

บทที่ 3

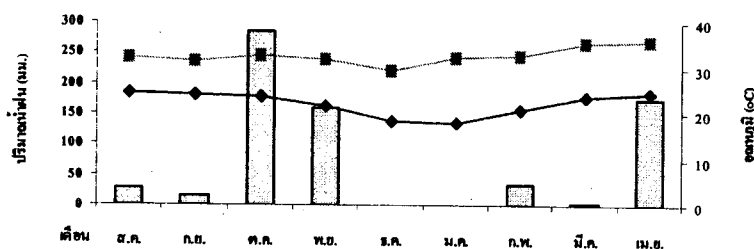
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 สถานที่ทดลอง

แปลงนาเกษตรกรบ้านโคกใหญ่ ต.บ้านฝาง อ.บ้านฝาง จ.ขอนแก่น ที่มีระดับน้ำอยู่ห่างจากผิวดิน ดิน (อนันต์, 2544 ; อนันต์, 2548 ; Polthane, 2000 ; Polthane, 2001 ; Polthane and Trelo-ges, 2002) ซึ่งเป็นดินชุดสติก

3.2 สภาพฟ้าอากาศ

ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูกระหว่าง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2549 เท่ากับ 36.8 มิลลิเมตร โดยในเดือนธันวาคม และมกราคม ไม่มีฝนตก เดือนกุมภาพันธ์มีฝน 32.3 มิลลิเมตร และเดือน มีนาคม มีฝน 4.5 มิลลิเมตร หลังปลูกถั่วเหลือง อุณหภูมิสูงสุดในช่วงฤดูปลูกสูงสุดเดือนมีนาคม คือ 35.48 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงฤดูปลูก เดือนมกราคม คือ 18.07 องศาเซลเซียส (รูปที่ 1)



*ถั่วเหลืองพันธุ์ นว.1 แปลงไผ่พรวนและไม้ไผ่พรวน ปลูก 9 ธ.ค. 2548 ออกดอก 15 ม.ค. 2549 เก็บเกี่ยว 22 ก.พ. 2549

*ถั่วเหลืองพันธุ์ ชน.60 แปลงไผ่พรวน ปลูก 9 ธ.ค. 2548 ออกดอก 15 ม.ค. 2549 เก็บเกี่ยว 13 มี.ค. 2549

*ถั่วเหลืองพันธุ์ ชน.60 แปลงไม้ไผ่พรวน ปลูก 9 ธ.ค. 2548 ออกดอก 15 ม.ค. 2549 เก็บเกี่ยว 17 มี.ค. 2549

*ถั่วเหลืองพันธุ์ รค.1 แปลงไผ่พรวน ปลูก 9 ธ.ค. 2548 ออกดอก 19 ม.ค. 2549 เก็บเกี่ยว 17 มี.ค. 2549

*ถั่วเหลืองพันธุ์ รค.1 แปลงไม้ไผ่พรวน ปลูก 9 ธ.ค. 2548 ออกดอก 19 ม.ค. 2549 เก็บเกี่ยว 24 มี.ค. 2549

รูปที่ 1 ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน(□) อุณหภูมิสูงสุด (—■—)และอุณหภูมิต่ำสุด(—◆—)เฉลี่ยราย เดือนตลอดฤดูปลูกถั่วเหลืองในนาหลังเก็บเกี่ยวข้าว อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น เดือนธันวาคม 2548- เมษายน 2549

3.3 คุณสมบัติดินที่ทำการทดลอง

เก็บดินที่ระดับความลึก 0 – 25 เซนติเมตร ไปทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน ซึ่งได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน (%) ฟอสฟอรัส (ppm) โพแทสเซียม (ppm) อินทรีย์วัตถุ (%) การแลกเปลี่ยนประจุบวก (me/100 gm soil) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) และปริมาณ sand (%) silt (%) และ clay (%) ความจุชั้นสนาม (% w/w) และจุดเหี่ยวถาวร (% w/w) ก่อนปลูกและหลังปลูกถั่วเหลือง ซึ่งมีวิธีวิเคราะห์ดังนี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

