

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่และสภาพดินที่ใช้ทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ ทำในสภาพแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น จ.ขอนแก่น ตั้งอยู่ที่เส้นรุ้งที่ 16 องศา 29 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 102 องศา 50 ลิปดา ตะวันออก พื้นที่ทดลองมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 186 เมตร (ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น, 2534) สภาพดินที่ใช้ทดลองเป็นดินร่วนทราย (loamy sand) จัดอยู่ในชุดกึ่งโคราชและยโสธร ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลอง โดยการสุ่มตัวอย่างดินในแต่ละซ้ำของการทดลองแบบ composite sample แสดงในตารางที่ 1

2. แผนการทดลอง

ทำการศึกษาอิทธิพลของช่วงเวลาปลูกที่มีต่อถั่วลิสง ประกอบด้วย ปัจจัยหลักเป็นช่วงวันปลูก ดังต่อไปนี้

1. ช่วงวันปลูกฤดูร้อน (ปลูกวันที่ 15 มีนาคม 2538)
2. ช่วงวันปลูกต้นฤดูฝน (ปลูกวันที่ 24 พฤษภาคม 2538)
3. ช่วงวันปลูกปลายฤดูฝน (ปลูกวันที่ 29 สิงหาคม 2538)
4. ช่วงวันปลูกฤดูหนาว (ปลูกวันที่ 20 ธันวาคม 2538)

และปัจจัยรอง เป็นพันธุ์ถั่วลิสง ประกอบด้วย 3 พันธุ์ หรือกรรมวิธี (treatment) ดังนี้

1. พันธุ์สข.38 กลุ่มวาเลนเซีย (Valencia type)
2. พันธุ์ไทนาน 9 กลุ่มสเปนิช (Spanish type)
3. พันธุ์ขอนแก่น 60-3 กลุ่มเวอร์จิเนีย (Virginia type)

ในแต่ละช่วงวันปลูกทั้ง 4 ช่วงทำการเปรียบเทียบพันธุ์โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ เปรียบเทียบอิทธิพลของช่วงวันปลูกโดยการวิเคราะห์ผลรวม (combined analysis) มีขั้นตอนดังนี้

- วิเคราะห์แยกแต่ละการทดลองของทุกลักษณะที่ศึกษา

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินจากแปลงทดลองที่ใช้ศึกษาแต่ละช่วงวันปลูก
(ค่าเป็นช่วงจาก 4 ซ้ำ) และวิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดิน

คุณสมบัติทางเคมี	แปลงปลูกที่ 1 ช่วงวันปลูกฤดู ร้อน	แปลงปลูกที่ 2 ช่วงวันปลูกต้น ฤดูฝน	แปลงปลูกที่ 3 ช่วงวันปลูก ปลายฤดูฝน	แปลงปลูกที่ 4 ช่วงวันปลูกฤดู หนาว
pH	4.68-5.32	4.45-4.82	4.9-5.1	4.69-4.89
O.M.(%)	0.65-0.89	0.72-0.81	0.40-0.47	0.605-0.786
Total N (%)	0.04	0.05	0.03	0.023-0.36
Avail. P (ppm)	13.8-56.8	26.7-43.5	9.3-18.2	37.6-55.9
Extr.K (ppm)	63.3-73.8	57.2-116.1	54.8-89.5	54.3-90.4
Extr.Ca (ppm)	127.0-156.4	68.6-90.1	64.6-94.9	95.954-126.1
Extr.Mg (ppm)	68.93-96.0	61.29-95.72	37.0-43.5	40.3-52.0
CEC (meq/100 g soil)	1.5-2.34	2.02-2.27	3.12-3.20	2.5-2.8

คุณสมบัติทางเคมี	วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี
pH	1:1 (soil:H ₂ O) วัดด้วย pH meter
O.M.(%)	Wet Oxidation ของ Walkley-Black
Total N (%)	Kjeldahl Method
Avail. P (ppm ^{1/})	Bray II, วัดความเข้มของสีด้วย spectrophotometer
Extr.K (ppm) , Extr.Ca (ppm) , Extr.Mg (ppm)	สกัดด้วย 1 N Ammonium Acetate pH7 วัดด้วย Flame Emission & Atomic Absorbtion และ วัดความเข้มของสี Spectrophotometer
CEC (meq/100g soil ^{2/})	สกัด (Leaching) ด้วย 1 N NH ₄ OAC pH 7

