ผลการศึกษาและวิจารณ์

สภาพทั่วไปของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

พื้นที่ที่ทำการศึกษาครั้งนี้อยู่ในเขต อำเภอ หางดงและอำเภอ สันป่าตอง โดยสภาพของแปลงเพาะปลูกมีลักษณะเป็นที่ลุ่ม มีระบบการปลูกพืชที่สำคัญ โดยมีข้าวเป็นพืชหลัก พันธุ์ที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์เหนียวสันป่าตอง และ ก.ข. 6 ซึ่งอาศัยน้ำฝนในช่วงฤดูฝนโดยเตรียมแปลงกล้าในช่วงปลายเดือนมิถุนายน จนถึงต้นเดือน กรกฎาคม และย้ายปลูกเมื่อกล้าอายุ 30 - 45 วัน หลังจากนั้นจะเก็บเกี่ยวประมาณปลายเดือนพฤศจิกายน ถึงต้นเดือนธันวาคม ซึ่งมีผลผลิตประมาณ 620 กิโลกรัมต่อไร่และหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว เกษตรกรจะมีการปลูกถั่วเหลือง โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 95% ของพื้นที่รับน้ำทั้งหมดโดยอาศัยน้ำจากชลประทานแม่แตง

สภาพการปลูกถั่วเหลืองในแปลงเกษตรกรมีความแปรปรวนเป็นไปอย่างสูง สาเหตุประการหนึ่ง อาจจะได้แก่ความไม่สม่ำเสมอของน้ำชลประทานที่ได้รับบริเวณปลายคลองส่งน้ำ โดยจะได้รับน้ำช้าและปริมาณน้อยกว่าในพื้นที่ที่อยู่ต้นคลอง ซึ่งปัญหาของสภาพการให้น้ำจะมีผลต่อความแปรปรวนของลักษณะต่าง ๆ ในแปลงเกษตรกร เช่น ปริมาณวัชพืช การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ตลอดจนการจัดการของเกษตรกร (ช่วงเวลา ในการฉีดยาฆ่าแมลง และวัชพืช) เป็นต้น โดยจะมีผลกระทบต่อความแปรปรวนของผลผลิตถั่วเหลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาพภูมิอากาศ

การกระจายของน้ำฝนในเขต อ.หางดง และ อ.สันป่าตอง ซึ่งได้จากสถานีข้าวสันป่าตองนั้น พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปี (พ.ศ.2449 - 2525) เท่ากับ 925.6 ม.ม ต่อปี โดยในช่วงที่มีการปลูกถั่วเหลือง ประมาณปลายเดือนธันวาคม ถึงปลายเดือนเมษายน มีปริมาณน้ำฝน ประมาณ 45.9 ม.ม ต่อปี ซึ่งจากข้อมูลในปีการเพาะปลูก 2530/2531 นั้น

ปริมาณน้ำฝนไม่มีความแปรปรวนจากรูปแบบของการกระจายน้ำฝนเฉลี่ย 28 ปี มากนัก (รูปที่ 5.) ส่วนอุณหภูมินั้นมีความแตกต่างภายในปีน้อย โดยจะมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน (35.61°C) และต่ำสุดในเดือนธันวาคม (13.14°C) โดยทั้งนี้ในช่วงฤดูปลูกถั่วเหลืองอุณหภูมิไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (รูปที่ 6.)

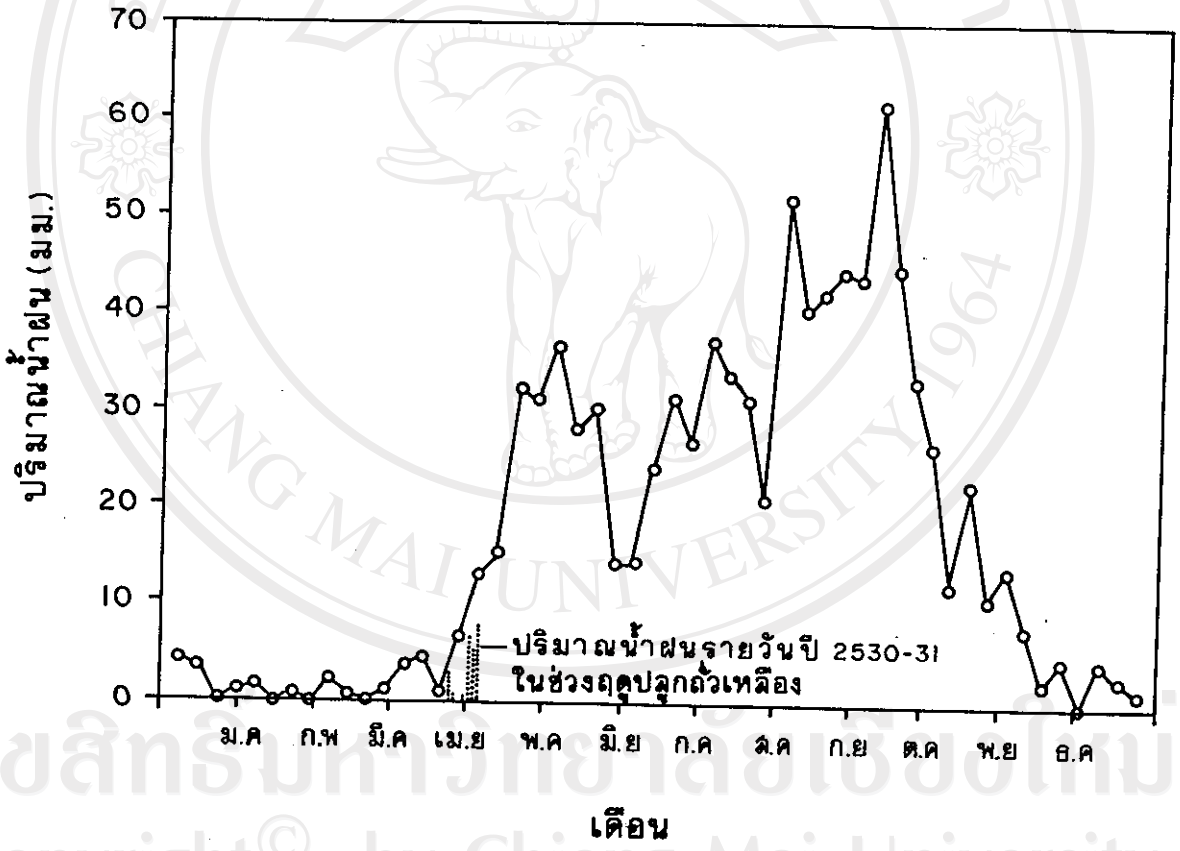
การเขตกรรมของเกษตรกร

จากการสำรวจและสัมภาษณ์แบบไม่ใช้แบบสอบถาม (informal survey) พบว่าเกษตรกรมีการเตรียมแปลงปลูกโดยการขุดร่องรอบแปลงนา เพื่อเป็นทางให้น้ำเข้าสู่แปลงนาได้สะดวก ซึ่งทั้งนี้ถ้าหากแปลงของเกษตรกรใหญ่มากจะมีการแบ่งแปลงเพื่อสะดวกต่อการให้น้ำ หลังจากนั้นจะนำฟางมาคลุมทั่วแปลงแล้วเผาเพื่อปราบวัชพืช

