นที่เริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล หรือน้ำตาลไหม้ หรือดำ
R_8	สุกแก่เต็มที่ (Full Maturity)	ร้อยละ 95 ของฝักที่เปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล หรือน้ำตาลไหม้ หรือดำ หากเก็บเกี่ยวประมาณ 10 วัน หลังจากนี้โดยที่ไม่มีฝนตก และอุณหภูมิในเวลากลางวันสูงพอสมควร ก็จะสามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดที่มีร้อยละของความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 15 ได้

แหล่งที่มา: Fehr and Caviness, 1977: 11.

การเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะ R_3 ถึง R_7 อาจเรียกว่า เป็นระยะการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดที่มีการเคลื่อนย้ายน้ำหนักแห้งจากส่วนต่าง ๆ 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 โดยอวัยวะ ต่าง ๆ ของเมล็ดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งอย่างช้า ๆ

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

3) Decreasing Growth Rate Phase อัตราการเจริญเติบโตของเมล็ดในระยะนี้ค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากใกล้ถึงจุดสูงสุดของการเจริญเติบโตของเมล็ด

4) Maximum Dry Matter Accumulation เป็นระยะที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด เรียกระยะนี้ว่า ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological Maturity)

5) Senescence Phase เป็นระยะสุกแก่ โดยที่ ใบ ลำต้น และส่วนต่าง ๆ เริ่มเหี่ยวแห้งและร่วงลงสู่ดิน

2.6.3 ประเภทของการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโต 2 แบบ (อภิพรรณ พุกภักดี, 2532: 54 อ้างถึงใน สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, 2543: 9 – 10) คือ

2.6.3.1 การเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอด (Determinate Growth)

เป็นการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นสิ้นสุดลงในขณะที่ถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ ดังนั้น เมื่อถั่วเหลืองเริ่มออกดอกก็จะมีการเจริญพันธุ์เท่านั้น ซึ่งการเจริญเติบโตแบบนี้พบในถั่วเหลืองบางพันธุ์ สำหรับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทุกชนิดมีการเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอดทั้งสิ้น ลักษณะสำคัญของถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตแบบไม่ทอดยอด คือ ออกดอกพร้อมกันทั้งต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุดเจริญที่ยอดจะกลายเป็นดอก และส่วนตา (Axillary Bud) ก็จะกลายเป็นดอกและฝัก สุกแก่พร้อมกัน ซึ่งสะดวกในการเก็บเกี่ยว

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

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

2.6.3.2 การเจริญเติบโตแบบทอดยอด (Indeterminate Growth)

เป็นการเจริญเติบโตทางลำต้นของถั่วเหลืองไม่มีสิ้นสุดลงในขณะที่ออกดอก ดั้งนั้น ในขณะที่มีการเจริญเติบโตของดอกและติดฝักในระยะแรก ต้นถั่วเหลืองยังคงมีการเจริญเติบโตทางลำต้นอยู่ ดอกจะทยอยออกไปเรื่อย ๆ พร้อมกับการเจริญเติบโตทางลำต้น ลักษณะการเจริญเติบโตแบบนี้พบมากในพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น ถั่วเหลือง ถั่วอื่นๆ ฝ้าย เป็นต้น

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 และ Caviness (1977: 1 – 11) กล่าวว่า ถั่วเหลืองพวกIndeterminate Varieties ขณะเริ่มออกดอก ความสูงจะยังไม่ถึงครึ่งหนึ่งของความสูงทั้งหมด ภายหลังการออกดอกแล้วยังคงมีการแตกกิ่งแขนงอยู่อีก ขนาดใบตรงส่วนปลายของลำต้นและกิ่งจะมีขนาดเล็กกว่าใบที่เกิดก่อนในระดับล่างลงไป ถั่วเหลืองในกลุ่มนี้จะมีระยะการเจริญทางลำต้นและทางการสืบพันธุ์คาบเกี่ยวกันเด่นชัด

2.6.4 อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ต่อการเจริญและการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง

2.6.4.1 ปัจจัยของลมฟ้าอากาศ (Climate Factors)

1) แสงสว่าง (Light) แสงสว่างมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลกทั้งทางตรงและทางอ้อม พลังงานแสงที่ส่องลงมายังพื้นโลกจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีและถูกเก็บสะสมไว้ในรูปของคาร์โบไฮเดรทโดยพืช ซึ่งจะเป็นแหล่งพลังงานของมนุษย์และสัตว์อีกต่อหนึ่ง ดังนั้น พลังงานจึงมีความสำคัญยิ่งต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืช ขบวนการสังเคราะห์แสงและขบวนการเมตาโบลิซึมของคาร์บอนต่าง ๆ ในพืชตระกูลถั่วเป็นขบวนการที่มีความสำคัญ และเป็นแหล่งของการผลิตพลังงาน เพื่อการเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่วทั้งสิ้น ขบวนการสังเคราะห์แสงเป็นขบวนการที่ผลิตอาหารให้แก่พืช ซึ่งเป็นอาหารมนุษย์

อิทธิพลของช่วงแสง มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองเป็นอย่างยิ่ง ถั่วเหลืองเป็นพืชตระกูลถั่วซึ่งจัดเป็นพืชวันสั้น (Short Day Plant) การออกดอกได้รับอิทธิพลจากช่วงแสงแบบ Facultive Response คือ การตอบสนองแบบไม่เด่นชัด และถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ย่อมตอบสนองต่อช่วงแสงแตกต่างกันออกไป เนื่องจากมี Critical Daylength แตกต่างกัน (อภิพรรณ พุกภักดี, 2533: 60 อ้างถึงใน เจริญ ท้วมขำ, 2539: 8 – 9)

2) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อกระบวนการ Metabolism ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช เมื่ออุณหภูมิผันแปรไปไม่ว่าจะต่ำกว่าหรือสูงกว่าอุณหภูมิเหมาะสม (Optimum Temperature) สำหรับพืชนั้นๆ ก็จะส่งผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชนั้นลดลง อุณหภูมิไม่เหมาะสมนั้นจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการตรึงไนโตรเจน การแบ่งเซลล์สืบพันธุ์ และการสร้างละอองเกสรตัวผู้ เป็นต้น และอุณหภูมิยังมีผลกระทบต่อผลผลิตโดยผ่านทางกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจได้เช่นกัน อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลทำให้อัตราการหายใจสูงขึ้นในขณะที่อัตราการสังเคราะห์แสงไม่สูงขึ้น ในกรณีเช่นนี้ทำให้ผลผลิตลดลง

3) อิทธิพลของน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน (Available Water) จะเกิดขึ้นได้เมื่อรากพืชเจริญไปในดินบริเวณที่มีความชื้น และดูดน้ำจนกระทั่งศักยภาพของน้ำในดินนั้นลดลง ส่วนของน้ำในดินที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้นี้ เรียกว่า Available Water ซึ่งอยู่ในระดับความชื้นในดินที่จุดอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน (Field Capacity; FC) และจุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point; PWP) (เฉลิมพล แซมเพชร, 2535: 70 อ้างถึงใน เจริญ ท้วมขำ, 2539: 9 – 10)

สำหรับการขาดน้ำในถั่วเหลืองนั้น มีรายงานว่า ในระยะที่ถั่วเหลืองออกดอกและระยะที่ถั่วเหลืองมีการพัฒนาฝักและเมล็ด เป็นระยะการเจริญเติบโตที่ถั่วเหลืองไวต่อการขาดน้ำ ถ้าขาดน้ำในระยะนี้จะทำให้ผลผลิตลดต่ำลงถึงร้อยละ 18 – 19 ในทางตรงกันข้าม พืชเช่นถั่วเหลืองก็มีการเจริญเติบโตลดลงไปหากได้รับน้ำมากเกินไป (ธวัชชัย ณ นคร, 2535:98 อ้างถึงใน เจริญ ท้วมขำ, 2539: 11) เพราะการตอบสนองของพืชต่อการมีน้ำมากเกินไป ซึ่งได้แก่การที่ดินมีน้ำมากเกินไปถึงขั้นดินแฉะ หรือมีน้ำขังอันสืบเนื่องมาจากการระบายน้ำของดินเลวนั้น ก็เป็นสาเหตุอันหนึ่งที่ทำให้การเจริญเติบโตของพืชทั้งรากและส่วนเหนือดินไม่เป็นไปตามปกติ ทั้งนี้สาเหตุใหญ่เพราะอากาศในดินมีน้อย และดินขาดการถ่ายเทอากาศที่ดีไป ลักษณะของพืชที่ขาดออกซิเจนหรือในสภาพน้ำขัง คือ ใบเหลือง ซึ่งนอกจากขาดออกซิเจนแล้วอาจเป็นเพราะขาดธาตุไนโตรเจนอีกส่วนหนึ่งด้วย เพราะไนโตรเจนทั้งหมดที่รากพืชดูดไปเลี้ยงลำต้นได้มาจากขบวนการ Mass Flow ซึ่งมีความชื้นเป็นพาหะ ในกรณีนี้ปุ๋ยไนโตรเจนอาจจะช่วยได้บ้าง Harrison และ Aiyer (1913: 65 – 104) ได้รายงานเพิ่มเติมว่า ในดินที่ได้รับน้ำมากจนท่วมขัง จะทำให้มีการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และอื่น ๆ อีกมากมายในดิน

2.6.5 การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชเป็นวิธีการมาตรฐานที่สามารถใช้เพื่อคาดคะเนหาผลลัพธ์สุทธิที่ได้จากการสังเคราะห์แสง โดยใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์เข้าช่วย เพื่อการวิเคราะห์หาอัตราของการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นในรูปของการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นหรืออาจจะแยกออกเป็นน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน เช่น ลำต้น ใบ ราก ฝัก รวง หรือเมล็ด แล้วชั่งหา

น้ำหนัก จากนั้นนำมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตแต่ละช่วงเวลาของพืชได้ ซึ่งอาจจะเป็นอัตราการเจริญเติบโตรวม (Crop Growth Rate) อัตราการเจริญของฝัก เมล็ด ลำต้น ใบ หรือราก สามารถคำนวณโดยใช้วิธีการ Linear Regression Analysis ซึ่งค่าของ Slope คือ อัตราการเจริญเติบโต สำหรับการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองนั้นจะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องหลายประการที่จะมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต การสร้างน้ำหนักแห้งของพืช ตลอดจนการสร้างผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตซึ่งปัจจัยหลักที่สำคัญ คือ พื้นที่ใบ นอกจากนี้มีส่วนสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น อายุของพื้นที่ใบ อัตราส่วนของพื้นที่ใบ หรือความหนาของใบ (สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร, 2543: 12 – 13)

2.6.6 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 ฝัก หลังจากนั้นได้ปลูกคัดเลือกแบบ Single Pod Descent (ต้นละฝัก) จนถึงชั่วอายุที่ 4 (F_4) คัดเลือกเป็นต้นในชั่วที่ 5 และคัดเลือกเป็นแถวในชั่วที่ 6 คัดเลือกเป็น Family ในชั่วอายุที่ 7 เริ่มนำเข้าประเมินผลผลิตในชั่วที่ 8 โดยเริ่มจากการเปรียบเทียบพันธุ์เบื้องต้น เปรียบเทียบมาตรฐาน เปรียบเทียบพันธุ์ในท้องถิ่น เปรียบเทียบในไร่กสิกร และทดสอบพันธุ์ในไร่กสิกร จนถึงฤดูฝนปี พ.ศ. 2529 ต่อมา กรมวิชาการเกษตรได้ประกาศรับรองพันธุ์ เมื่อวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2530 ให้ชื่อว่า "เชียงใหม่ 60" (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.: 11)

2.6.6.1 ลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

1) ต้นอ่อน มีลักษณะแตกต่างกับพันธุ์มาตรฐานอื่น ๆ ทุกพันธุ์ คือ ต้นอ่อนจะมีสีเขียว (Green Color) ส่วนพันธุ์อื่น ๆ จะมีสีม่วง สำหรับใบเลี้ยงมีสีเขียวและจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองก่อนที่จะหลุดร่วง

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

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

4) ขน ลักษณะของขนที่ขึ้นอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของลำต้นมีสีน้ำตาล (Brown Pubescence Color) ความหนาแน่นของขนปานกลาง และเป็นแบบขนตั้ง

5) ดอก สีของดอกแตกต่างจากพันธุ์มาตรฐานอื่น ๆ คือ ดอกมีสีขาว ส่วนอายุการออกดอกร้อยละ 50 เมื่อปลูกต้นฤดูฝนเฉลี่ยเท่ากับ 33 วัน แต่เมื่อปลูกปลายฤดูฝนจะมีอายุออกดอกเฉลี่ยเพียง 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. ต่าง ๆ เล็กน้อย มีน้ำหนักประมาณ 14.5 – 17.0 กรัมต่อ 100 เมล็ด องค์ประกอบของเมล็ดมีน้ำมันประมาณร้อยละ 20.0 และโปรตีนค่อนข้างสูง ประมาณร้อยละ 43.8

8) อายุเก็บเกี่ยว ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแหล่งปลูกหรือฤดูปลูก แต่โดยเฉลี่ยแล้วจะมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 97 วัน (ศุภชัย แก้วมีชัย, 2537: 65 – 66)

2.6.6.2 ลักษณะเด่นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

1) ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง จึงทำให้สามารถปลูกได้ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยพบว่า มีการปลูกในหลายท้องที่ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดสุโขทัย จังหวัดเลย จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดสระบุรี จังหวัดลพบุรี จังหวัดสกลนคร จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดราชบุรี และจังหวัดสุพรรณบุรี เป็นต้น

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

3) ทนทานต่อโรคแอนแทรกโนสและโรคราน้ำค้างได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 4 และ สจ. 5 รวมทั้งทนทานต่อโรคแบคทีเรียลพัสดูล

4) ตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดีกว่าพันธุ์ สจ. 5

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

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

2.6.6.3 ลักษณะด้อยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

1) เป็นพันธุ์ที่เสื่อมความงอก หากเก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 6 เดือน ร้อยละของความงอกจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 40

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

ตารางที่ 2.25 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. กรดไขมัน	
- ปาลมิติค	12.75
- สเตียริค	3.78
- โอเลอิค	19.57
- ลิโนเลอิค	53.53
- ลิโนเลนิค	9.57
16. ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	43.80 – 44.00

ตารางที่ 2.25 (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, 2542: 8 อ้างถึงใน กรมวิชาการเกษตร, 2545: 2.

2.6 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการธาตุอาหารของถั่วเหลือง

2.7.1 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

สุวพันธ์ รัตนะรัต (2542: 55 – 79) กล่าวว่า การปรับปรุงดินโดยการใช้ปุ๋ยกับพืชนั้นจำเป็นจะต้องทราบหรือประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อน ดินสำหรับการปลูกพืชจะมีความอุดมสมบูรณ์มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับข้อมูลของดิน ได้แก่ สภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ดิน และระดับธาตุอาหารพืช สภาพทางเคมีของดิน โดยเฉพาะความเป็นกรดเป็นด่าง สภาวะและปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเป็นข้อมูลที่ควรทราบเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงดินหรือการใช้สารเคมี สภาพทางเคมีของดินจะช่วยให้ทราบถึงศักยภาพการผลิตของพืชได้ ทำให้ทราบถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินว่าอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง หรือสูง การใช้ค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงผลผลิตพืชโดยการใช้ปุ๋ย และ สุวพันธ์ รัตนะรัต และเพิ่มพูน กีรติกสิกร (2532: 227 – 244) ยังได้รายงานถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้สำหรับการปลูกถั่วเหลืองว่ามี 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง 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. และระดับความอุดมสมบูรณ์สูง 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.

การวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชก็เป็นแนวทางหนึ่งในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืช หรือของดินในช่วงที่เก็บตัวอย่างพืชและมักจะใช้เป็นประโยชน์ในด้านการขาดธาตุอาหารหรือพืชได้รับมากเกินไป ค่าวิเคราะห์ระดับธาตุอาหารในพืชจะช่วยในการคาดคะเนสภาวะของธาตุอาหารในอนาคต ถ้านำมาใช้ร่วมกับค่าวิเคราะห์ดินจะทำให้การปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น (อุดม นาแอะ, 2545: 9) Bell และคณะ (1990: 1 – 52) ได้คาดคะเนระดับธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอ และมีผลกระทบต่อผลผลิตถั่วเหลือง ว่า ถ้าค่าวิเคราะห์ใบอ่อนที่สุดที่คลี่เต็มที่ของธาตุอาหารใดที่ได้ต่ำกว่านี้จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย เพื่อให้ธาตุอาหารซึ่งพืช คือ ถั่วเหลือง จะตอบสนองอย่างชัดเจนโดยค่าของระดับธาตุอาหารในพืชที่ไม่เพียงพอและมีผลกระทบจะมีความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ ดังนี้ ไนโตรเจนร้อยละ 4.20 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.29 โพแทสเซียมร้อยละ 1.70 แคลเซียมร้อยละ 0.35 แมกนีเซียมร้อยละ 0.26 กำมะถันร้อยละ 0.21 โบรอน 16.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โมลิบดินัม 20.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมงกานีส 20.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สังกะสี 20.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และทองแดง 16.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

กรมพัฒนาที่ดิน (2540: 48) รายงานว่า แนวทางหนึ่งในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน คือ การเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งจากการใช้อินทรียวัตถุติดต่อกันเป็นเวลานานๆ และสม่ำเสมอจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น อีกทั้งยังสามารถลดปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีลงได้ในระดับหนึ่ง พบว่า ในพื้นที่ปลูกพืชไร่ เมื่อเกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว อัตราการใส่ปุ๋ยเคมีประมาณ 80.9 กิโลกรัมต่อไร่ แต่หลังจากการนำปุ๋ยคอกมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่อง อัตราการใส่ปุ๋ยเคมีจะลดลงเหลือเพียง 67.3 กิโลกรัมต่อไร่ สาเหตุที่เกษตรกรยอมรับ เนื่องจากง่าย สะดวก ร้อยละ 50 สามารถปรับปรุงดินได้ดีกว่าการปรับกรุงโดยวิธีอื่นๆ (ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก) ร้อยละ 23.9 และอีกร้อยละ 15.2 เป็นการปรับปรุงดินที่ลงทุนน้อย

2.7.2 ความต้องการธาตุอาหารของถั่วเหลือง

กองปฐพีวิทยา (2542: 68) รายงานว่า พืชตระกูลถั่วสามารถใช้ธาตุอาหารจากอากาศได้ เช่น ไนโตรเจน โดยการตรึงของไรโซเบียมที่ปมราก ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการใช้ไนโตรเจนค่อนข้างสูง ใช้โพแทสเซียมรองลงมา และใช้ฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ น้อย เธียรนันท์ และนพชัย สวนมาลี (2535: 55 – 79) ได้ประเมินว่า การผลิตถั่วเหลือง 300 กิโลกรัม/ไร่ จะต้องใช้ไนโตรเจน 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 ของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดที่พืชดูดขึ้นมา ตามลำดับ

ปริมาณการดูดซับธาตุอาหารทั้งหมด ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังจากถั่วเหลืองงอกถึงอายุประมาณ 30 วัน และจากอายุ 30 วันจนถึง 80 วัน ปริมาณการดูดซับธาตุอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่จะไม่เพิ่มขึ้นหลังถั่วเหลืองอายุ 84 วัน ซึ่งแสดงว่าควรจะใส่ปุ๋ยให้กับถั่วเหลืองในระยะแรกของการเจริญเติบโต และการใส่ปุ๋ยช้าจะไม่เกิดประโยชน์กับพืชแต่อย่างใด

2.7.2.1 ความต้องการไนโตรเจนของถั่วเหลือง ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนมาก แหล่งที่มานอกจากจะมาจากดินและปุ๋ยแล้ว ยังได้มาจากเชื้อไรโซเบียมที่ช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ซึ่งในระยะแรกของการเจริญเติบโตประมาณ 15 วันหลังปลูก เชื้อไรโซเบียมจะไม่สามารถตรึงไนโตรเจนให้ถั่วเหลืองได้ ถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งจะทำให้ถั่วเหลืองแสดงอาการขาดธาตุ มีการเจริญเติบโตช้า และอ่อนแอ เพราะฉะนั้นจึงควรมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนประมาณ 3 กิโลกรัม N/ไร่ (อุดม นาแฮะ, 2545: 10) มนกฤตย์ บุญยฤทธ์ และเฉลิมพล แซมเพชร (2539: 185 – 195) ได้ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง พบว่า การใช้ไนโตรเจนอัตรา 8 กิโลกรัม N/ไร่ จะทำให้การเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน (V_6, R_1 และ R_3) ดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่ปริมาณไนโตรเจนในส่วนเหนือดินที่ระยะ $R_6 - R_7$ ไม่ต่างกัน ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง ปม และกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนลดลง ซึ่งกล่าวได้ว่า หากสภาพดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรโซเบียมและถั่วเหลือง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะไม่มีความจำเป็น และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงจะทำให้กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมลดลง

2.7.2.2 ความต้องการฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง น้อย เธียรนันท์ และนพชัย สวนมาลี (2535: 55 – 79) รายงานว่า ถั่วเหลืองต้องการธาตุฟอสฟอรัสน้อยมากเมื่อเทียบกับไนโตรเจน (ผลผลิต 300 กิโลกรัม/ไร่ ต้องการใช้ไนโตรเจนมากกว่า 20 กิโลกรัม N และฟอสฟอรัส 3 กิโลกรัม P_2O_5/ไร่) แต่ดินส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีฟอสฟอรัสต่ำ ในกลุ่มธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จะพบว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจะช่วยเพิ่มผลผลิตได้เด่นชัด ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินกับผลผลิตถั่วเหลือง ในกรณีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ถ้าผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสต่ำกว่า 1 ppm. จะได้ผลผลิตถั่วเหลืองเพียงร้อยละ 10 ของแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยอย่างเพียงพอ และผลผลิตจะได้เพียงร้อยละ 50 เมื่อดินมีค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัส 5 ppm. ในกรณีที่วิเคราะห์ฟอสฟอรัสเกิน 12 ppm. การใส่ปุ๋ยจะไม่เกิดประโยชน์ เพราะจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 20 หรือไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เนื่องจากค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินกับผลผลิตถั่วเหลืองมีความสัมพันธ์กันแบบ Quadratic โดยมีค่า $r = 0.794$ กล่าวถือ ถ้าต้องการผลผลิตร้อยละ 80 ของผลผลิตสูงสุด

จากการใช้ปุ๋ย ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสต้องมีค่า 12 ppm. หากต้องการร้อยละ 70 ค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสต้องมีค่า 8 ppm. จากความสัมพันธ์นี้จึงพอแนะนำได้ว่าถ้าพิจารณาค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดินเป็นหลักแล้ว 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: 660) ยังพบว่า ปริมาณน้ำมันในเมล็ดจะลดลงถ้าระดับฟอสเฟตมากเกินไป นอกจากนี้ ในดินที่ขาดฟอสฟอรัสถ้ามีการเพิ่มฟอสฟอรัสจะทำให้ถั่วเหลืองมีจำนวนปมและน้ำหนักปมต่อต้นเพิ่มสูงขึ้น (Uppal, 1997: 961 – 964) ซึ่งสอดคล้องกับ Howard (1984: 8 – 11) และในที่สุดจะทำให้มีผลผลิตและโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งอัตราที่ใช้ คือ ปุ๋ยฟอสเฟต 80 กิโลกรัม P_2O_5/เฮกตาร์ (Thimmegowda and Devakumar, 1996: 61 – 64)

Fageria และ Baligar, (1997: 624) กล่าวว่า ฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในพืชทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงาน (การสังเคราะห์แสงและการหายใจ) Fredeen และ Rao และ Terry (1989: 225 – 230) รายงานว่า ถั่วเหลืองที่ขาดฟอสฟอรัส จะทำให้ใบของพืชมีการขยายขนาดช้าลง ใบจึงมีขนาดเล็กและมีจำนวนน้อยใบ สาเหตุที่ใบมีการขยายขนาดช้าลงก็เพราะเซลชั้นผิวไม่ค่อยขยายตัวเนื่องจากมีฟอสฟอรัสต่ำและทำให้ค่า Hydraulic Conductivity ของรากลดลง ในขณะที่ปริมาณของโปรตีนและคลอโรฟิลล์ต่อหน่วยพื้นที่ใบลดลงเล็กน้อย เนื่องจากขนาดของใบลดลงอย่างมากแต่คลอโรฟิลล์ลดลงน้อยกว่าจึงทำให้ใบพืชที่ขาดฟอสฟอรัสในระยะแรกมีสีเขียวเข้มขึ้น แต่เมื่อพิจารณาถึงอัตราการสังเคราะห์แสงต่อหน่วยของคลอโรฟิลล์ พบว่า มีค่าลดลง

เธียรชัย อารยางกูร (2536: 49 – 50) พบว่า ในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมาก (3 – 5 ppm) ปุ๋ยไนโตรเจนจะเพิ่มน้ำหนักต้นถั่วเหลืองในระยะ V_3 แต่เมื่อถึงระยะ R_1 และ R_4 น้ำหนักปมและการตรึงไนโตรเจนจะต่ำกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในขณะที่การใส่ปุ๋ยฟอสเฟต อัตรา 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จะทำให้น้ำหนักปมสูงกว่ามาก และเมื่อถึงระยะ R_8น้ำหนักต้นก็จะสูงกว่าและให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่า

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

2.8 ความรู้เกี่ยวกับเรื่องไรโซเบียม

Bachanan และคณะ (1974: 59 อ้างถึงใน ยุทธชัย อนุรักทิพันธุ์, 2531: 34-35) ได้กล่าวไว้ใน Burgey's Manual ว่า ไรโซเบียมจัดเป็นพวกแบคทีเรียอยู่ใน Family Rhizobiaceae, genus Rhizobuim และพบว่า ไรโซเบียมมีรูปร่างเป็นท่อน ย้อมติดสีแกรมลบ ต้องการอากาศ มีขนาดประมาณ 0.5 – 0.9 ไมครอน ยาว 1.2 – 3.0ไมครอน ในบางกรณีรูปร่างอาจเป็นวงกลม หรือบางครั้งมีรูปร่างไม่แน่นอน เซลล์ของไรโซเบียมต้องการออกซิเจนซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและลดจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วเมื่อมีปริมาณออกซิเจนในปริมาณต่ำ

คุณสมบัติที่สำคัญของไรโซเบียม คือ สามารถเข้าไปอาศัยอยู่ในรากของพืชตระกูลถั่วแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Symbiosis) โดยไปทำให้รากของพืชตระกูลถั่วเกิดปมแล้วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้มาอยู่ในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่ทั้งต้นถั่วและไรโซเบียมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในขณะเดียวกันไรโซเบียมก็ได้รับอาหารหรือสารประกอบที่ใช้ในการดำรงชีวิตจากต้นถั่ว เมื่อจะทำการตรึงไนโตรเจนไรโซเบียมจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหลายแบบ เช่น X – shape, Y– shape, Pear – shape หรือทรงกลม (Cocci) เซลล์ลักษณะดังกล่าวเรียกว่าแบคทีรอยด์ (Bacteriod) ซึ่งจะมีลักษณะและสมบัติแตกต่างจากเซลล์รูปท่อน เซลล์ของไรโซเบียมที่อยู่ภายในเซลล์รากพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ จะปรากฏมี Membrane Envelope ห่อหุ้มไว้เป็นการแบ่งแยกเซลล์ของไรโซเบียมออกจากส่วนของไซโตพลาสซึมของเซลล์พืช ในระหว่าง Membrane Envelope กับเซลล์ของไรโซเบียมมีการสร้างสารที่เรียกว่า Leghaemoglobin ขึ้นมาอยู่รอบๆ เซลล์ ซึ่งโครงสร้างของ Leghaemoglobin ชนิดนี้เมื่อถูกสังเคราะห์ขึ้นมีปริมาณมาก ทำให้ปมรากถั่วเมื่อแตกออกเป็นสีชมพู ซึ่งถือว่าขบวนการตรึงไนโตรเจนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ความสามารถในการทำให้รากพืชตระกูลถั่วแต่ละกลุ่มเกิดปมได้นั้น ขึ้นอยู่กับความแตกต่างกันของชนิดของไรโซเบียม โดยที่ไรโซเบียมแต่ละชนิดมีการเลือกเกิดปมรากได้เฉพาะกับถั่วบางชนิดหรือบางกลุ่มเท่านั้น คือ ไรโซเบียมแต่ละชนิดมีความเฉพาะเจาะจงต่อชนิดหรือกลุ่มของถั่ว จากสมบัตินี้เองจึงได้มีการจำแนกไรโซเบียมออกเป็น Species ตามกลุ่มของถั่วที่ไรโซเบียมนั้น ๆ ทำให้เกิดปมรากได้ ในบางกรณีไรโซเบียมสามารถทำให้เกิดปมกับพืชตระกูลถั่วต่างกลุ่มได้ ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Symbiotic Promiscuity แต่ปมเป็นชนิดที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของไรโซเบียมและชนิดของถั่ว

2.9 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยในถั่วเหลืองและพืชอื่น ๆ

2.9.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยในถั่วเหลือง

อุดม นาแอะ (2545: 64 – 65) ศึกษาการจัดการปุ๋ยโดยใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมี เพื่อปรับปรุงผลผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในชุดดินกบินทร์บุรีที่มีฟอสฟอรัสต่ำ ในแปลงทดลองอำเภอวังน้ำเย็น 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 การใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 0.5 และ 1 ตันต่อไร่ จะทำให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่โดยมีผลผลิตอยู่ในช่วง 437.65 และ 473.48 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 20 และ 40 กิโลกรัมต่อไร่ และสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 12.5 และ 25 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี โดยมีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตสูงสุด

อาทิตยา ไชโย (2548: 132 – 134) ศึกษาการจัดการปุ๋ยโดยใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี สำหรับการผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในดินชุดลพบุรี ทำการปลูกในโรงเรือนทดลอง โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 ในอัตราทดแทน ร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 และในดินที่ไม่ได้ผสมปุ๋ย พบว่า ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 สามารถใช้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการปลูกถั่วเหลืองได้ โดยทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

2.9.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยในพืชอื่น ๆ

May และ Martin (1966: 11 – 12) ได้ทดลองเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยมูลไก่กับปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตเป็นระยะเวลา 3 ปี โดยใช้มูลไก่ อัตรา 1.6 ตันต่อไร่ และปุ๋ย ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต อัตรา 72.72 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่เพียงครั้งเดียวเมื่อเริ่มการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า ปุ๋ยมูลไก่จะให้ผลผลิตรวม 3 ปีของอัลฟัลฟ่าสูงกว่าปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต

ดำริ ถาวรมาศ และองอาจ ชังธาดา (2520: 125 – 128) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 1 ตันต่อไร่ มีผลทำให้ผลผลิตข้าวฟ่างสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แนะนำเกษตรกร คือ อัตรา 10 – 10 – 0 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปริมาณมูลไก่ที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ผลผลิตข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นด้วย การเพิ่มปริมาณปุ๋ยมูลไก่อัตรา 2, 3 และ 4 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันมาก จึงสรุปว่า ควรใส่ปุ๋ยมูลไก่ปีละ 1 ตันต่อไร่ เพราะให้ผลผลิตข้าวฟ่างสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ

วิทยา มาสร้างสรรค์ และดำริ ถาวรมาศ (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 อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยใส่ปุ๋ยคอกในรูปมูลไก่ มูลโค และมูลสุกร ในอัตรา 0, 500, 750 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกโดยเฉลี่ยให้ผลผลิตดีกว่าไม่ใส่อย่างเด่นชัด โดยแปลงที่ใส่มูลไก่หรือมูลสุกร มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดดีกว่าการใช้ปุ๋ยมูลโคทั้งสองฤดูปลูก

วรรณะ ขาวสุทธิ์, สนิทธิ์ เพชรานนท์ และบุญล้ำ มังคละประทีป (2527: 252 – 253) ทำการทดลองเปรียบเทียบ การใช้มูลไก่อัตราต่างๆ ที่มีผลต่อผลผลิตของมันสำปะหลัง โดยใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 0.5, 1, 2, 3 และ 4 ตันต่อไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 0.5, 1, และ 2 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยมูลไก่ ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 3 และ 4 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังแตกต่างจากแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างมีนัยสำคัญ

ไพฑูรย์ อุไรวงศ์ (2527: บทคัดย่อ) ศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลไก่ และพืชบำรุงดิน ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด โดยทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วย การปลูกไมยราพหนามร่วมกับข้าวโพด การปลูกถั่วแปบร่วมกับข้าวโพด การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1 ตันต่อไร่ และปุ๋ยเคมีเกรด 16 – 20 – 0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อย่างเดียวทำให้ข้าวโพดออกดอกตัวผู้เร็วกว่า มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกข้าวโพดโดยใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ส่วนการปลูกพืชบำรุงดินร่วมกับข้าวโพดโดยมีการใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมด้วย ให้ผลผลิตดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีทั้งในปีแรก (พ.ศ. 2522) และในปีที่สอง (พ.ศ. 2523) ในขณะที่ข้าวโพดให้การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยมูลไก่ดีกว่าการปลูกพืชบำรุงดินร่วมกับข้าวโพดเฉพาะในปีแรกเท่านั้น

มงคล พานิชกุล (2528: 214 – 220) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลไก่ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกอย่างต่อเนื่องในดินชุดโคราช จังหวัดขอนแก่น เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มี pH 5.2 – 5.7 ปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 0.42 – 0.70 ปริมาณ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 16 – 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการทดลอง พบว่า การปลูกข้าวโพดต่อเนื่องทั้งสองฤดูปลูก ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 20 – 20 – 0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูปลูกที่หนึ่ง และตามด้วยปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต อัตรา 18 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่สองครั้ง ในฤดูปลูกที่สอง ทำให้ข้าวโพดหวานที่ปลูกมีการเจริญเติบโตดีกว่าตำรับปุ๋ยอื่นๆ รวมทั้งผลผลิตจำนวนฝักมากกว่าปุ๋ยตำรับอื่นๆ ด้วย

ทัศนีย์ สงวนสัจ และคณะ (2534: 84 – 88) ได้รายงานผลงานวิจัยการเพิ่มผลผลิตข้าวโดยการใช้ปุ๋ยมูลไก่ในนาเกษตรกร ซึ่งเป็นดินชุดร้อยเอ็ดมีเนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินร่วนปนทราย ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตเฉลี่ย 673 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่แปลงใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12 – 7.5 – 6 กิโลกรัม N – P_2O_5 – K_2O ต่อไร่ ได้ผลผลิตเฉลี่ย 599 กิโลกรัมต่อไร่ จะเห็นได้ว่าปุ๋ยมูลไก่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้สูงกว่าปุ๋ยเคมีถึง 74 กิโลกรัมต่อไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 12

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, พนัส สุวรรณธาดา และดิเรก อินตาพรม (2537: 94 – 101) ได้รายงานการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าว ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก โดยใช้พันธุ์ข้าว กข. 23 ซึ่งเป็นพันธุ์ต้นเตี้ย ไม่ไวต่อช่วงแสง พบว่า ปุ๋ยมูลไก่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยปุ๋ยมูลไก่อัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวทัดเทียมกับปุ๋ยเคมี 8 – 4 – 0 ส่วนปุ๋ยมูลไก่อัตรา 600 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตสูงที่สุด เมื่อพิจารณาปริมาณที่เพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว กข. 23 จากการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 300 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 37 – 41 และ 61 – 74 ตามลำดับ

Tuivavalagi และ 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 น้ำหนักของใบรองฝักและส่วนเหนือดิน ส่วนการวิเคราะห์ใบรองฝักในระยะออกไหม แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่เพิ่มการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ซัลเฟต คลอรีน และสังกะสี การวิเคราะห์ดิน

หลังเก็บเกี่ยวแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่เพิ่มความเข้มข้นของไนเตรท ไนโตรเจน แมงกานีส และแคลเซียมในดิน

หริ่ง มีสวัสดิ์ (2539: 11) ศึกษาผลการใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งชลประทานที่สถานีการใช้น้ำชลประทานแม่กลองใหญ่ จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสนติดต่อกัน 2 ปี โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 200, 400 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 28 – 28 – 0 อัตรา 20, 40 และ 80 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย

Duque (1998: 72 – 82) ได้ศึกษาการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในดินกรดจัดในเขตพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพดในเมือง Bukidnon ประเทศฟิลิปปินส์ ดินเป็นดินกรดจัด ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และปริมาณธาตุอาหารอื่น ๆ ต่ำ การทดลองประกอบด้วย การใช้มูลไก่ ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส หินฟอสเฟต และปูน ในอัตราต่าง ๆ พบว่า ข้าวโพดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้งในรูป มูลไก่ ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และหินฟอสเฟต มีผลผลิตสูงกว่าข้าวโพดที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยเลย โดยที่การใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่อัตรา 600 kg/ha ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสอัตรา 50 kg/ha และปูน ข้าวโพดมีผลผลิตสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 7283 kg/ha และใกล้เคียงกับข้าวโพดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสอัตรา 100 kg/ha ร่วมกับปูน ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 7016 kg/ha

Reddy และคณะ (1999: 181 – 190) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปของมูลไก่ และปุ๋ยเคมีต่อการให้ผลผลิต การดูดธาตุอาหารฟอสฟอรัสไปใช้ของพืช และประสิทธิภาพของปุ๋ย ในถั่วเหลืองและข้าวสาลี เป็นเวลา 5 ปี (ค.ศ. 1992 – 1997) พบว่า ในระดับฟอสฟอรัสที่เท่ากันปุ๋ยมูลไก่ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และเมื่อมีการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้งสองรูปแบบ ช่วยให้พืชมีการดูดดึงฟอสฟอรัสจากดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ผลผลิตถั่วเหลืองและข้าวสาลีมีปริมาณสูงสุดเมื่อให้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส

ภูมิศักย์ อินทนนท์, มานัส ลอศิริกุล และประสิทธิ กาญจนา (2542: 10 – 16) ได้ศึกษาการใส่ปุ๋ยมูลไก่ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า ในปริมาณที่เท่ากันมูลไก่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตพืชมากกว่ามูลสุกรและมูลวัว และพบว่า ในดินทรายจัด การใส่ปุ๋ยมูลไก่ในอัตรา 1 ตันต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ประมาณ 3 เท่าของการไม่ใส่ปุ๋ย

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ (2542: 44 – 45) รายงานว่า มูลไก่ของฟอแม่พันธุ์ไก่เนื้อนั้น มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ยกับพืชหลาย ๆ ชนิด เพราะในมูลไก่ประกอบไปด้วยธาตุอาหารต่าง ๆ ที่สำคัญ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่งมีอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง เมื่อใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์บางส่วนมาปรับมาตรฐานในมูลไก่ โดยให้มีอัตราส่วนของ ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส : โพแทสเซียม เท่ากับ 40 : 2 : 2 ทำให้มีคุณค่าทาง

อาหารเพียงพอที่สามารถใช้กับการเพาะปลูกพืชได้เป็นอย่างดีและสามารถทดแทนปุ๋ยวิทยาศาสตร์ได้

อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ (2544: บทคัดย่อ) ศึกษาอิทธิพลของการอัดเม็ด วิธีใส่ และเวลาในการใส่ปุ๋ยมูลไก่ต่อผลผลิตและการดูดดึงธาตุอาหารของข้าวโพดและต่อสมบัติทางเคมีของดิน พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยมูลไก่ในรูปไม่ปั้นเม็ดโดยใช้วิธีโรยเป็นแถบหลังปลูกหรือใส่โดยคลุกกับดินตอนปลูก จะทำให้ความสูง น้ำหนักแห้งตอซัง น้ำหนักแห้งเมล็ดข้าวโพด และปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่ข้าวโพดดูดสูงที่สุด

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และสุเทพ ทองแพ (2545: 27 – 37) ศึกษาการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับฟอสฟอรัสจากมูลไก่และซิลิกอนจากแกลบต่อผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด โดยทำการทดลองในกระถาง ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ (ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยเคมีร้อยละ 75 + ฟอสฟอรัสจากมูลไก่ร้อยละ 25) และซิลิกอนจากแกลบ (200, 300 และ 400 มิลลิกรัม $Sio_2Kg^{-1}Soil$) ผลการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ใกล้เคียงกัน ข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับฟอสฟอรัสจากมูลไก่ และซิลิกอนจากแกลบอัตรา 300 มิลลิกรัม $Sio_2Kg^{-1}Soil$ จะให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสแต่เพียงอย่างเดียวอย่างเด่นชัด

จำลอง กกรัมย์ และคณะ (2545: 142 – 151) พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบในอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตมันสำปะหลังสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยกว่า 1 เท่าตัว และเป็นอัตราที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน ปุ๋ยมูลไก่จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง

ศิริเนตร สิทธิทูล (2545: บทคัดย่อ) ศึกษาการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสและผลการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิกอนต่อการเจริญเติบโต และการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดินออกซิซอลส์ โดยในการทดลองที่ 1 จะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่อัตรา 50, 100 และ 200 มิลลิกรัม $P_2O_5Kg^{-1}$ ส่วนการทดลองที่ 2 จะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และมูลไก่อัตรา 100 มิลลิกรัม $P_2O_5Kg^{-1}$ และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสและฟอสฟอรัสจากมูลไก่ อัตรา 100 มิลลิกรัม $P_2O_5Kg^{-1}$ ร่วมกับซิลิกอน อัตรา 100 และ 200 มิลลิกรัม SiO_2Kg^{-1} ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทั้งในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มีผลทำให้การเจริญเติบโต น้ำหนักแห้ง ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวโพดสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า ข้าวโพดมีความสูง เส้นรอบวงลำต้น น้ำหนักแห้ง ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ข้าวโพด

ที่ได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ หรือปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่มีการเจริญเติบโต ผลผลิต ปริมาณฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และโพแทสเซียมทั้งหมดสูงกว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และการใส่มูลไก่ร่วมกับซิลิกอนทำให้ข้าวโพดมีความสูง ผลผลิตน้ำหนักแห้ง และปริมาณฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และโพแทสเซียมทั้งหมดสูงกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่เพียงอย่างเดียว

Hakim (2002: 1 – 8) ศึกษาการใช้อินทรียวัตถุในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดในดินอุลติโซลส์ โดยใช้ไอโซโทป ^{32}P ในการวัดประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพด ทำการทดลองในกระถางโดยใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสดให้มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินร้อยละ 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 ปริมาณฟอสฟอรัสที่มาจากปุ๋ยและประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดสูงสุด

Kogram (2002: 1 – 7) ได้ศึกษาอิทธิพลของมูลไก่ต่อผลผลิตของมันสำปะหลังและคุณสมบัติของดิน ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานีในดินทรายปนร่วน โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่ชนิดต่างๆ คือ ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดขนาดเล็ก ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดขนาดใหญ่ และปุ๋ยมูลไก่สดในอัตราต่างๆ กัน พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดขนาดเล็กอัตรา 2,500 Kg ha^{-1} และปุ๋ยมูลไก่สดอัตรา 6,250 Kg ha^{-1} ให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี N – P_2O_5 – K_2O อัตรา 46.9 – 46.9 – 46.9 Kg ha^{-1} ปริมาณที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยมูลไก่สามารถเพิ่มผลผลิตได้ร้อยละ 51 – 70 เมื่อเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ย และพบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่ โดยเฉพาะปุ๋ยมูลไก่สดจะช่วยปรับค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) รวมทั้งปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินให้สูงขึ้น

กฤษณา ทิวาตรี (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาอิทธิพลของมูลไก่ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและผลผลิตของข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด โดยทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ อัตรา 50 และ 100 มิลลิกรัม $P_2O_5Kg^{-1}$ Soil กับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเลย พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ มีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวและข้าวโพดเพิ่มขึ้นสูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ข้าวและข้าวโพดที่ได้รับการใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ มีการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสโดยทั่วไปใกล้เคียงกับข้าวและข้าวโพดที่ได้รับการใส่ฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส

จำลอง กกรัมย์ และคณะ (2546: 106 – 115) ทำการทดลองปลูกมันสำปะหลังในดินร่วนปนทรายโดยใส่มูลไก่ผสมแกลบในอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองการใส่มูลไก่

พบว่า ทุกตำรับการทดลองไม่ทำให้สมบัติทางเคมีของดินแตกต่างกันทางสถิติ และไม่แตกต่างจากการไม่ใส่มูลไก่โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินระหว่าง 5.10 – 5.41 อินทรียวัตถุร้อยละ 0.50 – 0.70 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 58 – 71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 27 – 35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ได้อธิบายว่า งานทดลองที่เกิดขึ้นดำเนินการเพียงแค่ 2 ปี โดยสมมติฐานว่าหากดำเนินการติดต่อกันหลายปี หรือใช้ปุ๋ยมูลไก่ในอัตราที่สูงขึ้น สมบัติทางเคมีของดินจะมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นโดยเฉพาะความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ (2536: 55 อ้างถึงใน กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547: 81) ได้ทดลองการใช้มูลไก่เพื่อปรับปรุงดินกรดสำหรับการปลูกมะละกอ โดยใช้มูลไก่ในอัตรา 0, 50, 100 และ 150 กรัมต่อกระถาง เพื่อปรับปรุงดินกรดในดินชุดยโสธรสำหรับปลูกมะละกอในเรือนทดลอง พบว่า มะละกอเจริญเติบโตต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีการดูดใช้ธาตุอาหารเรียงตามลำดับ ดังนี้คือ N, K > Ca > Mg อัตรามูลไก่ที่เหมาะสม คือ 50 กรัมต่อกระถาง โดยไนโตรเจนและโพแทสเซียมจะตอบสนองอย่างเห็นได้ชัด

นันทพร แสงเดช (2547: บทคัดย่อ) ศึกษาผลการใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิกอนต่อผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่อง ทำการทดลองในกระถางแบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาเปรียบเทียบผลการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และและปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ อัตรา 0, 100 และ 200 มิลลิกรัม $P_2O_5Kg^{-1}$ Soil ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่อง การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ร่วมกับซิลิกอน ต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่อง โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ อัตรา 100 มิลลิกรัม $P_2O_5Kg^{-1}$ Soil ร่วมกับซิลิกอน อัตรา 100 และ 200 มิลลิกรัม $P_2O_5Kg^{-1}$ Soil พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมี มูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่มีผลให้การเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นรอบวงลำต้น น้ำหนักแห้งของดอซัง ผลผลิตฝักของข้าวโพด และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในข้าวโพดสูงกว่าที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบว่า ข้าวโพดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่มีร้อยละของผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น รองลงมา คือ ข้าวโพดที่ได้รับการใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส ตามลำดับ

จินดนา ดุจดา (2547: บทคัดย่อ) ศึกษาการใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าวที่ปลูกในดินอัลทิซอลส์ชุดดินเพ็ญและชุดดินเรณู ทำการทดลองในกระถาง แบ่งเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ศึกษาผลการใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอัลทิซอลส์ชุดดินเพ็ญและชุดดินเรณูในสภาพดินนาขังน้ำ โดยเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองในกระถาง

ศึกษาการใส่ฟอสฟอรัสจากมูลไก่และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวที่ปลูกในดินอัลทิซอลส์ชุดดินเพ็ญ การทดลองที่ 3 เป็นการทดลองในกระถาง ศึกษาผลการใส่ฟอสฟอรัสจากมูลไก่และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวที่ปลูกในดินอัลทิซอลส์ชุดดินเรณู แหล่งของฟอสฟอรัสมี 2 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส Triple Superphosphate (Pf) และมูลไก่ (Pck) ปัจจัยที่ 2 คือ อัตราฟอสฟอรัส 3 อัตรา ได้แก่ 25, 50 และ 100 มิลลิกรัม $P_2O_5Kg^{-1}$ Soil และหน่วยควบคุม (ไม่ได้ใส่ฟอสฟอรัส) การทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอัลทิซอลส์ชุดดินเพ็ญและชุดดินเรณูในสภาพดินนาขังน้ำ เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด เมื่ออัตราการใส่ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจะเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสค่อนข้างสูงกว่ามูลไก่ที่ทำการทดลองในสภาพดินนาขังน้ำ ส่วนการทดลองในกระถาง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสและมูลไก่มีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวที่ปลูกในดินอัลทิซอลส์ชุดดินเพ็ญและชุดดินเรณูเพิ่มสูงขึ้นกว่าที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโดยทั่วไปค่อนข้างสูงกว่าฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ การใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ในดินอัลทิซอลส์ชุดดินเพ็ญและชุดดินเรณู ไม่ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินเปลี่ยนแปลง

กรมส่งเสริมการเกษตร (2547) ได้รายงานผลงานวิจัยการเพิ่มผลผลิตข้าว โดยการใช้ปุ๋ยมูลไก่ในนาเกษตรกร ซึ่งเป็นดินชุดร้อยเอ็ด ลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายหรือร่วนปนทรายในเขตอำเภอเมือง 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

ชนิษฎา พันธุ์เมือง (2548: บทคัดย่อ) ศึกษาอิทธิพลของฟอสฟอรัส (P) จากมูลไก่ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินเลยและชุดดินตาคลี ทดลองในกระถาง โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใส่ฟอสฟอรัสจากมูลไก่ และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินเลย การทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่ใช้ชุดดินตาคลี สำหรับการทดลองประกอบด้วย ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเลย (P0) ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส (Pf) มูลไก่ (Pck) และปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ (Pf + Pck) อัตรา 100 และ 200 มิลลิกรัม $P_2O_5Kg^{-1}$ Soil (P0, Pf100, Pf200, Pck100, Pck200, Pf50 + Pck50, Pf100 + Pck100) ผลการทดลองที่ 1 พบว่า

การใส่ฟอสฟอรัส ในรูป Pf, Pck และ Pf + Pck มีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินเลยเพิ่มขึ้นสูงกว่า P0 ข้าวโพดที่ได้รับการใส่ฟอสฟอรัสในรูป Pck, Pf และ Pf + Pck มีการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสใกล้เคียงกัน และการใส่ฟอสฟอรัส ในรูป Pck ไม่มีผลกระทบต่อความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของชุดดินเลยที่มีการปลูกข้าวโพด ผลการทดลองที่ 2 พบว่า การใส่ฟอสฟอรัส ในรูป Pf, Pck และ Pf + Pck มีผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินตาคลีไม่แตกต่างกัน และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินตาคลีเพิ่มขึ้นสูงกว่า P0 ข้าวโพดที่ได้รับการใส่ฟอสฟอรัสในรูป Pck, Pf และ Pf + Pck มีการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสใกล้เคียงกัน และการใส่ฟอสฟอรัสในรูป Pck ไม่มีผลกระทบต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของชุดดินตาคลีที่มีการปลูกข้าวโพด

กมลวรรณ แซ่เล้า (2548: บทคัดย่อ) ศึกษาอิทธิพลของมูลไก่อัดเม็ดต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินเลยและชุดดินพิมาย ทำการทดลองในกระถาง การทดลองประกอบไปด้วย ไม่ใส่ปุ๋ยเลย ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อย่างเดียว 1 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม มูลไก่อัดเม็ดอย่างเดียวอัตรา 1.5 และ 3.0 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 –15 อัตรา 1 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม และมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 0.75 และ 1.50 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 0.5 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม พบว่า การทดลองในชุดดินเลย สำหรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 1 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ร่วมกับมูลไก่อัดเม็ด 3 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ให้น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดฝักอ่อนสูงที่สุดสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียวและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในกลุ่มที่ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับมูลไก่อัดเม็ด ไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าการใช้มูลไก่อัดเม็ดอย่างเดียว ส่วนการทดลองในชุดดินพิมาย พบว่า สำหรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 อัตรา 1 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ร่วมกับมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 1.5 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ให้น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดฝักอ่อนสูงที่สุด สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียวและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้มูลไก่อัดเม็ดเพียงอย่างเดียวอัตรา 1.5 กรัม และ 3.0 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ให้น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดฝักอ่อนไม่ต่างกัน แต่สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและใช้ร่วมกับมูลไก่อัดเม็ดมีแนวโน้มที่จะมีการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงกว่าสำรับที่ใช้มูลไก่อัดเม็ดแต่เพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยเคมี และมูลไก่อัดเม็ด ในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ใช้ในการทดลอง

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุสำหรับก่อสร้างโรงเรือนประดิษฐ์ ได้แก่

3.1.1.1 โครงไม้

3.1.1.2 พลาสติกใสขนาดหน้ากว้าง 1.20 เมตร

3.1.1.3 มุ้งไนล่อนสีฟ้าขนาดหน้ากว้าง 1.80 เมตร

3.1.1.4 เชือกไนลอน ไม้ กาวยาง

3.1.1.5 สังกะสี

3.1.2 กระถางพลาสติกสีดำ เส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 11 นิ้ว สูง 9 นิ้ว

3.1.3 อิฐมอญ

3.1.4 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

3.1.5 เชื้อไรโซเบียมเหลว จากกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

3.1.6 สารป้องกันเชื้อรา (แคปแทน)

3.1.7 ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12

3.1.8 มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่อัดเม็ด จากห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ตำบลท่าดูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

3.1.9 ดินชุดราชบุรี

3.1.10 หัวฉีดพ่นกำจัดแมลง

3.1.11 ฝักบัวรดน้ำ

3.1.12 เครื่องมือสำหรับปลูกถั่วเหลือง

3.1.13 เครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างดินและถั่วเหลือง

3.1.14 เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล เช่น กล้องถ่ายรูป เวอร์เนีย

3.1.15 ยาฉุน และสะเดา

3.1.16 ถังน้ำขนาด 5 ลิตร พร้อมหัวฉีด

3.2 วิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยการปลูกถั่วเหลืองในดินชุดราชบุรี ซึ่งได้มีการผสมมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่อัดเม็ดในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยนำมาศึกษาร่วมกับการปลูกถั่วเหลืองในดินชุดราชบุรีที่ไม่ได้ผสมมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่อัดเม็ดและดินชุดราชบุรีที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ซึ่งจะทำการปลูกถั่วเหลืองลงในกระถางพลาสติกสีดำ เส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถางกว้าง 11 นิ้ว สูง 9 นิ้ว และนำไปวางไว้ในโรงเรือนประดิษฐ์ขนาด 6 x 8 เมตร สูงประมาณ 2 เมตร

3.2.1 แผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 4 ซ้ำ (Replication) ต่อหน่วยทดลอง โดยมีอัตราการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์อัดเม็ดและปุ๋ยเคมีเป็นหน่วยทดลอง ดังนี้

หน่วยทดลองที่ 1 : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด (T_0)

หน่วยทดลองที่ 2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_1)

หน่วยทดลองที่ 3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_2)

หน่วยทดลองที่ 4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_3)

หน่วยทดลองที่ 5 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4)

หน่วยทดลองที่ 6 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 –12 อัตรา 10 กรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน (T_5)

โดยกำหนดให้มีน้ำหนักของดินประมาณ 10 กิโลกรัมต่อกระถาง สำหรับอัตราส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่และปุ๋ยเคมี ลงในดิน มาจากผลการทดลองของ อุดม นาแอะ (2545: 64 – 65) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1 ตันต่อไร่ ในการผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิตสูงสุด และจากผลการทดลองของ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ (2543: 72 อ้างถึงใน กฤษฎา

หงส์รัตน์, 2546: 26 – 29) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ในการผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 นั้น ก็ให้ผลผลิตสูงสุดเช่นกัน

3.2.2 การเตรียมดินและมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์อัดเม็ด

3.2.2.1 การเตรียมดิน

ดินที่ใช้ในการปลูกเป็นชุดดินราชบุรี หลังจากเลือกพื้นที่ในบริเวณที่ต้องการใช้ดินได้แล้ว ให้ถากหญ้าบริเวณหน้าดินออก เพื่อให้ดินปนเปื้อนเศษวัชพืชให้น้อยที่สุด จากนั้นทำการเก็บดินโดยขุดดินลึกลงไปประมาณ 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 โดยดินส่วนแรกนำส่งกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และดินส่วนที่สองนำส่งภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท สำหรับดินที่เหลือจากการสุ่มได้นำมาใช้ในการปลูกถั่วเหลืองต่อไป

3.2.2.2 การเตรียมมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่อัดเม็ด

มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่อัดเม็ดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มาจาก ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ตำบลท่าตูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ซึ่งได้มาจากการเลี้ยงไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ของไก่ไข่ แล้วนำมาผ่านกระบวนการอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดมูลไก่ประมาณ 6 มิลลิเมตร ทั้งนี้ เมื่อได้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่อัดเม็ดมาแล้ว ได้นำส่งกรมวิชาการเกษตร จำนวน 1 กิโลกรัม เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และนำส่งภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อีกจำนวน 1 กิโลกรัม เพื่อตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท สำหรับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่อัดเม็ดที่เหลือ ได้นำมาใช้ในการปลูกถั่วเหลืองต่อไป

3.2.3 การเตรียมพื้นที่ปลูก

พื้นที่ปลูกเป็นโรงเรือนประดิษฐ์ขนาด 6 x 8 เมตร สูง 2 เมตร โดยลักษณะของโรงเรือนประดิษฐ์ทำเป็นโครงโรงเรือนไม้ มีประตูเข้าออก 1 ทาง กว้าง 1 เมตร หลังคาโรงเรือนมุงด้วยพลาสติกใส ขนาดหน้ากว้าง 1.20 เมตร โดยทำการขึงพลาสติกบนหลังคาโรงเรือนให้ตึงกับโครงไม้ โรงเรือนภายนอกทั้ง 4 ด้านหุ้มด้วยมุ้งไนลอนสีฟ้าขนาดหน้ากว้าง 1.80 เมตร และกั้นด้วยสังกะสีซึ่งมีความสูงจากพื้นดินประมาณ 50 เซนติเมตร ขุดร่องฝังสังกะสีลึก 10 เซนติเมตร

เพื่อป้องกันหนู พื้นโรงเรือนเป็นดินที่ทำการบดอัดให้แน่นและปรับให้เรียบ สำหรับถั่วเหลืองที่ทำการปลูกลงในกระถางพลาสติกสีดำเส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 11 นิ้ว สูง 9 นิ้ว เรียบร้อยแล้ว นำไปวางไว้ในโรงเรือนโดยมีอิฐมอญรองบริเวณก้นกระถาง จำนวน 2 ก้อนต่อกระถาง เพื่อเป็นการถ่ายเทอากาศและป้องกันการเกิดความชื้นที่มากเกินไป

3.2.4 การปลูก

ดินที่เหลือจากการส่งตรวจวิเคราะห์ ให้นำมาผึ่งแดดให้แห้งประมาณ 2 – 3 สัปดาห์ จากนั้นทำการผสมมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่คลุกเคล้ากับดินให้เข้ากันตามอัตราที่กำหนด โดยกำหนดให้น้ำหนักแต่ละกระถางเท่ากัน คือ 10 กิโลกรัม ดังตารางที่ 3.1 จากนั้นจับสลากลำดับการจัดเรียงหน่วยทดลอง (Treatments) ในโรงเรือนประดิษฐ์ กำหนดให้มีจำนวนหน่วยทดลองละ 30 กระถาง รวมทั้งหมด 180 กระถาง ระยะห่างระหว่างหน่วยทดลอง คือ 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างกระถางภายในหน่วยทดลอง คือ 5 x 20 เซนติเมตร จากนั้นจึงนำกระถางมาวางตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้เพื่อรอการปลูกต่อไป

ตารางที่ 3.1 ปริมาณดิน และมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 ที่ใช้ในแต่ละซ้ำของหน่วยทดลอง

หน่วยทดลอง	ดิน/ซ้ำ (กิโลกรัม)	มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัดเม็ด (กิโลกรัม)	ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 (กิโลกรัม)	รวม (กิโลกรัม)
T_0	10.00	-	-	10.00
T_1	9.98	0.02	-	10.00
T_2	9.96	0.04	-	10.00
T_3	9.94	0.06	-	10.00
T_4	9.92	0.08	-	10.00
T_5	10.00	-	0.01	10.01

ก่อนทำการปลูกให้นำเมล็ดถั่วเหลืองคลุกกับเชื้อไรโซเบียมชนิดเหลวซึ่งมีลักษณะเป็นสารเหนียวทำให้เชื้อเกาะติดกับเมล็ดได้ดีขึ้น หลังจากนั้นผสมสารแคปแทนลงไปเล็กน้อยเพื่อป้องกันเชื้อรา คลุกเคล้าให้ทั่วเมล็ด 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 จนกระทั่งถั่วเหลืองเริ่มออกดอกจึงให้น้ำทุก ๆ 3 วัน หรือเมื่อดินในกระถางแห้งจนเกิดการแตกของดิน และเมื่อถึงระยะสุกแก่จึงหยุดให้น้ำ

3.2.5.2 การกำจัดวัชพืช กำจัดโดยใช้แรงงานคนเมื่อมีวัชพืชขึ้น

3.2.5.3 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ใช้ยาฉุนแช่น้ำไว้ 1 คืน แล้วกรองเอากากออก นำน้ำยาฉุนที่ได้มาฉีดพ่นเมื่อปรากฏว่ามีแมลงหรือหนอน

3.2.6 การเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองและการวิเคราะห์

ทำการเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต 6 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างถั่วเหลืองจำนวน 4 ต้นในแต่ละครั้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ตามตารางที่ 3.2 ที่ระยะ R_1, R_3, R_5, R_6, R_7 และ R_8 โดยจะทำการวัดพื้นที่ใบที่ระยะ R_1, R_3, R_5, R_7 (ยกเว้น R_6, และ R_8) หาน้ำหนักฝักที่ระยะ R_3, R_5, R_6, R_7, R_8 (ยกเว้น R_1) หาน้ำหนักแห้งทั้งต้นที่ระยะ R_1, R_3, R_5, R_6, R_7 และ R_8 โดยทำการตัดต้นถั่วเหลืองยกเว้นราก ริดใบออก และนำมาวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ (Area Meter, Li – Cor Modal Li – 3100, Made in USA) จากนั้นแยกฝักออกจากต้นและนำฝักกับต้นที่ได้แยกแล้วไปอบที่อุณหภูมิ 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

ตารางที่ 3.2 การเก็บข้อมูลที่ระยะต่าง ๆ

การเก็บข้อมูล	ระยะของถั่วเหลือง					
	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		●				●

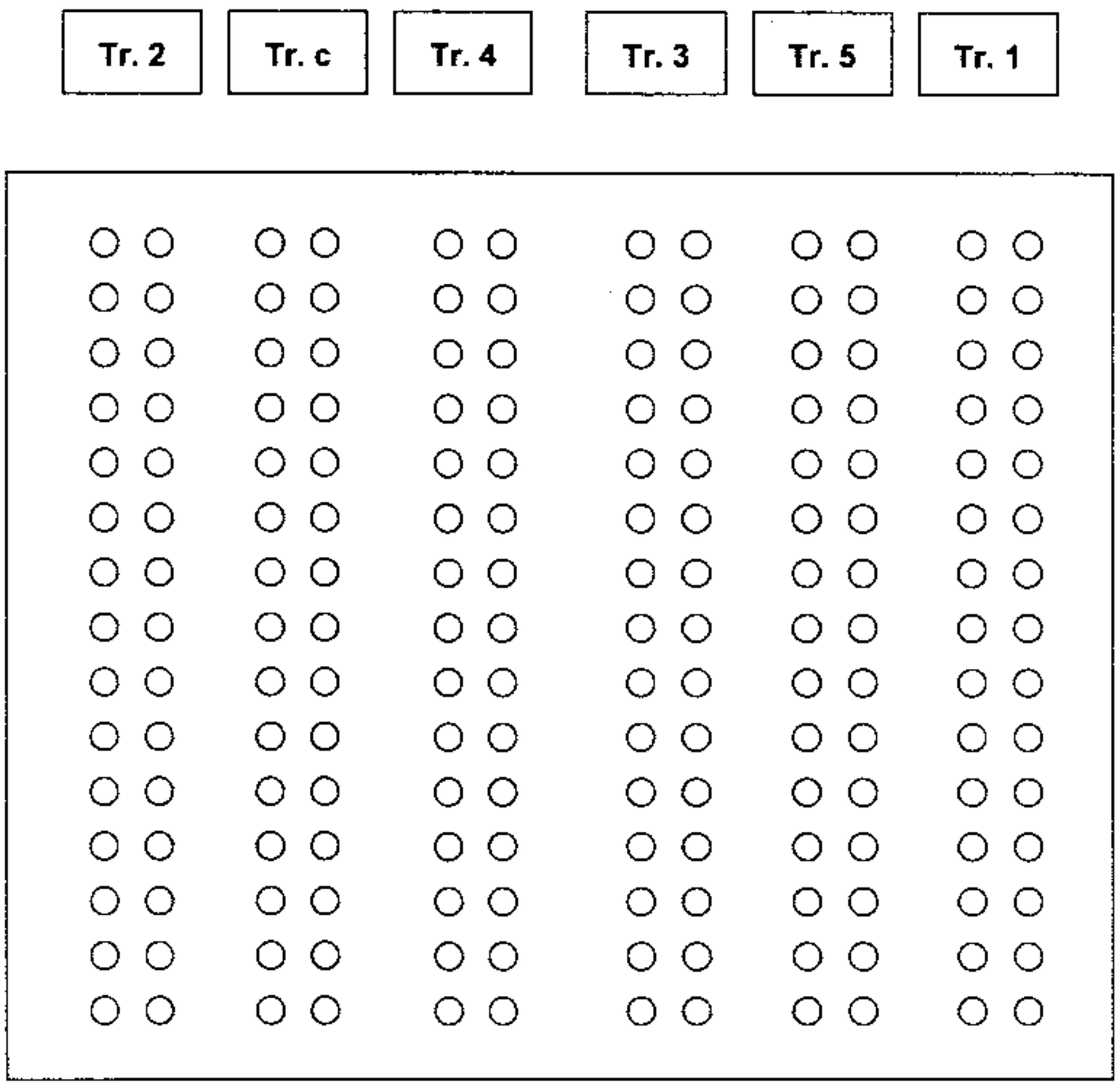
3.2.8 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ดิน

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง จะทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ดินในแต่ละหน่วยทดลอง ซึ่งในการเก็บตัวอย่างดินของแต่ละหน่วยทดลอง จะนำดินที่เหลือจากกระถางในแต่ละหน่วยทดลองมาเทกองรวมกัน บดและคลุกเคล้าดินให้เข้ากัน แล้วแบ่งดินที่ได้ออกเป็น 4 ส่วน สุ่มเลือกกองย่อย 2 ใน 4 กองออก นำ 2 กองที่เหลือมารวมกัน บดและคลุกเคล้าดินที่เหลือให้เข้ากันอีกครั้ง ทำการสุ่มเลือกและแบ่งดินต่อไปจนได้ดินประมาณ 2 กิโลกรัม แบ่งตัวอย่างดินที่ได้ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยดินส่วนแรกนำส่งกรมวิชาการเกษตร เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก และดินส่วนที่สองนำส่งภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์ เพื่อตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ทำเช่นนี้กับหน่วยทดลองที่เหลือจนครบ 6 หน่วยทดลอง

3.2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เวอร์ชั่น 6.12 (SAS Institute, 1996: 10) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) ของดัชนีการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในระดับต่าง ๆ และปุ๋ยเคมีเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยใช้สถิติ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 3.1 ลักษณะการวางกระถาง

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

การศึกษาทดลองเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสำหรับปลูกถั่วเหลือง ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาไว้เพื่อ 1) วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) รวมถึงโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดิน ก่อนและภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 2) ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ประกอบด้วย การเจริญทางลำต้นและใบ และการเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์ ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี 3) ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไขมันและโปรตีนในถั่วเหลือง ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี และ 4) ศึกษาโลหะหนักตกค้างในใบและเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังสิ้นสุดการทดลอง โดยการศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัดเม็ดผสมดินในอัตราส่วนต่าง ๆ ซึ่งมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดได้มาจากห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ในตำบลท่าดูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี กับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 และดินที่ใช้ในการปลูกซึ่งเป็นดินชุดราชบุรี ทำการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในบริเวณพื้นที่ตำบลบ้านไร่ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549

ในการทดลองได้ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 4 ซ้ำ (Replication) ต่อหน่วยทดลอง โดยมีอัตราการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และปุ๋ยเคมีเป็นหน่วยทดลอง ดังนี้

หน่วยทดลองที่ 1 : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด (T_C)

หน่วยทดลองที่ 2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_1)

หน่วยทดลองที่ 3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_2)

หน่วยทดลองที่ 4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_3)

หน่วยทดลองที่ 5 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4)

หน่วยทดลองที่ 6 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน (T_5)

โดยกำหนดให้มีน้ำหนักของดินและมูลไก่ในแต่ละหน่วยทดลองรวมโดยประมาณ 10 กิโลกรัมต่อกระถาง

ผลของการทดลองต่าง ๆ ปรากฏดังต่อไปนี้

4.1 สมรรถภาพการผลิตของถั่วเหลือง

4.1.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

ทำการวัดการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองโดยการวัดจากการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ จำนวนกิ่ง จำนวนข้อ และความสูงต่อต้นของถั่วเหลืองในระยะต่าง ๆ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1.1 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ($V_1 – V_6$)

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0 (T_C), 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 ปริมาณ 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ V_6 เท่ากับ 32, 28, 28, 28, 27 และ 29 วัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า ถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.8 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีระยะเวลาการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบสั้นที่สุด คือ 27 วัน ขณะที่ถั่วเหลืองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ได้ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด (T_C) ซึ่งใช้เป็นหน่วยควบคุม จะมีระยะการเติบโตนานที่สุด คือ 32 วัน สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง จะใช้เวลาน้อยกว่าถั่วเหลืองในหน่วยควบคุม (Tc) คือ 28 วัน และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยต้นถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถางนั้น ได้เริ่มปรากฏการเจริญเติบโตที่รวดเร็วในช่วงระยะ V_5 และ V_6 และใช้เวลาน้อยกว่าถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนอื่น ๆ ส่วนถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีการเจริญเติบโตถึงระยะ V_6 นานกว่ามูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2) และ 0.06 (T_3)

กิโลกรัมต่อกระถาง เนื่องจากถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี เริ่มปรากฏความเด่นชัดในการเจริญเติบโตเมื่อผ่านระยะ V_5 เป็นต้นไป ทั้งนี้เนื่องจากในระยะ V_4 ซึ่งเป็นระยะถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตครบ 20 วัน เพิ่งได้ทำการใส่ปุ๋ยเคมี 0.01 กิโลกรัม ทำให้หลังจากระยะ V_4 เป็นต้นไป ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะเริ่มใช้ระยะเวลาการเจริญเติบโตในแต่ละระยะสั้นลง โดยจำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบจากวันปลูกถึงระยะ V_6 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 สำหรับภาพแสดงการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองจนถึงระยะ V_6 แสดงในภาพที่ 4.1 ถึง 4.4 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 1

ตารางที่ 4.1 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

ระยะ	จำนวนวัน (วัน)						CV
	T_C	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	(ร้อยละ)
วันปลูกถึง VE	4	3	4	3	3	3	-
VE ถึง VC	2	2	2	2	3	2	-
VC ถึง V_1	4	4	4	4	4	5	-
V_1 ถึง V_2	5	4	4	3	4	5	-
V_2 ถึง V_3	4	5	4	4	4	5	-
V_3 ถึง V_4	5	3	3	4	3	3	-
V_4 ถึง V_5	4	4	4	4	3	3	-
V_5 ถึง V_6	4	3	3	4	3	3	-
วันปลูก ถึง V_6	32^{a}	28^{bc}	28^{bc}	28^{bc}	27^{c}	29^{b}	2.85

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

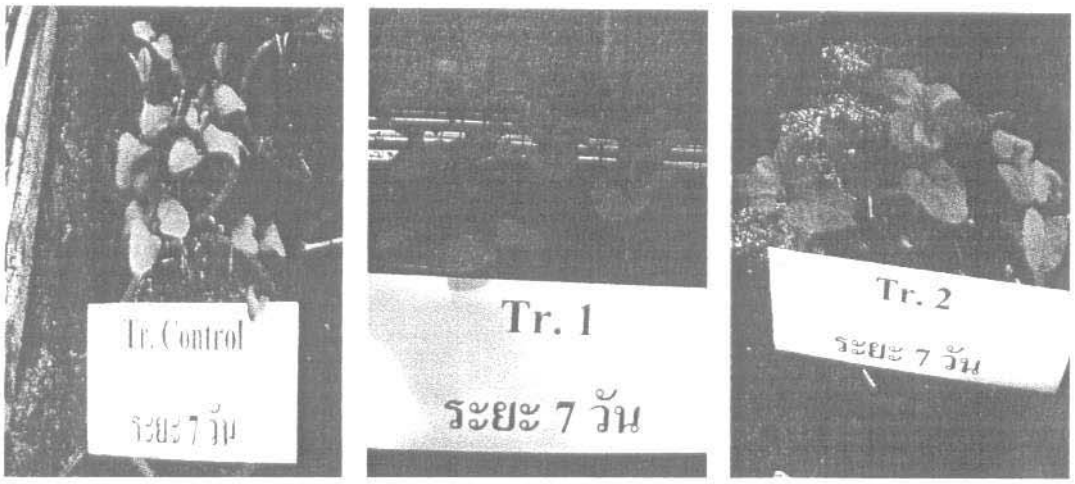
T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัม/กระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัม/กระถาง

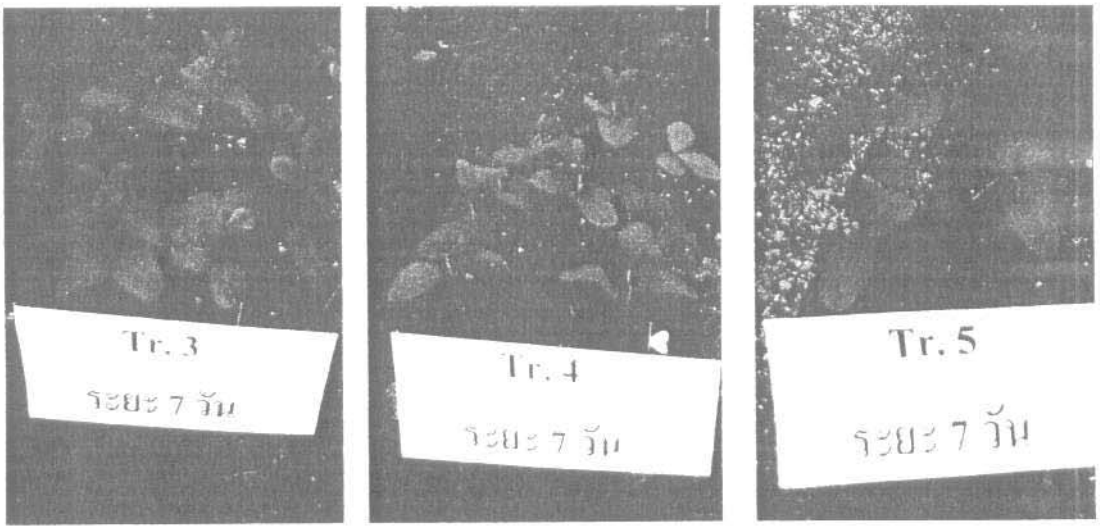
T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัม/กระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัม/กระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน

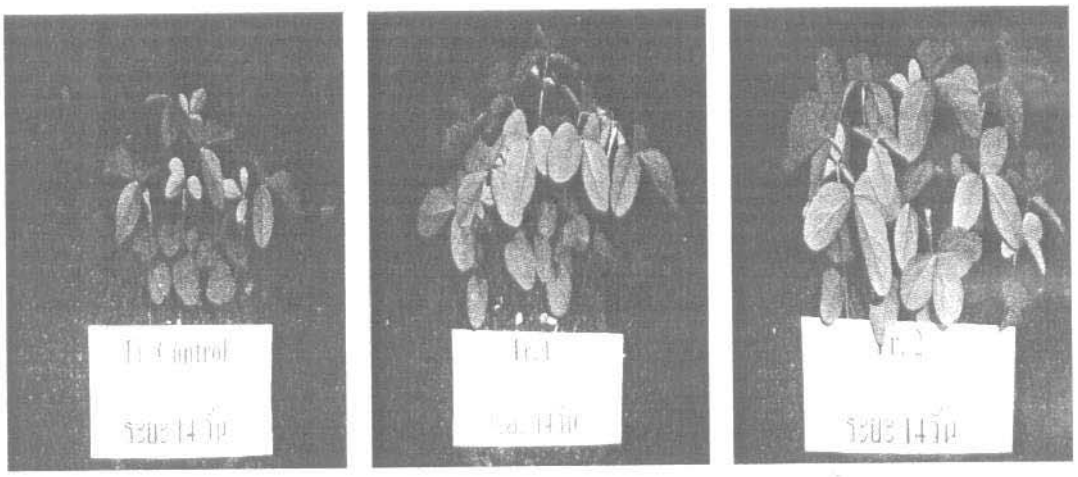


T_C T_1 T_2

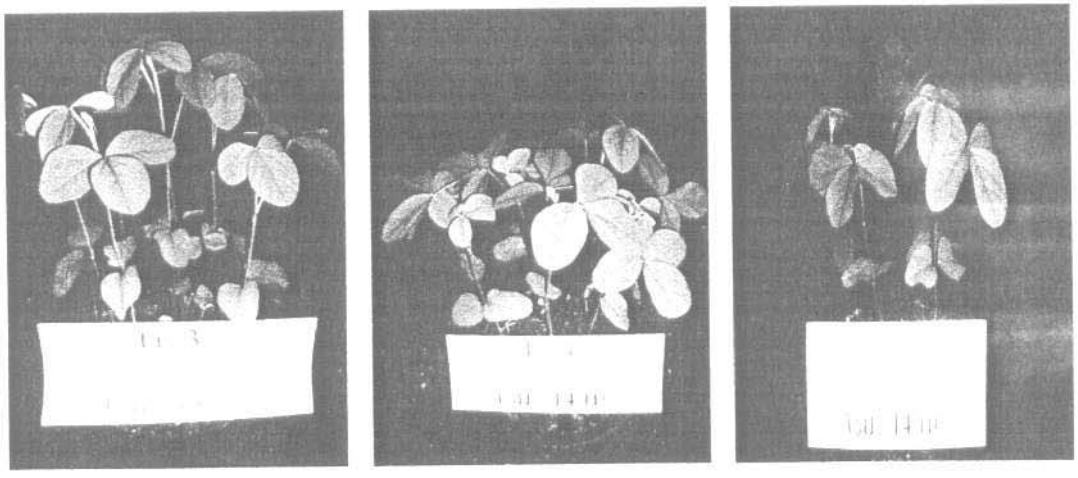


T_3 T_4 T_5

ภาพที่ 4.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 7 วัน



T_C T_1 T_2



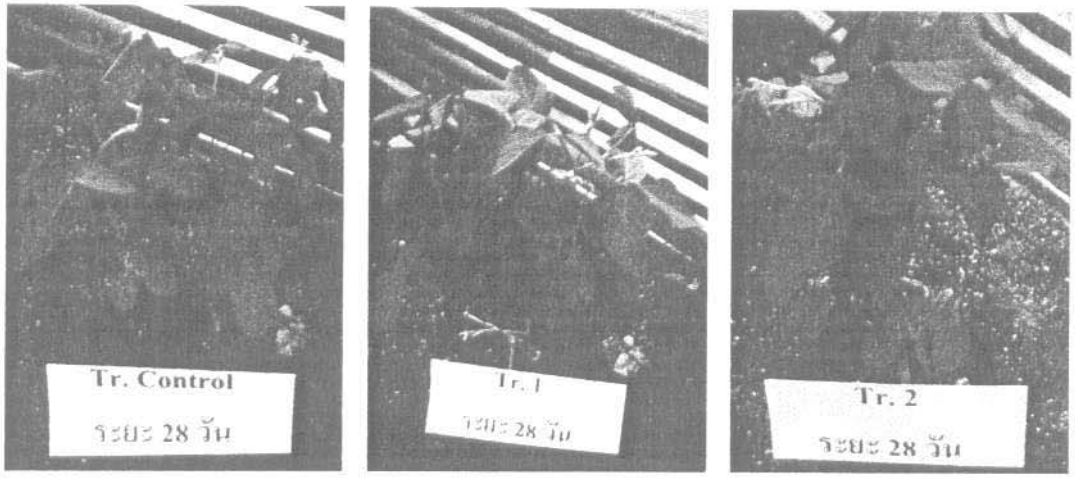
T_3 T_4 T_5

ภาพที่ 4.2 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 14 วัน

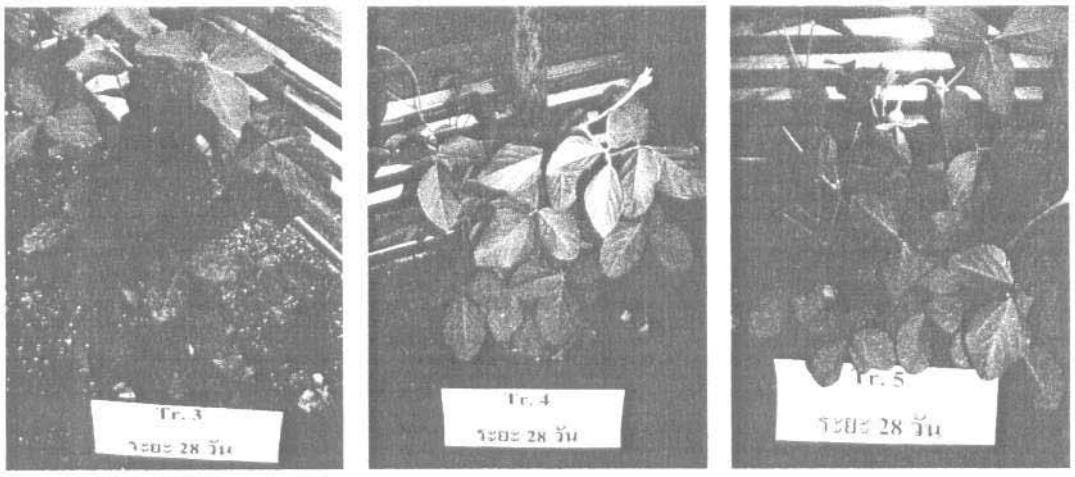
T_C T_1 T_2

T_3 T_4 T_5

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 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0(T_C), 0.02(T_1), 0.04(T_2), 0.06(T_3), 0.08(T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 ปริมาณ 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 สำหรับภาพแสดงการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองจนถึงระยะ R_8 แสดงในภาพที่ 4.5 ถึง 4.12 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 2

จากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดตั้งแต่หน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่ 0 กิโลกรัมไปจนถึงหน่วยทดลองในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองที่ใช้ปุ๋ยเคมี 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกถึงระยะ R_8 คือ 93, 88, 89, 88, 86 และ 86 วัน ตามลำดับ โดยในระยะ R_1 ถั่วเหลืองจะมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ซึ่งถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตสั้นที่สุด คือ 30 วัน และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถางและใส่ปุ๋ยเคมี 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) จะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตรองลงมาเท่ากัน คือ 31 วัน สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0 กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งเป็นหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C) จะใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 มากที่สุด คือ 34 วัน โดยในระยะนี้การใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดส่งผลให้การเจริญเติบโตจนถึงระยะ R1 มีความแตกต่างกันแต่ไม่มากนักกับการใช้ปุ๋ยเคมี แต่แตกต่างกับหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (Tc) โดยระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 ของทุกกลุ่มการทดลองที่มีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและปุ๋ยเคมีมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของอาทิตยา ไชโย (2548: 68) ที่ศึกษาการใช้มูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัตราทดแทนปุ๋ยเคมีอัตราร้อยละ 0, 25, 50, 75, 100 ซึ่งใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 อยู่ในช่วงประมาณ 30 วัน และการศึกษาของเกศกมล เสริมวิริยะกุล (2547: 51) เกี่ยวกับการใช้กากตะกอนน้ำเสียชุมชนทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ก็ใกล้เคียงกัน ที่พบว่า ถั่วเหลืองจะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_1 เท่ากับ 29 วัน แต่จะแตกต่างจากการศึกษาของ วีระศักดิ์ เทพจันทร์ (2535: 65 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 12) และ หฤษฎี ภัทรดิลก (2534: 193) ที่พบว่า ถั่วเหลืองจะมีการเจริญเติบโตถึงระยะ R_1 เท่ากับ 34 และ 33.5 วัน ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้จะใช้เวลาน้อยกว่า

สำหรับจำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองในระยะ R_3 ถึง R_4 ซึ่งเป็นช่วงของการพัฒนาเป็นฝัก ยังคงมีความใกล้เคียงกัน กล่าวคือ จำนวนวันเฉลี่ยของถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_3) และถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดเพียง 2 วัน รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ใช้เป็นหน่วยควบคุม (T_C) กับถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.04 กิโลกรัม (T_2) และถั่วเหลืองที่ใช้เป็นหน่วยทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) ซึ่งใช้จำนวนวันในการเจริญเติบโตจำนวน 3 วันเท่ากัน ขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_1) จะใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นฝักมากที่สุด คือ 4 วัน

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองในระยะ R_5 ถึง R_6 ซึ่งเป็นช่วงของการสะสมน้ำหนัก ก็ยังคงมีความใกล้เคียงกัน กล่าวคือ จำนวนวันของถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) จะใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดเพียง 15 วัน รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_3) และถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะใช้ระยะเวลาเพียง 16 วัน ส่วนถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_1) และถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_2) จะใช้ระยะเวลาจำนวน 17 วันเท่ากัน ขณะที่ในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ใช้ระยะเวลามากที่สุด คือ 19 วัน

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองในระยะ R_7 ถึง R_8 ซึ่งเป็นระยะสุกแก่ จะยังคงมีจำนวนวันของการสุกแก่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ จำนวนวันของถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02, 0.06, 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง และในหน่วยทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) จะใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดเท่ากันเพียง 7 วัน รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_2) ใช้ระยะเวลา 8 วัน ส่วนในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ยังคงใช้ระยะเวลาสุกแก่มากที่สุด คือ 10 วัน

โดยสรุป การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ทางการแพร่ขยายพันธุ์ ตั้งแต่วันปลูกจนถึงระยะ R_8 พบว่า การใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะใช้ระยะเวลาในอัตราการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_8 เท่ากับถั่วเหลืองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี (T_5) โดยใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดเพียง 86 วันเท่ากัน

ส่วนการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัตเม็ดในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_1) และอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_3) จะใช้ระยะเวลารองลงมา คือ 88 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์รวมวัสดุรองพื้นอัตเม็ดในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_2) ที่ใช้ระยะเวลา 89 วัน ส่วนกลุ่มที่ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตนานที่สุด คือ หน่วยทดลองควบคุม (T_C) ซึ่งใช้ระยะเวลาถึง 93 วัน และแตกต่างจากหน่วยการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามทุกกลุ่มการทดลองดังกล่าวมีระยะเวลาตั้งแต่วันปลูกจนถึงระยะ R_8 ต่ำกว่าการศึกษาของ หฤษฎี ภัทรดิลก (2534: 193) ที่พบว่า ถั่วเหลืองจะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ R_8 เท่ากับ 110 วัน และการศึกษาของ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ (2542: 68 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 43) ที่มีระยะเก็บเกี่ยวเท่ากับ 109 วัน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความปรวนแปรของการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางลำต้นของถั่วเหลือง ล้วนได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านต่างๆ เช่น ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะภูมิอากาศ ซึ่งมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อพัฒนาการของถั่วเหลือง (สราวุธ อินทสิทธิ์, 2546: 6) โดยเมื่อถั่วเหลืองได้รับธาตุอาหารและน้ำที่เหมาะสม หรือทำการปลูกในช่วงที่มีแสงยาว เช่น ฤดูฝน จะทำให้อายุการสุกแก่เพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง ซึ่งช่วงแสงที่ยาวขึ้น คือ ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative Growth) (เกศกมล เสริมวิริยะกุล, 2547: 52) และในการทดลองนี้อายุของการเจริญเติบโตจนถึงการเก็บเกี่ยวนั้นจะสั้นกว่ามาตรฐานของลักษณะพันธุ์ถั่วเหลืองที่กำหนดไว้ที่ประมาณ 97 วัน (ศุภชัย แก้วมีชัย, 2537: 65 – 66) ทั้งนี้เนื่องมาจากการทดลองนี้ได้ทำการทดลองในช่วงฤดูฝนที่มีช่วงแสงสั้นกว่าฤดูร้อน จึงมีระยะการเจริญเติบโตและการแพร่ขยายพันธุ์สั้นกว่าการปลูกในช่วงฤดูที่มีระยะช่วงแสงที่ยาว

ตารางที่ 4.2 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

ระยะ	จำนวนวัน (วัน)						CV
	T_C	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	(ร้อยละ)
วันปลูกถึง R_1	34	31	30	30	30	31	
R_1 ถึง R_2	3	3	2	2	2	3	-
R_2 ถึง R_3	4	3	4	4	3	3	-
R_3 ถึง R_4	3	4	3	2	2	3	-
R_4 ถึง R_5	3	3	2	2	2	2	-
R_5 ถึง R_6	19	17	17	16	16	15	-
R_6 ถึง R_7	17	20	23	24	24	22	-
R_7 ถึง R_8	10	7	8	7	7	7	-
วันปลูก ถึง R_8	93^a	88^b	89^b	88^b	86^c	86^c	1.31

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

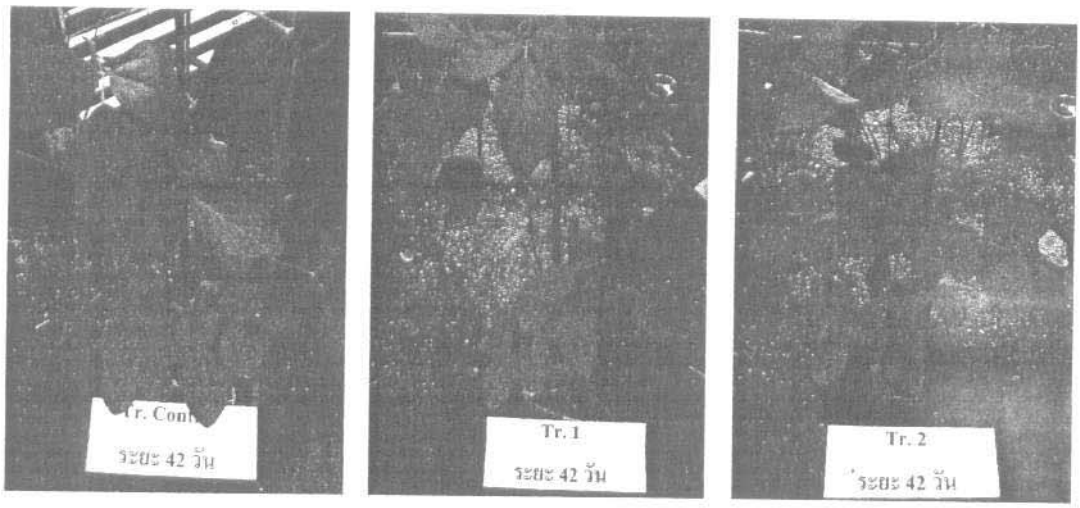
T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดแต่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน

T_C T_1 T_2

T_3 T_4 T_5

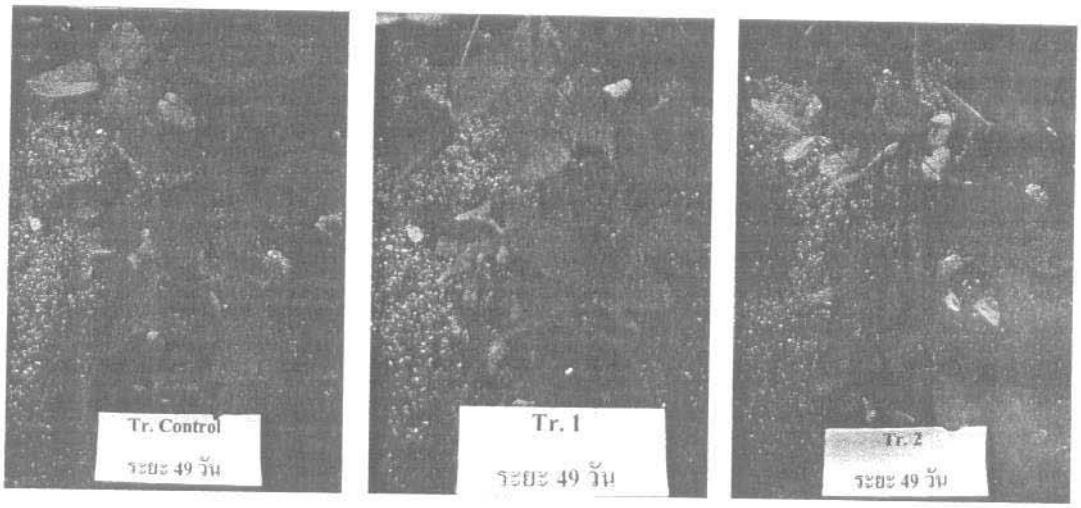
ภาพที่ 4.5 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 35 วัน



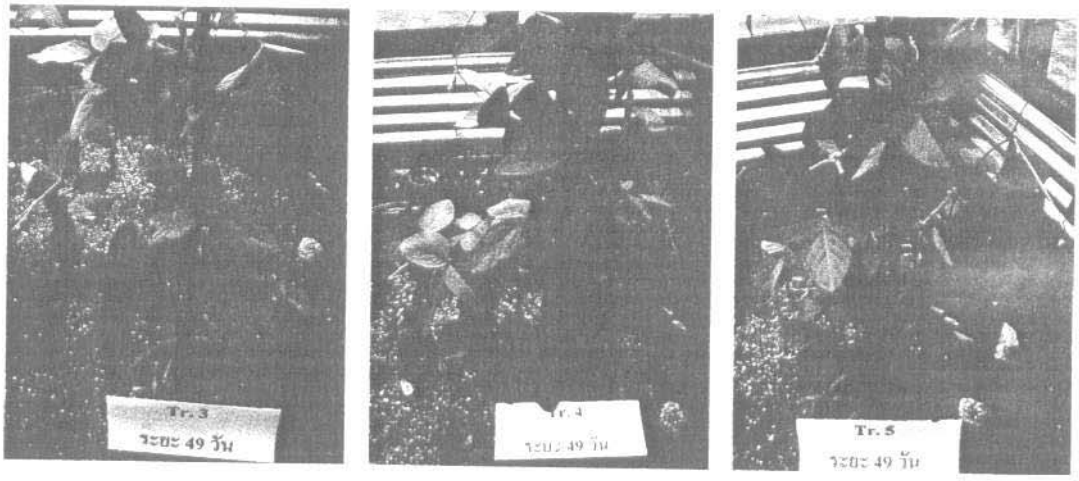
T_C T_1 T_2

T_3 T_4 T_5

ภาพที่ 4.6 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 42 วัน

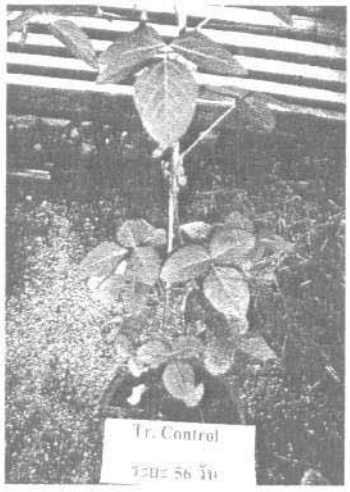


T_C T_1 T_2

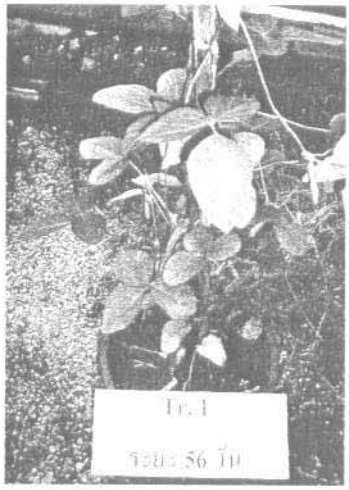


T_3 T_4 T_5

ภาพที่ 4.7 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 49 วัน



T_C



T_1

T_2

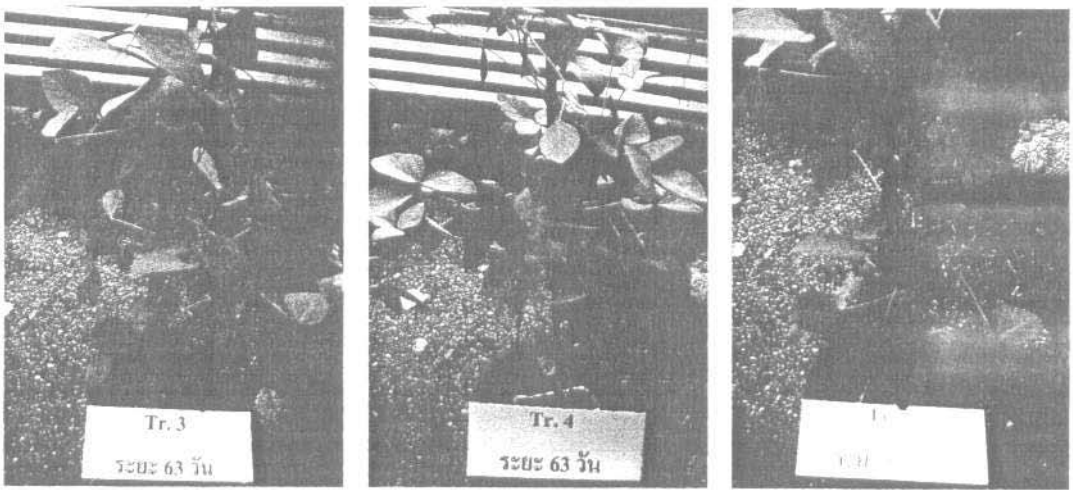
T_3

T_4

T_5

ภาพที่ 4.8 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 56 วัน

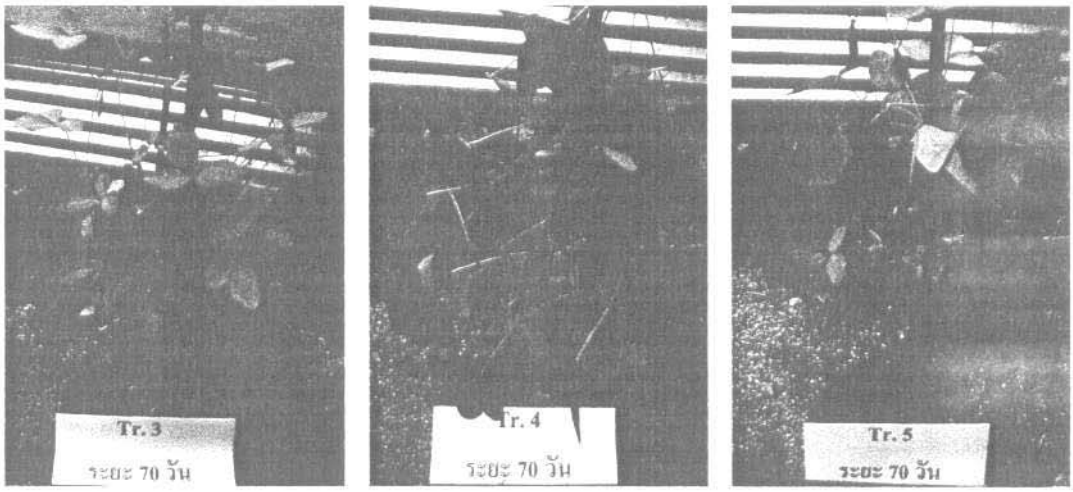
T_C T_1 T_2



T_3 T_4 T_5

ภาพที่ 4.9 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 63 วัน

T_C T_1 T_2



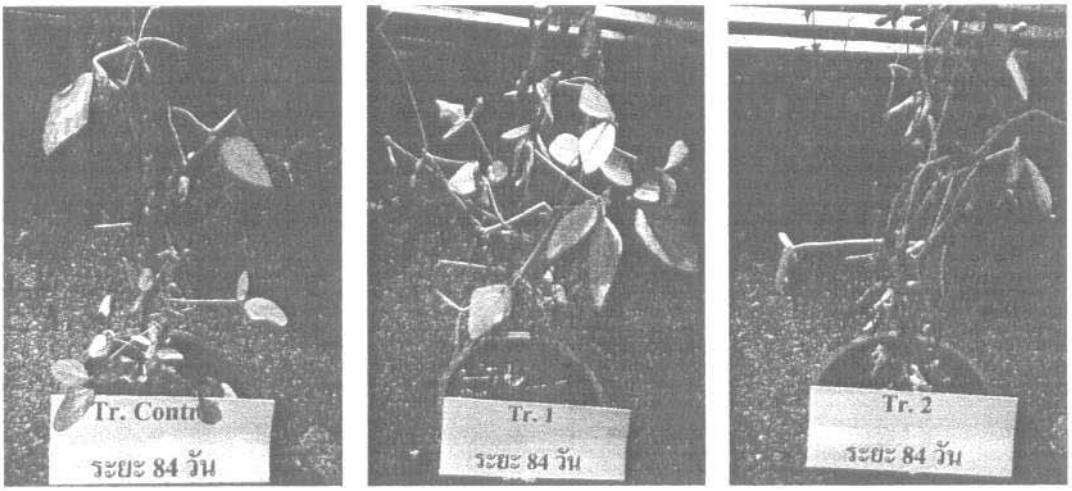
T_3 T_4 T_5

ภาพที่ 4.10 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 70 วัน

T_C T_1 T_2

T_3 T_4 T_5

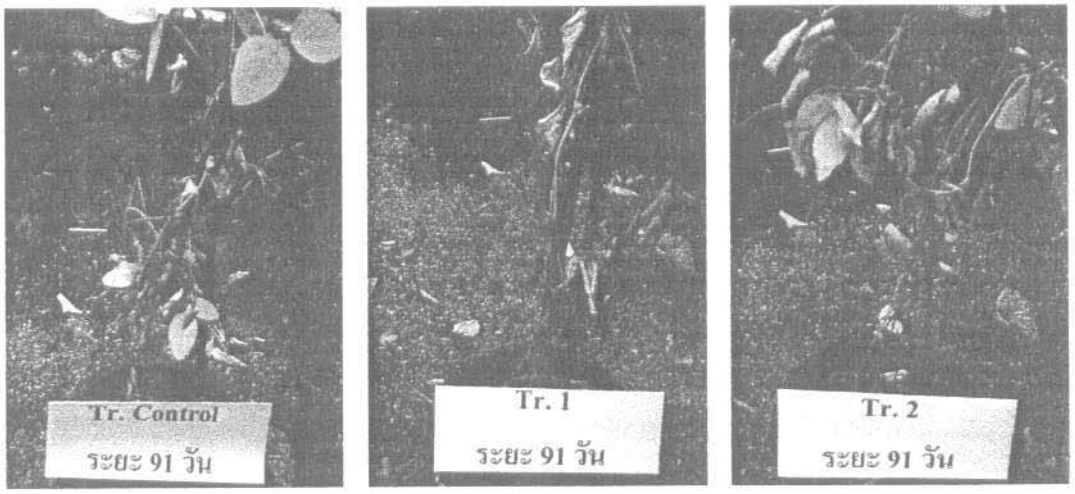
ภาพที่ 4.11 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 77 วัน



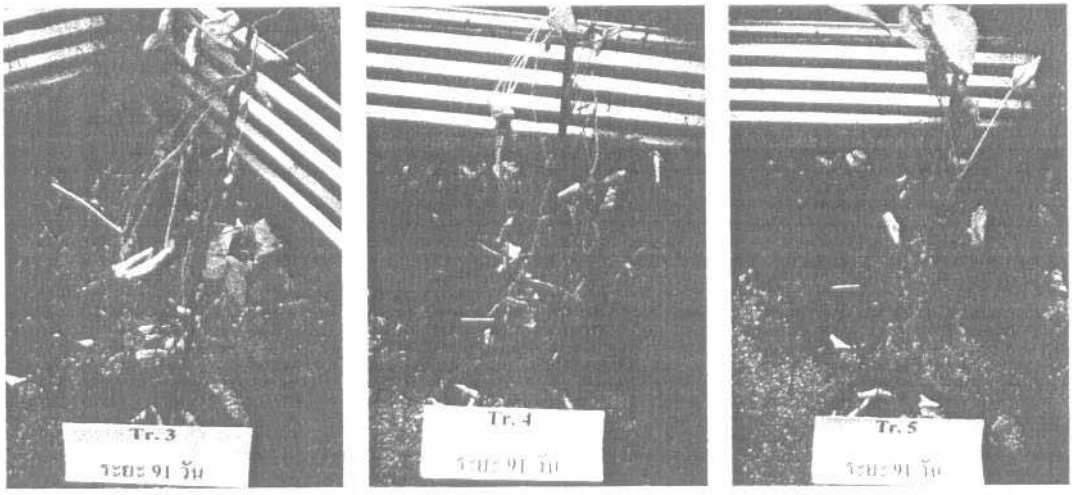
T_C T_1 T_2

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

4.1.1.3 จำนวนกิ่ง

เมื่อพิจารณาถึงจำนวนกิ่งต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_1 จนถึงระยะสุดท้าย คือ ระยะ R_8 ที่ปลูกโดยมีหน่วยทดลองควบคุม (T_C) และหน่วยที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) พบว่า ไม่พบกิ่งที่แยกออกจากลำต้นหลักของถั่วเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีลักษณะที่แตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ คือ เป็นพันธุ์ที่ไม่มีกิ่งแยกออกจากลำต้นหลัก

4.1.1.4 จำนวนข้อ

จำนวนข้อต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยมีหน่วยทดลองควบคุม (T_C) และหน่วยที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.3 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 3

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) มีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 6.75 ข้อ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) ซึ่งมีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 9.00 ข้อ ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) จะมีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน คือ 7.50, 7.75, 8.25 และ 8.00 ข้อตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยในดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) มีจำนวนข้อต่อต้นที่มากกว่าถั่วเหลืองในหน่วยทดลองอื่น ๆ อาจเป็นไปได้ว่าได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต จึงส่งผลให้มีจำนวนข้อต่อต้นมากกว่าถั่วเหลืองในกลุ่มการทดลองอื่นๆ

4.1.1.5 ความสูง

ความสูงต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยมีหน่วยทดลองควบคุม (T_C) และหน่วยที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.3 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 4

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) มีความสูงต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 83.75 เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) ที่มีความสูงต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 101.25 เซนติเมตร โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทุกอัตราและปุ๋ยเคมีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในทุกหน่วยการทดลอง แต่มีแนวโน้มว่าจะมีความสูงต่อต้นมากขึ้น เมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราที่มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 81) จะพบว่า มีความสอดคล้องกัน คือ ถั่วเหลืองที่ปลูกมีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 83.75 – 101.25 เซนติเมตร เป็นไปได้ว่าถั่วเหลืองได้รับธาตุอาหารจากมูลไก่ที่เพียงพอและเหมาะสม จึงทำให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้นถั่วเหลืองเป็นไปได้ดีกว่าถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

ตารางที่ 4.3 จำนวนข้อและความสูงต่อต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	จำนวนข้อต่อต้น (ข้อ)	ความสูงต่อต้น (เซนติเมตร)
T_C	6.75^{c}	$83.75^{n.s.}$
T_1	7.50^{bc}	$89.50^{n.s.}$
T_2	7.75^{abc}	$92.75^{n.s.}$
T_3	8.25^{ab}	$97.50^{n.s.}$
T_4	9.00^{a}	$101.25^{n.s.}$
T_5	8.00^{abc}	$95.75^{n.s.}$
CV (ร้อยละ)	**10.89**	**12.87**

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

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเป็นหน่วยควบคุม

T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.1.2 พื้นที่ใบ

สำหรับพื้นที่ใบ จะทำการวัดพื้นที่ใบต่อสองต้นที่ระยะ R_1, R_3, R_5 และ R_7 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในดินโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง ในดินทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) โดยได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.4 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 5 ถึง ก. 8

จากการทดลอง พบว่า ที่ระยะ R_1 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 713.78 ตารางเซนติเมตร ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 (T_4) และ 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยรองลงมา คือ 618.96 และ 659.48 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.04 (T_2) และ 0.02 (T_1) กิโลกรัมต่อกระถาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) คือ มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบเท่ากับ 569.82 และ 472.41 ตารางเซนติเมตร เช่นกัน โดยถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุมจะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 360.31 ตารางเซนติเมตร

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_3 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ยังคงมีพื้นที่ใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 838.21 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 กิโลกรัม (T_4) ต่อกระถาง มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 734.76 ตารางเซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2) และ 0.02 (T_1) กิโลกรัมต่อกระถาง มีพื้นที่ใบเฉลี่ยรองลงมา คือ 629.59, 622.12 และ 575.00 ตารางเซนติเมตร โดยที่ทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (Tc) จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 476.43 ตารางเซนติเมตร

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_5 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) มีพื้นที่ใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 866.09 ตารางเซนติเมตร รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งมีพื้นที่ใบเฉลี่ย คือ 799.13 และ 762.35 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.04 (T_2) และ 0.02 (T_1) กิโลกรัมต่อกระถาง มีพื้นที่ใบเฉลี่ยรองลงมา คือ 732.75 และ 534.76 ตารางเซนติเมตร ซึ่งสองกลุ่มนี้มีความความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (Tc) มีพื้นที่ใบเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 487.92 ตารางเซนติเมตร

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_7 พบว่า ถั่วเหลืองทุกหน่วยการทดลองจะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยที่ลดลง แต่ยังคงมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบเป็นไปในทิศทางเดิม คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) ยังคงมีพื้นที่ใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 310.05 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่ถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) มีพื้นที่ใบเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 216.95 ตารางเซนติเมตร แต่ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในทุกอัตรา หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยทดลองควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบจะมีค่าเพิ่มขึ้นในระยะ R_1, R_3 และ R_5 แต่จะมีแนวโน้มเฉลี่ยของพื้นที่ใบลดลงใน ระยะ R_7 โดยพบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี (T_5) ในระยะ R_1 และ R_3 จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยสูงสุด แต่ต่อมาเมื่อถึงระยะ R_5 และ R7 พื้นที่ใบเฉลี่ยของถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (T_c) จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยน้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองอื่นๆ จะมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน

สำหรับแนวโน้มของพื้นที่ใบเฉลี่ยที่เพิ่มมากขึ้นในการวัด 3 ครั้งแรกที่ระยะ R_1, R_3, R_5 แต่กลับลดลงในการวัดครั้งที่ 4 ที่ระยะ R_7 อาจมีสาเหตุมาจาก เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเต็มที่และเข้าใกล้ถึงระยะสุกแก่ การพัฒนาทางด้านความสูง ลำต้น ใบ และสรีระต่าง ๆ ของพืชจะลดลง ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก สารอาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ส่วนใหญ่จะถูกส่งไปยังส่วนเจริญพันธุ์แทนการสร้างใบอ่อน จึงมีใบอ่อนน้อยลงและใบที่ถูกสร้างขึ้นมาก่อนหน้านี้เริ่มแก่และมีการร่วงหล่นไป รวมทั้งความสามารถในการดูดน้ำ และธาตุอาหารของพืชก็ลดน้อยลงด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 4.4 พื้นที่ใบต่อสองต้น (ตารางเซนติเมตร) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	ระยะการเจริญเติบโต			
	R_1	R_3	R_5	R_7
T_C	360.31^{d}	476.43^{d}	487.92^{c}	216.95$^{n.s.}$
T_1	472.41^{c}	575.00^{cd}	534.76^{c}	223.28$^{n.s.}$
T_2	569.82^{bc}	622.12^{bc}	732.75^{b}	231.93$^{n.s.}$
T_3	659.48^{ab}	629.59^{bc}	762.35^{ab}	285.06$^{n.s.}$
T_4	618.96^{ab}	734.76^{ab}	866.09^{a}	310.05$^{n.s.}$
T_5	713.78^{a}	838.21^{a}	799.13^{ab}	259.19$^{n.s.}$
CV (ร้อยละ)	**12.46**	**13.44**	**11.59**	**27.58**

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

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

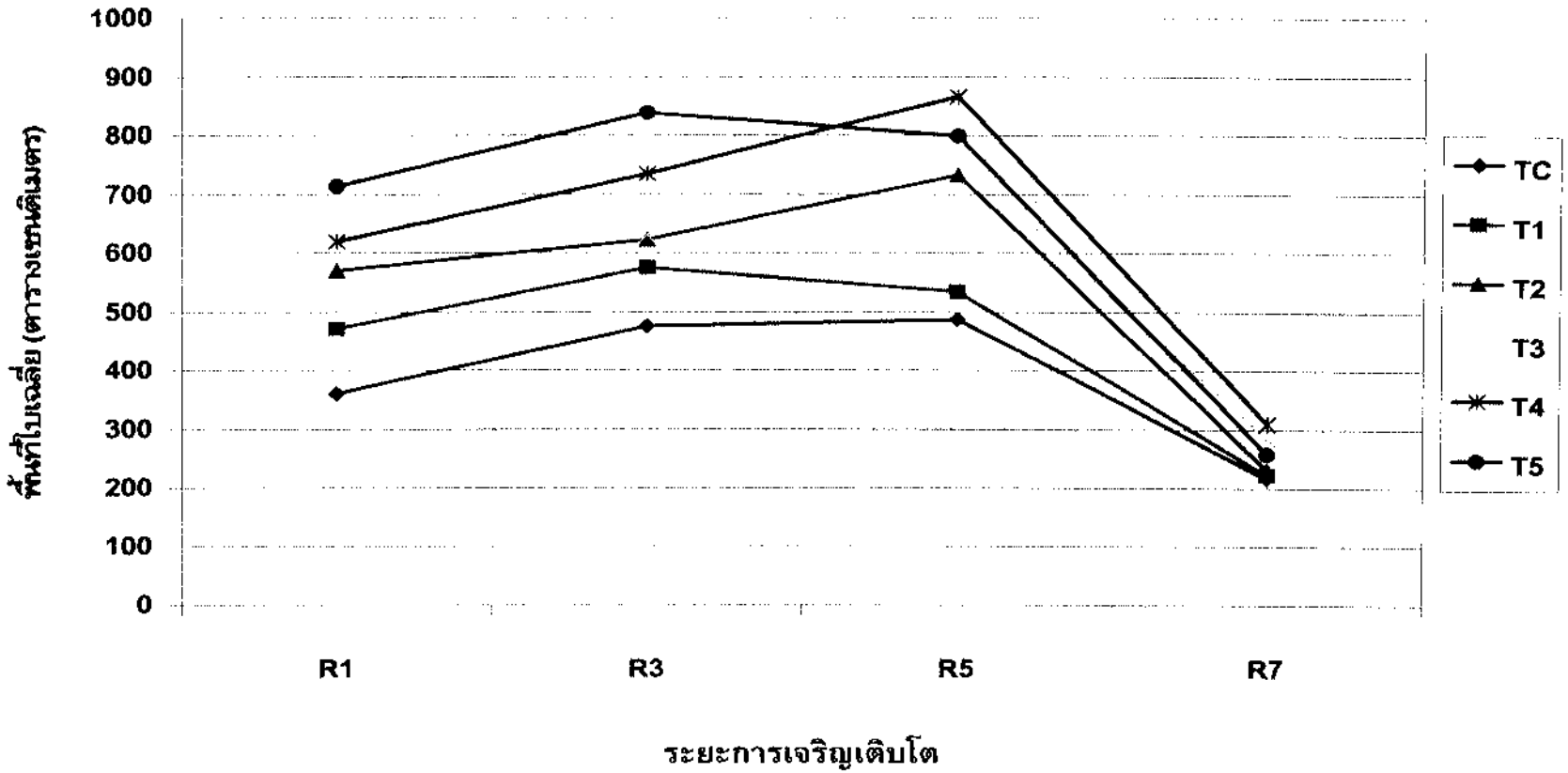
T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน



ภาพที่ 4.14 พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อลองต้นในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

4.1.3 น้ำหนักแห้งของฝัก

น้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นเฉลี่ยในระยะ R_3 ถึง R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยมีหน่วยทดลองควบคุม (T_C) และหน่วยที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5)ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.5 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 9 ถึง ก. 13

จากการทดลอง พบว่า ที่ระยะ R_3 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.03325 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ถั่วเหลืองของหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2) และ 0.02 (T_1) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยเท่ากับ 0.03050, 0.03025, 0.02925 และ 0.02650 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C) ที่มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักน้อยที่สุด คือ 0.02225 กรัมต่อต้น และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4)

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_5 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด คือ 0.29000 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ที่มีน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย คือ 0.26825 และ 0.23025 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C) มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฝักแห้งลดลงเท่ากับ 0.18700, 0.15700 และ 0.12255 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4)

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_6 การสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักถั่วเหลืองจะมีมากที่สุดในระยะนี้ โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักมากที่สุด

คือ 2.41950 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักน้อยที่สุด คือ 1.37050 กรัมต่อต้น และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง(T_5) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ 1.45975, 1.54200, 2.07750 และ 1.98375 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_7 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.4690 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองที่ปลูกในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1.4440 กรัมต่อต้น และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเท่ากับ1.64850, 1.9555, 2.27500 และ 2.27200 กรัมต่อต้น ตามลำดับด้วยเช่นเดียวกัน