หมายเหตุ ^{1/} ppm หมายถึง ส่วนในล้านส่วน

^{2/} meq/100 g soil หมายถึง มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อน้ำหนักดินแห้ง 100 กรัม

- ทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (test of Homogeneity) ตามวิธี Barlett's test เนื่องจาก การวิเคราะห์ผลรวมจะทำได้ต่อเมื่อ error variance ของลักษณะที่จะวิเคราะห์ต้องมีความเป็นเอกภาพ

- เมื่อทดสอบแล้ว หากว่า error variance ไม่อยู่ในระดับเดียวกันต้องมีการแปลงข้อมูล โดยใช้วิธี log tranformation ($\log X$) ก่อนทำการวิเคราะห์ผลรวม (สุชาวดี, 2532 ; สุชาวดีและวิจิตร, 2532 ; Gomez K. and Gomez A., 1984)

การเปรียบเทียบความแตกต่างของช่วงวันปลูก พันธุ์ และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง พันธุ์และช่วงวันปลูก ใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 90, 95 เปอร์เซ็นต์ ศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิต โดยการวิเคราะห์ multiple regression

3. สภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศตลอดการทดลอง ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูง-ต่ำ พลังงานแสงอาทิตย์ จำนวนชั่วโมงที่มีแสงในแต่ละวัน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูง-ต่ำ ได้ใช้ข้อมูลจากการจดบันทึกของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำหรับข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ (solar radiation) และจำนวนชั่วโมงที่มีแสงในแต่ละวัน (duration of sunshine) ได้รับจากสถานีอุตุนิยมวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งห่างจากแปลงทดลอง 3 กิโลเมตร สภาพภูมิอากาศในแต่ละช่วงวันปลูกมีดังนี้

3.1 ช่วงวันปลูกฤดูร้อน (วันที่ 15 มีนาคม-23 กรกฎาคม 2538) ปริมาณน้ำฝนรวม 653 มิลลิเมตร ในช่วงต้นของช่วงวันปลูก (มีนาคม-เมษายน) มีปริมาณฝนตกเพียงเล็กน้อย แต่ในช่วงกลางพฤษภาคม-ปลายกรกฎาคม 2538 ซึ่งเป็นปลายช่วงเวลาปลูกมีการกระจายของฝนค่อนข้างสม่ำเสมอ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ในช่วง $34-37^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ในช่วง $24-25^{\circ}\text{C}$ ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์สะสมตลอดช่วงฤดูปลูก $28112-31920 \text{ cal/cm}^2$ และพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยอยู่ในช่วง $204-314 \text{ cal/cm}^2/\text{day}$ จำนวนชั่วโมงที่มีแสงรวมตลอดช่วงวันปลูก 800 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) (ภาพที่ 1)

3.2 ช่วงวันปลูกต้นฤดูฝน (วันที่ 24 พฤษภาคม-21 กันยายน 2538) ปริมาณน้ำฝนรวม 984 มิลลิเมตร มีการกระจายของฝนสม่ำเสมอตลอดช่วงปลูก อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ในช่วง $30-32^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ในช่วง $23-25^{\circ}\text{C}$ พลังงานแสงอาทิตย์สะสม $24026-27072 \text{ cal/cm}^2$ และพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยอยู่ในช่วง $201-282 \text{ cal/cm}^2/\text{day}$ จำนวนชั่วโมงที่มีแสงรวมตลอดช่วงวันปลูก 594 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) (ภาพที่ 2)

3.3 ช่วงวันปลูกปลายฤดูฝน (วันที่ 29 สิงหาคม-25 ธันวาคม 2538) ปริมาณน้ำฝนรวม 318 มิลลิเมตร การกระจายของฝนอยู่ในช่วงต้นกันยายน-ปลายตุลาคม เท่านั้น หลังจากนั้นฝนทั้งช่วงและเข้าสู่ฤดูหนาว อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ในช่วง $30-31^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ในช่วง $20-21^{\circ}\text{C}$ พลังงานแสงอาทิตย์สะสม $25080-27130 \text{ cal/cm}^2$ และพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยอยู่ในช่วง $201-284 \text{ cal/cm}^2/\text{day}$ จำนวนชั่วโมงที่มีแสงรวม ตลอดช่วงวันปลูกนี้ 824 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) (ภาพที่ 3)