คุณสมบัติของดิน	วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน
pH (1:1 H ₂ O)	pH meter
EC (1:5) (ms/cm)	1:5 extract
Total N (%)	Kjeldahl method
Available P (ppm)	Bray II extraction, Spectrophotometry
Exchangeable K (ppm)	1 N ammonium acetate pH 7.00 extraction, Atomic Absorption Spectrophotometry
Organic matter (%)	Walkey and black method
Cation exchange capacity (me/100g)	Leaching with ammonium acetate, Distillation
Sand Silt และ Clay (%)	Mechanical analysis ; Pipette method

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดินก่อนและหลังปลูกถั่วเหลืองพบว่า ดินก่อนปลูกมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) อินทรีย์วัตถุต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำมีค่าความเป็นกรดเล็กน้อย ดินที่ปลูกจึงเป็นดินนาที่มีความสมบูรณ์ต่ำ เมื่อวิเคราะห์ดินหลังปลูกพบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่โพแทสเซียมที่เหลือตกค้างไว้ในดินมีเป็นจำนวนมาก (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดินก่อนปลูกและหลังปลูกถั่วเหลืองในนาหลังเก็บเกี่ยวข้าว

คุณสมบัติดิน	ก่อนปลูกถั่วเหลือง	หลังปลูกถั่วเหลือง
pH (1:1 H ₂ O)	6.08	5.40
EC (1:5) (ms/cm)	0.03	0.07
Total N (%)	0.03	0.03
Available P (ppm)	8.40	9.66
Exchangeable K (ppm)	11.92	106.61
Organic matter (%)	0.54	0.57
Cation exchange capacity (me/100g)	1.48	3.49
Sand (%)	53.64	53.64
Silt (%)	37.3	37.3
Clay (%)	9.06	9.06
Soil texture	Sandy Loam	Sandy Loam
Field capacity (% w/w)	11.96	11.96
Permanent wilting point (% w/w)	5.51	5.51

3.4 อุปกรณ์และวิธีการ

3.4.1 แผนการทดลอง

การศึกษานี้ใช้แผนการทดลองแบบ split-split plot design in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ main plot คือ การเตรียมดินได้แก่ (1) การไถพรวนและ (2) ไม่มีการไถพรวนดิน sub-plot คือ พันธุ์ถั่วเหลืองที่จะใช้ทดสอบได้แก่ (1) พันธุ์ราชมงคล 1 (2) พันธุ์เชียงใหม่ 60 และ (3) พันธุ์นครสวรรค์ 1 และ sub-sub plot คือ การปลูกเชื้อไรโซเบียมและการใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ (1) ไม่มีการปลูกเชื้อไรโซเบียมและไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (2) มีการปลูกเชื้อไรโซเบียมและไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (3) มีการปลูกเชื้อไรโซเบียมและใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 12:24:12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่

3.4.2 ฤดูปลูก

ปลูกถั่วเหลืองในช่วงฤดูแล้งหลังเก็บเกี่ยวข้าวระหว่าง เดือนธันวาคม-เมษายน โดยไม่ให้น้ำชลประทาน

3.4.3 การเตรียมดิน

หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวหน้าปีเดือน ธันวาคม ตัดต่อซังให้สั้นสูงจากพื้นดิน 3-5 เซนติเมตร แล้วนำตอซังออกจากแปลงนาทิ้งไว้บนคันนา แปลงที่มีการไถพรวนทำการไถพรวนดิน 2 ครั้ง โดยใช้รถไถเดินตามแล้วคราด 1 ครั้ง ก่อนปลูก ส่วนแปลงที่ไม่มีการไถพรวน พ่นสารเคมีกำจัดวัชพืช (กรัมมอกโซน อัตรา 300 ซีซี ผสมน้ำ 60 ลิตร) ก่อนปลูก

3.4.4 การปลูกและการดูแลรักษา

1) พันธุ์

ใช้ถั่วเหลือง 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ราชมงคล 1 มีอายุเก็บเกี่ยว 115-120 วัน ดอกสีม่วง ผลผลิต 381 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์เชิงใหม่ 60 มีอายุเก็บเกี่ยว 86-112 วัน ดอกสีขาว ผลผลิต 300 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนัก 100 เมล็ด 15-17 กรัม มีน้ำมัน 20 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 44 เปอร์เซ็นต์ ด้านทานต่อโรคใบจุดนูนและไวรัสใบด่าง และทนทานต่อโรคราสนิมเหมาะสำหรับปลูกทุกภาคของประเทศ และพันธุ์นครสวรรค์ 1 มีอายุเก็บเกี่ยว 75-85 วัน ผลผลิต 245 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนัก 100 เมล็ด 18-19 กรัม มีน้ำมัน 21 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 39 เปอร์เซ็นต์ ด้านทานปานกลางต่อโรคใบจุดนูน อ่อนแอต่อโรคราน้ำค้าง เหมาะสำหรับปลูกในภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน

2) การคลุกเชื้อไรโซเบียม

คลุกเมล็ดถั่วเหลืองกับเชื้อไรโซเบียมถั่วเหลืองชนิดผงในถังน้ำอัตราเมล็ด 10 กิโลกรัมต่อเชื้อไรโซเบียม 200 กรัม ต่อน้ำ 300 มิลลิลิตร ก่อนนำเมล็ดไปปลูก

3) วิธีการปลูก

ปลูกเป็นแถวโดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างคัน 20 เซนติเมตร โดยใช้ planet junior ไถเบิกร่อง แล้วปลูกโดยใช้เครื่องปลูกด้วยมือ (Jab planter) หยอดหลุมละ 4-6 เมล็ด ถอนแยกให้เหลือ 2 ต้นต่อหลุม หลังปลูก 10 วัน

4) การใส่ปุ๋ย

ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยในร่องก่อนหยอดเมล็ดปลูกตามกรรมวิธีที่กำหนด

5) การกำจัดวัชพืช

ทำการพ่นกรัมมอกโซนควบคุมวัชพืชในแปลงที่ไม่มีการไถพรวนโดยใช้แรงงานคน

6) การป้องกันกำจัดโรคแมลง

ใส่คาร์โบฟูราน (ฟูราดาน 3 % จี) อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยในร่องพร้อมปลูก เพื่อป้องกันและกำจัด มด เสี้ยนดิน พ่นสารกำจัดแมลง คาร์โบซัลเฟนความเข้มข้นอัตรา 40 ซีซี ผสมน้ำ 20 ลิตร (ชื่อการค้า พอสซ์) ร่วมกับ แลมปีดา ไซฮาโลทรินความเข้มข้นอัตรา 20 ซีซี ผสมน้ำ 20 ลิตร (ชื่อการค้า คาราเต้ 2.5 อีซี) และร่วมกับ เมโทมิลความเข้มข้นอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (ชื่อการค้า แลนเนท) โดยผสมน้ำลงในถังผสมครึ่งหนึ่งแล้วใส่แลนเนท กวนให้แลนเนทและน้ำผสมกัน พ่นหลังถั่วเหลืองงอกได้ 30 วัน เพื่อป้องกันกำจัด หนอนม้วนใบถั่ว เพลี้ยจักจั่น หนอนเจาะฝักถั่ว เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง หนอนกระทู้ดำ และหนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว

3.5 การบันทึกข้อมูล

3.5.1 ข้อมูลดิน

1) ความแข็งของดิน (soil hardness)

วัดความแข็งของดิน ที่ระดับความลึก 0-15, 15-30 และ 30-45 เซนติเมตร โดยใช้ Penetrometer ก่อนหยอดเมล็ดตลอดฤดูปลูกแล้วหาค่าเฉลี่ย เมื่อ 4, 8 และ 11 สัปดาห์ โดยวัดความแข็งดิน ก่อนกำจัดวัชพืช ตามวิธีการของ Baize (1988)

2) ความหนาแน่นดินรวม (bulk density)

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15, 15-30 และ 30-45 เซนติเมตร เมื่อ 20, 40, 60, 80 และ 100 วันหลังปลูกโดยใช้ core sampler นำดินไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาความหนาแน่นดินรวม จากสูตรตามวิธีการของ วิทยา (2545)

$$\text{ความหนาแน่นดินรวม } (\rho_b) = \frac{M_s}{V_t} = \frac{M_s}{V_p + V_s}$$

โดย V_t = ปริมาตรทั้งหมดของดิน

M_s = มวลของดินแห้งส่วนที่เป็นของแข็ง

V_p = ปริมาตรของช่องว่างในดิน

V_s = ปริมาตรส่วนที่เป็นของแข็งของดิน

3) ปริมาณอากาศในดิน (air-filled porosity)

