

การศึกษาการใช้มูลกึ่งทดแทนปุ๋ยเคมี  
สำหรับการผลิตถั่วเหลือง

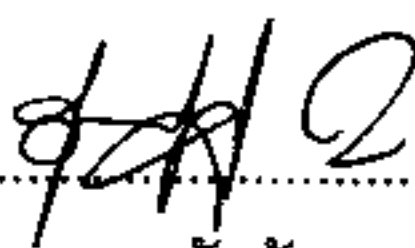
กฤษฎา หงส์รัตน์

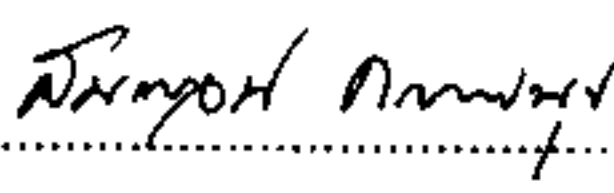
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)  
สำนักพัฒนาระบบบริหาร  
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์  
พ.ศ. 2546

การศึกษาการใช้มูลกึ่งทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง  
กฤษฎา หงส์รัตน์  
สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา

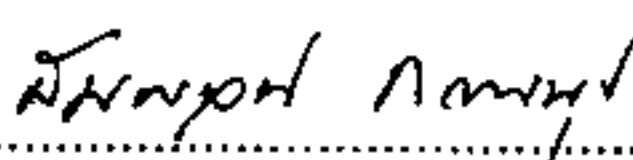
---

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

อาจารย์ .....  ..... ประธานกรรมการ  
(ดร. ธวัชชัย ชุมดิษฐ์)

อาจารย์ .....  ..... กรรมการ  
(ดร. สมพจน์ กรรณนุช)

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

.....  .....  
(ดร.สมพจน์ กรรณนุช)

ผู้อำนวยการหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม  
วันที่ ๒๕ กันยายน ๒๕๔๖ .



## บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การศึกษาการใช้มูลกิ้งกวดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง  
ชื่อผู้เขียน : กฤษฎา หงส์รัตน์  
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)  
ปีการศึกษา : 2546

---

การศึกษาการใช้มูลกิ้งกวดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 รวมถึงธาตุอาหารและปริมาณโลหะหนัก เมื่อใช้ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้งกวดในอัตราต่างๆ ณ แปลงทดลองที่สร้างขึ้นภายในฟาร์มกึ่งสุรรัตน์ 3 อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ระหว่างวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2546 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2546 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้มูลกิ้งกวดผสมดินก่อนปลูก 2 สัปดาห์ ในอัตรา 0 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 10 กรัมต่อกระถาง รวม 6 ระดับ ระดับละ 30 กระถาง โดยมีมูลกิ้งกวด 0 เปอร์เซ็นต์ เป็นกลุ่มควบคุม

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลกิ้งกวด 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีแนวโน้มการเจริญเติบโตในส่วนของคุณภาพสูง จำนวนข้อ น้ำหนักแห้งฝัก น้ำหนักแห้งรวม ผลผลิต จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ด มากกว่ามูลกิ้งกวดในทุกๆ ระดับ รวมถึงปุ๋ยเคมี ยกเว้น พื้นที่ใบ เมล็ดต่อฝัก ปริมาณโปรตีนและไขมันในเมล็ดที่มีค่าน้อยกว่าถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี รวมถึงการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ที่ยาวกว่าปุ๋ยเคมีด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อใช้มูลกิ้งกวดในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้มีการตกค้างของตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในใบและเมล็ดของถั่วเหลือง รวมถึงในดินที่ใช้ปลูกมากขึ้นตามปริมาณมูลกิ้งกวดที่ใช้มากขึ้น เช่นเดียวกับความเค็มและธาตุอาหารในดินจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณมูลกิ้งกวดที่ใช้มากขึ้น

## **ABSTRACT**

**Title of Thesis** : The Study of the Substitution of Tiger Shrimp Excrement  
for Chemical Fertilizer in Soybean Production

**Author** : Mr. Kritsada Hongrath

**Degree** : Master of Science (Environmental Management)

**Year** : 2003

---

"The Study of the Substitution of Tiger Shrimp Excrement for Chemical Fertilizer in Soybean Production" compared the results in terms of plant growth and yield component, including nutrients and heavy metal, when chemical fertilizer is substituted by tiger shrimp excrement at different ratios in experiment crop using "Chiengmai 60 Soybean". The experiment was conducted during March 9, 2003 and June 30, 2003, in a structure of semi-protected environment in Sureerath Farm III, in Laemsing, Chantaburi Province. The design of the experiment was completely randomized, comprising 6 treatments, 30 pots for each treatment. Tiger shrimp excrement was mixed with soil 2 weeks earlier, at the rate of 0, 2, 4, 6, 8 per cent by weight, and chemical fertilizer 10 grams/pot. Nothing was added in the control group.

The results are that at 8 per cent dose of tiger shrimp excrement, plant growth and yield were highest, measured by plant height, node number, pod dry matter, total dry matter, yield, number of pods per plant, seed dimension. However, leaf area was larger when chemical fertilizer was applied. More tiger shrimp excrement had resulted in higher residues of heavy metal, detected in leaf and seed and in soil.



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำปรึกษา และกำลังใจ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร.ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.สมพจน์ กรรณนุช และอ.ละอองดาว แสงหล้า กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำชี้แนะและควบคุมวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกๆ ท่านในสำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา ที่ได้ถ่ายทอดและสร้างความรู้ให้แก่ผู้ศึกษา และขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักฯทุกๆ ท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือประสานงานในระหว่างการศึกษาและระหว่างการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ลัดดาวัลย์ กรรณนุช รศ.ดร.สัญญาชัย จตุรสิทธา อ.นครินทร์ ปรียบไหว ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยพืชสวน อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี เจ้าหน้าที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกๆ ท่านที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ

ขอขอบคุณพี่กุศล โชติรัตน์ ที่ได้ประสานงานระหว่างอาจารย์และเพื่อนๆ ในระหว่างการศึกษาได้เป็นอย่างดี เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในสำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาทุกๆ ท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการศึกษา คณะกรรมการสโมสรนักศึกษาทุกๆ ท่าน ที่ได้ร่วมทำงานในระหว่างการศึกษา คุณศิวพรรณ พุ่มวชิรกุล ที่ให้ความช่วยเหลือในการค้นคว้าข้อมูลในการทำรายงานต่างๆ และเพื่อนๆ ต่างคณะที่มีได้เอ่ยนาม

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณคุณแม่ สุรรัตน์ หงส์รัตน์ คุณพ่อประยูร หงส์รัตน์ ที่ได้ให้โอกาสในการศึกษาและเป็นแบบอย่างในการดำเนินชีวิตของผู้ศึกษามาโดยตลอด คุณดวงกมล หงส์รัตน์ พี่สาวที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา ด้วยความเคารพรักอย่างสูง

กฤษฎา หงส์รัตน์

กันยายน 2546

## สารบัญ

|                                                  | หน้า      |
|--------------------------------------------------|-----------|
| <u>บทคัดย่อ</u>                                  | ab (3)    |
| ABSTRACT                                         | (4)       |
| กิตติกรรมประกาศ                                  | (5)       |
| <u>สารบัญ</u>                                    | co (6)    |
| สารบัญตาราง                                      | (8)       |
| สารบัญภาพ                                        | (10)      |
| สารบัญกราฟ                                       | (11)      |
| <br><u>บทที่ 1</u> บทนำ                          | <br>c1 1  |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา               | 1         |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย                      | 3         |
| 1.3 สมมติฐานของการวิจัย                          | 4         |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย                            | 4         |
| 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ                          | 4         |
| <br><u>บทที่ 2</u> ทบทวนวรรณกรรม                 | <br>c2 5  |
| 2.1 สถานการณ์การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทย  | 5         |
| 2.2 ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ                | 6         |
| 2.3 ขอบเสียจากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง                    | 12        |
| 2.4 คำจำกัดความของมูลกุ้ง                        | 13        |
| 2.5 ปุ๋ยสำหรับพืช                                | 13        |
| 2.6 ข้อมูลพื้นฐานของถั่วเหลือง                   | 21        |
| 2.7 ปุ๋ยอินทรีย์กับถั่วเหลือง                    | 28        |
| <br><u>บทที่ 3</u> วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา | <br>c3 30 |
| 3.1 วัสดุ อุปกรณ์                                | 30        |
| 3.2 วิธีการทดลอง                                 | 31        |



|                               |                                         |     |
|-------------------------------|-----------------------------------------|-----|
| <b><u>บทที่ 4</u></b>         | <b>ผลการทดลอง</b>                       | 38  |
| 4.1                           | สมรรถภาพของตัวเหือง                     | 38  |
| 4.2                           | <u>ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต</u>     | 81  |
| 4.3                           | ปริมาณโลหะหนัก                          | 86  |
| 4.4                           | ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง | 92  |
| <b><u>บทที่ 5</u></b>         | <b>สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</b>      | 97  |
| 5.1                           | สรุปผลการทดลอง                          | 97  |
| 5.2                           | ข้อเสนอแนะ                              | 99  |
| <b><u>บรรณานุกรม</u></b>      |                                         | 100 |
| <b><u>ภาคผนวก</u></b>         |                                         | 106 |
| ภาคผนวก ก                     | การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ         | 106 |
| ภาคผนวก ข                     | คำนวณผลผลิตต่อกระถาง                    | 125 |
| ภาคผนวก ค                     | ภาพการปลูกและการเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยว | 127 |
| ภาคผนวก ง                     | ข้อมูลอุณหภูมิตามวัน                    | 138 |
| <b><u>ประวัติผู้เขียน</u></b> |                                         | 144 |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                                                                           | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชในมูลสัตว์บางประเภท                                                                                                                     | 16   |
| 2.2 เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักจากซากพืชซากสัตว์และจากขยะมูลฝอย                                                                                              | 18   |
| 2.3 เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยซากสัตว์และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์                                                                                                | 19   |
| 2.4 เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร                                                                                    | 20   |
| 2.5 เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม                                                                                           | 21   |
| 2.6 การกำหนดระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (V-stage)                                                                                                              | 24   |
| 2.7 การกำหนดระยะการเจริญพันธุ์ในถั่วเหลือง (R-stage)                                                                                                               | 25   |
| 3.1 ปริมาณดินและมูลกึ่งที่ใช้ในแต่ละซ้ำของหน่วยทดลอง                                                                                                               | 35   |
| 3.2 การเก็บข้อมูลในระยะต่างๆ                                                                                                                                       | 37   |
| 4.1 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                   | 40   |
| 4.2 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน            | 47   |
| 4.3 จำนวนข้อต่อต้นและความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                                             | 67   |
| 4.4 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร/2ต้น) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                                     | 70   |
| 4.5 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                    | 74   |
| 4.6 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                     | 79   |
| 4.7 ผลผลิตต่อกระถาง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน | 83   |



|      |                                                                                                                                        |    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.8  | คุณค่าทางโภชนาของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง<br>และปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                           | 85 |
| 4.9  | ปริมาณโลหะหนักในมูลกิ้ง                                                                                                                | 86 |
| 4.10 | ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วเหลือง<br>พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน  | 88 |
| 4.11 | ปริมาณโลหะหนักในใบของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดย<br>ได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                       | 90 |
| 4.12 | ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดย<br>ได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                    | 91 |
| 4.13 | ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลือง                                                                              | 95 |
| 4.14 | ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วเหลือง<br>พันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน | 96 |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                  | หน้า |
|---------------------------------------------------------|------|
| 3.1 ลักษณะของโรงเรือนประดิษฐ์                           | 34   |
| 3.2 ลักษณะการจัดวางกระถางภายในโรงเรือนประดิษฐ์จากการสุม | 34   |
| 4.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 7 วัน               | 41   |
| 4.2 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 14 วัน              | 42   |
| 4.3 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 21 วัน              | 43   |
| 4.4 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 28 วัน              | 44   |
| 4.5 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 35 วัน              | 48   |
| 4.6 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 42 วัน              | 49   |
| 4.7 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 49 วัน              | 50   |
| 4.8 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 56 วัน              | 51   |
| 4.9 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 63 วัน              | 52   |
| 4.10 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 70 วัน             | 53   |
| 4.11 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 77 วัน             | 54   |
| 4.12 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 84 วัน             | 55   |
| 4.13 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 91 วัน             | 56   |
| 4.14 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 98 วัน             | 57   |



## สารบัญกราฟ

| กราฟที่                                                                                                                                                                               | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.1 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์<br>ในระยะ $R_1$ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้ง<br>ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน | 58   |
| 4.2 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์<br>ในระยะ $R_3$ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้ง<br>ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน | 59   |
| 4.3 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์<br>ในระยะ $R_4$ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้ง<br>ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน | 60   |
| 4.4 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์<br>ในระยะ $R_5$ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้ง<br>ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน | 61   |
| 4.5 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์<br>ในระยะ $R_6$ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้ง<br>ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน | 62   |
| 4.6 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์<br>ในระยะ $R_7$ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้ง<br>ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน | 63   |
| 4.7 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์<br>ในระยะ $R_8$ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้ง<br>ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน | 64   |
| 4.8 พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อสองต้นในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60<br>ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                                                 | 71   |
| 4.9 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60<br>ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน                                                              | 75   |

- 4.10 น้าหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดย  
ได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 80



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีความสำคัญและมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในทางเศรษฐกิจสามารถทำรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งได้เป็นอย่างดีและกลายมาเป็นสัตว์เศรษฐกิจนำรายได้เข้าสู่ประเทศ การเลี้ยงกุ้งในประเทศไทยนั้นเริ่มต้นขึ้นประมาณปี พ.ศ. 2490 และมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่การเลี้ยงมากขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี พ.ศ. 2538 ประเทศไทยมีฟาร์มกุ้ง 26,145 ฟาร์ม เนื้อที่การเพาะเลี้ยง 468,386 ไร่ สามารถผลิตกุ้งได้รวม 259,540 ตัน (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540: 149) และในปี พ.ศ. 2541 มีเนื้อที่การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลประมาณ 440,000 ไร่ ผลิตกุ้งได้ 234,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 67,000 ล้านบาท (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2543: 77) ซึ่งการเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนานั้นมีกำไรสุทธิเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 35 ของราคาที่เกษตรกรขายกุ้งได้ (นิสิตหลักสูตรธุรกิจการเกษตร รุ่นที่ 6, 2543: 28) จากผลตอบแทนที่สูงมากในเชิงธุรกิจเกษตรกรจึงนิยมเลี้ยงกุ้งกุลาดำมากขึ้น

อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำพบว่าภาวะมลพิษจากบ่อเลี้ยงกุ้งถูกถ่ายเทไปยังสภาพแวดล้อมชายฝั่งโดยผ่านทางน้ำและตะกอนที่ทิ้งออกมาจากบ่อ ซึ่งการเกิดมลพิษทางน้ำอาจเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของการผลิต คือ 1) ขั้นตอนการเตรียมบ่อ 2) ขั้นตอนการเลี้ยง 3) ขั้นตอนการจับกุ้ง และ 4) ขั้นตอนการทำความสะอาดบ่อ โดยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนที่ 1, 2 และ 3 จะมีค่อนข้างน้อย (ถึงแม้ว่าในขั้นตอนที่ 2 จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำบ้าง แต่มลพิษจากน้ำก็ยังอยู่ในระดับมาตรฐานของกรมประมง และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต) ส่วนในขั้นตอนที่ 4 ซึ่งเป็นขั้นตอนในการทำความสะอาดบ่อ หลังจากการจับกุ้งของเกษตรกร เกษตรกรส่วนมากจะทิ้งเลนและตะกอนจากกันบ่อออกไปนอกฟาร์ม โดยปกติจะเป็นคลองสาธารณะ ตะกอนที่ปล่อยทิ้งจากนาุ้ง หลายฝ่ายมองว่าอาจจะเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดินและน้ำทะเลชายฝั่ง ซึ่งจะส่งผลไปยังระบบนิเวศป่าชายเลน แหล่งหญ้าทะเล และแนวปะการัง

ตะกอนที่มาจากนาทุ่งจะอุดมไปด้วยสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์และสารอาหาร สารอาหารเหล่านี้อาจเป็นสาเหตุของการเกิดภาวะที่มีความสมบูรณ์ของสารอาหารสูง (eutrophication) และปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี ซึ่งเมื่อเกิดสภาวะเช่นนี้ขึ้นจะทำให้ออกซิเจนในน้ำทะเลลดลง ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อยู่ในน้ำไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้และเมื่อสาหร่ายตายลงก็จะกลายเป็นมลพิษในน้ำ นอกจากนั้นตะกอนที่ทิ้งออกจากนาทุ่ง อาจจะทำให้น้ำทะเลมีความขุ่นมากขึ้น ซึ่งจะไปขัดขวางการแพร่กระจายของแสงลงสู่น้ำทะเล ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของปะการังและหญ้าทะเล (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540: 139) นอกจากนั้นจากข้อมูลคุณภาพน้ำที่ได้จากการสำรวจ พบว่า สถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งบริเวณอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามันมีแนวโน้มค่อนข้างเสื่อมลงอย่างเห็นได้ชัดในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่อ่าวไทยตอนบนและพื้นที่ใกล้เคียงจังหวัดจันทบุรี แหลมศอก จังหวัดตราด บริเวณปากแม่น้ำตาปี-พุมดวง จังหวัดปัตตานี ซึ่งตรวจพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 4 (เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง) บริเวณที่เสื่อมโทรมมากที่สุด คือ บริเวณอ่าวชลบุรี จังหวัดชลบุรี และแหลมศอก จังหวัดตราด โดยในช่วงต้นฤดูฝนตรวจพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มสูงถึง 160,000 หน่วย จากที่กำหนดไว้มีค่าไม่เกิน 1,000 หน่วย (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2541: 108) นอกจากนั้นผลการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษในฤดูแล้งและฤดูฝนของปี พ.ศ. 2542 พบว่า บริเวณอ่าวชลบุรี เกาะลอย ตลาดนาเกลือ ปากคลองพิทยาล จังหวัดชลบุรี ปากแม่น้ำประแสร์ แหลมฉบัง จังหวัดตราด ปากน้ำจันทบุรี ปากน้ำเวฬุ สวนรุกชาติ และปากคลองแกลง จังหวัดจันทบุรี มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งสองฤดู ยกเว้นบริเวณหาดทรายแก้ว (เกาะเสม็ด) จังหวัดระยอง พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเฉพาะในช่วงฤดูฝน (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2543: 73-74) จะเห็นได้ว่าความรุนแรงของการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มนั้นมีแนวโน้มรุนแรงและสูงขึ้นเรื่อย ๆ

จากภาวะวิกฤตของคุณภาพน้ำทะเลในหลายๆ พื้นที่ สาเหตุหนึ่งที่ไม่อาจปฏิเสธได้คือเกิดจากการปล่อยตะกอนของฟาร์มกุ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งตะกอนที่เกิดขึ้นภายหลังจากการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรนั้น พบว่ามีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง เมื่อวิเคราะห์ในเชิงของสมดุลมวลสารของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากอาหารกุ้ง 100 ส่วน กุ้งสามารถนำไนโตรเจนไปใช้ได้ประมาณ 21.8 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นในส่วนของธาตุอาหารที่กุ้งไม่ได้ใช้และปนอยู่ในมูลกุ้งและของเสียต่างๆ จะสูงมาก โดยไนโตรเจนจะมีประมาณ 78.2 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสจะมีประมาณ 86 เปอร์เซ็นต์ (ออลเวท กรุ๊ป, 2545)

จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้น จึงมีแนวความคิดในการจัดการเลนและตะกอนหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า "มูลกุ้ง" เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมูลกุ้งดังกล่าวมาใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกพืชโดยเฉพาะถั่วเหลือง ซึ่งเป็นพืชที่มีความต้องการธาตุอาหารสูงโดยเฉพาะ



ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส และดินที่ใช้ปลูกส่วนใหญ่ก็มีธาตุอาหารดังกล่าวไม่เพียงพอต่อความต้องการของถั่วเหลือง แต่ในขณะที่มูลกึ่งนั้นมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอยู่สูง สำหรับในปัจจุบัน การปลูกถั่วเหลืองของเกษตรกรจะต้องใส่ปุ๋ยเพิ่มเติม การใช้ปุ๋ยที่ประหยัดต้นทุน คือ การใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลัก N P และ K ในสัดส่วนที่ตรงกับความต้องการของพืช โดยในถั่วเหลืองมีความต้องการในอัตราส่วน 1:3:2 เช่น 3-9-6 ของ  $N$   $P_2O_5$  และ  $K_2O$  แต่ปัจจุบันการผลิตปุ๋ยมักจะผลิตชนิดที่พืชส่วนใหญ่ใช้ เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตสูง เช่น ปุ๋ยข้าว (16-20-0 และ 16-16-8) ปุ๋ยพืชไร่ (15-15-15) อย่างไรก็ตามเพื่อลดต้นทุนการใส่ปุ๋ยและเพื่อไม่ให้ใส่ปุ๋ยมากเกินไปจนความจำเป็นจึงมีการรณรงค์การผสมปุ๋ยเคมีใช้เอง ซึ่งเกษตรกรสามารถเลือกชนิด/สัดส่วนผสมและอัตราที่ต้องการของพืชและแหล่งปลูกได้เพื่อให้ตรงกับความต้องการของพืช แต่วิธีดังกล่าวก็ยังไม่แพร่หลายมากนัก ขณะเดียวกันในปัจจุบันได้มีการนำเอาปุ๋ยอินทรีย์รูปแบบต่างๆ มาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งวิธีนี้ถือว่าเป็นวิธีที่มีการปรับปรุงดินให้ดีขึ้นมากที่สุด (สุพรรณิรัตนะรัต, 2542: 55) โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้อยู่มีหลายชนิด เช่น ปุ๋ยจากมูลสัตว์ ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้เองมูลกึ่งซึ่งในปัจจุบันกำจัดโดยการปล่อยทิ้งลงสู่ลำคลองสาธารณะและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการนำมาใช้ในการปรับปรุงดินเพื่อใช้ในการผลิตถั่วเหลืองอีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนด้านปุ๋ยของเกษตรกรลงอีกทางหนึ่งด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ความเค็ม และโลหะหนักได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในมูลกึ่งและในดิน

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ประกอบด้วย การเจริญทางลำต้นและใบ และการเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์ ระหว่างการใช้มูลกึ่งผสมกับดินในอัตราส่วนต่างๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไขมันและโปรตีนในถั่วเหลือง ระหว่างการใช้มูลกึ่งผสมดินในอัตราส่วนต่างๆ กับการใช้ปุ๋ยเคมี

1.2.4 เพื่อศึกษาโลหะหนักตกค้างในใบและเมล็ดถั่วเหลืองภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

### 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

มูลงักสามารถใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารในการผลิตถั่วเหลืองได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและสภาพแวดล้อมในระยะยาว

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 มูลงักที่ใช้ในการทดลองได้จากตะกอนก้นบ่อหลังจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 ซึ่งเลี้ยงในระบบปิด คือ ไม่มีการถ่ายน้ำระหว่างการเลี้ยง และได้ตากแดดให้แห้งเป็นเวลา 2 เดือน

1.4.2 เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลอง คือ พันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยทำการปลูกระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2546 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2546

1.4.3 ดินที่ใช้ในการปลูกใช้ดินในพื้นที่ อ.แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี ซึ่งเป็นชุดดินท่าจีน ซึ่งมีเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินเหนียว มีสีเทา

1.4.4 ภาชนะที่ใช้ในการปลูก คือ ภาชนะพลาสติกสีดำ เส้นผ่าศูนย์กลางปากภาชนะ 11 นิ้ว สูง 9 นิ้ว

1.4.5 สถานที่ทำการทดลอง ใช้โรงเรือนทดลองที่สร้างขึ้นภายในฟาร์มสุรรัตน์ 3 อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

### 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ทราบถึงปริมาณธาตุอาหาร ความเค็มและโลหะหนักที่มีอยู่ในมูลงักและดิน
- 1.5.2 ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้มูลงักในการปลูกถั่วเหลือง
- 1.5.3 เป็นแนวทางเบื้องต้นในการนำมูลงักไปใช้กับพืชชนิดอื่นๆ
- 1.5.4 สามารถลดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำชายฝั่งได้ในระยะยาว



## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

#### 2.1 สถานการณ์การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทย

ในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำทั่วประเทศประมาณ 600,000 ไร่ โดยแบ่งเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงบริเวณชายฝั่งทะเล 400,000 ไร่ พื้นที่เพาะเลี้ยงบริเวณเขตนํ้ากร่อยหรือพื้นที่นํ้าทะเลขึ้นถึงบางฤดูกาลประมาณ 130,000 ไร่ และพื้นที่เพาะเลี้ยงบริเวณเขตนํ้าจืดมีพื้นที่ประมาณ 70,000 ไร่ (สมลักษณ์ นงนุช, 2543: 24) ประเทศไทยได้พัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจากการเลี้ยงแบบธรรมชาติมาเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนาตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2529 โดยได้รับความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคจากประเทศไต้หวัน (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540: 150) โดยใช้เทคโนโลยีและการจัดการที่ทันสมัยจนสามารถส่งออกกุ้งกุลาดำมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก ซึ่งมีมูลค่าส่งออกประมาณปีละ 40,000-50,000 ล้านบาท

ผลจากการพัฒนาระบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำจากการเลี้ยงแบบธรรมชาติเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนา โดยใช้เทคโนโลยีและการจัดการที่ทันสมัยทำให้มีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อพื้นที่สูงเมื่อเทียบกับการทำการเกษตรอื่นๆ ประกอบกับกุ้งกุลาดำมีราคาดีทำให้มีการขยายพื้นที่การเลี้ยงโดยการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลน เพื่อทำนาุ้งบริเวณชายฝั่งทะเล ต่อมาเมื่อมีการเลี้ยงมากขึ้นทำให้เกิดมลภาวะต่อนํ้าทะเลชายฝั่งส่งผลให้การเลี้ยงกุ้งชายฝั่งได้ผลผลิตไม่ดีเท่าที่ควร การเลี้ยงกุ้งกุลาดำจึงได้ย้ายพื้นที่เข้าสู่บริเวณเขตนํ้ากร่อยและบริเวณเขตนํ้าจืดตามลำดับ ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางสังคมและทางวิชาการ รวมทั้งปัญหาการใช้ทรัพยากรนํ้าและที่ดินในเขตที่ราบลุ่มภาคกลาง (สมลักษณ์ นงนุช, 2543: 25)

## 2.2 ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

มีการศึกษาหลายรายที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของนากุ้ง ผลสรุปจากการศึกษาเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า การเลี้ยงกุ้งในระบบพัฒนา เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ การแพร่กระจายของโรคและผลผลิตตกต่ำ ภาวะมลพิษจากบ่อเลี้ยงกุ้งถูกถ่ายเทไปยังสภาพแวดล้อมชายฝั่งโดยผ่านทางน้ำและตะกอนที่ทิ้งออกมาจากบ่อ (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540: 152) ทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติเกิดมลภาวะหรือน้ำเสีย โดยคณิต ไชยคำ และยงยุทธ ปริดาลัมพะบุตร (2537: 1-3) ได้สรุปสาเหตุของน้ำเสียจากบ่อกุ้งไว้ดังนี้

1. เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ปล่อยุ้งลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นมากเกินไป คือ อัตราการปล่อยุ้งระหว่าง 40-110 ตัวต่อตารางเมตร เมื่อปล่อยุ้งลงเลี้ยงหนาแน่นมาก มีการให้อาหารมากเกินไปเพื่อเร่งการเจริญเติบโตโดยไม่มีการตรวจสอบให้ถูกต้องเสียก่อนว่าควรเพิ่มอาหารหรือไม่ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำสูง

2. การทำสีน้ำ เกษตรกรมักจะทำสีน้ำให้เข้มเพราะเข้าใจว่ากุ้งชอบอยู่ในน้ำลักษณะดังกล่าว จึงมักมีการเติมปุ๋ยวิทยาศาสตร์ชนิดต่าง ๆ ลงไป ซึ่งปุ๋ยดังกล่าวจะไปช่วยเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอนในน้ำ เมื่อแพลงก์ตองดังกล่าวมีมากเกินไปและตายเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม น้ำจะมีสภาพเป็นกรดจัดจึงเป็นสาเหตุให้กุ้งป่วยและตายได้

3. การปล่อยุ้งน้ำเสียและโคลนเลนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงมักนิยมปล่อยุ้งทิ้งลงในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรง โดยคิดไม่ถึงว่าธรรมชาติมีขีดจำกัดในการรองรับน้ำเสีย ไม่ว่าจะเป็นการดูดเลนหรือดูดขี้กุ้งลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ระหว่างการเลี้ยงหรือฉีดเลนลงแม่น้ำลำคลอง เมื่อต้องการจะเตรียมบ่อ จึงเป็นสาเหตุทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติเกิดมลภาวะและดินขึ้น พื้นดินมีอินทรีย์วัตถุสูง เมื่อจะดำเนินการเลี้ยงกุ้งในรุ่นใหม่ของเสียเหล่านี้ก็จะกลับเข้าสู่บ่อเลี้ยงอีกครั้ง ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคตายเดือนและทำให้แพลงก์ตองเกิดหนาแน่นมาก

4. เกษตรกรขาดความรู้ทางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ การจัดการนั้น นับว่ามีความสำคัญต่อการเลี้ยงกุ้งมาก เปรียบเสมือนเป็นหัวใจของการเลี้ยงกุ้ง โดยประกอบด้วย หลักการเลี้ยง การใช้อาหารและสารเคมี การจัดระบบน้ำและการวางผังบ่อ โรคกุ้ง และการทำความสะอาดบ่อ ซึ่งในประเด็นของการทำความสะอาดบ่อนั้น เกษตรกรบางรายต้องการเลี้ยงกุ้งให้ได้มากรุ่น จึงไม่มีการตากบ่อ โดยจะทำการฉีดเลนออกจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งเลนดังกล่าวเป็นของเสียจากเศษอาหารที่เหลือ ขี้กุ้งและจากการตายของแพลงก์ตองในบ่อเลี้ยงนั่นเอง ซึ่งของเสียดังกล่าวมีปริมาณแอมโมเนียสูง และก่อให้เกิดมลภาวะแก่แหล่งน้ำธรรมชาติ



ทั้งนี้ผลกระทบจากการทำนาทุ่งอันได้แก่ คุณภาพน้ำและดินที่ถูกใช้ไปในการเลี้ยงกุ้ง การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาจะเป็นการเลี้ยงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดและมีปริมาณมากกว่าการเลี้ยงแบบเบาบาง โดยคุณภาพดินและน้ำที่ใช้เลี้ยงล้วนได้รับผลกระทบซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

### 2.2.1 ผลกระทบทางกายภาพและเคมีภาพ

ผลกระทบทางกายภาพและเคมีภาพ คือ ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางกายภาพไปจากระบบนิเวศเดิม ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณน้ำ การตกตะกอน เป็นต้น ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นจากปริมาณของเสียต่างๆ ที่เกิดจากบ่อกุ้ง ซึ่งมีสาเหตุจากอาหารและของเสียที่กุ้งขับถ่ายออกมา รวมทั้งสารเคมีที่ผู้เลี้ยงกุ้งใช้ (ทัศนีย์ ฉันทาดิสัย, 2530: 22; ชรินทร์ อัมพรสศิริ, 2536: 13) โดยผลกระทบดังกล่าวสามารถจำแนกผลกระทบทางด้านกายภาพและเคมีภาพได้ดังนี้

#### 2.2.1.1 ผลกระทบทางน้ำ

การปล่อยน้ำเสียจากบ่อกุ้งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำโดยตรง ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรต้องการเลี้ยงกุ้งให้ได้ปริมาณมากและใช้เวลาน้อย จึงไม่มีการตากบ่อเพื่อบำบัดตามธรรมชาติ โดยเกษตรกรมักทำการฉีดเลนออกจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งเลนดังกล่าวเป็นของเสียที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้ง ประกอบด้วยซากแพลงค์ตอน เศษอาหาร รวมถึงขี้กุ้ง ซึ่งของเสียดังกล่าวมีปริมาณแอมโมเนียที่สูงส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำโดยตรง (คณิต ไชยคำ และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, 2537: 3) เช่นเดียวกับ ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ (2531: 7-11) ที่ได้รายงานถึงปัญหาของคุณภาพน้ำในบ่อกุ้งเป็นมีสารอินทรีย์อยู่มาก ประกอบกับการเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาจะต้องมีการให้อาหารกุ้งเกือบตลอดเวลาและอาหารบางส่วนถูกใช้ไม่หมด ขี้กุ้งและสิ่งขับถ่ายอื่นๆ เมื่อหมกสลายตัวแล้วเกิดเป็นตะกอนตกค้างก้นบ่อ ส่วนหนึ่งก็สลายตัวต่อไปอย่างช้าๆ ทั้งหมดนี้รวมกันแล้วได้ปลดปล่อยสารอินทรีย์ออกมาเป็นปุ๋ย ซึ่งเมื่อน้ำเหล่านี้ระบายสู่ธรรมชาติก็จะก่อให้เกิดปัญหามลภาวะได้

สมเกียรติ ปิยะธีรติวรกุล (2531: 25) ได้สรุปว่าน้ำเสียที่มาจากบ่อเลี้ยงกุ้งนั้นจะมีสารจำพวกแอมโมเนีย ซึ่งสารเหล่านี้เมื่อลงสู่แหล่งน้ำจะถูกย่อยสลายเป็นไนไตรท์-ไนเตรท ซึ่งเป็นอาหารของพืชน้ำสาหร่ายและทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของสาหร่าย ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำลงได้ ชรินทร์ อัมพรสศิริ (2536: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลกระทบของการทำนาทุ่งต่อคุณภาพน้ำป่าชายเลน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าน้ำที่ปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงกุ้งจะมีแอมโมเนียที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐานและเมื่อระบายน้ำผ่านพื้นที่ป่าชายเลนสู่ชายฝั่งทะเลพบว่าทำให้น้ำทะเลมีคุณภาพเปลี่ยนแปลงไป

พลาวัธ น้อยเคียง (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยศึกษาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2541 พบว่าคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งโดยส่วนใหญ่มีคุณภาพดี มีเพียงบางบ่อที่มีปริมาณแอมโมเนียอยู่ในระดับที่เป็นพิษ

#### 2.2.1.2 ผลกระทบทางดิน

ผลกระทบของดินที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เช่น ทำให้ค่า pH ของดินเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนั้นการนำน้ำเค็มหรือน้ำกร่อยเข้ามากักขังในพื้นที่เป็นเวลานานยังส่งผลทำให้ความเค็มของดินเพิ่มขึ้น โดยชฎา ณรงค์ฤทธิ์ (2535: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลกระทบจากการทำนากุ้งในพื้นที่ป่าชายเลนต่อคุณสมบัติของดิน บริเวณอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยแบ่งเก็บดินจากบ่อเลี้ยงกุ้ง 3 บริเวณคือ ดินที่คันบ่อ ดินที่ขอบบ่อ และดินที่พื้นบ่อ แล้วเปรียบเทียบคุณสมบัติและความอุดมสมบูรณ์ของดินบ่อเลี้ยงกุ้งกับดินป่าชายเลนธรรมชาติ พบว่าดินบ่อเลี้ยงกุ้งมีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลางถึงสูง ในขณะที่ดินป่าชายเลนมีความอุดมสมบูรณ์สูง ในขณะที่การวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าดินบ่อเลี้ยงกุ้งจะมีความผันแปรมากกว่าดินป่าชายเลนธรรมชาติ โดยดินบ่อเลี้ยงกุ้งมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำกว่าดินจากป่าชายเลนธรรมชาติ

พัชรดา เหมมัน (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความผันแปรของคุณภาพน้ำและดิน แพลงค์ตอนพืช ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตพื้นที่น้ำจืด จังหวัดราชบุรี ในระหว่างเดือนมิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ. 2540 พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินในบ่อเลี้ยงมีค่ามากกว่าในคลองส่งน้ำ ในขณะที่ในบ่อเลี้ยงไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการสะสมของความเค็มในดิน และจากการศึกษาของการเลี้ยงกุ้งที่จะมีต่อพื้นที่การเกษตรบริเวณดินเค็มชายทะเล พบว่าการเคลื่อนไหลแพร่กระจายความเค็มมีทิศทางมาจากบ่อกุ้งและลำคลองซึ่งเป็นที่ย่อยน้ำเสียจากบ่อกุ้ง ในระยะเวลาประมาณ 1 ปี การแพร่กระจายของความเค็มสู่พื้นที่การเกษตรบริเวณใกล้เคียงมีระยะทางประมาณ 600 เมตร และแพร่กระจายไปตามทิศทางการไหลของน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณกลุ่มประจุบวก เช่น โซเดียม แมกนีเซียม และกลุ่มประจุลบ เช่น คลอไรด์ ฟอสเฟต ได้เพิ่มขึ้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้พื้นที่การเกษตรที่อยู่ใกล้เคียงได้รับความเสียหายไม่สามารถทำการเกษตรได้อีกต่อไป ในบริเวณพื้นที่ที่ห่างจากนากุ้งประมาณ 300 เมตร ได้ถูกทิ้งร้างไม่ได้ใช้ประโยชน์เนื่องจากผลกระทบจากความเค็มและบริเวณนาข้าว การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวก็ได้รับผลกระทบ และสิ่งที่จะเกิดตามมาคือ การลุกลามขยายวงกว้างของพื้นที่ดินเค็มหากไม่มีมาตรการป้องกันแก้ไข (รังสรรค์ อัมเอบ, สุทัศนไพรัชกุล และประสิทธิ์ กันประภาส, 2539: 37-38)



### 2.2.2 ผลกระทบทางชีวภาพ

ผลกระทบทางชีวภาพเป็นผลกระทบเนื่องมาจากผลกระทบทางกายภาพที่มีต่อทรัพยากรชีวภาพต่างๆ บริเวณชายฝั่งทะเลหรือบริเวณพื้นที่บริเวณรอบๆ ฟาร์มกุ้ง เช่น ป่าชายเลน สัตว์น้ำ ปะการัง นาข้าว เป็นต้น (ชนินทร์ อัมพรสถิต, 2536: 12) ซึ่งอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชนิด การลดปริมาณชนิด การลดปริมาณพรรณไม้ร่วม การตายของพรรณไม้ทั้งหมด การเกิดโรคระบาดของพรรณไม้และสัตว์น้ำในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงหรือทำลายที่อยู่อาศัย เป็นต้น (ทัศนีย์ ฉันทาติสัย, 2530: 22)