3.4 ช่วงวันปลูกฤดูหนาว (วันที่ 20 ธันวาคม 2538-7 พฤษภาคม 2539) ปริมาณน้ำฝนรวม 219 มิลลิเมตร ในช่วงต้นและกลางฤดูปลูกของช่วงวันปลูกนี้ (ธันวาคม-เมษายน) มีปริมาณฝนตกเพียงเล็กน้อย ปริมาณฝนส่วนใหญ่ในช่วงวันปลูกนี้มีการกระจายของฝนอยู่ในตอนปลายช่วงเวลาปลูกคือในช่วงต้นพฤษภาคม อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุด โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง $33-34^{\circ}\text{C}$ และ $20-21^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ พลังงานแสงอาทิตย์สะสมตลอดช่วงวันปลูก $29935-34043 \text{ cal/cm}^2$ และพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยอยู่ในช่วง $199-300 \text{ cal/cm}^2/\text{day}$ จำนวนชั่วโมงที่มีแสงรวมตลอดช่วงวันปลูก 1048 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) (ภาพที่ 4)

4. วิธีดำเนินการ

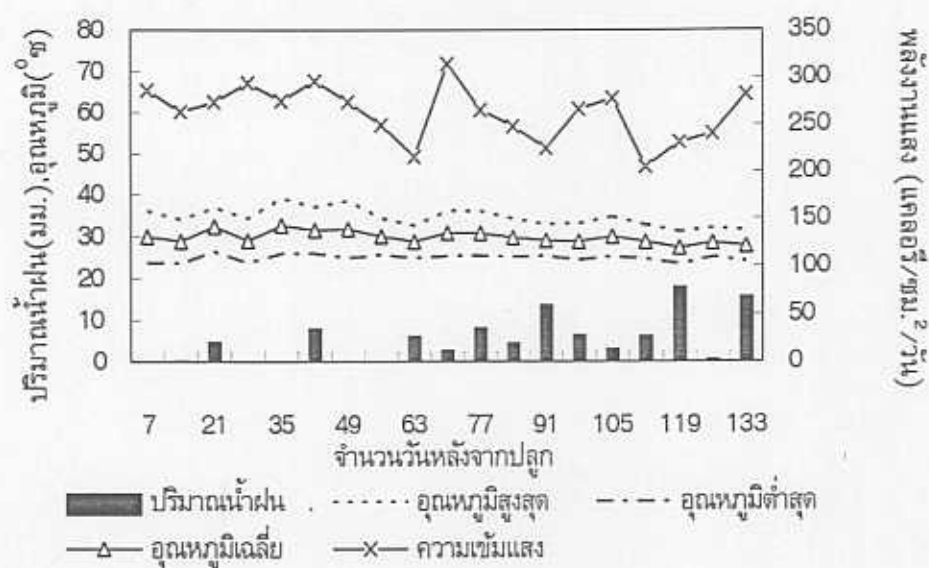
ขนาดแปลงทดลอง 50×31 เมตร แบ่งเป็นแปลงที่ศึกษาแต่ละช่วงวันปลูก 4 แปลง ขนาด 11×31 เมตร มีแปลงย่อยที่ศึกษาแต่ละพันธุ์ ขนาด 3×7 เมตร แบ่งเป็นพื้นที่เก็บเกี่ยว 2×4 เมตร (สง่าและอมร, 2526) (และพื้นที่ส้มเก็บตัวอย่างถั่วลิสงอยู่บริเวณรอบนอกแปลงทดลองย่อย)