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5, 5-10 และ 10-15 เซนติเมตร ใช้ core sampler เพื่อไม่ให้รบกวนโครงสร้างดิน ก่อนหยอดเมล็ด เมื่อ ที่ 20, 40, 60, 80 และ 100 วัน หลังปลูก คำนวณค่าปริมาณอากาศในดิน (%) ตามวิธีการของ Russell (1949)

$$FA = \frac{VA \times 100}{VT}$$

$$FA = [(VT - VW - VS) / VT] \times 100$$

โดย FA = อากาศในดิน

VA = ปริมาตรอากาศในดิน

VT = ปริมาตรของภาชนะที่บรรจุดินในการเก็บ

VW = ปริมาตรน้ำ

= $\frac{\text{น้ำหนักดินเปียก} - \text{น้ำหนักดินแห้ง}}{\text{ความหนาแน่นน้ำ}}$

VS = ปริมาตรดิน

= $\frac{\text{น้ำหนักดินแห้ง}}{\text{Particle density}}$

Particle density

4) วัดความชื้นในดินหลังปลูก ทุก 7 วัน จนกระทั่งเก็บเกี่ยวที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร, 15-30 เซนติเมตร และ 30-45 เซนติเมตร โดยใช้ core sampler เก็บตัวอย่างดินใส่ในกระป๋องนำไปชั่งน้ำหนักดินเปียก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำไปชั่งน้ำหนักดินแห้งแล้วคำนวณหาความชื้นดิน (%) โดยน้ำหนัก) โดยใช้สูตร

$$\% \text{ ความชื้นดิน} = \frac{\text{น้ำหนักดินเปียก} - \text{น้ำหนักดินแห้ง}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง}} \times 100$$

5) วัดระดับน้ำใต้ผิวดินหลังปลูกทุก 7 วัน จนกระทั่งเก็บเกี่ยวโดยฝังท่อ PVC ลงในดินลึก 1.50 เมตร แล้ววัดระดับน้ำที่อยู่ห่างจากผิวดินโดยใช้ไม้บรรทัดยาว 2 เมตร หยั่งลงในท่อ PVC แล้วดูรอยน้ำที่เปียกบนสัດส่วนไม้บรรทัดว่าระดับน้ำใต้ผิวดินอยู่ระดับใด

3.5.2 ข้อมูลพืช

1) การเจริญเติบโต

1.1) ความสูง

สุ่มวัดความสูงของถั่วเหลืองจำนวน 10 ต้นที่ระยะการเจริญเติบโต ระยะข้อที่ 3 (V3), ออกดอกเต็มที่ (R2), ติดฝักเต็มที่ (R4) และ เมล็ดพัฒนาเต็มที่ (R6) นอกพื้นที่เก็บเกี่ยวโดยวัดความสูงจากพื้นดินถึงข้อสุดท้ายของยอด

1.2) น้ำหนักแห้งรวมส่วนเหนือดิน

สุ่มวัดจำนวน 10 ต้นนอกพื้นที่เก็บเกี่ยวที่ระยะการเจริญเติบโต ระยะข้อที่ 3 (V3), ออกดอกเต็มที่ (R2), ติดฝักเต็มที่ (R4) และ เมล็ดพัฒนาเต็มที่ (R6) โดยนำมาแยกใบและต้น นำไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแห้ง แล้วคำนวณเป็นน้ำหนักแห้งรวมต่อไร่

1.3) พื้นที่ใบและ คำนวณพื้นที่ใบ

สุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 10 ต้น นอกพื้นที่เก็บเกี่ยว ที่ระยะการเจริญเติบโต ระยะข้อที่ 3 (V3), ออกดอกเต็มที่ (R2), ติดฝักเต็มที่ (R4) และ เมล็ดพัฒนาเต็มที่ (R6) แล้ววัดพื้นที่โดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ใบ automatic leaf area meter รุ่น LI-3100C คำนวณหาค่านีพื้นที่ใบ จากสูตร

$$\text{ค่านีพื้นที่ใบ} = \frac{\text{พื้นที่ใบ}}{\text{พื้นที่ดินที่พืชนั้นคลุมอยู่}}$$