นพรัตน์ บำรุงรักษ์ (2535: 1-3) กล่าวว่า ความชุ่มชื้นของน้ำเสียจากฟาร์มกุ้งและการเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศ มีผลกระทบกระเทือนต่อการเกษตร คือ ต่อการประมงหรือการจับสัตว์น้ำ และต่อการปลูกพืชรวมทั้งการเลี้ยงสัตว์ ตะกอนที่มีปะปนอยู่ในน้ำมีอยู่ด้วยกันสองชนิดคือ ตะกอนที่เป็นอินทรีย์สารก็จะมีคุณสมบัติเหมือนกับสารที่ต้องการออกซิเจน นั่นคือสามารถทำให้น้ำเน่าเสียได้ ส่วนตะกอนอีกประเภทหนึ่งคืออินทรีย์สารซึ่งเป็นอนุภาคของดินเหนียวและดินซิลท์ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการประมง ทำให้ในน้ำมีตะกอนมากเป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำทำให้อาหารของสัตว์น้ำลดปริมาณลงจึงเป็นผลทำให้การผลิตสัตว์น้ำลดจำนวนลงไปด้วย

จิตต์ คงแสงไชย (2531: 11) ได้กล่าวถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงกุ้งว่าจะก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรง ดังนี้

1. การใช้พื้นที่ป่าชายเลนเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการทำนา กุ้ง จะเป็นการสูญเสียพื้นที่ป่าชายเลนในส่วนที่ทำการเพาะเลี้ยงทั้งหมด และนอกจากนั้น กิจกรรมการเพาะเลี้ยง เช่น การถางป่า การขุดร่องน้ำ การยกคัตดิน เป็นต้น จะทำให้เกิดการชะล้างตะกอนดิน และการพังทลายของดิน ไปสู่ป่าบริเวณข้างเคียง ผลกระทบจะรุนแรงยิ่งขึ้นหากเลือกพื้นที่ป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์ และสร้างแปลงเพาะเลี้ยงติดริมฝั่งน้ำ

2. การใช้พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากเกินไปในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง หรือพื้นที่ป่าชายเลนถูกทำลายไปเป็นบริเวณกว้างขวางจะทำให้แหล่งธาตุอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำลดจำนวนลงไปเป็นผลให้สัตว์น้ำวัยอ่อนลดจำนวนลงด้วย ซึ่งนอกจากจะกระทบกระเทือนต่อการประมงชายฝั่งแล้ว ยังเป็นผลเสียหายต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเองด้วย

3. การก่อสร้างคันดินจะทำให้เกิดการกีดกันการขึ้นลงของน้ำทะเลไปสู่บริเวณป่าชายเลนข้างเคียงได้ จะทำให้ป่าเสื่อมโทรมลงหรือตายได้ นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มแนวโน้มการรุกรานพื้นที่ป่าชายเลนในบริเวณข้างเคียง หากมีการตัดถนนหรือการเพิ่มความสะดวกในด้านการคมนาคมไปสู่บริเวณนั้น

พื้นที่ป่าชายเลนที่ถูกทิ้งร้างไว้หลังจากที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ได้ผล จะทำให้ป่าชายเลนนั้นต้องสูญเสียไปอย่างถาวรเนื่องจากดินจะมีสภาพเป็นกรดจัด ดินแข็งจนไม่อาจฟื้นฟูให้กลับสู่สภาพเดิมได้ หรือถ้าจะทำให้กลับมาใช้ได้ต้องใช้เวลาอันยาวนาน และการลงทุนค่อนข้างสูง

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และคณิต ไชยคำ (2537: 39) ได้ศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งต่อคุณภาพน้ำในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี พบว่ามลสารของน้ำที่ปล่อยออกจากบ่อกุ้งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสัตว์น้ำในธรรมชาติทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลกระทบทางตรง ได้แก่ ทำให้แหล่งรองรับน้ำทิ้งมีคุณภาพน้ำต่ำลง ทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าปกติหรือไม่เจริญเติบโต ไม่มีการสืบพันธุ์ ส่วนผลกระทบทางอ้อม ได้แก่ การที่น้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงมีปริมาณสารอินทรีย์สูง เมื่อถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้กับแหล่งน้ำนั้น ทำให้แพลงก์ตอนมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความต้องการออกซิเจนในบริเวณนั้นจึงสูงขึ้น ก่อให้เกิดภาวะขาดแคลนออกซิเจนในแหล่งน้ำได้ นอกจากนั้นตะกอนดินหรือเลนที่ถูกปล่อยทิ้งระหว่างการจับกุ้งบางส่วนตกตะกอนทำให้แหล่งน้ำนั้นตื้นเขิน ส่งผลทำให้สัตว์หน้าดินมีปริมาณลดลง นอกจากนั้น ทศนิยม ฉันทาดิสัย และมุกิตา พัวธรรม (2532: 3) ยังกล่าวว่า การนำสารเคมีชนิดต่างๆ เข้ามาใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งสารเคมีดังกล่าวบางชนิดจะมีองค์ประกอบของโลหะหนักหรือสารเคมีที่ย่อยสลายยาก ซึ่งจะทำให้สะสมอยู่ในธรรมชาติมากขึ้นจนอาจถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต หรืออาจเป็นสารพิษ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในวงจรอาหารตามธรรมชาติในท้องทะเลให้ลดปริมาณลงได้

### 2.2.3 ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม

ในการศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมนั้น กล่าวได้ว่าผลกระทบประกอบด้วยทั้งด้านบวกและด้านลบ โดยผู้ที่รับผลกระทบทางด้านบวกก็คือผู้ที่มีรายได้จากการเลี้ยงกุ้งแล้วประสบความสำเร็จ ส่วนทางด้านลบก็คือผู้ที่ประสบภาวะขาดทุน อีกทั้งยังรวมถึงผู้ที่ได้รับผลกระทบข้างเคียงจากฟาร์มกุ้งด้วยเช่นกัน

ทศนิยม ฉันทาดิสัย และมุกิตา พัวธรรม (2532: 3) กล่าวว่า ผลกระทบจากการทำนากุ้งอาจจะทำให้การใช้ประโยชน์จากที่ดินของชุมชนเกิดความขัดแย้งในรูปของการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ เช่น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนมาเป็นบ่อเพาะเลี้ยง ทำให้ราษฎรที่เคยอาศัยป่าชายเลนเพื่อจับสัตว์น้ำและยังชีพเป็นรายได้เล็กน้อยและการอาศัยไม้จากป่าชายเลนเป็นฟืนหรือสร้างอุปกรณ์การประมงจะต้องหมดไป หรือการสร้างบ่อเพาะเลี้ยงอาจจะปิดกั้นทางคมนาคมของราษฎรที่ออกสู่ทะเล หรือการที่ผู้ที่เคยอาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งจะต้องขายกรรมสิทธิ์ให้นายทุนเพื่อทำนากุ้ง เนื่องจากไม่มีเงินลงทุน เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยให้เกิดการย้ายถิ่นของราษฎรยากจนจากชายฝั่งทะเลไปก่อปัญหาการบุกรุกป่าสงวนแห่งชาติ เพื่อการเพาะปลูกหรือตั้งบ้านเรือน ตลอดจนการใช้ประโยชน์อื่นๆ ต่อไป



ทัศนีย์ จันทาดิสัย และวิภาดา ตั้งกิจจาวิสุทธิ (2528: 397) ได้กล่าวถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการทำนาทุ่งเมื่อหยุดดำเนินการแล้วว่า ในกรณีที่การทำนาทุ่งไม่ได้ผลเนื่องจากผลผลิตลดลงในปีหลัง หรือการจัดการไม่ถูกต้อง ผู้เพาะเลี้ยงก็จะละทิ้งนาทุ่งไปทางป่าชายเลนในบริเวณอื่นที่อุดมสมบูรณ์กว่าเพื่อเพาะเลี้ยงกุ้ง จากการสำรวจบริเวณที่มีการบุกรุกทำลายป่าชายเลนบริเวณอำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี เนื้อที่ประมาณ 19,000 ไร่ พบว่า ราษฎรที่ทำการบุกรุกส่วนใหญ่เคยประสบปัญหาผลผลิตตกต่ำมาจากที่อื่นแล้วจึงมาจับจองพื้นที่บริเวณนี้เพื่อทำนาทุ่ง และก็ยังคงดำเนินการด้วยวิธีที่ไม่ถูกต้องอีกเช่นเดิม สำหรับนาทุ่งที่ถูกทิ้งร้างไว้นั้นจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมบริเวณข้างเคียงอย่างรุนแรง จากการสำรวจพบว่า น้ำและดินจะมีลักษณะที่แสดงให้เห็นว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ การสืบพันธุ์ของต้นไม้ตามธรรมชาติเกิดขึ้นไม่ได้เพราะคันดินที่สร้างทิ้งไว้ปิดกั้นการขึ้นลงของน้ำทะเล และในบางกรณีป่าชายเลนบริเวณข้างเคียงก็เสื่อมโทรมไปด้วย เนื่องจากคันนาทุ่งปิดกั้นการท่วมถึงของน้ำทะเลไปยังบริเวณข้างเคียงด้วย เมื่อทิ้งไว้เป็นเวลานานเข้าพื้นที่แห่งนั้นก็ตื้นเขินยิ่งขึ้นเรื่อยๆ กลายเป็นที่ดอนซึ่งง่ายต่อการเข้าจับจองเพื่อทำการเกษตรกรรมหรือเป็นที่อยู่อาศัยในที่สุด นับเป็นการสูญเสียสภาพป่าชายเลนไปอย่างถาวร

ดวงใจ บุญศิริรักษา (2533: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมของการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งต่อชุมชนประมงในตำบลสนามไชย อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี พบว่า กิจกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทางบวก คือ ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น สภาพหนี้สินลดลง ราคาที่ดินและการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลง ก่อให้เกิดการจ้างงาน การบริโภคสินค้าเพิ่มสูงขึ้น วิถีชีวิตของชาวประมงเปลี่ยนแปลงไป การศึกษาของบุตรหลานมีแนวโน้มสูงขึ้น กิจกรรมในการกักกันเกิดเพิ่มขึ้นมาก และเกิดการรวมกลุ่มเพื่อปกป้องสาธารณะประโยชน์ของชุมชน โดยเฉพาะส่วนที่จะกระทบต่อการเลี้ยงกุ้ง สำหรับความคิดเห็นของชาวบ้านต่อการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมพบว่า กิจกรรมการเลี้ยงกุ้งก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะปัญหาเรื่องมลภาวะน้ำเสีย เนื่องจากความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อม

อัจฉริยาพร บุญชูสนอง (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืด พบว่า การเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้ขยายตัวอย่างรวดเร็วและเป็นประเด็นปัญหาสำคัญของความขัดแย้งระหว่างกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง เกษตรกรเพาะปลูกพืช และรัฐบาล เนื่องจากจะส่งผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ถึงแม้ว่าจะเป็นการพัฒนาที่ส่งผลดีทางเศรษฐกิจและสังคมบางส่วน แต่อาจจะไม่ยั่งยืนในระยะยาว โดยเฉพาะความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการขาดการวางแผนและควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสม เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งดำเนินการเลี้ยงด้วยวิธีที่ไม่ถูกหลักวิชาการและไม่ตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม



พงศ์เทพ จอมธรรมนิม (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดเห็นของเกษตรกรต่อผลกระทบของของเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตอำเภอรโนด จังหวัดสงขลา พบว่า อายุ และระดับการศึกษาของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นต่อผลกระทบของของเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ในขณะที่จำนวนแรงงาน ขนาดพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำ รายได้ ไม่มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นต่อผลกระทบของของเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยสรุป เกษตรกรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าของเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำส่งผลกระทบโดยภาพรวมในระดับค่อนข้างสูง ในขณะเดียวกัน สมศักดิ์ มณีพงศ์ (2536: บทคัดย่อ) กล่าวว่าจากการศึกษาในพื้นที่อำเภอรโนด จังหวัดสงขลา พบว่าการทำนากุ้งส่งผลกระทบต่อนาข้าวในบริเวณใกล้เคียงอย่างมากทำให้ผลผลิตข้าวลดลงหรือไม่สามารถปลูกข้าวได้ และความเค็มของดินจะลดลงตามระยะทางที่ห่างจากนากุ้ง

### 2.3 ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง

อนันต์ สาระยา (2528: 25) กล่าวว่า การสร้างบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งยังขาดหลักการ ในทัศนะของอุตสาหกรรมประมงนั้น จะต้องคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยเป็นหลักในการส่งเสริม พื้นที่บางบริเวณอาจจะเหมาะสมที่จะปรับปรุงเลี้ยงสัตว์น้ำได้ แต่ก็เป็นเพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆ 2-3 ปีเท่านั้น เช่น การขุดบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ต่ำเกินไป จะไม่สามารถตากดินกันบ่อได้ ซึ่งจะเป็นการหมักหมมและเน่าเปื่อยทั้งกันบ่อที่ลึกและบริเวณดินใต้กองฟืนกองไม้ป่าชายเลน อรุณี กฤตยานวัช (2532: 9) กล่าวว่าปัญหาภาวะมลพิษของน้ำในแหล่งเลี้ยงกุ้งเกิดขึ้นเนื่องจากการดันน้ำทะเลเข้าและการระบายน้ำเสียของฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลต่างๆ โดยไม่มีการวางระบบระบายน้ำส่วนรวม ทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำหมุนเวียนอยู่ในแหล่งเลี้ยง ซึ่งมีผลต่อการเพาะเลี้ยงและผลผลิตกุ้ง ซึ่งในการเลี้ยงกุ้งแต่ละรุ่นจะมีเลนซึ่งเป็นของเสียต่างๆ ที่สะสมอยู่พื้นบ่อเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จากการศึกษาพบว่า การผลิตกุ้ง 1,000 กิโลกรัม จะมีสารอินทรีย์ 1,250 กิโลกรัม สารประกอบไนโตรเจน 87 กิโลกรัม และฟอสฟอรัส 28 กิโลกรัม (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะประมง ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, 2538: 5)

ดุสิต ตันวิไลย, พุทธ ส่องแสงจินดา และคณิต ไชยาคำ (2536: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปริมาณมลสารที่ปล่อยออกจากบ่อกุ้ง พบว่า การผลิตกุ้ง 1,667 กิโลกรัม จะมีแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน อนินทรีย์ไนโตรเจนที่ละลายน้ำ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสรวม คลอโรฟิลล์ เอ BOD และตะกอนแขวนลอย เท่ากับ 19.67 0.20 0.43 20.30 50.20 1.27 1.10 86.87 และ 1666.00 กิโลกรัมต่อบ่อ ตามลำดับ และพุทธ ส่องแสง



จินดา และคณะ (2533: 15) พบว่าดินกันบ่อเป็นแหล่งรองรับสารที่ไหลตกค้างอยู่ภายในบ่อ สารที่สะสมอยู่นี้ทำให้ดินกันบ่อมีหน้าที่เสมือนเป็นแหล่งของสารอาหารที่สามารถปลดปล่อยออกมาสู่น้ำในบ่อได้

สมลักษณ์ นงนุช (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาชนิดและปริมาณโลหะหนักในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยศึกษาโลหะหนัก 5 ชนิดได้แก่ สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท พบว่าปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำอยู่ระหว่าง 0.020-0.810 0.001-0.407 0.001-0.153 และ 0.001-0.007 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ สำหรับการปนเปื้อนของปรอทในน้ำนั้นมีค่าต่ำมากและไม่สามารถตรวจวัดได้ (น้อยกว่า 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร)

## 2.4 คำจำกัดความของมูลกุ้ง

"มูลกุ้ง" หมายถึง ของเสีย ซากแพลงก์ตอนพืช ซากแพลงก์ตอนสัตว์ ตะกอนน้ำ ปูนขาวหรือสารแขวนลอยอื่นๆ ที่อยู่ภายในบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งหลังจากจับกุ้งแล้วจะกองรวมกันอยู่ตรงกลางบริเวณกันบ่อ

## 2.5 ปุ๋ยสำหรับพืช

ปุ๋ย หมายถึง วัสดุหรือสารที่ใส่ลงไปในดินโดยมีความประสงค์ที่จะให้อาหารธาตุ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มเติมแก่พืช เพื่อให้พืชได้มีธาตุอาหารดังกล่าวเป็นปริมาณที่เพียงพอและสมดุลกันตามที่พืชต้องการ และให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น ปุ๋ย ตามความในพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ได้ให้คำจำกัดความไว้ คือ เป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารแก่พืชได้ ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในดินเพื่อบำรุงการเจริญเติบโตแก่พืช (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541: 356)

### 2.5.1 การจำแนกประเภทของปุ๋ย

ปุ๋ยที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้น สามารถจำแนกออกไปได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าจะยึดถือเอาอะไรเป็นหลักในการแยกประเภทของปุ๋ย ซึ่งการจำแนกปุ๋ยสามารถนำมากล่าวได้ดังนี้ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541: 358-359)

2.5.1.1 การจำแนกประเภทของปุ๋ยโดยถือเอาสภาพของสารประกอบที่ใช้เป็นปุ๋ยเป็นหลัก

1) ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizer) หมายถึงปุ๋ยที่ได้มาจากอินทรีย์สารที่ผลิตขึ้นโดยกรรมวิธีต่างๆ และก่อนที่จะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อพืช จะต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางชีวภาพเสียก่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด เป็นต้น สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ตามความในพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 นั้น เน้นความหมายหนักไปในลักษณะของปุ๋ยหมัก กล่าวคือ เป็นปุ๋ยที่ได้จากอินทรีย์วัตถุซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้น สับ บด หมัก ร่อน หรือวิธีการอื่นๆ

2) ปุ๋ยอนินทรีย์ (inorganic fertilizer) หมายถึงปุ๋ยที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอนินทรีย์สังเคราะห์ เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียม ซัลเฟต (ammonium sulfate) ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ชนิดธรรมดา (normal super phosphate) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride) เป็นต้น และตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ยังรวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสมและปุ๋ยเชิงประกอบ ตลอดจนปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปุ๋ยเคมีผสมอยู่ด้วย แต่ไม่รวมถึงปุ๋ยชีวภาพ ดินมาร์ล ปุ๋ยพลาสติกหรือยิปซัม

2.5.1.2 การจำแนกประเภทของปุ๋ยโดยถือเอาชนิดธาตุปุ๋ยที่เป็นองค์ประกอบเป็นหลัก

1) ปุ๋ยไนโตรเจน (nitrogen carrier or nitrogenous fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจนเป็นสำคัญ เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียม ไนเตรต (ammonium nitrate) ปุ๋ยแอมโมเนียม ซัลเฟต (ammonium sulfate) ปุ๋ยแอนไฮไดรอสแอมโมเนีย (anhydrous ammonia) และปุ๋ยยูเรีย (urea) เป็นต้น

2) ปุ๋ยฟอสฟอรัส (phosphorus carrier หรือ phosphatic fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสเป็นสำคัญ เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟต (rock phosphate) ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (super phosphate) เป็นต้น

3) ปุ๋ยโพแทสเซียม (potassium carrier หรือ potassic fertilizer หรือ potash fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียมเป็นสำคัญ เช่น โพแทสเซียม คลอไรด์ (potassium chloride) ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต (sulfate of potash) เป็นต้น



### 2.5.1.3 การจำแนกประเภทของปุ๋ยโดยถือเอาที่มาหรือแหล่งกำเนิดเป็นหลัก

1) ปุ๋ยธรรมชาติ (natural fertilizer หรือ non-synthetic fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น guano chile saltpeter rock phosphate ปุ๋ยคอก และ ปุ๋ยพืชสด เป็นต้น

2) ปุ๋ยเคมี (chemical fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมีจากวัสดุที่เป็นอนินทรีย์สารชนิดต่างๆ เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียม ซัลเฟต ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต เป็นต้น

### 2.5.1.4 การจำแนกประเภทของปุ๋ยโดยถือเอาระดับของสูตรหรือเกรดของปุ๋ยเป็นหลัก

1) ปุ๋ยสูตรต่ำ (low analysis fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่มีปริมาณไนโตรเจน available phosphoric acid และ water soluble potash แต่ละอย่างหรือรวมกันต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์

2) ปุ๋ยสูตรกลาง (medium analysis fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่มีปริมาณไนโตรเจน available phosphoric acid และ water soluble potash แต่ละอย่างหรือรวมกันระหว่าง 15-25 เปอร์เซ็นต์

3) ปุ๋ยสูตรสูง (high analysis fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่มีปริมาณไนโตรเจน available phosphoric acid และ water soluble potash แต่ละอย่างหรือรวมกันระหว่าง 26-30 เปอร์เซ็นต์

4) ปุ๋ยสูตรเข้มข้น (concentrated fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน available phosphoric acid และ water soluble potash แต่ละอย่างหรือรวมกันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ปุ๋ยเคมีที่นำส่งเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยในปัจจุบันมักเป็นปุ๋ยประเภทนี้แทบทั้งสิ้น อาทิเช่น ปุ๋ยนาสูตร 16-20-0 และสูตร 20-20-0 เป็นต้น

เมื่อพิจารณาถึงการจำแนกประเภทของปุ๋ยข้างต้น หากใช้การจำแนกประเภทของปุ๋ยโดยถือเอาสภาพของสารประกอบที่ใช้เป็นปุ๋ยเป็นหลักแล้ว มุลกั๋งที่ใช้ในการศึกษาจัดอยู่ในประเภทของปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง เนื่องจากเกิดจากการทับถมของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ เศษอาหาร และมูลกั๋งที่อยู่ในบ่อกั๋งในระหว่างการเลี้ยงกั๋งของเกษตรกร

### 2.5.2 ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์มีมากมายหลายชนิดและมีคุณสมบัติแตกต่างกัน แต่การใช้ประโยชน์ในด้านการเป็นปุ๋ยไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะว่าปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารพืชต่ำ แต่มีคุณค่าต่อพืชในด้านการปรับปรุงดิน การจำแนกปุ๋ยอินทรีย์มีดังต่อไปนี้ (นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 4-16)

#### 2.5.2.1 ปุ๋ยมูลสัตว์ (animal manures)

หมายถึงมูลสัตว์ต่างๆ ที่สามารถรวบรวมมาได้ ได้แก่ มูลวัว มูลไก่ มูลหมู หมูค่างควาและมูลนก เป็นต้น องค์ประกอบของธาตุอาหารพืชในมูลสัตว์บางชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชในมูลสัตว์บางประเภท

| มูลสัตว์    | N (%)       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%) | K <sub>2</sub> O (%) |
|-------------|-------------|-----------------------------------|----------------------|
| โค - กระบือ | 0.800-1.150 | 0.500-0.920                       | 0.500-3.730          |
| สุกร        | 2.160       | 5.240                             | 1.610                |
| เป็ด        | 0.800-3.680 | 2.700-6.900                       | 0.500-1.910          |
| ไก่         | 1.200-4.950 | 1.200-9.360                       | 0.500-4.250          |
| ห่าน        | 0.690       | 2.140                             | 2.130                |
| นกนางแอ่น   | 10.47       | 3.45                              | 0.870                |
| นกกระทา     | 4.150       | 3.67                              | 2.330                |
| ค่างควา     | 0.100-2.900 | 0.600-36.80                       | 0.400-22.00          |

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2532: 213-223 อ้างถึงใน นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 5.



สำหรับมูลไก่ของพ่อแม่พันธุ์ไก่เนื้อนั้น ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ (2542: 44-45) ได้ศึกษาพบว่ามีความเหมาะสมกับพืชหลายๆ ชนิด เพราะในมูลไก่ประกอบไปด้วยธาตุอาหารต่างๆ ที่สำคัญ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซึ่งมีอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง เมื่อใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์บางส่วนมาปรับมาตรฐานในมูลไก่ โดยให้มีอัตราส่วนของ N : P : K เท่ากับ 40 : 2 : 2 ทำให้มีคุณค่าทางอาหารเพียงพอที่สามารถใช้กับการเพาะปลูกพืชได้เป็นอย่างดี และสามารถทดแทนปุ๋ยวิทยาศาสตร์ได้

#### 2.5.2.2 ปุ๋ยอุจจาระแห้ง (night soil)

หมายถึง อุจจาระของคน ซึ่งเทศบาลเก็บตามบ้านเรือน นำไปกำจัดกลิ่นให้หมดไป แล้วอัดเป็นแผ่นแห้งไปใช้เป็นปุ๋ยไร่นา ปุ๋ยชนิดนี้นิยมใช้กันในประเทศไต้หวัน

#### 2.5.2.3 ปุ๋ยหมัก (composts)

หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการนำเศษซากพืช ซากสัตว์ และวัสดุต่างๆ ที่มนุษย์นำไปทิ้งเป็นขยะ โดยผ่านการหมักและสลายตัวมูลฟุ้งของอินทรีย์สารเหล่านี้ไปบางส่วน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ปุ๋ยหมักจากซากพืชซากสัตว์ และปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย ซึ่งปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอยนั้นเป็นปุ๋ยหมักที่ทางกรุงเทพมหานครได้ทำขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากขยะที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี ปุ๋ยหมักประเภทนี้เรียกว่า ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. โดยในปัจจุบันปุ๋ยอินทรีย์ กทม. ที่ผลิตขึ้นมี 3 ชนิดคือ

- 1) ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 1
- 2) ปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 2
- 3) ปุ๋ยเคมีอินทรีย์ กทม. ซึ่งแต่เดิมเรียกว่า ปุ๋ยอินทรีย์พิเศษ

ปุ๋ยอินทรีย์ที่กรุงเทพมหานครได้ทำขึ้นนั้นได้จากการนำขยะสดมาหมักภายในโรงหมักตามกระบวนการการหมัก หลังจากขยะสลายตัวดีแล้ว นำขยะนั้นมาเข้าเครื่องร่อน เพื่อคัดแยกเอาส่วนที่จะใช้เป็นปุ๋ยได้ออกมา ส่วนกากหรือชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่และยังไม่ผุพังสลายตัว ก็จะถูกแยกออกไปทิ้ง ปุ๋ยหมักที่ได้นี้เราเรียกว่า ปุ๋ยอินทรีย์ กทม.1 มีสีและลักษณะคล้ายดิน

สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 2 นั้น ได้จากการนำปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 1 มาผสมกับอุจจาระแห้ง (night soil) ในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 2 ที่ได้นั้น จะมี pH ประมาณ 8 ส่วนปุ๋ยเคมีอินทรีย์ กทม. นั้น จะนำปุ๋ยอินทรีย์ กทม. 1 ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ เพื่อให้ได้สูตรปุ๋ยที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด

ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักเศษเหลือต่างๆ ของพืช เช่น ฟางข้าว ผักตบชวา เศษเหลือจากการเพาะเห็ด ข้าวโพด เศษหญ้า หรือใบไม้ และปุ๋ยอินทรีย์กทม. จะมีปริมาณธาตุอาหารที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เปอร์เซนต์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักจากซากพืชซากสัตว์และจากขยะมูลฝอย

| ชนิดของปุ๋ย        | N (%)       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%) | K <sub>2</sub> O (%) |
|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------|
| ปุ๋ยหมัก           | 0.500-2.460 | 0.300-2.950                       | 0.100-0.800          |
| ปุ๋ยอินทรีย์ กทม.1 | 1.420       | 1.670                             | 0.940                |
| ปุ๋ยอินทรีย์ กทม.2 | 1.560       | 3.420                             | 0.600                |

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2532: 213-223 อ้างถึงใน นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 11.

#### 2.5.2.4 ปุ๋ยพืชสด (green manure)

หมายถึงปุ๋ยที่ได้จากการปลูกพืชชนิดต่างๆ เช่น พืชตระกูลถั่ว ตระกูลหญ้า หรือพืชอื่นๆ โดยปล่อยให้เจริญเติบโตระยะหนึ่ง แล้วตัดเป็นท่อนหรือไถกลบ เพื่อเป็นอาหารแก่พืชหลัก พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดส่วนใหญ่เติบโตเร็ว ง่ายต่อการตัดหรือไถกลบ ถ้าปลูกธัญพืช นิยมใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด แต่ถ้าปลูกพืชหัว เช่น มันเทศ มันสำปะหลัง หรือไม้ผล นิยมใช้พืชตระกูลหญ้าแทนพืชตระกูลถั่ว เพราะว่าพืชตระกูลถั่วมีไนโตรเจนสูง ทำให้ดินอ่อนแอและได้ผลผลิตต่ำ

#### 2.5.2.5 ซากสัตว์ และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์

ปัจจุบันมีโรงฆ่าสัตว์และอุตสาหกรรมผลิตเนื้อสัตว์แช่แข็งและเนื้อสัตว์บรรจุกระป๋องต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย ผลพลอยได้ เช่น น้ำล้างเนื้อสัตว์ เลือดสด เลือดแห้ง ขน หนัง และเครื่องในสัตว์ต่างๆ มีปริมาณไนโตรเจนสูง และมีธาตุอื่นๆ อยู่ครบถ้วนในปริมาณเล็กน้อย แตกต่างกันไป นอกจากนั้นถ้านำกระดูกสัตว์มาต้มให้เนื้อที่ติดกระดูกสุก แล้วเผาให้กระดูกไหม้ เกรียม เปราะร่วน ทบให้ชิ้นเล็กๆ ใส่ให้กับพืช จะเพิ่มธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส ทำให้ต้นราก ดอก และผลมีคุณภาพดี นิยมนำไปผสมกับวัสดุที่ใช้ปักชำหรือตอนต้นไม้ และใส่กระเช้าปลูกกล้วยไม้ ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยที่มาจากซากสัตว์และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3



ตารางที่ 2.3 เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยซากสัตว์และผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์

| ชนิดของปุ๋ย               | N (%)       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%) | K <sub>2</sub> O (%) |
|---------------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------|
| เลือดแห้ง                 | 8.000-12.00 | 0.300-1.500                       | 0.500-0.800          |
| เศษเนื้อ พังคืด หนังสัตว์ | 5.000-10.00 | 1.000-1.500                       | 1.000-1.500          |
| กากน้ำปลา                 | 2.500-5.900 | 0.900-8.400                       | 0.060-2.200          |
| กระดูกป่น                 | 0.600-3.900 | 10.50-22.60                       | 0.040-0.160          |

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2532: 213-223 อ้างถึงใน นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 14.

#### 2.5.2.6 ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร

อุตสาหกรรมการแปรรูปผลผลิตทางเกษตร ได้แก่ โรงสี โรงงานน้ำตาล โรงงานแปรงมันสำปะหลัง โรงงานหีบน้ำมัน เป็นต้น ผลพลอยได้ที่เป็นกากหรือของเสียบางชนิดสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น นำไปใช้ทำอาหารเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ กากถั่วลิสง กากถั่วเหลือง สำหรับกากบางชนิดไม่เหมาะที่จะนำไปทำประโยชน์อื่นๆ แต่สามารถที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้ เช่น แกลบ กากอ้อยป่น กากเมล็ดนุ่น กากผงชูรส เป็นต้น

โดยกากละหุ่ง กากเมล็ดฝ้าย และกากผงชูรส สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้โดยตรง เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนสูง แต่แกลบและกากอ้อยป่นนั้น จะต้องเติมธาตุอาหารพืชที่ยังขาดลงไปแล้วหมักให้เปื่อยยุ่ยเสียก่อน จึงจะนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ โดยปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยที่มาจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เปอร์เซนต์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางเกษตร

| ชนิดของปุ๋ย        | N (%)       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%) | K <sub>2</sub> O (%) |
|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------|
| กากเมล็ดฝ้าย       | 6.000-9.000 | 2.000-3.000                       | 1.000-2.000          |
| กากเมล็ดถั่วเหลือง | 2.700-8.700 | 0.000-0.400                       | 0.000-2.300          |
| กากเมล็ดละหุ่ง     | 8.040       | 2.410                             | 1.450                |
| กากอ้อย            | 0.300-1.000 | 0.000-2.400                       | 0.200-0.540          |
| กากเมล็ดถั่วเขียว  | 3.160       | 2.310                             | 1.580                |
| เปลือกถั่วลิสง     | 1.790       | 0.210                             | 0.940                |
| กากผลปาล์ม         | 1.160       | 0.220                             | 0.600                |

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2532: 213-223 อ้างถึงใน นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 15.

#### 2.5.2.7 ตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

การผลิตสินค้าของโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดจะมีการระบายน้ำเสียออกมา และมีอุตสาหกรรมหลายประเภทที่ในน้ำเสียนั้นมีอินทรีย์สารปะปนมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถแยกออกไปโดยการตกตะกอน ตะกอนน้ำเสียนี้นี้มักจะอุดมไปด้วยธาตุอาหารพืชต่าง ๆ และสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ ตะกอนน้ำเสียจากโรงงานกลั่นสุรา โรงงานน้ำอัดลม หรือประเภทใกล้เคียงกันนี้ สามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยได้ แต่ถ้าเป็นตะกอนน้ำเสียจากโรงงานถลุงโลหะ โรงงานแบตเตอรี่ มักจะมีโลหะหนักที่เป็นพิษต่อคนและสัตว์ติดออกมาด้วยในปริมาณค่อนข้างสูง ไม่ควรนำไปใช้เป็นปุ๋ยให้กับพืชที่รับประทานได้ แต่สามารถนำไปใช้กับไม้ดอกไม้ประดับได้ ดังนั้นการที่จะนำตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมาทำเป็นปุ๋ยควรมีการตรวจสอบปริมาณของธาตุโลหะหนักให้แน่ใจเสียก่อน จึงจะนำไปใช้กับพืชที่เป็นอาหารคนและสัตว์ ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของปุ๋ยที่มาจากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทแสดงไว้ในตารางที่ 2.5



ตารางที่ 2.5 เปอร์เซนต์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยที่มาจากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

| ชนิดของปุ๋ย       | N (%)       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%) | K <sub>2</sub> O (%) |
|-------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------|
| จากโรงงานน้ำอัดลม | 5.000-8.000 | 3.000-5.000                       | 1.000-2.000          |
| จากส่าเหล้า       | 0.290       | 0.030                             | 0.080                |

แหล่งที่มา: ประเสริฐ สุดใหม่ และพรศักดิ์ สังข์ศักดิ์, 2532: 213-223 อ้างถึงใน นลินี ว่องมงคลฤทธิ์, 2536: 16.