เกษตรกรจะปลูกถั่วเหลืองโดยสภาพแปลงก่อนปลูกถั่วเหลืองจะมี 2 ลักษณะคือ ปลูกถั่วเหลืองในสภาพ "เปียก"ซึ่งเอาน้ำเข้าท่วมแปลงก่อนปลูกถั่วเหลือง 1 วันแล้วจึงปลูกถั่วเหลือง และปลูกถั่วเหลืองในสภาพ "แห้ง" ปลูกเสร็จแล้วจึงเอาน้ำท่วมแปลงปลูก ซึ่งทั้งสองวิธีจะมีการปลูกเป็นหลุมแล้วนำเอาขี้เถ้าผสมปุ๋ยคอกกลบหลุม โดยเกษตรกรจะปลูกถั่วเหลืองในช่วงปลายเดือนธันวาคมจนถึงประมาณกลางเดือนมกราคม และจะเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นประมาณกลางเดือนเมษายน ซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 80 - 140วัน ทั้งนี้จะขึ้นกับพันธุ์ถั่วเหลืองที่เกษตรกรใช้ (ตารางที่ 1) และช่วงเวลาที่เครื่องนวดถั่วเหลืองเข้าไปรับจ้างนวดในพื้นที่ พันธุ์ที่เกษตรกรใช้ปลูกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ สจ.5 โดยคิดเป็น 53% สจ.4 = 19%, สจ.2 =13 %, สจ.1 =6 %, และ OCB, ชม.60, สุโขทัย.1 พันธุ์ละ 3% ส่วนใหญ่จะไม่มีการคลุกเชื้อไรโซเบียมก่อนปลูก

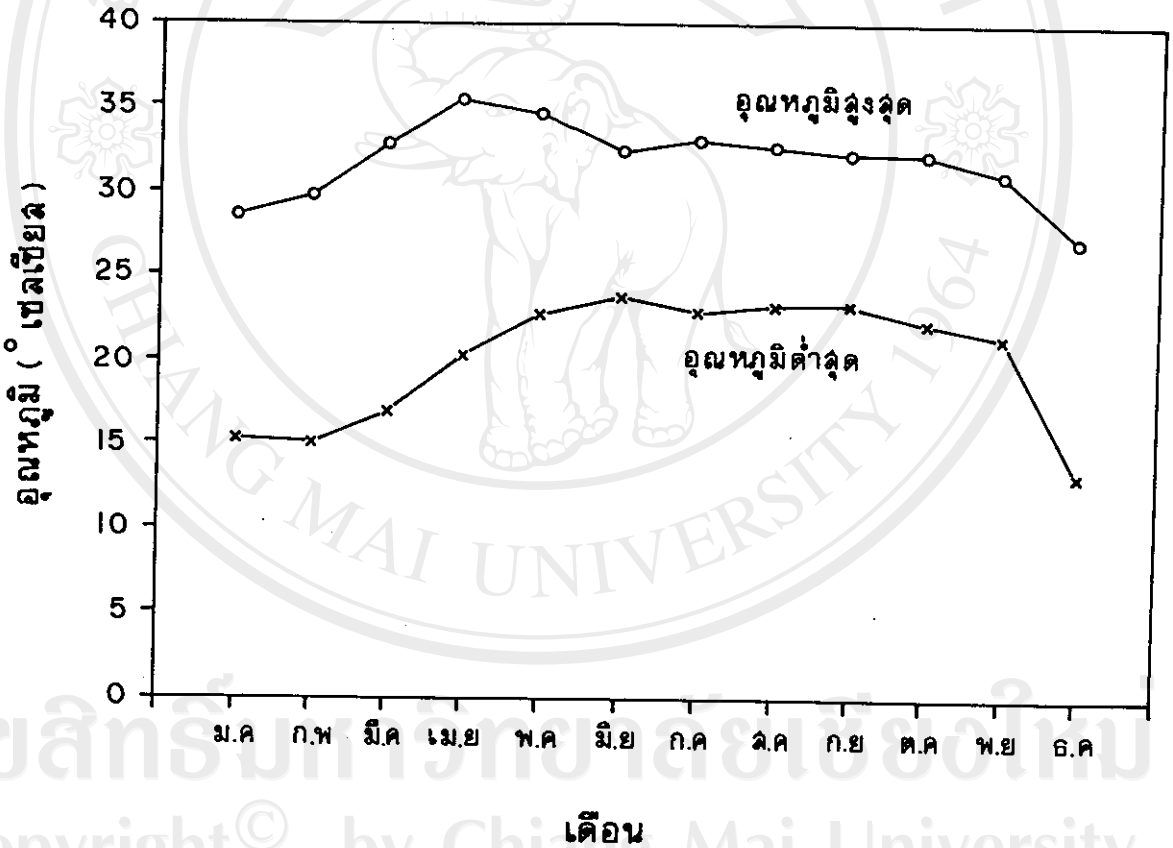
เกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในรูปของปุ๋ยเม็ดโดยพบว่ามีการใช้ปุ๋ยร้อยละ 72 ส่วนใหญ่จะใช้ปุ๋ยเกรด 16-20-0 โดยใช้ผสมกับปุ๋ยคอกใส่แบบหยอดเป็นหลุมในช่วงหลังจากปลูกประมาณ 1 เดือน และมีการใช้ปุ๋ยทางใบเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะธาตุอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 5 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 28 ปี รายสัปดาห์ของ
สถานีข้าวสันป่าตอง (2449-2525)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 6. อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดรายเดือนของ
สถานีข้าวสันป่าตองปี 2530

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 การเขตกรรมของเกษตรกรในแปลงทดลองปีการเพาะปลูก 2530/31

แปลงที่	วันปลูก	วิธีปลูก	พันธุ์	วันเก็บเกี่ยว	ปุ๋ : $N-P_2O_5-K_2O$ (กก./ไร่)	ยาปราบวัชพืช	จำนวนการฉีดยาฆ่าแมลง	ผลผลิต (กก./ไร่)	หมายเหตุ
1	6 ม.ค	เปียก	สจ.4	18 เม.ย	15-15-15 : 2.4-2.4-2.4	Fluzifob-butyl	3	306.7	
2	31 ธ.ค	แห้ง	สข.1	12 เม.ย	16-20-0 : 1.3-1.7-0	Fluzifob-butyl	3	272.9	
3	4 ม.ค	เปียก	สจ.4	12 เม.ย	ปุ๋ยคอก : 1.4-1.2-1.3	Fluzifob-butyl	3	161.1	
4	3 ม.ค	เปียก	สจ.5	12 เม.ย	16-20-0 : 2.4-3-0	Fluzifob-butyl	3	265.6	
5	5 ม.ค	เปียก	สจ.5	28 เม.ย	16-20-0 : 2-2.5-0	-	3	60.7	ต้นล้ม
6	6 ม.ค	เปียก	สจ.2	28 เม.ย	16-20-0 : 1.6-2.0-0	Fluzifob-butyl	2	82.1	
7	31 ธ.ค	เปียก	สจ.5	9 เม.ย	16-20-0 : 3.8-4.8-0	-	3	185.0	ต้นล้ม
8	30 ธ.ค	แห้ง	สจ.5	3 เม.ย	16-20-0 : 1.6-2.0-0	-	4	113.1	หนูทำลาย
9	30 ธ.ค	เปียก	สจ.4	14 เม.ย	16-20-0 : 2.0-2.5-0	Fluzifob-butyl	5	242.1	
10	6 ม.ค	เปียก	สจ.4	14 เม.ย	16-20-0 : 2.0-2.5-0	Fluzifob-butyl	5	251.5	
11	1 ม.ค	เปียก	สจ.5	3 เม.ย	16-20-0 : 4.8-6.0-0	-	5	213.6	
12	4 ม.ค	เปียก	สจ.5	7 เม.ย	13-13-21 : 1.1-1.1-1.7	-	2	316.5	ต้นล้ม
13	31 ธ.ค	เปียก	สจ.5	3 เม.ย	ปุ๋ยคอก : 2.1-1.8-1.9	-	3	261.1	ต้นล้ม
14	31 ธ.ค	เปียก	สจ.5	3 เม.ย	ปุ๋ยคอก : 1.2-1.1-1.1	-	3	215.9	
15	30 ธ.ค	เปียก	สจ.5	3 เม.ย	ปุ๋ยคอก : 3.1-2.6-2.8	-	3	395.5	
16	3 ม.ค	เปียก	สจ.5	7 เม.ย	ปุ๋ยคอก : 1.8-0.9-9.1 Urea	-	3	272.7	
17	25 ธ.ค	เปียก	สจ.5	25 มี.ค	16-20-0 : 5.0-1.6-0 Urea	-	2	206.2	

ตารางที่ 1 การเขตกรรมของเกษตรกรในแปลงทดลองปีการเพาะปลูก 2530/31 (ต่อ)