1.4) น้ำหนักแห้งของรากพืช

เก็บตัวอย่างรากถั่วเหลือง จำนวน 6 ต้น นอกพื้นที่เก็บเกี่ยวที่ระยะการเจริญเติบโต ระยะข้อที่ 3 (V3), ออกดอกเต็มที่ (R2), ติดฝักเต็มที่ (R4) และ เมล็ดพัฒนาเต็มที่ (R6) โดยการตัดต้นชิดผิวดินแล้วใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 83 มิลลิเมตร ครอบผิวดินโดยให้ต้นต่อถั่วเหลือง อยู่ตรงกลางแล้วตอกท่อเหล็กลงในดินลึก 0-15 เซนติเมตร นำดินและรากออกจากท่อเหล็ก และแยกรากออกจากดินโดยใช้น้ำฉีดพ่นเบาๆล้างให้สะอาด แล้วนำรากที่ได้ไปอบในตู้อบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน ชั่งน้ำหนักแห้งแล้วคำนวณเป็นน้ำหนักรากแห้งต่อต้น

2) ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

2.1) ผลผลิต

เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองจากพื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร ในแต่ละแปลงย่อย แล้วนำไปตากให้แห้ง นวดเอาเมล็ดออกจากต้นแล้วชั่งน้ำหนักเมล็ดแล้ว คำนวณหาผลผลิตเมล็ดต่อไร่ ที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

2.2) องค์ประกอบผลผลิต

สุ่มเก็บถั่วเหลืองจำนวน 10 ต้น ในพื้นที่เก็บเกี่ยว นับจำนวนฝักทั้งหมดแล้วเฉลี่ยเป็นจำนวนฝักต่อต้น, สุ่มฝักจำนวน 10 ฝัก แกะเมล็ดออกจากฝักนับจำนวนเมล็ดทั้งหมดจาก 10 ฝักแล้วเฉลี่ยเป็นจำนวนเมล็ดต่อฝัก และสุ่มเมล็ดดีจำนวน 100 เมล็ด คำนวณน้ำหนักที่ความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์

2.3) น้ำหนักแห้งรวมส่วนเหนือดิน

สุ่มเก็บถั่วเหลืองจำนวน 10 ต้น (ต้น+ใบ+ฝัก) ที่ระยะเก็บเกี่ยวนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแห้ง แล้วคำนวณหาน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินต่อไร่

3) ดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest index, HI)

เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการถ่ายทอดสารอาหารจากน้ำหนักแห้งของพืชที่สังเคราะห์ไปยังเมล็ดหรือผลผลิต คำนวณได้จากสูตร :

$$\text{ดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest index)} = \frac{\text{ผลผลิตทางเศรษฐกิจ (Economic yield)}}{\text{ผลผลิตมวลชีวภาพ (Biological yield)}}$$

4) บันทึกข้อมูลของลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลือง ได้แก่ วันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ และอายุเก็บเกี่ยว

3.6 การประเมินผลทางเศรษฐกิจ

เปรียบเทียบการปลูกข้าวอย่างเดียวกับการปลูกข้าวตามด้วยถั่วเหลือง โดยข้อมูลการปลูกข้าวได้มาจากการสัมภาษณ์เกษตรกรเจ้าของแปลงนาที่ร่วมมือทำการทดลองคำนวณรายได้และต้นทุนการผลิตจากวิธีการของสูตร IRRI (1987) ดังนี้ :

$$\text{รายได้ทั้งระบบคำนวณได้จากสูตร} = \sum_{i=1}^n P_{ci} Q_{ci} + \dots + (P_{cn} Q_{cn})$$

P_{ci} = ราคาของพืช i

Q_{ci} = ผลผลิตของพืช i

รายได้สุทธิทั้งระบบเหนือต้นทุนวัสดุ
= รายได้ทั้งระบบ - (ต้นทุนที่เป็นค่าวัสดุ + ต้นทุนที่เป็นค่าแรงงาน)

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของข้อมูลในแต่ละกรรมวิธีตามแผนการทดลองแบบ split split plot design in RCBD โดยใช้วิธี Duncan' Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป MSTAT C ของ Michigan State University (สุนันทา และคณะ, 2538) และโปรแกรม Statistix ของ Copyright © 1985-2000 Analytical Software. All Rights Reserved.