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะสุดท้าย คือ ระยะ R_8 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยมากที่สุดอีกเช่นเดิม คือ 4.24300 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองที่ปลูกในหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยน้อยที่สุดเช่นเดิม คือ 2.56800 กรัมต่อต้น และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี 0.01 (T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักเท่ากับ 2.66550, 2.88475, 3.55100 และ 3.34825 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่า การสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับกับปริมาณการให้ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ เมื่อถั่วเหลืองได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้การสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ขณะที่ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยกว่าถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองทุกระยะ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่า ในดินที่ใช้เป็นหน่วยทดลองควบคุมอาจมีปริมาณธาตุอาหารที่น้อยและอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช จึงแสดงออกให้เห็นถึงปริมาณการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยกว่าหน่วยทดลองอื่น ๆ ทั้งหมด และหากพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มของ

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักในทุกหน่วยการทดลอง จะเห็นได้ว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักของฝักเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีความเด่นชัดมากขึ้นเมื่อผ่านระยะ R_5 เข้าสู่ระยะ R_6 จากนั้นจะมีอัตราการเพิ่มเพียงเล็กน้อยเมื่อเข้าสู่ระยะ R_7 แต่กลับมามีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งของฝักมากขึ้นอีกครั้งในระยะ R_8 ซึ่งเป็นระยะที่มีการสะสมน้ำแห้งของฝักสูงสุด

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	ระยะการเจริญเติบโต				
	R_3	R_5	R_6	R_7	R_8
T_C	0.02225^{b}	0.12225^{d}	1.37050$^{n.s.}$	1.44400$^{n.s.}$	2.56800$^{n.s.}$
T_1	0.02650^{ab}	0.15700^{cd}	1.45975$^{n.s.}$	1.64850$^{n.s.}$	2.66550$^{n.s.}$
T_2	0.02925^{ab}	0.18700^{bcd}	1.54200$^{n.s.}$	1.95550$^{n.s.}$	2.88475$^{n.s.}$
T_3	0.03025^{ab}	0.26825^{ab}	2.07750$^{n.s.}$	2.27500$^{n.s.}$	3.55100$^{n.s.}$
T_4	0.03325^{a}	0.29000^{a}	2.41950$^{n.s.}$	2.46900$^{n.s.}$	4.24300$^{n.s.}$
T_5	0.03050^{ab}	0.23025^{abc}	1.98375$^{n.s.}$	2.27200$^{n.s}$	3.34825$^{n.s.}$
CV (ร้อยละ)	**22.59**	**25.57**	**35.61**	**33.68**	**31.49**

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

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

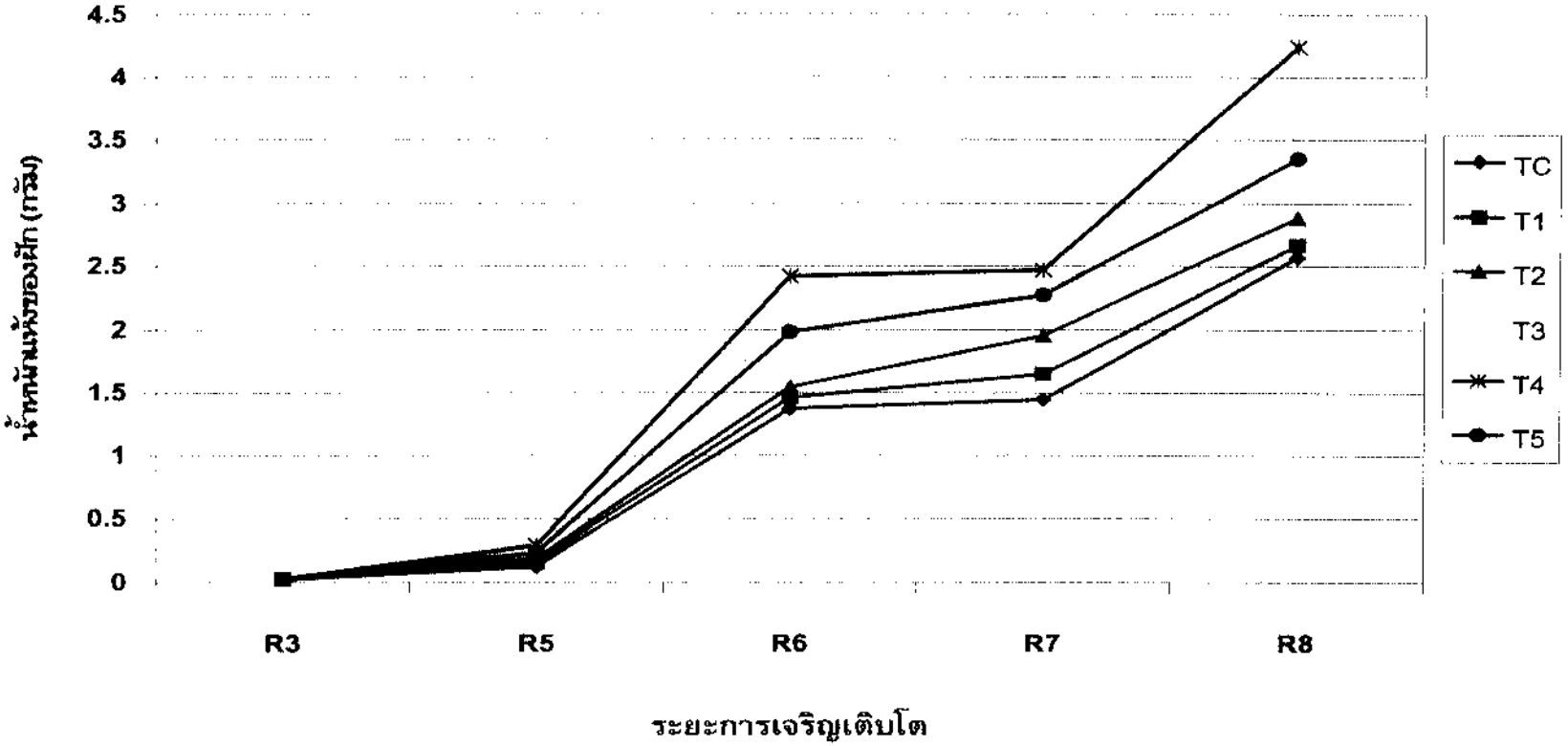
T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน



ภาพที่ 4.15 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่ฟอพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

4.1.4 น้ำหนักแห้งทั้งต้น

น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยในระยะ R_1 ถึง R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.6 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 14 ถึง ก. 19

จากการทดลอง พบว่า ในระยะ R_1 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราต่าง ๆ และปุ๋ยเคมี มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่ต่างกัน โดยถั่วเหลืองของหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.04200 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง ที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยรองลงมา คือ 1.7955 และ 1.6375 กรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1.33450 กรัมต่อต้น และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1) และ 0.04 (T_2) กิโลกรัมต่อกระถาง มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.52500 และ 1.54425 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_3 ถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.78675 กรัมต่อต้น โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1.55750 กรัมต่อต้น แต่เมื่อเทียบกับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.21750, 2.29375, 2.43700 และ 2.57625 กรัมต่อต้น ตามลำดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_5 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_3) มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.06125 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.04 (T_2), 0.08 (T_4) และ หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย คือ 3.06125, 3.45900 และ 3.13350 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนถั่วเหลืองในหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (Tc) มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1.90550 กรัมต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองที่

ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T1) กิโลกรัมต่อกระถาง ที่มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.18550 กรัมต่อต้น

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_6 การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 3.89875 กรัมต่อต้น รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) และหน่วยทดลองควบคุม (Tc) ซึ่งมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.83350 3.72300 3.04825 2.66200 และ2.62475 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งทุกหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_7 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 6.37425 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (Tc) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่น้อยที่สุด คือ 3.95000 กรัมต่อต้น และถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองอื่น ๆ ที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง และในหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ซึ่งมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย 3.95875, 5.06750, 6.02825 และ 5.98825 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

ต่อมา เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ R_8 ซึ่งเป็นระยะสุดท้าย ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่มากที่สุด คือ 6.10400 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับน้ำหนักแห้งทั้งต้นของถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2) และ 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง ที่มีค่าน้ำหนักแห้งทั้งต้น 5.17325, 3.89600, 4.30925 และ 5.31675 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ในขณะที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (Tc) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 3.76600 กรัมต่อต้น

จากการทดลอง พบว่า ในระยะแรกของการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้น (R_1) ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) จะมีแนวโน้มการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นที่มากที่สุด อาจเนื่องมาจากธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที จึงส่งผลให้ถั่วเหลืองมีการพัฒนาที่เร็วขึ้น ซึ่งต่อมาระยะ R_3 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ก็ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นที่มากที่สุดเช่นเดิม แต่พอมาใน

ระยะ R_5 ถั่วเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยของหน่วยทดลองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นมากที่สุด มากกว่าถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้า ๆ พืชจึงมีการพัฒนาที่ช้ากว่าที่ปลูกด้วยปุ๋ยเคมี แต่เมื่อพิจารณาในหน่วยทดลองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราทดแทน 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) ค่อนข้างจะมีแนวโน้มในการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นมากที่สุดในระยะ R_6 เป็นต้นไปจนถึงระยะสุดท้าย คือ R_8 อาจเนื่องมาจากสัดส่วนของปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดจำนวนที่มากขึ้น ไม่ค่อย ๆ ปล่อยธาตุอาหารที่เอื้อประโยชน์ต่อการนำไปใช้ของถั่วเหลืองได้มากขึ้น จึงส่งผลให้มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นที่ดีในช่วงระยะ R_6, R_7, R_8 นอกจากนี้ ยังพบว่า ถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลอง จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเจริญเติบโต จนเมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ R_7 การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นจะมีสูงสุด เนื่องจากมีการพัฒนาทางลำต้นมาถึงจุดสูงสุดหรือใกล้จุดสูงสุด และเมื่อถึงระยะ R_8 น้ำหนักแห้งทั้งต้นของถั่วเหลืองส่วนใหญ่จะเกือบคงที่ และจะลดลงเพียงเล็กน้อยหรือใกล้เคียงกับระยะ R_7 ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของอาทิตยา ไชโย (2548: 96) ที่กล่าวว่าการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นของถั่วเหลืองในระยะ R_7 จะลดลง แต่พอมาถึงระยะ R_8 กลับมามีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเพิ่มขึ้น แต่การทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Hanway และ Thomson (1967: 119 อ้างถึงใน อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 148) ที่พบว่า เมื่อเริ่มต้นการสะสมน้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองนั้น น้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น และก้านใบของถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้น ต่อมาในขณะที่ฝักและเมล็ดมีการเจริญเติบโตและสะสมน้ำหนักแห้งมากขึ้น น้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น และก้านใบกลับลดลง ในขณะที่น้ำหนักแห้งรวมทั้งต้นเพิ่มสูงขึ้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ได้มีการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตจากใบ ลำต้น และก้านใบ เข้าสู่เมล็ด ในขณะที่ฝักและเมล็ดมีการพัฒนาสูงสุดในระยะสุดท้าย นอกจากนี้ Hanway และ Weber (1971: 69 อ้างถึงใน อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 134) ยังได้รายงานอีกว่าน้ำหนักแห้งของลำต้นถั่วเหลืองนั้น จะถึงจุดสูงสุดประมาณ 15 วันหลังจากถั่วเหลืองออกดอกเต็มที่ น้ำหนักแห้งของลำต้นในขณะที่ถั่วเหลืองแก่เต็มที่ จะน้อยกว่าน้ำหนักแห้งสูงสุดของลำต้นประมาณ ร้อยละ 12 แสดงให้เห็นว่า หลังจากที่เมล็ดถั่วเหลืองได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว ได้มีการเคลื่อนย้ายปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในลำต้นไปไว้ในเมล็ดอีกต่อหนึ่งด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	ระยะการเจริญเติบโต					
	R_1	R_3	R_5	R_6	R_7	R_8
T_C	1.33450^{c}	1.55750^{b}	1.90550^{c}	2.62475$^{n.s.}$	3.95000$^{n.s.}$	3.76600^{b}
T_1	1.52500^{bc}	2.21750^{ab}	2.18550^{bc}	2.66200$^{n.s.}$	3.95875$^{n.s.}$	3.89600^{ab}
T_2	1.54425^{bc}	2.29375^{ab}	3.06125^{ab}	3.04825$^{n.s.}$	5.07650$^{n.s.}$	4.30925^{ab}
T_3	1.79550^{ab}	2.43700^{ab}	4.06125^{a}	3.83350$^{n.s.}$	6.02825$^{n.s.}$	5.31675^{ab}
T_4	1.63750^{abc}	2.57625^{a}	3.45900^{a}	3.89875$^{n.s.}$	6.37425$^{n.s.}$	6.10400^{a}
T_5	2.04200^{a}	2.78675^{a}	3.13350^{ab}	3.72300$^{n.s.}$	5.98825$^{n.s.}$	5.17325^{ab}
CV (ร้อยละ)	**16.18**	**26.19**	**23.31**	**23.93**	**32.48**	**27.67**

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

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

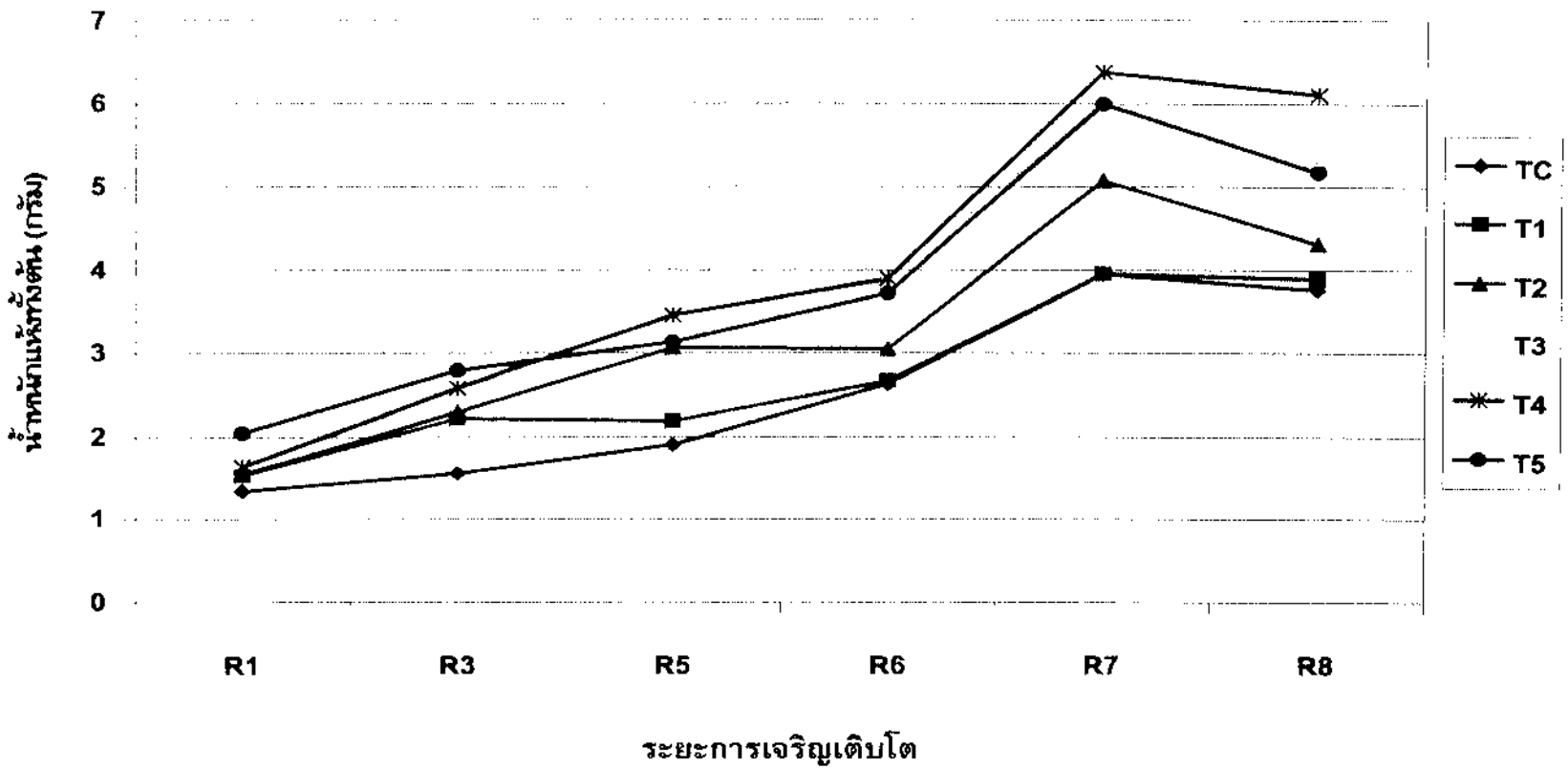
T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน



ภาพที่ 4.16 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่ฟอพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_6)

4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

องค์ประกอบของผลผลิตพืชตระกูลถั่ว ประกอบด้วย ผลผลิตต่อกระถาง 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 (อภิพรรณ พุกภักดี, 2546: 150 – 155)

4.2.1 ผลผลิตต่อกระถาง

ผลผลิตต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.0 6 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับการคำนวณผลผลิตต่อกระถางได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 20

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะให้ผลผลิตต่อกระถางมากที่สุด คือ 22.53 กรัมต่อกระถาง รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01(T_5) และที่ได้รับมูลไก่อัตรา 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (Tc) ซึ่งมีผลผลิตต่อกระถางลดลงเท่ากับ 18.43, 15.97,15.21,10.27 และ 5.51 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งหากคิดคำนวณ

เปรียบเทียบเป็นผลผลิตต่อต้น (1 กระถางมีต้นถั่วเหลือง 4 ต้น) พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 5.63 กรัมต่อต้น ถั่วเหลืองของหน่วยทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) จะมีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 3.993 กรัมต่อต้น ในขณะที่ถั่วเหลืองของหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (Tc) จะมีผลผลิตเพียง 1.38 กรัมต่อต้น และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของหฤษฎี ภัทรดิลก (2534: 197) ที่พบว่า ผลผลิตต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในเดือนมีนาคม มีค่าเท่ากับ 12.460 กรัมต่อต้น จะเห็นได้ว่ามีผลผลิตที่มากกว่าผลผลิตถั่วเหลืองในทุกหน่วยการทดลองในครั้งนี้ อาจเป็นไปได้ว่าผลผลิตที่น้อยกว่าเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมในการปลูกที่แตกต่างกัน ซึ่งการปลูกในสภาพกระถางและการปลูกในพื้นที่แถบจังหวัดราชบุรีอาจมีความเหมาะสมน้อยกว่าการปลูกในพื้นที่จริงและในจังหวัดที่เหมาะสม

4.2.2 จำนวนฝักต่อต้น

จำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยในระยะ R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 21 และภาพการเก็บข้อมูลได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง ภาพที่ ง. 1 ถึง ง. 6

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด คือ 14.75 ฝักต่อต้น รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีในอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และหน่วยทดลองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.04(T_2) กิโลกรัมต่อกระถาง มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นคือ 13.00, 12.75 และ 11.75 ฝักต่อต้น ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p>0.05$)* แต่เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยทดลองกลุ่มควบ คุม (T_C) ที่มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุด คือ 6.00 ฝักต่อต้น และหน่วยทดลองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_1) ที่มีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้น 8.50 ฝักต่อต้น พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($p<0.05$)*

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่า จำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน รวมทั้งในหน่วยทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีก็มีแนวโน้มของจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นใกล้เคียงกันกับในกลุ่มที่ใส่มูลไก่พ่อแม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง ทั้งนี้อาจเป็น

เพราะถั่วเหลืองสามารถใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยเคมี และในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในจำนวนที่มากขึ้นตามปริมาณที่ใส่ลงไปในหน่วยการทดลอง ทำให้จำนวนฝักต่อต้นมีแนวโน้มที่มากขึ้นตามไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของอาทิตยา ไชโย (2548: 100) ที่พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีในอัตราทดแทนร้อยละ 75 จะมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ 16.50 ฝักต่อต้น ซึ่งในการทดลองนี้จะมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นน้อยกว่าเล็กน้อย คือ 14.75 ฝักต่อต้น แต่เมื่อพิจารณาถึงจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นของหน่วยทดลองน้อยที่สุดจะดีกว่า คือ 6.00 ฝักต่อต้น การศึกษาของอาทิตยา ไชโย (2548: 100) จะพบจำนวนฝักต่อต้นน้อยที่สุดเพียง 3.50 ฝักต่อต้นเท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 (ศุภชัย แก้วมีชัย, 2537: 65 – 66; กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.: 11 - 12) พบว่า จำนวนฝักต่อต้นจะมีจำนวนน้อยกว่ามาก ซึ่งมาตรฐานเท่ากับ 50 – 70 ฝักต่อต้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการทดลองในโรงเรือนที่มีตาข่ายและพลาสติกใสคลุมอยู่ ทำให้อัตราการรับแสงสว่างที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชลดน้อยลงรวมทั้งการทดลองโดยทำการเพาะปลูกในกระถาง อาจมีผลต่อความสามารถในการดูดธาตุอาหารและน้ำของถั่วเหลืองที่ลดน้อยลงตามไปด้วย

4.2.3 จำนวนเมล็ดต่อฝัก

จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยในระยะ R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 22

จากการทดลอง พบว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.14 เมล็ดต่อฝัก รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และได้รับมูลไก่อัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_2) จะมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย คือ 2.02, 1.94 และ 1.91 เมล็ดต่อฝัก ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนถั่วเหลืองที่ได้รับพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_1) และถั่วเหลืองในหน่วยทดลองควบคุม (Tc) มีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยเท่ากับ 1.83 และ 1.80 เมล็ดต่อฝัก ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลือง

พันธุ์เชียงใหม่ 60 จะพบว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยที่ได้จะใกล้เคียงกัน คือ มี 2 – 3 เมล็ดต่อฝัก (ศุภชัย แก้วมีชัย, 2537: 65 – 66; กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.: 11 – 12)

4.2.4 น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของถั่วเหลือง

น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 23

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 14.95 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 13.81 และ 13.42 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วเหลืองของหน่วยทดลองควบคุม (Tc) มีการสะสมน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 10.72 กรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1) และ 0.04 (T_2) กิโลกรัมต่อกระถาง ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 12.25 และ 12.47 กรัม ตามลำดับ

ผลการทดลองดังกล่าว เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 (ศุภชัย แก้วมีชัย, 2537: 65 – 66; กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.: 11 – 12) ที่พบว่ามีน้ำหนักเมล็ดประมาณ 14.5 – 17.0 กรัมต่อ 100 เมล็ด ซึ่งในการทดลองครั้งนี้จะมีผลโดยเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย เนื่องจากอาจเป็นไปได้ว่าในการทดลองมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำหนักของถั่วเหลือง เช่น โรงเรือนที่คลุมด้วยตาข่ายและพลาสติก ที่ทำให้ความเข็มของแสงที่ส่องลงมายังต้นถั่วเหลืองลดน้อยลงทำให้การสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารของพืชลดน้อยลงตามไปด้วย รวมทั้งการทดลองโดยทำการเพาะปลูกในกระถางอาจมีผลต่อความสามารถในการดูดธาตุอาหารและน้ำของถั่วเหลืองที่ลดน้อยลงตามไปด้วย

ตารางที่ 4.7 ผลผลิตต่อกระถาง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	ผลผลิตต่อกระถาง	จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)
T_C	5.51^{f}	6.00^{b}	1.80^{b}	10.72^{d}
T_1	10.27^{e}	8.50^{b}	1.83^{b}	12.25^{c}
T_2	15.21^{d}	11.75^{a}	1.91^{ab}	12.47^{c}
T_3	18.43^{b}	13.00^{a}	2.02^{ab}	13.81^{b}
T_4	22.53^{a}	14.75^{a}	2.14^{a}	14.95^{a}
T_5	15.97^{c}	12.75^{a}	1.94^{ab}	13.42^{b}
CV (ร้อยละ)	**3.01**	**19.33**	**9.30**	**4.10**

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.2.5 คุณค่าทางโภชนะ

สำหรับคุณค่าทางโภชนะของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08(T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.8 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 24 ถึง ก. 25

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราต่าง ๆ และปุ๋ยเคมี มีการสะสมโปรตีนในเมล็ดที่แตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีปริมาณโปรตีนในเมล็ดมากที่สุด คือ ร้อยละ 37.12 รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) และได้รับมูลไก่อัตรา 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (Tc) จะมีปริมาณโปรตีนในเมล็ดเท่ากับ ร้อยละ 36.30, 34.71, 34.11, 33.52 และ 32.98 ตามลำดับ โดยแต่ละหน่วยการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีแนวโน้มว่าปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองที่เพิ่มมากขึ้นมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ได้รับมากขึ้น ผลการทดลองดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 (ศุภชัย แก้วมีชัย, 2537: 65 – 66; กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.: 11 – 12) พบว่ามีโปรตีนประมาณร้อยละ 43.80 – 44.00 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้พบว่ามีปริมาณโปรตีนโดยเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐาน

สำหรับปริมาณไขมันในเมล็ด พบว่า ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) มีปริมาณไขมันในเมล็ดมากที่สุด คือ ร้อยละ 20.81 รองลงมา คือ ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1) และ 0.04 (T_2) กิโลกรัมต่อกระถาง แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (Tc) และถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งมีปริมาณไขมันในเมล็ด คือ ร้อยละ 20.15, 19.77 และ 19.60 ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าปริมาณไขมันมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งแปรผกผันกับปริมาณโปรตีนในเมล็ด

ตารางที่ 4.8 คุณค่าทางโภชนะของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	คุณค่าทางโภชนะ (ร้อยละ)	
	โปรตีน	ไขมัน
T_C	32.98^{e}	20.81^{a}
T_1	33.52^{de}	20.59^{a}
T_2	34.11^{cd}	20.57^{a}
T_3	36.30^{b}	19.77^{b}
T_4	37.12^{a}	19.60^{b}
T_5	34.71^{c}	20.15^{ab}
CV (ร้อยละ)	**1.30**	**2.50**

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.3 ปริมาณโลหะหนัก

4.3.1 ปริมาณโลหะหนักในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด

สำหรับปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้ในการปลูกถั่วเหลือง จากการวิเคราะห์ของภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า มีปริมาณตะกั่ว 46.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม 14.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอทสะสมอยู่เท่ากับ 1.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงผลและวิธีการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณโลหะหนักในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และวิธีการวิเคราะห์

โลหะหนัก	ปริมาณ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	วิธีการวิเคราะห์
ตะกั่ว	46.40	HNO_3 + $HClO_4$ อัตราส่วน 5 : 2 จากนั้นไดเจสและวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption
แคดเมียม	14.10	HNO_3 + $HClO_4$ อัตราส่วน 5 : 2 จากนั้นไดเจสและวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption
ปรอท	1.70	H_2SO_4 + HNO_3 อัตราส่วน 5 : 2 จากนั้นไดเจสและวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption

แหล่งที่มา: คณะเกษตร. ภาคปฐพีวิทยา, 2541: 85.

ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 106) เกี่ยวกับปริมาณโลหะหนักในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด โดยได้รายงานว่า พบปริมาณตะกั่ว 18.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม 1.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอทสะสมอยู่เท่ากับ 0.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่ามูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณของโลหะหนักมากกว่าในมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดมาก โดยเฉพาะตะกั่วและแคดเมียม

4.3.2 ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการทดลอง

สำหรับปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดิน เมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.10 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 26 ถึง ก. 28 (โดยที่ดินก่อนการทดลองจะไม่มีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ เนื่องจากเป็นดินที่ยังไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป จึงทำให้ทุกตัวอย่างดินมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ)

4.3.2.1 ตะกั่ว

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณตะกั่วเฉลี่ยในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 4.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณตะกั่วที่เหลือในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.40 ถึง 1.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) มีปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองมากที่สุด คือ 1.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) และ 0.04 (T_2) ซึ่งมีปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองคือ 1.08 และ 0.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีในอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองเท่ากับ 0.93 และ 0.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่หน่วยทดลองควบคุม (T_C) มีปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองน้อยที่สุด คือ 0.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งการสะสมของปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองนี้จะแปรผันตามปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 214) ที่พบว่าตะกั่วในดินที่ระดับปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 30.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ในทุกๆ อัตราการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดรวมถึงปุ๋ยเคมี มีค่าไม่เกินมาตรฐาน

4.3.2.2 แคดเมียม

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณแคดเมียมเฉลี่ยในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 4.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณแคดเมียมที่เหลือในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.55 – 3.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) มีปริมาณแคดเมียมในดินหลังการทดลองมากที่สุด คือ 3.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์

ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_3) มีปริมาณแคดเมียมในดินหลังการทดลอง คือ 3.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_2) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) จะมีปริมาณแคดเมียมที่เหลือในดินหลังการทดลอง เท่ากับ 2.06 และ 2.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (Tc) มีปริมาณแคดเมียมที่เหลือหลังการทดลองน้อยที่สุด คือ 0.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งการสะสมของปริมาณแคดเมียมในดินหลังการทดลองนี้จะแปรผันตามปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 214) แคดเมียมในดินที่ระดับปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 (T_4), 0.06 (T_3), 0.04 (T_2) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) มีปริมาณแคดเมียมในดินเกินค่ามาตรฐานดังกล่าว

4.3.2.3 ปรอท

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณปรอทเฉลี่ยในดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณปรอทที่เหลือในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0782 ถึง 0.0858 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 (T_4), 0.06 (T_3), 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (Tc) จะมีปริมาณปรอทเฉลี่ยในดินหลังการทดลอง คือ 0.0858, 0.0853, 0.0844, 0.0824, 0.0844 และ 0.0782 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยที่ทุกหน่วยการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปริมาณปรอทที่เหลือในดินหลังการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันมากนักตามปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่หน่วยทดลองได้รับเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 273) พบว่า ปรอทในดินที่ระดับปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งในทุกหน่วยการทดลองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราต่าง ๆ หน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี และหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม พบว่า มีปริมาณปรอทไม่เกินค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 4.10 ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	ปริมาณโลหะหนักในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)					
	ตะกั่ว		แคดเมียม		ปรอท	
	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด	เริ่ม	สิ้นสุด
T_C	4.10	0.40^{c}	4.90	0.55^{c}	1.70	$0.0782^{n.s.}$
T_1	4.10	0.93^{b}	4.90	0.76^{c}	1.70	$0.0824^{n.s.}$
T_2	4.10	0.97^{ab}	4.90	2.06^{b}	1.70	$0.0844^{n.s.}$
T_3	4.10	1.08^{ab}	4.90	3.35^{a}	1.70	$0.0853^{n.s.}$
T_4	4.10	1.36^{a}	4.90	3.76^{a}	1.70	$0.0858^{n.s.}$
T_5	4.10	0.90^{b}	4.90	2.05^{b}	1.70	$0.0844^{n.s}$
CV (ร้อยละ)		**26.61**		**19.82**		**22.25**

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

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

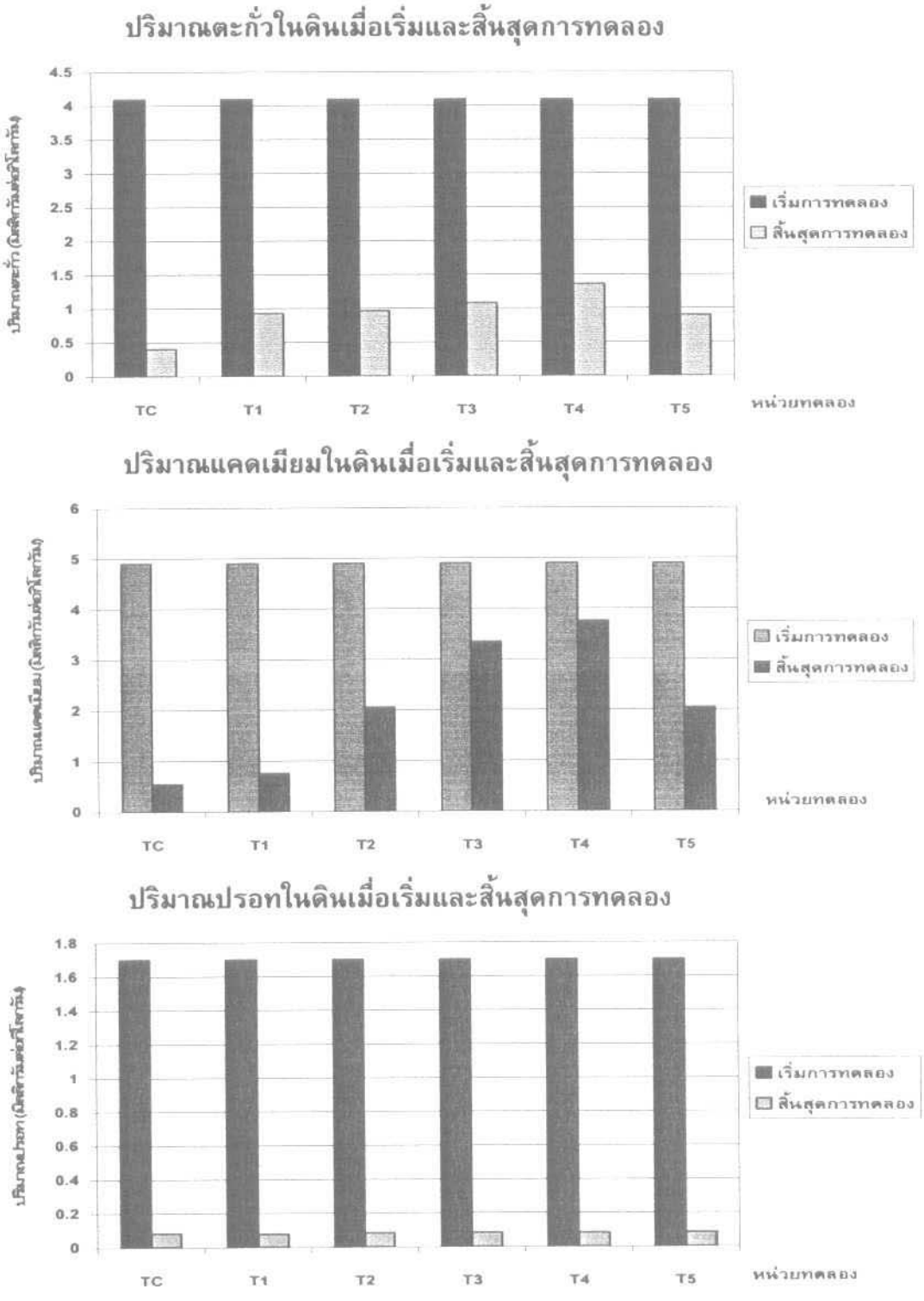
T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน



ภาพที่ 4.17 ปริมาณโลหะหนักในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

ตารางที่ 4.11 ปริมาณโลหะหนักสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อใช้ประโยชน์ในทางเกษตรกรรมของประเทศต่าง ๆ

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 ศิริสุโขดม, 2535: 89.
หมายเหตุ: - = ไม่มีข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการศึกษาทดลอง พบว่า ปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ ตะกั่ว (Pb) แคดเมียม (Cd) และปรอท (Hg) มีปริมาณลดลงจากเดิมมากพอสมควร ซึ่งเกิดจากการดูดซับของถั่วเหลือง ประกอบกับอาจมีการเกิดกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ต่างๆ ในดิน หรืออาจถูกชะล้างด้วยน้ำ จึงส่งผลให้มีการลดลงดังกล่าว และหากเปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง กับปริมาณโลหะหนักสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรมตามเกณฑ์ของประเทศต่างๆ ดังตารางที่ 4.11 แล้ว พบว่า ปริมาณตะกั่วจะมีปริมาณน้อยมาก ส่วนแคดเมียมจะอยู่ในเกณฑ์ใกล้มาตรฐาน ส่วนปรอทไม่สามารถค้นหามาตรฐานมาเปรียบเทียบได้ตามเกณฑ์

4.3.3 ปริมาณโลหะหนักในใบถั่วเหลือง

ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในใบถั่วเหลืองที่ระยะ R_5 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมโดยน้ำหนัก (T_5) ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.12 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 29 ถึง ก. 31

4.3.3.1 ตะกั่ว

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณตะกั่วในใบถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 3.50 ถึง 34.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราต่าง ๆ ปุ๋ยเคมี และหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม จะมีการสะสมของปริมาณตะกั่วที่แตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองในหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง มีการสะสมของปริมาณตะกั่วในใบ คือ 12.40, 18.00, 20.00, 24.60 และ 34.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (Tc) มีปริมาณตะกั่วที่สะสมในใบน้อยที่สุด คือ 3.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งทุกกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า การสะสมของปริมาณตะกั่วในใบถั่วเหลืองที่ระยะ R5 นี้ จะแปรผันตามปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ดินที่นำมาใช้ในการทดลอง มีปริมาณตะกั่วสะสมอยู่ค่อนข้างน้อย (4.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จึงส่งผลให้ดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) มีปริมาณตะกั่วน้อยที่สุด ในขณะที่หน่วยทดลองอื่นมีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดมีปริมาณตะกั่วอยู่สูง (46.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทำให้ผลของปริมาณตะกั่วสะสมในใบของหน่วยทดลองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดมีปริมาณตะกั่วสูงตามไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 112) ที่รายงานว่า การสะสมของปริมาณตะกั่วในใบถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 10.30 ถึง 14.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากปริมาณตะกั่วในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ใช้ในการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย มีค่าต่ำกว่ามูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่นำมาใช้ทดลองครั้งนี้ คือ มีค่าเพียง 18.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเท่านั้น (ตะกั่วในดินมีค่าเท่ากับ 28.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และเมื่อเปรียบเทียบกับระดับของตะกั่วปกติที่มีในพืชซึ่งมีค่าระหว่าง 0.100 – 10.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2359: 273 อ้างถึงในวรกาย อุส่าห์, 2541: 14) พบว่า ปริมาณตะกั่วในใบถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในการทดลองครั้งนี้มีค่าเกินกว่าระดับปกติมาก

4.3.3.2 แคดเมียม

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณแคดเมียมในใบถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 3.20 ถึง 15.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) มีการสะสมปริมาณแคดเมียมมากที่สุด คือ 15.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ที่มีการสะสมปริมาณแคดเมียมในใบเท่ากับ 14.50, 14.30, 14.10 และ 13.90

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่หน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (Tc) มีปริมาณแคดเมียมที่สะสมในใบน้อยที่สุด คือ 3.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากดินที่นำมาใช้ในการทดลองมีค่าแคดเมียมเท่ากับ 4.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดมีค่าเท่ากับ 14.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้มีการนำแคดเมียมจากมูลไก่ไปสะสมในใบถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 112) ที่พบว่า การสะสมของปริมาณแคดเมียมในใบถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 1.10 ถึง 1.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (มีแคดเมียมในดินเท่ากับ 1.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นเท่ากับ 1.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าสูงกว่ามากและเมื่อเปรียบเทียบกับ Chaney (1982: 89 อ้างถึงในศิราณี ศิริสุโขดม, 2535: 243) ที่รายงานว่า ระดับปกติของปริมาณแคดเมียมในพืชมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 – 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการทดลองครั้งนี้ พบว่า ปริมาณแคดเมียมสะสมในใบถั่วเหลืองมีค่าที่สูงกว่าระดับปกติมาก