4.1 การเตรียมแปลง การปลูก และดูแลรักษา

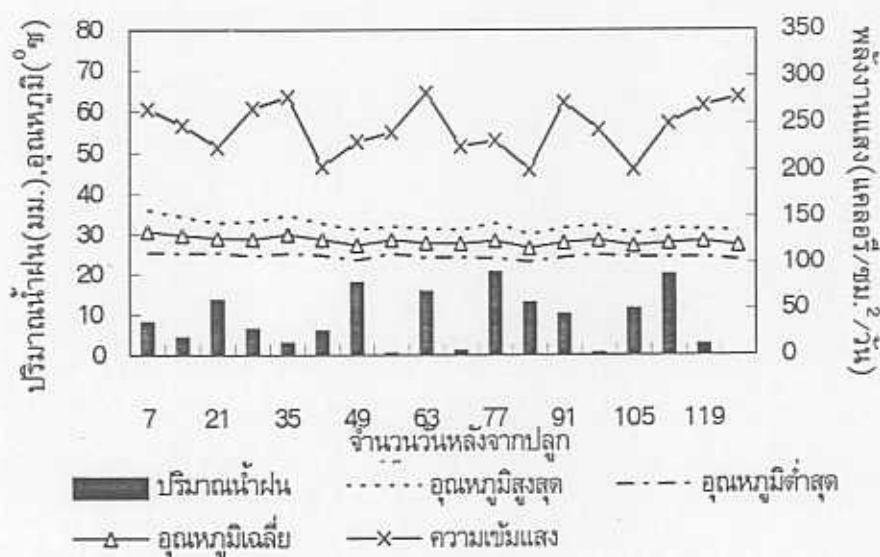
โดยปฏิบัติตามคำแนะนำในการปลูกถั่วลิสง (ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น, 2533) มีการไถเตรียมแปลง 2 ครั้ง ก่อนปลูกในแต่ละแปลงที่กำหนด ใช้ระยะปลูก 50×10 เซนติเมตร จำนวน 3 เมล็ดต่อหลุม และหลังจากถั่วลิสงงอกประมาณ 10 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม มีจำนวนประชากร 32,000 ต้นต่อไร่ เฉพาะพันธุ์ขอนแก่น 60-3 ใช้สารแก๊สการพิกตัว Ethrel 0.05% พรมทิ้งไว้ 3-4 ชั่วโมงก่อนปลูก ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุ 10-15 วัน และใส่ยิบซัมอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อถั่วลิสงอายุ 30-35 วัน กำจัดวัชพืช 2 ครั้ง ด้วยจอบและพรวนดินในช่วงใส่ปุ๋ยและใส่ยิบซัม หลังจากนั้นมีการถอนวัชพืชต้นโตที่หลงเหลือตามความจำเป็น

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ความเข้มแสงสะสม (แคลอรีต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน) อุณหภูมิสะสม (หน่วยองศาวัน) จำนวนชั่วโมงที่มีแสงสะสม จำนวนวันที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 30°C ที่ถั่วลิสงแต่ละพันธุ์ได้รับใน 4 ช่วงวันปลูก