## 2.6 ข้อมูลพื้นฐานของถั่วเหลือง

### 2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วเหลืองจัดอยู่ใน Family Leguminosae และ Subfamily Papilionoideae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นทางการในปัจจุบัน คือ *Glycine max* (L.) Merrill ส่วนชื่อสามัญมักเรียกกันไปต่างๆ เช่น Soja bean Soya bean Chiness bean Manchurian bean และ Soybean ซึ่งชื่อ Soybean เป็นที่ยอมรับกันมากที่สุด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2525: 1) พืชในสกุลนี้ยังแบ่งออกไปอีกหลายชนิด มีถิ่นกำเนิดกระจายอยู่ตั้งแต่เอเชียตะวันออกและหมู่เกาะต่างๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก ไปจนถึงทวีปออสเตรเลีย (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์ และคณะ, 2542: 9) สำหรับประเทศไทยไม่ปรากฏหลักฐานว่าถั่วเหลืองได้ถูกนำเข้ามาปลูกตั้งแต่เมื่อใด แต่เจ้าหน้าที่ฝ่ายปกครองอำเภอต่างๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ได้แนะนำให้เกษตรกรเริ่มปลูกถั่วเหลืองตั้งแต่ พ.ศ. 2473 ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน (อภิพรธ พุกภักดี, 2523: 15)

ถั่วเหลืองเป็นพืชล้มลุก (annual) มีอายุเพียงฤดูการปลูกเดียว มีการผสมเกสรโดยตัวเอง มีระบบรากแก้วพร้อมกับแตกรากแขนงออกมาหลังจากเมล็ดงอกได้ 2-3 วัน ที่โคนรากแก้วหรือรากแขนงในบริเวณใกล้เคียงกันจะมีปม ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (*Rhizobium japonicum*) เข้าไปอาศัยอยู่ แบคทีเรียจะตรึงไนโตรเจนจากอากาศเปลี่ยนเป็นสารประกอบของไนโตรเจนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง โดยทั่วไปลำต้นตั้งตรงเป็นพุ่ม ประกอบด้วยข้อและปล้อง บนข้อเป็นที่เกิดของใบและกิ่งแขนง มีขนปกคลุมอยู่

ทั่วไป ยกเว้นใบเลี้ยงและกลีบดอก ใบเลี้ยงและใบจริงคู่แรกเป็นใบเดี่ยว ส่วนใบต่อไปเป็นใบรวม ประกอบด้วยใบเล็กสามใบเรียงสลับกันตอนบน มีดอกเกิดตามมุมใบและปลายยอดโดยมีช่อดอกแบบ raceme ช่อละ 3-15 ดอก มีสีขาวหรือม่วง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ดอกทยอยบานจากโคนช่อขึ้นไปด้านบน การผสมเกสรเกิดขึ้นก่อนดอกบานเล็กน้อย ฝักมีความยาว 2-7 เซนติเมตร เปลือกฝักแก่อาจมีสีเหลืองฟาง น้ำตาลหรือดำขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฝักหนึ่งๆ มีเมล็ด 1-5 เมล็ด มีรูปร่างกลมรี ด้านหนึ่งเว้าเข้ามีงมุกหรือมีตาติดอยู่ มีขนาดและน้ำหนักแตกต่างกันตามพันธุ์ น้ำหนักแตกต่างกันตั้งแต่ 5-45 กรัมต่อ 100 เมล็ด อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90-130 วัน (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธ์ และคณะ, 2542: 9-11)

### 2.6.2 การเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลือง

ความแตกต่างกันในลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) นิสัยการเจริญเติบโต (growth habit) และทางสรีรวิทยา เช่น การตอบสนองต่อความยาววัน (day length) และอุณหภูมิต่อการออกดอกสามารถนำมาใช้จำแนกความแตกต่างของพันธุ์ถั่วเหลืองได้ (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2545: 6) พันธุ์ของถั่วเหลืองที่ปลูกกันอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน คือ การเติบโตแบบไม่ทอดยอด (determinate growth habit) โดยมีการเติบโตและพัฒนาการทางลำต้นยาวนานและสิ้นสุดเมื่อถั่วเหลืองออกดอก ทำให้หลังจากการออกดอกความสูงของต้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และการออกดอกเกิดขึ้นเกือบพร้อมกันทั้งต้น และการเติบโตแบบทอดยอด (indeterminate growth habit) โดยมีการเติบโตและพัฒนาการทางลำต้นที่มีช่วงคาบเกี่ยวกับการเจริญพันธุ์ กล่าวคือ ขณะที่ถั่วเหลืองเริ่มออกดอกจะยังคงมีการเติบโตและพัฒนาการทางลำต้นต่อไป ทำให้ออกดอกไม่พร้อมกัน เรียกช่วงคาบเกี่ยวนี้ว่า flowering period (อภิพรรณ พุกภักดี, 2533: 147) สำหรับประเทศไทยพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นพวกกิ่งทอดยอดเกือบทั้งหมด (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2545: 7) แม้ว่าถั่วเหลืองจะมีลักษณะรูปร่างแตกต่างกันออกไปบ้าง แต่ถั่วเหลืองโดยทั่วไปจะมีลำต้นตั้งตรง ความสูงอยู่ระหว่าง 90-120 เซนติเมตร ลำต้นประกอบด้วยข้อและปล้อง บนข้อเป็นที่เกิดของใบและกิ่งแขนง

อายุหรือระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลืองจากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่ง มีความแตกต่างกันไปตามพันธุ์และสภาพแวดล้อม พันธุ์เดียวกันแต่ปลูกอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันก็มีผลทำให้อายุการเจริญไม่เท่ากัน ดังนั้นอายุ (วัน) การเจริญที่เท่ากัน พืชอาจมีการเจริญทางสรีรวิทยา (ความแก่-อ่อนทางสรีรวิทยา) แตกต่างกันได้ พันธุ์แต่ละพันธุ์จะมีจำนวนใบที่แน่นอนแต่แตกต่างกัน ส่วนความสูงนอกจากจะแตกต่างกันในระหว่างพันธุ์แล้ว ยังผันแปรไปตามฤดูท้องถิ่น วันปลูก และรูปแบบของการปลูก รวมทั้งความหนาแน่นด้วย



การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองแบ่งออกเป็นระยะที่สำคัญได้ 3 ระยะ คือ (Murata, 1969: 235-259)

1. การเจริญเติบโตก่อนออกดอก หมายถึง การเจริญเติบโตเพื่อสร้างกิ่งก้านสาขา และการสร้างใบ
2. การสร้างดอกและฝัก ตลอดจนองค์ประกอบของผลผลิต
3. การสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด ซึ่งเป็นระยะที่มีการเคลื่อนย้ายน้ำหนักแห้งจากส่วนต่างๆ ของพืชไปสู่เมล็ด

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในระยะการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดนี้ มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับผลผลิตอย่างมาก อัตราและระยะเวลาการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมน้ำหนักเมล็ดว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด (Daynard, Tanner and Duncan, 1971: 45-48; Hanway and Weber, 1971: 227-230; Egli, 1975: 215-219)

Fehr and Caviness (1977: 11) ได้แบ่งการเจริญเติบโตและพัฒนาการของถั่วเหลือง นับตั้งแต่ปลูกจนถึงแก่เก็บเกี่ยวแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะหลัก คือ ระยะการเจริญทางลำต้นและใบ (vegetative growth) และ ระยะการเจริญทางแพร่ขยายพันธุ์ (reproductive growth) ในแต่ละระยะหลัก ยังมีขั้นตอนการเจริญเป็นระยะย่อยๆ ดังตารางที่ 2.6 และ 2.7 ดังนี้

ตารางที่ 2.6 การกำหนดระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (V-stage)

| ระยะ           | ชื่อระยะ              | ข้อสังเกต                                                                                                  |
|----------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VE             | Emergence             | ระยะที่ใบเลี้ยงโผล่พ้นผิวดิน                                                                               |
| VC             | Cotyledon             | ระยะที่มีใบเลี้ยงทั้งสองใบแผ่ออกจากกันและใบจริงแต่ละใบมีขอบใบเริ่มคลี่ออกไม่ติดกัน                         |
| V <sub>1</sub> | First-node            | ระยะที่มี 1 ขอบนลำต้น บนข้อนี้มีใบจริงคู่แรกเจริญเต็มที่และใบบนข้อถัดขึ้นไปมีขอบใบคลี่ออกไม่ติดกัน         |
| V <sub>2</sub> | Second-node           | มี 2 ขอบนลำต้น ประกอบด้วยใบจริงคู่แรกและใบประกอบ ใบแรกที่เจริญเต็มที่แล้ว ใบบนข้อถัดไปมีขอบใบคลี่แยกจากกัน |
| V <sub>3</sub> | Third-node            | มี 3 ขอบนลำต้น ประกอบด้วยใบจริงคู่แรก และใบประกอบ 2 ใบที่เจริญเต็มที่แล้ว ใบบนข้อถัดไปมีขอบใบคลี่แยกจากกัน |
| ⋮              | ⋮                     | ⋮                                                                                                          |
| V <sub>n</sub> | n <sup>th</sup> -node | มี n ขอบนลำต้น ประกอบด้วยใบที่เจริญเต็มที่แล้วบนข้อทั้ง n ข้อ ใบบนข้อที่ n+1 มีขอบใบคลี่แยกจากกัน          |

แหล่งที่มา: Fehr and Caviness, 1977: 11.



ตารางที่ 2.7 การกำหนดระยะการเจริญพันธุ์ในถั่วเหลือง (R-stage)

| ระยะ           | ชื่อระยะ           | ข้อสังเกต                                                                                                   |
|----------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R <sub>1</sub> | Beginning bloom    | ดอกบานหนึ่งดอกที่ข้อใดข้อหนึ่งบนลำต้น                                                                       |
| R <sub>2</sub> | Full bloom         | ดอกบานที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 2 ข้อบนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่                                            |
| R <sub>3</sub> | Beginning pod      | ฝักมีขนาด 0.5 ซม. ที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่                                |
| R <sub>4</sub> | Full pod           | ฝักมีขนาด 2.0 ซม. ที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่                                |
| R <sub>5</sub> | Beginning seed     | เมล็ดยาว 0.3 ซม. ในฝักที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่                            |
| R <sub>6</sub> | Full seed          | ต้นถั่วเหลืองมีเมล็ดสีเขียวโตเต็มที่ ที่ข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้น ซึ่งมีใบพัฒนาเต็มที่             |
| R <sub>7</sub> | Beginning maturity | ฝักใดฝักหนึ่งบนลำต้นเริ่มเป็นสีเหลือง                                                                       |
| R <sub>8</sub> | Full maturity      | จำนวนฝักบนลำต้นร้อยละ 90 - 95 เป็นสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งหลังจากนั้นประมาณ 5-10 วัน สามารถเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองได้ |

แหล่งที่มา: Fehr and Caviness, 1977: 11.

### 2.6.3 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นพันธุ์ที่สร้างขึ้นโดยนักวิชาการของศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อต้านทานต่อโรคราสนิม ทำการผสมพันธุ์ ระหว่างพันธุ์ Williams ซึ่งเป็นพันธุ์แม่ที่มีลักษณะดี คือ เจริญเติบโตดี ติดฝักดก ลำต้นแข็งแรง เมล็ดมีขนาดใหญ่กับพันธุ์ สจ.4 เป็นพันธุ์พ่อที่มีลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิม ผลผลิตสูงและคุณภาพเมล็ดดี ได้รับการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรเมื่อปี พ.ศ. 2530

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ต้นอ่อนจะมีลักษณะแตกต่างจากพันธุ์มาตรฐานอื่นๆ คือ ต้นอ่อนมีสีเขียว ส่วนพันธุ์อื่นๆ มีสีม่วง ลำต้นแข็งแรงไม่ล้ม ลักษณะไม่ทอดยอด มีความสูงเฉลี่ย 61 เซนติเมตร จำนวนใบย่อยมี 3 ใบ รูปใบเป็นชนิดใบกว้าง ขนาดของใบจัดว่ามีใบขนาดเล็ก คือ ขนาดของใบเล็กกว่า 70 ตารางเซนติเมตร สีของดอกแตกต่างจากพันธุ์มาตรฐานอื่นๆ คือ ดอกมีสีขาว อายุถึงวันออกดอกประมาณ 35 วัน ติดฝักเป็นกระจุกตามข้อที่ลำต้นตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อสุดท้าย สีฝักเมื่อแก่จะมีสีน้ำตาลค่อนข้างเข้ม จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 2-3 เมล็ด แต่จะพบ 2 เมล็ดต่อฝักมากกว่า 3 เมล็ด ส่วนจำนวนฝักต่อต้นขึ้นอยู่กับวิธีการเจริญเติบโต โดยมีจำนวนฝักตั้งแต่ 50-70 ฝักต่อต้น อายุถึงวันเก็บเกี่ยวประมาณ 97 วัน

ลักษณะเด่นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 คือ มีความต้านทานต่อโรคราสนิม ในกรณี ที่โรคนี้ระบาดอย่างรุนแรง ผลผลิตของพันธุ์เชียงใหม่ 60 จะลดลงเพียง 16 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ พันธุ์ สจ. 4 และ สจ. 5 จะลดลงประมาณ 29 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทนทานต่อโรคน้ำค้าง โรคแอนแทรคโนส และโรคแบคทีเรียพัสดูล สามารถปลูกได้ดีให้ผลผลิตสูงทั้งฤดูฝนและ ฤดูแล้ง ปรับตัวตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมได้กว้างขวางโดยเฉพาะภาคอีสานสามารถใช้เป็น พันธุ์ปลูกได้ทุกฤดูปลูก เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงประมาณ 280-360 กิโลกรัม/ไร่

ลักษณะด้อยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 คือ อ่อนแอต่อสภาพดินที่มีความชื้นสูง หรือน้ำขัง การปลูกในฤดูแล้งโดยการให้น้ำชลประทานไม่ควรให้น้ำขังหรือในฤดูฝนควรระบาย น้ำออกจากแปลง และเป็นพันธุ์ที่เสื่อมความงอกถ้าเก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน เปอร์เซ็นต์ความงอกจะลดลงเหลือเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ (พรศักดิ์ ภักดีวารภรณ์, 2543: 22)

### 2.6.4 อิทธิพลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

ธาตุอาหารนับว่าเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของส่วนต่างๆ ของถั่วเหลือง ไม่ว่าจะเป็นส่วนของราก ลำต้น ใบ ฝัก และเมล็ด ปริมาณความต้องการธาตุอาหารจะแตกต่างกันไป ตามระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและสภาพแวดล้อม ธาตุอาหารที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เนื่องจากธาตุทั้งสองนี้ในดินที่ใช้ปลูก



ถั่วเหลืองโดยทั่วไปมักไม่เพียงพอกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเพิ่มลงไป  
ในดิน (ชานาญ หริ่งรัตนพันธ์, 2533: 18)

#### 2.6.4.1 ไนโตรเจนกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการไนโตรเจนสูงมากในการเจริญเติบโตและ  
สร้างผลผลิตเมล็ด ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชโปรตีนสูง มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบในเมล็ด  
สูงถึง 45 เปอร์เซ็นต์ (อภิพรรณ พุกภักดี, 2523: 18) แหล่งที่ได้มาของไนโตรเจนนอกจากจะได้  
จากดินและปุ๋ยแล้ว ยังได้มาจากเชื้อไรโซเบียม ซึ่งช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ การคลุกเชื้อไร  
โซเบียมก่อนการปลูกจึงเป็นวิธีการเพิ่มความสามารถในการตรึงไนโตรเจนเพื่อใช้ในการ  
เจริญเติบโตของถั่วเหลือง อย่างไรก็ตามในระยะแรกของการเจริญเติบโตประมาณ 15 วัน จาก  
วันปลูก เชื้อไรโซเบียมยังไม่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้ต้นถั่วใช้เป็นประโยชน์ได้ ใน  
ระยะนี้ถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนช่วย จะทำให้ถั่วเหลืองขาดไนโตรเจน การเจริญเติบโตช้าและ  
อ่อนแอ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2525: 22) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนกระตุ้นการ  
เจริญเติบโตของถั่วเหลืองในระยะนี้ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนปริมาณน้อยๆ จะช่วยส่งเสริมการตรึง  
ไนโตรเจนของเชื้อไรโซเบียม โดยเฉพาะในระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโตก่อนที่ปมรากถั่ว  
เหลืองจะเกิดขึ้น โดยไนโตรเจนดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในระยะเวลาแรกของการสร้างปม (Orcutt and  
Wilson, 1935: 296; Hatfield and Others, 1974: 114) แต่ถ้าใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปจะมี  
ผลทำให้กิจกรรมการสร้างปมและการตรึงไนโตรเจนลดลง (น้อย เขียวพันธ์, 2519: 150)

สุริพร เกตุงาม (2529: บทคัดย่อ) พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้กับถั่วเหลือง  
ทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนไปทำให้ระยะเวลาในการ  
สะสมน้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองยาวขึ้น โดยเมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อัตรา 60 กิโลกรัม  
ไนโตรเจนต่อไร่ ทำให้ระยะเวลาของการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดยาวนานที่สุด อย่างไรก็ตาม  
การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในอัตราที่สูง พบว่าจะไปยับยั้งการสร้างปมของถั่วเหลืองโดยทำให้  
จำนวนปมและน้ำหนักแห้งของปมลดลง

#### 2.6.4.2 ฟอสฟอรัสกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองมาก  
ที่สุด การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงมักจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเสมอ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2525:  
23) โดยฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโครงสร้างของสารประกอบต่างๆ ภายในพืช  
เช่น สารประกอบที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงาน เช่น ATP ADP NAD NADH และสารประกอบที่  
มีความสำคัญต่อการถ่ายทอดพันธุกรรม เช่น DNA และ RNA นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังเป็น  
องค์ประกอบของ nucleo protein ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของ nucleus ฟอสฟอรัสยังเป็น  
องค์ประกอบของ phytin กับ phosphotides ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเมล็ดถั่วเหลืองอีก  
ด้วย (ชนพนธ์ จุณขุนทด, 2536: 5-6)

ถั่วเหลืองมีความต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณค่อนข้างสูงเช่นเดียวกับพืชตระกูลถั่วทั้งหลาย เพราะการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในพืชตระกูลถั่วต้องการฟอสฟอรัสมาก ความต้องการฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับระดับของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน กล่าวคือ ถ้าดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำ ถั่วเหลืองก็ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปอย่างชัดเจนโดย Ohlrogge and Kamprath (1968: 59) พบว่า การตอบสนองของถั่วเหลืองต่อฟอสฟอรัสโดยการเพิ่มผลผลิตของเมล็ดนั้น จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อมีการปลูกถั่วเหลืองในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณต่ำมาก แต่มีธาตุอาหารอื่นอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอ จากการทดลองในรัฐ Alabama ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นถึง 109 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อมีการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำ และผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเพียง 21 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้นในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง

#### 2.6.4.3 โฟแทสเชื่อมกับการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองจะใช้โฟแทสเชื่อมในการเจริญเติบโตในเกณฑ์ที่ไม่สูงมาก ปริมาณการใช้โฟแทสเชื่อมของถั่วเหลืองมีความแปรปรวน แต่โดยเฉลี่ยแล้วถ้าจะให้ได้ผลผลิต 300 กก./ไร่ ถั่วเหลืองจะใช้โฟแทสเชื่อมประมาณ 7-8 กก. ของ  $K_2O$  ต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2525: 24)

## 2.7 ปุ๋ยอินทรีย์กับถั่วเหลือง

สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย (2543: 64) กล่าวว่า การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสม เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นเวลานาน ทำให้ดินขาดความสมดุลในส่วนของลักษณะทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ คือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์มีคุณสมบัติในการปรับโครงสร้างของดินทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ในการใช้ธาตุอาหารและปุ๋ยที่ใส่ให้แก่ต้นพืช โดยเฉพาะถั่วเหลือง เขียวชัย อารยางกูร และคณะ (2536: 23-40) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 0-46-0 อัตรา 20 กิโลกรัม ร่วมกับการใช้มูลวัวกลบหลุม หลุมละประมาณ 1 กำมือ (1 ไร่ใช้ประมาณ 350 กิโลกรัม) ทำให้ได้ผลผลิตถั่วเหลืองสูงสุด นอกจากปุ๋ยมูลสัตว์แล้ว วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลยังสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ คือ กากตะกอนหมักกรองโรงงานน้ำตาล วิโรจน์ วจนานวัช และคณะ (2535: 578-585) ได้ทดลองในไร่นาเกษตรกรในสภาพชลประทาน พบว่า การใช้กากตะกอนหมักกรองโรงงานน้ำตาลอัตราไร่ละ



1,000 กิโลกรัม โดยวิธีกลบหลุมปลูกถั่วเหลือง มีผลทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองสูงเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตราไร่ละ 40 กิโลกรัม ในขณะที่ เขียวชัย อารยางกูร และคณะ (2540: 310-318) รายงานว่า ควรคลุกโรโซเนียมทุกครั้งที่ปลูกถั่วเหลือง โดยใช้เชื้อโรโซเนียม อัตรา 1 ถังต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 0-46-0 อัตราไม่เกิน 20 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกและกากตะกอนหมักกรองจากโรงงานน้ำตาล อัตรา 350 กิโลกรัม/ไร่ สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองได้ วิรุฬห์ สิทธิพจน์ (2507: 44-45) พบว่าผลผลิตของถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเทศบาล มีผลผลิตเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี ในขณะที่หากใช้ปุ๋ยเทศบาลและปุ๋ยเคมีควบคู่กันจะให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเทศบาลเพียงอย่างเดียว

## บทที่ 3

### วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา

#### 3.1 วัสดุ อุปกรณ์

- 3.1.1 วัสดุก่อสร้างโรงเรือน ได้แก่ ท่อเหล็กขนาด 1 นิ้ว พลาสติกใสขนาดหน้ากว้าง 120 เซนติเมตร เชือกไนลอน สังกะสี ไม้ ตาข่ายสีดํา กาวยาง
- 3.1.2 ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60
- 3.1.3 กระดาษพลาสติกสีดํา เส้นผ่าศูนย์กลางปากกระดาษ 11 นิ้ว สูง 9 นิ้ว
- 3.1.4 เชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลือง จากกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร
- 3.1.5 สารป้องกันเชื้อรา (แคปแทน)
- 3.1.6 สารเหนียว (น้ำตาล 30 เปอร์เซ็นต์)
- 3.1.7 ปุ๋ยเคมี สูตร 12 - 24 - 12
- 3.1.8 มูลกบ
- 3.1.9 หัวฉีดพ่นกำจัดแมลง
- 3.1.10 ฝักบัวรดน้ำ
- 3.1.11 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน มูลกบ และถั่วเหลือง
- 3.1.12 กล้องถ่ายรูป

### 3.2 วิธีการทดลอง

ทดลองปลูกถั่วเหลืองในโรงเรือนประดิษฐ์ขนาด 6\*8 เมตร โดยปลูกในกระถางพลาสติกสีดำ เส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 11 นิ้ว สูง 9 นิ้ว ดินที่ใช้ในการปลูกจัดอยู่ในชุดดินท่าจีน

#### 3.2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีอัตรามูลกึ่งเป็นหน่วยทดลองดังนี้

หน่วยทดลองที่ 1: ไม่มีการให้ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใส่มูลกึ่ง ( $T_0$ )

หน่วยทดลองที่ 2: ใส่มูลกึ่งผสมกับดินในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ( $T_1$ )

หน่วยทดลองที่ 3: ใส่มูลกึ่งผสมกับดินในอัตรา 4 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ( $T_2$ )

หน่วยทดลองที่ 4: ใส่มูลกึ่งผสมกับดินในอัตรา 6 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ( $T_3$ )

หน่วยทดลองที่ 5: ใส่มูลกึ่งผสมกับดินในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ( $T_4$ )

หน่วยทดลองที่ 6: ไม่มีการใส่มูลกึ่ง แต่ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 12 - 24 - 12 อัตรา 10 กรัม/กระถาง หลังจากถั่วเหลืองงอก 20 วัน ( $T_5$ )

#### 3.2.2 การเตรียมดินและมูลกึ่ง

##### 3.2.2.1 การเตรียมดิน

ดินที่ใช้ในการปลูกเป็นดินนาซึ่งอยู่ในพื้นที่ อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี หลังจากตากเอาหญ้าที่ปกคลุมออกแล้ว ทำการเก็บดินโดยขุดดินลึกลงไปประมาณ 15 - 30 เซนติเมตร ให้ได้ดินประมาณ 2,000 กิโลกรัม นำดินที่ได้มากองรวมกัน ทำการบดและคลุกเคล้าดินที่ได้ให้เข้ากัน จากนั้นทำการแบ่งดินที่ได้ออกเป็น 4 ส่วน (quartering) สุ่มเลือกกองย่อย 2 ใน 4 กองออก นำ 2 กองที่เหลือมารวมกัน แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วอีกครั้ง ทำการแบ่งอีกครั้งจนได้ดินประมาณ 2 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ส่วนที่ 1 นำส่งศูนย์วิจัยพืชสวน อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี เพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ส่วนที่ 2 นำส่งภาควิชาปฐพี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อทำการวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท และปริมาณของไนโตรเจน สำหรับดินที่เหลือจากการสุ่มนำมาใช้ในการปลูกถั่วเหลืองต่อไป

### 3.2.2.2 การเตรียมมูลกิ้ง

มูลกิ้งที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ทำการเก็บจากบ่อเลี้ยงกิ้งของ สุรรัตน์ฟาร์ม อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บหลังจากจับกิ้งและตากบ่อแล้ว 2 เดือน เพื่อให้มูลกิ้งมีสภาพแข็งตัว โดยทำการสุมเก็บทั้งหมด 5 จุด รอบๆ พื้นที่ คือ บริเวณตรงกลางของกองมูลกิ้ง ก้นบ่อ และบริเวณริมกองทั้ง 4 ด้าน ให้ได้มูลกิ้งประมาณ 100 กิโลกรัม นำมูลกิ้งที่ได้มา คลุกเคล้าและตากแดดให้แห้งอีกครั้ง ทำการบดให้เป็นเม็ดเล็กๆ จากนั้นคลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครั้ง หลังจากนั้นกองรวมกันให้เป็นรูปฟุ้ง ทำการแบ่งกองดังกล่าวออกเป็น 4 ส่วน (quartering) สุ่มเลือกกองย่อย 2 ใน 4 กองออก นำ 2 กองที่เหลือมารวมกัน แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วอีกครั้ง ทำการแบ่งอีกครั้งจนได้มูลกิ้งประมาณ 2 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ส่วนที่ 1 นำส่งศูนย์วิจัยพืชสวน อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี เพื่อทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง สำหรับมูลกิ้งในส่วนที่ 2 นำส่งภาควิชาปฐพี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อทำการวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม โปรท และ ปริมาณของไนโตรเจน มูลกิ้งส่วนที่เหลือนำมาใช้เป็นปุ๋ยในการปลูกถั่วเหลืองต่อไป

### 3.2.3 การวิเคราะห์และตรวจวัดคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ

มูลกิ้งและดินที่ได้ จะส่งตรวจหาองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณโลหะหนักที่ ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์วิจัยพืชสวน อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

### 3.2.4 การเตรียมพื้นที่ปลูก

พื้นที่ปลูกเป็นโรงเรือนประดิษฐ์ขนาด 6\*8 เมตร สูง 2 เมตร โดยใช้ท่อเหล็กขนาด 1 นิ้ว ทำเป็นโครงโรงเรือนโดยเชื่อมต่อด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้า มีประตูเข้าออก 1 ทาง กว้าง 1 เมตร หลังคาโรงเรือนมุงด้วยพลาสติกใส ขนาดหน้ากว้าง 1.20 เมตร โดยขึงพลาสติกให้ตึงและใช้กาวยางปะยัดติดกับโครงเหล็ก โรงเรือนทั้ง 4 ด้านกันด้วยสังกะสีภายนอกโดยรอบสูงจากพื้นประมาณ 50 เซนติเมตร ขุดร่องฝังสังกะสีลึก 10 เซนติเมตร ระหว่างหลังคาลงมาถึงสังกะสีใช้อวนสตีลขึงโดยรอบ พื้นโรงเรือนเป็นพื้นดินลูกรังอัดแน่นและปรับให้เรียบ ดังภาพที่ 3.1

### 3.2.5 การปลูก

จับสลากลำดับการจัดเรียงหน่วยทดลอง (treatments) ในโรงเรือนประดิษฐ์ โดยลำดับการจัดเรียงหน่วยทดลองเป็นดังนี้ หน่วยทดลองที่ 2 ( $T_2$ ) 5 ( $T_5$ ) 3 ( $T_3$ ) 0 ( $T_0$ ) 1( $T_1$ ) และ 4 ( $T_4$ ) ตามลำดับ โดยปลูกในกระถางพลาสติกสีดำ เส้นผ่านศูนย์กลางปากกระถาง 11 นิ้ว สูง 9 จำนวนหน่วยทดลองละ 30 กระถาง รวม 180 กระถางระยะห่างระหว่างหน่วยทดลอง คือ 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างกระถางภายในหน่วยทดลองคือ 5 เซนติเมตร ทำการชั่งน้ำหนักดินและมูลกิ้ง ตามอัตราที่กำหนด โดยให้มีน้ำหนักแต่ละกระถางเท่ากัน คือ 10 กิโลกรัม ดังตารางที่ 3.1 หลังจากนั้นทิ้งเอาไว้ 2 สัปดาห์ จึงนำมาทำการปลูกต่อไป



ภาพที่ 3.1 ลักษณะของโรงเรือนประดิษฐ์

| T2  | T5  | T3  | T0  | T1  | T4  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |
| ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ | ○ ○ |

ภาพที่ 3.2 ลักษณะการจัดวางกระถางภายในโรงเรือนประดิษฐ์จากการสุ่ม

ตารางที่ 3.1 ปริมาณดินและมูลกิ้งที่ใช้ในแต่ละซ้ำของหน่วยทดลอง

| หน่วยทดลอง     | ดิน/ซ้ำ        | มูลกิ้ง       | ปุ๋ยเคมี<br>สูตร 12-24-12 | รวม            |
|----------------|----------------|---------------|---------------------------|----------------|
| T <sub>0</sub> | 10.00 กิโลกรัม | -             | -                         | 10.00 กิโลกรัม |
| T <sub>1</sub> | 9.80 กิโลกรัม  | 0.20 กิโลกรัม | -                         | 10.00 กิโลกรัม |
| T <sub>2</sub> | 9.60 กิโลกรัม  | 0.40 กิโลกรัม | -                         | 10.00 กิโลกรัม |
| T <sub>3</sub> | 9.40 กิโลกรัม  | 0.60 กิโลกรัม | -                         | 10.00 กิโลกรัม |
| T <sub>4</sub> | 9.20 กิโลกรัม  | 0.80 กิโลกรัม | -                         | 10.00 กิโลกรัม |
| T <sub>5</sub> | 10.00 กิโลกรัม | -             | 0.01 กิโลกรัม             | 10.01 กิโลกรัม |

การปลูกใช้เมล็ดถั่วเหลืองคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียมโดยใช้น้ำตาลผสมน้ำอัตรา 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารเหนียวเพื่อให้เชื้อเกาะติดกับเมล็ด หลังจากนั้นใส่สารแคลเซียมเล็กน้อยเพื่อป้องกันเชื้อรา คลุกเคล้าให้ทั่วเมล็ด จากนั้นทำการปลูก โดยหยอดเมล็ดถั่วเหลือง 7 เมล็ดต่อ 1 กระถาง ที่ระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร ทำการกลบและรดน้ำให้ชุ่ม หลังจากนั้นเมื่อถั่วเหลืองอายุ 1 สัปดาห์ ถอนแยกให้เหลือกระถางละ 4 ต้น สำหรับภาพรายละเอียดในการปลูกแสดงในภาคผนวก ค ภาพที่ 1.1 ถึง 1.6

### 3.2.6 การดูแลรักษา

3.2.6.1 การให้น้ำ ในระยะแรกหลังจากปลูกให้น้ำวันเว้นวัน จนกระทั่งถั่วเหลืองเริ่มออกดอกจึงให้น้ำทุกๆ 3 วัน หรือเมื่อดินในกระถางแห้งจนเกิดการแตกของดิน และเมื่อถึงระยะสุกแก่จึงหยุดให้น้ำ

3.2.6.2 การกำจัดวัชพืช กำจัดโดยใช้แรงงานคนเมื่อมีวัชพืชขึ้น

3.2.6.3 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ใช้ใบสะเดาปั่นละเอียดผสมน้ำแล้วกรองเอากากออก ฉีดพ่นเมื่อปรากฏว่ามีแมลงหรือหนอน

### 3.2.7 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

เก็บตัวอย่างถั่วเหลืองเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต 6 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างถั่วเหลือง 4 ต้นในแต่ละครั้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ตามตารางที่ 3.2 ที่ระยะ  $R_1$   $R_3$   $R_5$   $R_6$  และ  $R_7$  จะทำการวัดพื้นที่ใบ (ยกเว้น  $R_6$  และ  $R_7$ ) น้ำหนักฝัก (ยกเว้น  $R_1$ ) น้ำหนักแห้งทั้งต้น โดยทำการตัดต้นถั่วเหลืองยกเว้นราก รีดใบออกและนำมาวัดพื้นที่ใบโดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบ (AREA METER, LI-COR MODEL LI-3100, MADE IN USA) จากนั้นแยกฝักออกจากต้น และนำฝักและต้นที่ได้แยกแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อวัดน้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักแห้งทั้งต้น (รวมฝัก) สำหรับระยะ  $R_5$  จะตัดตัวอย่างเพิ่มอีก 4 ต้นเพื่อทำการวิเคราะห์หาโลหะหนักตกค้างในใบซึ่งได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ส่วนที่ระยะ  $R_8$  จะทำการวัดน้ำหนักฝัก ความสูง ดัชนีเก็บเกี่ยว จำนวนข้อและกิ่ง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ผลผลิต ปริมาณโปรตีนและไขมัน และปริมาณโลหะหนักในเมล็ด โดยใช้ตัวอย่าง 4 ต้นเช่นเดียวกัน สำหรับปริมาณโปรตีนและไขมันนั้นใช้ถั่วเหลืองที่ได้จากการปลูกที่เหลือทั้งหมดในการวิเคราะห์

### 3.2.8 การบันทึกข้อมูล

#### 3.2.8.1 วันปลูก

#### 3.2.8.2 วันงอก

#### 3.2.8.3 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ( $V_1$ - $V_6$ )

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

#### 3.2.8.5 น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลืองระยะ $R_1$ $R_3$ $R_5$ $R_6$ และ $R_7$

#### 3.2.8.6 น้ำหนักฝักของถั่วเหลืองระยะ $R_3$ $R_5$ $R_6$ และ $R_7$

#### 3.2.8.7 พื้นที่ใบระยะ $R_1$ $R_3$ และ $R_5$

#### 3.2.8.8 โลหะหนักในใบระยะ $R_5$

#### 3.2.8.9 น้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลือง น้ำหนักฝัก ความสูง จำนวนข้อ จำนวนกิ่ง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด ผลผลิตต่อกระถาง ปริมาณโปรตีนในเมล็ด ปริมาณไขมันในเมล็ด และโลหะหนักในเมล็ดที่ระยะ $R_8$



ตารางที่ 3.2 การเก็บข้อมูลในระยะต่างๆ

|                       | ระยะของถั่วเหลือง |                |                |                |                |                |
|-----------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                       | R <sub>1</sub>    | R <sub>3</sub> | R <sub>5</sub> | R <sub>6</sub> | R <sub>7</sub> | R <sub>8</sub> |
| พื้นที่ใบ             | X                 | X              | X              |                |                |                |
| น้ำหนักฝัก            |                   | X              | X              | X              | X              | X              |
| น้ำหนักแห้งทั้งต้น    | X                 | X              | X              | X              | X              | X              |
| ความสูง               |                   |                |                |                |                | X              |
| จำนวนข้อและกิ่ง       |                   |                |                |                |                | X              |
| จำนวนฝักต่อต้น        |                   |                |                |                |                | X              |
| จำนวนเมล็ดต่อฝัก      |                   |                |                |                |                | X              |
| น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด |                   |                |                |                |                | X              |
| ผลผลิต                |                   |                |                |                |                | X              |
| ปริมาณโปรตีนและไขมัน  |                   |                |                |                |                | X              |
| โลหะหนัก              |                   |                | X              |                |                | X              |

### 3.2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เวอร์ชัน 6.12 (SAS, 1996: 10) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) ของดัชนีการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองต่างๆ ในการใช้อัตราผลกึ่งในระดับต่างๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

การศึกษาเกี่ยวกับการใช้มูลกิ้งเพื่อใช้ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในอัตรา 0 ( $T_0$ ) 2 ( $T_1$ ) 4 ( $T_2$ ) 6 ( $T_3$ ) และ 8 ( $T_4$ ) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก กับการใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12 อัตรา 10 กรัม ( $T_5$ ) มีรายละเอียดของผลการทดลองต่างๆ ดังต่อไปนี้

#### 4.1 สมรรถภาพของถั่วเหลือง

##### 4.1.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

การวัดการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองวัดได้จากการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ จำนวนกิ่ง จำนวนข้อ และความสูงของถั่วเหลืองในระยะต่างๆ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้ (สำหรับภาพรายละเอียดการเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวแสดงในภาคผนวก ค ภาพที่ ค.7 ถึง ค.12)

##### 4.1.1.1 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ( $V_1$ - $V_6$ )

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1

จากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบของถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกจนถึงระยะ  $V_6$  ใกล้เคียงกัน คือ 30 29 29 29 28 และ 29 วัน ตามลำดับ โดยพบว่า ถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ มีระยะการเจริญเติบโตสั้นที่สุดคือ 28 วัน และถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มควบคุม) มีระยะการเจริญเติบโตนานที่สุดคือ 30 วัน สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 2 4 6 และปุ๋ยเคมี จะใช้เวลาน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ( $T_0$ ) คือ 29 วัน โดยต้นถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ นั้น เริ่มปรากฏการเจริญเติบโตที่รวดเร็วในช่วงระยะ  $V_5$  และ  $V_6$  โดยจะ

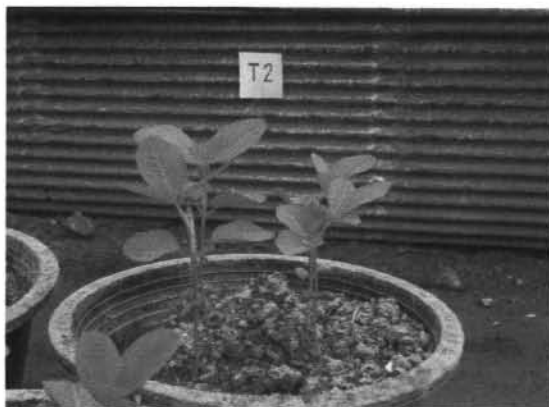
ใช้เวลาน้อยกว่าตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตราส่วนอื่นๆ ในขณะที่เดียวกันตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี แม้ว่าจะมีการเจริญเติบโตถึงระยะ  $V_6$  เท่ากับมูลกิ้งในอัตรา 2:4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ก็ตาม แต่ตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี เริ่มปรากฏความเด่นชัดในการเจริญเติบโตเมื่อผ่านระยะ  $V_5$  เป็นต้นไป ทั้งนี้ เนื่องจาก ในระยะ  $V_4$  ซึ่งเป็นระยะที่ตัวเหลืองมีการเจริญเติบโตครบ 20 วัน มีการให้ปุ๋ยเคมี 10 กรัม ทำให้หลังจากระยะ  $V_4$  เป็นต้นไป ตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะใช้เวลาในการเจริญเติบโตสั้นลง สำหรับภาพการเจริญเติบโตของตัวเหลืองจนถึงระยะ  $V_6$  แสดงในภาพที่ 4.1 ถึง 4.4

**ตารางที่ 4.1** จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์  
เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

| ระยะ                              | จำนวน (วัน)    |                |                |                |                |                |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                   | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>5</sub> |
| วันปลูก ถึง VE                    | 3              | 3              | 4              | 4              | 4              | 3              |
| VE ถึง VC                         | 2              | 2              | 2              | 2              | 2              | 2              |
| VC ถึง V <sub>1</sub>             | 5              | 5              | 5              | 5              | 5              | 5              |
| V <sub>1</sub> ถึง V <sub>2</sub> | 5              | 5              | 4              | 4              | 5              | 5              |
| V <sub>2</sub> ถึง V <sub>3</sub> | 4              | 4              | 4              | 4              | 4              | 4              |
| V <sub>3</sub> ถึง V <sub>4</sub> | 4              | 3              | 3              | 3              | 3              | 4              |
| V <sub>4</sub> ถึง V <sub>5</sub> | 4              | 4              | 4              | 4              | 3              | 3              |
| V <sub>5</sub> ถึง V <sub>6</sub> | 3              | 3              | 3              | 3              | 2              | 3              |
| วันปลูกถึง V <sub>6</sub>         | 30             | 29             | 29             | 29             | 28             | 29             |

T<sub>0</sub>T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>T<sub>3</sub>T<sub>4</sub>T<sub>5</sub>

ภาพที่ 4.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 7 วัน

 $T_0$  $T_1$  $T_2$  $T_3$  $T_4$  $T_5$ 

ภาพที่ 4.2 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 14 วัน



T<sub>0</sub>



T<sub>1</sub>



T<sub>2</sub>



T<sub>3</sub>



T<sub>4</sub>



T<sub>5</sub>

ภาพที่ 4.3 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 21 วัน



T<sub>0</sub>



T<sub>1</sub>



T<sub>2</sub>



T<sub>3</sub>



T<sub>4</sub>



T<sub>5</sub>

ภาพที่ 4.4 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 28 วัน



#### 4.1.1.2 การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ ( $R_1$ - $R_8$ )

จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ภาพแสดงการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์จนถึงระยะ  $R_8$  แสดงในภาพที่ 4.5 ถึง 4.14 สำหรับร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะ ต่างๆ นั้น จะแสดงในกราฟที่ 4.1 ถึง 4.7

จากการทดลอง พบว่า การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ของถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม มีการเจริญเติบโตจากวันปลูกจนถึงระยะ  $R_8$  คือ 98 98 98 97 101 และ 86 วัน ตามลำดับ โดยในระยะ  $R_1$  ถั่วเหลืองจะมีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกัน โดยถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลาการเจริญเติบโตสั้นที่สุดคือ 33 วัน และถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลาการเจริญเติบโตรองลงมาคือ 34 วัน ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี จะใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ  $R_1$  มากที่สุดคือ 35 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วีระศักดิ์ เทพจันทร์ (วีระศักดิ์ เทพจันทร์, 2535 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และ สุขชัย แก้วมีชัย, 2543: 12) และ ฤทธิ ภัทรดิลก (2534: 193) ที่พบว่าถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตถึงระยะ  $R_1$  เท่ากับ 34 และ 33.5 วัน ตามลำดับ

สำหรับการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในระยะ  $R_2$  ถึง  $R_4$  ยังคงใกล้เคียงกันอยู่ แต่ภายหลังจากนั้นการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ใช้อัตรามูลกิ้งและปุ๋ยแตกต่างกันนั้นจะเริ่มปรากฏเด่นชัด โดยถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีนั้นจะเริ่มใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์สั้นกว่าถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตราต่างๆ เมื่อถั่วเหลืองเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ  $R_5$  พบว่าถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ 6 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี จะใช้ระยะเวลาเท่ากันคือ 49 วัน ในขณะที่ ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีแนวโน้มที่มากขึ้นเป็นลำดับ โดยใช้เวลาเท่ากับ 50 51 และ 52 วัน จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้มูลกิ้งมากขึ้นจะทำให้ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ  $R_5$  นี้ น้อยลงตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ วีระศักดิ์ เทพจันทร์ (วีระศักดิ์ เทพจันทร์, 2535 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และสุขชัย แก้วมีชัย, 2543: 12) พบว่าถั่วเหลืองใช้เวลาในการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ  $R_5$  เท่ากับ 54 วัน ซึ่งมูลกิ้งในอัตราต่างๆ รวมถึงปุ๋ยเคมีจะใช้นเวลาน้อยกว่า

เมื่อถั่วเหลืองเจริญเติบโตถึงระยะ  $R_8$  ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด คือ 86 วัน สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ มีระยะการเจริญเติบโตจากวันปลูกจนถึงระยะ  $R_8$  นานที่สุดคือ 101 วัน ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 0 2 4 และ 6 จะใช้เวลา 98 98 98 และ 97 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ วีระศักดิ์ เทพจันทร์ (วีระศักดิ์ เทพจันทร์, 2535 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และสุขชัย แก้วมีชัย, 2543: 12) พบว่า ใช้เวลาในการเจริญเติบโตถึงระยะ  $R_8$  เท่ากับ 89 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับถั่วเหลืองที่ใช้

ปุ๋ยเคมี แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ หฤษฎี ภัทรดิลก (หฤษฎี ภัทรดิลก, 2534: 193) พบว่าใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนถึงระยะ  $R_0$  เท่ากับ 110 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ (สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, 2542 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมิชัย, 2543: 43) ที่มีระยะเวลาเก็บเกี่ยว 109 วัน ซึ่งมากกว่าการใช้มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเหลืองเมื่อได้รับธาตุอาหารที่เหมาะสม ได้รับน้ำพอดี หรือปลูกในช่วงที่มีช่วงแสงยาว เช่น ฤดูฝน จะทำให้อายุการสุกแก่เพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง ซึ่งช่วงแสงที่ยาวขึ้น คือ ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ สอดคล้องกับการศึกษาของ หฤษฎี ภัทรดิลก (2534: 41) พบว่าการสุกแก่ของถั่วเหลืองผันแปรแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงการปลูก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความชื้นและความยาวของช่วงแสง จากการทดลองนี้ กลุ่มที่ใช้มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่าจะมีช่วงของการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative growth) สั้นกว่ากลุ่มอื่นๆ อาจเป็นไปได้ว่า กลุ่มอื่นๆ มีความจำกัดในเรื่องของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ทำให้ช่วง vegetative growth ยืดยาวออกไป แต่การเจริญทางการแพร่ขยายพันธุ์ (reproductive growth) สั้นลง ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนวันของการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะต่างๆ ของตัว  
 เหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่  
 แตกต่างกัน

| ระยะ                              | จำนวน (วัน)    |                |                |                |                |                |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                   | T <sub>0</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>5</sub> |
| วันปลูก ถึง R <sub>1</sub>        | 35             | 35             | 34             | 34             | 33             | 35             |
| R <sub>1</sub> ถึง R <sub>2</sub> | 4              | 4              | 3              | 3              | 3              | 4              |
| R <sub>2</sub> ถึง R <sub>3</sub> | 5              | 5              | 6              | 5              | 6              | 5              |
| R <sub>3</sub> ถึง R <sub>4</sub> | 4              | 4              | 3              | 4              | 4              | 3              |
| R <sub>4</sub> ถึง R <sub>5</sub> | 4              | 3              | 4              | 3              | 3              | 2              |
| R <sub>5</sub> ถึง R <sub>6</sub> | 22             | 24             | 24             | 24             | 22             | 20             |
| R <sub>6</sub> ถึง R <sub>7</sub> | 15             | 15             | 13             | 14             | 18             | 10             |
| R <sub>7</sub> ถึง R <sub>8</sub> | 9              | 8              | 11             | 10             | 12             | 7              |
| วันปลูก ถึง R <sub>8</sub>        | 98             | 98             | 98             | 97             | 101            | 86             |



T<sub>0</sub>



T<sub>1</sub>



T<sub>2</sub>



T<sub>3</sub>



T<sub>4</sub>



T<sub>5</sub>

ภาพที่ 4.5 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 35 วัน

T<sub>0</sub>T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>T<sub>3</sub>T<sub>4</sub>T<sub>5</sub>

ภาพที่ 4.6 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 42 วัน



T<sub>0</sub>



T<sub>1</sub>



T<sub>2</sub>



T<sub>3</sub>



T<sub>4</sub>



T<sub>5</sub>

ภาพที่ 4.7 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 49 วัน



T<sub>0</sub>



T<sub>1</sub>



T<sub>2</sub>



T<sub>3</sub>



T<sub>4</sub>



T<sub>5</sub>

ภาพที่ 4.8 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 56 วัน

T<sub>0</sub>T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>T<sub>3</sub>T<sub>4</sub>T<sub>5</sub>

**ภาพที่ 4.9** การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 63 วัน



T<sub>0</sub>T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>T<sub>3</sub>T<sub>4</sub>T<sub>5</sub>

ภาพที่ 4.10 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 70 วัน

 $T_0$  $T_1$  $T_2$  $T_3$  $T_4$  $T_5$ 

ภาพที่ 4.11 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 77 วัน

T<sub>0</sub>T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>T<sub>3</sub>T<sub>4</sub>T<sub>5</sub>

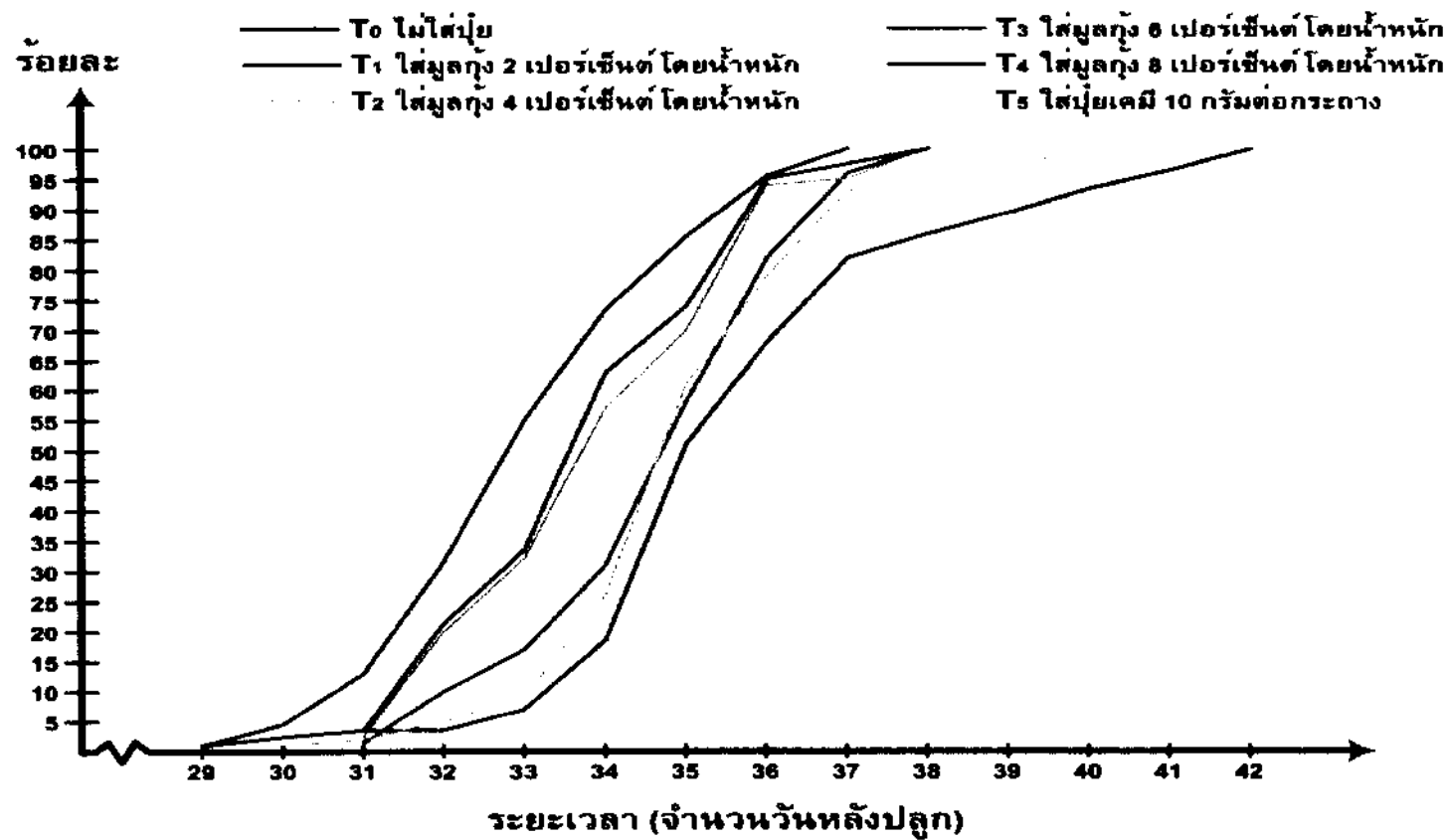
ภาพที่ 4.12 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 84 วัน

T<sub>0</sub>T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>T<sub>3</sub>T<sub>4</sub>T<sub>5</sub>

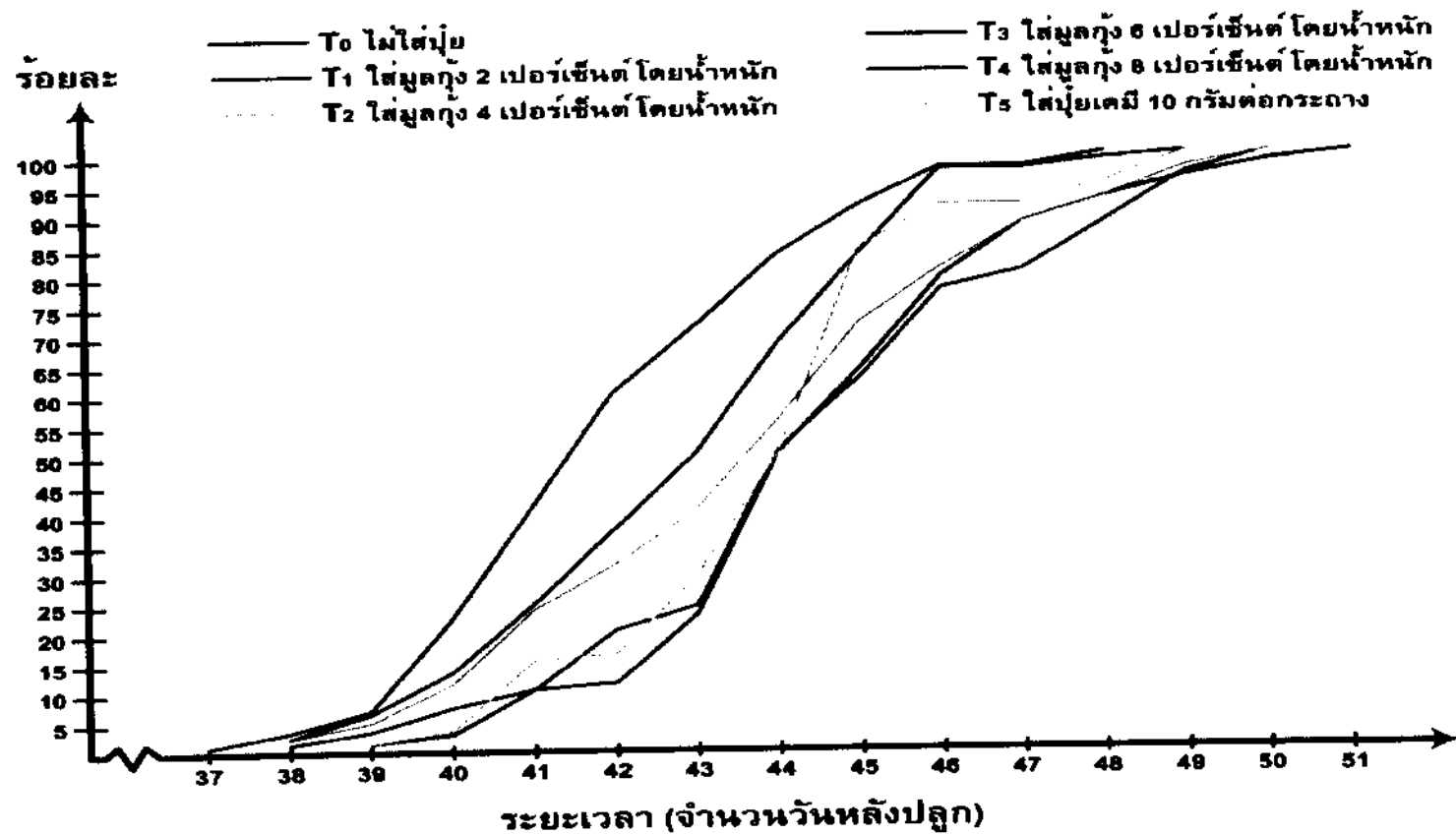
ภาพที่ 4.13 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 91 วัน

T<sub>0</sub>T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>T<sub>3</sub>T<sub>4</sub>T<sub>5</sub>

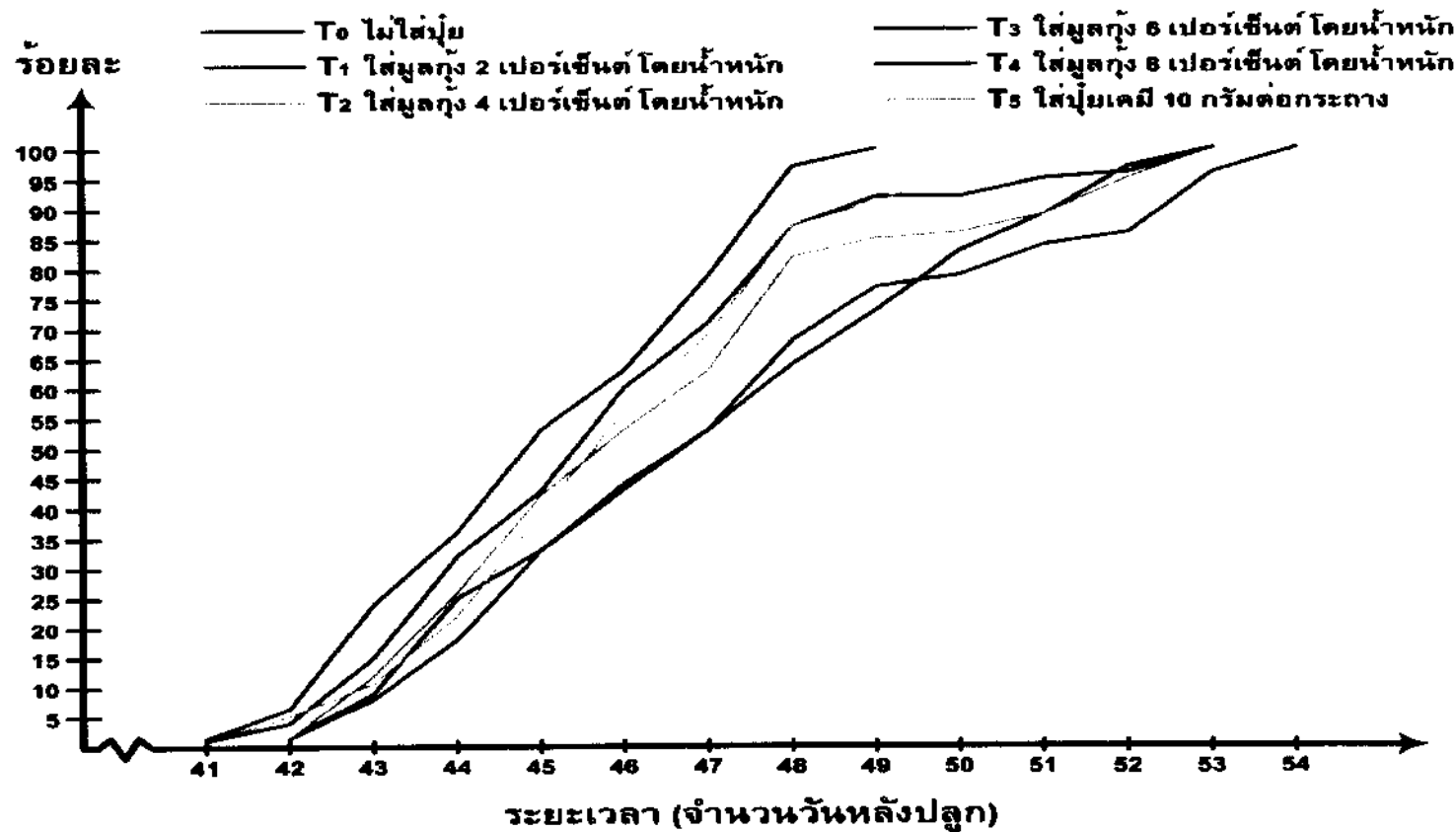
ภาพที่ 4.14 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะ 98 วัน



กราฟที่ 4.1 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะ  $R_1$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

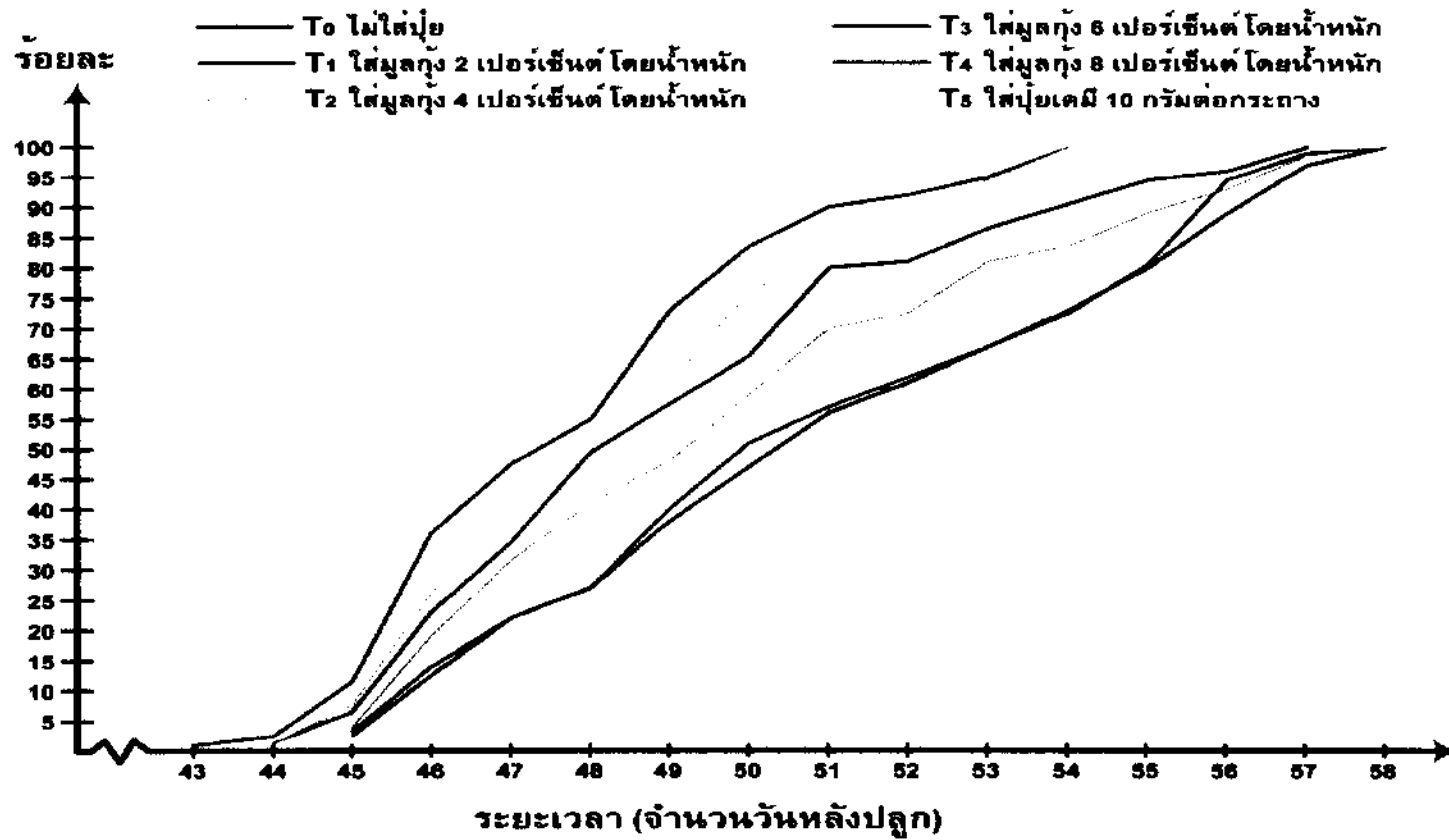


กราฟที่ 4.2 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะ  $R_3$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

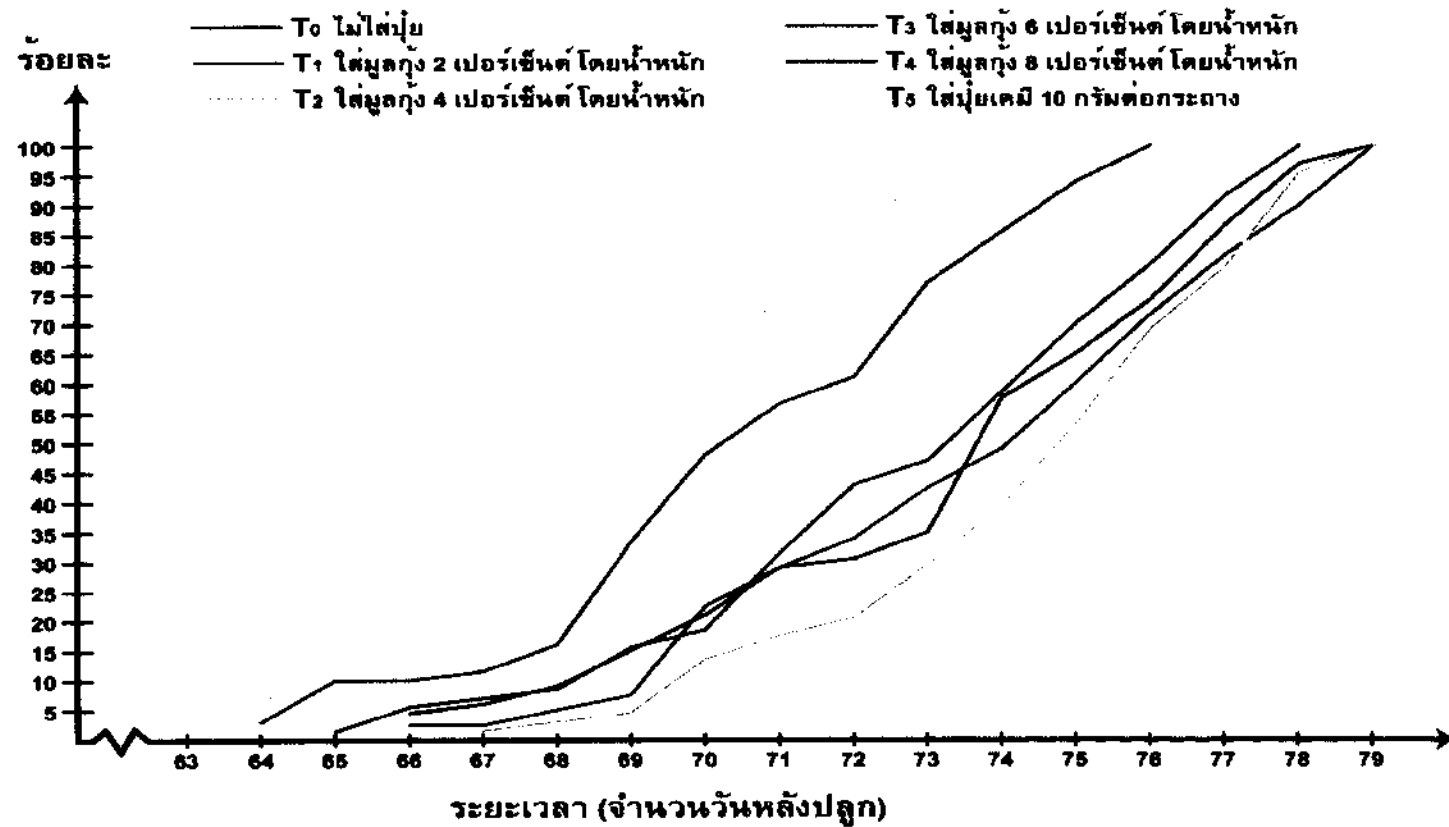


กราฟที่ 4.3 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะ  $R_4$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

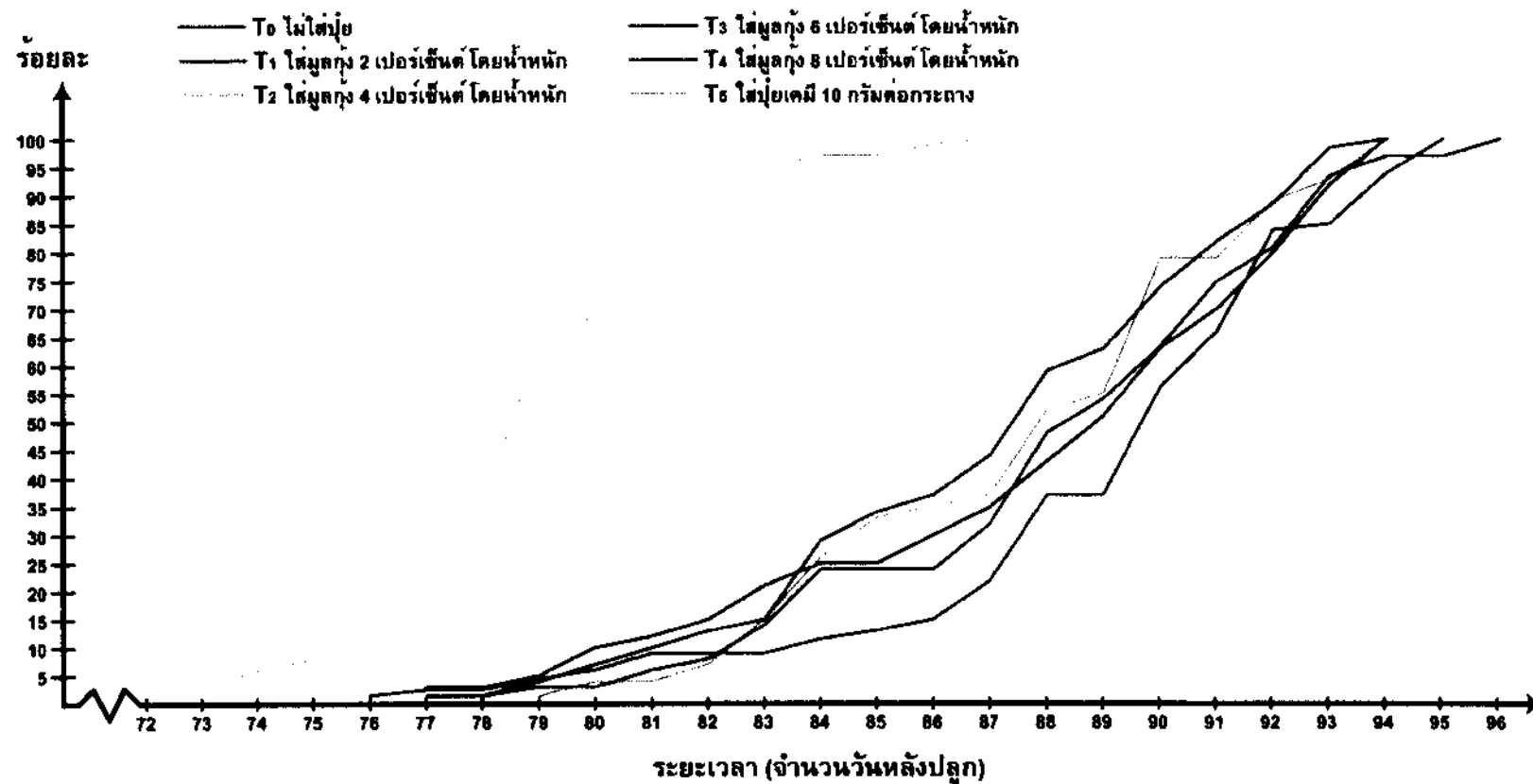




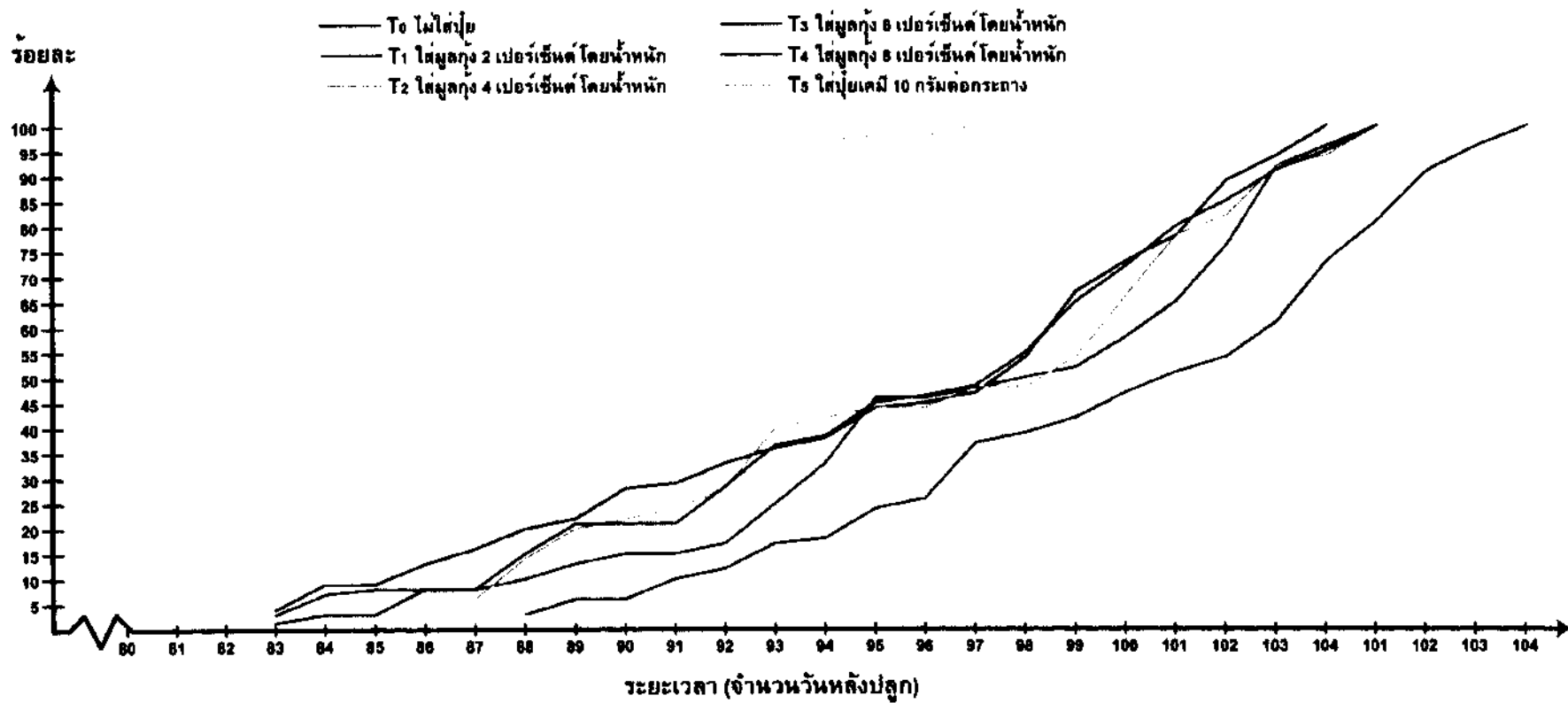
กราฟที่ 4.4 ร้อยละของจำนวนต้นกล้าเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะ  $R_5$  ของต้นกล้าเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน



กราฟที่ 4.5 ร้อยละของจำนวนต้นกล้าเหียงที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะ R<sub>6</sub> ของต้นเหียงพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน



กราฟที่ 4.6 ร้อยละของจำนวนต้นถั่วเหลืองที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะ  $R_7$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน



กราฟที่ 4.7 ร้อยละของจำนวนต้นกล้าเฉลี่ยที่มีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ในระยะ R<sub>8</sub> ของต้นกล้าพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

#### 4.1.1.3 จำนวนกิ่ง

จำนวนกิ่งต่อต้านของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ  $R_8$  ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม จากการทดลอง พบว่า ไม่พบกิ่งที่แยกออกจากลำต้นหลักของถั่วเหลือง ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ คือ เป็นพันธุ์ที่ไม่มีกิ่งแยกออกจากลำต้นหลัก

#### 4.1.1.4 จำนวนข้อ

จำนวนข้อต่อต้านของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ  $R_8$  ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.3 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.1

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี ( $p>0.05$ ) โดยมีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้านคือ 15.00 และ 13.50 ตามลำดับ แต่ทั้งสองกลุ่มจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) กับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีจำนวนข้อเฉลี่ยต่อต้านลดลงเท่ากับ 11.50 10.50 10.50 และ 10.00 ข้อ ตามลำดับ ซึ่งจำนวนข้อต่อต้านจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณมูลกึ่งที่ใช้เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนข้อจากเอกสารถั่วเหลืองผิวดำ พันธุ์สุขโขทัย 3 (สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, 2542) พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีจำนวนข้อต่อต้านเท่ากับ 15 ข้อ จะเห็นได้ว่า มีจำนวนข้อเท่ากับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 8 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากการทดลอง ในขณะที่จะมีจำนวนข้อมากกว่าถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตราส่วนต่างๆ รวมถึงปุ๋ยเคมี

#### 4.1.1.5 ความสูง

ความสูงต่อต้านของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ  $R_8$  ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.3 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.2

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 68 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p<0.05$ ) สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 6 4 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยมีความสูงเฉลี่ย 55.25 53.50 และ 50.75 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 2 เปอร์เซ็นต์จะมีความสูงเฉลี่ย 47.00 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างจากถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี ( $p>0.05$ ) แต่จะมีความแตกต่างจากถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ( $p<0.05$ ) สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 0 เปอร์เซ็นต์ นั้นจะมีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 45.50 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกับการใช้มูลกึ่งสูตรอื่นๆ ( $p<0.05$ ) ยกเว้นถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยความสูงของถั่วเหลืองจะแปรผันตามปริมาณมูลกึ่งที่ใช้ เมื่อใช้มูลกึ่งมากขึ้นจะทำให้ถั่วเหลืองมีความสูงที่เพิ่มมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ (สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, 2542 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และ ศุภชัย แก้วมิชัย, 2543: 43)

พบว่า ความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 62 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซนต์ นั้น จะมีความสูงเฉลี่ยต่อต้าน น้อยกว่าถึง 6 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซนต์ มีความสูงเฉลี่ยต่อต้านมากกว่าปุ๋ยเคมี และมูลกิ้งในอัตราอื่นๆ ตลอดจนมากกว่าการศึกษาของ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ ด้วยเช่นกัน

**ตารางที่ 4.3** จำนวนข้อต่อต้นและความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูล  
กึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

|                  | จำนวนข้อ (ข้อ)     | ความสูง (เซนติเมตร) |
|------------------|--------------------|---------------------|
| T <sub>0</sub>   | 10.00 <sup>b</sup> | 45.50 <sup>d</sup>  |
| T <sub>1</sub>   | 10.50 <sup>b</sup> | 47.00 <sup>cd</sup> |
| T <sub>2</sub>   | 10.50 <sup>b</sup> | 53.50 <sup>b</sup>  |
| T <sub>3</sub>   | 11.50 <sup>b</sup> | 55.25 <sup>b</sup>  |
| T <sub>4</sub>   | 15.00 <sup>a</sup> | 68.00 <sup>a</sup>  |
| T <sub>5</sub>   | 13.50 <sup>a</sup> | 50.75 <sup>bc</sup> |
| CV (เปอร์เซ็นต์) | 10.91              | 6.080               |

<sup>abcd</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

T<sub>0</sub>: มูลกึ่งผสมดินในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์

T<sub>1</sub>: มูลกึ่งผสมดินในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์

T<sub>2</sub>: มูลกึ่งผสมดินในอัตรา 4 เปอร์เซ็นต์

T<sub>3</sub>: มูลกึ่งผสมดินในอัตรา 6 เปอร์เซ็นต์

T<sub>4</sub>: มูลกึ่งผสมดินในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์

T<sub>5</sub>: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม

#### 4.1.2 พื้นที่ใบ

สำหรับพื้นที่ใบนั้นจะเทียบโดยใช้พื้นที่ใบต่อสองต้นในระยะต่างๆ ของตัวเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.4 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.3 ถึง ก.5 สำหรับกราฟแสดงความแตกต่างของพื้นที่ใบเฉลี่ยเมื่อได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ ได้แสดงไว้ในกราฟที่ 4.8

จากการทดลอง พบว่า ในระยะ  $R_1$  ตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 916.8 ตารางเซนติเมตร ส่วนตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ จะมีพื้นที่ใบรองลงมาคือ 736.6 และ 728.4 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ในขณะที่ตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยเคมี และมูลกึ่งในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยต่อดันลดลง คือ 660.2 657.0 และ 625.6 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อตัวเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_3$  ตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1,295 ตารางเซนติเมตร ส่วนตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยรองลงมาคือ 1,221 ตารางเซนติเมตร สำหรับตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) คือ มีค่าพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 1,073 และ 1,043 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 2 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ย 995.0 ตารางเซนติเมตร และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p>0.05$ ) กับตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 1,043 ตารางเซนติเมตร โดยตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 909.8 ตารางเซนติเมตร