4.3.3.3 ปรอท

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณปรอทในใบถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01837 ถึง 0.42650 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราต่าง ๆ และปุ๋ยเคมี มีปริมาณการสะสมของปรอทแตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) มีการสะสมปริมาณปรอทมากที่สุด คือ 0.42650 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่มีปริมาณปรอทน้อยที่สุด คือ 0.01837 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ที่มีปริมาณปรอทสะสมในใบเท่ากับ 0.34690, 0.19730, 0.06550 และ 0.05460 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งการสะสมปริมาณปรอทในใบถั่วเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณมูลไก่ที่ได้รับเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 113) ที่พบว่า การสะสมของปรอทในใบถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01060 ถึง 0.01430 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แล้วการทดลองครั้งนี้ จะพบว่า มีปริมาณปรอทสะสมอยู่ในใบมากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณปรอทตามการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 273) ที่รายงานว่า ปริมาณปรอทในพืชมีค่าระดับปกติอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.010 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แล้วในการทดลองครั้งนี้ พบว่า มีปริมาณปรอทเกินกว่าระดับปกติ

ตารางที่ 4.12 ปริมาณโลหะหนักในใบถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ระยะ R_5 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกันปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	ปริมาณโลหะหนักในใบถั่วเหลือง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
T_C	3.50^{f}	3.20^{c}	0.01837^{d}
T_1	18.00^{d}	14.10^{b}	0.06550^{d}
T_2	20.00^{c}	14.30^{b}	0.19730^{c}
T_3	24.60^{b}	14.50^{b}	0.34690^{b}
T_4	34.30^{a}	15.30^{a}	0.42650^{a}
T_5	12.40^{e}	13.90^{b}	0.05460^{d}
CV (ร้อยละ)	**2.58**	**2.83**	**20.17**

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 - 24 - 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน

4.3.4 ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลือง

ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.13 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 32 ถึง ก. 34

4.3.4.1 ตะกั่ว

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณตะกั่วในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.96 ถึง 27.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีปริมาณตะกั่วสะสมในเมล็ดมากที่สุด คือ 27.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5)โดยมีปริมาณตะกั่วสะสมในเมล็ดเท่ากับ 16.90, 16.70, 14.20, และ 15.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่หน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C) มีปริมาณตะกั่วสะสมในเมล็ดน้อยที่สุด คือ 0.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแตกต่างกับหน่วยทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งพบว่าปริมาณตะกั่วที่สะสมในเมล็ดถั่วเหลืองจะแปรผันตามปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ได้รับเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระดับตะกั่วปกติที่มีในพืชซึ่งมีค่าระหว่าง 0.100 – 10.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539: 273 อ้างถึงใน วรกาย อุส่าห์, 2541: 14) จะพบว่า ปริมาณตะกั่วในเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในทุกอัตรา และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีค่าเกินกว่าระดับปกติ ยกเว้นหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C) มีค่าอยู่ในระดับปกติ โดยการสะสมเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการสะสมในใบถั่วเหลือง ซึ่งปริมาณตะกั่วที่สะสมในเมล็ดจะมีน้อยกว่าปริมาณตะกั่วที่สะสมในใบ เนื่องจากใบถั่วเหลืองมีระยะเวลาในการรับตะกั่วที่มากกว่าเมล็ด

4.3.4.2 แคดเมียม

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณแคดเมียมในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0223 ถึง 0.0450 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีปริมาณแคดเมียมสะสมมากที่สุด คือ 0.0450 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C) ที่มีปริมาณการสะสมแคดเมียมในเมล็ดน้อยที่สุด คือ 0.0223 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งมีปริมาณการสะสมของแคดเมียมในเมล็ด คือ 0.0360, 0.0380,

0.0400 และ 0.0390 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยพบว่า ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในเมล็ดถั่วเหลืองจะแปรผันตามปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่ได้รับเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระดับแคดเมียมปกติที่มีในพืชซึ่งมีค่าระหว่าง 0.10 – 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539: 273 อ้างถึงใน วรกาย อุส่าห์, 2541: 14) จะพบว่า ปริมาณแคดเมียมในเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในทุกอัตรา และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีค่าไม่เกินกว่าระดับปกติ ซึ่งต่างจากปริมาณการสะสมแคดเมียมในใบที่มีปริมาณการสะสมสูงกว่าระดับปกติ อาจเนื่องมาจากในใบถั่วเหลืองมีระยะเวลาในการรับแคดเมียมมากกว่าเมล็ด

4.3.4.3 ปรอท

จากการทดลอง พบว่า การสะสมของปริมาณปรอทในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0009 ถึง 0.0056 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) มีการสะสมปรอทมากที่สุด คือ 0.0056 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง(T_5) ที่มีการสะสมปรอทในเมล็ดรองลงมา คือ 0.0047 และ 0.0045 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_C)ที่มีปริมาณปรอทสะสมในเมล็ดน้อยที่สุด คือ 0.0009 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1) และ 0.04 (T_2) กิโลกรัมต่อกระถาง ที่มีปริมาณปรอทสะสมในเมล็ดเท่ากับ 0.0018 และ 0.0024 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (2539: 273) ที่รายงานว่า ระดับปกติของปริมาณปรอทในพืชมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.010 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ปริมาณการสะสมปรอทในเมล็ดถั่วเหลืองของทุกหน่วยทดลองนี้อยู่ในระดับปกติที่ยอมให้มีในพืชได้

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นหากพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณการสะสมโลหะหนักในใบถั่วเหลืองกับในเมล็ดถั่วเหลือง จะเห็นได้ว่า ปริมาณการสะสมตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในใบจะมีมากกว่าในเมล็ด ซึ่งจากการศึกษาของ อาทิตยา ไชโย (2548: 116) พบว่า มีการสะสมของตะกั่วและแคดเมียมในใบมากกว่าในเมล็ด ในขณะที่พบว่า การสะสมของปรอทในเมล็ดมีมากกว่าในใบ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากพืชมีการสะสมโลหะหนักตามส่วนต่างๆ ไม่เท่ากัน และสาเหตุที่ใบถั่วเหลืองมีการสะสมโลหะหนักมากกว่าในเมล็ดก็เพราะว่าในใบถั่วเหลืองมีระยะเวลาในการรับโลหะหนักนานกว่าในส่วนของเมล็ดถั่วเหลือง

ตารางที่ 4.13 ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกันปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

หน่วยทดลอง	ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลือง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท
T_C	0.96^{c}	$0.0223^{n.s.}$	0.0009^{b}
T_1	14.20^{b}	$0.0360^{n.s.}$	0.0018^{b}
T_2	16.70^{b}	$0.0380^{n.s.}$	0.0024^{b}
T_3	16.90^{b}	$0.0400^{n.s.}$	0.0047^{a}
T_4	27.60^{a}	$0.0450^{n.s.}$	0.0056^{a}
T_5	15.80^{b}	$0.0390^{n.s.}$	0.0045^{a}
CV (ร้อยละ)	**11.31**	**39.47**	**37.44**

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

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงรายงานของ เกศกมล เสริมวิริยะกุล (2547: 94 – 95) จะพบว่า ปริมาณโลหะหนักในใบและเมล็ดถั่วเหลืองยังส่งผลต่อสมรรถภาพ ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลือง รวมทั้งอาจก่อให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีความไวต่อความเป็นพิษของโลหะหนักนั้น ๆ แต่อย่างไรก็ตาม ระดับความเป็นพิษของปริมาณโลหะหนักในพืชชนิดหนึ่ง ๆ ยังขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกด้วย โดยพืชที่ปลูกในดินที่มีปริมาณธาตุอาหารครบและเหมาะสมจะสามารถทนต่อความเป็นพิษของโลหะหนักในระดับที่สูงกว่าพืชที่ปลูกในดินที่ขาดธาตุอาหาร

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: ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539: 233 – 234.
หมายเหตุ: - = ไม่มีข้อมูล

4.4 คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหาร

4.4.1 คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดินที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับคุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และในดินที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและดินที่ใช้ในการทดลอง

คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหาร	มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด	ดิน
ค่าความนำไฟฟ้า (มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร)	9.81	1.43
ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	7.50	7.50
ไนโตรเจน (ร้อยละ)	2.39	0.057
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	76,600	5
โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	44,800	38
แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	135,200	2,226
แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	5,300	841
อินทรียวัตถุ (ร้อยละ)	38.48	1.14
เหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	4,500	4.086
สังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	900	0.13
ทองแดง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	140	0.53
แมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	690	13.43
ความชื้น (ร้อยละ)	13.17	-
ค่า C/N Ratio	9/1	-

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้ในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด และในดิน จะเห็นได้ว่า มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าดินมาก รวมทั้งมีความนำไฟฟ้าสูงกว่าดินอีกด้วย

4.4.2 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง

คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมโดยน้ำหนัก (T_5) และได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3), 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.18 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงผลไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 35 ถึง ก. 46 โดยที่ดินก่อนการทดลองจะไม่มีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ เนื่องจากเป็น

ดินที่ยังไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ ทั้งสิ้นลงไป จึงทำให้ทุกตัวอย่างดินมีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ

4.4.2.1 ความนำไฟฟ้า

จากการทดลอง พบว่า ค่าความนำไฟฟ้าของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.43 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร ซึ่งดินในหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) มีค่าความนำไฟฟ้ามากที่สุด คือ 3.34 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร รองลงมา คือ ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง มีค่าความนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.23 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) กับดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่มีค่าความนำไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ 1.34 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร และดินที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) กิโลกรัมต่อกระถาง ที่มีค่าความนำไฟฟ้า 1.97, 1.80 และ 1.36 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ค่าความนำไฟฟ้าในดินจะมีความผันแปรไปตามปริมาณของการใส่ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้นและปุ๋ยเคมี กล่าวคือ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ดินมีแนวโน้มของค่าความนำไฟฟ้าในดินเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าความนำไฟฟ้าในดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ไม่เกิน 2 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตรแล้ว จะพบว่า ในหน่วยการทดลองครั้งนี้การใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราไม่เกิน 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง จะไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่เมื่อทำการใส่ปุ๋ยมูลไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง อาจทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชได้

4.4.2.2 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

จากการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 7.50 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของดินจะมีค่าอยู่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.87 ถึง 7.90 โดยดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) มีค่า pH มากที่สุด คือ 7.90 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินในหน่วยทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี (T_5) ที่มีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) น้อยที่สุด คือ 6.874 และในทุกหน่วยการทดลองที่เหลืออื่น ๆ ได้แก่ ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), 0.08 (T_4), 0.02 (T_1), 0.04 (T_2) กิโลกรัมต่อกระถาง และดินในหน่วยทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี คือ 7.346, 7.327, 7.20, 7.08 และ 6.87 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในดินค่อนข้างมีฤทธิ์เป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย ยกเว้นหน่วยทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี (T_5) ที่มีค่าค่อนข้างเป็นกรด เนื่องจากปุ๋ยเคมีมีสภาพเป็นกรดในตัวเองอยู่แล้ว นอกจากนี้ ยังพบว่า ดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้น

อัดเม็ดมีแนวโน้มค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากเดิมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากดินมีความชื้นและอินทรียวัตถุอยู่ เมื่ออินทรียวัตถุเน่าเปื่อยลง จะมีกรดอินทรีย์ต่างๆ (Fulvic Acid และ Humic Acid) เกิดขึ้นบ้างเล็กน้อยแต่อาจจะไม่ถึงกับถูกย่อยสลายสมบูรณ์ในระยะเวลาอันสั้น ส่งผลให้ให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มเพียงขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น นอกจากนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินทำให้เกิดกรดคาร์บอนิค ดังนั้น ดินจึงอาจมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น จากสาเหตุนี้ (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2543: 25 อ้างถึงใน อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์, 2545: 45) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ ทั้งสิ้นลงไปในดิน และอาจเป็นไปได้ที่ดินในหน่วยทดลองนี้จะมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยที่สุด และส่งผลให้ดินมีค่าความเป็นด่าง (pH) สูงกว่าดินในหน่วยทดลองอื่น ๆ

4.4.2.3 ปริมาณไนโตรเจน

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.057 และเมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.049 ถึง 0.111 ซึ่งดินที่ได้รับมูลไก่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณไนโตรเจนเหลืออยู่ในดินมากที่สุดร้อยละ 0.111 รองลงมา คือ ดินที่ได้รับมูลไก่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.06 (T_3) และ 0.04 (T_2) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนเหลืออยู่ในดินเท่ากับร้อยละ 0.093 และ 0.073 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินของหน่วยการทดลองควบคุม (T_C) ที่มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 0.049 และดินที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1) และหน่วยทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับร้อยละ 0.065 และ 0.053 กิโลกรัมต่อกระถางตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี และดินของหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด จะมีปริมาณไนโตรเจนเหลืออยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากเชื้อไรโซเบียมที่คลุกเคล้าเมล็ดถั่วเหลืองตั้งแต่เริ่มต้น ทำให้ถั่วเหลืองสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศจากขบวนการตรึงไนโตรเจน (N – Fixation) ได้อย่างเพียงพอ (สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 60) ประกอบกับไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด อาจมีปริมาณมากเกินความต้องการของถั่วเหลือง จึงทำให้เกิดการตกค้างอยู่ในดินในค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (ตารางที่ 4.16) ในขณะที่ดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) และดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง กลับมีปริมาณไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในดินลดลงจากเดิมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากพืชและจุลินทรีย์ในดินดูดไปใช้หรือจากการชะล้างโดยน้ำ จึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนในดินลดลงจากเดิมดังกล่าว

ตารางที่ 4.16 ระดับไนโตรเจนในดิน

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดิน (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 ตะอุ่น และสัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2539: 56 อ้างถึงใน ชนิดา ไกรขุนทศ, 2543: 13.

4.4.2.4 ปริมาณฟอสฟอรัส

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 5.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 7.96 ถึง 163.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณฟอสฟอรัสเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 163.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) และดินของหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_0) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 139.13, 91.30, 89.13, 80.45 และ 7.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมมาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่อดินได้รับปุ๋ยเคมีและการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพิ่มเติมลงไป ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยฟอสฟอรัสสูง จึงส่งผลให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น และอาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำฟอสฟอรัสที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด ดังนั้น จึงทำให้มีฟอสฟอรัสเหลือตกค้าง

อยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นด้วย

4.4.2.5 ปริมาณโพแทสเซียม

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 38.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณโพแทสเซียมที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 43.58 ถึง 409.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีปริมาณโพแทสเซียมเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 409.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง และดินของหน่วยทดลองกลุ่มควบคุม (T_c) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 285.46, 212.37, 165.58, 99.42 และ 43.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยทั้ง 6 หน่วยการทดลองนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณโพแทสเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมมาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อดินได้รับปุ๋ยเคมีและการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพิ่มเติมลงไป ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยโพแทสเซียมสูง จึงส่งผลให้มีปริมาณโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้น และอาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำโพแทสเซียมที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด ดังนั้น จึงทำให้มีโพแทสเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

4.4.2.6 ปริมาณแคลเซียม

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณแคลเซียมของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 2,226 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณแคลเซียมที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 2,589 ถึง 29,850 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณแคลเซียมเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 29,850 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือ ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2) ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5), และมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_1) มีปริมาณแคลเซียมเหลืออยู่ในดินเท่ากับ 29,150, 28,490, 26,850 และ 26,200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c) ที่มีปริมาณแคลเซียมเหลืออยู่ในดินน้อยที่สุด คือ 2,589 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า

ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณแคลเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมมาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อดินได้รับการใส่มูลไก่เพิ่มเติมลงไป ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยแคลเซียมได้ค่อนข้างดี จึงส่งผลให้มีปริมาณแคลเซียมในดินเพิ่มขึ้น และอาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำแคลเซียมที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด รวมทั้งอาจมีเศษจากต้นถั่วเหลืองตกค้างอยู่ในดิน ดังนั้น จึงทำให้มีแคลเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณแคลเซียมในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

4.4.2.7 ปริมาณแมกนีเซียม

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 841.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณแมกนีเซียมที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 898.71 ถึง 1,694.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณแมกนีเซียมเหลืออยู่ในดินมากที่สุด คือ 1,697.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่มีปริมาณแมกนีเซียมเหลืออยู่ในดินน้อยที่สุด คือ 898.710 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.06 (T_3), 0.04 (T_2), 0.02 (T_1) และหน่วยทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_5) ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมเหลืออยู่เท่ากับ 1,230.70, 1,082.86, 1,077.67 และ 995.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณแมกนีเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก (อาทิตยา ไชโย, 2538: 124 – 125) เมื่อดินได้รับการใส่มูลไก่เพิ่มเติมลงไป ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยแมกนีเซียมค่อนข้างดี จึงส่งผลให้มีปริมาณแมกนีเซียมในดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำแมกนีเซียมที่ได้รับนี้ไปใช้ได้มากนัก จึงทำให้มีแมกนีเซียมเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม โดยปริมาณแมกนีเซียมในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับปริมาณแคลเซียมที่ตกค้างอยู่ในดิน คือ การทดลองครั้งนี้มีการปลูกถั่วเหลืองตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดไปจนถึงถั่วเหลืองยืนต้นตาย ในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโต อาจเป็นไปได้ว่าเมื่อถั่วเหลืองหยุดการพัฒนาแล้ว กระบวนการดูดซับธาตุอาหารต่าง ๆ ไปใช้ก็จะหยุดตามไปด้วย ดังนั้น ถั่วเหลืองอาจเกิดการคืนกลับธาตุอาหารจากต้นลงสู่ดิน ส่งผลให้เมื่อนำดินภายหลังสิ้นสุดการทดลองไปตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงปรากฏผลว่ามี

ปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นดังกล่าว (สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์, 2548: 115) นอกจากนี้ยังอาจเป็นไปได้ว่า ตัวอย่างดินที่นำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารนั้น มีชิ้นส่วนของต้นถั่วเหลืองย่อยสลายปะปนติดไปกับดินด้วย จึงอาจปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณแมกนีเซียมดังกล่าวเช่นกัน ทั้งนี้ ปริมาณแมกนีเซียมจะมีความสัมพันธ์กับค่าความนำไฟฟ้า โดยเมื่อดินมีปริมาณแมกนีเซียมสูงจะส่งผลให้ดินมีค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้นตามไปด้วย

4.4.2.8 ปริมาณอินทรียวัตถุ

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.14 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอินทรียวัตถุที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.99 ถึง 2.21 โดยดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมากที่สุดร้อยละ 2.21 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินน้อยที่สุดร้อยละ 0.99 และดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) กิโลกรัมต่อกระถาง และหน่วยทดลองควบคุม ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเท่ากับร้อยละ 1.29, 1.46, 1.84 และ 1.06 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) และดินในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงจากเดิม อาจเนื่องมาจากหน่วยการทดลองควบคุมที่ไม่ได้มีการใส่อินทรีย์วัตถุลงไปในดินเลย ทำให้เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตจึงต้องมีการดูดอินทรียวัตถุในดินไปใช้เพื่อช่วยเสริมสร้างพัฒนาการของต้นในระยะต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ขึ้น ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงภายหลังสิ้นสุดการทดลอง ส่วนในดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) อาจเป็นไปได้ว่าอัตราส่วนที่ใส่ลงไปในดินมีปริมาณที่น้อยกว่าความต้องการของพืชที่จะดูดซับไปใช้ได้มากกว่า ในขณะที่อีก 4 หน่วยการทดลอง ได้แก่ ดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) และ 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง กลับมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ด้วยคุณสมบัติของมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีสัดส่วนของอินทรียวัตถุอยู่สูงมาก จึงส่งผลให้มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นในดินอย่างมาก โดยแสดงว่ามูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสามารถเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินและช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของดินได้

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 – 400.00	>140.00
แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	<20.00	20.00 – 30.00	>30.00
อินทรียวัตถุ (ร้อยละ)	<1.00	1.00 – 1.50	>1.50

แหล่งที่มา: สุวพันธ์ รัตนะรัต และสายใจ สุชาติกุล, 2542 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 61.

4.4.2.9 ปริมาณเหล็ก

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณธาตุเหล็กของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 4.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณธาตุเหล็กที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 5.88 ถึง 12.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณธาตุเหล็กเหลือมากที่สุด คือ 12.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่มีปริมาณเหล็กเหลือในดินน้อยที่สุด คือ 5.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งจะมีปริมาณธาตุเหล็กเหลือในดินเท่ากับ 6.10, 6.49, 6.52 และ 6.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณธาตุเหล็กเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อดินได้รับการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพิ่มเติมลงไป ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ประกอบกับถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการธาตุเหล็กเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำธาตุเหล็กที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด จึงส่งผลให้มีธาตุเหล็กเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม และอาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ตกค้างอยู่ในดิน คือ เมื่อถั่วเหลืองพัฒนาจนถึงระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตแล้ว ถั่วเหลืองจะเหี่ยวแห้งและยืนต้นตายไป กระบวนการดูดซับธาตุอาหารต่าง ๆ ไปใช้ก็จะหยุดตามไปด้วย ดังนั้น ถั่วเหลืองอาจเกิดการคืนกลับธาตุอาหารจากต้นลงสู่ดิน ส่งผลให้เมื่อนำ

ดินภายหลังสิ้นสุดการทดลองไปตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงปรากฏผลว่ามีปริมาณธาตุเหล็กเพิ่มขึ้น (สุลาวัลย์ สุทธิ วรวงศ์, 2548: 125) นอกจากนี้ยังอาจเป็นไปได้ว่า ตัวอย่างดินที่นำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารนั้น ในแต่ละหน่วยทดลองอาจมีชิ้นส่วนของต้นถั่วเหลืองย่อยสลายปะปนติดไปกับดินด้วย ในปริมาณที่มากหรือน้อยแตกต่างกันไป จึงอาจปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุเหล็กดังกล่าว

4.4.2.10 ปริมาณสังกะสี

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณสังกะสีของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.130 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณสังกะสีที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.291 ถึง 3.988 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณสังกะสีเหลือในดินมากที่สุด คือ 3.988 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่มีปริมาณสังกะสีในดินน้อยที่สุด คือ 0.291 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งจะมีปริมาณสังกะสีเหลือในดินเท่ากับ 0.702, 1.107, 2.405 และ 0.461 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณสังกะสีเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก (อาทิตยา ไชโย, 2548: 127 – 128) เมื่อดินได้รับการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพิ่มเติมลงไป ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยสังกะสีค่อนข้างดี จึงส่งผลให้มีปริมาณสังกะสีในดินเพิ่มขึ้น ประกอบกับถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการสังกะสีเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำสังกะสีที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด จึงทำให้มีสังกะสีเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณสังกะสีในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณสังกะสีเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็กที่ตกค้างอยู่ในดิน คือ อาจเกิดการคืนกลับของธาตุอาหารจากต้นลงสู่ดิน ในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่หยุดการพัฒนาแล้ว (สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์, 2548: 145) หรือการปะปนของชิ้นส่วนต้นถั่วเหลืองที่ย่อยสลายติดไปกับตัวอย่างดินที่จะนำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงทำให้ปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณสังกะสีดังกล่าว

4.4.2.11 ปริมาณทองแดง

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณทองแดงของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.530 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณทองแดงที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่า

อยู่ระหว่าง 0.219 ถึง 2.049 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณทองแดงเหลือในดินมากที่สุด คือ 2.049 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่มีปริมาณทองแดงในดินน้อยที่สุด คือ 0.291 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01(T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งจะมีปริมาณทองแดงเหลือในดินเท่ากับ 0.714, 0.933, 1.372 และ 0.708 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณทองแดงเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก (อาทิตยา ไชโย, 2548: 127 – 128) เมื่อดินได้รับการใส่มูลไก่เพิ่มเติมลงไป ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น และด้วยคุณสมบัติของมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีความสามารถในการปลดปล่อยทองแดงค่อนข้างดี จึงส่งผลให้มีปริมาณทองแดงในดินเพิ่มขึ้น ประกอบกับถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการทองแดงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำทองแดงที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด จึงทำให้มีทองแดงเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณทองแดงในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น และอาจจากการคืนกลับของธาตุอาหารจากต้นลงสู่ดิน ในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่หยุดการพัฒนาแล้ว ถั่วเหลืองจะเหี่ยวแห้งและยืนต้นตาย อาจเกิดการคืนกลับธาตุอาหารจากต้นลงสู่ดิน (สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์, 2548: 145) นอกจากนี้ยังอาจเป็นไปได้ว่าเกิดการปะปนของชิ้นส่วนต้นถั่วเหลืองที่ย่อยสลายติดไปกับตัวอย่างดินที่จะนำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงทำให้ปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณทองแดงดังกล่าว

4.4.2.12 ปริมาณแมงกานีส

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณแมงกานีสของดินเมื่อเริ่มการทดลองมีค่าเท่ากับ 13.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณแมงกานีสที่เหลืออยู่ในดินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 23.86 ถึง 103.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 (T_4) กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณแมงกานีสเหลือในดินมากที่สุด คือ 103.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่มีปริมาณแมงกานีสในดินน้อยที่สุด คือ 22.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.02 (T_1), 0.04 (T_2), 0.06 (T_3) ดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีอัตรา 0.01 (T_5) กิโลกรัมต่อกระถาง ซึ่งจะมีปริมาณแมงกานีสเหลือในดินเท่ากับ 43.27, 44.25, 74.17 และ 32.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ภายหลังสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณแมงกานีสเหลือตกค้างอยู่ในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมมาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก (อาทิตยา ไชโย, 2548:

129) เมื่อดินได้รับการใส่มูลไก่ ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ประกอบกับถั่วเหลืองมีความต้องการใช้แมงกานีสเพื่อการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อาจเป็นไปได้ที่ถั่วเหลืองไม่สามารถนำแมงกานีสที่ได้รับนี้ไปใช้ได้หมด จึงทำให้มีแมงกานีสเหลือตกค้างอยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ พบว่า ปริมาณแมงกานีสในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณแมงกานีสเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกับปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี ที่ตกค้างอยู่ในดิน คือ อาจเกิดการคืนกลับของธาตุอาหารจากต้นลงสู่ดินในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่หยุดการพัฒนาแล้ว (สุลาวัลย์ สุทธิววรงศ์, 2548: 129) หรือการปะปนของชิ้นส่วนต้นถั่วเหลืองที่ย่อยสลายติดไปกับตัวอย่างดินที่จะนำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหาร จึงทำให้ปรากฏผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณแมงกานีสดังกล่าว

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่า เมื่อดินได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดเพิ่มเติมลงไป ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น และโดยส่วนใหญ่ พบว่าปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่มากขึ้น แต่มีข้อสังเกตว่าธาตุอาหารที่ดินได้รับเพิ่มเติมจากมูลไก่อาจมีปริมาณมากเกินความต้องการที่ถั่วเหลืองจะสามารถนำไปใช้ได้หมด จึงปรากฏผลว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองจึงมีธาตุอาหารหลายชนิดเกิดการตกค้างเหลืออยู่ในดินปริมาณมากและเพิ่มขึ้นจากเดิม ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม อินทรียวัตถุ เหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส นอกจากนี้ ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารเสริมเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการตกค้างของธาตุอาหารในดินดังกล่าว สำหรับในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ ทั้งสิ้นลงไป แต่กลับมีปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเกือบทุกชนิดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเป็นไปได้ว่าถั่วเหลืองเกิดการคืนกลับธาตุอาหารจากต้นลงสู่ดิน เนื่องจากเมื่อถั่วเหลืองมีการพัฒนาจนถึงระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตแล้ว ถั่วเหลืองจะเหี่ยวแห้งและตายไป ในลักษณะของการยืนต้นตาย กระบวนการดูดซับธาตุอาหารไปใช้ก็จะหยุดตามไปด้วย จึงอาจเกิดการคืนกลับธาตุอาหารขึ้นได้ (สุลาวัลย์ สุทธิววรงศ์, 2548: 129) สอดคล้องกับ ยงยุทธ โอสถสภา (2543: 164 – 170) ที่กล่าวว่า พืชมีกระบวนการทางสรีระ และชีวเคมีต่าง ๆ ในการเคลื่อนย้ายถ่ายโอนสารใด ๆ ที่เก็บสะสมในเซลล์หรืออวัยวะหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งได้โดยผ่านระบบท่อลำเลียง ซึ่งรวมทั้งการเคลื่อนย้ายย้อนกลับ (Retranslocation) การหมุนเวียนของธาตุอาหาร (Cycling of Nutrients) และการเคลื่อนที่ได้ใหม่ของธาตุอาหาร (Remobilization) โดยอวัยวะพืชแต่ละส่วนนั้น ในขณะหนึ่งจะมีทั้งการนำเข้าและส่งออกธาตุอาหารพร้อม ๆ กันไป และเมื่อเซลล์เริ่มเสื่อมสภาพตามอายุ ย่อมมีการส่งออกธาตุอาหารมากกว่าการนำเข้า โดยที่ไนโตรเจน

ฟอสฟอรัส และสังกะสี เป็นธาตุอาหารที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่ได้สูง ซึ่งระบบกลไกภายในพืชดังกล่าว นับเป็นวิธีการหมุนเวียนใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์ต่อทั้งดินและพืชสำหรับการเจริญเติบโตในปีต่อไป นอกจากนี้ อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ธาตุอาหารเพิ่มขึ้นจากเดิม อาจเกิดจากการที่มีชิ้นส่วนของต้นถั่วเหลืองย่อยสลายปะปนติดไปกับตัวอย่างดินที่จะนำส่งตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารด้วย

ดังนั้น อิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เมื่อนำดินภายหลังสิ้นสุดการทดลองไปตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารแล้ว จึงปรากฏผลของการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า การเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไปจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ที่อยู่ในดินเมื่อถึงระดับที่เพียงพอกับความต้องการของพืชเท่านั้น แม้ธาตุอาหารจะมีปริมาณสูงขึ้นก็ไม่ได้ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นเลย ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีปริมาณธาตุอาหารมากเกินไปก็อาจทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชลดลงได้ เพราะธาตุดังกล่าวอาจเป็นพิษโดยตรงต่อพืช หรืออาจไปรบกวนการทำงานของธาตุอื่น ๆ ทำให้เกิดภาวะความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชได้ (Plant Nutrient Imbalance) (เฉลิมพล แซมเพชร, 2542: 223 – 225) ดังนั้น จากการทดลองครั้งนี้ จะพบว่า ถั่วเหลืองที่ได้ อาจไม่ค่อยมีการพัฒนาและกระบวนการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์มากนักทั้งในส่วนของ Vegetative Growth, Reproductive Growth หรือแม้แต่ผลผลิต สังเกตได้จากข้อมูลในหัวข้อของสมรรถภาพของผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลือง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าความไม่เหมาะสมของปัจจัยหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมในสถานที่ทำการเพาะปลูกหรือทดลอง ฤดูกาล ปฏิกิริยาเคมีบางประการในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณโลหะหนักและความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดินและปริมาณโลหะหนักในปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่มีปริมาณที่มากเกินไป ที่อาจจะเป็นอุปสรรคสำคัญทำให้ถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพในการนำธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินไปใช้เพื่อพัฒนากระบวนการเจริญเติบโตในระยะต่าง ๆ ได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์โดยรวมของต้น รวมทั้งผลผลิตที่ได้รับดังกล่าว ทั้งนี้อาจจะมีปัจจัยอื่น ๆ อีกมากมายที่ยังไม่สามารถค้นพบได้ในงานการศึกษาทดลองนี้ ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง

ตารางที่ 4.18 คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

	คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง																					
	ความนำไฟฟ้า (มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร)		ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)		ไนโตรเจน (ร้อยละ)		ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		แมกนีเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		อินทรียวัตถุ (ร้อยละ)		เหล็ก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		สังกะสี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		ทองแดง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		แมงกานีส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
	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_C	1.43	1.34^{a}	7.50	7.90^{a}	0.057	0.049^{b}	5.00	7.96^{a}	38.00	43.58^{a}	2,226	2,569^{b}	841.00	898.71^{a}	1.14	1.06^{d}	4.086	5.88^{b}	0.130	0.291^{a}	0.630	0.219^{d}	13.43	22.88^{a}
T_1	1.43	1.36^{a}	7.50	7.20^{c}	0.057	0.065^{b}	5.00	89.13^{d}	38.00	165.58^{d}	2,226	26,200^{a}	841.00	1077.67^{c}	1.14	1.29^{cd}	4.086	8.10^{b}	0.130	0.702^{ab}	0.630	0.714^{bc}	13.43	43.27^{b}
T_2	1.43	1.80^{a}	7.50	7.08^{b}	0.057	0.073^{ab}	5.00	91.30^{d}	38.00	212.37^{c}	2,226	28,490^{a}	841.00	1082.86^{b}	1.14	1.46^{b}	4.086	8.50^{b}	0.130	1.107^{a}	0.630	0.933^{ab}	13.43	44.26^{b}
T_3	1.43	1.97^{a}	7.50	7.34^{b}	0.057	0.093^{ab}	5.00	139.13^{b}	38.00	285.46^{b}	2,226	29,150^{a}	841.00	1230.70^{b}	1.14	1.84^{b}	4.086	8.52^{b}	0.130	2.405^{b}	0.630	1.372^{b}	13.43	74.17^{b}
T_4	1.43	3.23^{a}	7.50	7.32^{b}	0.057	0.111^{a}	5.00	163.04^{a}	38.00	409.83^{a}	2,226	29,850^{a}	841.00	1694.97^{a}	1.14	2.21^{a}	4.086	12.63^{a}	0.130	3.988^{a}	0.630	2.049^{a}	13.43	103.06^{a}
T_5	1.43	3.34^{a}	7.50	6.87^{b}	0.057	0.053^{a}	5.00	80.46^{d}	38.00	99.42^{a}	2,226	26,850^{a}	841.00	995.91^{d}	1.14	0.99^{d}	4.086	6.37^{b}	0.130	0.461^{d}	0.630	0.708^{bc}	13.43	32.77^{d}
CV (ร้อยละ)	-	10.62	-	4.91	-	38.49	-	1.98	-	3.23	-	11.42	-	4.39	-	15.35	-	19.49	-	24.61	-	37.35	-	4.84

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

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

T_C : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม

T_1 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง

T_5 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาทดลองเรื่อง การใช้ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสำหรับผลิตถั่วเหลือง ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาไว้เพื่อ 1) วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) รวมถึงโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดและในดิน ก่อนและภายหลังสิ้นสุดการทดลอง 2) ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ประกอบด้วย การเจริญทางลำต้นและใบ และการเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์ ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี 3) ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไขมันและโปรตีนในถั่วเหลือง ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตราส่วนต่าง ๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี และ 4) ศึกษาโลหะหนักตกค้างในใบและเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

สมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดไว้ว่า มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสามารถใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารในการผลิตถั่วเหลืองได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและสภาพแวดล้อมในระยะยาว สำหรับการศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ระหว่างการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมดินในอัตราส่วนต่าง ๆ ซึ่งมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดได้มาจากห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ในตำบลท่าดูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี กับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 โดยดินที่ใช้ในการปลูกเป็นดินชุดราชบุรี ทำการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในบริเวณพื้นที่ตำบลบ้านไร่ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 4 ซ้ำ (Replication) ต่อหน่วยทดลอง โดยมีอัตราการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์อัดเม็ดและปุ๋ยเคมีเป็นหน่วยทดลอง ดังนี้

หน่วยทดลองที่ 1 : ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด เป็นหน่วยควบคุม (T_C)

หน่วยทดลองที่ 2 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_1)

หน่วยทดลองที่ 3 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_2)

หน่วยทดลองที่ 4 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_3)

หน่วยทดลองที่ 5 : ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดผสมกับดินในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4)

หน่วยทดลองที่ 6 : ไม่มีการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด แต่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 – 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน (T_5)

โดยกำหนดให้มีน้ำหนักของดินและมูลไก่ในแต่ละหน่วยทดลองรวมโดยประมาณ 10 กิโลกรัมต่อกระถาง

ผลของการทดลองต่าง ๆ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ($V_1 – V_4$) ของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.8 กิโลกรัมโดยน้ำหนัก (T_4) จะใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ไม่ได้ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ซึ่งเป็นหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะใช้เวลานานที่สุด

2. การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ ($R_1 – R_8$) ของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี (T_5) โดยใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดเพียง 86 วันเท่ากัน ส่วนถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด คือ 93 วัน

3. ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมโดยน้ำหนัก จะมีจำนวนข้อต่อต้นและความสูงต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีจำนวนข้อต่อต้นและความสูงต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด

4. ถั่วเหลืองที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมี (T_5) ในระยะ R_1 และ R_3 จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยสูงสุด แต่พอมาถึงระยะ R_5 และ R_7 ถั่วเหลืองที่ใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง (T_4) จะมีพื้นที่ใบมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีพื้นที่ใบน้อยที่สุด สำหรับถั่วเหลืองในหน่วยทดลองอื่น ๆ จะมีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของปริมาณมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน

5. การสะสมน้ำหนักแห้งของฝักถั่วเหลืองทุกระยะในระยะ R_3, R_5 , R_6, R_7 และ R_8 มีแนวโน้มเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณของการใส่มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด โดยการใส่มูลไก่ในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใช้เป็นหน่วยควบคุม (T_C) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักน้อยที่สุด โดยมีแนวโน้มว่า เมื่อถั่วเหลืองได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้การสะสมน้ำหนักแห้งของฝักมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน

6. การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R_1 และ R_3 ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี (T_5) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนในหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นน้อยที่สุด สำหรับระยะ R_5 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.06 กิโลกรัมโดยน้ำหนัก (T_3) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นน้อยที่สุด และในส่วนของระยะ R_6, R_7 และ R_8 ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง กลับมามีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_C) ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นน้อยที่สุดเช่นเดิม

7. ผลผลิตต่อกระถางของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีผลผลิตต่อกระถางมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีผลผลิตต่อกระถางน้อยที่สุด

8. จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีจำนวนฝักต่อต้นน้อยที่สุด

9. จำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยน้อยที่สุด

10. น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีนำหนักแห้ง 100 เมล็ดรวมเฉลี่ยมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเฉลี่ยน้อยที่สุด

11. ปริมาณโปรตีนในเมล็ดของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณโปรตีนสะสมในเมล็ดมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีปริมาณโปรตีนในเมล็ดน้อยที่สุด

12. ปริมาณไขมันในเมล็ดของถั่วเหลืองในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_C) จะมีปริมาณไขมันสะสมในเมล็ดมากที่สุด ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง จะมีปริมาณไขมันสะสมในเมล็ดน้อยที่สุด โดยเป็นปฏิภาคตรงข้ามกับปริมาณโปรตีน

13. ปริมาณโลหะหนักในดินหลังการทดลอง พบว่า การสะสมโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในดินมีปริมาณลดลงจากเดิมมากพอสมควร ส่วนในใบถั่วเหลืองที่ระยะ R_5 และในเมล็ดถั่วเหลืองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองมีแนวโน้มของการสะสมปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอทในใบมากกว่าในเมล็ด

14. คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารทั้งในดินและในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด ที่ใช้ในการทดลองจะไปเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินมากขึ้น และโดยส่วนใหญ่ พบว่า ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในปริมาณที่มากขึ้น แต่มีข้อค้นพบว่าธาตุอาหารที่ดินได้รับเพิ่มเติมจากปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดนั้น อาจมีปริมาณที่มากเกินความต้องการของถั่วเหลืองที่จะสามารถนำไปใช้ได้หมด จึงปรากฏผลออกมาภายหลังสิ้นสุดการทดลองว่า มีธาตุอาหารหลายชนิดเกิดการตกค้างเหลืออยู่ในดินในปริมาณที่มากและเพิ่มขึ้นจากเดิม

15. ดินที่ใช้สำหรับปลูกถั่วเหลืองในการทดลองครั้งนี้ มีปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ไม่เกินมาตรฐาน แต่ในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดกลับมีปริมาณที่สูงมาก ซึ่งโลหะหนักที่ตกค้างอยู่ในผลผลิตทั้งในใบและในเมล็ดถั่วเหลืองนั้น อาจเป็นอิทธิพลของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในมูลไก่มากกว่าในดิน ดังนั้นมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในการทดลองนี้ จึงอาจจะไม่มีความปลอดภัยและไม่ควรใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารในการผลิตพืชที่ต้องการความปลอดภัยต่อการบริโภค จึงควรหาวิธีในการลดการตกค้างของโลหะหนักในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดลง อาทิ ใช้วิธีการหมัก เป็นต้น

16. หากจะมีการใช้มูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดในการเพาะปลูกพืชหรือปรับปรุงดิน ในการทดลองครั้งนี้อัตราที่เหมาะสม คือ อัตรา 0.08 กิโลกรัมโดยน้ำหนัก สามารถใช้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการปลูกถั่วเหลืองได้ โดยทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติในการช่วยปรับปรุงบำรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้นอีกด้วย แต่เนื่องจากมูลไก่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณโลหะหนักอยู่มาก จึงไม่แนะนำให้นำมาใช้ในการผลิตถั่วเหลือง หรือใช้กับพืชที่ต้องบริโภคผลผลิตจากลำต้น ใบ ราก หรือเมล็ด แต่ควรใช้ในการผลิตพืชที่ใช้เพื่อการอย่างอื่น เช่น การปลูกไม้ดอก ไม้ประดับ หรือพืชน้ำมัน เป็นต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่อง การใช้ปุ๋ยมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดสำหรับผลิตถั่วเหลือง ในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาถึงประเภทหรือชนิดของอาหารของไก่ไข่พ่อพันธ์แม่พันธ์ให้ชัดเจนเสียก่อนว่าผู้เลี้ยงใช้อาหารประเภทใดบ้าง และอาหารแต่ละชนิดมีปริมาณโลหะหนักผสมหรือปลอมปนมามากน้อยเพียงใด

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงโลหะหนักชนิดอื่นๆ ในมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด นอกเหนือจากตะกั่ว แคดเมียม และปรอท เพื่อจะได้ทราบถึงอัตราการใช้ประโยชน์ที่ปลอดภัยจากความเป็นพิษของโลหะหนักอื่น ๆ

3. ควรมีการศึกษาถึงปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในปุ๋ยเคมี สูตร 12 – 24 – 12 เนื่องจากในปุ๋ยสูตรดังกล่าวน่าที่จะมีธาตุอาหารอื่น ๆ ปะปนมาพร้อมกับธาตุอาหารหลักด้วย รวมทั้ง Filter ที่เป็นส่วนผสมอยู่ในปุ๋ยเพื่อให้เกิดการสมดุลในการคำนวณค่ามาตรฐานของสูตรปุ๋ยเคมีดังกล่าว

4. ควรมีการศึกษาความแตกต่างของพันธุ์ถั่วเหลืองหลาย ๆ พันธุ์หรือชนิดที่นำมาใช้ในการทดลอง หรือพืชชนิดอื่น ๆ เนื่องจากพืชแต่ละชนิด หรือแต่ละพันธุ์จะมีความแตกต่างกันอย่างมากในกระบวนการเจริญเติบโต การสังเคราะห์แสง การดูดอาหารไปใช้ การสะสมผลผลิต รวมทั้งความต้านทานโรค เป็นต้น

5. ปริมาณโลหะหนักที่สูงมากในใบและเมล็ด เป็นข้อสังเกตและควรมีการศึกษาต่อไปถึงปัจจัยการสะสมของโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลืองซึ่งอาจส่งผลต่อผู้บริโภคได้

6. ควรมีการปรับสภาพดินให้มีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) เป็นกลางก่อนการปลูก เพื่อป้องกันการละลายและสะสมของโลหะหนักในดิน จนก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช และต่อเนื่องตามห่วงโซ่อาหารมาถึงมนุษย์ได้

7. ควรมีการกำหนดรูปแบบหรือวิธีการทดลองที่สามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตามที่พืชที่ใช้ในการทดลองต้องการเป็นมาตรฐาน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มของแสง หรือแม้กระทั่งทิศทางของแสง ลม เป็นต้น

8. ควรมีการศึกษาปริมาณของดินและวัสดุที่ใส่เป็นภาชนะรองรับการปลูกพืชที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทดลองได้ เนื่องจากภาชนะประเภทพลาสติก ดินเผา ดินเคลือบ มีคุณสมบัติในการสร้างและถ่ายเทอุณหภูมิของดินที่ส่งผลต่ออุณหภูมิของรากพืช และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทดลองได้แตกต่างกัน

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางที่ ก. 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	61.333	12.267	18.400	2.77	4.25
Ex.Error	18	12.000	0.667			
Total	23	73.333	3.188			

GRAND MEAN = 28.66666666666667
CV = 2.85 %
LSD .05 = 1.213013
LSD .01 = 1.661614

****
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = v_stage *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.66666669 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.40824831 *
****

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
tc		32	A
t5		29	B
t1		28	BC
t3		28	BC
t2		28	BC
t4		27	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
tc		32	A
t5		29	B
t1		28	BC
t3		28	BC
t2		28	BC
t4		27	C

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

ตารางที่ ก. 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนวันของการเจริญเติบโต ทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัตเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	133.333	26.667	20.000	2.77	4.25
Ex.Error	18	24.000	1.333			
Total	23	157.333	6.841			

GRAND MEAN = 88.33333333333333
CV = 1.31 %
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
tc		93	A
t2		89	B
t3		88	BC
t1		88	BC
t5		86	C
t4		86	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
tc		93	A
t2		89	B
t3		88	B
t1		88	B
t5		86	C
t4		86	C

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

ตารางที่ ก. 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนข้อต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	11.375	2.275	3.091	2.77	4.25
Ex.Error	18	13.250	0.736			
Total	23	24.625	1.071			

GRAND MEAN = 7.875
CV = 10.89 %
LSD .05 = 1.274626
LSD .01 = 1.746013

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

PROBLEM IDENTIFICATION = n_node
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.73611110
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.42898458

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		9	A
t3		8.25	AB
t5		8	AB
t2		7.75	AB
t1		7.5	AB
tc		6.75	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		9	A
t3		8.25	AB
t5		8	ABC
t2		7.75	ABC
t1		7.5	BC
tc		6.75	C

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

ตารางที่ ก. 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	770.833	154.167	1.067	2.77	4.25
Ex.Error	18	2601.000	144.500			
Total	23	3371.833	146.601			

GRAND MEAN = 93.41666666666667
CV = 12.87 %
LSD .05 = 17.8585
LSD .01 = 24.463

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = height
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 144.50000000
STANDARD ERROR OF MEAN = 6.01040745

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t3		101.25	A
t2		97.5	A
t4		95.75	A
t5		92.75	A
t1		89.5	A
tc		83.75	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t3		101.25	A
t2		97.5	A
t4		95.75	A
t5		92.75	A
t1		89.5	A
tc		83.75	A

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

ตารางที่ ก. 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_1 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัตเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	337858.951	67571.790	13.589	2.77	4.25
Ex.Error	18	89504.269	4972.459			
Total	23	427363.175	18581.008			

GRAND MEAN = 565.7945833333332
CV = 12.46 %
LSD .05 = 104.7603
LSD .01 = 143.5031

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = area_r1
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 4972.45947266
STANDARD ERROR OF MEAN = 35.25783539

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		713.785	A
t3		659.4775	A
t4		618.9625	AB
t2		569.8225	AB
t1		472.4075	BC
tc		360.3125	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		713.785	A
t3		659.4775	AB
t4		618.9625	AB
t2		569.8225	BC
t1		472.4075	C
tc		360.3125	D

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

ตารางที่ ก. 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองตันของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_3 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	317834.804	63566.961	8.430	2.77	4.25
Ex.Error	18	135728.275	7540.460			
Total	23	453563.056	19720.133			

GRAND MEAN = 646.02041666666666
CV = 13.44 %
LSD .05 = 129.006
LSD .01 = 176.7155

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = area_r3
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 7540.45996094
STANDARD ERROR OF MEAN = 43.41791153

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		838.2125	A
t4		734.765	AB
t3		629.5925	BC
t2		622.1225	BC
t1		574.9975	BC
tc		476.4325	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		838.2125	A
t4		734.765	AB
t3		629.5925	BC
t2		622.1225	BC
t1		574.9975	CD
tc		476.4325	D

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

ตารางที่ ก. 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองด้านของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_5 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	458423.611	91684.722	14.044	2.77	4.25
Ex.Error	18	117513.619	6528.534			
Total	23	575937.159	25040.746			

GRAND MEAN = 697.1687499999999
CV = 11.59 %
LSD .05 = 120.038
LSD .01 = 164.431

```
**********************************************************
*                                                        *
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST                  *
*       PROBLEM IDENTIFICATION     =    area_r5          *
*       NUMBER OF MEANS            =      6              *
*       ERROR DEGREE OF FREEDOM    =     18              *
*       ERROR MEAN SQUARE          =   6528.53417969     *
*       STANDARD ERROR OF MEAN     =     40.39967346     *
*                                                        *
**********************************************************
```

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		866.09	A
t5		799.1325	A
t3		762.3525	A
t2		732.7525	A
t1		534.7625	B
tc		487.9225	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		866.09	A
t5		799.1325	AB
t3		762.3525	AB
t2		732.7525	B
t1		534.7625	C
tc		487.9225	C

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

ตารางที่ ก. 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_7 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	27743.374	5548.675	1.127	2.77	4.25
Ex.Error	18	88646.952	4924.831			
Total	23	116390.350	5060.450			

GRAND MEAN = 254.4091666666667
CV = 27.58 %
LSD .05 = 104.2574
LSD .01 = 142.8142

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = area_r7
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 4924.83056641
STANDARD ERROR OF MEAN = 35.08856964

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		310.0525	A
t3		285.055	A
t5		259.19	A
t2		231.9275	A
t1		223.28	A
tc		216.95	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		310.0525	A
t3		285.055	A
t5		259.19	A
t2		231.9275	A
t1		223.28	A
tc		216.95	A

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

ตารางที่ ก. 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R_3 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.000	0.000	1.394	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.001	0.000			
Total	23	0.001	0.000			

GRAND MEAN = 2.866666666666667D-02
CV = 22.59 %
LSD .05 = 9.621626E-03
LSD .01 = 1.317993E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Wtpod_R3
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.00004194
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00323823

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		.03325	A
t5		.0305	A
t3		.03025	A
t2		.02925	A
t1		.0265	A
tc		.02225	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		.03325	A
t5		.0305	AB
t3		.03025	AB
t2		.02925	AB
t1		.0265	AB
tc		.02225	B

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

ตารางที่ ก. 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R_5 ของ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวม วัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.085	0.017	5.939	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.051	0.003			
Total	23	0.136	0.006			

GRAND MEAN = .209125
CV = 25.57 %
LSD .05 = 7.945639E-02
LSD .01 = .1088413

***

ตารางที่ ก. 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R_6 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	4.602	0.920	2.272	2.77	4.25
Ex.Error	18	7.293	0.405			
Total	23	11.896	0.517			

GRAND MEAN = 1.889791666666667
CV = 33.68 %
LSD .05 = .9456617
LSD .01 = 1.29539

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Wtpod_R6
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.40518135
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.31826928

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		2.4195	A
t3		2.275	A
t5		2.272	A
t2		1.542	A
t1		1.45975	A
tc		1.3705	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		2.4195	A
t3		2.275	A
t5		2.272	A
t2		1.542	A
t1		1.45975	A
tc		1.3705	A

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

ตารางที่ ก. 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R_7 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวม วัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	2.525	0.505	1.070	2.77	4.25
Ex.Error	18	8.499	0.472			
Total	23	11.024	0.479			

GRAND MEAN = 1.929708333333333
CV = 35.61 %
LSD .05 = 1.020824
LSD .01 = 1.398349

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Wtpod_R7
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.47214973
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.34356576

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		2.469	A
t3		2.0775	A
t5		1.98375	A
t2		1.9555	A
t1		1.6485	A
tc		1.444	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		2.469	A
t3		2.0775	A
t5		1.98375	A
t2		1.9555	A
t1		1.6485	A
tc		1.444	A

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

ตารางที่ ก. 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวม วัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	8.068	1.614	1.579	2.77	4.25
Ex.Error	18	18.396	1.022			
Total	23	26.464	1.151			

GRAND MEAN = 3.210083333333333
CV = 31.49 %
LSD .05 = 1.50189
LSD .01 = 2.057325

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Wtpod_R8
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 1.02200818
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.50547212

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		4.243	A
t3		3.551	A
t5		3.34825	A
t2		2.88475	A
t1		2.6655	A
tc		2.568	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		4.243	A
t3		3.551	A
t5		3.34825	A
t2		2.88475	A
t1		2.6655	A
tc		2.568	A

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

ตารางที่ ก. 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R_1 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (Tc)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1.205	0.241	3.396	2.77	4.25
Ex.Error	18	1.277	0.071			
Total	23	2.482	0.108			

GRAND MEAN = 1.646458333333333
CV = 16.18 %
LSD .05 = .3957451
LSD .01 = .542101

****
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = Wtall_R1 *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.07095923 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.13319087 *
****

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		2.042	A
t3		1.7955	AB
t4		1.6375	AB
t2		1.54425	AB
t1		1.525	AB
tc		1.3345	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		2.042	A
t3		1.7955	AB
t4		1.6375	ABC
t2		1.54425	BC
t1		1.525	BC
tc		1.3345	C

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

ตารางที่ ก. 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R_3 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัดราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	3.557	0.711	1.941	2.77	4.25
Ex.Error	18	6.597	0.366			
Total	23	10.154	0.441			

GRAND MEAN = 2.311458333333333
CV = 26.19 %
LSD .05 = .8993868
LSD .01 = 1.232001

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Wtall_R3
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.36649737
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.30269513

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		2.78675	A
t4		2.57625	A
t3		2.437	A
t2		2.29375	A
t1		2.2175	A
tc		1.5575	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		2.78675	A
t4		2.57625	A
t3		2.437	AB
t2		2.29375	AB
t1		2.2175	AB
tc		1.5575	B

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

ตารางที่ ก. 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R_5 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัดราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	12.854	2.571	5.370	2.77	4.25
Ex.Error	18	8.617	0.479			
Total	23	21.471	0.934			

GRAND MEAN = 2.967666666666667
CV = 23.31 %
LSD .05 = 1.027899
LSD .01 = 1.408041

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Wtall_R5
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.47871733
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.34594700

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t3		4.06125	A
t4		3.459	AB
t5		3.1335	ABC
t2		3.06125	ABC
t1		2.1855	BC
tc		1.9055	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t3		4.06125	A
t4		3.459	A
t5		3.1335	AB
t2		3.06125	AB
t1		2.1855	BC
tc		1.9055	C

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

ตารางที่ ก. 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R_6 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	6.994	1.399	2.246	2.77	4.25
Ex.Error	18	11.211	0.623			
Total	23	18.205	0.792			

GRAND MEAN = 3.298374999999999
CV = 23.93 %
LSD .05 = 1.172477
LSD .01 = 1.606087

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Wtall_R6
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.62285453
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.39460567

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		3.89875	A
t3		3.8335	A
t5		3.723	A
t2		3.04825	A
t1		2.662	A
tc		2.62475	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		3.89875	A
t3		3.8335	A
t5		3.723	A
t2		3.04825	A
t1		2.662	A
tc		2.62475	A

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

ตารางที่ ก. 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R_7 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	26.098	5.220	1.901	2.77	4.25
Ex.Error	18	49.430	2.746			
Total	23	75.529	3.284			

GRAND MEAN = 5.101458333333334
CV = 32.48 %
LSD .05 = 2.461905
LSD .01 = 3.372377

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Wtall_R7
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 2.74612689
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.82857209

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		6.37425	A
t3		6.02825	A
t5		5.98825	A
t2		4.30925	A
t1		3.95875	A
tc		3.95	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		6.37425	A
t3		6.02825	A
t5		5.98825	A
t2		4.30925	A
t1		3.95875	A
tc		3.95	A

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

ตารางที่ ก. 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R_8 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	16.089	3.218	1.759	2.77	4.25
Ex.Error	18	32.927	1.829			
Total	23	49.016	2.131			

GRAND MEAN = 4.888749999999999
CV = 27.67 %
LSD .05 = 2.009322
LSD .01 = 2.752418

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

PROBLEM IDENTIFICATION	Wtall_R8
NUMBER OF MEANS	6
ERROR DEGREE OF FREEDOM	18
ERROR MEAN SQUARE	1.82926679
STANDARD ERROR OF MEAN	0.67625195

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		6.104	A
t3		5.31675	A
t5		5.17325	A
t2		5.0765	A
t1		3.896	A
tc		3.766	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		6.104	A
t3		5.31675	AB
t5		5.17325	AB
t2		5.0765	AB
t1		3.896	AB
tc		3.766	B

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

ตารางที่ ก. 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลผลิตต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	724.892	144.978	745.853	2.77	4.25
Ex.Error	18	3.499	0.194			
Total	23	728.391	31.669			

GRAND MEAN = 14.653525
CV = 3.01 %
LSD .05 = .6549925
LSD .01 = .8972243

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Product
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.19437951
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.22044246

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		22.53168	A
t3		18.43012	B
t5		15.97013	C
t2		15.2105	C
t1		10.27092	D
tc		5.5078	E

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		22.53168	A
t3		18.43012	B
t5		15.97013	C
t2		15.2105	D
t1		10.27092	E
tc		5.5078	F

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

ตารางที่ ก. 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	211.375	42.275	9.141	2.77	4.25
Ex.Error	18	83.250	4.625			
Total	23	294.625	12.810			

GRAND MEAN = 11.125
CV = 19.33 %
LSD .05 = 3.194971
LSD .01 = 4.376548

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = n_podR8
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 4.62500000
STANDARD ERROR OF MEAN = 1.07529068

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		14.75	A
t3		13	AB
t5		12.75	AB
t2		11.75	AB
t1		8.5	BC
tc		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		14.75	A
t3		13	A
t5		12.75	A
t2		11.75	A
t1		8.5	B
tc		6	B

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

ตารางที่ ก. 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.313	0.063	1.925	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.585	0.032			
Total	23	0.898	0.039			

GRAND MEAN = 1.938166666666666
CV = 9.30 %
LSD .05 = .2678018
LSD .01 = .3668413

****
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = n_seed *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.03249412 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.09013062 *
****

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		2.13825	A
t3		2.016	A
t5		1.93925	A
t2		1.90625	A
t1		1.83125	A
tc		1.798	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		2.13825	A
t3		2.016	AB
t5		1.93925	AB
t2		1.90625	AB
t1		1.83125	B
tc		1.798	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 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	42.585	8.517	30.217	2.77	4.25
Ex.Error	18	5.074	0.282			
Total	23	47.659	2.072			

GRAND MEAN = 12.93525
CV = 4.10 %
LSD .05 = .7887391
LSD .01 = 1.080434

****
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = Wt100s *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.28186727 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.26545587 *
****

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		14.9485	A
t3		13.8075	B
t5		13.4185	BC
t2		12.4695	CD
t1		12.248	D
tc		10.7195	E

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		14.9485	A
t3		13.8075	B
t5		13.4185	B
t2		12.4695	C
t1		12.248	C
tc		10.7195	D

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

ตารางที่ ก. 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	52.369	10.474	50.915	2.77	4.25
Ex.Error	18	3.703	0.206			
Total	23	56.071	2.438			

GRAND MEAN = 34.79033333333334
CV = 1.30 %
LSD .05 = .6738116
LSD .01 = .9230033

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = Protein
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.20570976
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.22677618

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		37.122	A
t3		36.303	A
t5		34.7105	B
t2		34.1075	BC
t1		33.52	CD
tc		32.979	D

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		37.122	A
t3		36.303	B
t5		34.7105	C
t2		34.1075	CD
t1		33.52	DE
tc		32.979	E

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

ตารางที่ ก. 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณไขมันในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R_8 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	4.778	0.956	3.732	2.77	4.25
Ex.Error	18	4.609	0.256			
Total	23	9.387	0.408			

GRAND MEAN = 20.24833333333333
CV = 2.50 %
LSD .05 = .7517614
LSD .01 = 1.029781

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = lipid
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.25605774
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.25301075

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
tc		20.81	A
t1		20.59	AB
t2		20.57	AB
t5		20.15	AB
t3		19.77	AB
t4		19.6	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
tc		20.81	A
t1		20.59	A
t2		20.57	A
t5		20.15	AB
t3		19.77	B
t4		19.6	B

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

ตารางที่ ก. 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณตะกั่วในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1.961	0.392	7.065	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.999	0.056			
Total	23	2.960	0.129			

GRAND MEAN = .939999999999998
CV = 25.06 %
LSD .05 = .3500266
LSD .01 = .4794749

****

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

PROBLEM IDENTIFICATION = af_spb
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.05551114
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.11780401

****

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		1.36	A
t3		1.08	A
t2		.97	A
t1		.93	A
t5		.9	A
tc		.4	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		1.36	A
t3		1.08	AB
t2		.97	B
t1		.93	B
t5		.9	B
tc		.4	C

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

ตารางที่ ก. 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแคดเมียมในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	34.078	6.816	15.034	2.77	4.25
Ex.Error	18	8.160	0.453			
Total	23	42.238	1.836			

GRAND MEAN = 2.088333333333332
CV = 32.24 %
LSD .05 = 1.000276
LSD .01 = 1.370202

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_scd
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.45333320
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.33665010

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		3.76	A
t3		3.35	AB
t2		2.06	BC
t5		2.05	BC
t1		.76	CD
tc		.55	D

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		3.76	A
t3		3.35	A
t2		2.06	B
t5		2.05	B
t1		.76	C
tc		.55	C

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

ตารางที่ ก. 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณปรอทในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.000	0.000	1.066	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	23	0.001	0.000			

GRAND MEAN = 8.360833333333334D-02
CV = 5.83 %
LSD .05 = 7.23589E-03
LSD .01 = 9.911896E-03

****
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = af_shg *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.00002372 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00243529 *
****

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		.0858	A
t3		.08555	A
t5		.0844	A
t2		.0844	A
t1		.0824	A
tc		.0791	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		.0858	A
t3		.08555	A
t5		.0844	A
t2		.0844	A
t1		.0824	A
tc		.0791	A

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

ตารางที่ ก. 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณตะกั่วในใบที่ระยะ R_5 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	2204.080	440.816	1880.324	2.77	4.25
Ex.Error	18	4.220	0.234			
Total	23	2208.300	96.013			

GRAND MEAN = 18.8
CV = 2.58 %
LSD .05 = .7193221
LSD .01 = .9853446

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = lef_pb
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.23443620
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.24209306

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		34.3	A
t3		24.6	B
t2		20	C
t1		18	D
t5		12.4	E
tc		3.5	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		34.3	A
t3		24.6	B
t2		20	C
t1		18	D
t5		12.4	E
tc		3.5	F

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

ตารางที่ ก. 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแคดเมียมในใบที่ระยะ R_6 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	421.313	84.263	671.098	2.77	4.25
Ex.Error	18	2.260	0.126			
Total	23	423.573	18.416			

GRAND MEAN = 12.51666666666667
CV = 2.83 %
LSD .05 = .5264241
LSD .01 = .7211082

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = lef_cd
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.12555942
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.17717183

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		15.3	A
t2		14.3	B
t3		14.3	B
t1		14.1	B
t5		13.9	B
tc		3.2	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		15.3	A
t2		14.3	B
t3		14.3	B
t1		14.1	B
t5		13.9	B
tc		3.2	C

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

ตารางที่ ก. 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณปรอทในใบที่ระยะ R_5 ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.575	0.115	82.736	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.025	0.001			
Total	23	0.600	0.026			

GRAND MEAN = .1848625
CV = 20.17 %
LSD .05 = 5.538434E-02
LSD .01 = .0758668

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = lef_hg
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.00138980
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.01864000

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		.4265	A
t3		.3469	B
t2		.1973	C
t1		.0655	D
t5		.0546	D
tc		.018375	D

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		.4265	A
t3		.3469	B
t2		.1973	C
t1		.0655	D
t5		.0546	D
tc		.018375	D

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

ตารางที่ ก. 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณตะกั่วในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัตเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1451.536	290.307	96.199	2.77	4.25
Ex.Error	18	54.320	3.018			
Total	23	1505.856	65.472			

GRAND MEAN = 15.36
CV = 11.31 %
LSD .05 = 2.580805
LSD .01 = 3.535248

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

PROBLEM IDENTIFICATION	= seed_pb
NUMBER OF MEANS	= 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM	= 18
ERROR MEAN SQUARE	= 3.01778388
STANDARD ERROR OF MEAN	= 0.86858851

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		27.6	A
t3		16.9	B
t1		16.7	B
t5		15.8	B
t2		14.2	B
tc		.96	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		27.6	A
t3		16.9	B
t1		16.7	B
t5		15.8	B
t2		14.2	B
tc		.96	C

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

ตารางที่ ก. 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแคดเมียมในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.001	0.000	1.128	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.004	0.000			
Total	23	0.005	0.000			

GRAND MEAN = 3.67083333333334D-02
CV = 39.47 %
LSD .05 = 2.152528E-02
LSD .01 = 2.948585E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = seed_cd
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.00020993
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00724449

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		.045	A
t3		.04	A
t5		.039	A
t2		.038	A
t1		.036	A
tc		.02225	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		.045	A
t3		.04	A
t5		.039	A
t2		.038	A
t1		.036	A
tc		.02225	A

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

ตารางที่ ก. 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณปรอทในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัตเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.000	0.000	12.919	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.000	0.000			
Total	23	0.000	0.000			

GRAND MEAN = 3.304166666666667D-03
CV = 31.36 %
LSD .05 = 1.53924E-03
LSD .01 = 2.108488E-03

****
* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = seed_hg *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.00000107 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00051804 *
****

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		.0056	A
t3		.0047	A
t5		.004425	AB
t2		.0024	BC
t1		.0018	C
tc		.0009	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		.0056	A
t3		.0047	A
t5		.004425	A
t2		.0024	B
t1		.0018	B
tc		.0009	B

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

ตารางที่ ภ. 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความนำไฟฟ้าในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	16.066	3.213	60.249	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.960	0.053			
Total	23	17.026	0.740			

GRAND MEAN = 2.174
CV = 10.62 %
LSD .05 = .3430915
LSD .01 = .4699749

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_ec
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.05333321
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.11546992

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		3.34	A
t4		3.231	A
t3		1.972	B
t2		1.803	BC
t1		1.355	C
tc		1.343	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		3.34	A
t4		3.231	A
t3		1.972	B
t2		1.803	B
t1		1.355	C
tc		1.343	C

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

ตารางที่ ก. 36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า pH ในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_c)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	2.426	0.485	3.798	2.77	4.25
Ex.Error	18	2.299	0.128			
Total	23	4.725	0.205			

GRAND MEAN = 7.2846666666666
CV = 4.91 %
LSD .05 = .5309749
LSD .01 = .727342

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_ph
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.12773967
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.17870343

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
tc		7.904	A
t3		7.336	AB
t4		7.317	AB
t1		7.201	AB
t2		7.076	B
t5		6.874	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
tc		7.904	A
t3		7.336	B
t4		7.317	B
t1		7.201	B
t2		7.076	B
t5		6.874	B

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

ตารางที่ ก. 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัตเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.012	0.002	2.839	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.015	0.001			
Total	23	0.026	0.001			

GRAND MEAN = .074
CV = 38.49 %
LSD .05 = .0423108
LSD .01 = 5.795835E-02

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_n
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.00081111
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.01424001

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t5		.111	A
t4		.093	A
t3		.073	A
t2		.065	A
tc		.053	A
t1		.049	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t5		.111	A
t4		.093	AB
t3		.073	AB
t2		.065	B
tc		.053	B
t1		.049	B

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

ตารางที่ ก. 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	57649.569	11529.914	508.675	2.77	4.25
Ex.Error	18	407.998	22.667			
Total	23	58057.569	2524.242			

GRAND MEAN = 95.16916666666664
CV = 5.00 %
LSD .05 = 7.073004
LSD .01 = 9.688769

***

ตารางที่ ก. 39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	348506.297	69701.259	1301.490	2.77	4.25
Ex.Error	18	963.990	53.555			
Total	23	349470.297	15194.361			

GRAND MEAN = 202.6733333333334
CV = 3.61 %
LSD .05 = 10.87204
LSD .01 = 14.89278

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_k
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 53.55498886
STANDARD ERROR OF MEAN = 3.65906382

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		409.63	A
t3		285.46	B
t2		212.37	C
t1		165.58	D
t5		99.42	E
tc		43.58	F

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		409.63	A
t3		285.46	B
t2		212.37	C
t1		165.58	D
t5		99.42	E
tc		43.58	F

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

ตารางที่ ก. 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแคลเซียมในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	54.356	10.871	1.083	2.77	4.25
Ex.Error	18	180.750	10.042			
Total	23	235.106	10.222			

GRAND MEAN = 27.73833333333333
CV = 11.42 %
LSD .05 = 4.707755
LSD .01 = 6.448796

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_ca
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 10.04166317
STANDARD ERROR OF MEAN = 1.58442914

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
tc		29.85	A
t5		29.15	A
t1		28.49	A
t3		26.85	A
t2		26.2	A
t4		25.89	A

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
tc		29.85	A
t5		29.15	A
t1		28.49	A
t3		26.85	A
t2		26.2	A
t4		25.89	A

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

ตารางที่ ก. 41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแมกนีเซียมในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1600969.684	320193.937	49.553	2.77	4.25
Ex.Error	18	116310.305	6461.684			
Total	23	1717280.434	74664.367			

GRAND MEAN = 1163.094583333334
CV = 6.91 %
LSD .05 = 119.4219
LSD .01 = 163.5869

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_mg
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 6461.68359375
STANDARD ERROR OF MEAN = 40.19229889

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		1694.97	A
t3		1230.7	B
t2		1082.86	BC
t1		1077.67	BC
t5		995.9075	CD
tc		896.46	D

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		1694.97	A
t3		1230.7	B
t2		1082.86	C
t1		1077.67	C
t5		995.9075	CD
tc		896.46	D

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

ตารางที่ ก. 42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	4.495	0.899	18.763	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.862	0.048			
Total	23	5.358	0.233			

GRAND MEAN = 1.474083333333334
CV = 14.85 %
LSD .05 = .3251961
LSD .01 = .4454614

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_org
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.04791467
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.10944710

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		2.2115	A
t3		1.84	AB
t2		1.46	BC
t1		1.29	C
tc		1.056	C
t5		.987	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		2.2115	A
t3		1.84	B
t2		1.46	C
t1		1.29	CD
tc		1.056	D
t5		.987	D

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

ตารางที่ ก. 43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณเหล็กในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	135.964	27.193	40.789	2.77	4.25
Ex.Error	18	12.000	0.667			
Total	23	147.964	6.433			

GRAND MEAN = 7.331999999999998
CV = 11.14 %
LSD .05 = 1.213014
LSD .01 = 1.661615

****

* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST *
* PROBLEM IDENTIFICATION = af_fe *
* NUMBER OF MEANS = 6 *
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 *
* ERROR MEAN SQUARE = 0.66666728 *
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.40824848 *

****

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		12.63	A
t3		6.524	B
t2		6.49	B
t5		6.374	B
t1		6.098	B
tc		5.876	B

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		12.63	A
t3		6.524	B
t2		6.49	B
t5		6.374	B
t1		6.098	B
tc		5.876	B

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

ตารางที่ ก. 44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณสังกะสีในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	41.365	8.273	60.266	2.77	4.25
Ex.Error	18	2.471	0.137			
Total	23	43.836	1.906			

GRAND MEAN = 1.492333333333334
CV = 24.83 %
LSD .05 = .5504354
LSD .01 = .7539995

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_zn
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.13727471
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.18525301

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		3.988	A
t3		2.405	B
t2		1.107	C
t1		.702	CD
t5		.461	CD
tc		.291	D

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		3.988	A
t3		2.405	B
t2		1.107	C
t1		.702	CD
t5		.461	D
tc		.291	D

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

ตารางที่ ก. 45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณทองแดงในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	8.080	1.616	13.102	2.77	4.25
Ex.Error	18	2.220	0.123			
Total	23	10.300	0.448			

GRAND MEAN = .999083333333331
CV = 35.15 %
LSD .05 = .5217366
LSD .01 = .7146873

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_cu
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 0.12333336
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.17559424

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		2.049	A
t3		1.3715	AB
t2		.933	BC
t1		.714	BC
t5		.708	BC
tc		.219	C

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		2.049	A
t3		1.3715	B
t2		.933	BC
t1		.714	CD
t5		.708	CD
tc		.219	D

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

ตารางที่ ก. 46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแมงกานีสในดินหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปุ๋ยเคมี และในดินของหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	17527.585	3505.517	235.448	2.77	4.25
Ex.Error	18	267.997	14.889			
Total	23	17795.585	773.721			

GRAND MEAN = 53.56333333333333
CV = 7.20 %
LSD .05 = 5.732447
LSD .01 = 7.852442

DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = af_mn
NUMBER OF MEANS = 6
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
ERROR MEAN SQUARE = 14.88873863
STANDARD ERROR OF MEAN = 1.92929637

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
t4		103.06	A
t3		74.17	B
t2		44.25	C
t1		43.27	C
t5		32.77	D
tc		23.86	E

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

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
t4		103.06	A
t3		74.17	B
t2		44.25	C
t1		43.27	C
t5		32.77	D
tc		23.86	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

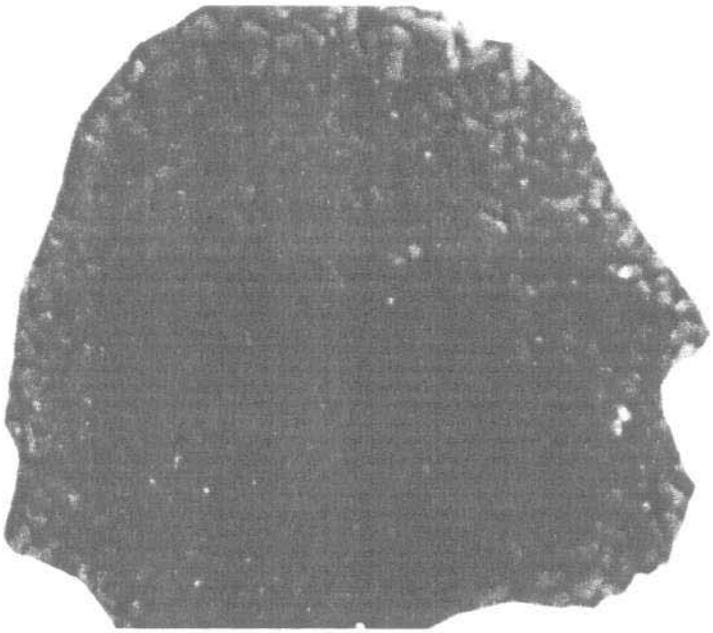
ข = จำนวนฝักต่อต้น

ค = จำนวนเมล็ดต่อฝัก

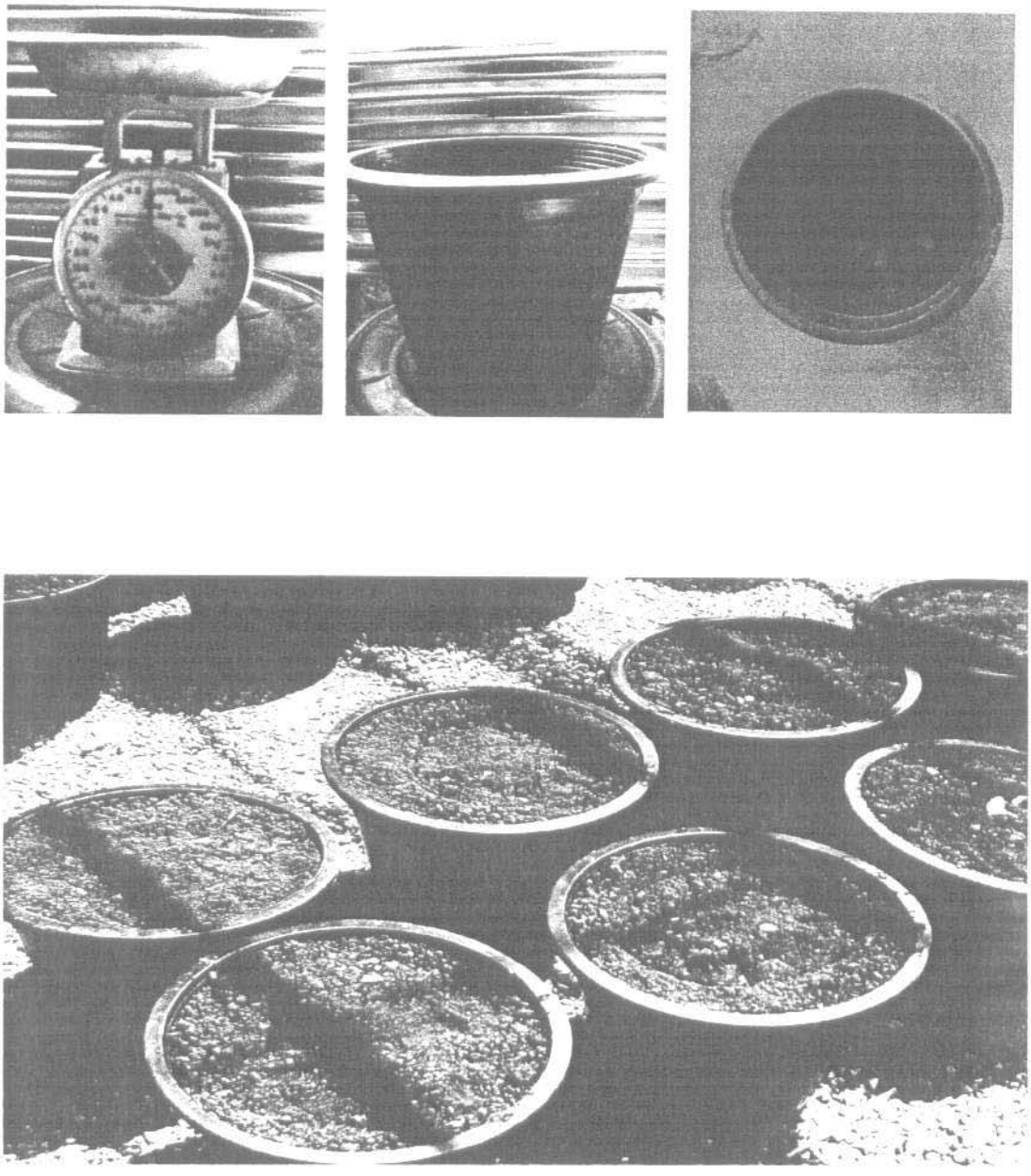
ง = น้ำหนักเมล็ด 1 เมล็ด

	จำนวนต้นต่อพื้นที่	จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนักเมล็ด 1 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิตต่อกระถาง (กรัม)
T_0	4	6.00	1.80	0.12782	5.51
T_1	4	8.50	1.83	0.16503	10.27
T_2	4	11.75	1.91	0.16980	15.21
T_3	4	13.00	2.02	0.17581	18.43
T_4	4	14.75	2.14	0.17882	22.53
T_5	4	12.75	1.94	0.16150	15.97