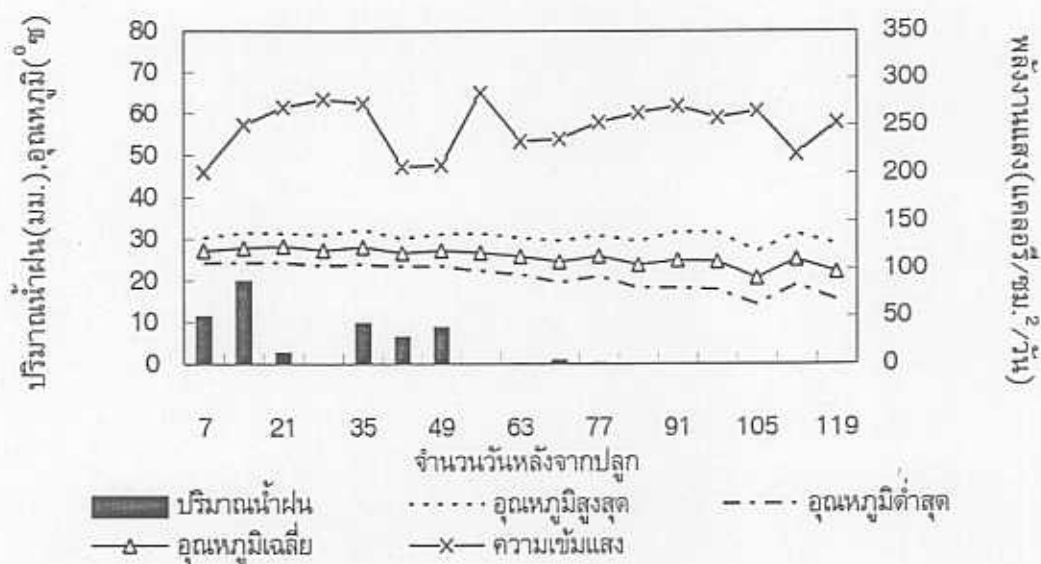
ช่วงวันปลูก พันธุ์	ปริมาณ น้ำฝน	อุณหภูมิ สูงสุด	อุณหภูมิ ต่ำสุด	อุณหภูมิ เฉลี่ย	ความเข้ม แสงสะสม	อุณหภูมิ สะสม	จำนวนชั่วโมงที่มี แสงสะสม	วันที่มี อุณหภูมิ เฉลี่ยสูง กว่า 30°C
ฤดูร้อน								
สข.38	472.4	35.61	25.31	30.64	28112	2144.5	719.1	44
ไทนาน 9	539.6	35.24	25.09	30.34	28359	2161.7	725.1	44
ขอนแก่น 60-3	652.6	33.96	24.38	29.32	31920	2306.9	799.8	44
ต้นฤดูฝน								
สข.38	897.5	32.14	24.48	28.31	24026	1830.1	515.6	10
ไทนาน 9	897.7	31.80	24.22	28.01	24340	1849.2	522.1	10
ขอนแก่น 60-3	984.0	31.41	23.77	27.73	27076	2042.2	594.4	10
ปลายฤดูฝน								
สข.38	317.8	30.62	20.93	25.93	25080	1576	732.7	1
ไทนาน 9	317.8	30.63	20.89	25.91	25329	1589.4	742.6	1
ขอนแก่น 60-3	317.8	30.62	20.61	27.40	27130	1710.1	824	1
ฤดูหนาว								
สข.38	84.9	32.59	19.82	26.20	29935	1799.8	951.5	16
ไทนาน 9	84.9	32.48	19.89	26.18	30945	1865.9	966.2	16
ขอนแก่น 60-3	219.3	33.62	21.18	27.40	34043	2106.6	1048.1	16



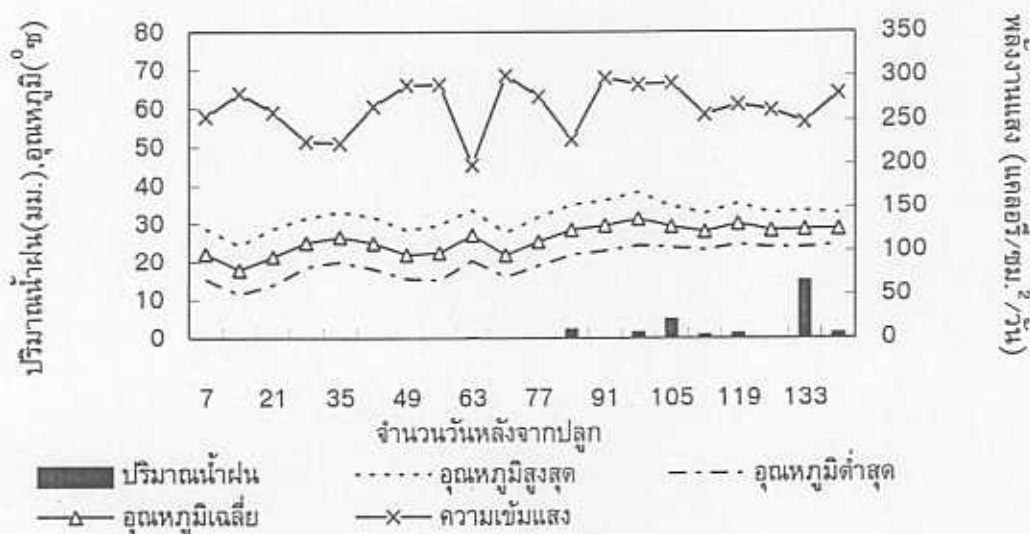
ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และพลังงานแสง (เฉลี่ยทุกช่วง 7 วัน) ในช่วงวันปลูกฤดูร้อน (15 มีนาคม)



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และพลังงานแสง (เฉลี่ย ทุก 7 วัน) ในช่วงวันปลูกต้นฤดูฝน (24 พฤษภาคม)



ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และพลังงานแสง (เฉลี่ย ทุก 7 วัน) ในช่วงวันปลูกปลายฤดูฝน (29 สิงหาคม)



ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และพลังงานแสง (เฉลี่ยทุก 7 วัน) ในช่วงวันปลูกฤดูหนาว (20 ธันวาคม)

4.2 การป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตามคำแนะนำของกองกีฏและสัตววิทยา และกองโรคพืชและจุลชีววิทยา ตามความจำเป็นในแต่ละช่วงวันปลูก การป้องกันกำจัดแมลงใช้สารเคมี triazophos หรือ metomyl อัตรา 40-60 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร และการป้องกันและควบคุมโรคใบจุดใช้สารเคมี benomyl อัตรา 6-12 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ก่อนปลูกคลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อรา metalaxyl อัตรา 5 กรัมต่อเมล็ดต้วลิสง 1 กิโลกรัม และโรย carbofuran ป้องกันกำจัดแมลงในดิน อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2538) ในช่วงวันปลูกฤดูร้อนมีการพ่นสารเคมีป้องกันแมลง 6 ครั้งเมื่อถั่วลิสงอายุ 31 21 44 55 69 และ 87 วัน ตามลำดับ และพ่นสารเคมีป้องกันโรคใบจุด 2 ครั้งเมื่อถั่วลิสงอายุ 76 และ 100 วันหลังจากงอก ในช่วงวันปลูกต้นฤดูฝนได้พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง 4 ครั้งเมื่อถั่วลิสงอายุ 17 29 38 และ 71 วัน และพ่นสารเคมีป้องกันโรค 4 ครั้งเมื่อ 29 62 71 และ 78 วัน ตามลำดับ ในช่วงวันปลูกปลายฤดูฝนพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลง 5 ครั้งเมื่ออายุ 23 40 57 72 และ 92 วันและพ่นสารเคมีป้องกันโรค 2 ครั้งเมื่ออายุ 65 และ 72 วันหลังจากงอก ในช่วงวันปลูกฤดูหนาวมีการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง 3 ครั้ง เมื่อถั่วลิสงอายุ 33 60 และ 104 วันและพ่นสารเคมีป้องกันโรค 1 ครั้ง เมื่ออายุ 68 วัน หลังจากงอก

4.3 การให้น้ำ

กำหนดการให้น้ำทุกสัปดาห์ ตามรายงานผลการวิจัยของนิมิตร (2533) โดยให้แบบไหลตามร่องและท่วมถึงหลังแปลง โดยเปิดร่องขนาดกว้างประมาณ 20 เซนติเมตรทุกระยะ 1 เมตร ให้น้ำต่อเนื่องจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เว้นแต่ในสัปดาห์นั้นมีปริมาณฝนพอเพียงจึงทำการให้น้ำครั้งถัดไปโดยทิ้งช่วงห่างไม่เกิน 1 สัปดาห์ และพิจารณาการให้น้ำควบคู่กับการประเมินความชื้นดินโดยการสังเกตลักษณะอาการเหี่ยวเนื่องจากการขาดน้ำของต้นถั่วลิสง

5. ระยะเวลาทำการทดลอง

ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2538 - เดือนมิถุนายน 2539

6. การบันทึกข้อมูล

6.1 ลักษณะการเจริญเติบโต

6.1.1 วัดการสะสมน้ำหนักแห้ง(ไม่รวมน้ำหนักราก) โดยเก็บตัวอย่างถั่วลิสงทุก 14 วัน ครั้งแรกเริ่มที่อายุ 28 วันหลังจากงอก สุ่มครั้งละ 8 ต้น (พื้นที่ 0.4 ตารางเมตร) นำมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักแห้งและ



คำนวณกลับหาการสะสมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร และใน 8 ต้นนี้ ใช้ 4 ต้น มาแยกส่วนของใบ ลำต้นและกิ่งก้านและฝักทั้งที่เป็นฝักอ่อนและฝักที่เจริญเติบโตเต็มที่ จากนั้นนำถั่วลิสงทั้งหมดเข้าตูบที่อุณหภูมิและใช้เวลานานเท่ากัน ซึ่งน้ำหนักแห้งแต่ละส่วนและคำนวณหาน้ำหนักแห้งทั้งหมด น้ำหนักลำต้น น้ำหนักใบ และน้ำหนักฝัก ตามระยะเวลาเจริญที่อายุ 28, 42, 56, 70, 84, 98 และ 112 วัน (สำหรับน้ำหนักใบร่วงไม่ได้บันทึกข้อมูล)