ต่อมาเมื่อตัวเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_5$  ตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี และตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 8 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยมีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 2,162 และ 2,087 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 6 เปอร์เซ็นต์ มีพื้นที่ใบเฉลี่ยรองลงมาคือ 1,618 ตารางเซนติเมตร สำหรับตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยรองลงมาคือ 1,442 และ 1,343 ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) สำหรับตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1,258 ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ( $p>0.05$ ) กับตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่งในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองที่ได้ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า พื้นที่ใบต่อสองต้นนั้น จะเพิ่มขึ้นในการวัดทั้ง 3 ครั้ง โดยตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 8 เปอร์เซ็นต์ โดยในระยะ  $R_1$  จะมีพื้นที่ใบต่อสองต้นมากที่สุดคือ 916.8 ตารางเซนติเมตร และพื้นที่ใบจะลดลงเรื่อยๆ ตามปริมาณมูลกึ่งที่ใช้ลดลง โดยตัวเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 0 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มควบคุม) จะมีพื้นที่ใบน้อยที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี เนื่องจากตัวเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีจะได้รับปุ๋ยเคมีหลังจากงอก 20 วัน ดังนั้นการ



เจริญเติบโตของถั่วเหลืองจึงยังไม่ปรากฏความแตกต่าง แต่เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_3$  ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีพื้นที่ใบที่มากขึ้นและมีพื้นที่ใบมากที่สุด โดยถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีพื้นที่ใบรองลงมา สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มควบคุม) ยังคงมีพื้นที่ใบที่น้อยที่สุด เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_5$  พื้นที่ใบของถั่วเหลืองยังคงมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ และถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี ยังคงมีพื้นที่ใบที่มากที่สุดเช่นเดิม โดยถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มควบคุม) ยังคงมีพื้นที่ใบน้อยที่สุด เช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่าถึงแม้ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีพื้นที่ใบใน ระยะ  $R_1$  น้อย แต่เมื่อถั่วเหลืองได้ดูดซึมปุ๋ยเคมีไปใช้ในการเจริญเติบโตแล้ว จะทำให้มีการเจริญเติบโตที่มากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งนั้น จะมีพื้นที่ใบเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ โดยเมื่อใช้มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้มีพื้นที่ใบใกล้เคียงกับปุ๋ยเคมี และเมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบ จะเห็นได้ว่า ในทุกๆ อัตราส่วนมูลกิ้ง และปุ๋ยเคมี จะมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบทั้ง 3 ระยะ คือ  $R_1$   $R_3$  และ  $R_5$  แต่ภายหลังจากนั้นพื้นที่ใบจะเริ่มลดลงเนื่องจากการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ได้สิ้นสุดลงเมื่อถึงระยะ  $R_{5.5}$  (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2545: 27) ดังจะเห็นได้จากภาพการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองตามภาพที่ 4.5 ถึง 4.14

ตารางที่ 4.4 พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร/2ต้น) ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

|                  | ระยะการเจริญเติบโต |                     |                     |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                  | $R_1$              | $R_3$               | $R_5$               |
| $T_0$            | 625.6 <sup>c</sup> | 909.8 <sup>e</sup>  | 1,258 <sup>d</sup>  |
| $T_1$            | 660.2 <sup>c</sup> | 995.0 <sup>d</sup>  | 1,343 <sup>cd</sup> |
| $T_2$            | 728.4 <sup>b</sup> | 1,043 <sup>cd</sup> | 1,442 <sup>c</sup>  |
| $T_3$            | 736.6 <sup>b</sup> | 1,073 <sup>c</sup>  | 1,618 <sup>b</sup>  |
| $T_4$            | 916.8 <sup>a</sup> | 1,221 <sup>b</sup>  | 2,087 <sup>a</sup>  |
| $T_5$            | 657.0 <sup>c</sup> | 1,295 <sup>a</sup>  | 2,162 <sup>a</sup>  |
| CV (เปอร์เซ็นต์) | 3.910              | 3.690               | 4.460               |

<sup>abcde</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

$T_0$ : มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์

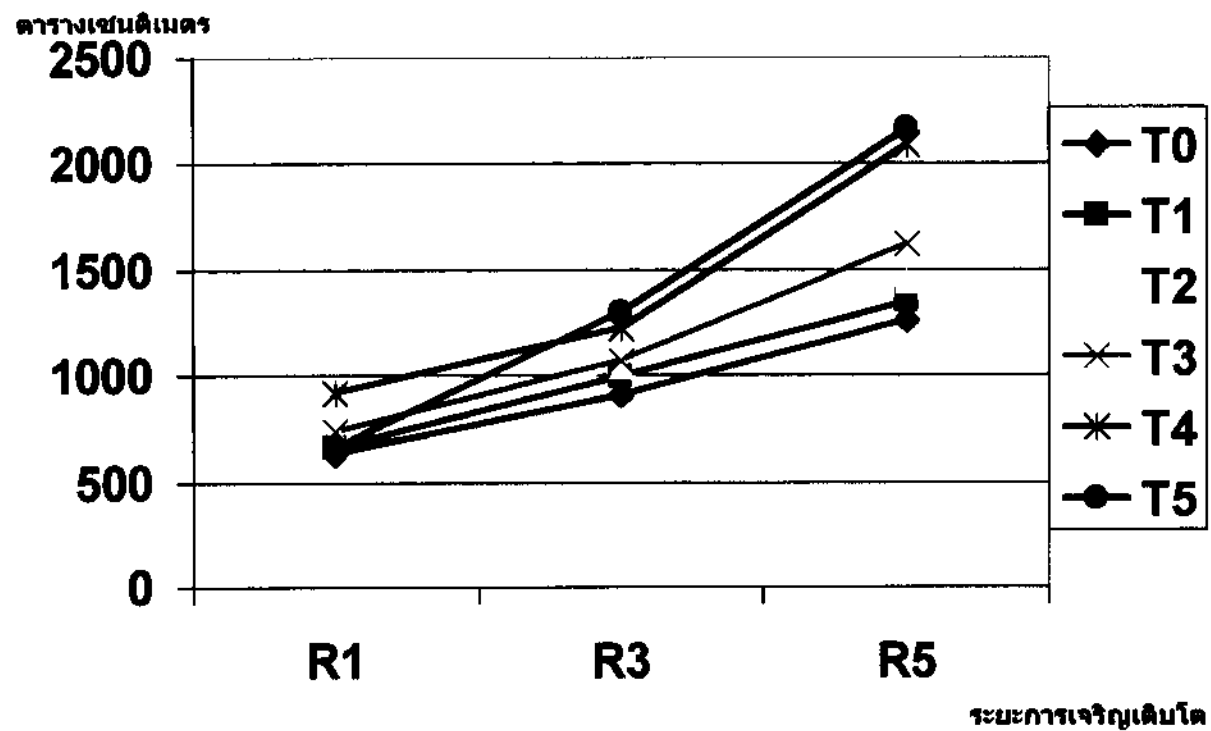
$T_1$ : มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์

$T_2$ : มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 4 เปอร์เซ็นต์

$T_3$ : มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 6 เปอร์เซ็นต์

$T_4$ : มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์

$T_5$ : ปุ๋ยเคมี 10 กรัม



กราฟที่ 4.8 พื้นที่ใบเฉลี่ยต่อสองต้นในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

#### 4.1.3 น้ำหนักแห้งของฝัก

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักต่อต้นในระยะ  $R_3$  ถึง  $R_8$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และกราฟที่ 4.9 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.6 ถึง ก.10

จากการทดลอง พบว่า ในระยะ  $R_3$  ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักแตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยอยู่ที่ 0.125 กรัม/ต้น ซึ่งมีความแตกต่างจากการใช้มูลกิ้งในอัตราอื่นๆ ( $p < 0.05$ ) ในขณะที่ ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี และถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยมีน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.100 กรัม/ต้น สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.050 กรัม/ต้น ในขณะที่ถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลกิ้งในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยในระยะ  $R_3$  น้อยที่สุดคือ 0.025 กรัม/ต้น ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ  $R_5$  ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยในปริมาณที่สูงที่สุด คือ 2.575 กรัม/ต้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับการให้มูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราอื่นๆ สำหรับถั่วเหลืองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรองลงมาคือ ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีโดยมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยอยู่ที่ 1.425 กรัม/ต้น ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยเท่ากับ 1.250 และ 1.200 กรัม/ต้น ตามลำดับ สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยในระยะ  $R_5$  น้อยที่สุดคือ 0.800 กรัม/ต้น เท่ากัน เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_6$  การสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีค่าสูงที่สุดคือ 8.075 กรัม/ต้น และถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมียังคงมีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรองลงมา โดยมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 7.900 กรัม/ต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ ( $p > 0.05$ ) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 4.900 4.375 3.975 และ 3.975 กรัม/ต้น ตามลำดับ ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_7$  ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) คือ 8.725 และ 7.900 กรัม/ต้น ตามลำดับ แต่จะแตกต่างกับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 6 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรองลงมาคือ 5.100 กรัม/ต้น ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์มีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยลดลงแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) คือเท่ากับ 3.150 3.075 และ 2.925 กรัม/ต้น ตามลำดับ เมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะสุดท้าย คือ  $R_8$  การสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยจะปรากฏความแตกต่างให้เห็นอย่างเด่นชัดโดย ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 8

เปอร์เซ็นต์ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยมากที่สุดเช่นเดิมคือ 26.60 กรัม/ตัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราต่างๆ ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรองลงมา คือ 14.25 กรัม/ตัน สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยลดลงและไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) คือมีค่าเท่ากับ 5.400 5.150 4.200 และ 3.675 กรัม/ตัน ตามลำดับ โดยการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักนั้นจะแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ในทุกๆ ระยะการเจริญเติบโต น้ำหนักแห้งเฉลี่ยจะมากขึ้นเมื่อใช้มูลกิ้งในปริมาณที่มากขึ้น โดยอัตราส่วนการเพิ่มของน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและจะลดลงเมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_7$  และเมื่อถั่วเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_8$  น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักจะมีเพิ่มขึ้นจากระยะ  $R_7$  เล็กน้อย ยกเว้นถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีและมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของฝักที่มากขึ้นมากดังปรากฏในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ย (กรัมต่อต้น) ในระยะต่างๆ ของแก้วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

|                  | ระยะการเจริญเติบโต |                    |                    |                    |                    |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                  | R <sub>3</sub>     | R <sub>5</sub>     | R <sub>6</sub>     | R <sub>7</sub>     | R <sub>8</sub>     |
| T <sub>0</sub>   | 0.025 <sup>d</sup> | 0.800 <sup>d</sup> | 3.975 <sup>b</sup> | 2.925 <sup>c</sup> | 3.675 <sup>c</sup> |
| T <sub>1</sub>   | 0.050 <sup>c</sup> | 0.800 <sup>d</sup> | 3.975 <sup>b</sup> | 3.075 <sup>c</sup> | 4.200 <sup>c</sup> |
| T <sub>2</sub>   | 0.050 <sup>c</sup> | 1.200 <sup>c</sup> | 4.375 <sup>b</sup> | 3.150 <sup>c</sup> | 5.150 <sup>c</sup> |
| T <sub>3</sub>   | 0.100 <sup>b</sup> | 1.250 <sup>c</sup> | 4.900 <sup>b</sup> | 5.100 <sup>b</sup> | 5.400 <sup>c</sup> |
| T <sub>4</sub>   | 0.125 <sup>a</sup> | 2.575 <sup>a</sup> | 8.075 <sup>a</sup> | 8.725 <sup>a</sup> | 26.60 <sup>a</sup> |
| T <sub>5</sub>   | 0.100 <sup>b</sup> | 1.425 <sup>b</sup> | 7.900 <sup>a</sup> | 7.900 <sup>a</sup> | 14.25 <sup>b</sup> |
| CV (เปอร์เซ็นต์) | 20.00              | 4.520              | 11.58              | 10.85              | 25.06              |

<sup>abcd</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

T<sub>0</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์

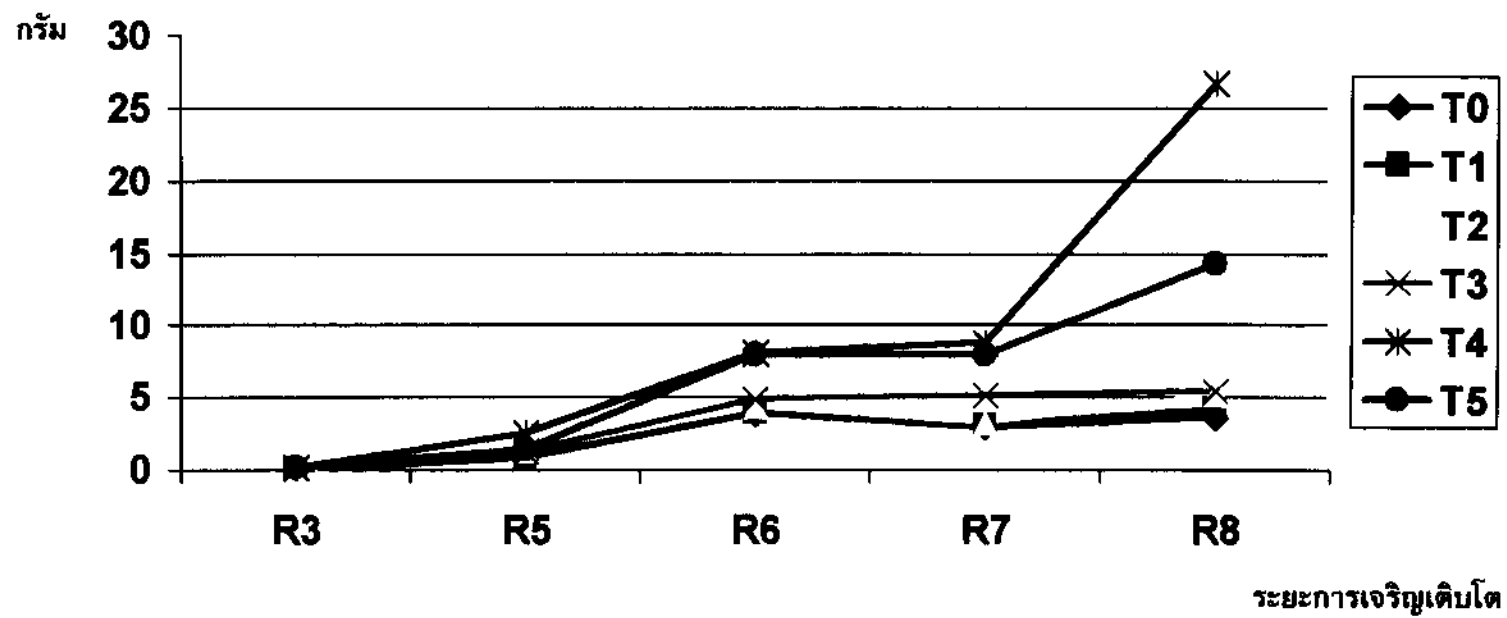
T<sub>1</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์

T<sub>2</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 4 เปอร์เซ็นต์

T<sub>3</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 6 เปอร์เซ็นต์

T<sub>4</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์

T<sub>5</sub>: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม



กราฟที่ 4.9 น้ำหนักแห้งของฝักเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

#### 4.1.4 น้ำหนักแห้งทั้งต้น

น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยในระยะ  $R_1$  ถึง  $R_8$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.11 ถึง ก.16

จากการทดลอง พบว่า ในระยะ  $R_1$  ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยอยู่ที่ 3.15 กรัม/ต้น ซึ่งมีความแตกต่างจากการใช้มูลกิ้งในอัตราอื่นๆ ( $p < 0.05$ ) สำหรับถั่วเหลืองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรองลงมาก็คือ ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) คือมีค่า 2.800 และ 2.650 กรัม/ต้น ตามลำดับ ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 4 เปอร์เซ็นต์ 2 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองที่รับปุ๋ยเคมีจะมีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยมีค่าเท่ากับ 2.650 2.475 และ 2.450 กรัม/ต้น ตามลำดับ สำหรับถั่วเหลืองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการสะสมน้ำหนักเท่ากับ 2.375 กรัม/ต้น ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างจากถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์และถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี ( $p > 0.05$ )

ต่อมาเมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ  $R_3$  ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยในอัตราต่างๆ ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุดคือ 6.300 กรัม/ต้น ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีค่า 5.925 กรัม/ต้น ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 6 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรองลงมาก็คือ 5.575 กรัม/ต้น และถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 5.000 และ 4.925 กรัม/ต้น ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 4.525 กรัม/ต้น เท่านั้น

เมื่อถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะ  $R_5$  ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยในอัตราต่างๆ ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุดเช่นเดิม คือ 12.80 กรัม/ต้น โดยถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรองลงมาก็คือ 12.35 กรัม/ต้น ซึ่งทั้งสองกลุ่มดังกล่าวจะไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติกับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตราอื่นๆ ( $p < 0.05$ ) โดยถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 เปอร์เซ็นต์จะมีค่าการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 10.38 กรัม/ต้น ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 4 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.000 กรัม/ต้น สำหรับถั่วเหลืองที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรองลงมาก็คือถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.500 กรัม/ต้น ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) กับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์ คือมีค่าเฉลี่ย 8.325 กรัม/ต้น



ต่อมาเมื่อตัวเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_6$  การสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซนต์ และตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี มีความแตกต่างกับมูลกิ้งอัตราอื่นๆ คือมีค่าเท่ากับ 18.90 และ 18.55 กรัม/ตัน ตามลำดับ สำหรับตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 6 4 2 และ 0 เปอร์เซนต์ จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 11.68 11.43 10.90 และ 10.13 กรัม/ตัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ )

เมื่อตัวเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_7$  การสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของตัวเหลืองยังคงมีความแตกต่างกัน ซึ่งตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซนต์ จะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุดคือ 12.00 กรัม/ตัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ ( $p>0.05$ ) ตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีค่าน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยเท่ากับ 11.93 กรัม/ตัน และแตกต่างกันทางสถิติ ( $p<0.05$ ) กับตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 6 เปอร์เซนต์ คือมีค่าเฉลี่ย 8.125 กรัม/ตัน ในขณะที่ตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 4 2 และ 0 เปอร์เซนต์ จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 5.25 4.925 และ 4.425 กรัม/ตัน ตามลำดับ

ต่อมาเมื่อตัวเหลืองเข้าสู่ระยะสุดท้ายคือ  $R_8$  การสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยจะปรากฏความแตกต่างให้เห็นอย่างเด่นชัด โดยตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซนต์จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด คือ 31.025 กรัม/ตัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ( $p<0.05$ ) กับตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราต่างๆ ในขณะที่ตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรองลงมา คือ 16.825 กรัม/ตัน สำหรับตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 4 2 และ 0 เปอร์เซนต์ จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยลดลงแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) คือมีค่า 7.825 7.275 6.425 และ 5.525 กรัม/ตัน ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าตัวเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราต่างๆ กัน มีผลทำให้ต้นตัวเหลืองมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยได้มากน้อยต่างกัน โดยในทุกๆ ระยะของการเจริญเติบโต ต้นตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซนต์ จะมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากที่สุด ในขณะที่ตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 0 เปอร์เซนต์ (กลุ่มควบคุม) จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยน้อยที่สุดในทุกๆ ระยะเช่นเดียวกัน ซึ่งแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ ในขณะที่ตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยมากเป็นอันดับสองในทุกๆ ระยะ ยกเว้นระยะ  $R_1$  ที่มีการสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยรองจากตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 6 4 และ 2 เปอร์เซนต์ แต่จะมีค่าใกล้เคียงกับตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 0 เปอร์เซนต์ ดังตารางที่ 4.6 ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต ตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมียังคงไม่ได้รับปุ๋ยเคมีเนื่องจากจะให้ปุ๋ยเมื่อครบ 20 วันหลังออก ดังนั้นเมื่อผ่านระยะ  $R_1$  ไปแล้ว การเจริญเติบโตของตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจึงมีการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่มากขึ้นตามลำดับ โดยตัวเหลืองที่ใส่ปุ๋ยในทุกๆ อัตราส่วนจะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเจริญเติบโต เมื่อตัวเหลืองเข้าสู่ระยะ  $R_7$  การสะสมน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยจะลดลงเนื่องจากไม่มีการพัฒนาทางลำต้น และเมื่อถึงระยะ  $R_8$  น้ำหนักแห้งเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือใกล้เคียงกับ  $R_7$  ยกเว้นตัวเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซนต์ จะเพิ่มขึ้น

ดังกราฟที่ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ หฤษฎี ภัทรดิลก (2534: 203) พบว่า น้ำหนัก  
 แห้งทั้งต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในเดือนมีนาคม มีค่าเท่ากับ 36.31 กรัม  
 ต่อต้น ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 31.03 กรัมต่อต้น  
 แต่จะมีความแตกต่างอย่างมากกับถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้งในอัตราต่าง ๆ สอดคล้องกับ  
 อภิพรรณ พุกภักดี (2533: 200) ที่กล่าวว่า การพัฒนาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองนั้นได้รับ  
 อิทธิพลจากปัจจัยสภาพแวดล้อม นอกจากนั้นจากการศึกษาของ หฤษฎี ภัทรดิลก (2534: 77)  
 ยังพบว่า ถั่วเหลืองที่สุกแก่ช้าจะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมต่อต้นสูงกว่าถั่วเหลืองที่สุกแก่เร็ว ซึ่ง  
 สอดคล้องกับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีระยะสุกแก่ยาวนานที่สุดและมีการสะสมน้ำหนัก  
 แห้งเฉลี่ยรวมต่อต้นสูงที่สุดเช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ

**ตารางที่ 4.6** น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ย (กรัม/ต้น) ในระยะต่างๆ ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

|                  | ระยะการเจริญเติบโต  |                    |                    |                    |                    |                    |
|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                  | R <sub>1</sub>      | R <sub>3</sub>     | R <sub>5</sub>     | R <sub>6</sub>     | R <sub>7</sub>     | R <sub>8</sub>     |
| T <sub>0</sub>   | 2.375 <sup>d</sup>  | 4.525 <sup>e</sup> | 8.325 <sup>d</sup> | 10.13 <sup>b</sup> | 4.425 <sup>c</sup> | 5.525 <sup>c</sup> |
| T <sub>1</sub>   | 2.475 <sup>cd</sup> | 4.925 <sup>d</sup> | 8.500 <sup>d</sup> | 10.90 <sup>b</sup> | 4.925 <sup>c</sup> | 6.425 <sup>c</sup> |
| T <sub>2</sub>   | 2.650 <sup>bc</sup> | 5.000 <sup>d</sup> | 9.000 <sup>c</sup> | 11.43 <sup>b</sup> | 5.250 <sup>c</sup> | 7.275 <sup>c</sup> |
| T <sub>3</sub>   | 2.800 <sup>b</sup>  | 5.575 <sup>c</sup> | 10.38 <sup>b</sup> | 11.68 <sup>b</sup> | 8.125 <sup>b</sup> | 7.825 <sup>c</sup> |
| T <sub>4</sub>   | 3.150 <sup>a</sup>  | 6.300 <sup>a</sup> | 12.80 <sup>a</sup> | 18.90 <sup>a</sup> | 12.00 <sup>a</sup> | 31.03 <sup>a</sup> |
| T <sub>5</sub>   | 2.450 <sup>cd</sup> | 5.925 <sup>b</sup> | 12.35 <sup>a</sup> | 18.55 <sup>a</sup> | 11.93 <sup>a</sup> | 16.83 <sup>b</sup> |
| CV (เปอร์เซ็นต์) | 6.190               | 2.180              | 3.130              | 8.730              | 9.160              | 20.13              |

<sup>abcde</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

T<sub>0</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์

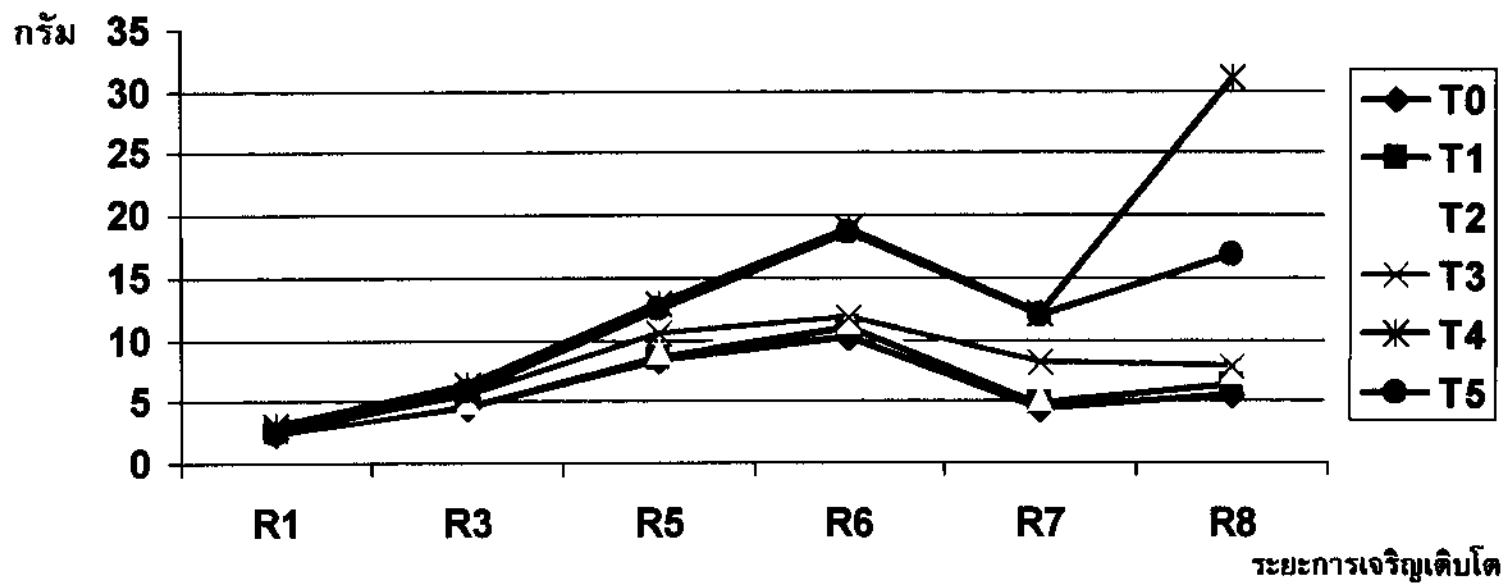
T<sub>1</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์

T<sub>2</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 4 เปอร์เซ็นต์

T<sub>3</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 6 เปอร์เซ็นต์

T<sub>4</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์

T<sub>5</sub>: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม



กราฟที่ 4.10 น้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยของข้าวพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกภายใต้ปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งก่าในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

## 4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

### 4.2.1 ผลผลิตต่อกระถาง

ผลผลิตต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 ส่วนการคำนวณผลผลิตต่อกระถางได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลผลิตต่อกระถางสูงที่สุดคือ 75.74 กรัมต่อกระถาง รองลงมาคือถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีผลผลิตต่อกระถางเท่ากับ 42.14 กรัม สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตรา 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตต่อกระถางลดลงเท่ากับ 12.30 9.181 7.441 และ 6.223 กรัม ตามลำดับ ซึ่งหากเทียบผลผลิตต่อตัน พบว่า ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลผลิตต่อตัน เท่ากับ 18.94 กรัมต่อตัน ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีผลผลิตต่อตันเท่ากับ 10.54 กรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลผลิตต่อตันเพียง 1.556 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ หฤษฎี ภัทรดิลก (2534: 197) พบว่า ผลผลิตต่อตันของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในเดือน มีนาคม มีผลผลิตเท่ากับ 12.46 กรัมต่อตัน ซึ่งผลผลิตดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่จะมากกว่าถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีและถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตราอื่นๆ และเมื่อพิจารณาร่วมกับน้ำหนักแห้งเฉลี่ยจะพบว่า น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วเหลือง จะแปรผันในทิศทางเดียวกับผลผลิต ตรงกับการศึกษาของ หฤษฎี ภัทรดิลก (2534: 85) ที่กล่าวว่าเมื่อถั่วเหลืองมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกัน

### 4.2.2 จำนวนฝักต่อต้น

จำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ  $R_8$  ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.17 สำหรับภาพรายละเอียดการเก็บข้อมูลแสดงในภาคผนวก ค ภาพที่ ค.7 ถึง ค.12

จากการทดลอง พบว่า จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองมีความแตกต่างกัน โดยถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลกิ้งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์จะมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดคือ 69.00 ฝัก และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีจำนวนฝักเฉลี่ยรองลงมาคือ 39.50 ฝัก ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์จะมีจำนวนฝักเฉลี่ยต่อต้นลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยมีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 15.25



13.50 12.25 11.25 ผัก ตามลำดับ ซึ่งจำนวนผักต่อต้นจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณมูลกิ้งก่าที่ใช้เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ หฤษฎี ภัทรติติก (2534: 199) พบว่า จำนวนผักต่อต้น ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในช่วงเดือนมีนาคม มีจำนวนผักต่อต้นเท่ากับ 83.3 ผัก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งก่า 8 เปอร์เซนต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก แต่จะแตกต่างอย่างมากกับถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้งก่าในอัตราต่าง ๆ

#### 4.2.3 จำนวนเมล็ดต่อผัก

จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผักของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในระยะ R<sub>8</sub> ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งก่า 0 2 4 6 8 เปอร์เซนต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.7 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก.18

จากการทดลอง พบว่า จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผักของถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกันระหว่างหน่วยทดลองในทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยถั่วเหลืองเมื่อได้รับปุ๋ยเคมีจะมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผักมากที่สุดคือ 2.100 เมล็ด และถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งก่าในอัตรา 8 6 4 2 และ 0 เปอร์เซนต์ จะมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผักลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) คือ 2.079 1.958 1.889 1.852 และ 1.773 เมล็ด ตามลำดับ สอดคล้องกับ อภิพรรณ พุกภักดี (2533: 205) ที่กล่าวว่าจำนวนเมล็ดต่อผักของถั่วเหลืองจะถูกควบคุมด้วยลักษณะทางพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อมที่ปลูก

#### 4.2.4 น้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลือง

น้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งก่า 0 2 4 6 8 เปอร์เซนต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7

จากการทดลอง พบว่า น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งก่าในอัตรา 8 เปอร์เซนต์ จะมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเมล็ดมากที่สุด คือมีค่า 13.20 กรัมต่อ 100 เมล็ด รองลงมาได้แก่ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 100 เมล็ด เท่ากับ 12.70 กรัม ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งก่าในอัตรา 6 4 2 และ 0 เปอร์เซนต์ จะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 100 เมล็ด ลดลงเท่ากับ 10.30 9.000 8.200 และ 7.800 กรัม ตามลำดับ ซึ่งการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณมูลกิ้งก่าที่ใช้มากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ (สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, 2542 อ้างถึงใน สมชาย บุญประดับ และ ศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 43) พบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ด จะมีค่าประมาณ 15-17 กรัม ซึ่งมีค่ามากกว่าในทุกๆ ระดับของมูลกิ้งก่า และปุ๋ยเคมี

**ตารางที่ 4.7** ผลผลิตต่อกระถาง จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

|                  | ผลผลิตต่อ<br>กระถาง (กรัม) | จำนวนฝัก<br>ต่อต้น | จำนวนเมล็ด<br>ต่อฝัก <sup>n.s.</sup> | น้ำหนัก<br>(กรัม/100เมล็ด) |
|------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| T <sub>0</sub>   | 6.223                      | 11.25 <sup>c</sup> | 1.773                                | 7.800                      |
| T <sub>1</sub>   | 7.441                      | 12.25 <sup>c</sup> | 1.852                                | 8.200                      |
| T <sub>2</sub>   | 9.181                      | 13.50 <sup>c</sup> | 1.889                                | 9.000                      |
| T <sub>3</sub>   | 12.30                      | 15.25 <sup>c</sup> | 1.958                                | 10.30                      |
| T <sub>4</sub>   | 75.74                      | 69.00 <sup>a</sup> | 2.079                                | 13.20                      |
| T <sub>5</sub>   | 42.14                      | 39.50 <sup>b</sup> | 2.100                                | 12.70                      |
| CV (เปอร์เซ็นต์) |                            | 39.48              | 12.77                                |                            |

<sup>n.s.</sup> ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

<sup>abc</sup> ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

T<sub>0</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 0 เปอร์เซ็นต์

T<sub>1</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์

T<sub>2</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 4 เปอร์เซ็นต์

T<sub>3</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 6 เปอร์เซ็นต์

T<sub>4</sub>: มูลกิ้งผสมดินในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์

T<sub>5</sub>: ปุ๋ยเคมี 10 กรัม



#### 4.2.6 คุณค่าทางโภชนา

คุณค่าทางโภชนาของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.8

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณโปรตีนของถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี จะมีค่ามากที่สุด คือ 40.25 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณโปรตีนในเมล็ดรองลงมา คือ 38.18 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีนในเมล็ดลดลงเท่ากับ 38.10 37.65 37.18 และ 36.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเอกสารพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทย (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2543) ปริมาณโปรตีนในเมล็ดของพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีค่าประมาณ 43.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าดังกล่าว ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในทุกๆ ระดับ จะมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่า

ปริมาณไขมันในเมล็ดหลังการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณไขมันสะสมในเมล็ดมากที่สุดเช่นเดียวกับปริมาณโปรตีน โดยมีค่า 22.20 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองเมื่อได้รับมูลกิ้ง 8 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีไขมันในเมล็ดลดลงเท่ากับ 17.18 16.61 14.63 14.63 และ 13.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณไขมันจะลดลงตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ลดลงเช่นเดียวกับปริมาณโปรตีน เมื่อเปรียบเทียบกับเอกสารพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทย (ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, 2543) ปริมาณไขมันในเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จะมีค่าประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในทุกๆ ระดับ จะมีปริมาณไขมันต่ำกว่าเกณฑ์ ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณไขมันมากกว่าเกณฑ์เล็กน้อย

สำหรับความชื้นในเมล็ดนั้น ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 4 6 8 2 0 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี จะมีความชื้นในเมล็ดลดลงเท่ากับ 10.75 9.83 8.80 7.83 5.15 และ 2.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณความชื้นในเมล็ดจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวด้วย โดยถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะเก็บเกี่ยวก่อนถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในอัตราต่างๆ จึงทำให้มีความชื้นในเมล็ดน้อยที่สุดเหลือเพียง 2.88 เปอร์เซ็นต์



**ตารางที่ 4.8** คุณค่าทางโภชนาของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

|                | คุณค่าทางโภชนา (dry matter basis) |                     |                        |
|----------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------|
|                | โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)              | ไขมัน (เปอร์เซ็นต์) | ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) |
| T <sub>0</sub> | 36.40                             | 13.86               | 5.150                  |
| T <sub>1</sub> | 37.18                             | 14.63               | 7.830                  |
| T <sub>2</sub> | 37.65                             | 14.63               | 10.75                  |
| T <sub>3</sub> | 38.10                             | 16.61               | 9.830                  |
| T <sub>4</sub> | 38.18                             | 17.18               | 8.800                  |
| T <sub>5</sub> | 40.25                             | 22.20               | 2.880                  |

### 4.3 ปริมาณโลหะหนัก

#### 4.3.1 ปริมาณโลหะหนักในมูลกิ้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักของมูลกิ้งที่ใช้ในการทดลอง พบว่า มูลกิ้งที่ใช้ในการปลูกถั่วเหลือง มีปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอท สะสมอยู่ในมูลกิ้งเท่ากับ 23.1 6.3 และ 19.6 มก./กก. ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.9 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Praparatt Panarom (1981: 45) พบว่าในปุ๋ยหมักชุมชนในสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช และสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขมมีปริมาณตะกั่วมากกว่าในมูลกิ้ง คือ 167.0 และ 359.0 มก./กก. ตามลำดับ สำหรับแคดเมียมในสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุชจะมีค่าใกล้เคียงกับมูลกิ้ง คือ 6.000 มก./กก. แต่สถานกำจัดมูลฝอยหนองแขมจะมีค่ามากกว่า คือ 14.35 มก./กก. ในขณะที่ปรอทในมูลกิ้งจะมีค่ามากกว่าปุ๋ยหมักจากสถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช และสถานกำจัดมูลฝอยหนองแขม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.560 และ 3.500 มก./กก. ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 ปริมาณโลหะหนักในมูลกิ้ง

| โลหะหนัก | ปริมาณ (มก./กก.) | วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์                                                                                               |
|----------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ตะกั่ว   | 23.10            | HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub> อัตราส่วน 5:2<br>จากนั้นไตเจส และวัดด้วยเครื่อง<br>Atomic Absorption              |
| แคดเมียม | 6.300            | HNO <sub>3</sub> + HClO <sub>4</sub> อัตราส่วน 5:2<br>จากนั้นไตเจส และวัดด้วยเครื่อง<br>Atomic Absorption              |
| ปรอท     | 19.60            | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + HNO <sub>3</sub> อัตราส่วน 2:1<br>จากนั้นไตเจส และวัดด้วยเครื่อง<br>Atomic Absorption |



#### 4.3.2 ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการทดลอง

ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูก โดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.10

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินก่อนการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 11.30 ถึง 12.24 มก./กก. โดยดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีตะกั่วในดินมากที่สุดคือ 12.24 มก./กก. สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้ง 6 4 2 0 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี มีตะกั่วในดินลดลงเท่ากับ 12.01 11.77 11.54 11.30 และ 11.30 มก./กก. ตามลำดับ และภายหลังการทดลองปริมาณตะกั่วในดินยังคงมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 18.30 ถึง 22.30 มก./กก. โดยดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีตะกั่วสะสมในดินมากที่สุดคือ 22.30 มก./กก. รองลงมาคือ ดินที่ผสมมูลกิ้ง 6 4 2 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี ซึ่งมีการสะสมของตะกั่วในดินลดลงเท่ากับ 20.70 20.70 20.10 และ 19.60 มก./กก. ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผสมมูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีตะกั่วสะสมในดินน้อยที่สุดเท่ากับ 18.30 มก./กก. เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539 อ้างถึงใน วรกาย อู่สำห, 2541: 14) ตะกั่วในดินระดับปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-30 มก./กก. ซึ่งในทุกๆ ระดับของมูลกิ้งรวมถึงปุ๋ยเคมี มีค่าไม่เกินมาตรฐาน