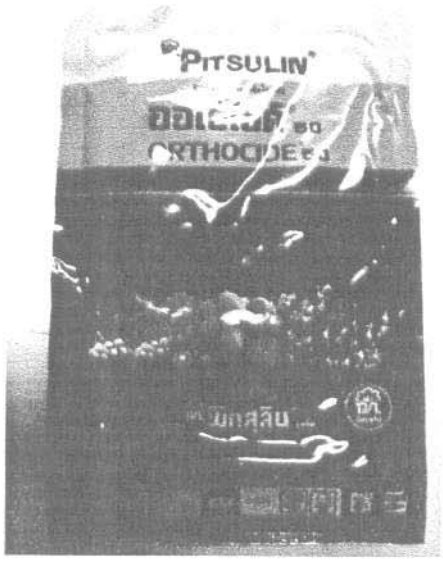
ภาคผนวก ค
ภาพวัสดุ อุปกรณ์ และการปลูก

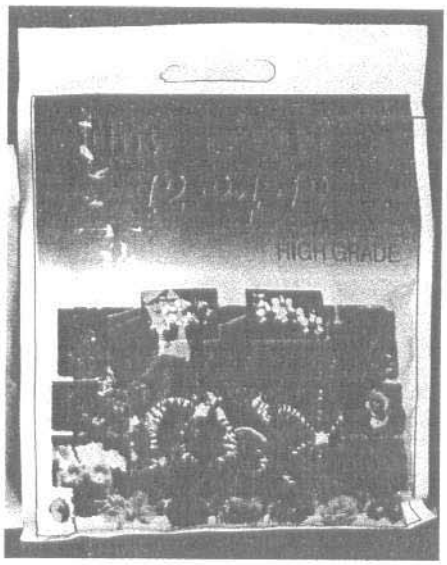


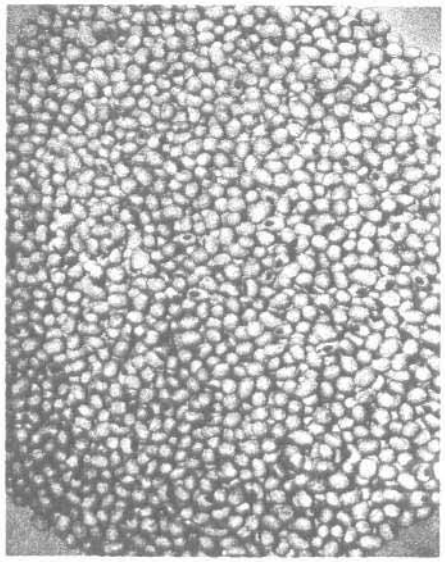
ภาพที่ ค.1 ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ด จากห้างหุ้นส่วนจำกัด ศิริวรรณ ตำบลท่าตูม อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี



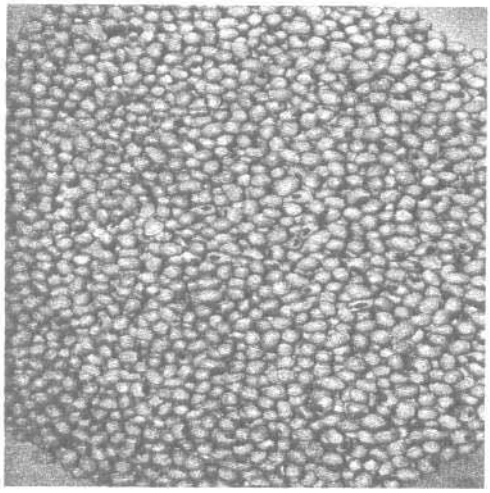
ภาพที่ ค. 2 ตัวอย่างวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



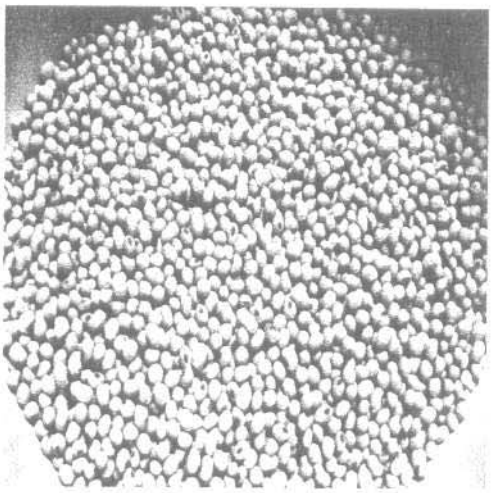




ภาพที่ ค. 3 ตัวอย่างวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

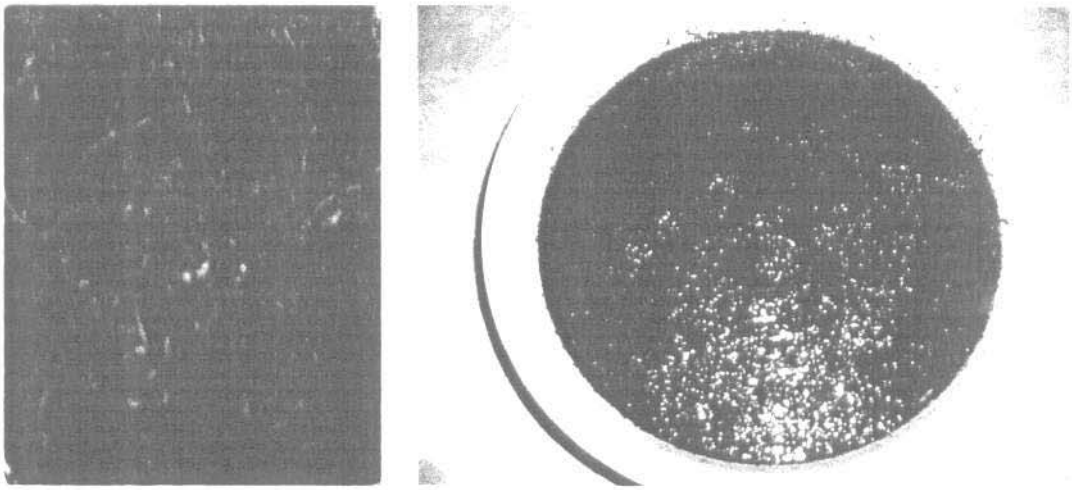


ไม่คลุกเชื้อไซเบียม

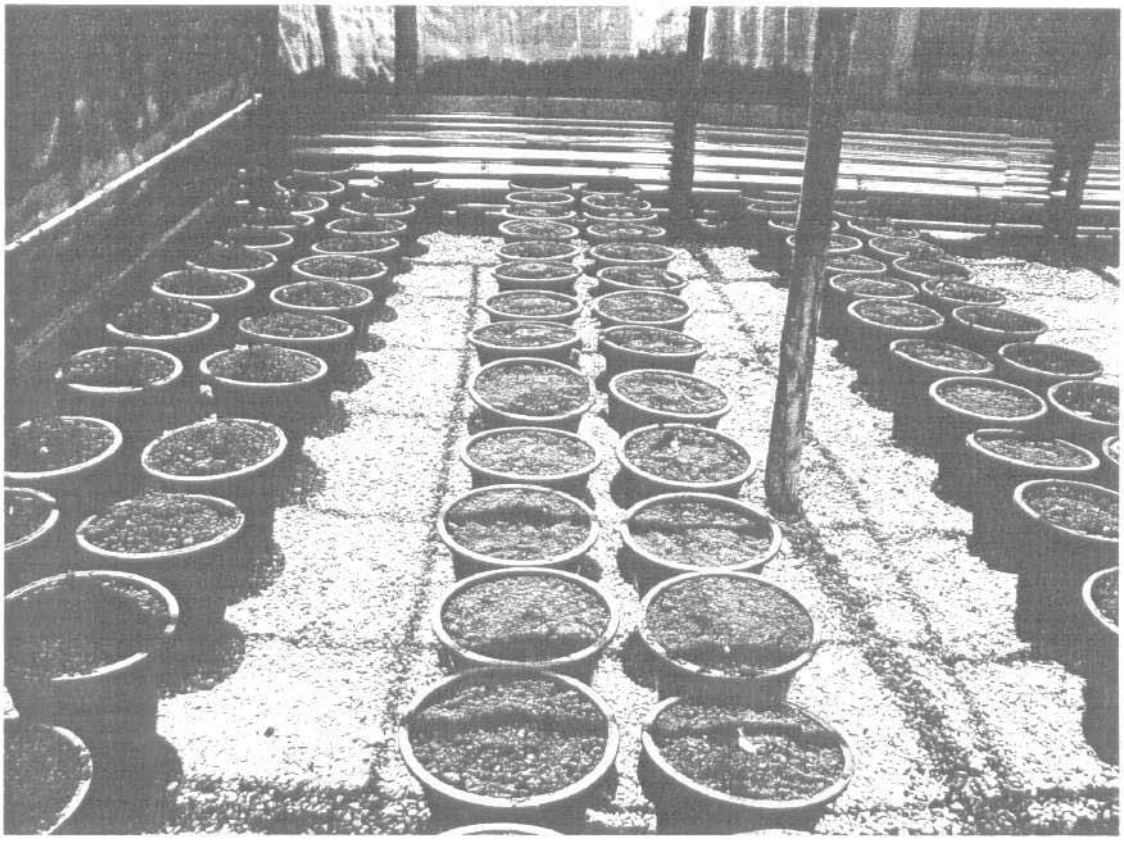


คลุกเชื้อไรโซเบียม

ภาพที่ ค. 4 เปรียบเทียบเมล็ดถั่วเหลืองก่อนและหลังคลุกเชื้อไรโซเบียม

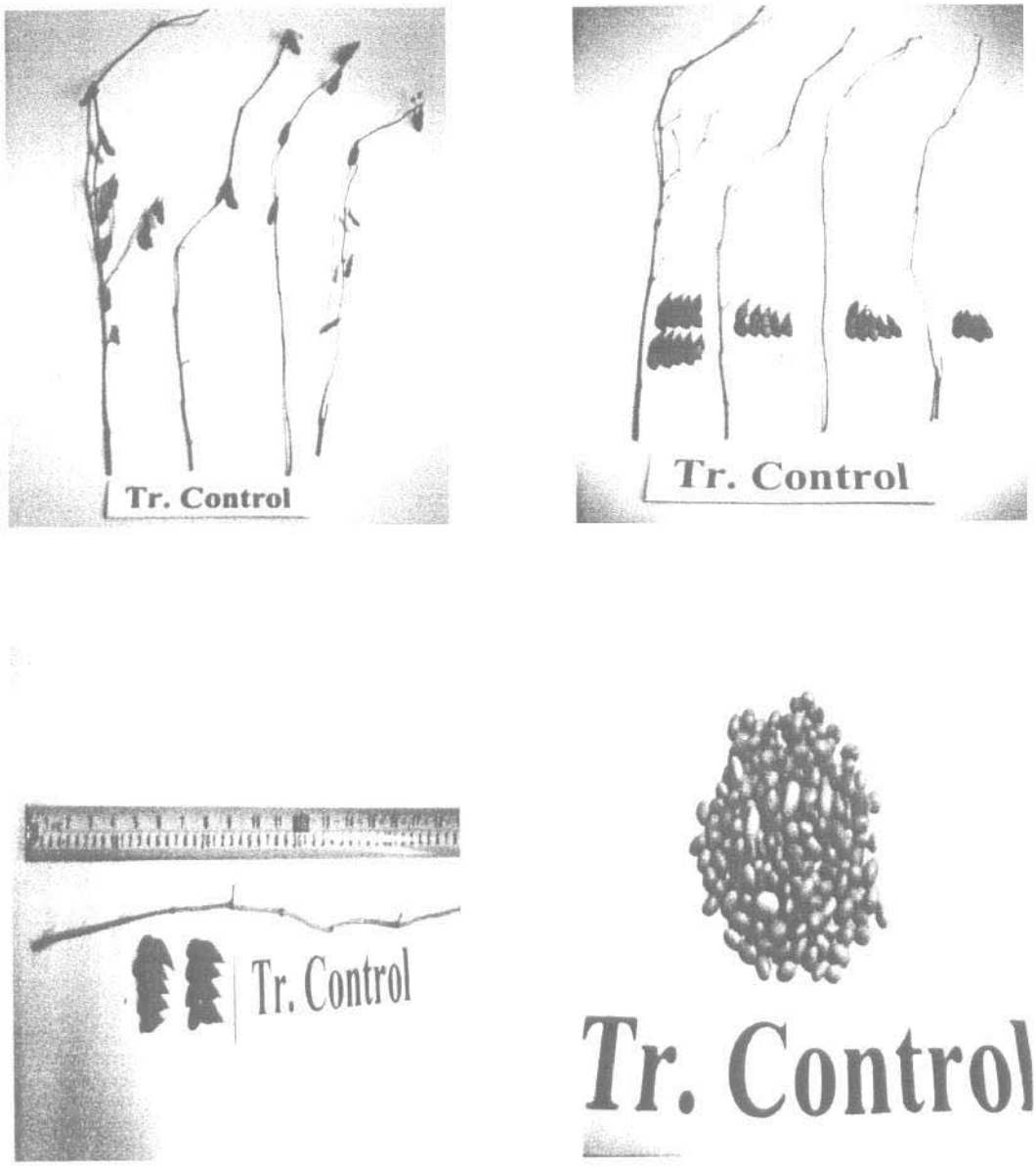


ภาพที่ ค. 4 ยาฉุนสำหรับฉีดพ่นเมื่อปรากฏว่ามีแมลงหรือหนอน

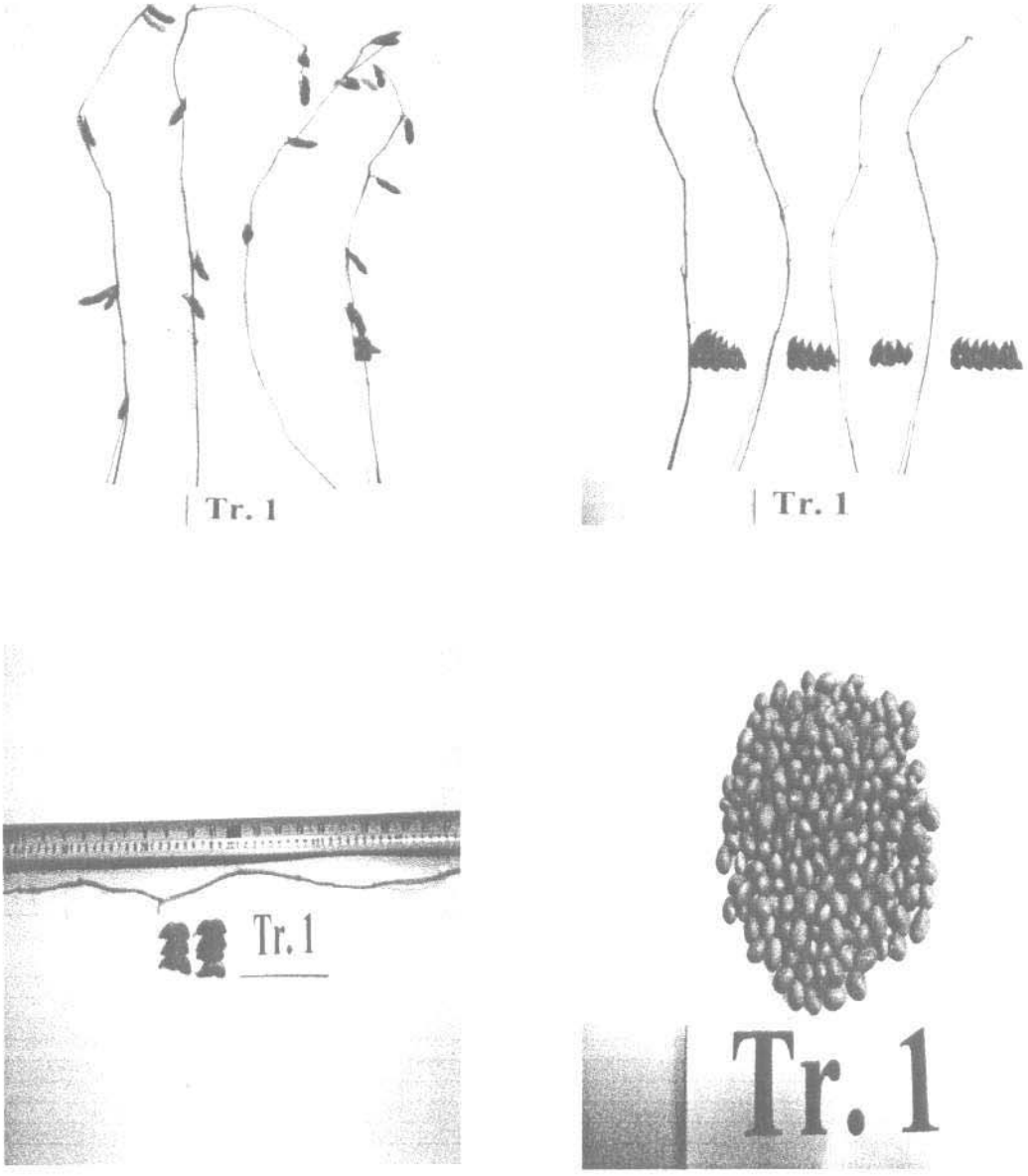


ภาพที่ ค.5 ดินก่อนทำการปลูก

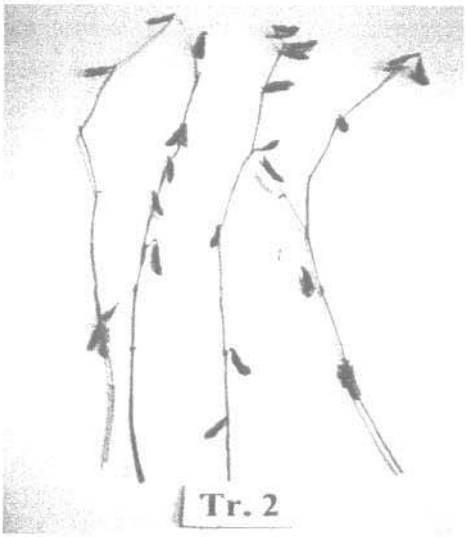
ภาคผนวก ง
การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยว

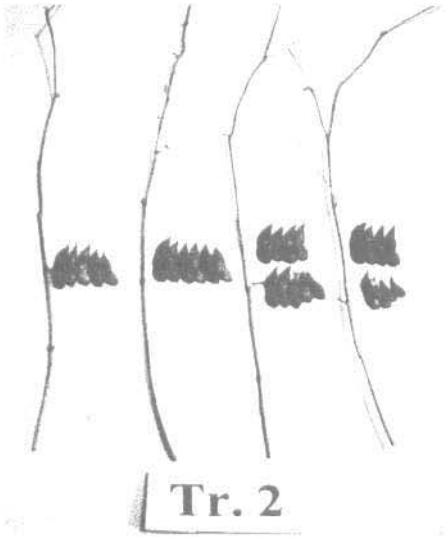


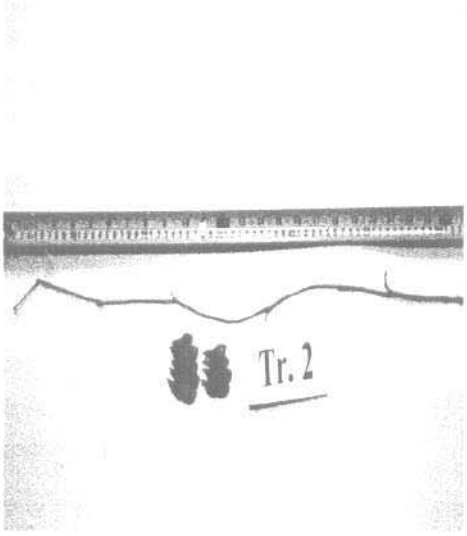
ภาพที่ ง.1 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินหน่วยทดลองควบคุม (T_C)

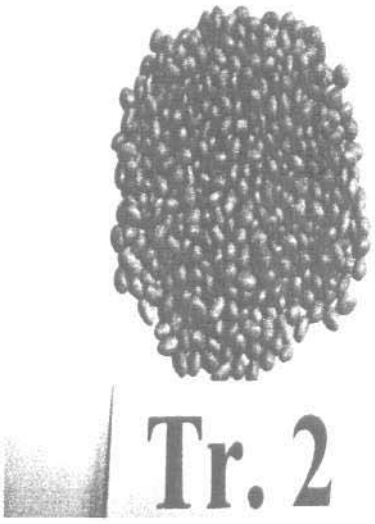


ภาพที่ ง.2 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.02 กิโลกรัมต่อกระถาง

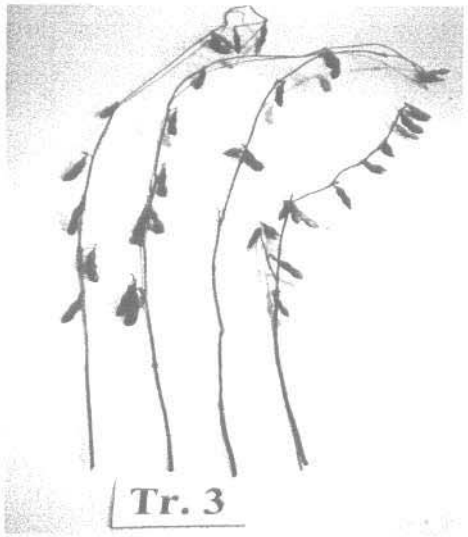


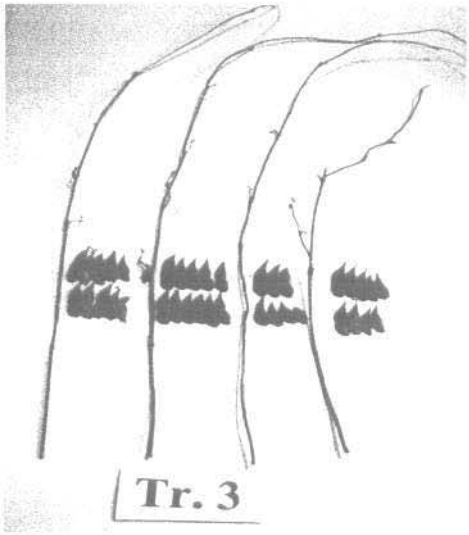


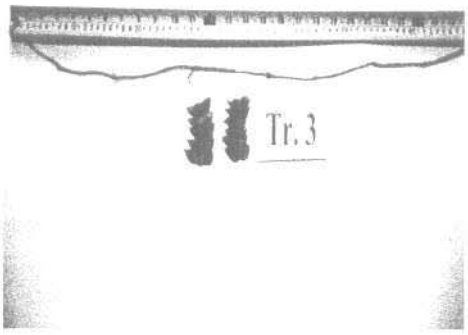


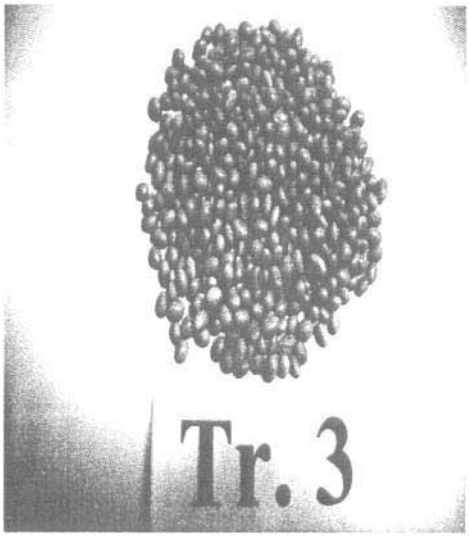


ภาพที่ ง.3 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.04 กิโลกรัมต่อกระถาง

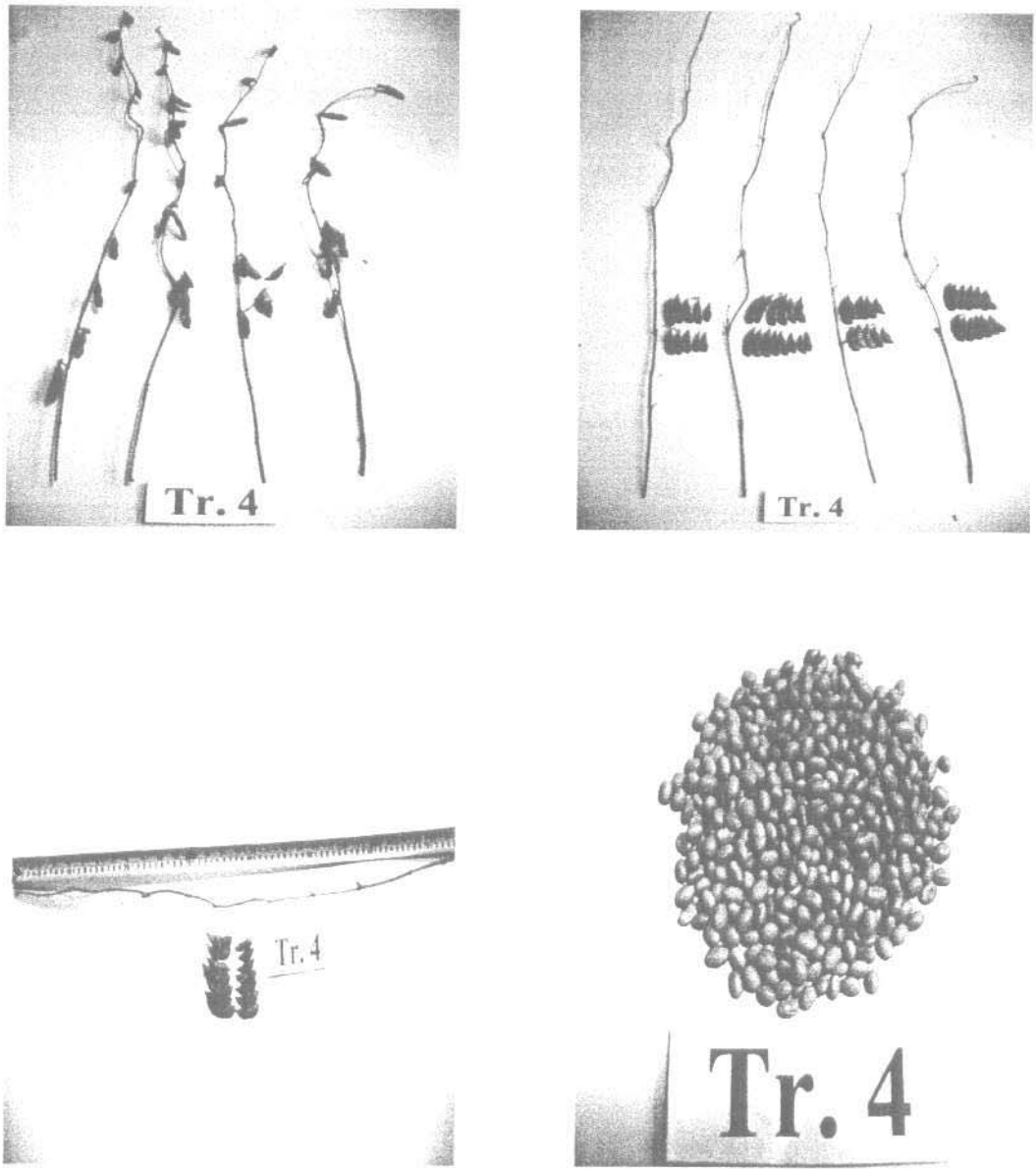




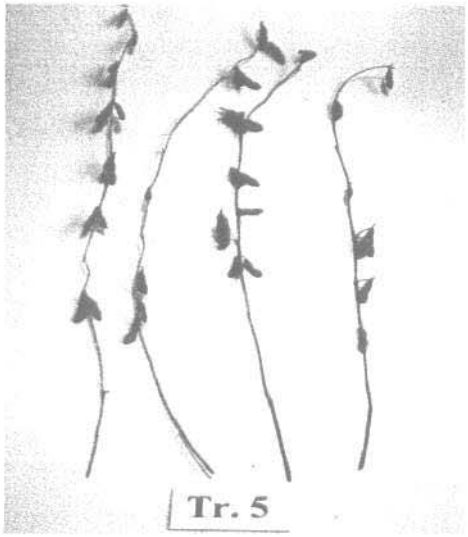


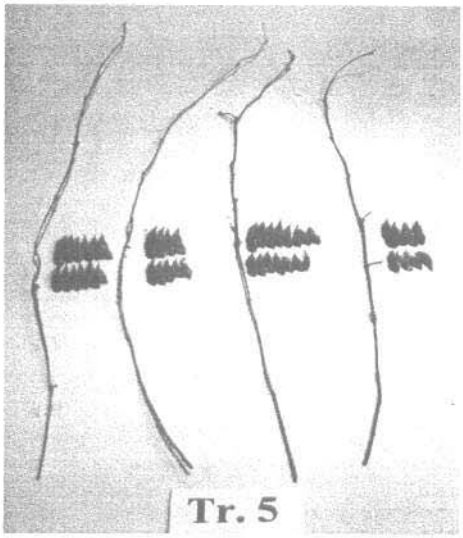


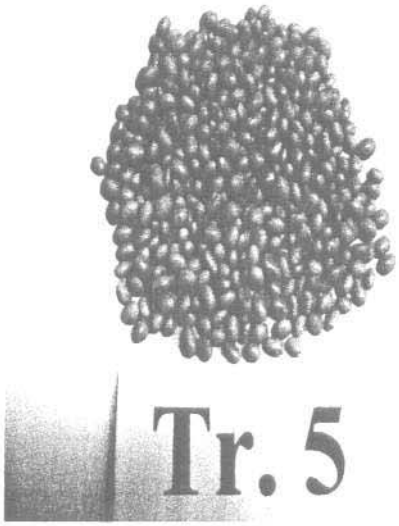
ภาพที่ ง.4 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.06 กิโลกรัมต่อกระถาง



ภาพที่ ง.5 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับมูลไก่พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ไก่ไข่รวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดอัตรา 0.08 กิโลกรัมต่อกระถาง







ภาพที่ ง.6 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่ได้รับปุ๋ยเคมีสูตร 12 – 24 12 อัตรา 0.01 กิโลกรัมต่อกระถาง

ภาคผนวก จ
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

AGROMETEOROLOGICAL DATA FOR MARCH 2006

RATCHABURI AGROMET STATION

Date	Air Temperature (oC)			Humidity (%)		rain mm.	evp (mm.)	Cloud (%)	Sun (hrs)	Wind km./hrs.		Soil Temperature (oC)					
	max	Min	Grass	max.	min.					Spd.	Dir.	0	5	10	20	50	100
1	34.8	22.9	20.0	96	52	0.0	5.6	44	9.0	3.2	S	33.4	0.0	33.0	31.8	0.0	0.0
2	32.9	24.4	21.1	96	57	T	4.5	48	5.0	3.2	E	32.7	0.0	32.7	31.6	0.0	0.0
3	31.0	24.5	21.8	96	56	0.0	3.0	80	0.0	2.9	NE	29.6	0.0	31.0	30.6	0.0	0.0
4	34.6	22.0	21.0	96	51	0.0	4.6	39	7.9	2.2	E	31.3	0.0	31.2	30.3	0.0	0.0
5	35.5	24.0	21.5	97	44	0.0	5.8	39	8.3	1.8	SE	33.3	0.0	32.6	31.4	0.0	0.0
6	35.3	22.9	20.5	96	44	0.0	5.4	18	10.0	3.2	S	33.2	0.0	31.7	31.6	0.0	0.0
7	36.0	23.7	21.0	98	46	0.0	5.7	6	8.0	3.2	SE	34.2	0.0	33.4	32.0	0.0	0.0
8	35.4	23.0	20.0	97	48	0.0	4.2	11	9.3	2.9	S	33.3	0.0	33.2	32.0	0.0	0.0
9	36.5	24.0	21.5	97	48	0.0	6.0	8	8.7	1.4	S	33.6	0.0	32.8	32.0	0.0	0.0
10	36.5	24.5	22.0	98	46	0.0	5.1	19	8.5	2.2	S	34.1	0.0	34.0	32.6	0.0	0.0
11	36.0	23.5	21.0	98	45	0.0	5.7	14	8.0	3.2	SSE	33.9	0.0	33.6	32.4	0.0	0.0
12	37.9	23.2	20.5	93	32	0.0	5.7	0	9.9	2.2	ESE	34.3	0.5	33.5	32.3	0.0	0.0
13	36.7	24.5	21.4	97	36	0.0	5.3	20	8.2	1.8	E	34.5	0.0	34.0	32.7	0.0	0.0
14	30.3	26.0	23.5	96	72	0.0	1.3	75	0.0	0.4	N	30.8	0.0	32.0	31.4	0.0	0.0
15	33.5	24.7	22.0	98	54	0.0	3.7	78	2.7	1.1	E	31.1	0.0	30.7	31.2	0.0	0.0
16	36.3	23.5	20.7	97	43	0.0	5.8	21	10.0	1.4	NE	33.8	0.0	33.0	31.7	0.0	0.0
17	36.3	24.7	21.9	96	46	0.0	5.8	15	10.1	1.4	S	34.3	0.0	33.6	32.3	0.0	0.0
18	37.0	24.4	21.5	97	46	0.0	5.9	11	9.8	2.9	SSE	35.0	0.0	34.2	32.8	0.0	0.0
19	37.0	24.5	21.9	98	46	0.0	6.9	6	9.7	3.6	E	35.3	0.0	34.4	33.0	0.0	0.0
20	36.4	25.5	23.0	97	48	0.0	6.9	39	9.8	2.2	SE	35.1	0.0	34.6	33.1	0.0	0.0
21	35.5	24.3	21.5	98	51	0.0	5.8	63	8.7	3.2	SE	34.6	0.0	34.3	33.0	0.0	0.0
22	36.2	24.5	21.6	98	49	0.0	6.4	49	9.9	5.0	SE	34.9	0.0	34.5	33.0	0.0	0.0
23	36.4	24.5	21.8	96	44	0.0	5.6	54	7.0	2.2	SE	35.1	0.0	34.5	33.1	0.0	0.0
24	36.5	24.5	22.0	98	44	0.0	5.9	59	7.6	2.9	SE	34.8	0.0	34.6	33.2	0.0	0.0
25	35.9	23.6	20.5	98	44	0.0	6.5	46	9.3	4.7	SE	34.9	0.0	34.6	32.9	0.0	0.0
26	36.5	23.8	21.0	94	46	0.0	6.0	36	0.11	2.2	SE	35.2	0.0	34.5	33.2	0.0	0.0
27	36.5	24.6	22.0	97	46	0.0	5.6	59	7.2	1.8	SE	34.7	0.0	34.8	33.4	0.0	0.0
28	37.0	25.0	22.0	98	44	1.3	7.0	34	10.4	4.7	SE	35.8	0.0	35.1	33.6	0.0	0.0
29	35.5	24.9	22.7	97	56	0.0	5.0	79	6.0	2.2	N	34.0	0.0	34.2	33.2	0.0	0.0
30	34.9	25.0	22.6	99	51	10.2	4.3	81	4.3	1.4	N	31.6	0.0	32.8	32.2	0.0	0.0
31	34.5	22.9	21.0	35.	23.	1.7	4.3	68	6.6	1.8	NE	30.7	0.0	31.4	30.9	0.0	0.0
Total	1101.3	748.0	666.5	2942	1458	13.2	165.3	1215	230.0	78.5		1043.1	0.5	1034.5	1000.5	0.0	0.0
Mean	35.5	24.1	21.5	95	47	0.4	5.3	39	7.4	2.5	SE	33.6	0.0	33.4	32.3	0.0	0.0

Accumulative rainfall since 1 JANUARY to 1 Mar MARCH =31.1 mm.

Remark **T = Trace of rainfall less than 0.1 millimetre**
FULL = Error data because of heavy rainfall
*** = Reoccurrence minimum temperature**
Average = mean of dry temperature all day 8 time observation.
ขอรับรองว่าข้อมูลถูกต้อง

AGROMETEOROLOGICAL DATA FOR APRIL 2006

RATCHABURI AGROMET STATION

Date	Air Temperature (oC)			Humidity (%)		rain mm.	evp (mm.)	Cloud (%)	Sun (hrs)	Wind km./hrs.		Soil Temperature (oC)					
	max	Min	Grass	max.	min.					Spd.	Dir.	0	5	10	20	50	100
1	33.4	23.5	22.0	98	52	1.9	3.4	59	6.3	0.4	SE	30.5	0.0	30.9	30.6	0.0	0.0
2	36.0	23.0	21.0	96	41	0.0	5.8	50	9.3	1.8	S	32.4	0.0	31.8	30.8	0.0	0.0
3	37.0	24.5	22.0	97	36	0.1	5.5	45	7.9	3.2	S	33.6	0.0	33.5	31.8	0.0	0.0
4	36.5	23.5	20.5	98	34	0.0	6.5	19	10.5	1.1	SSE	34.3	0.0	34.0	32.0	0.0	0.0
5	37.7	24.5	21.5	97	26	0.0	6.9	9	10.9	2.2	N	35.5	0.0	34.4	32.8	0.0	0.0
6	37.4	24.2	21.5	96	32	0.0	6.6	15	10.6	1.1	SE	35.7	0.0	34.7	33.1	0.0	0.0
7	37.5	24.9	22.1	97	44	1.1	6.2	35	9.4	0.0	C	35.9	0.0	35.0	33.4	0.0	0.0
8	33.5	25.2	24.0	98	58	0.0	3.6	90	1.4	1.1	S	33.4	0.0	33.8	32.8	0.0	0.0
9	37.3	25.5	23.5	98	42	0.0	6.5	55	8.4	3.2	S	35.4	0.0	34.4	33.0	0.0	0.0
10	34.6	25.9	23.5	94	60	0.0	4.8	59	6.6	3.6	SSE	34.8	0.0	34.5	33.3	0.0	0.0
11	36.9	25.0	23.0	96	48	0.0	6.0	59	8.6	1.8	E	35.5	0.0	34.9	33.6	0.0	0.0
12	37.5	25.1	23.0	94	33	0.0	6.9	46	10.3	2.2	S	36.2	0.0	35.5	34.0	0.0	0.0
13	37.5	26.2	24.0	96	48	0.0	6.8	59	9.4	2.9	S	36.2	0.0	35.6	34.2	0.0	0.0
14	36.9	25.5	23.5	94	46	0.0	5.8	85	7.2	2.9	N	36.4	0.0	35.6	34.2	0.0	0.0
15	36.5	23.5	22.9	99	53	45.7	FULL	85	5.7	2.2	SE	34.5	0.0	34.6	33.5	0.0	0.0
16	33.5	23.5	22.0	98	55	T	3.1	98	2.6	0.0	C	30.3	0.0	31.9	31.7	0.0	0.0
17	35.7	25.0	23.5	96	48	0.0	6.6	53	10.0	0.4	S	32.6	0.0	33.0	32.6	0.0	0.0
18	35.5	24.4	22.5	95	47	0.0	4.9	69	8.5	1.1	ESE	33.0	0.0	33.7	33.1	0.0	0.0
19	36.8	25.0	23.0	96	41	0.0	6.8	40	10.7	1.1	S	33.9	0.0	34.2	33.4	0.0	0.0
20	34.0	26.0	24.5	95	54	T	3.3	69	4.7	0.0	C	31.9	0.0	33.0	33.0	0.0	0.0
21	36.3	24.7	23.0	96	48	0.0	6.4	56	8.3	0.0	C	33.0	0.0	33.5	33.1	0.0	0.0
22	36.9	25.0	23.0	97	45	0.0	5.3	53	9.0	1.1	E	34.2	0.0	34.2	33.5	0.0	0.0
23	37.0	25.0	22.8	96	45	0.0	6.7	50	10.3	1.1	S	34.4	0.0	34.5	33.9	0.0	0.0
24	36.5	25.4	23.0	98		0.0	6.5	64	10.3	1.8	SE	34.9	0.0	34.9	34.1	0.0	0.0
25	36.7	25.5	23.5	97	56	0.5	6.4	53	8.1	1.8	S	34.0	0.0	34.7	34.3	0.0	0.0
26	34.8	25.1	23.5	98	58	0.0	5.2	81	7.7	1.8	SE	33.9	0.0	34.3	33.9	0.0	0.0
27	36.4	25.7	23.7	97	45	0.4	7.0	61	8.6	1.8	S	35.2	0.0	35.0	34.3	0.0	0.0
28	36.5	25.5	23.5	100	51	11.9	6.4	64	9.6	1.1	SE	33.1	0.0	34.4	34.0	0.0	0.0
29	35.7	25.5	24.0	98	51	T	5.6	81	7.7	1.4	SE	31.6	0.0	33.2	33.1	0.0	0.0
30	36.0	25.5	24.0	99	44	T	4.6	74	7.5	1.4	SSE	32.0	0.0	32.9	32.8	0.0	0.0
Total	1084.5	746.8	687.5	2904	1341	61.6	166.1	1733	246.1	45.4		1018.3	0.0	1020.6	993.9	0.0	0.0
Mean	36.2	24.9	22.9	97	46	2.1	5.7	58	8.2	1.5	S	33.9	0.0	34.0	33.1	0.0	0.0

Accumulative rainfall since 1 JANUARY to 1 Apr APRIL = 92.7 mm.