6.1.2 การวิเคราะห์การเจริญเติบโต (growth analysis) ตามวิธีการคำนวณของอำนวยการศิลป์ (2533) ดังนี้

6.1.2.1 อัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate, CGR) คือ อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา

$$CGR = \frac{dW}{dt} \times \frac{1}{p}$$

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{1}{p}$$

เมื่อ W_2, W_1 คือ น้ำหนักแห้งถั่วลิสงที่เวลา t_2 และ t_1 ตามลำดับ

t_1, t_2 คือ เวลาที่เก็บน้ำหนักแห้งถั่วลิสงครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

p คือ พื้นที่ปลูกของถั่วลิสงที่เก็บตัวอย่าง หน่วยเป็นกรัมต่อพื้นที่ปลูก 1 ตารางเมตรต่อวัน ($g/m^2/day$)

6.1.2.2 อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate, RGR) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต่อน้ำหนักเริ่มต้นต่อหน่วยเวลา

$$RGR = \frac{1}{W} \times \frac{dW}{dt}$$

$$RGR = \frac{\log_e W_2 - \log_e W_1}{t_2 - t_1}$$

เมื่อ W_2, W_1 คือ น้ำหนักแห้งถั่วลิสงที่เวลา t_2 และ t_1 ตามลำดับ

t_1, t_2 คือ เวลาที่เก็บข้อมูลน้ำหนักแห้งถั่วลิสงครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

หน่วยของอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์เป็นมิลลิกรัม/กรัม/วัน ($mg/g/day$)

6.1.2.3 อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งสุทธิต่อหน่วยพื้นที่ใบต่อหน่วยเวลา (net assimilation rate, NAR) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ใบต่อหน่วยเวลา

$$NAR = \frac{1}{A} \times \frac{dW}{dt}$$

$$NAR = \frac{\log_e A_2 - \log_e A_1}{A_2 - A_1} \times \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

เมื่อ W_2, W_1 คือ น้ำหนักแห้งตัวลิสงที่เวลา t_2 และ t_1 ตามลำดับ

t_1, t_2 คือ เวลาที่เก็บข้อมูลน้ำหนักแห้งตัวลิสงครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

เมื่อ A_2, A_1 คือ พื้นที่ใบ เมื่อเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 และ 1 ตามลำดับ

6.1.2.4 ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index, HI) คือ สัดส่วนระหว่างน้ำหนักฝักแห้ง (ผลผลิตเศรษฐกิจ, economic yield) กับน้ำหนักแห้งทั้งหมด (ผลผลิตชีวภาพ, biological yield)

$$HI = \frac{\text{น้ำหนักฝักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้งทั้งหมด}}$$

6.1.2.5 ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index, LAI) คำนวณตามสูตรดังนี้

$$LAI = \frac{\text{พื้นที่ใบ}}{\text{พื้นที่ดิน}}$$

วิธีวัดพื้นที่ใบ นำใบตัวลิสงประมาณ 20 กรัมน้ำหนักสด (โดยการสุ่มใบจากใบทั้งหมดที่ได้แยกจากกิ่ง ลำต้นเพื่อหาการสะสมน้ำหนักแห้งตามข้อ 6.1.1) วัดพื้นที่ใบ โดยใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบอัตโนมัติ (automatic area meter) รุ่น model AAC-400 และนำใบที่วัดพื้นที่ใบแล้วนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) นาน 72 ชั่วโมง และคำนวณกลับหาพื้นที่ใบจากน้ำหนักใบของตัวลิสง 8 ต้น และคำนวณหาดัชนีพื้นที่ใบจากพื้นที่ใบของตัวลิสง 8 ต้น (พื้นที่ปลูก 0.4 ตารางเมตร)

6.1.4 เปอร์เซนต์การรับแสง (light interception %)

โดยใช้เครื่องมือ Solarimeter (Line Quantum Sensor model LI-189) วัดพลังงานแสงหรือความเข้มแสงส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสง (photosynthetically active radiation, PAR) วัดเหนือระดับทรงพุ่มซึ่งเป็นพลังงานแสงที่ตกกระทบทั้งหมดและได้ทรงพุ่มเป็นพลังงานแสงที่ส่องผ่าน (light transmission)

วิธีการวัด กระทำโดยวางเครื่องมือระหว่างกลางแถวและขนานกับแถวปลูกถั่วลิสง วางเครื่องมือใต้ทรงพุ่มโดยไม่ให้รบกวนทรงพุ่มถั่วลิสง ขณะที่วัดอยู่ในช่วง 11.00-13.00 นาฬิกาและท้องฟ้าแจ่มใส การคำนวณใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัด 3 จุดมาหาเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงผ่านกลุ่มใบถั่วลิสง และเปอร์เซ็นต์การรับแสงของถั่วลิสงคำนวณจากผลต่างของพลังงานแสงที่ตกกระทบ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ กับเปอร์เซ็นต์แสงที่ส่องผ่านกลุ่มใบถั่วลิสง เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์แสงที่ส่องผ่านกลุ่มใบถั่วลิสง} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงที่วัดใต้ใต้กลุ่มใบ} \times 100}{\text{ความเข้มแสงที่วัดใต้เหนือทรงพุ่มถั่วลิสง}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การรับแสง} = 100 \text{ เปอร์เซ็นต์} - \text{เปอร์เซ็นต์แสงที่ส่องผ่านกลุ่มใบถั่วลิสง}$$

$$(\% \text{ light interception} = 100\% - \% \text{ light transmission})$$

6.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

6.2.1 จำนวนต้นเก็บเกี่ยวในพื้นที่ 2x4 เมตร และคำนวณเป็นจำนวนต้นต่อไร่

6.2.2 จำนวนฝักต่อต้น เฉลี่ยจากต้นสุ่ม 20 ต้น แยกนับจำนวนฝักดี ฝักเสีย และฝักอ่อน

6.2.3 น้ำหนัก 100 เมล็ด เป็นค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดที่ได้จากการสุ่มเมล็ด 100 เมล็ดจำนวน 4 ซ้ำ

6.2.4 เปอร์เซ็นต์กะเทาะ โดยสุ่มถั่วลิสง น้ำหนักทั้งฝัก 500 กรัม กะเทาะและชั่งน้ำหนักเมล็ดที่ได้ คำนวณตามสูตรดังนี้

$$\% \text{ กะเทาะ} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด} \times 100}{\text{น้ำหนักทั้งฝัก}}$$

6.2.5 น้ำหนักฝัก เก็บเกี่ยวฝักดี จากพื้นที่ 2x4 เมตร ตากให้แห้งสนิท ประมาณ 3-5 แดด (ความชื้นประมาณ 7-8 เปอร์เซ็นต์) คำนวณหาน้ำหนักฝักและน้ำหนักเมล็ดต่อไร่

6.3 บันทึกลักษณะอื่นๆ

6.3.1 วันงอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจำนวนต้นงอกเป็นปกติในพื้นที่ 2x4 เมตร และเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นทั้งหมด

6.3.2 วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยถือเอาวันที่ถั่วลิสงมีจำนวนต้นที่มีดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นสุ่ม 80 ต้น

6.3.4 อายุเก็บเกี่ยว นับอายุถั่วลิสงจากวันงอก 50 เปอร์เซ็นต์ ถึงวันที่ถั่วลิสงสุกแก่ โดยประเมินจากมีฝักแก่ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนฝักทั้งหมด

6.4 อุณหภูมิสะสม (thermal time หรือ heat units) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$T_m = \frac{\sum (T_{max} + T_{min})}{2} - T_b$$

T_m คือ อุณหภูมิสะสม

$\sum$ คือ ผลรวม

T_{max} คือ อุณหภูมิสูงสุด ในแต่ละวัน

T_{min} คือ อุณหภูมิต่ำสุด ในแต่ละวัน

T_b คืออุณหภูมิฐาน (base temperature) หมายถึงอุณหภูมิต่ำสุดที่ถั่วลิสงจะสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ การคำนวณอุณหภูมิสะสมใช้ค่าของอุณหภูมิฐานที่ 10 องศาเซลเซียส (Ong, 1986)