สำหรับการสะสมของแคดเมียมในดินก่อนการทดลองนั้นดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีปริมาณแคดเมียมมากที่สุด คือ 1.700 มก./กก. ในขณะที่ดินที่ผสมมูลกิ้ง 6 4 2 0 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี มีแคดเมียมในดินลดลงเท่ากับ 1.600 1.500 1.400 1.300 และ 1.300 ตามลำดับ และภายหลังการทดลองนั้นปริมาณแคดเมียมในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 1.000 ถึง 2.100 มก./กก. โดยดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีแคดเมียมสะสมในดินมากที่สุดคือ 2.100 มก./กก. รองลงมาคือดินที่ผสมมูลกิ้ง 6 4 2 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ โดยจะมีแคดเมียมสะสมในดินลดลงเท่ากับ 1.900 1.900 1.600 1.100 และ 1.000 มก./กก. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539 อ้างถึงใน วรกาย อู่สำห, 2541: 14) พบว่ายังมีค่าไม่เกินมาตรฐาน (0.100-2.000) ยกเว้นถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเกินมาตรฐานเพียงเล็กน้อย

การสะสมของปรอทในดินก่อนการทดลองนั้น พบว่า ในทุกๆ อัตราส่วนของมูลกิ้ง และปุ๋ยเคมี มีการสะสมของปรอทเท่ากันคือ 19.60 มก./กก. สำหรับปริมาณปรอทภายหลังการทดลองนั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 18.30 ถึง 25.70 มก./กก. โดยดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสะสมของปรอทในดินมากที่สุดคือ 25.70 มก./กก. รองลงมาคือดินที่ผสมมูลกิ้ง 6 4 2 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณปรอทในดินลดลงเท่ากับ 24.30 20.60 19.60 18.80 และ 18.30 มก./กก. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539 อ้างถึงใน วรกาย อู่สำห, 2541: 14) จะเห็นว่ามีค่าเกินกว่าระดับปกติอยู่มาก (0.100-1.000) ทั้งในถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งในระดับต่างๆ และปุ๋ยเคมี แม้แต่ในมูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ ก็พบอยู่มากเช่นเดียวกัน จึงสันนิษฐานว่าไม่น่าเกิดขึ้น

จากมูลกึ่งที่ใช้ในการทดลอง น่าจะมีปัจจัยเสริมอื่นๆ เช่น น้ำที่ใช้ในการรด เป็นต้น ทำให้มีระดับของปรอทสูงมากผิดปกติในดินหลังจากปลูกถั่วเหลือง

**ตารางที่ 4.10** ปริมาณโลหะหนักในดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

|                | โลหะหนักในดิน    |       |                    |       |                |       |
|----------------|------------------|-------|--------------------|-------|----------------|-------|
|                | ตะกั่ว (มก./กก.) |       | แคดเมียม (มก./กก.) |       | ปรอท (มก./กก.) |       |
|                | ก่อน             | หลัง  | ก่อน               | หลัง  | ก่อน           | หลัง  |
| T <sub>0</sub> | 11.30            | 18.30 | 1.300              | 1.000 | 19.60          | 18.30 |
| T <sub>1</sub> | 11.54            | 20.10 | 1.400              | 1.600 | 19.60          | 19.60 |
| T <sub>2</sub> | 11.77            | 20.70 | 1.500              | 1.900 | 19.60          | 20.60 |
| T <sub>3</sub> | 12.01            | 20.70 | 1.600              | 1.900 | 19.60          | 24.30 |
| T <sub>4</sub> | 12.24            | 22.30 | 1.700              | 2.100 | 19.60          | 25.70 |
| T <sub>5</sub> | 11.30            | 19.60 | 1.300              | 1.100 | 19.60          | 18.80 |

#### 4.3.3 ปริมาณโลหะหนักในใบถั่วเหลือง

ปริมาณโลหะหนักในใบของถั่วเหลืองในระยะ R<sub>5</sub> ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกึ่ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.11

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสะสมของตะกั่วในใบมากที่สุดคือ 37.10 มก./กก. และถั่วเหลืองที่ใส่มูลกึ่ง 6 4 2 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยเคมี และมูลกึ่ง 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสะสมของตะกั่วในใบลดลงเท่ากับ 29.00 25.90 17.30 5.500 และ 2.900 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งลดลงตามปริมาณมูลกึ่งที่ใช้ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539 อ้างถึงใน วรกาย อู่สำห, 2541: 14) ระดับของตะกั่วปกติที่มีในพืชมีค่าระหว่าง 0.100-10.00 มก./กก. ดังนั้นเมื่อถั่วเหลืองได้รับมูล



กึ่งในทุกๆ ระดับจะมีค่าตะกั่วสะสมในใบมากกว่าระดับปกติทั้งสิ้น ยกเว้นถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมียังคงมีค่าไม่เกินค่าปกติ

สำหรับการสะสมของแคดเมียมในใบนั้น จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.600 ถึง 2.400 มก./กก. โดยถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์จะมีการสะสมของแคดเมียมในใบมากที่สุดคือ 2.400 มก./กก. รองลงมาคือถั่วเหลืองที่ใส่ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้ง 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าลดลงเท่ากับ 1.400 1.400 1.100 0.700 และ 0.600 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งมีค่าลดลงตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ลดลง เมื่อเทียบกับการศึกษาของ ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539 อ้างถึงใน วรกาย อู่สาร, 2541: 14) ระดับปกติของแคดเมียมที่มีในพืชนั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.200–0.800 มก./กก. โดยถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้งที่มากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงปุ๋ยเคมี จะมีแคดเมียมในใบมากกว่าระดับปกติ

ในขณะที่การสะสมของปรอทนั้น ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีการสะสมของปรอทในใบมากที่สุดคือ 2.600 มก./กก. และถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 4 2 ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสะสมของปรอทในใบลดลงเท่ากับ 1.800 1.700 1.600 1.400 และ 1.300 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งการสะสมของปรอทในใบจะแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้เช่นเดียวกับการสะสมของตะกั่วและแคดเมียม

ตารางที่ 4.11 ปริมาณโลหะหนักในใบของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง  
และปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

|                | โลหะหนักในใบถั่วเหลือง |                    |                |
|----------------|------------------------|--------------------|----------------|
|                | ตะกั่ว (มก./กก.)       | แคดเมียม (มก./กก.) | ปรอท (มก./กก.) |
| T <sub>0</sub> | 2.900                  | 0.600              | 1.300          |
| T <sub>1</sub> | 17.30                  | 0.700              | 1.600          |
| T <sub>2</sub> | 25.90                  | 1.100              | 1.700          |
| T <sub>3</sub> | 29.00                  | 1.400              | 1.800          |
| T <sub>4</sub> | 37.10                  | 2.400              | 2.600          |
| T <sub>5</sub> | 5.500                  | 1.400              | 1.400          |

#### 4.3.4 ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลือง

ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.12

จากการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสะสมของตะกั่วในเมล็ดมากที่สุดคือ 16.30 มก./กก. และถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 4 2 0 เปอร์เซ็นต์และ ปุ๋ยเคมี จะมีการสะสมของตะกั่วในเมล็ดลดลงเท่ากับ 16.10 15.60 14.30 13.10 และ 13.10 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งการสะสมของตะกั่วในเมล็ดจะแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ เมื่อใช้มูลกิ้งในอัตราที่มากขึ้นจะส่งผลให้มีตะกั่วในเมล็ดถั่วเหลืองสูงขึ้นด้วยเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ สุขมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา (สุขมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539 อ้างถึงใน วรกาย อู่สาร, 2541: 14) พบว่า ตะกั่วในเมล็ดมีค่าสูงกว่าระดับปกติ (0.100-10.00) ในทุกๆ อัตราส่วนมูลกิ้งรวมถึงปุ๋ยเคมีด้วย

สำหรับการสะสมของแคดเมียมในเมล็ดนั้น จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.000 ถึง 1.900 มก./กก. โดยถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์จะมีการสะสมของแคดเมียมในเมล็ดมากที่สุดคือ 1.900 มก./กก. รองลงมาคือถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 4 2 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าลดลงเท่ากับ 1.800 1.700 1.600 1.300 และ 1.000 มก./กก. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ



กับการศึกษาของ ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา (ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, 2539 อ้างถึงใน วรกาย อู่สารห์, 2541: 14) ปริมาณแคดเมียมในเมล็ดมีค่าสูงกว่าระดับปกติ (0.200-0.800)

ในขณะที่การสะสมของปรอทในเมล็ดนั้นพบว่า ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซนต์ มีการสะสมของปรอทในเมล็ดมากที่สุดคือ 90.70 มก./กก. และถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 6 4 ปุ๋ยเคมี และ มูลกิ้ง 2 และ 0 เปอร์เซนต์ จะมีการสะสมของปรอทในเมล็ดลดลงเท่ากับ 88.30 86.70 83.60 83.50 และ 80.80 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่าสูงกว่ามาตรฐานทั่วไป อาจเป็นเพราะว่าโลหะหนักสามารถละลายและสะสมได้ดีในไขมัน ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีเมล็ดที่มีไขมันสูง จึงมีโอกาที่จะสะสมโลหะหนักได้สูงตามไปด้วยเช่นกัน

**ตารางที่ 4.12** ปริมาณโลหะหนักในเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง และปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

|                | โลหะหนักในเมล็ด  |                    |                |
|----------------|------------------|--------------------|----------------|
|                | ตะกั่ว (มก./กก.) | แคดเมียม (มก./กก.) | ปรอท (มก./กก.) |
| T <sub>0</sub> | 13.10            | 1.000              | 80.80          |
| T <sub>1</sub> | 14.30            | 1.600              | 83.50          |
| T <sub>2</sub> | 15.60            | 1.700              | 86.70          |
| T <sub>3</sub> | 16.10            | 1.800              | 88.30          |
| T <sub>4</sub> | 16.30            | 1.900              | 90.70          |
| T <sub>5</sub> | 13.10            | 1.300              | 83.60          |

#### 4.4 ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง

ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.14

จากการทดลอง พบว่า เมื่อวิเคราะห์ค่าความนำไฟฟ้าของมูลกิ้ง มีค่าความนำไฟฟ้าเท่ากับ 4.720 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร และค่าความนำไฟฟ้าของดินที่ใช้ปลูกถั่วเหลืองมีค่าเท่ากับ 0.170 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร โดยพบว่าดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าความนำไฟฟ้ามากที่สุด คือ 0.534 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร ในขณะที่ดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 2 0 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี จะมีค่าความนำไฟฟ้าลดลงเท่ากับ 0.443 0.352 0.261 0.170 และ 0.170 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร ตามลำดับ และภายหลังจากการทดลองดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีค่าความนำไฟฟ้ามากที่สุด คือ 0.690 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 2 ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีความนำไฟฟ้าลดลงเท่ากับ 0.530 0.470 0.360 0.330 และ 0.260 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร ตามลำดับ ความนำไฟฟ้าของดินที่ผสมมูลกิ้งในระดับต่างๆ จะมีความนำไฟฟ้ามากขึ้นตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของความเค็มจากมูลกิ้ง ซึ่งมีค่าความนำไฟฟ้ามากถึง 4.72 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร ซึ่งสูงเกินกว่าค่าที่เหมาะสมคือ 0 – 2 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร และภายหลังจากการทดลอง พบว่า ค่าความนำไฟฟ้าในทุกๆ อัตราส่วนของมูลกิ้งและปุ๋ยเคมี มีค่ามากขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดจากอิทธิพลของลมทะเล เนื่องจากแปลงทดลองสร้างขึ้นในฟาร์มกึ่งน้ำเค็ม ประกอบกับโรงเรือนสร้างใกล้กับทะเลจึงทำให้มีไอน้ำเค็มระเหยในอากาศอยู่ตลอดเวลา แต่อย่างไรก็ดี ค่าความนำไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นนั้น ยังอยู่ในระดับที่เหมาะสม คือไม่เกิน 2 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร ซึ่งยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชได้

สำหรับ pH ในดินก่อนการทดลองนั้น พบว่า pH ของดินนั้นมีค่าเท่ากับ 5.1 สำหรับ pH ของมูลกิ้งนั้นมีค่าเท่ากับ 6.1 และภายหลังจากการทดลองพบว่า ดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมี pH มากที่สุด คือ 5.5 โดยที่ดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยเคมี มูลกิ้ง 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมี pH ลดลง คือ 5.1 5.0 4.9 4.7 และ 4.7 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์จากระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลืองในตารางที่ 4.13 จากการศึกษาของ สุวพันธ์ รัตนะรัต และสายใจ สุชาติกุล (สุวพันธ์ รัตนะรัต และสายใจ สุชาติกุล, 2542 อ้างถึงใน สมชาย บุญประคับ และศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 61) พบว่า ค่า pH ในดินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า 5.5 คือ มีค่า 5.1 สำหรับมูลกิ้งนั้นมีความอุดมสมบูรณ์สูง คือ มีค่า 6.1 ซึ่งอยู่ระหว่าง 6.0-6.8 และภายหลังจากการทดลองพบว่า ดินที่ใช้ในการทดลองมีความอุดมสมบูรณ์ลดลง แต่ดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์ คาบเกี่ยวกับระดับปานกลางถึงต่ำ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.5 ในขณะที่ดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้งในอัตรา



ต่าง ๆ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำทั้งสิ้น ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ดินที่ได้รับมูลกิ้งในอัตราที่มากขึ้นมีแนวโน้มทำให้ pH ของดินสูงขึ้น เนื่องจากมูลกิ้งมีแคลเซียมอยู่มากจึงทำให้ดินหลังการทดลองมี pH สูงถ้าผสมมูลกิ้งในอัตราที่สูง ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้นผลผลิตจึงมากขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย (2543: 61) ที่พบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดระดับของผลผลิต จากผลการทดลองจึงส่งผลให้ถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตมากที่สุด

ปริมาณไนโตรเจนในดินก่อนการทดลอง พบว่า ดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณไนโตรเจนในดินมากที่สุดคือ 0.103 เปอร์เซ็นต์ สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 2 0 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี จะมีปริมาณไนโตรเจนในดินลดลงเท่ากับ 0.102 0.102 0.101 0.100 และ 0.100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และภายหลังการทดลองปริมาณไนโตรเจนในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.100 ถึง 0.140 เปอร์เซ็นต์ โดยดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณไนโตรเจนในดินมากที่สุดคือ 0.140 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยเคมี และมูลกิ้ง 2 เปอร์เซ็นต์ โดยมีไนโตรเจนในดินลดลงเท่ากับ 0.130 0.120 0.120 และ 0.110 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนในดินน้อยที่สุดคือ 0.100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไนโตรเจนในดินจะแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ผสม โดยเมื่อผสมมูลกิ้งมากขึ้นจะทำให้ปริมาณไนโตรเจนก่อนและหลังการทดลองมากขึ้นตามลำดับ และภายหลังการทดลองจะมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากกว่าก่อนการทดลอง ยกเว้นถั่วเหลืองที่ใส่มูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณไนโตรเจนในดินเท่ากับก่อนการทดลอง ดังตารางที่ 4.14 ซึ่งสาเหตุที่ปริมาณไนโตรเจนในทุกๆ ระดับไม่ลดลง ถึงแม้ว่าถั่วเหลืองเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนค่อนข้างสูง เนื่องจากถั่วเหลืองสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ จากกระบวนการตรึงไนโตรเจน (N-fixation) ได้อย่างเพียงพอ (สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย, 2543: 60) และสะสมอยู่ในดินหากถั่วเหลืองนำไปใช้ไม่หมด

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินก่อนการทดลอง พบว่า ดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินมากที่สุดคือ 34.52 มก./กก. สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 2 0 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินลดลงเท่ากับ 29.03 23.54 18.05 12.56 และ 12.56 มก./กก. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ระหว่าง 10.49 ถึง 23.90 มก./กก. โดยดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินสูงที่สุดคือ 23.90 มก./กก. สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 8 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินลดลงเท่ากับ 20.66 17.08 16.21 11.65 และ 10.49 มก./กก. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลืองในตารางที่ 4.13 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในดินก่อนการทดลองมีระดับความสมบูรณ์สูง ซึ่งมีค่ามากกว่า 12.00 มก./กก. ทั้งสิ้น และภายหลังจากการทดลอง ระดับความสมบูรณ์ของดินจะลดลง โดยดินที่ผสมมูลกิ้ง 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีระดับความสมบูรณ์เหลือเพียงระดับปานกลาง คือ 11.65

และ 10.49 มก./กก. ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี และดินที่ผสมมูลกิ้งในอัตราอื่นๆ ยังคงมีระดับความสมบูรณ์ที่สูงอยู่

ปริมาณโพแทสเซียมในดินก่อนการทดลอง พบว่า ดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณโพแทสเซียมในดินมากที่สุดคือ 304.8 มก./กก. สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 2 0 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี จะมีปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลงเท่ากับ 288.6 272.3 256.1 239.9 และ 239.9 มก./กก. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 227.22 ถึง 301.66 มก./กก. โดยดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณโพแทสเซียมในดินมากที่สุดคือ 301.66 มก./กก. สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 8 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณโพแทสเซียมในดินลดลงเท่ากับ 276.9 269.2 263.9 243.3 และ 227.2 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมในดินก่อนการทดลองนั้นมีระดับความสมบูรณ์สูง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 239.9 ถึง 304.8 มก./กก. ซึ่งมากกว่า 100 มก./กก. ดังตารางที่ 4.13 และภายหลังจากการทดลอง ก็ยังพบว่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน ยังคงมีค่าโพแทสเซียมในดินอยู่สูงเช่นเดิม โดยจะลดลงมาเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย (2543: 60) ที่กล่าวว่า ถั่วเหลืองเป็นพืชตระกูลถั่วที่ต้องการใช้ในโตรเจนค่อนข้างสูง รองลงมาคือ โพแทสเซียม โดยมีการใช้ฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ

ปริมาณแคลเซียมในดินก่อนการทดลอง พบว่า ดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณแคลเซียมในดินมากที่สุด คือ 1,481 มก./กก. สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 2 0 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี จะมีปริมาณแคลเซียมในดินลดลงเท่ากับ 1,402 1,323 1,244 1,165 และ 1,165 มก./กก. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง พบว่า ปริมาณแคลเซียมในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 1,390 ถึง 1,736 มก./กก. โดยดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณแคลเซียมในดินมากที่สุด คือ 1,736 มก./กก. สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้ง 6 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยเคมี มูลกิ้ง 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณแคลเซียมในดินลดลงเท่ากับ 1,655 1,593 1,540 1,430 และ 1,390 มก./กก. ตามลำดับ สำหรับปริมาณแมกนีเซียมในดินก่อนการทดลอง พบว่า ดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณแมกนีเซียมในดินมากที่สุดคือ 1,024 มก./กก. สำหรับดินที่ผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 2 0 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี จะมีปริมาณแมกนีเซียมในดินลดลงเท่ากับ 1,006 987.8 969.8 951.8 และ 951.8 มก./กก. ตามลำดับ และภายหลังการทดลอง พบว่า ปริมาณแมกนีเซียมในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 994.3 ถึง 1,127 มก./กก. โดยดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณแมกนีเซียมในดินมากที่สุดคือ 1,127 มก./กก. สำหรับดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี และผสมมูลกิ้ง 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณแมกนีเซียมในดินลดลงเท่ากับ 1,095 1,090 1,046 1,011 และ 994.3 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมในดินก่อนและหลังการทดลองมีระดับความสมบูรณ์สูง โดยมีค่ามากกว่า 140 และ 30 มก./กก. ตามลำดับ ในทุกๆ อัตราส่วนมูลกิ้งและปุ๋ยเคมี



ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินก่อนการทดลอง พบว่า ดินที่ผสมมูลกิ้งในทุกระดับ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากันคือ 1.77 เปอร์เซ็นต์ และภายหลังการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 1.940 ถึง 2.550 เปอร์เซ็นต์ โดยดินที่ผสมมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมากที่สุดเท่ากับ 2.550 เปอร์เซ็นต์ สำหรับดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี และผสมมูลกิ้งที่ระดับ 6 4 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงเท่ากับ 2.460 2.420 2.290 2.180 และ 1.940 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งทั้งก่อนและหลังการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าความสมบูรณ์ในดินมาก ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 ดังตารางที่ 4.13 โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุหลังการทดลองจะแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใส่ คือเมื่อใส่มูลกิ้งในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมากขึ้นด้วยเช่นกัน แสดงว่ามูลกิ้งสามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน และช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของดินได้

ตารางที่ 4.13 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชสำหรับถั่วเหลือง

| ค่าวิเคราะห์                | ต่ำ    | ปานกลาง       | สูง       |
|-----------------------------|--------|---------------|-----------|
| pH                          | <5.5   | 5.5 – 6.0     | 6.0 – 6.8 |
| ฟอสฟอรัส (มก./กก.)          | <8.000 | 8.000 – 12.00 | >12.00    |
| โพแทสเซียม (มก./กก.)        | <50.00 | 50.00 – 100.0 | >100.0    |
| แคลเซียม (มก./กก.)          | <100.0 | 100.0 – 400.0 | >140.0    |
| แมกนีเซียม (มก./กก.)        | <20.00 | 20.00 – 30.00 | >30.00    |
| อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์) | <1.000 | 1.000 – 1.500 | >1.500    |

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

**ตารางที่ 4.14** ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลองปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้งและปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

| ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง |                                           |       |      |      |                    |       |                |       |                |       |                       |       |                         |       |                                |       |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|-------|------|------|--------------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|-----------------------|-------|-------------------------|-------|--------------------------------|-------|
|                                         | ความนำไฟฟ้า<br>(มิลลิโหมห์/<br>เซนติเมตร) |       | pH   |      | N<br>(เปอร์เซ็นต์) |       | P<br>(มก./กก.) |       | K<br>(มก./กก.) |       | แคลเซียม<br>(มก./กก.) |       | แมกนีเซียม<br>(มก./กก.) |       | อินทรีย์วัตถุ<br>(เปอร์เซ็นต์) |       |
|                                         | ก่อน                                      | หลัง  | ก่อน | หลัง | ก่อน               | หลัง  | ก่อน           | หลัง  | ก่อน           | หลัง  | ก่อน                  | หลัง  | ก่อน                    | หลัง  | ก่อน                           | หลัง  |
| T <sub>0</sub>                          | 0.170                                     | 0.260 | 5.1  | 4.7  | 0.100              | 0.100 | 12.56          | 10.49 | 239.9          | 227.2 | 1,165                 | 1,390 | 951.8                   | 994.3 | 1.77                           | 1.940 |
| T <sub>1</sub>                          | 0.261                                     | 0.360 | 5.1  | 4.7  | 0.101              | 0.110 | 18.05          | 11.65 | 256.1          | 243.3 | 1,244                 | 1,430 | 969.8                   | 1,011 | 1.77                           | 2.180 |
| T <sub>2</sub>                          | 0.352                                     | 0.470 | 5.1  | 5.0  | 0.102              | 0.120 | 23.54          | 16.21 | 272.3          | 263.9 | 1,323                 | 1,540 | 987.8                   | 1,046 | 1.77                           | 2.290 |
| T <sub>3</sub>                          | 0.443                                     | 0.530 | 5.2  | 5.1  | 0.102              | 0.130 | 29.03          | 17.08 | 288.6          | 269.2 | 1,402                 | 1,655 | 1,006                   | 1,090 | 1.77                           | 2.420 |
| T <sub>4</sub>                          | 0.534                                     | 0.690 | 5.2  | 5.5  | 0.103              | 0.140 | 34.52          | 20.66 | 304.8          | 276.9 | 1,481                 | 1,736 | 1,024                   | 1,127 | 1.77                           | 2.550 |
| T <sub>5</sub>                          | 0.170                                     | 0.330 | 5.1  | 4.9  | 0.100              | 0.120 | 12.56          | 23.90 | 239.9          | 301.7 | 1,165                 | 1,593 | 951.8                   | 1,095 | 1.77                           | 2.460 |

หมายเหตุ: มูลกิ้งที่ใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ ค่าความนำไฟฟ้า 4.72 มิลลิโหมห์/เซนติเมตร pH 6.1 ไนโตรเจน 0.14 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 287.12 มก./กก. โพแทสเซียม 1,051 มก./กก. แคลเซียม 5,119 มก./กก. แมกนีเซียม 1,854 มก./กก.



## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเกี่ยวกับการใช้มูลกิ้งเพื่อใช้ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในอัตรา 0 ( $T_0$ ) 2 ( $T_1$ ) 4 ( $T_2$ ) 6 ( $T_3$ ) และ 8 ( $T_4$ ) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก กับการใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12 อัตรา 10 กรัม ( $T_5$ ) จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่า

1. ธาตุอาหารทั้งในดินและมูลกิ้งมีอยู่ในระดับมาตรฐาน ยกเว้นไนโตรเจนและอินทรีย์วัตถุที่มีน้อย ในขณะที่ความนำไฟฟ้าของมูลกิ้งมีค่าสูงมากทำให้ดินหลังการทดลองมีความเค็มที่สูงขึ้นตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้
2. การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ( $V_1$ - $V_6$ ) ของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีและมูลกิ้งในอัตราต่างๆ ใกล้เคียงกัน โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด
3. การเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ ( $R_1$ - $R_6$ ) ของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีจะใช้เวลาน้อยที่สุด และมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลาามากที่สุด ในขณะที่มูลกิ้งอัตราอื่นๆ จะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตทางการแพร่ขยายพันธุ์ใกล้เคียงกัน
4. ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีจำนวนข้อต่อต้นมากที่สุด และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้งในอัตราต่างๆ จะมีแนวโน้มจำนวนข้อแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ คือเมื่อใช้มูลกิ้งลดลงจะทำให้มีจำนวนข้อลดลง สำหรับปุ๋ยเคมีจะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีจำนวนข้อน้อยกว่ามูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่ามูลกิ้งในระดับอื่นๆ
5. ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้งในอัตราต่างๆ จะมีแนวโน้มของความสูงแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ คือเมื่อใช้มูลกิ้งลดลงจะทำให้มีความสูงเฉลี่ยลดลง สำหรับปุ๋ยเคมีจะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีความสูงน้อยกว่าการใช้มูลกิ้งที่ระดับ 8 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่าการใช้มูลกิ้งในระดับ 2 และ 0 เปอร์เซ็นต์

6. ถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมีจะมีพื้นที่ใบมากที่สุดยกเว้นในระยะ  $R_1$  สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้งในอัตราที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้พื้นที่ใบในระยะต่างๆ เพิ่มขึ้นตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้

7. ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักแห้งของฝักและเมล็ดในทุกๆ ระยะมากที่สุด โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้งในอัตราต่างๆ จะมีแนวโน้มของน้ำหนักแห้งของฝักและเมล็ดแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ คือ เมื่อใช้มูลกิ้งลดลงจะทำให้มีน้ำหนักแห้งของฝักและเมล็ดลดลง สำหรับปุ๋ยเคมีจะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีน้ำหนักแห้งของฝักและเมล็ดน้อยกว่ามูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่าการใช้มูลกิ้งในระดับอื่นๆ

8. ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นในทุกๆ ระยะมากที่สุด และถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้งในอัตราต่างๆ จะมีแนวโน้มของน้ำหนักแห้งทั้งต้นแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ คือ เมื่อใช้มูลกิ้งลดลงจะทำให้มีน้ำหนักแห้งทั้งต้นลดลง สำหรับปุ๋ยเคมีจะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีน้ำหนักแห้งของฝักและเมล็ดน้อยกว่ามูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่ามูลกิ้งในระดับอื่นๆ ยกเว้นในระยะ  $R_1$  จะมีน้ำหนักแห้งทั้งต้นน้อยกว่ามูลกิ้งที่ระดับ 8 6 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์

9. ผลผลิตต่อกระถางและจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองของถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะมีมากที่สุด และจะลดลงตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ลดลง สำหรับปุ๋ยเคมีจะส่งผลให้มีผลผลิตต่อกระถางและจำนวนฝักต่อต้นน้อยกว่ามูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่าการใช้มูลกิ้งในระดับอื่นๆ

10. ปุ๋ยเคมีจะส่งผลให้มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากที่สุด และจำนวนเมล็ดต่อฝักถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้งในอัตราต่างๆ จะมีแนวโน้มของเมล็ดต่อฝักแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

11. ถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้มีน้ำหนัก 100 เมล็ด มากที่สุด โดยถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้งในอัตราต่างๆ จะมีแนวโน้มของน้ำหนัก 100 เมล็ด แปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ คือ เมื่อใช้มูลกิ้งลดลงจะทำให้มีน้ำหนัก 100 เมล็ดลดลง สำหรับปุ๋ยเคมีจะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีน้ำหนัก 100 เมล็ด น้อยกว่ามูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่าการใช้มูลกิ้งในระดับอื่นๆ

12. ปริมาณโปรตีนและไขมันของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี จะมีปริมาณมากที่สุด สำหรับถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้งในอัตราต่างๆ จะมีแนวโน้มปริมาณโปรตีนและไขมันแปรผันตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้ คือเมื่อใช้มูลกิ้งลดลงจะทำให้มีปริมาณโปรตีนและไขมันลดลง

13. โลหะหนักในใบ ในเมล็ดและในดินหลังการทดลองนั้น เมื่อใช้มูลกิ้งที่มากขึ้นจะทำให้มีโลหะหนักสะสมในส่วนต่างๆ ที่เพิ่มมากขึ้นตามปริมาณมูลกิ้งที่ใช้เพิ่มขึ้น หากนำมูลกิ้งไปใช้กับฝักที่รับประทานใบ จะต้องระวังเรื่องโลหะหนักตกค้างในใบ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้



14. มูลกึ่งในอัตรา 8 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวเหลืองได้ โดยทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยเคมีและมีคุณสมบัติปรับปรุงดินได้ แต่ควรระมัดระวังเกี่ยวกับโลหะหนักตกค้าง และการสะสมของความเค็มในดินทั้งนี้อาจมีการใช้สลับกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ เพื่อลดผลตกค้างของโลหะหนักและความเค็มในระยะยาว

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาทดลองพบว่ามีข้อเสนอแนะที่สำคัญ ดังต่อไปนี้คือ

1. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาธาตุอาหารในมูลกึ่งแต่ละฤดูกาลเนื่องจากอิทธิพลจากฝนหรือน้ำ อาจจะทำให้ความเค็มและธาตุอาหารในแต่ละฤดูกาลมีไม่เท่ากัน
2. ควรที่จะมีการศึกษาถึงโลหะหนักอื่นๆ ในมูลกึ่ง นอกเหนือจากตะกั่ว แคดเมียม และปรอท เพื่อจะได้ทราบถึงอัตราการใช้ประโยชน์ที่ปลอดภัยจากความเป็นพิษของโลหะหนัก
3. ควรที่จะมีการศึกษาถึงธาตุอาหารรองอื่นๆ ในมูลกึ่ง นอกเหนือจากแคลเซียม และแมกนีเซียม เช่น จุลธาตุ หรือธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัม และคลอรีน เนื่องจากเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของพืช
4. มูลกึ่งที่ได้จากการเลี้ยงกุ้งน้ำจืด น่าจะเป็นแนวทางในการศึกษาถึงปริมาณธาตุอาหารและศักยภาพในการผลิตเป็นปุ๋ย เนื่องจากเป็นพื้นที่น้ำจืดและน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งเป็นน้ำจืดจึงไม่มีความเค็ม จึงน่าจะสามารถใช้เป็นปุ๋ยโดยไม่มีผลตกค้างในเรื่องของความเค็มในดิน
5. ปริมาณปรอทที่สูงมากในเมล็ด เป็นข้อสังเกตและควรมีการศึกษาต่อไปถึงปัจจัยการสะสมของปรอทในเมล็ดข้าวเหลืองซึ่งอาจส่งผลต่อผู้บริโภคข้าวเหลืองได้
6. ควรมีการศึกษาโลหะหนักในน้ำที่ให้กับข้าวเหลือง เนื่องจากจะทำให้ทราบได้แน่ชัดในการสะสมของโลหะหนักในส่วนต่างๆ ที่เกิดขึ้น และสามารถแจกแจงที่มาของโลหะหนักได้
7. ข้าวเหลืองที่ปลูกโดยผสมมูลกึ่ง 8 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตโดยรวมและผลผลิตที่มากกว่ามูลกึ่งในระดับอื่นๆ รวมถึงปุ๋ยเคมี แต่อาจเกิดปัญหาในเรื่องความเค็มสะสมในดิน ถ้ามีการนำไปใช้ในพื้นที่ปลูกจริงควรใช้ในอัตราที่น้อยลงและอาจใช้ร่วมกับปุ๋ยชนิดอื่นๆ โดยจะต้องศึกษาปริมาณโลหะหนักให้ชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากอาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ



ตารางที่ ก.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนข้อต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์  
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R<sub>8</sub> ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และ  
ปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS      | MS     | F     | F.05 | F.01 |
|-----------|----|---------|--------|-------|------|------|
| Treatment | 5  | 79.333  | 15.867 | 9.520 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 30.000  | 1.667  |       |      |      |
| Total     | 23 | 109.333 | 4.754  |       |      |      |

GRAND MEAN = 11.833333333333333

CV = 10.91 %

LSD .05 = 1.917942

LSD .01 = 2.627243

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = n_node
* NUMBER OF MEANS        = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE      = 1.66666663
* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.64549720
*
*****

```

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|------|---------------------------------|
| T4   |    | 15   | A                               |
| T5   |    | 13.5 | AB                              |
| T3   |    | 11.5 | BC                              |
| T2   |    | 10.5 | C                               |
| T1   |    | 10.5 | C                               |
| T0   |    | 10   | 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   | A                               |
| T5   |    | 13.5 | A                               |
| T3   |    | 11.5 | B                               |
| T2   |    | 10.5 | B                               |
| T1   |    | 10.5 | B                               |
| T0   |    | 10   | B                               |

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

ตารางที่ ก.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสูงต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์  
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R<sub>8</sub> ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และ  
ปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS       | MS      | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|----------|---------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 1307.833 | 261.567 | 24.845 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 189.500  | 10.528  |        |      |      |
| Total     | 23 | 1497.333 | 65.101  |        |      |      |

GRAND MEAN = 53.33333333333334

CV = 6.08 %

LSD .05 = 4.820359

LSD .01 = 6.603044

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION = height
*          NUMBER OF MEANS        = 6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
*          ERROR MEAN SQUARE      = 10.52777767
*          STANDARD ERROR OF MEAN = 1.62232685
*
*****

```

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 68    | A                               |
| T3   |    | 55.25 | B                               |
| T2   |    | 53.5  | BC                              |
| T5   |    | 50.75 | BCD                             |
| T1   |    | 47    | CD                              |
| T0   |    | 45.5  | D                               |

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

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 68    | A                               |
| T3   |    | 55.25 | B                               |
| T2   |    | 53.5  | B                               |
| T5   |    | 50.75 | BC                              |
| T1   |    | 47    | CD                              |
| T0   |    | 45.5  | D                               |

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



ตารางที่ ก.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองต้นของถั่วเหลืองพันธุ์  
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R<sub>1</sub> ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และ  
ปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS         | MS        | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|------------|-----------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 222253.612 | 44450.722 | 55.829 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 14331.382  | 796.188   |        |      |      |
| Total     | 23 | 236584.780 | 10286.295 |        |      |      |

GRAND MEAN = 720.7808333333332  
CV = 3.91 %  
LSD .05 = 41.91977  
LSD .01 = 57.4227

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*  PROBLEM IDENTIFICATION   =   area_r1
*  NUMBER OF MEANS          =       6
*  ERROR DEGREE OF FREEDOM  =      18
*  ERROR MEAN SQUARE        =   796.18786621
*  STANDARD ERROR OF MEAN   =   14.10840034
*
*****

```

| NAME | ID | MEAN    | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|---------|---------------------------------|
| T4   |    | 916.865 | A                               |
| T3   |    | 736.625 | B                               |
| T2   |    | 728.44  | B                               |
| T1   |    | 660.195 | C                               |
| T5   |    | 656.985 | C                               |
| T0   |    | 625.575 | C                               |

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

| NAME | ID | MEAN    | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|---------|---------------------------------|
| T4   |    | 916.865 | A                               |
| T3   |    | 736.625 | B                               |
| T2   |    | 728.44  | B                               |
| T1   |    | 660.195 | C                               |
| T5   |    | 656.985 | C                               |
| T0   |    | 625.575 | C                               |

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

ตารางที่ ก.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองต้นของถั่วเหลืองพันธุ์  
เชียงใหม่ 60 ในระยะ  $R_3$  ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และ  
ปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS         | MS        | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|------------|-----------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 412284.782 | 82456.956 | 50.934 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 29139.909  | 1618.884  |        |      |      |
| Total     | 23 | 441424.882 | 19192.386 |        |      |      |

GRAND MEAN = 1089.5716666666666  
CV = 3.69 %  
LSD .05 = 59.77491  
LSD .01 = 81.8811

\*\*\*\*\*  
\*  
\* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST \*  
\* PROBLEM IDENTIFICATION = area\_r3 \*  
\* NUMBER OF MEANS = 6 \*  
\* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 \*  
\* ERROR MEAN SQUARE = 1618.88378906 \*  
\* STANDARD ERROR OF MEAN = 20.11767769 \*  
\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN     | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|----------|---------------------------------|
| T5   |    | 1294.905 | A                               |
| T4   |    | 1220.935 | A                               |
| T3   |    | 1073.31  | B                               |
| T2   |    | 1043.48  | B                               |
| T1   |    | 995.015  | B                               |
| T0   |    | 909.785  | C                               |

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

| NAME | ID | MEAN     | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|----------|---------------------------------|
| T5   |    | 1294.905 | A                               |
| T4   |    | 1220.935 | B                               |
| T3   |    | 1073.31  | C                               |
| T2   |    | 1043.48  | CD                              |
| T1   |    | 995.015  | D                               |
| T0   |    | 909.785  | E                               |

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



ตารางที่ ก.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของพื้นที่ใบต่อสองต้นของถั่วเหลืองพันธุ์  
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R<sub>5</sub> ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และ  
ปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS          | MS         | F       | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------------|------------|---------|------|------|
| Treatment | 5  | 2976578.691 | 595315.738 | 109.579 | 2.77 | 4.25 |
| Rx.Error  | 18 | 97789.492   | 5432.750   |         |      |      |
| Total     | 23 | 3074366.710 | 133668.118 |         |      |      |

GRAND MEAN = 1651.68  
CV = 4.46 %  
LSD .05 = 109.5017  
LSD .01 = 149.9981

\*\*\*\*\*  
\*  
\* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST \*  
\* PROBLEM IDENTIFICATION = area\_r5 \*  
\* NUMBER OF MEANS = 6 \*  
\* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 \*  
\* ERROR MEAN SQUARE = 5432.74951172 \*  
\* STANDARD ERROR OF MEAN = 36.85359573 \*  
\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN     | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|----------|---------------------------------|
| T5   |    | 2161.06  | A                               |
| T4   |    | 2087.49  | A                               |
| T3   |    | 1617.505 | B                               |
| T2   |    | 1442.21  | C                               |
| T1   |    | 1343.44  | CD                              |
| T0   |    | 1258.375 | D                               |

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

| NAME | ID | MEAN     | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|----------|---------------------------------|
| T5   |    | 2161.06  | A                               |
| T4   |    | 2087.49  | A                               |
| T3   |    | 1617.505 | B                               |
| T2   |    | 1442.21  | C                               |
| T1   |    | 1343.44  | CD                              |
| T0   |    | 1258.375 | D                               |

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

ตารางที่ ก.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ  $R_3$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS    | MS    | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|-------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 0.030 | 0.006 | 26.667 | 2.77 | 4.25 |
| Ex. Error | 18 | 0.004 | 0.000 |        |      |      |
| Total     | 23 | 0.034 | 0.001 |        |      |      |

GRAND MEAN = .7500000000000001D-02

CV = 20.00 %

LSD .05 = 2.228448E-02

LSD .01 = 3.052581E-02

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION = wpd3
*          NUMBER OF MEANS = 6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
*          ERROR MEAN SQUARE = 0.00022500
*          STANDARD ERROR OF MEAN = 0.00750000
*
*****

```

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|------|---------------------------------|
| T4   |    | .125 | A                               |
| T5   |    | .1   | A                               |
| T3   |    | .1   | A                               |
| T2   |    | .05  | B                               |
| T1   |    | .05  | B                               |
| T0   |    | .025 | B                               |

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

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|------|---------------------------------|
| T4   |    | .125 | A                               |
| T5   |    | .1   | B                               |
| T3   |    | .1   | B                               |
| T2   |    | .05  | C                               |
| T1   |    | .05  | C                               |
| T0   |    | .025 | D                               |

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



ตารางที่ ก.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ  $R_5$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS    | MS    | F       | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|-------|---------|------|------|
| Treatment | 5  | 8.573 | 1.715 | 465.873 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 0.066 | 0.004 |         |      |      |
| Total     | 23 | 8.640 | 0.376 |         |      |      |

GRAND MEAN = 1.341666666666667

CV = 4.52 %

LSD .05 = 9.012951E-02

LSD .01 = .1234616

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*
*   PROBLEM IDENTIFICATION   =   wpd5
*   NUMBER OF MEANS          =       6
*   ERROR DEGREE OF FREEDOM   =      18
*   ERROR MEAN SQUARE         =   0.00368054
*   STANDARD ERROR OF MEAN    =   0.03033374
*
*****

```

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 2.575 | A                               |
| T5   |    | 1.425 | B                               |
| T3   |    | 1.25  | C                               |
| T2   |    | 1.2   | C                               |
| T1   |    | .8    | D                               |
| T0   |    | .8    | D                               |

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

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 2.575 | A                               |
| T5   |    | 1.425 | B                               |
| T3   |    | 1.25  | C                               |
| T2   |    | 1.2   | C                               |
| T1   |    | .8    | D                               |
| T0   |    | .8    | D                               |

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

ตารางที่ ก.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ  $R_6$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS     | MS     | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|--------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 74.643 | 14.929 | 36.362 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 7.390  | 0.411  |        |      |      |
| Total     | 23 | 82.033 | 3.567  |        |      |      |

GRAND MEAN = 5.533333333333334  
 CV = 11.58 %  
 LSD .05 = .9519115  
 LSD .01 = 1.303951

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST \*  
 \* PROBLEM IDENTIFICATION = wpd6 \*  
 \* NUMBER OF MEANS = 6 \*  
 \* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 \*  
 \* ERROR MEAN SQUARE = 0.41055474 \*  
 \* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.32037273 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 8.075 | A                               |
| T5   |    | 7.9   | A                               |
| T3   |    | 4.9   | B                               |
| T2   |    | 4.375 | B                               |
| T1   |    | 3.975 | B                               |
| T0   |    | 3.975 | B                               |

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

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 8.075 | A                               |
| T5   |    | 7.9   | A                               |
| T3   |    | 4.9   | B                               |
| T2   |    | 4.375 | B                               |
| T1   |    | 3.975 | B                               |
| T0   |    | 3.975 | B                               |

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



ตารางที่ ก.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของผักตบถในระยะเวลา R<sub>7</sub> ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS      | MS     | F      | P.05 | P.01 |
|-----------|----|---------|--------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 134.407 | 26.881 | 86.289 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 5.608   | 0.312  |        |      |      |
| Total     | 23 | 140.015 | 6.088  |        |      |      |

GRAND MEAN = 5.14583333333333

CV = 10.85 %

LSD .05 = .8292004

LSD .01 = 1.135859

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION = wpd7
*          NUMBER OF MEANS = 6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
*          ERROR MEAN SQUARE = 0.31152788
*          STANDARD ERROR OF MEAN = 0.27907342
*
*****

```

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 8.725 | A                               |
| T5   |    | 7.9   | A                               |
| T3   |    | 5.1   | B                               |
| T2   |    | 3.15  | C                               |
| T1   |    | 3.075 | C                               |
| T0   |    | 2.925 | C                               |

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

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 8.725 | A                               |
| T5   |    | 7.9   | A                               |
| T3   |    | 5.1   | B                               |
| T2   |    | 3.15  | C                               |
| T1   |    | 3.075 | C                               |
| T0   |    | 2.925 | C                               |

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

ตารางที่ ก.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของฝักต่อต้นในระยะ R<sub>0</sub> ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS       | MS      | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|----------|---------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 1647.452 | 329.490 | 53.769 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 110.303  | 6.128   |        |      |      |
| Total     | 23 | 1757.755 | 76.424  |        |      |      |

GRAND MEAN = 9.879166666666665

CV = 25.06 %

LSD .05 = 3.677627

LSD .01 = 5.037701

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION = wpd8
*          NUMBER OF MEANS = 6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
*          ERROR MEAN SQUARE = 6.12792158
*          STANDARD ERROR OF MEAN = 1.23773193
*
*****

```

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 26.6  | A                               |
| T5   |    | 14.25 | B                               |
| T3   |    | 5.4   | C                               |
| T2   |    | 5.15  | C                               |
| T1   |    | 4.2   | C                               |
| T0   |    | 3.675 | C                               |

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

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 26.6  | A                               |
| T5   |    | 14.25 | B                               |
| T3   |    | 5.4   | C                               |
| T2   |    | 5.15  | C                               |
| T1   |    | 4.2   | C                               |
| T0   |    | 3.675 | C                               |

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



ตารางที่ ก.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R<sub>1</sub> ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS    | MS    | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|-------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 1.675 | 0.335 | 12.433 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 0.485 | 0.027 |        |      |      |
| Total     | 23 | 2.160 | 0.094 |        |      |      |

GRAND MEAN = 2.65  
 CV = 6.19 %  
 LSD .05 = .2438624  
 LSD .01 = .3340486

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION = wtd1
*          NUMBER OF MEANS       = 6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
*          ERROR MEAN SQUARE     = 0.02694435
*          STANDARD ERROR OF MEAN = 0.08207367
*
*****

```

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 3.15  | A                               |
| T3   |    | 2.8   | B                               |
| T2   |    | 2.65  | BC                              |
| T1   |    | 2.475 | BC                              |
| T5   |    | 2.45  | BC                              |
| T0   |    | 2.375 | C                               |

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

| NAME | ID | MEAN  | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-------|---------------------------------|
| T4   |    | 3.15  | A                               |
| T3   |    | 2.8   | B                               |
| T2   |    | 2.65  | BC                              |
| T1   |    | 2.475 | CD                              |
| T5   |    | 2.45  | CD                              |
| T0   |    | 2.375 | D                               |

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

ตารางที่ ก.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ  $R_3$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS    | MS    | F       | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|-------|---------|------|------|
| Treatment | 5  | 9.055 | 1.811 | 131.952 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 0.247 | 0.014 |         |      |      |
| Total     | 23 | 9.302 | 0.404 |         |      |      |

GRAND MEAN = 5.375000000000001  
 CV = 2.18 %  
 LSD .05 = .1740455  
 LSD .01 = .2384117

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST \*  
 \* PROBLEM IDENTIFICATION = wttd3 \*  
 \* NUMBER OF MEANS = 6 \*  
 \* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 \*  
 \* ERROR MEAN SQUARE = 0.01372472 \*  
 \* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.05857627 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN  |   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-------|---|---------------------------------|
| T4   |    | 6.3   | A |                                 |
| T5   |    | 5.925 | B |                                 |
| T3   |    | 5.575 | C |                                 |
| T2   |    | 5     | D |                                 |
| T1   |    | 4.925 | D |                                 |
| T0   |    | 4.525 | E |                                 |

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

| NAME | ID | MEAN  |   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-------|---|---------------------------------|
| T4   |    | 6.3   | A |                                 |
| T5   |    | 5.925 | B |                                 |
| T3   |    | 5.575 | C |                                 |
| T2   |    | 5     | D |                                 |
| T1   |    | 4.925 | D |                                 |
| T0   |    | 4.525 | E |                                 |

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



ตารางที่ ก.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ  $R_5$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS     | MS     | F       | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|--------|---------|------|------|
| Treatment | 5  | 77.020 | 15.404 | 150.588 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 1.841  | 0.102  |         |      |      |
| Total     | 23 | 78.861 | 3.429  |         |      |      |

GRAND MEAN = 10.225  
 CV = 3.13 %  
 LSD .05 = .4751521  
 LSD .01 = .6508747

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST \*  
 \* PROBLEM IDENTIFICATION = wtttd5 \*  
 \* NUMBER OF MEANS = 6 \*  
 \* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 \*  
 \* ERROR MEAN SQUARE = 0.10229237 \*  
 \* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.15991589 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|--------|---------------------------------|
| T4   |    | 12.8   | A                               |
| T5   |    | 12.35  | A                               |
| T3   |    | 10.375 | B                               |
| T2   |    | 9      | C                               |
| T1   |    | 8.5    | C                               |
| T0   |    | 8.325  | C                               |

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

| NAME | ID | MEAN   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|--------|---------------------------------|
| T4   |    | 12.8   | A                               |
| T5   |    | 12.35  | A                               |
| T3   |    | 10.375 | B                               |
| T2   |    | 9      | C                               |
| T1   |    | 8.5    | D                               |
| T0   |    | 8.325  | D                               |

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

ตารางที่ ก.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ  $R_6$  ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS      | MS     | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|---------|--------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 321.577 | 64.315 | 45.663 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 25.353  | 1.408  |        |      |      |
| Total     | 23 | 346.930 | 15.084 |        |      |      |

GRAND MEAN = 13.595833333333333  
 CV = 8.73 %  
 LSD .05 = 1.763136  
 LSD .01 = 2.415186

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST \*  
 \* PROBLEM IDENTIFICATION = wttd6 \*  
 \* NUMBER OF MEANS = 6 \*  
 \* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 \*  
 \* ERROR MEAN SQUARE = 1.40847683 \*  
 \* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.59339631 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN   |   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|--------|---|---------------------------------|
| T4   |    | 18.9   | A |                                 |
| T5   |    | 18.55  | A |                                 |
| T3   |    | 11.675 | B |                                 |
| T2   |    | 11.425 | B |                                 |
| T1   |    | 10.9   | B |                                 |
| T0   |    | 10.125 | B |                                 |

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

| NAME | ID | MEAN   |   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|--------|---|---------------------------------|
| T4   |    | 18.9   | A |                                 |
| T5   |    | 18.55  | A |                                 |
| T3   |    | 11.675 | B |                                 |
| T2   |    | 11.425 | B |                                 |
| T1   |    | 10.9   | B |                                 |
| T0   |    | 10.125 | B |                                 |

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



ตารางที่ ก.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R<sub>7</sub> ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS      | MS     | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|---------|--------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 243.665 | 48.733 | 96.026 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 9.135   | 0.507  |        |      |      |
| Total     | 23 | 252.800 | 10.991 |        |      |      |

GRAND MEAN = 7.775000000000001  
 CV = 9.16 %  
 LSD .05 = 1.058349  
 LSD .01 = 1.449751

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST \*  
 \* PROBLEM IDENTIFICATION = wttd7 \*  
 \* NUMBER OF MEANS = 6 \*  
 \* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 \*  
 \* ERROR MEAN SQUARE = 0.50749940 \*  
 \* STANDARD ERROR OF MEAN = 0.35619497 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|--------|---------------------------------|
| T4   |    | 12     | A                               |
| T5   |    | 11.925 | A                               |
| T3   |    | 8.125  | B                               |
| T2   |    | 5.25   | C                               |
| T1   |    | 4.925  | C                               |
| T0   |    | 4.425  | C                               |

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

| NAME | ID | MEAN   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|--------|---------------------------------|
| T4   |    | 12     | A                               |
| T5   |    | 11.925 | A                               |
| T3   |    | 8.125  | B                               |
| T2   |    | 5.25   | C                               |
| T1   |    | 4.925  | C                               |
| T0   |    | 4.425  | C                               |

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

ตารางที่ ก.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งทั้งต้นในระยะ R<sub>8</sub> ของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS       | MS      | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|----------|---------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 1986.368 | 397.274 | 62.904 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 113.679  | 6.316   |        |      |      |
| Total     | 23 | 2100.048 | 91.306  |        |      |      |

GRAND MEAN = 12.48333333333334  
 CV = 20.13 %  
 LSD .05 = 3.733492  
 LSD .01 = 5.114226

\*\*\*\*\*  
 \*  
 \* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST \*  
 \* PROBLEM IDENTIFICATION = wttd8 \*  
 \* NUMBER OF MEANS = 6 \*  
 \* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18 \*  
 \* ERROR MEAN SQUARE = 6.31550741 \*  
 \* STANDARD ERROR OF MEAN = 1.25653362 \*  
 \*  
 \*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|--------|---------------------------------|
| T4   |    | 31.025 | A                               |
| T5   |    | 16.825 | B                               |
| T3   |    | 7.825  | C                               |
| T2   |    | 7.275  | C                               |
| T1   |    | 6.425  | C                               |
| T0   |    | 5.525  | C                               |

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

| NAME | ID | MEAN   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|--------|---------------------------------|
| T4   |    | 31.025 | A                               |
| T5   |    | 16.825 | B                               |
| T3   |    | 7.825  | C                               |
| T2   |    | 7.275  | C                               |
| T1   |    | 6.425  | C                               |
| T0   |    | 5.525  | C                               |

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



ตารางที่ ก.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนผักตบชวาของถั่วเหลืองพันธุ์  
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R<sub>8</sub> ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และ  
ปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS        | MS       | F      | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-----------|----------|--------|------|------|
| Treatment | 5  | 10823.708 | 2164.742 | 19.345 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 2014.250  | 111.903  |        |      |      |
| Total     | 23 | 12837.958 | 558.172  |        |      |      |

GRAND MEAN = 26.79166666666667  
CV = 39.48 %  
LSD .05 = 15.71562  
LSD .01 = 21.52763

```
*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
* PROBLEM IDENTIFICATION = n_pod
* NUMBER OF MEANS = 6
* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 18
* ERROR MEAN SQUARE = 111.90277863
* STANDARD ERROR OF MEAN = 5.28920555
*
*****
```

| NAME | ID | MEAN  |   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-------|---|---------------------------------|
| T4   |    | 69    | A |                                 |
| T5   |    | 39.5  | B |                                 |
| T3   |    | 15.25 | C |                                 |
| T2   |    | 13.5  | C |                                 |
| T1   |    | 12.25 | C |                                 |
| T0   |    | 11.25 | C |                                 |

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

| NAME | ID | MEAN  |   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-------|---|---------------------------------|
| T4   |    | 69    | A |                                 |
| T5   |    | 39.5  | B |                                 |
| T3   |    | 15.25 | C |                                 |
| T2   |    | 13.5  | C |                                 |
| T1   |    | 12.25 | C |                                 |
| T0   |    | 11.25 | C |                                 |

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

ตารางที่ ก.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลืองพันธุ์  
เชียงใหม่ 60 ในระยะ R<sub>8</sub> ที่ปลูกโดยได้รับมูลกิ้ง 0 2 4 6 8 เปอร์เซ็นต์ และ  
ปุ๋ยเคมี 10 กรัม

| Source    | df | SS    | MS    | F     | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|-------|-------|------|------|
| Treatment | 5  | 0.333 | 0.067 | 1.082 | 2.77 | 4.25 |
| Ex.Error  | 18 | 1.108 | 0.062 |       |      |      |
| Total     | 23 | 1.440 | 0.063 |       |      |      |

GRAND MEAN = 1.941875  
CV = 12.77 %  
LSD .05 = .3685165  
LSD .01 = .5048027

```

*****
*
*          DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*          PROBLEM IDENTIFICATION      =      n_seed
*          NUMBER OF MEANS              =          6
*          ERROR DEGREE OF FREEDOM      =         18
*          ERROR MEAN SQUARE            =      0.06153069
*          STANDARD ERROR OF MEAN       =      0.12402690
*
*****

```

| NAME | ID | MEAN    |   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|---------|---|---------------------------------|
| T5   |    | 2.09975 | A |                                 |
| T4   |    | 2.07875 | A |                                 |
| T3   |    | 1.95825 | A |                                 |
| T2   |    | 1.88925 | A |                                 |
| T1   |    | 1.852   | A |                                 |
| T0   |    | 1.77325 | A |                                 |

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

| NAME | ID | MEAN    |   | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|---------|---|---------------------------------|
| T5   |    | 2.09975 | A |                                 |
| T4   |    | 2.07875 | A |                                 |
| T3   |    | 1.95825 | A |                                 |
| T2   |    | 1.88925 | A |                                 |
| T1   |    | 1.852   | A |                                 |
| T0   |    | 1.77325 | A |                                 |

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



ภาคผนวก ข

คำนวณผลผลิตต่อกระถาง

**คำนวณผลผลิตต่อกระถาง**

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

|                | จำนวนต้น<br>ต่อพื้นที่ | จำนวนฝัก<br>ต่อต้น | จำนวนเมล็ด<br>ต่อฝัก | น้ำหนักเมล็ด<br>1 เมล็ด | ผลผลิต<br>ต่อกระถาง |
|----------------|------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|
| T <sub>0</sub> | 4                      | 11.25              | 1.773                | 0.078                   | 6.223               |
| T <sub>1</sub> | 4                      | 12.25              | 1.852                | 0.082                   | 7.441               |
| T <sub>2</sub> | 4                      | 13.50              | 1.889                | 0.090                   | 9.181               |
| T <sub>3</sub> | 4                      | 15.25              | 1.958                | 0.103                   | 12.30               |
| T <sub>4</sub> | 4                      | 69                 | 2.079                | 0.132                   | 75.74               |
| T <sub>5</sub> | 4                      | 39.5               | 2.100                | 0.127                   | 42.14               |

## ภาคผนวก ค

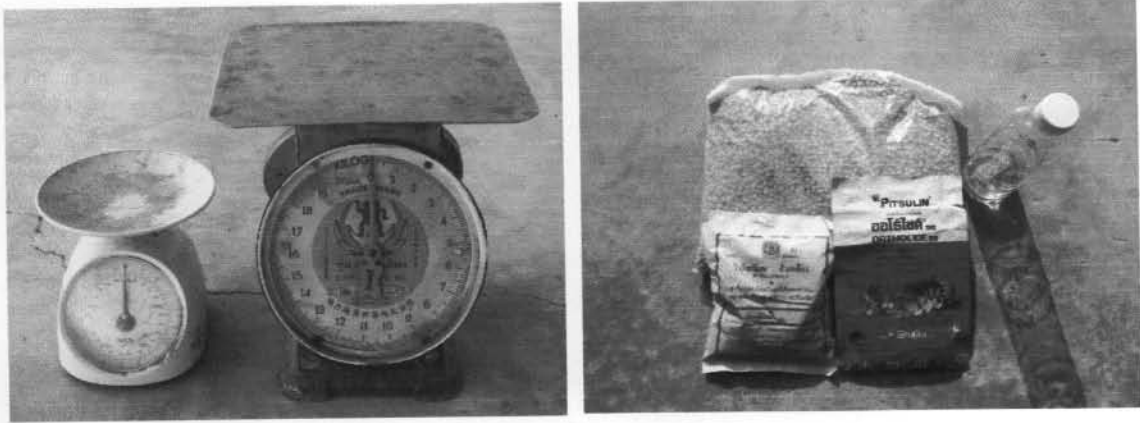
### ภาพการปลูกและการเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยว



ภาพที่ ค.1 ภาพมูลกิ้งหลังจากการจับกิ้ง

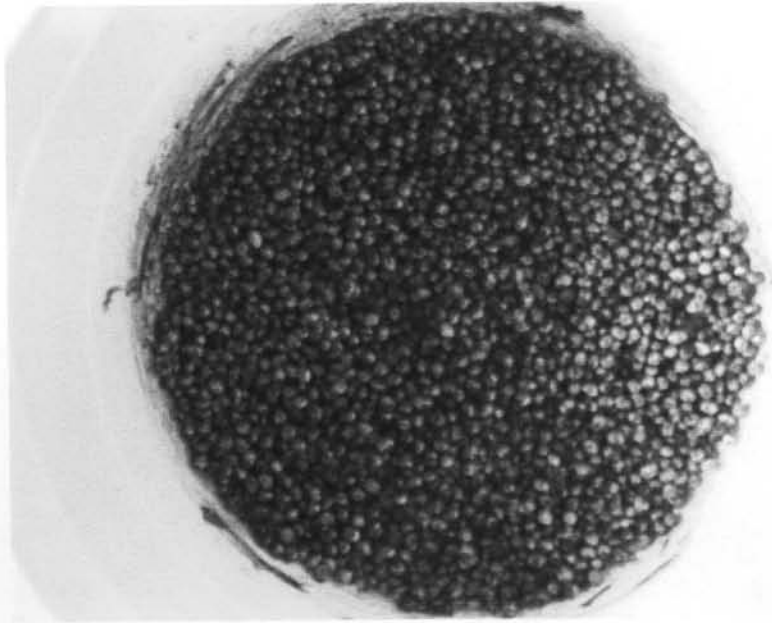


ภาพที่ ค.2 มูลกิ้งที่ใช้ในการทดลองหลังจากตากแดดให้แห้งนาน 2 เดือน



ภาพที่ ค.3 วัสดุอุปกรณ์ในการปลูกถั่วเหลือง





ภาพที่ ค.4 ถั่วเหลืองก่อนทำการปลูก

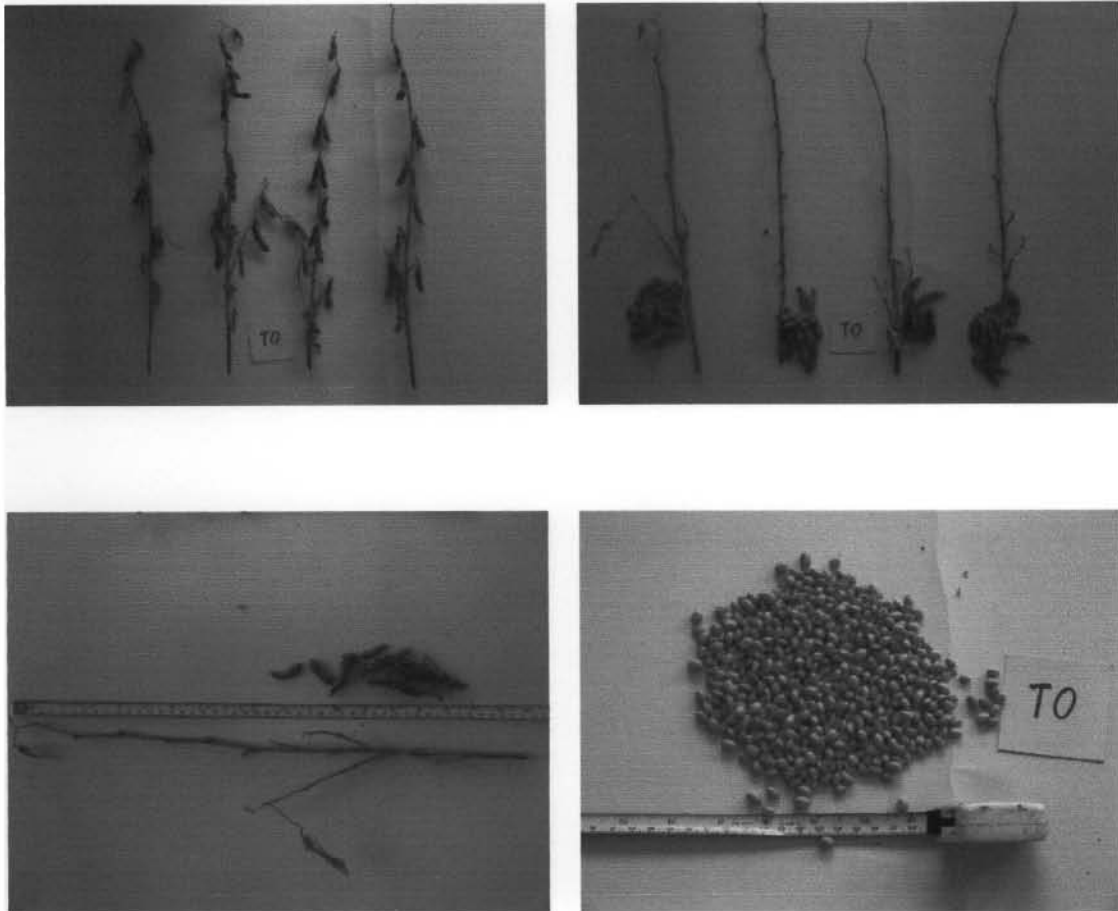


ภาพที่ ค.5 ดินและมูลกิ้งหลังจากการชั่งน้ำหนัก

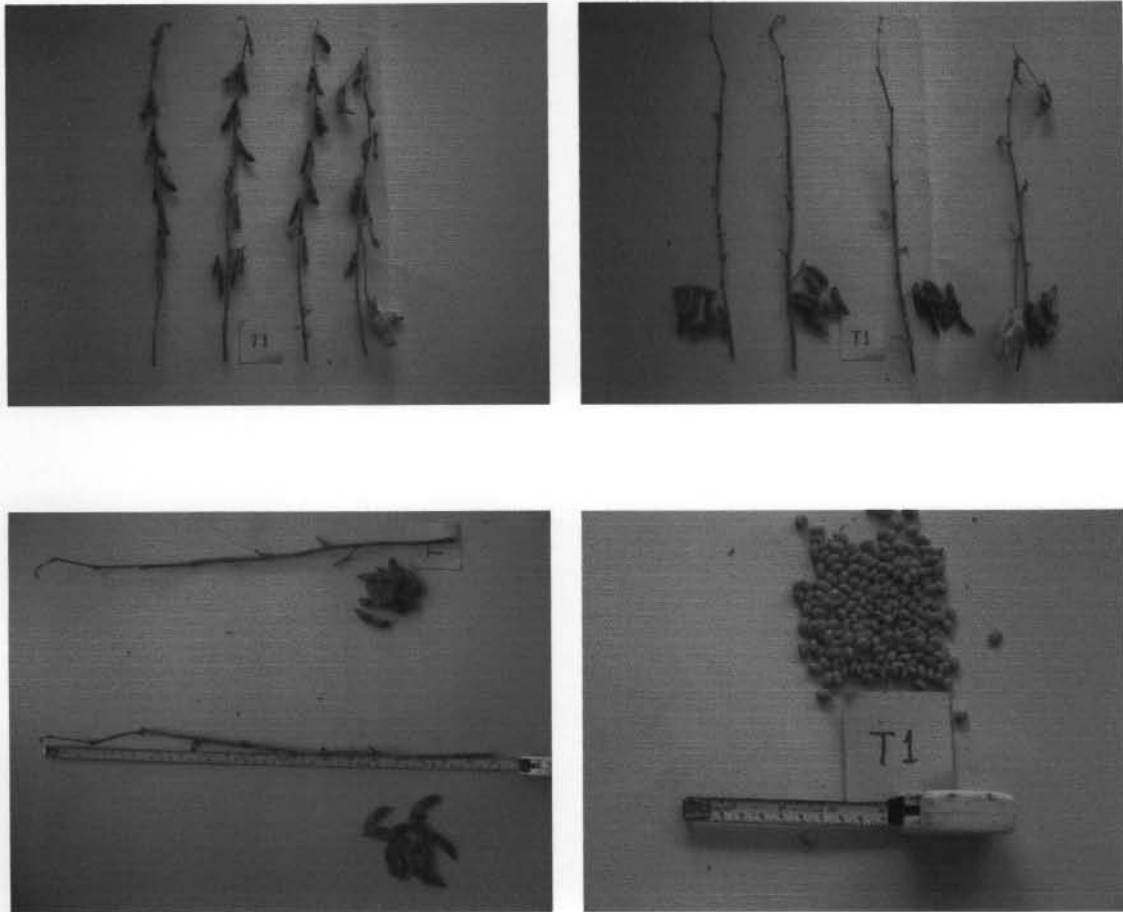




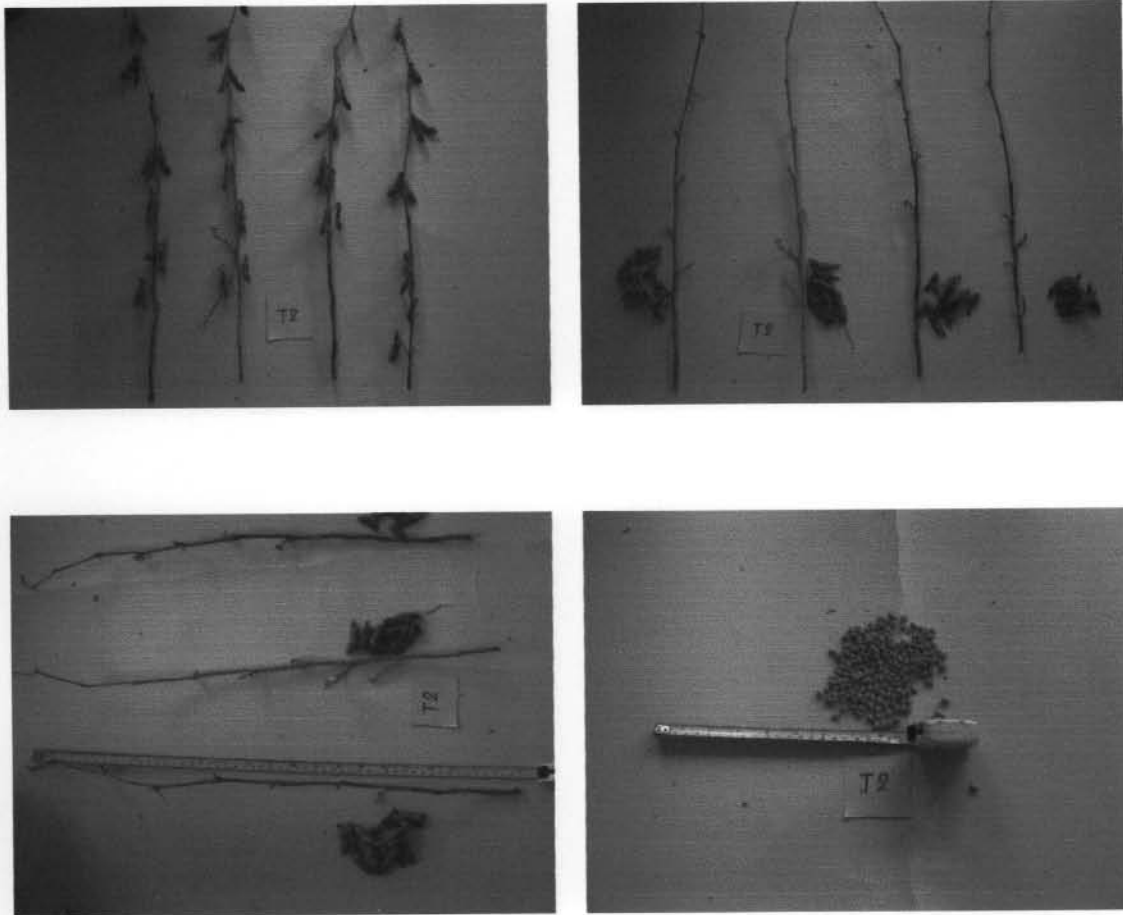
ภาพที่ ค.6 ดินหลังจากผสมมูลกิ้งก่าก่อนทำการปลูก



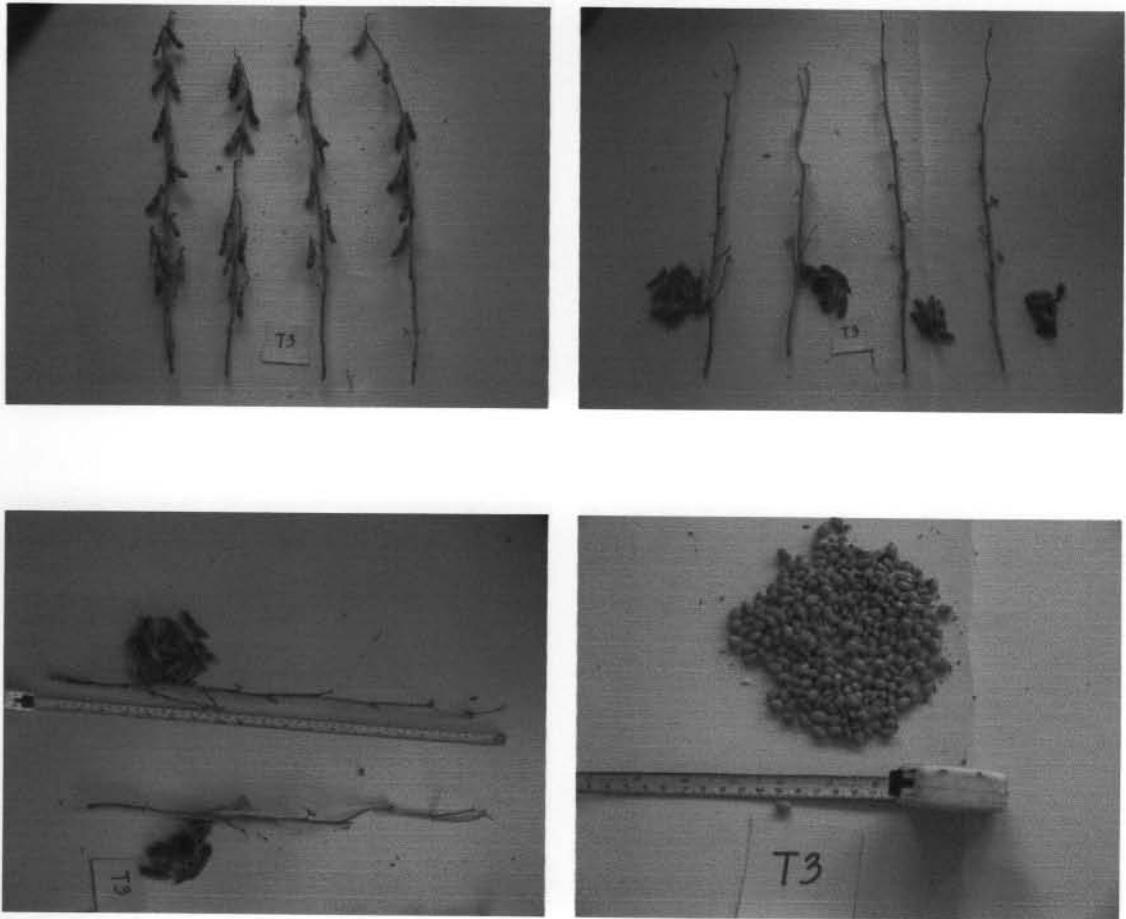
ภาพที่ ค.7 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 0 เปอร์เซ็นต์



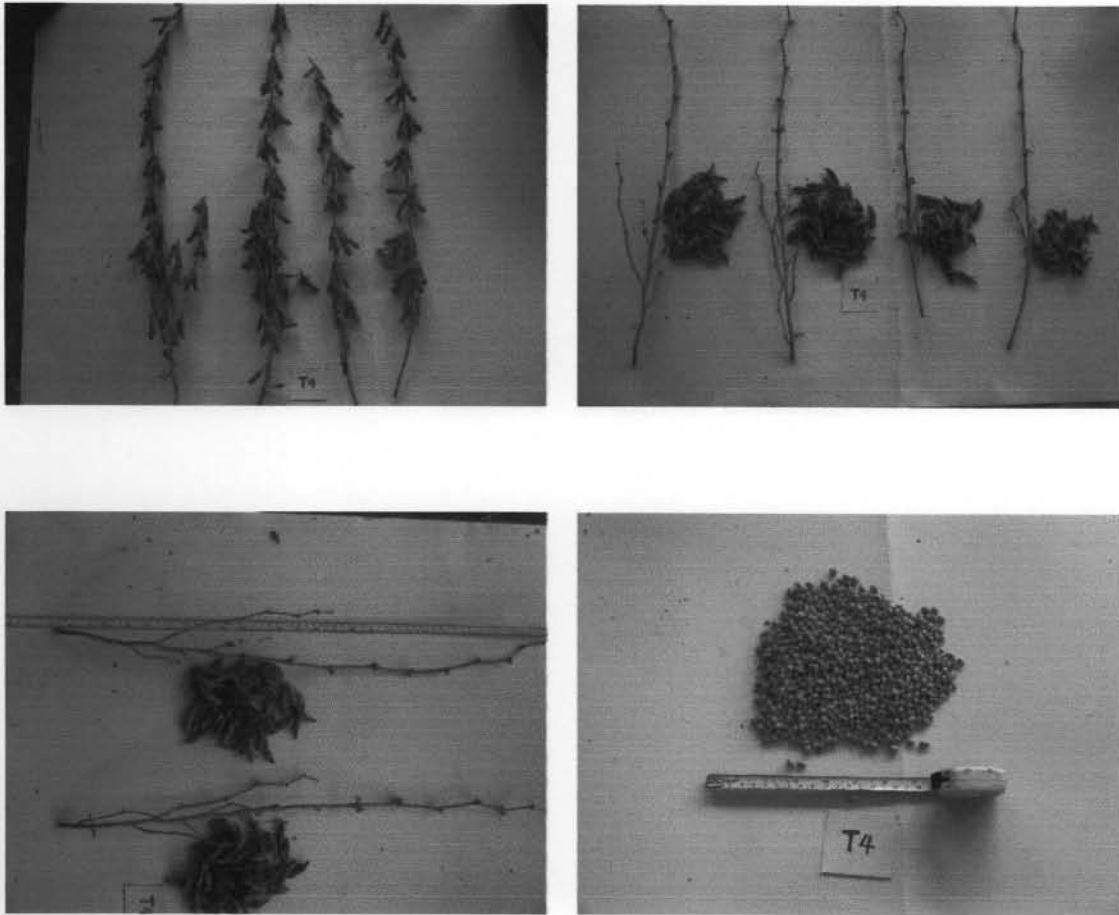
ภาพที่ ค.8 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 2 เปอร์เซ็นต์



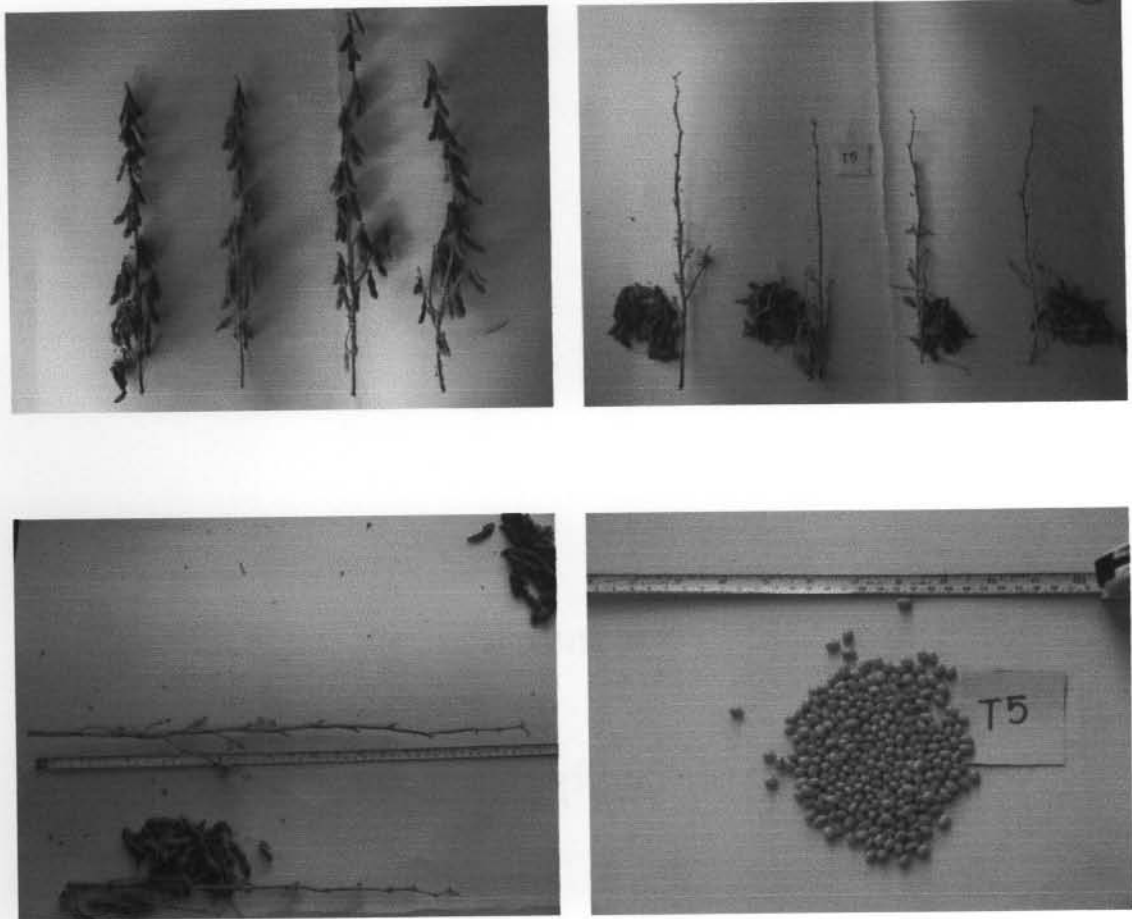
ภาพที่ ค.9 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 4 เปอร์เซ็นต์



**ภาพที่ ค.10** การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 6 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ ค.11 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ได้รับมูลกิ้ง 8 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ ค.12 การเก็บข้อมูลวันเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยเคมี

ภาคผนวก ง

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา



# รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 25 46

| วันที่ | ฝน<br>มม. | อุณหภูมิ (°C.) |        |         |          | ความชื้น<br>% | หมายเหตุประจำวัน | สรุปค่าประจำเดือน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|-----------|----------------|--------|---------|----------|---------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |           | สูงสุด         | ต่ำสุด | ดับแห้ง | ดับมีออก |               |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|        |           | 1              | 2      | 3       | 4        | 5             |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1      | ๐         | 31.8           | 24.3   | 21.3    | 26.2     | 83.9          |                  | <div>ฝน</div> <div>จำนวนฝนรวม 51.3 มม.</div> <div>มากที่สุดภายใน 24 ชม. 12.7 มม.</div> <div>เมื่อวันที่ 23</div> <div>จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม.<br/>ขึ้นไป 8 วัน</div> <div>อุณหภูมิ</div> <div>เฉลี่ยสูงสุด 32.3 °C.</div> <div>เฉลี่ยต่ำสุด 21.2 °C.</div> <div>เฉลี่ย = <math>\frac{(\text{สูงสุด} + \text{ต่ำสุด})}{2}</math><br/>= 28.8 °C.</div> <div>สูงสุด 34.2 °C. วันที่ 8</div> <div>ต่ำสุด 21.5 °C. วันที่ 15</div> <div>หมายเหตุ</div> |
| 2      | ๐๐        | 31.7           | 25.1   | 28.6    | 26.๐     | 8๐.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3      | ๐๐        | 32.7           | 25.๗   | 3๐.๖    | 26.๕     | ๗2.๗          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4      | ๐         | 32.๙           | 2๕.8   | 3๐.๐    | 26.1     | ๗2.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5      | ๐๐        | 33.2           | 2๕.7   | 3๐.๐    | 26.๕     | ๗๕.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 6      | ๐๐        | 33.7           | 2๕.8   | 29.๗    | 26.๕     | ๗๕.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7      | ๐๐        | 33.8           | 2๕.๐   | 31.7    | 27.๐     | ๖8.6          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8      | ๐๐        | 34.2           | 2๕.๕   | 32.๐    | 27.1     | ๖8.๔          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9      | 2.0       | 31.6           | 2๕.๕   | 2๕.6    | 23.๙     | ๗๕.๐          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10     | ๐๐        | 32.๙           | 22.๙   | 3๐.6    | 26.๐     | ๖7.๙          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11     | ๐๐        | 33.2           | 2๕.๕   | 27.๐    | 22.๙     | ๖8.๙          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12     | T         | 3๐.๕           | 2๕.2   | 26.๕    | 23.๕     | ๗6.๕          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 13     | ๐.๕       | 33.๙           | 23.6   | ๓๙.๙    | 2๕.๕     | ๖8.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 14     | 1.๙       | 28.๐           | 2๕.๕   | 2๗.๗    | 2๕.๕     | ๗๕.๗          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 15     | ๐๐        | 33.๐           | 21.๕   | 27.2    | 2๕.6     | ๗1.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 16     | ๐๐        | 32.5           | 23.3   | 2๙.๐    | 2๕.๕     | ๗๕.3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 17     | ๐.๔       | 32.7           | 2๕.๕   | 3๐.1    | 26.2     | ๗2.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 18     | T         | 33.๐           | 25.2   | 2๗.8    | 2๕.7     | 83.3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 19     | ๐         | 33.2           | 21.1   | 3๐.2    | 26.2     | ๗1.6          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 20     | 1๕.๕      | 33.๕           | 2๕.2   | 31.๕    | 26.1     | ๖3.๕          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 21     | ๐๐        | 31.๐           | 2๕.๕   | 27.8    | ๒๕.3     | 8๐.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 22     | ๐         | 32.7           | 23.1   | 28.๙    | 2๕.2     | ๗2.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 23     | 1๗.๗      | 31.2           | 2๕.1   | 2๗.5    | 2๕.6     | 53.๐          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 24     | ๐๐        | 33.๐           | 23.๕   | 28.๕    | 26.๐     | 81.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 25     | ๐         | 3๓.๗           | 23.1   | 3๐.6    | 26.๐     | ๖7.๙          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 26     | 1.1       | 31.1           | 2๕.๕   | 2๕.6    | 23.7     | ๗2.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 27     | ๐         | 32.8           | 22.3   | 3๐.๐    | 2๕.7     | ๖3.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 28     | 1.๙       | 31.๕           | 21.1   | 3๐.1    | 26.3     | ๗1.๐          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 29     | 1๐.๙      | 30.8           | 2๕.๐   | 2๗.๕    | 2๕.6     | ๗1.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 30     | T         | 32.๕           | 2๕.1   | 3๐.๐    | 26.2     | ๗2.3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 31     | ๐.๔       | 31.6           | ๒๕.๐   | 3๐.6    | 26.6     | ๗1.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| รวม    | 51.3      | 1๐๕.0          | ๗๕.2   | ๗๐.1    | ๗๕.0     | 2321.8        |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| เฉลี่ย | 1.๗       | 32.3           | 2๕.2   | 2๙.1    | 2๖.6     | ๗๕.๗          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

# รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน มิถุนายน พ.ศ. 25 46

| วันที่ | ฝน<br>มม. | อุณหภูมิ (°ซ.) |        |            |           | ความชื้น<br>% | หมายเหตุประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | สรุปค่าประจำเดือน |
|--------|-----------|----------------|--------|------------|-----------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|        |           | สูงสุด         | ต่ำสุด | อุณหภูมิ   |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
|        |           |                |        | ต้นเช้ามืด | ต้นเที่ยง |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 1      | 2         | 3              | 4      | 5          | 6         | 7             | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |
| 1      | 00        | 32.6           | 24.6   | 29.7       | 26.2      | 74.6          | <div>ฝน</div> <div>จำนวนฝนรวม ๗๕.๗ มม.</div> <div>มากที่สุด ใน ๒๔ ชม. 33.8 มม.</div> <div>เมื่อวันที่ 27</div> <div>จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม.<br/>ขึ้นไป 8 วัน</div> <div>อุณหภูมิ</div> <div>เฉลี่ยสูงสุด 31.6 °ซ.</div> <div>เฉลี่ยต่ำสุด 25.1 °ซ.</div> <div>เฉลี่ย = <math>\frac{(\text{สูงสุด} + \text{ต่ำสุด})}{2}</math><br/>= 27.5 °ซ.</div> <div>สูงสุด 35.6 °ซ. วันที่ 6</div> <div>ต่ำสุด 22.3 °ซ. วันที่ 25</div> |                   |
| 2      | T         | 32.1           | 25.3   | 31.6       | 26.5      | 68.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 3      | 00        | 33.2           | 25.3   | 32.0       | 27.1      | 68.9          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 4      | 00        | 31.3           | 24.8   | 30.7       | 27.0      | 73.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 5      | 00        | 31.5           | 25.2   | 32.2       | 26.0      | 69.3          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 6      | 00        | 35.6           | 25.7   | 32.1       | 26.8      | 63.0          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 7      | 00        | 33.2           | 25.6   | 32.0       | 26.5      | 63.3          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 8      | 00        | 31.2           | 25.7   | 32.0       | 28.2      | 73.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 9      | 09        | 30.1           | 25.8   | 32.3       | 27.0      | 64.7          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 10     | 06        | 31.2           | 26.5   | 31.5       | 26.8      | 67.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 11     | 00        | 31.8           | 26.6   | 32.1       | 26.7      | 62.1          | <div>หมายเหตุ</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |
| 12     | 09        | 30.5           | 26.0   | 31.8       | 26.1      | 61.9          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 13     | 01        | 30.8           | 28.9   | 32.2       | 26.5      | 62.2          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 14     | 08        | 35.1           | 25.5   | 32.2       | 26.5      | 62.2          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 15     | 1.0       | 35.1           | 26.2   | 32.9       | 25.7      | 62.2          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 16     | 0.3       | 34.5           | 25.8   | 32.5       | 27.2      | 61.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 17     | 2.9       | 35.1           | 25.5   | 32.7       | 26.7      | 60.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 18     | 00        | 31.1           | 24.8   | 31.7       | 26.5      | 63.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 19     | 00        | 31.5           | 25.1   | 31.0       | 26.1      | 66.3          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 20     | 00        | 31.7           | 25.7   | 32.0       | 26.2      | 61.5          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 21     | 00        | 30.1           | 25.5   | 33.0       | 27.0      | 61.0          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 22     | 18.5      | 33.7           | 23.2   | 32.5       | 26.7      | 61.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 23     | T         | 33.5           | 22.7   | 30.6       | 27.0      | 71.1          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 24     | 1.0       | 32.3           | 23.6   | 25.5       | 24.6      | 72.5          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 25     | 00        | 31.1           | 22.3   | 31.3       | 25.5      | 61.0          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 26     | 00        | 31.7           | 25.3   | 32.5       | 27.1      | 61.2          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 27     | 35.8      | 32.1           | 25.6   | 32.0       | 27.5      | 71.3          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 28     | 25.6      | 31.0           | 23.5   | 31.9       | 26.5      | 63.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 29     | 2.2       | 31.0           | 24.1   | 30.1       | 27.0      | 77.6          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 30     | 11.5      | 31.8           | 24.1   | 32.0       | 26.7      | 64.5          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 31     |           |                |        |            |           |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| รวม    | ๗๕.๗      | 1๐๒๕.๒         | ๗๕๗.๑  | ๗๕๕.๕      | ๗๗๕.๕     | 1๗๗๐.1        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| เฉลี่ย | 3.2       | 31.6           | 25.1   | 31.6       | 26.6      | 66.7          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |

สถานีอุตุนิยมวิทยา

๓๓๓ อ.หนองบัวลำภู จ.หนองบัวลำภู



# รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2546

| วันที่ | ฝน<br>มม. | อุณหภูมิ (°ซ.) |        |          |          | ความชื้น<br>% | หมายเหตุประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | สรุปค่าประจำเดือน |
|--------|-----------|----------------|--------|----------|----------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|        |           | สูงสุด         | ต่ำสุด | คั่นเช้า | คั่นเย็น |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
|        |           |                |        |          |          |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 1      | 2         | 3              | 4      | 5        | 6        | 7             | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |
| 1      | 0         | 32.6           | 28.9   | 29.6     | 26.2     | 75.3          | <div>ฝน</div> <div>จำนวนฝนรวม 332.7 มม.</div> <div>มากที่สุดภายใน 24 ชม. 99.2 มม.</div> <div>เมื่อวันที่ 16</div> <div>จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม.<br/>ขึ้นไป 21 วัน</div> <div>อุณหภูมิ</div> <div>เฉลี่ยสูงสุด 32.1 °ซ.</div> <div>เฉลี่ยต่ำสุด 26.3 °ซ.</div> <div>เฉลี่ย = <math>\frac{(สูงสุด + ต่ำสุด)}{2}</math></div> <div>= 28.9 °ซ.</div> <div>สูงสุด 35.1 °ซ. วันที่ 7</div> <div>ต่ำสุด 23.6 °ซ. วันที่ 8</div> <div>หมายเหตุ</div> |                   |
| 2      | 3.6       | 33.4           | 28.4   | 28.0     | 26.0     | 82.6          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 3      | 6.6       | 33.3           | 28.1   | 30.2     | 26.9     | 76.2          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 4      | 0.0       | 32.8           | 28.8   | 30.8     | 26.5     | 72.3          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 5      | 0         | 33.2           | 26.6   | 33.0     | 27.9     | 66.3          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 6      | 0.0       | 31.6           | 26.7   | 33.1     | 27.6     | 61.0          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 7      | 0.0       | 35.1           | 26.6   | 31.2     | 27.7     | 70.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 8      | 16.0      | 31.5           | 29.0   | 33.0     | 28.0     | 66.9          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 9      | 2.2       | 34.7           | 28.5   | 32.5     | 28.0     | 75.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 10     | 20.8      | 34.8           | 28.6   | 32.0     | 27.0     | 66.3          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 11     | 13.6      | 33.7           | 28.0   | 29.7     | 27.0     | 80.1          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 12     | 26.1      | 32.7           | 28.6   | 31.0     | 27.1     | 74.6          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 13     | 17.1      | 28.9           | 23.9   | 26.0     | 25.2     | 73.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 14     | 25.6      | 29.8           | 23.9   | 27.5     | 25.5     | 81.1          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 15     | 2.0       | 33.0           | 25.3   | 30.0     | 27.2     | 74.6          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 16     | 78.2      | 31.8           | 25.3   | 25.3     | 28.9     | 61.6          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 17     | 46.6      | 28.5           | 24.8   | 28.0     | 23.1     | 70.8          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 18     | 7.0       | 32.5           | 25.0   | 29.5     | 27.0     | 81.5          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 19     | 0.7       | 32.6           | 25.3   | 30.1     | 27.1     | 76.7          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 20     | 28.7      | 32.1           | 26.3   | 31.5     | 27.7     | 78.6          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 21     | 6.1       | 34.1           | 28.3   | 30.0     | 26.9     | 77.5          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 22     | 0.1       | 32.0           | 28.0   | 30.5     | 27.0     | 76.7          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 23     | 15.2      | 32.0           | 26.1   | 26.9     | 25.9     | 72.0          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 24     | 1.2       | 32.1           | 25.8   | 30.7     | 26.9     | 73.2          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 25     | 1.1       | 31.3           | 26.7   | 27.7     | 27.0     | 91.1          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 26     | 5.8       | 32.1           | 26.8   | 29.8     | 27.6     | 86.5          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 27     | 0.0       | 31.7           | 27.5   | 31.0     | 27.0     | 72.0          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 28     | 0.0       | 32.1           | 26.3   | 31.0     | 26.9     | 71.1          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 29     | 0.0       | 32.5           | 26.0   | 30.3     | 26.7     | 74.3          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 30     | T         | 31.1           | 26.0   | 30.2     | 26.5     | 73.6          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| 31     | T         | 32.1           | 26.5   | 30.3     | 26.5     | 72.9          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| รวม    | 332.7     | 1003.1         | 786.1  | 925.9    | 879.1    | 711.8         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
| เฉลี่ย | 10.7      | 32.1           | 26.3   | 29.9     | 26.7     | 73.9          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |

# รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน มิถุนายน พ.ศ. 25 46

| วันที่ | ฝน<br>มม. | อุณหภูมิ (°ซ.) |        |         |          | ความชื้น<br>% | หมายเหตุประจำวัน | สรุปค่าประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|-----------|----------------|--------|---------|----------|---------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |           | สูงสุด         | ต่ำสุด | คืนแห้ง | คืนเปียก |               |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|        |           | 1              | 2      | 3       | 4        | 5             |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1      | 34.6      | 31.7           | 26.5   | 30.8    | 26.1     | 69.3          |                  | <div>ฝน</div> <div>จำนวนฝนรวม 289.6 มม.</div> <div>มากที่สุด 24 มม. 76.3 มม.</div> <div>เมื่อวันที่ 22</div> <div>จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม. ขึ้นไป 28 วัน</div> <div>อุณหภูมิ</div> <div>เฉลี่ยสูงสุด 33.0 31.6 °ซ.</div> <div>เฉลี่ยต่ำสุด 25.0 24.7 °ซ.</div> <div>เฉลี่ย = <math>\frac{(\text{สูงสุด} + \text{ต่ำสุด})}{2}</math></div> <div>= 28.2 °ซ.</div> <div>สูงสุด 33.0 °ซ. วันที่ 19/1</div> <div>ต่ำสุด 22.7 °ซ. วันที่ 28</div> <div>หมายเหตุ</div> |
| 2      | 4.1       | 31.5           | 20.8   | 23.1    | 26.7     | 89.5          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3      | 22        | 31.1           | 26.0   | 28.6    | 26.5     | 90.6          | Handson          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4      | 23.6      | 29.4           | 25.0   | 27.2    | 26.6     | 89.3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5      | 0.0       | 31.6           | 26.1   | 29.7    | 26.1     | 72.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6      | 3.0       | 32.6           | 25.0   | 27.2    | 26.1     | 72.9          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 7      | 7         | 32.7           | 26.8   | 30.0    | 26.5     | 70.5          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8      | 17.8      | 32.6           | 26.0   | 29.0    | 27.0     | 84.9          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9      | 0.1       | 32.7           | 25.5   | 31.5    | 27.2     | 90.4          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10     | 3.5       | 33.0           | 25.6   | 31.1    | 26.5     | 68.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11     | 1.3       | 32.3           | 25.4   | 30.8    | 27.3     | 75.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12     | 2.5       | 32.6           | 26.3   | 31.3    | 27.5     | 73.5          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 13     | 9.6       | 32.7           | 26.9   | 31.7    | 26.5     | 64.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 14     | 11.0      | 33.0           | 26.7   | 30.5    | 27.0     | 95.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 15     | 10.8      | 32.9           | 25.6   | 26.5    | 26.1     | 89.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 16     | 12.9      | 32.1           | 26.7   | 29.0    | 26.7     | 82.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 17     | 20.6      | 30.5           | 23.9   | 27.1    | 25.5     | 87.3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 18     | 26.9      | 30.0           | 23.9   | 27.1    | 25.5     | 87.3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 19     | 15.8      | 30.7           | 23.6   | 25.7    | 26.5     | 83.3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 20     | 17.0      | 31.8           | 23.8   | 29.3    | 27.0     | 82.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 21     | 14.5      | 29.1           | 25.8   | 25.0    | 27.0     | 95.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 22     | 76.3      | 25.8           | 21.5   | 24.5    | 23.6     | 92.3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 23     | 15.8      | 30.6           | 23.5   | 26.9    | 25.5     | 85.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 24     | 1.0       | 31.5           | 20.2   | 25.0    | 26.0     | 91.5          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 25     | 6.8       | 31.6           | 25.0   | 29.0    | 26.9     | 84.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 26     | 23.7      | 31.6           | 21.1   | 31.0    | 26.6     | 69.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 27     | 14.8      | 32.0           | 23.5   | 29.0    | 26.0     | 72.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 28     | 12        | 31.3           | 22.7   | 27.0    | 25.7     | 84.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 29     | 18.7      | 31.9           | 23.6   | 27.3    | 25.1     | 82.5          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 30     | 1.1       | 32.0           | 23.9   | 29.8    | 26.3     | 94.4          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 31     |           |                |        |         |          |               |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| รวม    | 489.6     | 94.1           | 28.7   | 27.2    | 25.2     | 74.9          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| เฉลี่ย | 16.3      | 31.6           | 24.7   | 29.0    | 26.3     | 80.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

ฝน  
จำนวนฝนรวม 489.6 มม.

มากที่สุด ใน 24 ชม. 76.3 มม.

เมื่อวันที่ 22

จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม.

ขึ้นไป 28 วัน

อุณหภูมิ  
เฉลี่ยสูงสุด 33.0 31.6 °ซ.

เฉลี่ยต่ำสุด 25.1 24.7 °ซ.

เฉลี่ย =  $\frac{(สูงสุด + ต่ำสุด)}{2}$

= 28.2 °ซ.

สูงสุด 33.0 °ซ. วันที่ 19/14

ต่ำสุด 22.7 °ซ. วันที่ 28

หมายเหตุ



# รายงานอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีฝน

ประจำเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 25 46

| วันที่ | ฝน<br>มม. | อุณหภูมิ (°ซ.) |        |        |           | ความชื้น<br>% | หมายเหตุประจำวัน | สรุปค่าประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|-----------|----------------|--------|--------|-----------|---------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |           | สูงสุด         | ต่ำสุด | คู่แรก | คู่ที่สอง |               |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|        | 1         | 2              | 3      | 4      | 5         | 6             | 7                | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1      | 1.2       | 29.7           | 24.2   | 29.1   | 26.7      | 73.6          |                  | <u>ฝน</u><br>จำนวนฝนรวม <u>144.7</u> มม.<br>มากที่สุดใน 24 ชม. <u>15.8</u> มม.<br>เมื่อวันที่ <u>26</u><br>จำนวนวันที่มีฝนตกตั้งแต่ 0.1 มม.<br>ขึ้นไป <u>26</u> วัน<br><br><u>อุณหภูมิ</u><br>เฉลี่ยสูงสุด <u>30.7</u> °ซ.<br>เฉลี่ยต่ำสุด <u>24.6</u> °ซ.<br>เฉลี่ย = $\frac{(\text{สูงสุด} + \text{ต่ำสุด})}{2}$<br><u>27.8</u> °ซ.<br>สูงสุด <u>33.1</u> °ซ. วันที่ <u>19</u><br>ต่ำสุด <u>22.2</u> °ซ. วันที่ <u>26</u><br><br><u>หมายเหตุ</u> |
| 2      | 24.2      | 31.2           | 23.7   | 26.5   | 26.6      | 70.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3      | 6.6       | 32.5           | 26.1   | 30.8   | 26.0      | 70.6          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4      | 17.1      | 32.7           | 22.7   | 29.6   | 26.6      | 75.6          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5      | 5.3       | 29.5           | 23.0   | 26.1   | 24.8      | 78.5          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6      | 17.8      | 30.6           | 23.5   | 27.5   | 26.0      | 75.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7      | 11.8      | 29.5           | 21.7   | 25.1   | 24.5      | 74.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 8      | 20.3      | 29.1           | 26.2   | 25.7   | 26.5      | 83.3          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9      | 26.7      | 30.6           | 23.1   | 26.8   | 25.1      | 76.5          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10     | 0.2       | 32.9           | 24.6   | 29.7   | 26.5      | 76.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11     | 22.2      | 32.0           | 26.3   | 31.0   | 26.9      | 71.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 12     | 32.1      | 30.3           | 25.2   | 29.0   | 27.2      | 76.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13     | 16.8      | 30.8           | 23.7   | 27.5   | 26.0      | 75.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14     | T         | 31.2           | 23.2   | 25.0   | 26.3      | 86.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 15     | 0.5       | 32.9           | 24.7   | 30.0   | 26.9      | 77.5          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16     | 0.0       | 32.2           | 24.2   | 30.0   | 27.0      | 75.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 17     | 0.0       | 33.1           | 24.7   | 30.5   | 27.0      | 72.6          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 18     | 0.5       | 32.8           | 26.0   | 31.8   | 27.7      | 73.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 19     | 0.5       | 33.3           | 26.1   | 31.1   | 27.5      | 73.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 20     | 11.8      | 29.2           | 26.1   | 27.5   | 26.0      | 72.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 21     | 0.0       | 32.0           | 25.7   | 27.5   | 26.0      | 72.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 22     | 2.1       | 29.6           | 27.7   | 29.2   | 26.0      | 76.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 23     | 11.7      | 29.0           | 26.2   | 25.1   | 26.0      | 71.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 24     | 15.5      | 30.0           | 26.0   | 27.0   | 26.1      | 80.6          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 25     | 14.8      | 27.5           | 23.2   | 27.2   | 26.1      | 73.6          | +105             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 26     | 0.0       | 30.6           | 22.2   | 26.5   | 24.0      | 80.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 27     | 73.8      | 29.5           | 24.9   | 27.0   | 26.0      | 82.2          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 28     | 9.1       | 31.7           | 23.3   | 29.1   | 26.1      | 77.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 29     | 21.6      | 30.5           | 23.1   | 25.7   | 26.0      | 77.7          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 30     | 5.2       | 31.0           | 23.5   | 25.2   | 24.5      | 74.1          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 31     | 11.1      | 31.0           | 25.2   | 30.0   | 26.5      | 71.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| รวม    | 611.9     | 45.7           | 26.3   | 28.0   | 26.0      | 76.5          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| เฉลี่ย | 16.5      | 30.9           | 24.6   | 28.6   | 26.1      | 77.8          |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2525. เอกสารวิชาการ ชดพืชศาสตร์ (crop manual) ที่ 3 เรื่อง **ถั่วเหลือง**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.
- เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์ และคณะ. 2542. ถั่วเหลือง. พิมพ์ครั้งที่ 3. ม.ป.ท.
- คณิต ไชยคำ และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. 2537. **แนวทางการป้องกันเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมจากการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.
- จิตต์ คงแสงไชย. 2531. การอนุรักษ์และมาตรการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าชายเลน. กรุงเทพฯ: กองจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้. (อัดสำเนา)
- ชญา ณรงค์ฤทธิ์. 2535. ผลกระทบจากการทำนากุ้งในพื้นที่ป่าชายเลนต่อคุณสมบัติของดินบริเวณอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนินทร์ อัมพรสถิต. 2536. ผลกระทบของการทำนากุ้งต่อคุณภาพน้ำบริเวณป่าชายเลนอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชำนาญ หรั่งรัตนพันธ์. 2533. อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในสองสถานที่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงใจ บุญศิริรักษา. 2533. ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมของการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งต่อชุมชนประมงในตำบลสนามไชย อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2531. **ระบบน้ำและของเสียในบ่อกุ้ง**. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- ดุสิต ตันวิไลย, พุทธ ส่องแสงจินดา และคณิต ไชยคำ. 2536. **ปริมาณมลสารทั้งหมดที่ปลดปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2536. สงขลา: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา กรมประมง.
- ทัศนีย์ ฉันทาติสัย. 2530. **การจัดการทรัพยากรป่าชายเลนในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.



- ทัศนีย์ ฉันทาดิษฐ์ และมุกิดา พัวธรรม. 2532. การรักษาสภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่เลี้ยง  
กึ่งกุลาดำ. กรุงเทพฯ: กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงาน  
คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- ทัศนีย์ ฉันทาดิษฐ์ และวิภาดา ตั้งกิจจาวิสุทธิ. 2528. ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำ. กรุงเทพฯ:  
โครงการเผยแพร่ผลงานวิจัย ฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนพนธ์ จุนขุนทด. 2536. การศึกษาเกี่ยวกับอัตราปุ๋ยกำมะถัน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ที่มีผลต่อ  
การผลิตถั่วเหลืองพันธุ์ดอยคำ ในชุดดินลำปาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2542. มูลไก่อัดเม็ด เทคโนโลยีระดับชาวบ้าน. เทคโนโลยีชาวบ้าน. 12  
(224): 44-45.
- เชียรชัย อารยางกูร และคณะ. 2536. การศึกษาระดับปุ๋ยฟอสเฟตที่ช่วยให้ไรโซเบียมตรึง  
ไนโตรเจนสูง. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2536. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยพืชไร่  
เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- เชียรชัย อารยางกูร และคณะ. 2540. การปรับปรุงการผลิตถั่วเหลืองหลังนา. รายงานการ  
ประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6 วันที่ 3-6 กันยายน 2539.  
เชียงใหม่: โรงแรมดิเอ็มเพลส. 310-318.
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2535. การปลูกป่าชายเลน. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรีนติ้งเฮาส์.
- นลินี ว่องมณฑลฤทธิ. 2536. ปุ๋ยอินทรีย์. พระนครศรีอยุธยา: คณะเกษตรศาสตร์บางพระ  
(พระนครศรีอยุธยา หันตรา) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- น้อย เขียนนันท. 2519. การใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลือง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 9  
(กันยายน): 143-150.
- นิสิตหลักสูตรธุรกิจการเกษตร รุ่นที่ 6. 2543. ระบบธุรกิจกึ่งกุลาดำ. กรุงเทพฯ: ภาควิชา  
เศรษฐศาสตร์การเกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พงศ์เทพ จอมธรรมนิยม. 2543. ความคิดเห็นของเกษตรกรต่อผลกระทบของของเสียจากการ  
เลี้ยงกึ่งกุลาดำในเขตอำเภอรอนดง จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรศักดิ์ ภัคดีวรารณ. 2543. ผลของไซโตไคนมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการสะสม  
โปรตีนไซโตไคนมโอออนและคลอไรด์โอออนในถั่วเหลือง Glycine max (L.) Merrill.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พลวรุช น้อยเคียง. 2543. การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกึ่งกุลาดำในภาคตะวันออกของ  
ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พัชรिता เหมมัน. 2543. การศึกษาความผันแปรของคุณภาพน้ำและดิน แพลงก์ตอนพืช ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius) ในเขตพื้นที่น้ำจืด จังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พุทธ ส่องแสงจินดา และคณะ. 2533. **ข้อสังเกตเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา.** สงขลา: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา กรมประมง.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะประมง ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. 2538. **หลักการเลี้ยงกุ้งในระบบปิดและระบบหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่.** กรุงเทพฯ: สโมสรนิสิต คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และคณะ. 2537. ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 7/2537. สงขลา: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา กรมประมง.
- รังสรรค์ อิมเอิบ, สุทัศน์ โปษยกุล และประสิทธิ์ กันประภาส. 2539. รายงานผลวิจัยเรื่องผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งต่อพื้นที่ทำการเกษตรบริเวณดินเค็มชายทะเล กลุ่มชุดดินที่ 3 ชุดดินระโนด. เอกสารทางวิชาการประกอบการประชุมหารือเพื่อรองรับการแก้ไขปัญห การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืด. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วรกาย อู่สารห์. 2541. ปริมาณธาตุอาหารและโลหะหนักในพืชที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างตะกอนน้ำเสียและดินในท้องที่จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิรุฬห์ สิทธิพจน์. 2507. การทดลองหาคุณค่าของปุ๋ยอินทรีย์ ของเทศบาลนครกรุงเทพ ในการทำให้เกิดปมแบคทีเรียไรโซเบียม ที่รากของต้นถั่วเหลืองที่ปลูกในดินนา (ดินเหนียวกรุงเทพฯ). วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิโรจน์ วจนานวัช และคณะ. 2535. การใช้กากตะกอนหมักกรองจากโรงงานน้ำตาลเป็นวัสดุปุ๋ยและปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2535. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 2543. **พันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทย.** เชียงใหม่: สมพรการพิมพ์. (แผ่นพับ)
- ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 2545. **สรีรวิทยาการเจริญและพัฒนาการของถั่วเหลืองและการจัดการ.** เชียงใหม่: โชตนาพรินท์ จำกัด.



- สมเกียรติ ปิยะธีรติวรกุล. 2531. ป่าชายเลน: ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย. จุลสารสภาวะแวดล้อม. 5 (กันยายน-ตุลาคม): 25-26.
- สมชาย บุญประดับ และศุภชัย แก้วมีชัย. 2543. ถั่วเหลืองในเขตชลประทาน (Soy bean in Irrigated Area). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.
- สมลักษณ์ นงนุช. 2543. การศึกษาชนิดและปริมาณโลหะหนักในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำในภาคตะวันออกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2536. ลักษณะการแพร่กระจายของความเค็มจากนาุ้งสู่นาข้าว. รายงานผลการวิจัย. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่.
- สมศักดิ์ ศรีสมบุญ. 2542. ถั่วเหลืองผิวดำ พันธุ์สุโขทัย 3. เชียงใหม่: บี.เอส. การพิมพ์. (แผ่นพับ)
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2540. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.
- \_\_\_\_\_. 2541. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.
- \_\_\_\_\_. 2543. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.
- สุริพร เกตุงาม. 2529. อิทธิพลของอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวพันธ์ รัตนรัตน์. 2542. แนวทางการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลืองและถั่วลิสง. รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การจัดการดินไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่ 23-25 กุมภาพันธ์ 2542. ชลบุรี: โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี จอมเทียน. 55-79.
- หฤษฎี ภัทรดิลก. 2534. การพัฒนาการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วเขียวผิวดำที่ปลูกในวันปลูกและอัตราปลูกต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อนันต์ สาระยา. 2528. การอนุรักษ์ธรรมชาติในประเทศไทยในแง่การพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: ชูติมาการพิมพ์.
- อภิพรรณ พุกภักดี. 2523. สรีรวิทยาการผลิตพืชตระกูลถั่ว. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- อภิพรรณ พุกภักดี. 2533. **วิทยาศาสตร์การผลิตพืชตระกูลถั่ว**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรุณี กฤตยานวัช. 2532. แนวทางการพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. **ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร**. 35 (เมษายน 2532): 7-11.
- อัจฉริยาพร บุญชูสนอง. 2542. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่น้ำจืด: ความยั่งยืนหรือความหายนะ. สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ออลเวท กรุป. 2545. (17 กันยายน). การจัดการสารประกอบไนโตรเจนในฟาร์มเลี้ยงกุ้งระบบปิด. (Online). Available URL: <http://www.kungthai.com/drput1.html>
- Daynard, T.B., Tanner, J.W. and Duncan, W.G. 1971. Duration of the Grain Filling Period and Its Relation to Grain Yield in Corn (*Zea Mays* L.). **Crop Science**. 11 (May): 45-48.
- Egli, D.M. 1975. Rate of Accumulation of Dry Weight in Seed of Soybeans and Its Relationship to Yield. **Canada Journal Plant Science**. 55 (July): 215-219.
- Fehr, W.R. and Caviness, C.E. 1977. **Stage of Soybean Development**. Cooperative Extension Service Agriculture and Home Economic. Experiment State Special Report 80. Iowa: Iowa State University. 11p.
- Hanway, J.J. and Weber, C.R. 1971. Dry Matter Accumulation in Eight Soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill.) Varieties. **Agronomy Journal**. 63 (February): 227-230.
- Hatfield, J.L., and Others. 1974. Effect of Applied Nitrogen on the Nodulation and Early Growth of Soybeans (*Glycine Max* (L.) Merr.). **Agronomy Journal**. 66 (November): 114.
- Murata, Y. 1969. Physiological Response to Nitrogen in Plants. **Physiological Aspects to Crop Yield**. J.D. Eastin (ed.). Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy. 235-259.
- Ohlrogge, A.J. and Kamprath, E.J. 1968. **Fertilizer Use in Soybeans Changing Pattern in Fertilizer Use**. Madison, Wisconsin: Soil Science Society America.
- Orcutt, F.S. and Wilson, P.W. 1935. The Effect of Nitrate-Nitrogen on the Carbohydrate Metabolism of Inoculated Soybean. **Soil Science**. 39 (September): 289-296.



Praparat Panarom. 1981. Prospect of Bangkok Refuse as Fertilizing Materials.

Master's Thesis Asian Institute of Technology.

SAS. 1996. **User's Guide, Version 6.12.** U.S.A.: SAS Institute, Incorporate, Cary, NC.

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล

กฤษฎา หงส์รัตน์

ประวัติการศึกษา

บริหารธุรกิจบัณฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพ  
ปีการศึกษา 2543