Remark **T = Trace of rainfall less than 0.1 millimetre**
FULL = Error data because of heavy rainfall
*** = Reoccurrence minimum temperature**
Average = mean of dry temperature all day 8 time observation
ขอรับรองว่าข้อมูลถูกต้อง

AGROMETEOROLOGICAL DATA FOR MAY 2006

RATCHABURI AGROMET STATION

Date	Air Temperature (oC)			Humidity (%)		rain mm.	evp (mm.)	Cloud (%)	Sun (hrs)	Wind km./hrs.		Soil Temperature (oC)					
	max	Min	Grass	max.	min.					Spd.	Dir.	0	5	10	20	50	100
1	34.7	25.3	23.2	98	51	3.6	5.2	74	6.3	0.0	C	32.2	0.0	32.8	32.7	0.0	0.0
2	36.3	24.5	23.0	98	42	0.0	5.7	55	9.4	1.1	NW	32.5	0.0	32.6	32.5	0.0	0.0
3	37.2	25.0	23.1	97	42	0.0	7.0	41	9.8	1.1	S	34.1	0.0	33.8	33.2	0.0	0.0
4	38.3	26.2	24.0	96	32	0.0	8.3	30	10.3	1.1	SE	35.4	0.0	35.0	34.1	0.0	0.0
5	37.4	25.0	23.0	98	44	0.0	5.3	58	7.2	2.9	SE	34.8	0.0	34.9	34.2	0.0	0.0
6	37.0	25.9	24.5	100	40	0.0	6.4	78	7.7	2.2	N	35.1	0.0	34.8	34.2	0.0	0.0
7	36.1	25.5	23.5	96	58	0.0	4.4	83	4.8	1.1	SW	33.5	0.0	34.2	33.8	0.0	0.0
8	36.8	24.9	23.0	99	46	0.0	6.7	50	10.2	3.6	SE	35.0	0.0	34.6	33.8	0.0	0.0
9	36.2	25.0	23.5	98	45	0.0	6.8	89	8.5	2.9	NW	34.3	0.0	34.8	34.1	0.0	0.0
10	35.5	24.5	23.0	99	48	T	5.3	79	6.0	3.6	N	34.2	0.0	34.6	34.0	0.0	0.0
11	30.8	23.3	24.0	100	70	7.1	2.7	90	0.7	1.1	SE	30.6	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0
12	35.5	25.0	23.5	98	54	0.0	5.8	73	9.3	2.9	E	31.4	0.0	32.6	32.4	0.0	0.0
13	37.4	24.0	22.5	97	44	0.0	5.7	61	7.0	1.4	E	32.5	0.0	33.2	32.7	0.0	0.0
14	35.0	25.0	23.1	97	48	0.0	4.8	60	5.2	4.0	N	32.3	0.0	33.2	33.0	0.0	0.0
15	31.7	24.5	23.0	100	67	76.2	FULL	70	4.2	1.8	WNW	29.2	0.0	31.3	31.4	0.0	0.0
16	33.5	24.6	23.5	98	64	11.9	5.7	90	6.9	1.1	NNW	30.2	0.0	30.8	30.8	0.0	0.0
17	30.5	24.0	23.5	100	72	1.2	3.0	95	2.3	0.0	C	29.3	0.0	30.2	30.5	0.0	0.0
18	28.3	24.7	23.9	98	99	12.7	1.2	96	0	0.0	C	28.8	0.0	29.7	30.2	0.0	0.0
19	31.0	24.0	23.5	100	70	4.3	3.7	98	1.8	0.0	C	29.3	0.0	29.6	29.9	0.0	0.0
20	29.5	24.5	23.5	99	78	15.5	1.4	100	0.1	1.4	S	28.3	0.0	29.4	29.7	0.0	0.0
21	27.6	23.5	22.8	100	88	9.6	2.7	100	0.0	1.4	S	27.4	0.0	28.4	28.9	0.0	0.0
22	30.5	24.5	23.5	98	76	0.3	2.2	99	0.7	4.7	SSE	28.1	0.0	28.8	29.0	0.0	0.0
23	32.4	24.7	23.4	97	56	0.0	4.4	95	4.0	2.9	S	28.7	0.0	29.1	29.3	0.0	0.0
24	34.0	25.4	23.7	100	60	28.1	7.1	91	4.8	1.4	SSE	28.9	0.0	29.4	29.6	0.0	0.0
25	33.0	24.5	23.0	98	59	3.4	4.5	96	5.5	0.0	C	29.8	0.0	29.8	29.8	0.0	0.0
26	34.0	24.5	24.0	96	56	0.0	4.6	78	7.1	1.4	SE	30.0	0.0	30.1	30.3	0.0	0.0
27	34.5	24.8	23.3	98	51	0.0	5.9	71	10.9	2.9	SE	30.5	0.0	30.8	30.8	0.0	0.0
28	34.0	24.5	23.0	96	60	0.0	4.2	64	5.5	0.4	SW	30.4	0.0	30.7	30.7	0.0	0.0
29	34.2	23.0	23.2	99	58	12.9	7.5	81	10.0	0.0	C	29.9	0.0	30.6	30.8	0.0	0.0
30	34.0	25.0	22.6	97	60	3.5	3.7	88	5.3	0.0	C	29.7	0.0	30.5	30.6	0.0	0.0
31	33.5	25.0	24.6	90	62	12.3	6.0	96	4.4	1.1	SE	30.2	0.0	30.6	30.8	0.0	0.0
Total	1050.4	764.8	724.9	3035	1800	202.6	147.9	2426	175.9	49.3		966.6	0.0	983.7	980.6	0.0	0.0
Mean	33.9	24.7	23.4	98	58	6.5	4.9	78	5.7	1.6	SE	31.2	0.0	31.7	31.6	0.0	0.0

Accumulative rainfall since 1 JANUARY to 1 May MAY = 295.3 mm.

Remark **T = Trace of rainfall less than 0.1 millimetre**
FULL = Error data because of heavy rainfall
*** = Reoccurrence minimum temperature**
Average = mean of dry temperature all day 8 time observation.
ขอรับรองว่าข้อมูลถูกต้อง

AGROMETEOROLOGICAL DATA FOR JUNE 2006

RATCHABURI AGROMET STATION

Date	Air Temperature (oC)			Humidity (%)		rain mm.	evp (mm.)	Cloud (%)	Sun (hrs)	Wind km./hrs.		Soil Temperature (oC)					
	max	Min	Grass	max.	min.					Spd.	Dir.	0	5	10	20	50	100
1	34.0	25.3	24.1	87	52	1.0	3.5	99	4.7	1.8	S	30.3	0.0	30.5	30.6	0.0	0.0
2	34.1	25.0	24.0	92	52	0.0	5.8	89	7.6	1.1	W	30.6	0.0	31.0	30.9	0.0	0.0
3	32.3	25.3	24.0	92	58	0.1	3.3	75	2.8	1.8	SSE	29.9	0.0	30.6	30.8	0.0	0.0
4	32.7	25.0	23.1	90	58	4.5	3.4	89	3.0	0.0	C	29.3	0.0	30.0	30.3	0.0	0.0
5	33.4	24.0	22.5	89	49	0.0	5.0	76	7.7	1.1	W	29.8	0.0	30.0	30.1	0.0	0.0
6	33.5	24.2	22.5	89	50	0.0	6.0	74	9.0	2.2	W	30.2	0.0	30.3	30.2	0.0	0.0
7	34.5	23.5	21.5	90	52	24.6	4.0	61	7.1	1.4	N	29.2	0.0	30.2	30.2	0.0	0.0
8	34.7	23.4	21.5	94	52	10.3	5.8	64	9.2	1.1	SE	29.7	0.0	29.9	30.0	0.0	0.0
9	33.8	24.1	22.8	90	57	13.6	4.2	85	6.1	1.1	S	29.3	0.0	29.9	30.0	0.0	0.0
10	33.2	24.1	22.5	90	51	0.0	5.0	71	7.7	1.8	SW	29.7	0.0	29.8	29.9	0.0	0.0
11	34.5	24.9	23.0	89	52	0.0	4.8	83	8.6	2.2	W	30.0	0.0	30.3	30.3	0.0	0.0
12	35.5	25.2	23.5	90	52	T	5.5	80	7.8	0.0	C	30.0	0.0	30.6	30.8	0.0	0.0
13	36.0	24.4	22.5	90	52	0.1	5.8	74	9.7	1.4	W	30.4	0.0	30.7	31.0	0.0	0.0
14	36.5	25.0	23.0	88	44	2.2	7.5	66	9.7	2.9	W	30.3	0.0	31.2	31.4	0.0	0.0
15	35.8	24.5	23.0	91	48	0.0	5.7	85	4.6	0.0	C	30.7	0.0	31.2	31.4	0.0	0.0
16	35.3	25.0	23.0	93	48	0.6	6.4	76	9.1	1.8	SW	31.9	0.0	32.0	31.9	0.0	0.0
17	36.0	25.9	24.3	87	47	0.0	7.2	76	10.2	3.6	W	32.2	0.0	32.7	32.3	0.0	0.0
18	35.4	24.0	24.4	95	52	82.3	FULL	96	3.9	2.2	N	30.3	0.0	31.8	31.6	0.0	0.0
19	31.5	23.9	23.3	95	68	1.6	2.6	96	0.5	2.2	E	28.8	0.0	29.6	29.7	0.0	0.0
20	32.2	25.0	23.8	92	70	T	2.3	100	0.7	0.0	C	29.4	0.0	29.8	29.9	0.0	0.0
21	33.0	25.6	24.5	92	59	T	2.0	100	1.9	1.4	SSW	29.6	0.0	29.9	30.0	0.0	0.0
22	33.4	25.4	24.0	90	56	0.0	4.2	94	4.7	0.0	C	30.8	0.0	30.6	30.4	0.0	0.0
23	34.5	25.6	24.0	92	54	10.2	FULL	83	4.1	1.1	W	30.9	0.0	31.2	31.0	0.0	0.0
24	33.0	25.0	24.0	98	60	2.6	3.5	95	1.6	1.1	NW	30.5	0.0	31.0	30.8	0.0	0.0
25	32.0	25.4	24.5	96	67	4.4	2.6	96	0.2	0.0	C	30.5	0.0	30.6	30.7	0.0	0.0
26	31.4	25.2	24.5	96	72	0.6	2.9	95	1.2	1.1	S	29.2	0.0	30.0	30.3	0.0	0.0
27	34.0	24.8	23.8	96	58	2.6	4.5	91	3.8	1.4	SE	29.7	0.0	30.0	30.2	0.0	0.0
28	32.4	25.3	23.7	94	60	T	4.4	89	2.5	3.6	SW	29.7	0.0	30.2	30.4	0.0	0.0
29	29.9	25.4	23.8	96	66	11.1	2.1	100	0.1	1.1	W	29.2	0.0	29.9	30.1	0.0	0.0
30	30.1	24.5	23.5	98	76	9.3	2.3	100	0.1	0.0	C	28.4	0.0	29.2	29.5	0.0	0.0
Total	1008.6	743.9	702.6	2761	1692	181.7	122.3	2558	149.9	40.3		900.5	0.0	914.7	916.7	0.0	0.0
Mean	33.6	24.8	23.4	92	56	6.1	4.4	85	5.0	1.3	W	30.0	0.0	30.5	30.6	0.0	0.0

Accumulative rainfall since 1 JANUARY to 1 Jun JUNE = 477 mm.

Remark **T = Trace of rainfall less than 0.1 millimetre**
FULL = Error data because of heavy rainfall
*** = Reoccurrence minimum temperature**
Average = mean of dry temperature all day 8 time observation.
ขอรับรองว่าข้อมูลถูกต้อง

AGROMETEOROLOGICAL DATA FOR JULY 2006

RATCHABURI AGROMET STATION

Date	Air Temperature (oC)			Humidity (%)		rain mm.	evp (mm.)	Cloud (%)	Sun (hrs)	Wind km./hrs.		Soil Temperature (oC)					
	max	Min	Grass	max.	min.					Spd.	Dir.	0	5	10	20	50	100
1	32.0	25.1	24.2	98	68	13.6	1.7	100	0.3	0.0	C	29.0	0.0	29.4	29.5	0.0	0.0
2	31.7	25.0	24.4	98	68	1.1	3.4	100	0.1	1.1	W	28.8	0.0	29.4	29.6	0.0	0.0
3	31.5	25.2	24.1	96	72	2.5	1.5	100	0.0	1.1	W	29.2	0.0	29.6	29.6	0.0	0.0
4	31.6	25.0	24.0	98	70	0.1	2.7	100	0.8	0.0	C	29.2	0.0	29.6	29.6	0.0	0.0
5	33.5	25.8	24.5	98	56	0.0	5.4	95	4.6	3.2	SW	30.3	0.0	30.2	30.0	0.0	0.0
6	33.4	26.0	24.6	92	61	T	3.1	98	1.0	2.2	S	29.6	0.0	30.1	30.1	0.0	0.0
7	34.0	25.8	24.0	96	54	0.0	5.3	86	8.3	3.2	WNW	30.3	0.0	30.5	30.2	0.0	0.0
8	34.3	25.4	24.0	98	54	0.1	4.4	74	7.3	3.2	SW	30.4	0.0	30.7	30.4	0.0	0.0
9	35.0	25.5	23.5	92	52	T	6.0	55	9.3	3.2	S	30.3	0.0	30.7	30.6	0.0	0.0
10	33.0	25.7	23.6	92	64	5.2	3.4	91	1.8	1.4	NW	29.8	0.0	30.5	30.8	0.0	0.0
11	33.5	25.7	25.0	95	56	0.3	4.2	96	3.3	1.1	W	30.6	0.0	27.9	30.5	0.0	0.0
12	34.0	25.5	24.0	90	55	0.4	5.3	99	6.7	1.1	W	29.9	0.0	30.4	30.3	0.0	0.0
13	32.2	25.4	23.5	92	62	0.8	3.5	95	0.8	1.1	W	29.7	0.0	30.3	30.2	0.0	0.0
14	32.7	25.8	24.0	90	60	0.0	4.5	90	4.7	2.9	NW	29.4	0.0	30.4	30.1	0.0	0.0
15	32.5	25.5	23.0	90	58	0.4	4.3	99	1.6	1.4	SW	29.2	0.0	30.2	30.0	0.0	0.0
16	33.6	25.3	23.0	98	57	0.0	5.2	99	2.6	2.9	SE	29.4	0.0	30.3	30.0	0.0	0.0
17	31.5	25.0	23.4	98	64	1.6	0.8	98	0.3	1.4	W	29.1	0.0	29.8	29.8	0.0	0.0
18	32.4	24.5	23.0	98	66	0.4	0.6	100	0.8	1.1	SE	28.8	0.0	29.5	29.4	0.0	0.0
19	32.0	24.0	23.6	99	54	44.9	2.7	98	1.8	1.4	W	28.7	0.0	29.5	29.6	0.0	0.0
20	34.4	24.0	22.5	99	56	4.6	5.0	88	6.6	1.4	S	29.0	0.0	29.5	29.3	0.0	0.0
21	33.1	24.5	24.0	97	59	5.8	3.7	93	5.1	1.8	W	29.2	0.0	29.7	29.7	0.0	0.0
22	33.0	24.5	23.4	95	60	0.3	4.9	84	3.0	2.9	W	29.3	0.0	29.5	29.7	0.0	0.0
23	34.5	24.1	22.0	94	52	0.0	5.9	64	8.6	5.4	W	29.8	0.0	29.4	29.5	0.0	0.0
24	34.4	24.5	22.1	90	57	0.0	6.0	68	9.3	2.9	W	30.2	0.0	29.9	29.7	0.0	0.0
25	33.5	25.3	23.3	92	55	0.0	4.9	85	8.7	2.2	SW	29.9	0.0	30.1	29.9	0.0	0.0
26	31.0	25.0	23.0	92	60	0.0	3.2	100	0.1	3.6	W	28.9	0.0	29.5	29.6	0.0	0.0
27	30.5	24.0	22.8	96	62	0.0	1.9	99	0.1	1.8	W	28.4	0.0	28.9	28.9	0.0	0.0
28	33.6	24.5	22.4	94	50	0.0	4.0	95	2.8	1.8	SW	29.1	0.0	29.3	29.3	0.0	0.0
29	33.5	26.0	24.0	88	52	0.1	5.4	95	5.7	2.9	SW	30.1	0.0	30.2	29.6	0.0	0.0
30	33.0	25.3	22.5	89	58	0.0	4.7	94	6.0	2.9	W	29.7	0.0	30.2	29.7	0.0	0.0
31	33.0	25.5	23.4	90	60	0.7	3.7	98	3.2	4.0	W	29.0	0.0	29.8	29.5	0.0	0.0
Total	1021.9	778.4	728.8	2924	1832	82.9	121.3	2831	115.3	66.6		914.3	0.0	925.0	924.7	0.0	0.0
Mean	33.0	25.1	23.5	94	59	2.7	3.9	91	3.7	2.1	W	29.5	0.0	29.8	29.8	0.0	0.0

Accumulative rainfall since 1 JANUARY to 1 Jul JULY = 559.9 mm.

Remark **T = Trace of rainfall less than 0.1 millimetre**
FULL = Error data because of heavy rainfall
*** = Reoccurrence minimum temperature**
Average = mean of dry temperature all day 8 time observation.
ขอรับรองว่าข้อมูลถูกต้อง

AGROMETEOROLOGICAL DATA FOR AUGUST 2006

RATCHABURI AGROMET STATION

Date	Air Temperature (oC)			Humidity (%)		rain mm.	evp (mm.)	Cloud (%)	Sun (hrs)	Wind km./hrs.		Soil Temperature (oC)					
	max	Min	Grass	max.	min.					Spd.	Dir.	0	5	10	20	50	100
1	29.7	24.0	22.5	96	66	0.6	1.7	100	0.0	0.0	C	27.7	0.0	28.8	29.0	0.0	0.0
2	33.0	24.4	22.9	98	54	0.0	3.3	100	0.9	1.4	WSW	28.6	0.0	29.1	28.9	0.0	0.0
3	31.6	24.2	22.5	90	64	1.0	3.6	99	1.1	1.8	W	28.6	0.0	28.9	28.8	0.0	0.0
4	35.0	24.1	22.4	92	57	2.5	4.0	93	2.9	3.2	W	28.9	0.0	29.2	29.0	0.0	0.0
5	31.0	24.5	22.5	93	62	0.0	3.7	100	0.8	5.0	W	28.0	0.0	28.5	28.6	0.0	0.0
6	32.9	26.0	23.7	86	60	0.0	4.7	88	4.2	8.3	W	28.6	0.0	28.6	24.9	0.0	0.0
7	32.3	25.0	23.0	93	60	0.0	4.5	99	1.1	5.4	W	28.2	0.0	28.9	28.6	0.0	0.0
8	32.5	25.1	22.4	84	60	0.0	4.0	100	2.7	5.4	W	28.4	0.0	28.9	28.5	0.0	0.0
9	31.6	25.0	23.0	88	62	1.2	4.1	96	1.8	5.4	W	28.5	0.0	29.0	28.6	0.0	0.0
10	32.0	23.6	22.0	94	60	T	2.4	100	1.0	1.1	SW	28.6	0.0	29.0	28.7	0.0	0.0
11	32.5	24.5	22.6	91	58	1.4	3.9	99	4.2	2.2	W	28.8	0.0	29.4	29.2	0.0	0.0
12	32.7	24.5	22.5	91	56	T	5.6	98	3.1	4.0	W	28.6	0.0	29.0	28.9	0.0	0.0
13						0.0					C						
14						0.0					C						
15						0.0					C						
16						0.0					C						
17						0.0					C						
18						0.0					C						
19						0.0					C						
20						0.0					C						
21						0.0					C						
22						0.0					C						
23						0.0					C						
24						0.0					C						
25						0.0					C						
26						0.0					C						
27						0.0					C						
28						0.0					C						
29						0.0					C						
30						0.0					C						
31						0.0					C						
Total	386.8	294.9	272.0	1096	719	6.7	45.5	1170	23.8	43.2		341.5	0.0	347.3	341.7	0.0	0.0
Mean	32.2	24.6	22.7	91	60	0.2	3.8	98	2.0	3.6	W	28.5	0.0	28.9	28.5	0.0	0.0

Accumulative rainfall since 1 JANUARY to 1 Aug AUGUST =566.6 mm.

Remark **T = Trace of rainfall less than 0.1 millimetre**
FULL = Error data because of heavy rainfall
*** = Reoccurrence minimum temperature**
Average = mean of dry temperature all day 8 time observation.
ขอรับรองว่าข้อมูลถูกต้อง

บรรณานุกรม

กมลวรรณ แซ่เล้า. 2548. **ประสิทธิภาพของมูลไก่อัดเม็ดในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนในชุดดินเลยและชุดดินพิมาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมการค้าภายใน. 2547. **นโยบายและมาตรการถั่วเหลือง ปี 2547**. กรุงเทพมหานคร: กรมการค้าภายใน.

กรมปศุสัตว์. 2545. **สถิติการนำเข้า/ส่งออกสินค้าปศุสัตว์ ในรอบปี 2545.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมปศุสัตว์. 2547ก. **สถิติการนำเข้า/ส่งออกสินค้าปศุสัตว์ ในรอบปี 2547**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมปศุสัตว์. 2547ข. **การเลี้ยงไก่พันธุ์**. ค้นวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2549 จาก http://www.doae.go.th/books/

กรมพัฒนาที่ดิน. 2525. **รายงานการสำรวจดินจังหวัดราชบุรี เขตสำรวจดินที่ 1.** กรุงเทพมหานคร: งานพิมพ์แผนที่และรายงานกองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2540. การปรับปรุงอัตราการใส่ปุ๋ยเคมีของเกษตรกร. ใน **รายงานผลการวิจัยประเมินผล โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุของภาคกลาง.** กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายประเมินผล กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 48.

กรมพัฒนาที่ดิน. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2537. **การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ**. กรุงเทพมหานคร: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

กรมพัฒนาที่ดิน. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้. 2540. **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ**. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ.

กรมวิชาการเกษตร. 2542. **เอกสารวิชาการปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ**. กรุงเทพมหานคร: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

กรมวิชาการเกษตร. 2545. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. **การปลูกพืชไร่**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร. กองปฐพีวิทยา. 2542. การจัดการดินไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่. ใน **รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ** ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา ชลบุรี, 23 – 25 กุมภาพันธ์ 2542. กรุงเทพมหานคร: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 68.

กรมวิชาการเกษตร. สถาบันวิจัยพืชไร่. 2543. **สรีระวิทยาการผลิตพืชตระกูลถั่ว**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมส่งเสริมการเกษตร. ม.ป.ป. **การปลูกถั่วเหลือง**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมส่งเสริมการเกษตร. ม.ป.ป. **เอกสารวิชาการ เรื่อง ถั่วเหลือง**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2534. **วิชาการด้านอินทรียวัตถุในการปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืช**. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมการเกษตร.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2542. **การปลูกถั่วเหลืองฤดูฝน**. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547.**ปุ๋ยคอก**. ค้นวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2549 จาก http://www.doae.go.th/soil_fert/puikok.htm

กฤษฎา หงส์รัตน์. 2546. **การศึกษาการใช้มูลกุ้งทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

กฤษณา ทิวาตรี. 2546. **อิทธิพลของมูลไก่ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและผลผลิตของข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกศกมล เสริมวิริยะกุล. 2547. **การศึกษาการใช้กากตะกอนน้ำเสียชุมชนทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์. 2542. **ถั่วเหลือง**. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มเกษตรสัญจร.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และสุเทพ ทองแพ. 2545. การศึกษาผลการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับฟอสฟอรัสจากมูลไก่ และซิลิกอนจากแกลบต่อผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัด. ใน **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนอุดหนุนวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2542**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 27 – 37.

จำลอง กกรัมย์, บุญเหลือ ศรีมุงคุณ, นพรัตน์ พานิชยกรรม และวงเดือน ประสมทอง. 2545. ผลของชนิดและอัตราปุ๋ยมูลไก่ต่อผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพดินร่วนปนทราย. **วารสารดินและปุ๋ย** 24 (เมษายน): 142 – 151.

จำลอง กกรัมย์, บุญเหลือ ศรีมุงคุณ, นพรัตน์ พานิชยกรรม และวงเดือน ประสมทอง. 2546. ผลของชนิดและอัตราปุ๋ยมูลไก่ต่อผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในสภาพดินร่วนปนทราย. **วารสารดินและปุ๋ย** 25 (มีนาคม): 106 – 115.

จินตนา ดุจดา. 2547. **การใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าวที่ปลูกในดินอัลทิซอลส์ชุดดินเพ็ญและชุดดินเรณู.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจริญ ท้วมขำ. 2539. อิทธิพลของพันธุ์และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกในดินอิ่มตัวด้วยน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. **สรีระวิทยาการผลิตพืชไร่.** กรุงเทพฯ: นนทบุรีการพิมพ์.

ชนิดา ไกรขุนทศ. 2543. **การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์และธาตุอาหารในกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานน้ำตาล.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชนิษฎา พันธุ์เมือง. 2548. **การใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินเลยและชุดดินตาคลี.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดำริ ถาวรมาศ และองอาจ ชังชาตา. 2520. ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยมูลสัตว์ต่อข้าวฟ่างที่ปลูกในดินชุดปากช่อง. ใน **รายงานการทดลองและวิจัยกรมวิชาการเกษตร**. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 125 – 128.

ทัศนีย์ สงวนสัจ, สถาพร กาจนพันธุ์, สารนิติ สงวนสัจ, จันทนา สรสิริ และสิรี สุวรรณเขต นิคม. 2534. ศึกษาวิธีปลูกข้าวโพดฝักสดหลังการปลูกข้าวและผลตอบแทน. **วารสารวิชาการเกษตร** 9 (กุมภาพันธ์): 84 – 88.

ธงชัย ตั้งเปรมศรี. 2523. **การศึกษาอิทธิพลและผลตกค้างของปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีอัตราต่าง ๆ ที่มีต่อข้าวโพดไร่ในดินชุดปากช่อง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย ตั้งเปรมศรี และสมชาย อรรถศิษฐ์. 2541. **เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ย.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ธงชัย มาลา. 2544. **ปุ๋ยเบื้องต้น.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ธงชัย มาลา. 2547. **ระบบของปุ๋ยในประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2542. มูลไก่อัดเม็ด เทคโนโลยีระดับชาวบ้าน. **เทคโนโลยีชาวบ้าน** 12 (พฤษภาคม): 44 – 45.

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2547. **ภาวะมลพิษด้านของเสียของฟาร์มปศุสัตว์.** กรุงเทพมหานคร: สำนักวิจัย สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

เธียรชัย อารยางค์กูร. 2536. การปรับปรุงการผลิตถั่วเหลืองหลังนา. ใน **รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6 วันที่ 3 – 6 กันยายน 2539.** เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และสถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง สถาบันวิจัยพืชไร่. หน้า 310 – 318.

เธียรชัย อารยางค์กูร. 2537. การปรับปรุงการผลิตถั่วเหลืองหลังนา. ใน **รายงานประจำปี 2537.** กรุงเทพมหานคร: ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ และสถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง สถาบันวิจัยพืชไร่. หน้า 49 – 50.

นลินี ว่องมงคลฤทธิ์. 2536. **ปุ๋ยอินทรีย์.** พระนครศรีอยุธยา: คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ (พระนครศรีอยุธยา หันตรา) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

นันทพร แสงเดช. 2547. **ผลการใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิกอนต่อผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่อง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดา. 2523. ปุ๋ย. **วารสารข่าวสารดินและปุ๋ย** 2 (มีนาคม): 213 – 223.

ปรัชญา ธัญญาดี, เมธี มณีวรรณ และพิรัชฌา วานานุกูล. 2540. **ความรู้เรื่องอินทรีย์วัตถุในดิน.** กรุงเทพมหานคร: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

พิทยากร ลิ่มทอง และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2541. **การวิเคราะห์ข้อมูลและการจัดทำระบบการจัดเก็บข้อมูลด้านวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรของประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

ไพฑูรย์ อุไรวงศ์. 2527. **อิทธิพลและผลตกค้างของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลไก่ พืชบำรุงดินบางชนิดและหินฟอสเฟตที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, มานัส ลอศิริกุล และประสิทธิ์ กาญจนา. 2542. การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดในพื้นที่ดินทรายจัด. **เกษตรนเรศวร 4** (กุมภาพันธ์): 10 – 16.

มงคล พานิชกุล, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ไชย, ประดิษฐ์ บุญอำพล, หริ่ง มีสวัสดิ์ และสุพัน สุวรรณ. 2528. ผลของปุ๋ยเคมีและมูลไก่ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกอย่างต่อเนื่องในดินชุดโคราชจังหวัดขอนแก่น. ใน **การประชุมข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 16**. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 214 – 229.

มนกฤตย์ บุญยฤทธ์ และเฉลิมพล แซมเพชร. 2539. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลือง. ใน **รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6.** ณ โรงแรมดิเอมเพรส เชียงใหม่ 3 – 6 กันยายน 2539. เชียงใหม่: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 185 – 195.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะเกษตร. คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **มลพิษทางดิน.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์. 2536. **การจัดการฟาร์มสัตว์ปีก**. เชียงใหม่: ดาวคอมพิวกราฟิกพิมพ์.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. **ปุ๋ยอินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

ยุทธชัย อนุรักทิพันธุ์. 2531. **ไรโซเบียมสองสายพันธุ์ที่ปลูกลงบนโสนและนำโสนมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดต่อการปรับปรุงดินเค็ม.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรกาย อุส่าห์. 2535. **การจัดการดิน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรกาย อุส่าห์. 2541. **ปริมาณธาตุอาหารและโลหะหนักในพืชที่ปลูกโดยวัสดุปลูกผสมระหว่างตะกอนน้ำเสียและดินในท้องที่จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณะ ขาวสุทธิ์, สนิทธ์ เพชรานนท์ และบุญล้ำ มังคละประทีป. 2527. **เปรียบเทียบอัตราปุ๋ยมูลไก่ระดับต่างที่มีผลต่อผลผลิตของมันสำปะหลังในดินชุดกบินทร์บุรี.** กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร.

วิทยา มาสร้างสรรค์ และดำริ ถาวรมาศ. 2521. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปุ๋ยมูลไก่กับปุ๋ยเคมีต่อข้าวฟ่าง. ใน **รายงานผลการวิจัยดิน - ปุ๋ยพืชไร่ ปี 2521 เล่ม 2.** กรุงเทพมหานคร: กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1 – 4.

ศิราณี ศิริสุโขดม. 2535. **ผลของกากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อการเติบโตและการสะสมโลหะหนักในพืชผัก บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม จังหวัดปทุมธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริเนตร สิทธิทูล. 2545. **การใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสและผลการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิกอนต่อการเจริญเติบโต และการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในดิน ออกซิซอลส์ ชุดดินท่าใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภชัย แก้วมีชัย. 2537. **การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทย**. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2539. **ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย. 2543. **ถั่วเหลืองในเขตชลประทาน (Soybean in Irrigated Area)**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

สมศักดิ์ วังใน. 2521. **หลักการปุ๋ย.** กรุงเทพมหานคร: ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ วังใน. 2542. **ปุ๋ยอินทรีย์**. กรุงเทพมหานคร: ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สราวุธ อินทสิทธิ์. 2546. **ระบบการปลูกพืชไร่และการจัดการดิน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2541. **ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญ.** กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2543. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2541/2542**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จันทบุรี. 2545. **ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยมูลไก่.** จันทบุรี: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จันทบุรี.

สุรศักดิ์ เสรีพงศ์. 2536. **ปุ๋ยคอก**. ค้นวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2549 จาก http://www.doae.go.th/ soil_fert/puikok.htm

สุลาวัลย์ สุทธิวรวงศ์. 2548. **ระบบธาตุอาหารพืช.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2542. แนวทางการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลืองและถั่วลิสง. ใน **รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การจัดการดินไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่.** ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี, 23 – 25 กุมภาพันธ์ 2542. ชลบุรี: กรมวิชาการเกษตร. หน้า 55 – 79.

สุวพันธ์ รัตนะรัต และเพิ่มพูน กีรติกสิกร. 2532. งานวิจัยดินและปุ๋ยถั่วลิสงในประเทศไทย. ใน **รายงานการสัมมนาถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 9.** โครงการชลประทานลำพระเพลิง จังหวัดนครราชสีมา, 7 – 11 พฤษภาคม 2533. นครราชสีมา: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 227 – 244.

หริ่ง มีสวัสดิ์. 2539. การใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแหล่งชลประทานในระยะยาว. ใน **รายงานผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ ปี 2539**. กรงเทพฯ: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 11.

หฤษฎี ภัทรดิลก. 2534. **การพัฒนาการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วเขียวผิวดำที่ปลูกในวันปลูกและอัตราปลูกต่าง ๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนนท์ สุขสวัสด์, พนัส สุวรรณธาดา และดิเรก อินดาพรม. 2537. อิทธิพลของปริมาณและระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว. **วารสารวิชาการเกษตร** 12 (กุมภาพันธ์): 94 – 101.

อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์. 2544. **การศึกษาอิทธิพลของการอัดเม็ด วิธีใส่ และเวลาในการใส่ปุ๋ยมูลไก่ต่อผลผลิตและการดูดดึงธาตุอาหารของข้าวโพด และต่อสมบัติของดิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2546. **ถั่วเหลือง : พืชทองของไทย**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาทิตยา ไชโย. 2548. **การศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมี สำหรับการผลิตถั่วเหลือง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

อาวุธ ตันโช. 2538. **การผลิตสัตว์ปีก**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

อุดม นาแฮะ. 2545. **การจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในดินชาดฟอสฟอรัส.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2545. **กระบวนการทางชีววิทยาของพืช**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Burl, M. ; Graham, L. and Donovan, T. 1982. Long-term Effects of Manure on Soil Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Sodium, Organic Matter and Water Infilltration Rate. **Soil Science Society of America Journal.** 46 (September): 1014 – 1018.

Casellanos, J.Z. and Pratt, P.F. 1981. Mineralization of Nitrogen-Correlation with Laboratory Indexes. **Soil Science Society of America Journal**. 45 (April): 354 – 357.

Duque. 1998. IPNMS Research on Corn. In **World Watch.** Texas: Techno Press. Pp. 72 – 82.

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 (February): 215 – 219.

Fageria, N.K. and Baligar, V.C. 1997. **Growth and Mineral Nutrition of Field Crops.** New York: Marcel Dekker.

Fehr, W.R. and Caviness, C.E. 1977. **Stage of Soybean Development: Special Report no. 80.** Iowa: America Enterprise Synergy Press.

Fredeen. A.L. ; Rao, I.M. and Terry, N. 1989. **Influence of Phosphorus Nutrition on Growth and Carbon Partitioning of *Glycine max*. Plant Physiol.** New York: Kally Wall Press.

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 (November): 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 (August): 1679 – 1686.

Haghiri, F. 1966. Influence of Macronutrient Elements on the Amino Acid Composition of Soybean Plants. **Journal of the Agricultural Science (Agron).** 58 (March): 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**. August, 14 – 21, 2002, Bangkok, Thailand. Bangkok: Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. Pp. 1 – 8.

Harrison, D.G. and Aiyer, P.A.S. 1913. The Gases of Swamp Rice Soil. I. Their Composition of and Relation to the Crop Memm. Dep. Agric. **India Chemistry.** 3 (March): 65 - 104.

Hinish, W.W. 1974. Manure Doesn't Smell So Bad Anymore. **Crop & Soil.** 27 (June): 12 – 15.

Howard, D.D. 1984. Phosphorus Fertilization of Soybean : A Greenhouse Study of Plant Measurement on Four Soils. **Tennessee Farm and Home Science**. 13 (Febuary): 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 (December): 485 – 486.

Kogram, C. 2002. Influence of Chicken Manure on Cassava Yield and Soil Properties. In **World Congress of Soil Science, 17th**. August, 14 – 21, 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 (July): 11 – 12.

Ratanarat, S. ; Pongsakul, P. and Loneragan, J.F. 1990. **Mineral Nutrition of Food Legumes in Thailand with Particular Micronutrients**. Bangkok: ACIAR Technical Reports.

Reddy D.D. et al. 1999. Yield Sustainability and Phosphorus Utilization in Soy - Whet System on Vertisols in Response to Integrated Use of Manure and Fertilizer Phosphorus. **Field Crops Research**. 62 (October): 181 – 190.

SAS Insitute. 1996. **User's Guide, Version 6.12**. Texas: SAS Institute.

Scott, W.O. and Aldrich, S.R. 1970. **Modern Soybean Production**. Illinois: S & A.

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 Agricalturist**. 40 (August): 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 (December): 1 – 2.

Uppal, H.S., et al. 1997. Effect of Soil Moisture Regimes on Phosphorus Levels in Soybean. **Environment and Ecology.** 15 (July): 961 – 964.

Vandepopuliere, J.M. ; Johannsen, C.J. and Wheaton, H.N. 1975. Manure Form Caged Hens Evaluated on Fescue Pasture: Managing Livestock Wastes. In **International Symposium on Livestock Waste**. London: Butterworth. Pp. 269 – 270.

Weiss, E.A. 1983. **Tropical Oilseed Crops**. New York: Longman.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางสาวลัดดา อุดมผล
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ วิชาเอก อนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2542
ประสบการณ์ทำงาน	นักวิชาการสาธารณสุข 5 กองสุขาภิบาลชุมชนและประเมินผล กระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข