อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ลักษณะพื้นที่ทดลอง

การศึกษาทดลองกระทำที่ ฟาร์มวิจัยและพัฒนาการผลิตพืช ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สภาพพื้นที่ปลูกเป็นเนื้อดินประเภท ดินร่วนปนทราย ระบายน้ำดี เป็นที่ลุ่มน้ำไม่ท่วมขัง ประวัติการใช้พื้นที่ เป็นแปลงปลูกถั่วเหลืองมาก่อน

ระยะเวลาทำการศึกษาระหว่างเดือน ธันวาคม 2540 ถึงเดือน เมษายน 2541

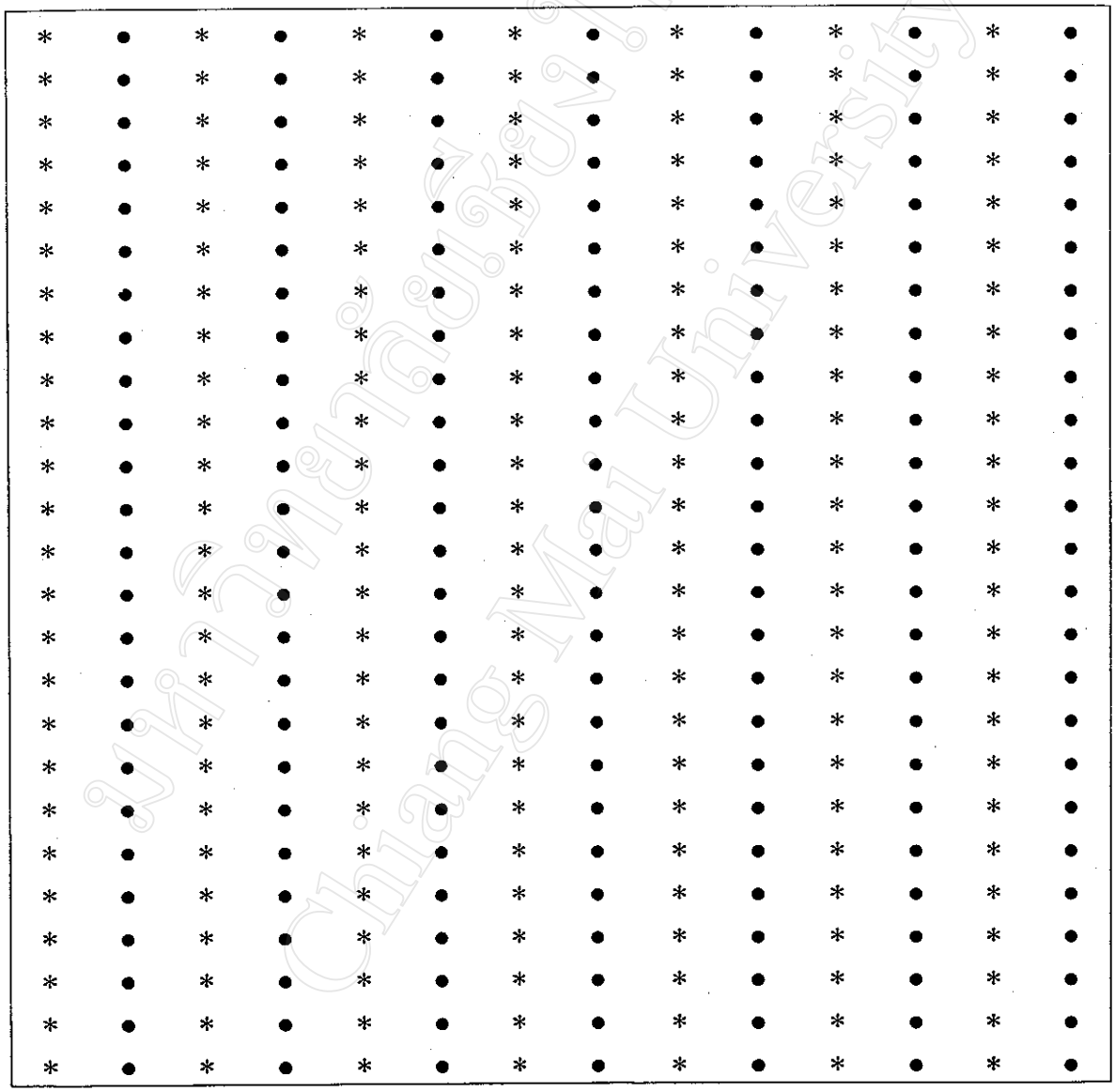
2. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลอง แบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีรูปแบบการปลูก จำนวน 8 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 ปลูกข้าวโพดหวาน 1 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 1 แถว
รูปแบบที่ 2 ปลูกข้าวโพดหวาน 1 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 2 แถว
รูปแบบที่ 3 ปลูกข้าวโพดหวาน 1 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 3 แถว
รูปแบบที่ 4 ปลูกข้าวโพดหวาน 2 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 1 แถว
รูปแบบที่ 8 ปลูกข้าวโพดหวาน 2 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 2 แถว
รูปแบบที่ 6 ปลูกข้าวโพดหวาน 3 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 1 แถว
รูปแบบที่ 7 ปลูกข้าวโพดหวานโดยลำพัง (Sole crop)
รูปแบบที่ 8 ปลูกถั่วเหลืองฝักสดโดยลำพัง (Sole crop)

ขนาดแปลงทดลอง กว้าง 5 เมตร ยาว 7 เมตร มีพื้นที่ 35 ตารางเมตรต่อแปลง จำนวนแปลงทั้งหมด 32 แปลง พื้นที่แปลงทดลองทั้งหมด 1120 ตารางเมตร สำหรับพันธุ์ข้าวโพดหวานและถั่วเหลืองฝักสดที่ใช้ในการศึกษาคือ พันธุ์ซูเปอร์สวีทคอมโพสิต 1 DMR และพันธุ์เชียงใหม่ 1 ตามลำดับ

ภาพที่ 1 แผนภาพระบบการปลูกพืชแซม รูปแบบที่ 1
การปลูกข้าวโพดหวาน 1 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 1 แถว (CS)



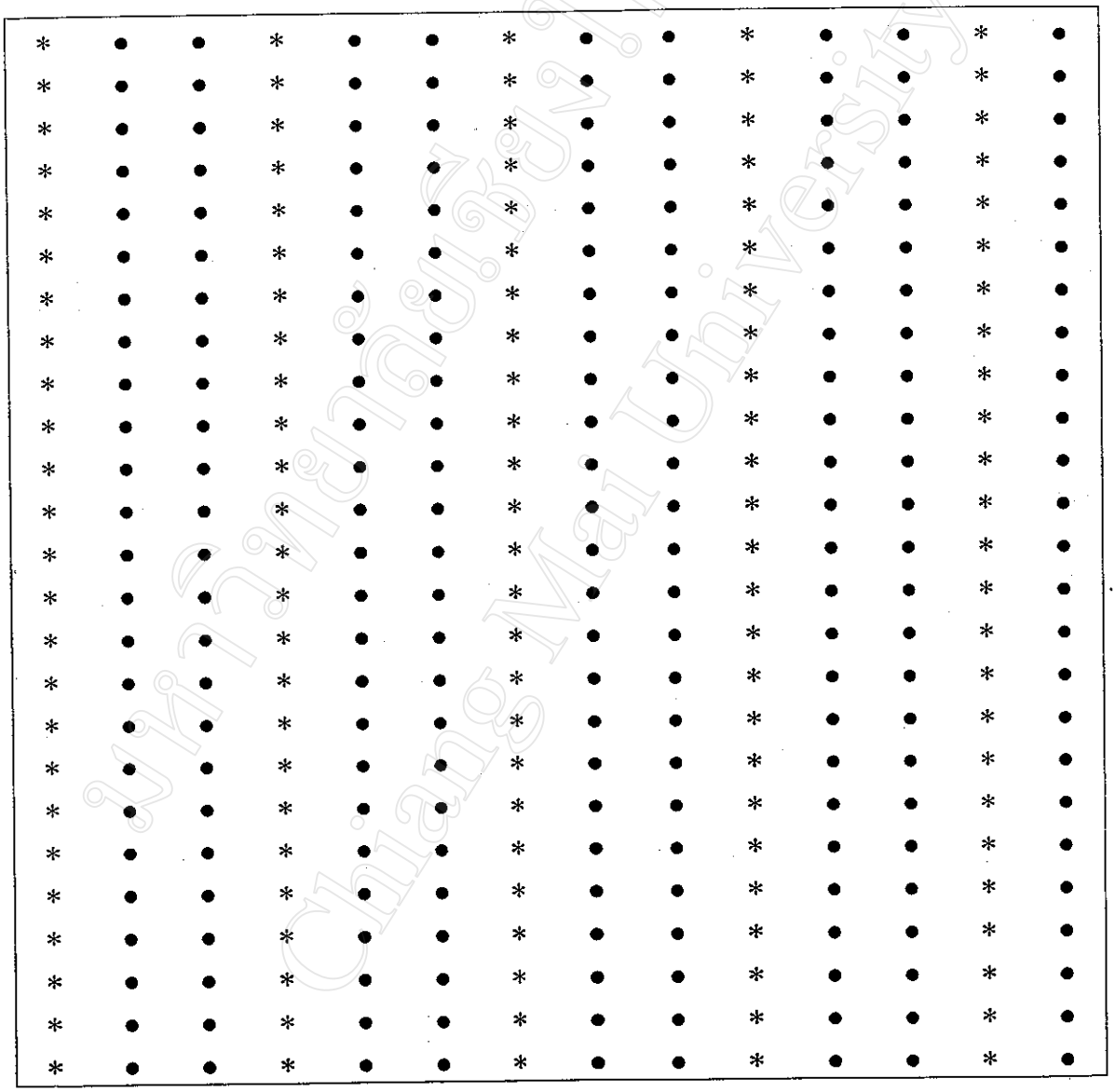
* แทน แถวข้าวโพดหวาน จำนวนประชากรของข้าวโพดหวาน 8,000 ต้น/ไร่

● แทน แถวถั่วเหลืองฝักสด จำนวนประชากรของถั่วเหลืองฝักสด 16,000 ต้น/ไร่

อัตราส่วนประชากรของข้าวโพดหวานต่อถั่วเหลืองฝักสด เท่ากับ 1 : 2

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาพที่ 2 แผนภาพระบบการปลูกพืชแซม รูปแบบที่ 2
การปลูกข้าวโพดหวาน 1 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 2 แถว (CSS)



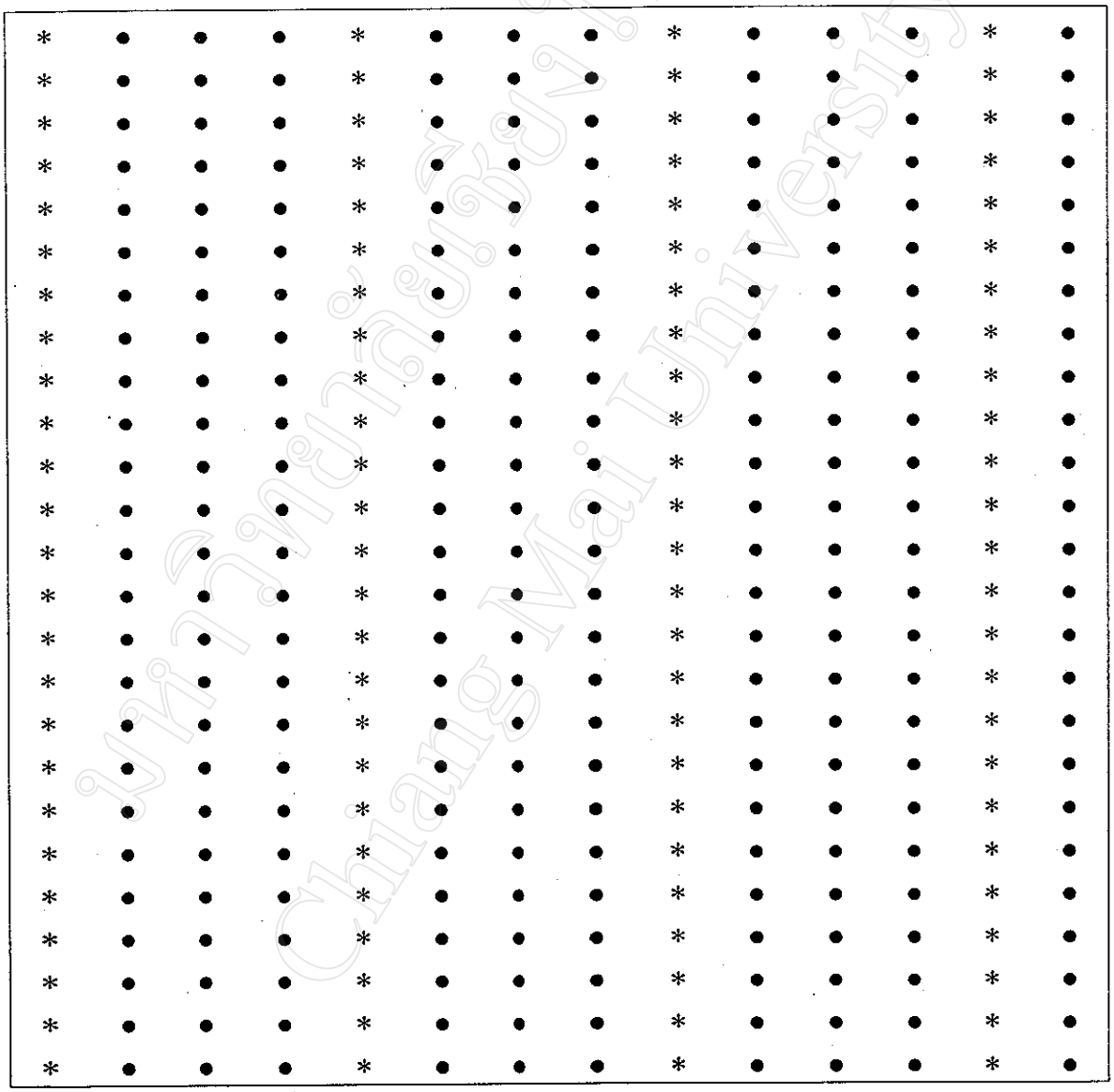
* แทน แถวข้าวโพดหวาน จำนวนประชากรของข้าวโพดหวาน 5,333 ต้น/ไร่

● แทน แถวถั่วเหลืองฝักสด จำนวนประชากรของถั่วเหลืองฝักสด 21,333 ต้น/ไร่

อัตราส่วนประชากรของข้าวโพดหวานต่อถั่วเหลืองฝักสด เท่ากับ 1 : 4

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาพที่ 3 แผนภาพระบบการปลูกพืชแซม รูปแบบที่ 3
การปลูกข้าวโพดหวาน 1 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 3 แถว (CSSS)



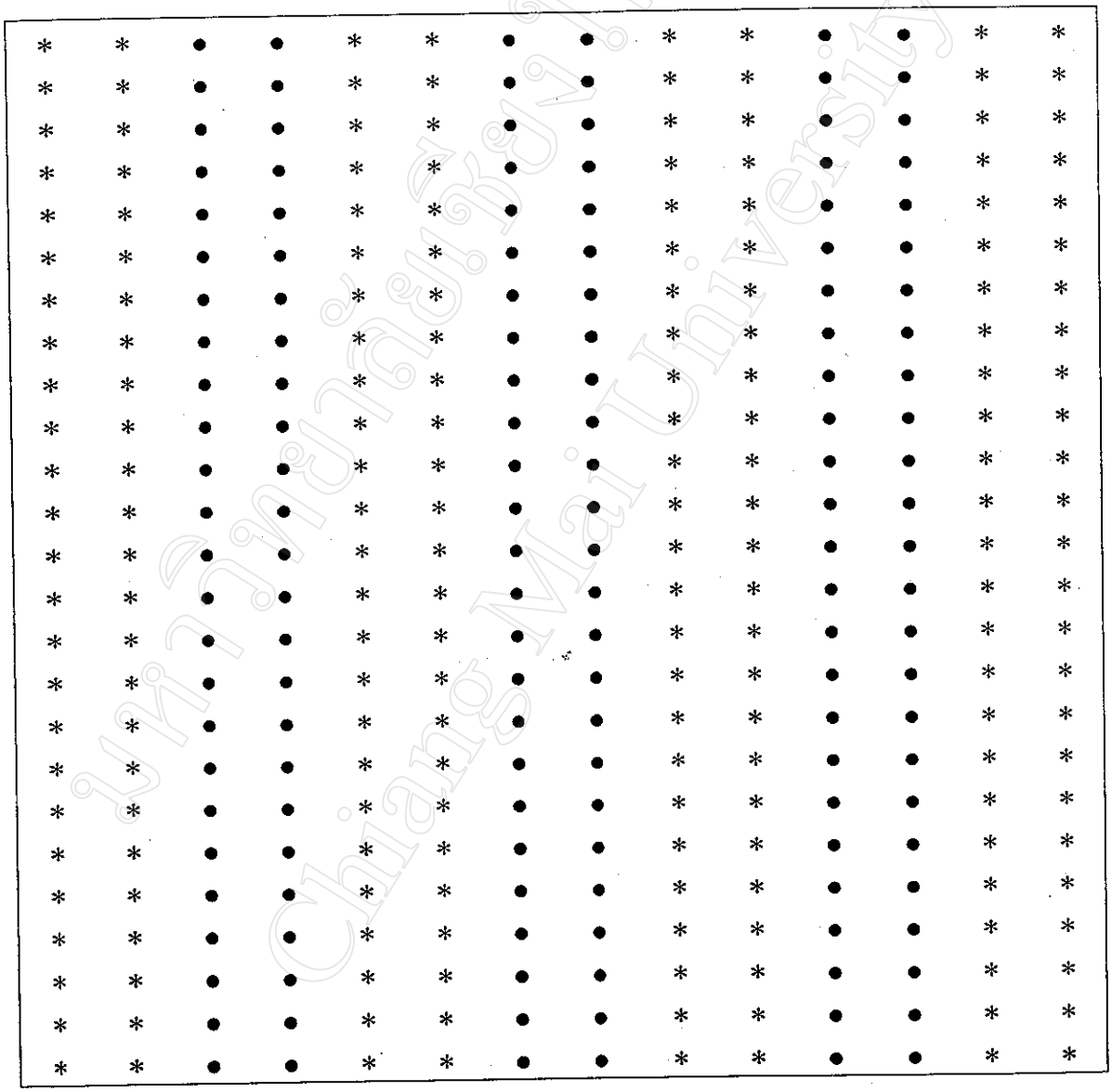
* แทน แถวข้าวโพดหวาน จำนวนประชากรของข้าวโพดหวาน 4,000 ต้น/ไร่

● แทน แถวถั่วเหลืองฝักสด จำนวนประชากรของถั่วเหลืองฝักสด 24,000 ต้น/ไร่

อัตราส่วนประชากรของข้าวโพดหวานต่อถั่วเหลืองฝักสด เท่ากับ 1 : 6

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาพที่ 4 แผนภาพระบบการปลูกพืชแซม รูปแบบที่ 4
การปลูกข้าวโพดหวาน 2 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 2 แถว (CCSS)



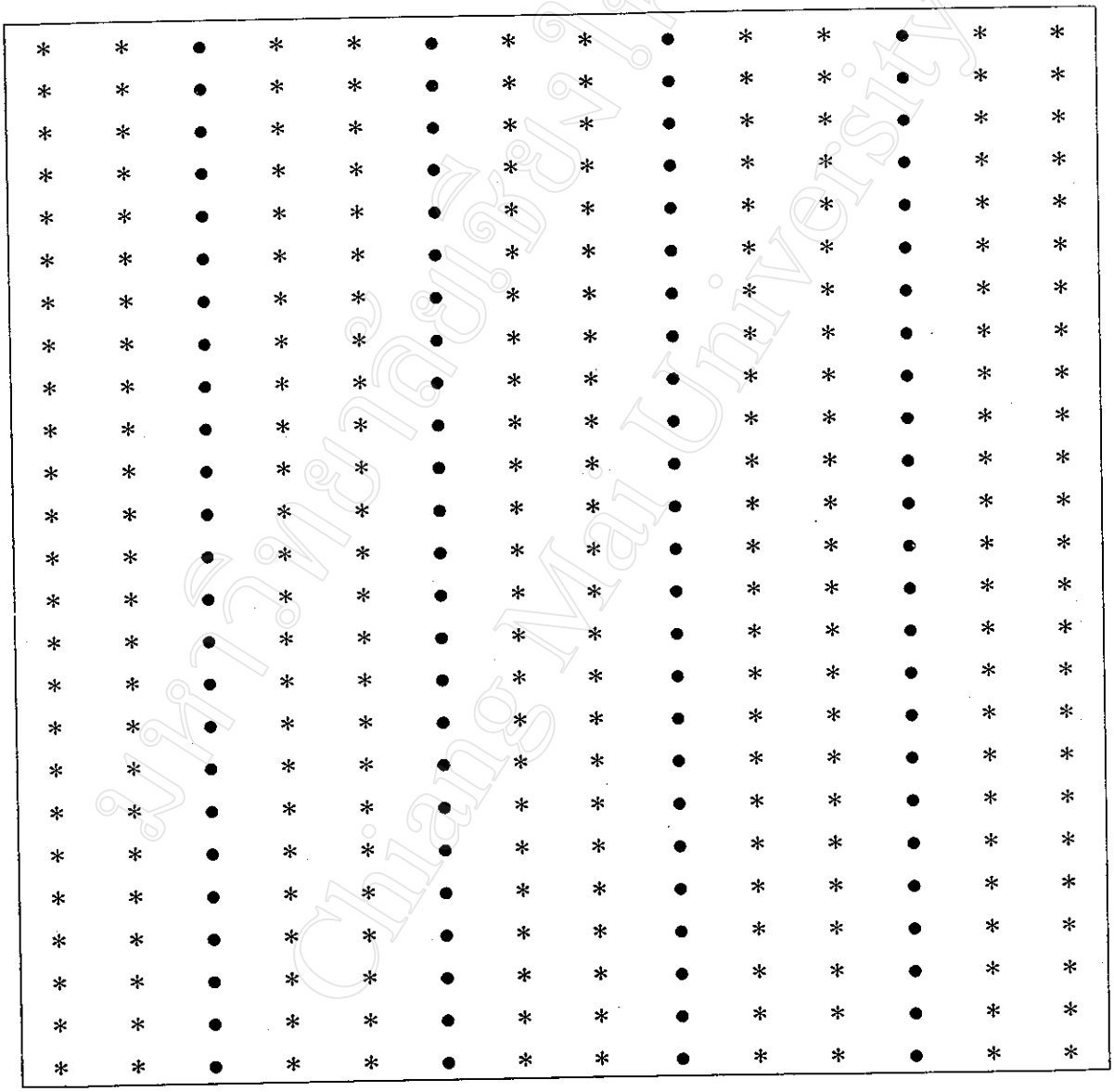
* แทน แถวข้าวโพดหวาน จำนวนประชากรของข้าวโพดหวาน 8,000 ต้น/ไร่

● แทน แถวถั่วเหลืองฝักสด จำนวนประชากรของถั่วเหลืองฝักสด 16,000 ต้น/ไร่

อัตราส่วนประชากรของข้าวโพดหวานต่อถั่วเหลืองฝักสด เท่ากับ 1 : 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพที่ 5 แผนภาพระบบการปลูกพืชแซม รูปแบบที่ 5
การปลูกข้าวโพดหวาน 2 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 1 แถว (CCS)



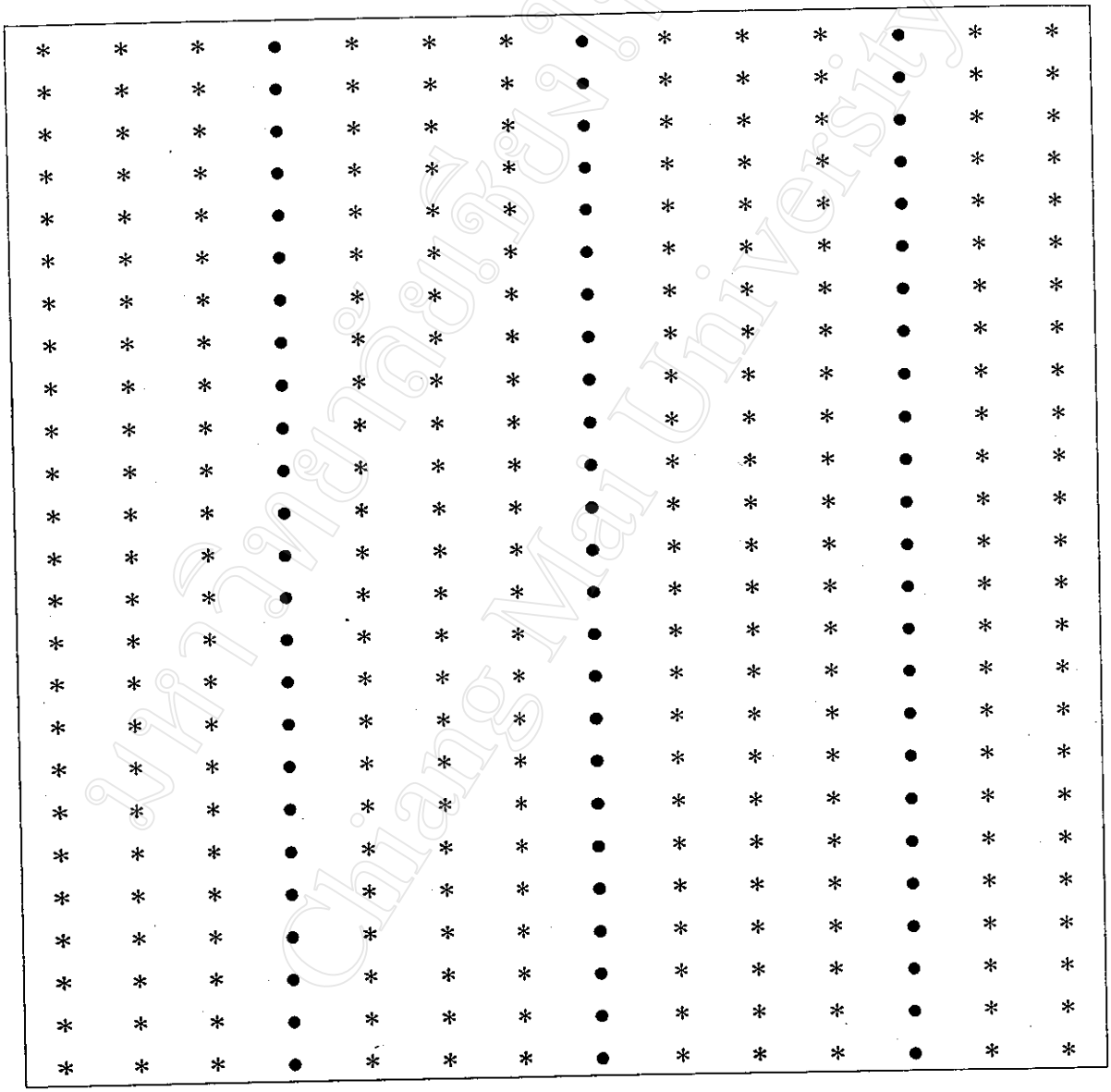
* แทน แถวข้าวโพดหวาน จำนวนประชากรของข้าวโพดหวาน 10,667 ต้น/ไร่

● แทน แถวถั่วเหลืองฝักสด จำนวนประชากรของถั่วเหลืองฝักสด 10,667 ต้น/ไร่

อัตราส่วนประชากรของข้าวโพดหวานต่อถั่วเหลืองฝักสด เท่ากับ 1 : 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพที่ 6 แผนภาพระบบการปลูกพืชแซม รูปแบบที่ 6
การปลูกข้าวโพดหวาน 3 แถว ถั่วเหลืองฝักสด 1 แถว (CCCS)



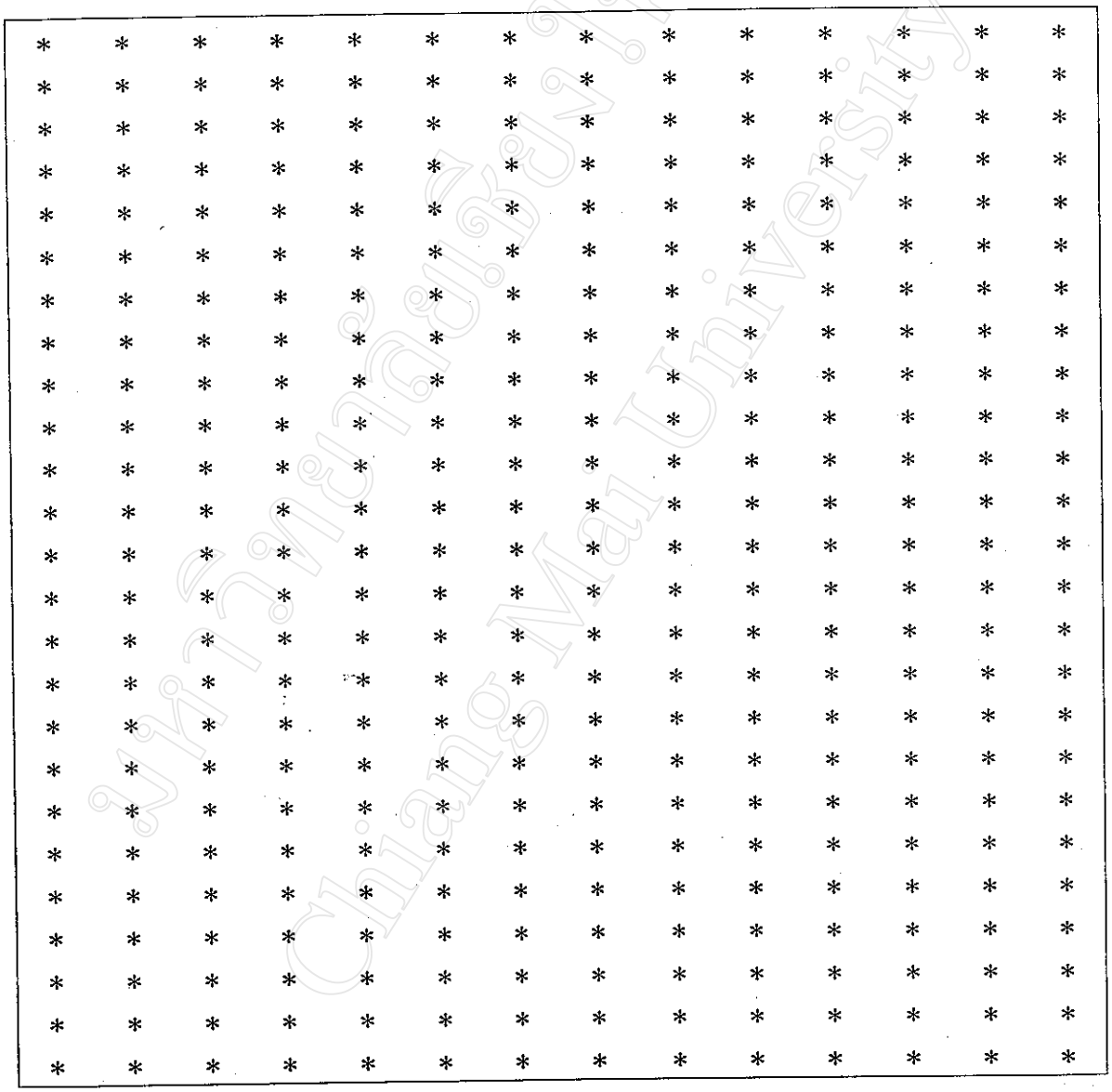
* แทน แถวข้าวโพดหวาน จำนวนประชากรของข้าวโพดหวาน 12,000 ต้น/ไร่

● แทน แถวถั่วเหลืองฝักสด จำนวนประชากรของถั่วเหลืองฝักสด 8,000 ต้น/ไร่

อัตราส่วนประชากรของข้าวโพดหวานต่อถั่วเหลืองฝักสด เท่ากับ 1.5 : 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

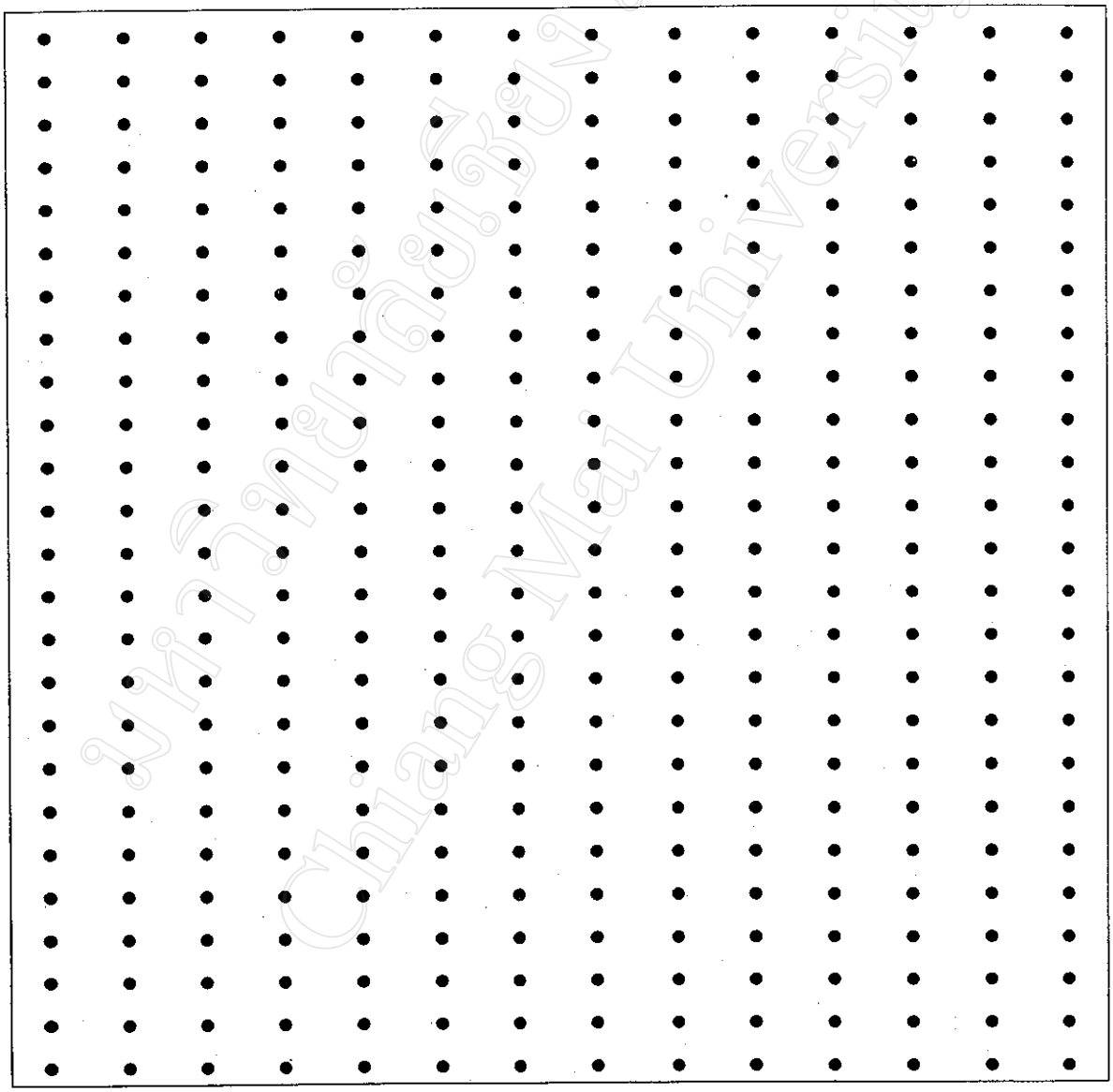
ภาพที่ 7 แผนภาพระบบการปลูกพืช รูปแบบที่ 7
การปลูกข้าวโพดหวานโดยลำพัง (Sole crop : C)



* แทน แถวข้าวโพดหวาน
จำนวนประชากรของข้าวโพดหวาน 16,000 ต้น/ไร่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาพที่ 8 แผนภาพระบบการปลูกพืช รูปแบบที่ 8
การปลูกถั่วเหลืองฝักสดโดยลำพัง (Sole crop : S)



● แทน แถวถั่วเหลืองฝักสด

จำนวนประชากรของถั่วเหลืองฝักสด 32,000 ต้น/ไร่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

3. การเตรียมพื้นที่ปลูก

ก่อนการไถพื้นที่ปลูกและหลังเก็บเกี่ยวพืช ทำการเก็บตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ตรวจสอบความอุดมสมบูรณ์ ไถดะตากดินทิ้งไว้ 7 – 10 วัน หลังจากนั้น หว่านปูนขาวอัตรา 50 กก./ไร่ พร้อมกับไถพรวนพื้นที่ด้วยจอบหมุน เสร็จแล้วจึงยกร่องทำแปลงปลูก การปลูกข้าวโพดหวานและถั่วเหลืองฝักสด ปลูกเป็นหลุมใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 50 ซม. และระยะระหว่างหลุม 20 ซม. ตามรูปแบบการปลูก โดยจัดแถวปลูกพืชไปตามแนวทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกและการปลูกพืชที่ศึกษา จะปลูกถั่วเหลืองฝักสดก่อน หลังจากต้นถั่วเหลืองงอกแล้ว 10 วัน จึงปลูกข้าวโพดหวานตาม ส่วนจำนวนต้นต่อหลุม ปลูกข้าวโพด 1 ต้น ถั่วเหลือง 2 ต้นต่อหลุม การใส่ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลืองฝักสดและข้าวโพดหวาน ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12 กก. N/ไร่ 24 กก. P_2O_5 /ไร่ 12 กก. K_2O/ไร่ แบ่งใส่ 2 ครั้ง คือรองพื้นก่อนปลูกและหลังงอกอายุ 25 – 30 วันพร้อมใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติมอีกอัตรา 11.5 กก.N ต่อไร่ สำหรับการป้องกันกำจัดวัชพืช ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช Alachlor อัตรา 230 กรัมของสารออกฤทธิ์/ไร่ ฉีดพ่นทันทีหลังปลูกพืชเสร็จ และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน ส่วนการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชใช้สารเคมี Carbofuran หว่านหลังปลูก อัตรา 150 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ถ้ามีการระบาดให้ฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลง Monocrotophos ครั้งละ 60 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สำหรับการป้องกันกำจัดโรคก่อนปลูกคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันเชื้อรา เอพรอน 35 อัตรา 3.5 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ 1 กก. และฉีดพ่นด้วยสารเคมีที่เหมาะสม เมื่อมีการระบาดของโรค

4. การบันทึกข้อมูลของถั่วเหลืองฝักสดและข้าวโพดหวาน

4.1 ถั่วเหลืองฝักสด พันธุ์ เชียงใหม่ 1 ทำการบันทึกเก็บข้อมูลในแต่ละช่วงดังนี้

4.1.1 ช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืช

บันทึกข้อมูลความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดพร้อมทั้งเก็บเกี่ยวตัวอย่างต้นถั่วเหลืองฝักสดครั้งแรก เมื่อถั่วเหลืองฝักสดมีอายุได้ 10 วันหลังงอก หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างต่อเนื่องทุก 10 วัน จนถึงวันเก็บเกี่ยว การเก็บตัวอย่างต้นถั่วเหลืองฝักสดนั้นจะเก็บตัวอย่างตามรูปแบบการปลูกพืชดังตารางที่ 1 นำตัวอย่างที่เก็บจากพื้นที่ตามรูปแบบการปลูกพืชแต่ละรูปแบบมาแยกส่วนลำต้นและใบ นำใบไปวัดพื้นที่ใบ ด้วยเครื่องมือวัดพื้นที่ใบ หลังจากนั้นนำส่วนของต้นและใบไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง เสร็จแล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index, LAI) อัตราการเจริญเติบโตของพืช (Crop growth rate, CGR) และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบ (Net assimilation rate, NAR) โดยใช้สูตรตามหลักของ Hunt (1981) ดังนี้

ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI หรือ L) $= \frac{LA}{P}$

เมื่อ LA = พื้นที่ใบรวมเหนือพื้นที่ดินที่เก็บตัวอย่างนั้น ๆ (ซม^2)

P = พื้นที่ดินเก็บตัวอย่าง (ซม^2)

อัตราการเจริญเติบโต (Crop growth rate, CGR) หรือ C_{1-2}

$$\overline{C}_{1-2} = \frac{1}{P} \cdot \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$

เมื่อ W_2 = น้ำหนักแห้ง (กรัม) ที่เวลา T_2 (วัน)

W_1 = น้ำหนักแห้ง (กรัม) ที่เวลา T_1 (วัน)

P = พื้นที่ดินที่เก็บตัวอย่าง (ม^2)

อัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ใบต่อเวลา (NAR) หรือ $\overline{E}_{1-2}$

$$\overline{E}_{1-2} = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \cdot \frac{\log_e L_2 - \log_e L_1}{L_2 - L_1}$$

เมื่อ W_2 = น้ำหนักแห้ง (กรัม)ที่เวลา T_2 (วัน)

W_1 = น้ำหนักแห้ง(กรัม) ที่เวลา T_1 (วัน)

L_2 = พื้นที่ใบ (ม^2) เหนือพื้นที่ดินที่เก็บตัวอย่างที่เวลา T_2 (วัน)

L_1 = พื้นที่ใบ(ม^2) เหนือพื้นที่ดินเก็บตัวอย่างที่เวลา T_1 (วัน)

$\log_e$ = L_N

ตารางที่ 1 พื้นที่เก็บตัวอย่าง พื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตและจำนวนหลุมต่อพื้นที่ของข้าวโพดหวานและถั่วเหลืองฝักสดในระบบพืชแซม และการปลูกโดยลำพัง

รูปแบบการปลูก	พื้นที่การเก็บตัวอย่าง				พื้นที่การเก็บเก็บเกี่ยวผลผลิต			
	ขนาด (ซมXซม.	พื้นที่ ($ม^2$)	จำนวนหลุม ข้าวโพด	จำนวนหลุม ถั่วเหลือง	ขนาด (ซมXซม.	พื้นที่ ($ม^2$)	จำนวนหลุม ข้าวโพด	จำนวนหลุม ถั่วเหลือง
CS	100 X 20	0.2	1	1	2 X2.4	4.8	24	24
CSS	150 X 20	0.3	1	2	3 X2.4	7.2	24	48
CSSS	200 X 20	0.4	1	3	2 X2.4	4.8	12	36
CCS	150 X 20	0.3	2	1	3 X2.4	7.2	48	24
CCSS	200 X 20	0.4	2	2	2 X2.4	4.8	24	24
CCCS	200 X 20	0.4	3	1	2 X2.4	4.8	36	12
C	100 X 20	0.2	2	-	3 X2.4	7.2	72	-
S	100 X 20	0.2	-	2	3 X2.4	7.2	-	72

C = แถวข้าวโพดหวาน 1 แถว S = แถวถั่วเหลืองฝักสด 1 แถว

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

4.1.2 ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตฝักสด

ทำการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสด เมื่อสังเกตุเห็นฝักมีสีเขียวและมีเมล็ดโตเต็มฝักหรืออยู่ในระยะเก็บเกี่ยว (R_6 ตามหลักของ Fehr and Cariness, 1977) ตัดต้นถั่วเหลืองตัวอย่าง นำมาคัดแยกส่วนของฝักออกจากต้น นำฝัก ต้นและใบสด ชั่งหาน้ำหนักสด จากนั้นบันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตได้แก่ จำนวนข้อ/ต้น กิ่ง/ต้น ฝัก/ต้น จากนั้นนำฝักทั้งหมด มาทำการคัดแยกนับจำนวน ฝักที่มี 1 เมล็ด/ฝัก ฝักที่มี 2 เมล็ด/ฝัก ฝักที่มี 3 เมล็ด/ฝัก และจำนวนเมล็ดต่อต้น เสร็จแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักของฝักดีและฝักเสียส่วนผลผลิตถั่วเหลืองได้จากพื้นที่เก็บเกี่ยวตามรูปแบบการปลูกพืช นำมาคัดแยกต้นและใบ ฝักดีและฝักเสีย เช่นเดียวกับตัวอย่าง เสร็จแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักสดต่อพื้นที่เก็บเกี่ยวของแต่ละรูปแบบดังตารางที่ 1

4.2 ข้าวโพดหวาน พันธุ์ซุปเปอร์สวีทคอมโพสิต 1 DMR บันทึกข้อมูลในแต่ละช่วงดังนี้

4.2.1 ช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืช

บันทึกข้อมูลความสูงของข้าวโพดหวานครั้งแรก เมื่อข้าวโพดหวานมีอายุได้ 10 วันหลังงอก และเก็บต่อเนื่องทุก 10 วัน จนถึงวันเก็บเกี่ยว โดยเก็บต้นตัวอย่างตามรูปแบบการปลูกพืชเช่นเดียวกับถั่วเหลืองดังตารางที่ 1 หลังจากนั้น ทำการแยกส่วนต่าง ๆ ใบนำไปวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ หลังจากนั้นนำส่วนต่าง ๆ ไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง นำข้อมูลที่ได้ ไปคำนวณหาค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index, LAI) อัตราการเจริญเติบโตของพืช (Crop growth rate, CGR) และอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ใบ (Net assimilation rate, NAR) โดยใช้สูตรตามหลักของ Hunt (1981) เช่นเดียวกันกับถั่วเหลืองฝักสด

4.2.2 ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน ในพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตดังตารางที่ 1 พบว่า เมื่อสังเกตุดูไหมของข้าวโพดจะมีสีน้ำตาลดำ เปลือกกาบของฝักยังมีสีเขียวอยู่ เมื่อแกะเปลือกหุ้มฝักออก จะเห็นมีเมล็ดอยู่เต็มฝัก ตัดต้นตัวอย่างนำมาคัดแยกส่วนของฝัก ต้นและใบ เสร็จแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักของแต่ละส่วน นำฝักสดตัวอย่างที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาปอกเปลือกออกแล้วนำฝักที่ปอกแล้วชั่งอีกครั้ง เพื่อหาน้ำหนักฝักที่ปอกเปลือก นำฝักดีมาบันทึกข้อมูลความยาวฝัก เส้นผ่าศูนย์กลางฝัก จำนวนแถว/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก หลังจากนั้นนำแต่ละส่วนของข้าวโพดไปอบ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง เสร็จแล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง สำหรับฝัก ต้นและใบ ที่เก็บเกี่ยวจากพื้นที่เก็บเกี่ยวตามรูปแบบการปลูกพืช นำแต่ละส่วนไปชั่งหาน้ำหนักสด ส่วนฝักข้าวโพดที่ดี เมื่อชั่งหาน้ำหนักสดเสร็จแล้ว ให้ทำการปอกเปลือกออกทั้งหมด แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ส่วน

ฝักเสียชั่งหาน้ำหนักทั้งหมดโดยไม่ต้องปอกเปลือก ส่วนต้นข้าวโพดหวานที่เหลือ ดูแลรักษาต่อไปจนเก็บเกี่ยว เพื่อหาดัชนีการเก็บเกี่ยวเช่นเดียวกับถั่วเหลือง

4.3 บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับดัชนีที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของระบบของการปลูกพืช ด้วยวิธีการคำนวณค่าในรูปของ Land equivalent ratio (LER) ตามหลักการของ Mead and Willey (1980) ดังนี้

$$LER = L_i + L_j = (Y_{ij} / Y_{ii}) + (Y_{ji} / Y_{jj})$$

เมื่อ L_i = partial LER ของพืช I = (Y_{ij} / Y_{ii})

L_j = partial LER ของพืช J = (Y_{ji} / Y_{jj})

Y_{ij} = ผลผลิตต่อพื้นที่ของพืช I เมื่อปลูกร่วมกับพืช J

Y_{ii} = ผลผลิตต่อพื้นที่ของพืช I เมื่อปลูกโดยลำพัง

Y_{ji} = ผลผลิตต่อพื้นที่ของพืช J เมื่อปลูกร่วมกับพืช I

Y_{jj} = ผลผลิตต่อพื้นที่ของพืช J เมื่อปลูกโดยลำพัง

4.4 บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการส่องผ่านของแสง ที่ส่องผ่านทรงพุ่มของข้าวโพดหวานลงมาเหนือยอดของถั่วเหลือง (Light transmission ratio, LTR) โดยใช้เครื่องมือวัดแสงแบบ Tube Solarimeter ต่อเข้ากับ Microvolt Integrator จำนวน 2 ชุด ชุดที่ 1 วัดแสงที่ส่องลงมาที่ไม่มีทรงพุ่มของพืชบดบัง ซึ่งถือว่าเป็นแสงที่ส่องลงมาเหนือยอดของต้นข้าวโพดหรือยอดต้นถั่วเหลืองโดยลำพัง ส่วนชุดที่ 2 นำไปวัดแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มข้าวโพดลงมายังเหนือยอดต้นถั่วเหลือง โดยวาง tube solarimeter ไว้เหนือทรงพุ่มถั่วเหลือง อนึ่งการวัดการส่งผ่านของแสงนั้นทำในช่วงเวลา 11.00-12.00 น. หลังจากนั้นนำค่าที่วัดได้จากแสง ณ จุดที่ไม่มีการบดบังแสงของพืชปลูก และค่าที่วัดได้จากแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มของข้าวโพดหวานลงมาเหนือยอดของถั่วเหลืองที่ปลูกแซม ในรูปแบบการปลูกต่างที่ต่างกัน มาคำนวณหาเปอร์เซนต์การส่องผ่านของแสงที่ส่องผ่านทรงพุ่มของข้าวโพดหวานลงมาเหนือยอดของถั่วเหลือง

เปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสง (LTR) = I/I_o) X 100

I = ค่าแสงที่อ่านได้ ณ เหนือยอดของถั่วเหลืองในระบบปลูกพืชแซม

I_o = ค่าแสงที่อ่านได้ ณ จุดที่ไม่มีการบดบังแสงของพืชปลูก