แปลงที่	วันปลูก	วิธีปลูก	พันธุ์	วันเก็บเกี่ยว	ปุ๋ย : $N-P_2O_5-K_2O$ (กก./ไร่)	ยาปราบวัชพืช	จำนวนการฉีดยาฆ่าแมลง	ผลผลิต (กก./ไร่)	หมายเหตุ
18	5 ม.ค	เปียก	สจ.2	4 เม.ย	16-20-0 : 5.0-1.6-0	-	3	173.8	
19	5 ม.ค	แห้ง	สจ.5	4 เม.ย	16-20-0 : 2.7-3.4-0 Urea	-	4	173.8	ต้นล้ม
20	6 ม.ค	เปียก	OCB	25 มี.ค	13-13-21 :4.4-2.3-2.1 16-20-0	-	2	122.8	
21	5 ม.ค	เปียก	สจ.5	9 เม.ย	13-13-21 : 1.3-1.3-2.1	-	4	211.5	
22	5 ม.ค	เปียก	สจ.5	14 เม.ย	ปุ๋ยคอก : 1.8-0.9-1	-	3	209.7	
23	5 ม.ค	เปียก	สจ.5	5 เม.ย	-	-	3	169.3	
24	4 ม.ค	เปียก	สจ.1	8 เม.ย	13-13-21 : 1.6-1.6-2.5	-	4	242.4	
25	5 ม.ค	เปียก	สจ.4	14 เม.ย	16-20-0 : 3.4-4.3-3.0	-	4	172.5	
26	5 ม.ค	แห้ง	สจ.5	4 เม.ย	16-20-0 : 1.3-1.7-0	-	2	121.2	
27	10 ม.ค	เปียก	สจ.4	18 เม.ย	-	-	3	267.6	
28	28 ม.ค	แห้ง	สจ.2	4 เม.ย	-	Paraquat	3	281.4	
29	5 ม.ค	เปียก	ชม.60	12 เม.ย	16-20-01 : 2.7-3.4-0	Paraquat	3	236.4	
30	7 ม.ค	เปียก	สจ.5	10 เม.ย	16-20-0 : 4.0-5.0-0	Fluzifob-butyl	3	269.0	
31	5 ม.ค	แห้ง	สจ.4	9 เม.ย	16-20-0 : 2.7-3.3-0	-	3	226.8	
32	16 ม.ค	แห้ง	สจ.5	21 เม.ย	16-20-0 : 1.9-2.4-0	Fluzifob-butyl	2	22.7	

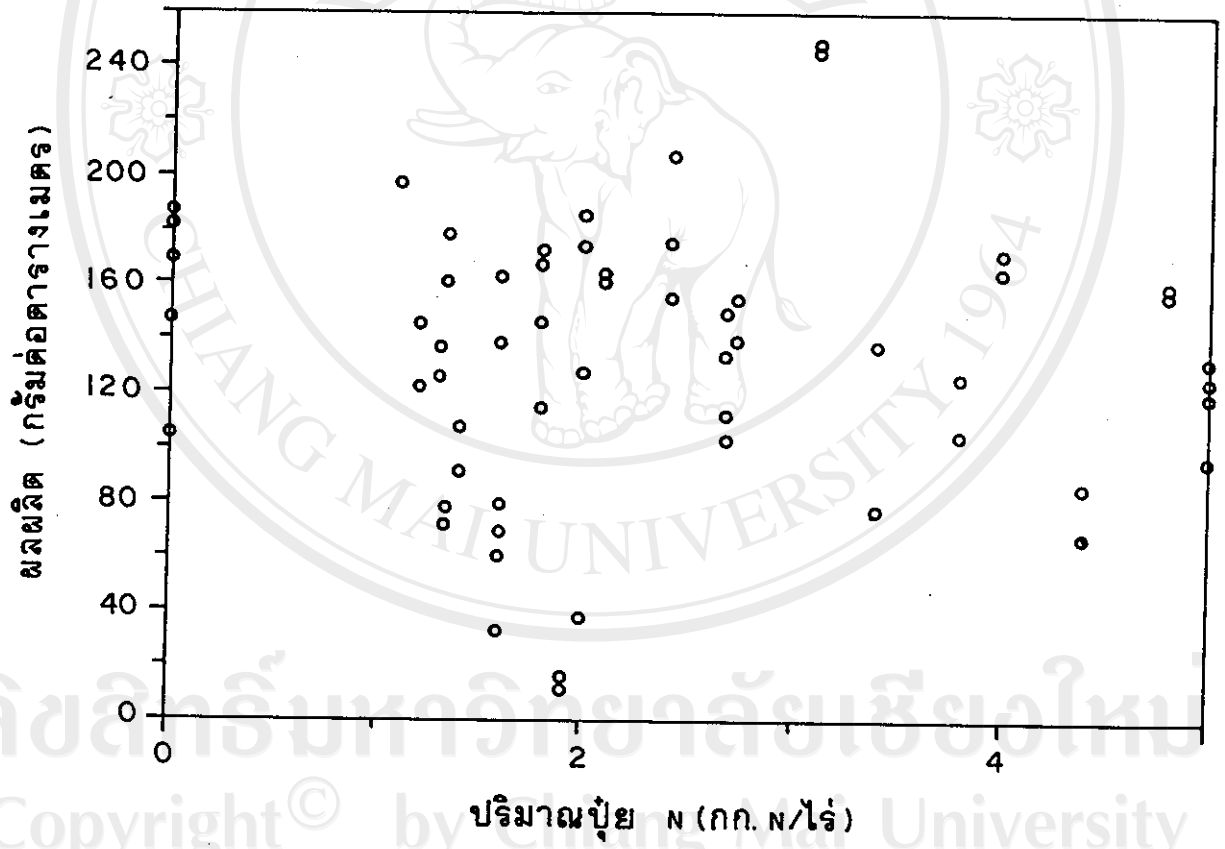
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจน ส่วนปุ๋ยเกรด 13-13-21 และ 15-15-15 มีใช้น้อยมากโดยคิดเป็นร้อยละ 16 อัตราปุ๋ยที่เกษตรกรใช้อยู่ในช่วง 1.3 - 4.8 กก. N/ไร่, 0 - 6.0 กก. P_2O_5/ไร่ และ 0 - 2.5 กก. K_2O/ไร่

เกษตรกรที่ทำการสำรวจมีการใช้สารเคมีปราบวัชพืชน้อยมาก ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 31 โดยส่วนใหญ่จะใช้ Fluzifob-butyl ซึ่งมี 8 ราย คิดเป็นร้อยละ 25 และใช้ Paraquat 2 ราย เกษตรกรใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงทุกราย ซึ่งสารเคมีที่ใช้ได้จากตลาดในอำเภอ และสหกรณ์หางดง จำนวนครั้งในการฉีดยาฆ่าแมลงมีตั้งแต่ 2 - 5 ครั้งต่อฤดูปลูก ทั้งนี้จะขึ้นกับจำนวนแมลงที่เกิดขึ้นโดยการสังเกตุของเกษตรกรเอง

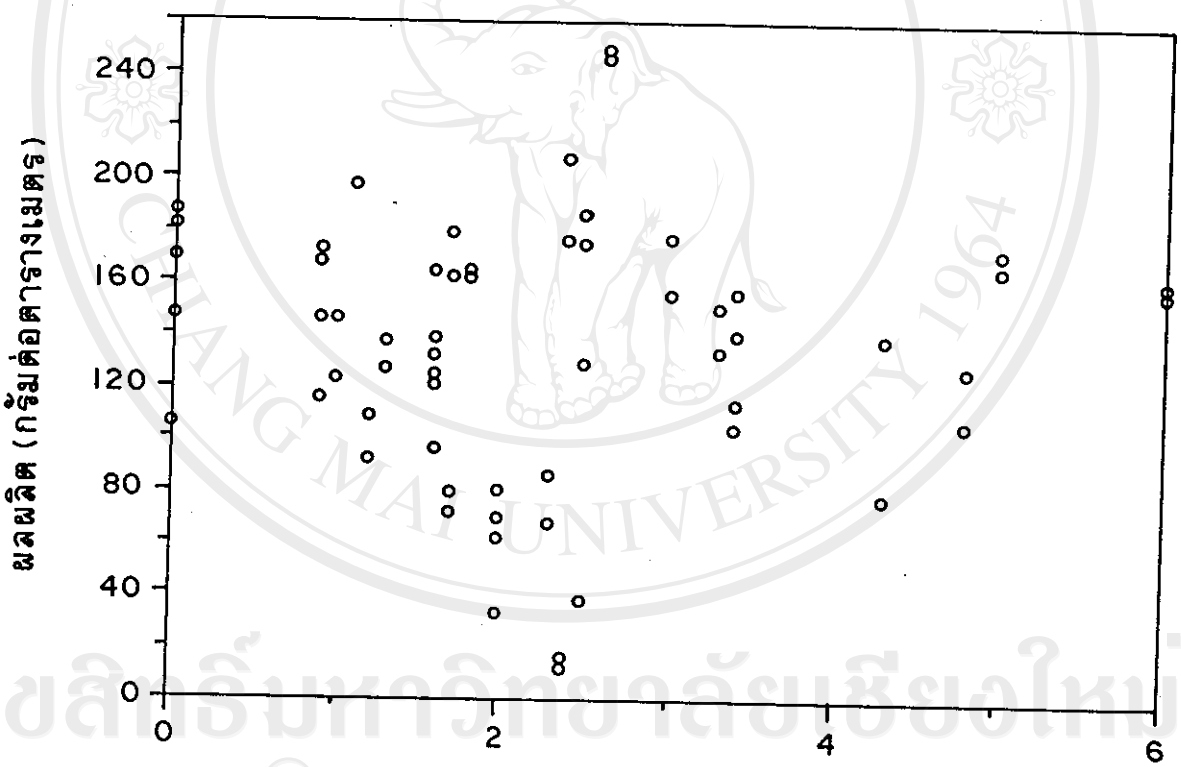
จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองในแปลงตัวอย่างจากพื้นที่ 10 ตารางเมตร ผลผลิตถั่วเหลืองจะอยู่ระหว่าง 20 - 397 กิโลกรัมต่อไร่ โดยค่าเฉลี่ยของผลผลิตเท่ากับ 212 กิโลกรัมต่อไร่ และค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 81 ซึ่งเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับการเขตกรรมของเกษตรกร และสภาพแวดล้อมทางชีวภาพจากการสำรวจและสัมภาษณ์พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับปริมาณปุ๋ยที่ใส่ (รูปที่ 7. รูปที่ 8. และรูปที่ 9.) ปริมาณวัชพืชในช่วง 5 สัปดาห์แรกหลังปลูก (รูปที่ 10.) และจำนวนครั้งที่ฉีดยาฆ่าแมลง ถึงแม้ว่าได้มีการรายงานว่า วัชพืช ปุ๋ยและแมลงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตถั่วเหลืองในแปลงเกษตรกร (ศักดิ์ดา และ กนก 2525.) การศึกษาผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมทางด้านกายภาพ และชีวภาพต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตจึงควรพิจารณาปัจจัยจำกัดต่างๆ ต่อการเพิ่มขึ้นขององค์ประกอบผลผลิตในระยะการพัฒนาการเจริญเติบโตต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้วิเคราะห์ผลได้ชัดเจนยิ่งขึ้นกว่าการพิจารณาเฉพาะผลผลิต ซึ่งทั้งนี้การศึกษาถึงปริมาณธาตุอาหารในแปลงเกษตรกรไม่เป็นตัวบ่งชี้ที่ชัดเจนต่อผลผลิตของถั่วเหลือง โดยอาจจะเป็นผลมาจากความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารขึ้นสู่ต้นพืช ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งผลมีต่อการพัฒนาการเจริญเติบโตในระยะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองเป็นสัดส่วนต่างๆ กัน ฉะนั้นการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในใบพืช ซึ่งเป็นตัวที่บ่งชี้ต่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



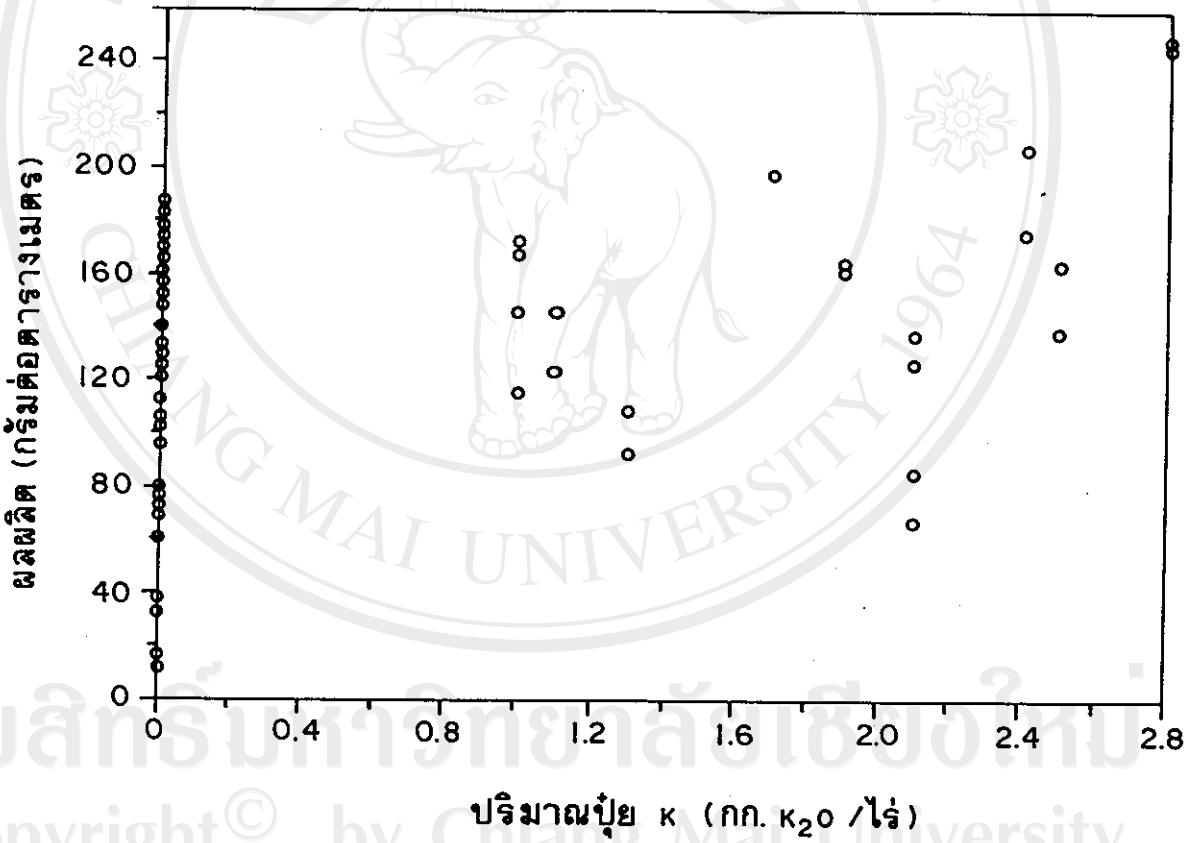
รูปที่ 7. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปุ๋ย N ที่ใส่โดยเกษตรกรกับผลผลิตถั่วเหลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



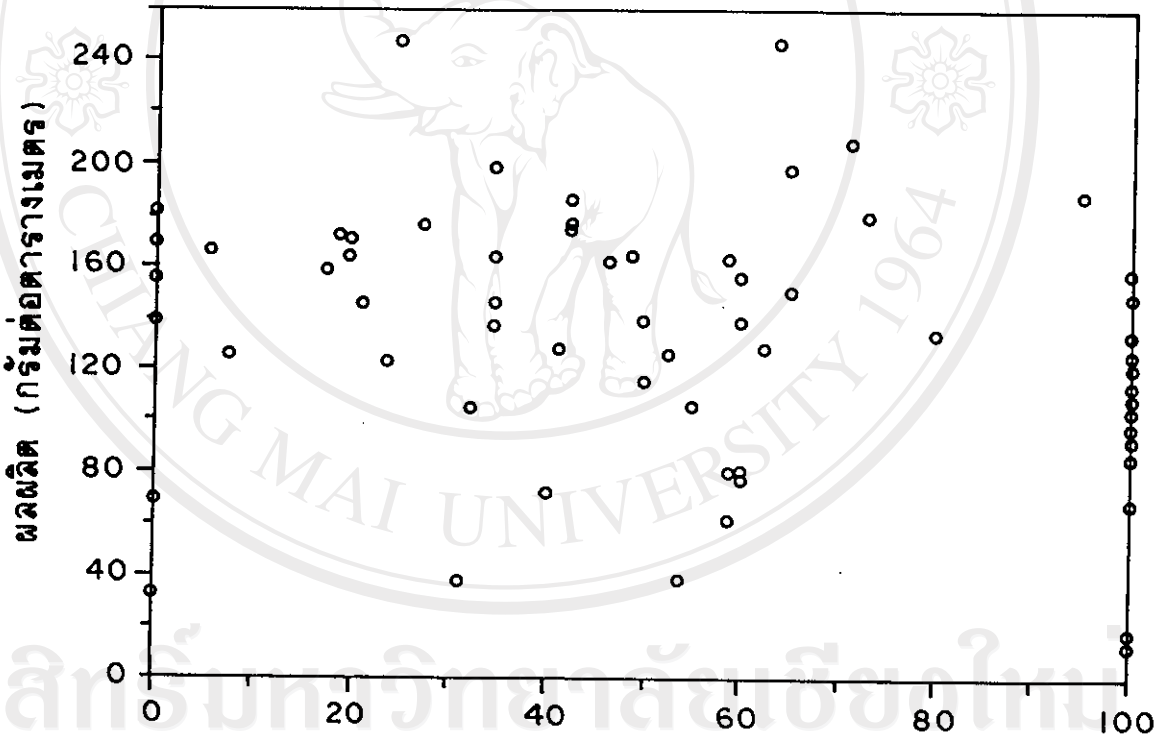
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปุ๋ย P ที่ใส่โดยเกษตรกรกับผลผลิตถั่วเหลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 9. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปุ๋ย K ที่ใส่โดยเกษตรกรกับผลผลิตถั่วเหลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 10. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวัชพืชในสัปดาห์ที่ 5 หลังปลูกพืชกับผลผลิตถั่วเหลือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลผลิต และ องค์ประกอบผลผลิต

จากการศึกษาถึงผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตในแปลงเกษตรกร (ตารางที่ 2) พบว่า ถั่วเหลืองมีผลผลิตอยู่ในช่วง 12 - 248 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 133 กรัมต่อตารางเมตร และสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of variation) เท่ากับ 38.4% ซึ่งผลผลิตในแปลงเกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 100 - 200 กรัมต่อตารางเมตร ความแปรปรวนของผลผลิตเกิดขึ้นเนื่องจากองค์ประกอบของผลผลิตต่าง ๆ โดยจำนวนฝักต่อตารางเมตรมีค่าสัมประสิทธิความแปรปรวนรองมาจากผลผลิตต่อตารางเมตร คือมีค่าเท่ากับ 35.6% จำนวนฝักต่อตารางเมตรแปรปรวนอยู่ในช่วง 191 - 1,400 ฝัก ซึ่งทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของจำนวนฝักต่อตารางเมตรจะมีผลเนื่องจากจำนวนฝักต่อข้อและจำนวนข้อต่อตารางเมตร จำนวนข้อต่อตารางเมตรมีค่าอยู่ในช่วง 205 - 870 ข้อต่อตารางเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองในแปลงเกษตรกรจะอยู่ในช่วง 8 - 19 กรัม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14 กรัม และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเท่ากับ 16.8% น้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลือง เป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักถั่วเหลือง ส่วนจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรจะมีค่าอยู่ในช่วง 948 - 1,560 เมล็ดต่อตารางเมตร และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนใกล้เคียงกับจำนวนข้อต่อตารางเมตร และจำนวนต้นต่อตารางเมตร ซึ่งจะมีผลกระทบต่อผลผลิตของถั่วเหลืองลดน้อยลงตามลำดับ

แหล่งความแปรปรวนของผลผลิต

องค์ประกอบของผลผลิตในรูปของน้ำหนักเมล็ดต่อตารางเมตร ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร และ น้ำหนักหนึ่งเมล็ดของถั่วเหลือง ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (2)

เมื่อเขียนกราฟ scatter plot ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรกับผลผลิตต่อตารางเมตร (รูปที่ 11) พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวอยู่มาก และขณะเดียวกันได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2. ค่าสถิติของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองที่บันทึกได้จากแปลงตัวอย่าง

	จำนวนต้น ตร.ม.	จำนวนข้อ ตร.ม.	จำนวนฝัก ตร.ม.	จำนวนเมล็ด ตร.ม.	ผลผลิต (กรัม/ตร.ม.)	น.น. 100 เมล็ด(กรัม)
ค่าสูงสุด	75.6	869.7	1400.0	1559.0	248.1	18.8
ค่าต่ำสุด	13.0	205.4	190.9	146.8	12.0	8.2
ค่าเฉลี่ย	42.0	449.0	728.0	948.4	132.5	13.7
ค่าความคลาดเคลื่อน	14.4	151.6	259.3	319.9	50.9	2.3
สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%)	33.6	33.8	35.6	33.7	38.4	16.8

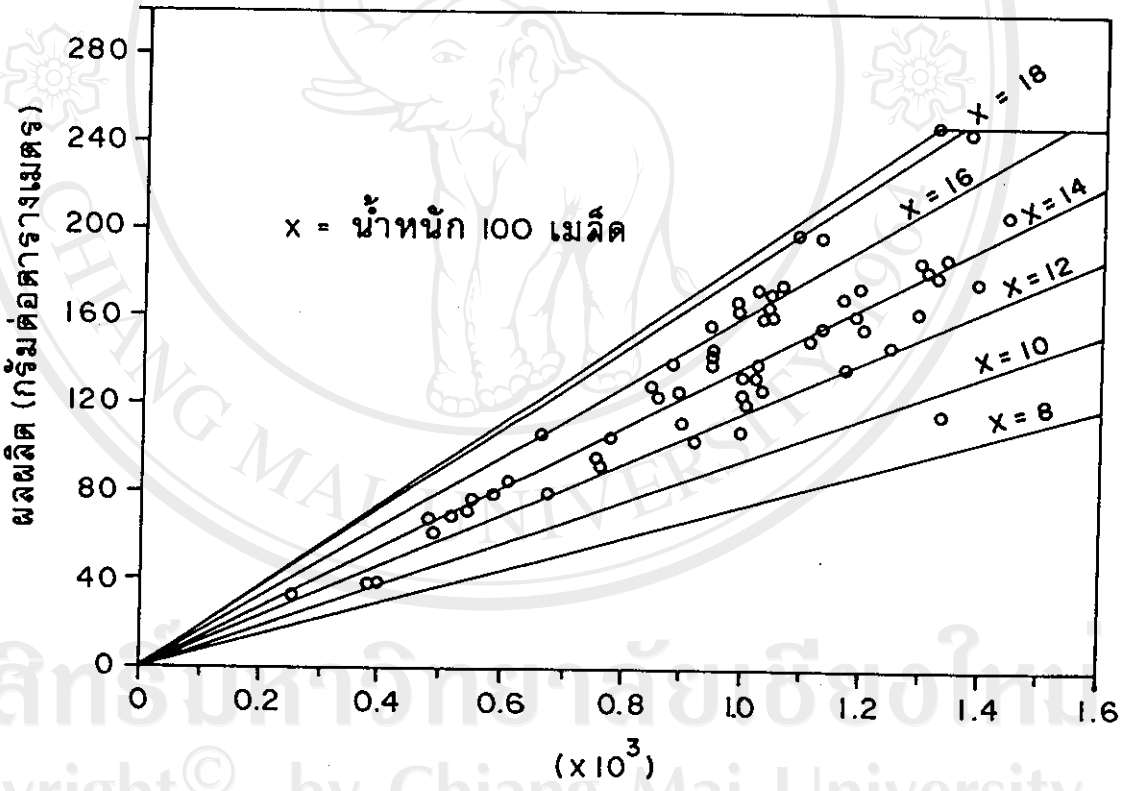
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำการสร้างเส้นพรมแดนของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร (รูปที่ 11) พบว่าผลผลิตของถั่วเหลืองสูงสุดที่เป็นไปได้ในแปลงเกษตรกรจะเท่ากับ 248 กรัมต่อตารางเมตร และถ้าสร้างเส้นความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเมล็ดต่อตารางเมตรและจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรที่ระดับน้ำหนัก 100 เมล็ดในช่วงต่าง ๆ กันบนรูปที่ 11. พบว่า 10% ของตัวอย่างจะอยู่ในระดับที่ช่วงของน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 8 -10 กรัม (ตารางที่ 3) และ 8, 40, 25, 14 และ 3% ของตัวอย่างจะอยู่ในที่ช่วงน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 10 - 12, 12 - 14, 14 - 16, 16 - 18 และ >18 กรัม ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า 45, 45 - 35, 35 - 25, 25 - 15 และ น้อยกว่า 5% ตามลำดับจากเส้นพรมแดนที่ระดับจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรหนึ่ง ๆ ส่วนใหญ่แล้วระดับการลดลงของผลผลิตที่เนื่องจากน้ำหนัก 100 เมล็ดจะอยู่ในช่วง 12 - 14 กรัม โดยที่ระดับเหมาะสมของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรในแปลงเกษตรกรจะอยู่ในช่วงประมาณ 1,300 เมล็ดต่อตารางเมตร (รูปที่ 11)

จากความสัมพันธ์จะบอกได้ว่า ความแปรปรวนของผลผลิตเกิดขึ้นจากสาเหตุ 2 ประการ คือ ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร และความแปรปรวนเนื่องจากขนาดของเมล็ด เนื่องจาก 97% ของตัวอย่างมีผลผลิตอยู่ในระดับที่ลดลงกว่าผลผลิตสูงสุดในแต่ละระดับของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรมากกว่า 5% และจากการหาความสัมพันธ์ของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรกับน้ำหนัก 100 เมล็ด (รูปที่ 12.) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน แสดงให้เห็นได้ว่าจะไม่มีการแก่งแย่งทางด้านการใช้อาหารสังเคราะห์(Photosynthate) ระหว่างการสร้างจำนวนเมล็ดกับน้ำหนักของเมล็ดดังนั้นการลดลงของน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองจะมีผลมาจากปัจจัยทางด้านชีวภาพและกายภาพของสภาพแวดล้อมในแปลงที่ไม่เหมาะสม

การศึกษาถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบผลผลิตในระยะนี้บ่งว่า น้ำหนักของเมล็ดถั่วเหลืองมีผลต่อความแปรปรวนของผลผลิต สมควรที่จะวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่จำกัดต่อน้ำหนักของเมล็ดต่อไป จากการศึกษาถึงข้อมูลในแปลงตัวอย่างเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์วิธี multiple regression ซึ่งทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



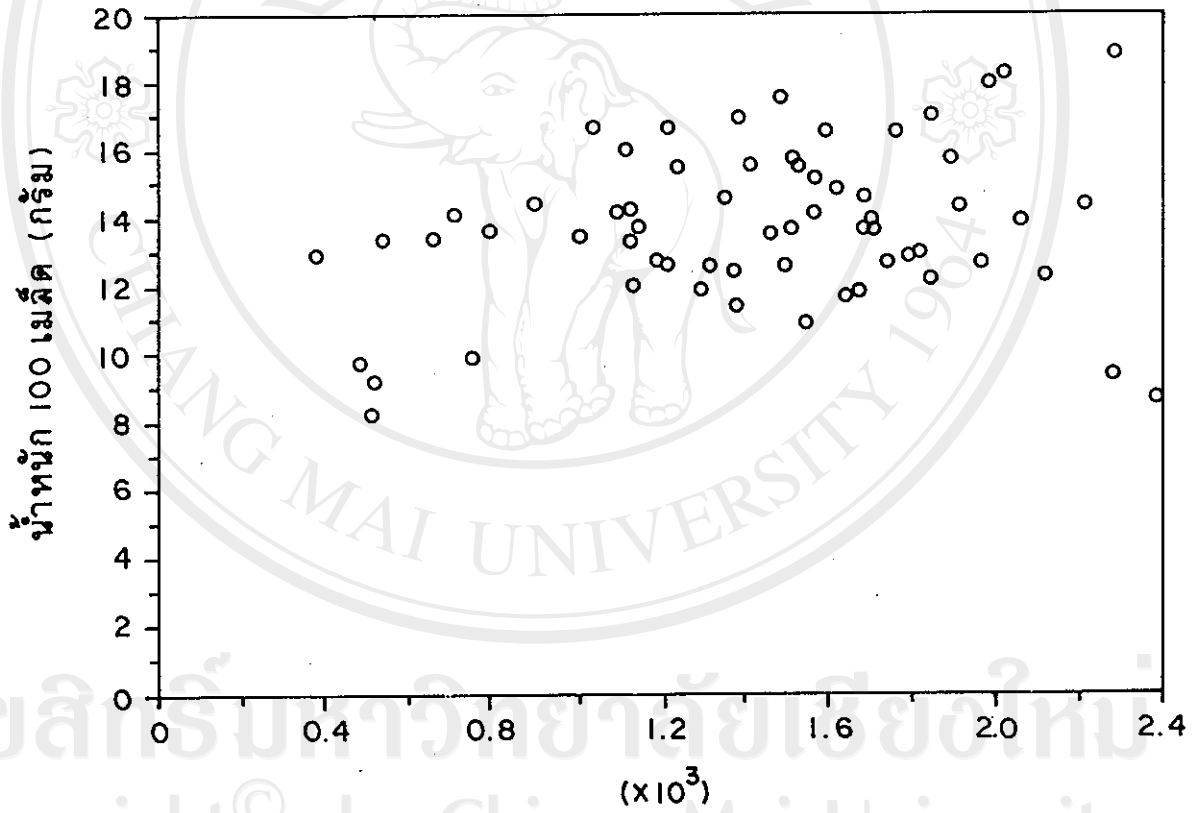
รูปที่ 11. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร กับผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3. เปอร์เซนต์ของแปลงตัวอย่างที่มีระดับการลดลงของผลผลิตต่าง ๆ เนื่องจากน้ำหนัก 100 เมล็ดในช่วงต่าง ๆ กัน

ช่วงของน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	ช่วงของผลผลิตต่อตารางเมตรที่ลดลงจากเส้นพรมแดน(%)	จำนวนตัวอย่าง (%)
> 18	0 - 5	3
16 - 18	5 - 15	14
14 - 16	10 - 25	25
12 - 14	25 - 35	40
10 - 12	35 - 45	8
8 - 10	> 45	10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 12. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร กับน้ำหนัก 100 เมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การแปลงข้อมูล (transformation) ความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยให้อยู่ในรูปที่เหมาะสม พบว่าค่าดัชนีการขาดน้ำ และปริมาณวัชพืชมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ส่วนปริมาณธาตุอาหาร N, P และ K ในพืชจะมีความสัมพันธ์ในฟังก์ชั่นชนิด logarithimic จากการวิเคราะห์นี้ได้ทำการแบ่งพันธุ์ของถั่วเหลืองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ สจ.5, สจ.4 และ สจ.1 กับ สจ.2 เนื่องจากมีความแตกต่างของลักษณะประจำพันธุ์ถั่วเหลืองซึ่งทำให้เกิดแปรปรวนระหว่างพันธุ์ต่อปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในแปลงเกษตรกรมาก ผลของความสัมพันธ์พบว่าในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ค่าดัชนีการขาดน้ำ (crop water stress index) ในช่วงพัฒนาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองระยะเริ่มติดเมล็ด(R6) และปริมาณฟอสฟอรัสในใบพืช สามารถอธิบายการแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดที่ความเชื่อมั่น 97% และ 95% ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient)ในตารางนี้แสดงให้เห็นว่า ถ้าค่าดัชนีการขาดน้ำระยะ R6 เพิ่มขึ้น 1 หน่วย น้ำหนัก 100 เมล็ดจะลดลง 2.98 กรัม แต่ถ้าปริมาณฟอสฟอรัสในใบเพิ่มขึ้น 1 % น้ำหนัก 100 เมล็ดจะเพิ่มขึ้น 1.0 กรัม ในทำนองเดียวกันปริมาณฟอสฟอรัสในใบพืชมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 ในระดับความเชื่อมั่น 98% โดยการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในใบพืช 1% ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดเพิ่มขึ้น 1.27 กรัม (ตารางที่ 5) ส่วนพันธุ์ สจ.1 และ สจ.2 นั้นปัจจัยจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมในแปลงเกษตรกร ไม่มีผลต่อความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง (ตารางที่ 6)

จากข้อมูลที่สำรวจในแปลงเกษตรกรพบว่า ปริมาณ P ในใบพืชในระยะถั่วเหลืองเริ่มออกดอกมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในการสร้างน้ำหนักเมล็ด ซึ่ง 56% ของแปลงตัวอย่างมีระดับของ P ในใบพืชต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณ P ในดินแปลงตัวอย่างมีค่าต่ำ (ภาคผนวกตารางที่ 3.) ส่วนปริมาณการใช้น้ำของถั่วเหลืองจะมีผลต่อน้ำหนักเมล็ดเช่นกัน โดยในระยะเริ่มสร้างเมล็ดนี้มีปัญหาของการขาดน้ำ เนื่องจากน้ำที่ได้จากชลประทานไม่เพียงพอในพื้นที่เพาะปลูกโดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ปลายคลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก 100 เมล็ดกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในแปลงเกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5

PREDICTOR VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	P
ค่าคงที่	25.179	10.845	0.03
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R4	-1.429	1.346	0.30
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R5	-3.817	2.194	0.09
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R6	-2.978	1.319	0.03
ปริมาณวัชพืชช่วงสัปดาห์ที่ 5	-0.005	0.017	0.78
ปริมาณวัชพืชที่ระยะเก็บเกี่ยว	-0.003	-0.006	0.66
การล้มของต้น	0.609	0.856	0.48
ปริมาณ N ในใบพืช	-8.606	11.246	0.45
ปริมาณ P ในใบพืช	9.987	4.878	0.05
ปริมาณ K ในใบพืช	7.232	8.037	0.38

ADJUSTED R^2 = 0.48

R^2 = 0.62

RESID. MEAN SQUARE = 4.45

NO.OF SAMPLE = 35

PROBABILITY = 0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก 100 เมล็ดกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในแปลงเกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4

PREDICTOR VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	P
ค่าคงที่	29.965	12.752	0.07
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R4	-6.469	2.765	0.07
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R5	-0.227	1.502	0.86
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R6	-0.194	1.570	0.91
ปริมาณวัชพืชช่วงสัปดาห์ที่ 5	-0.033	0.006	0.68
ปริมาณวัชพืชที่ระยะเก็บเกี่ยว	0.003	0.033	0.37
ปริมาณ N ในใบพืช	-1.777	15.604	0.91
ปริมาณ P ในใบพืช	12.556	4.013	0.03
ปริมาณ K ในใบพืช	-19.805	9.042	0.08

ADJUSTED R^2	=	0.76
R^2	=	0.91
RESID. MEAN SQUARE	=	0.56
NO.OF SAMPLE	=	14
PROBABILITY	=	0.03

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก 100 เมล็ดกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในแปลงเกษตรกรที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.1 และ สจ.2

PREDICTOR VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	P
ค่าคงที่	-3.656	7.519	0.67
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R5	1.133	0.645	0.22
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R6	1.425	0.940	0.27
ปริมาณวัชพืชช่วงสัปดาห์ที่ 5	0.002	0.017	0.91
ปริมาณวัชพืชที่ระยะเก็บเกี่ยว	0.002	0.009	0.85
ปริมาณ N ในใบพืช	12.765	4.937	0.12
ปริมาณ P ในใบพืช	-8.769	5.405	0.25
ปริมาณ K ในใบพืช	8.082	4.751	0.23

ADJUSTED R^2 = 0.70

R^2 = 0.93

RESID. MEAN SQUARE = 0.16

NO.OF SAMPLE = 10

PROBABILITY = 0.22

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

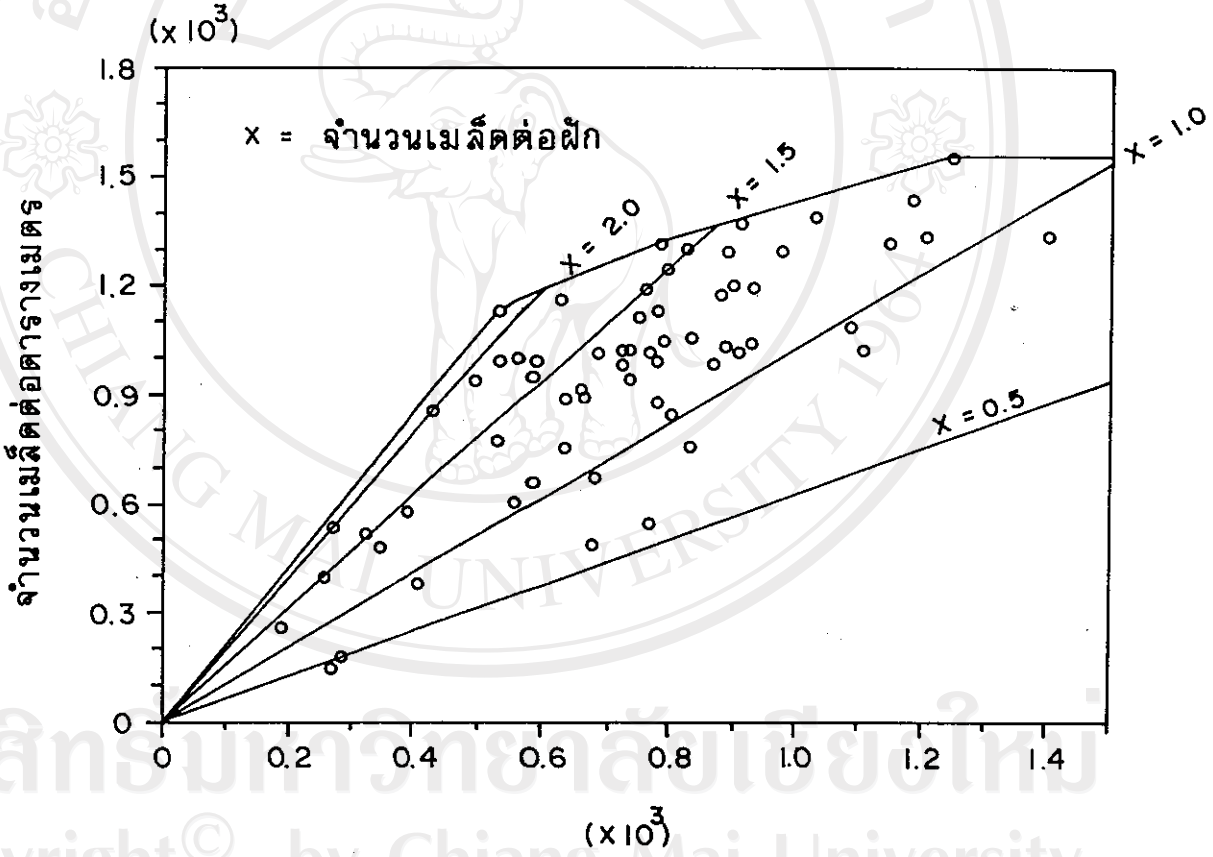
<u>แหล่งความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร</u>

องค์ประกอบของผลผลิตในรูปจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร ได้แก่ จำนวนฝักต่อตารางเมตร และจำนวนเมล็ดต่อฝักของถั่วเหลือง ซึ่งอาจแสดงได้ดังสมการที่ (3)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรกับจำนวนฝักต่อตารางเมตร และเขียนกราฟ scatter plot (รูปที่ 13)พบว่า ข้อมูลของความสัมพันธ์มีการกระจายตัวอยู่มาก ซึ่งจะชี้ให้เห็นได้ว่า จำนวนเมล็ดต่อฝักมีผลต่อความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร เมื่อเขียนเส้นแสดงการลดลงของจำนวนเมล็ดต่อฝักที่ระดับจำนวนฝักต่อตารางเมตรต่าง ๆ ภายใต้เส้นพรมแดนที่สร้างขึ้น (รูปที่ 13.) พบว่าจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรจะลดลงต่ำสุดถึง 75% จากเส้นพรมแดน โดยที่ 3% ของตัวอย่างอยู่ในช่วงที่มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากกว่า 2.0 และพบว่า 22, 59, และ 16% ของตัวอย่างมีจำนวนเมล็ดต่อฝักในช่วง 1.5 - 2.0, 1.0 - 1.5 และ 0.5 - 1.0 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้จำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรลดลงน้อยกว่า 25, 25 - 57 และ 57 - 75% ตามลำดับ ส่วนใหญ่ถั่วเหลืองมีจำนวนเมล็ดต่อฝักอยู่ในช่วง 1.0 - 1.5 (ตารางที่ 7) โดยที่ระดับเหมาะสมของจำนวนฝักต่อตารางเมตรในแปลงเกษตรกร จะอยู่ในช่วงประมาณ 1,200 ฝักต่อตารางเมตร (รูปที่ 13)

ดังนั้นการศึกษาถึงองค์ประกอบของผลผลิตในระยะนี้ ชี้ให้เห็นว่าจำนวนเมล็ดต่อฝักมีผลต่อความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร เมื่อวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยจำกัดต่าง ๆ ต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักโดยใช้ multiple regression และทำการแปลงข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยจำกัด ในลักษณะเดียวกันกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของน้ำหนัก 100 เมล็ดพบว่า ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดต่อฝักในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 เกิดขึ้นเนื่องจากจำนวนฝักต่อตารางเมตร ปริมาณวัชพืชในระยะเก็บเกี่ยว ค่าดัชนีการขาดน้ำในระยะก่อนการสร้างเมล็ด (R4) และปริมาณฟอสฟอรัสในใบพืช โดยมีระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95% การเพิ่มขึ้นของฟอสฟอรัส 1% มีผลทำให้จำนวนเมล็ดต่อฝักเพิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 13. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝักต่อตารางเมตร กับจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7. เปอร์เซนต์ของแปลงตัวอย่างที่มีระดับการลดลงของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรต่าง ๆเนื่องจากจำนวนเมล็ดต่อฝักในช่วงต่าง ๆ กัน

ช่วงของจำนวนเมล็ดต่อฝัก	ช่วงของจำนวนเมล็ดต่อตารางเมตรที่ลดลงจากเส้นพรมแดน (%)	จำนวนตัวอย่าง (%)
> 2.0	0 - 13	3
1.5 - 2.0	13 - 25	22
1.0 - 1.5	25 - 57	59
0.5 - 1.0	57 - 75	16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขึ้น 0.13 เมล็ด ซึ่งมีผลมากกว่าปัจจัยจำกัดอื่นๆ ปริมาณ N และ K ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนเมล็ดต่อฝัก (ตารางที่ 8) ส่วนถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4, สจ.1 และ สจ.2 ปัจจัยจำกัดทางด้านสภาพแวดล้อมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเมล็ดต่อฝัก (ตารางที่ 9 และตารางที่ 10)

จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อฝักกับจำนวนฝักต่อตารางเมตรและปริมาณวัชพืชซึ่งเป็นลักษณะของการแก่งแย่งการใช้อาหารสังเคราะห์พบว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนฝักต่อตารางเมตรและปริมาณวัชพืช 1 หน่วย มีผลทำให้แนวโน้มของจำนวนเมล็ดต่อฝักลดลง 0.001 หน่วย โดยเฉพาะถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5

<u>แหล่งความแปรปรวนของจำนวนฝักต่อตารางเมตร</u>

จำนวนฝักต่อตารางเมตร ประกอบขึ้นจากจำนวนข้อต่อตารางเมตร และจำนวนฝักต่อข้อของถั่วเหลือง ซึ่งอาจแสดงได้ดังสมการที่ (4)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝักต่อตารางเมตร กับจำนวนข้อต่อตารางเมตร (รูปที่ 14) พบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวอยู่มาก ซึ่งจะชี้ให้เห็นได้ว่า จำนวนฝักต่อข้อมีผลต่อความแปรปรวนของจำนวนฝักต่อตารางเมตร เมื่อสร้างเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝักต่อตารางเมตร และจำนวนข้อต่อตารางเมตรที่ระดับของจำนวนฝักต่อข้อต่าง ๆ ภายใต้เส้นพรมแดนที่สร้างขึ้น (รูปที่ 14.)พบว่า จำนวนฝักต่อตารางเมตรลดลงต่ำสุดถึง 80% จากค่าสูงสุดของเส้นพรมแดน โดยที่ 5% ของตัวอย่างจะอยู่ในช่วงที่มีจำนวนฝักต่อข้อมากกว่า 3 นอกจากนี้ 10, 63 และ 22% ของตัวอย่างมีจำนวนฝัก 0 -1, 1 - 2 และ 2 - 3 ต่อข้อตามลำดับ ซึ่งจะทำให้จำนวนฝักต่อตารางเมตรลดลง 47 - 74, 20 - 47 และ 0 - 20% ตามลำดับ ส่วนใหญ่ถั่วเหลืองในแปลงเกษตรกรจะมีจำนวนฝักต่อข้ออยู่ในช่วง 1 - 2 (ตารางที่ 11) โดยมีระดับความเหมาะสมของจำนวนข้อต่อตารางเมตรในแปลงเกษตรกร อยู่ในช่วงประมาณ 900 ซึ่งมีช่วงที่กว้างมากและจำนวนฝัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อฝักกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในแปลงเกษตรกรที่ปลูกพันธุ์ถั่วเหลือง สจ.5

PREDICTOR VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	P
ค่าคงที่	3.350	1.279	0.01
จำนวนฝักต่อตารางเมตร	-0.001	0.000	0.00
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R4	-0.328	0.146	0.03
ปริมาณวัชพืชช่วงสัปดาห์ที่ 5	-0.002	0.002	0.43
ปริมาณวัชพืชที่ระยะเก็บเกี่ยว	-0.001	0.001	0.05
ปริมาณ N ในใบพืช	-0.681	1.341	0.62
ปริมาณ P ในใบพืช	1.290	0.536	0.02
ปริมาณ K ในใบพืช	-0.233	0.931	0.80

ADJUSTED R^2	=	0.42
R^2	=	0.54
RESID. MEAN SQUARE	=	0.07
NO. OF SAMPLE	=	35
PROBABILITY	=	0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อฝักกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในแปลงเกษตรกรที่ปลูกพันธุ์ถั่วเหลือง สจ.4

PREDICTOR VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	P
ค่าคงที่	-5.795	4.729	0.27
จำนวนฝักต่อตารางเมตร	0.000	0.000	0.70
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R4	-0.989	0.839	0.28
ปริมาณวัชพืชช่วงสัปดาห์ที่ 5	-0.000	0.005	0.99
ปริมาณวัชพืชที่ระยะเก็บเกี่ยว	0.003	0.002	0.22
ปริมาณ N ในใบพืช	5.512	5.390	0.35
ปริมาณ P ในใบพืช	-2.591	1.474	0.13
ปริมาณ K ในใบพืช	5.381	3.247	0.15

ADJUSTED R^2	=	0.13
R^2	=	0.60
RESID. MEAN SQUARE	=	0.07
NO. OF SAMPLE	=	14
PROBABILITY	=	0.40

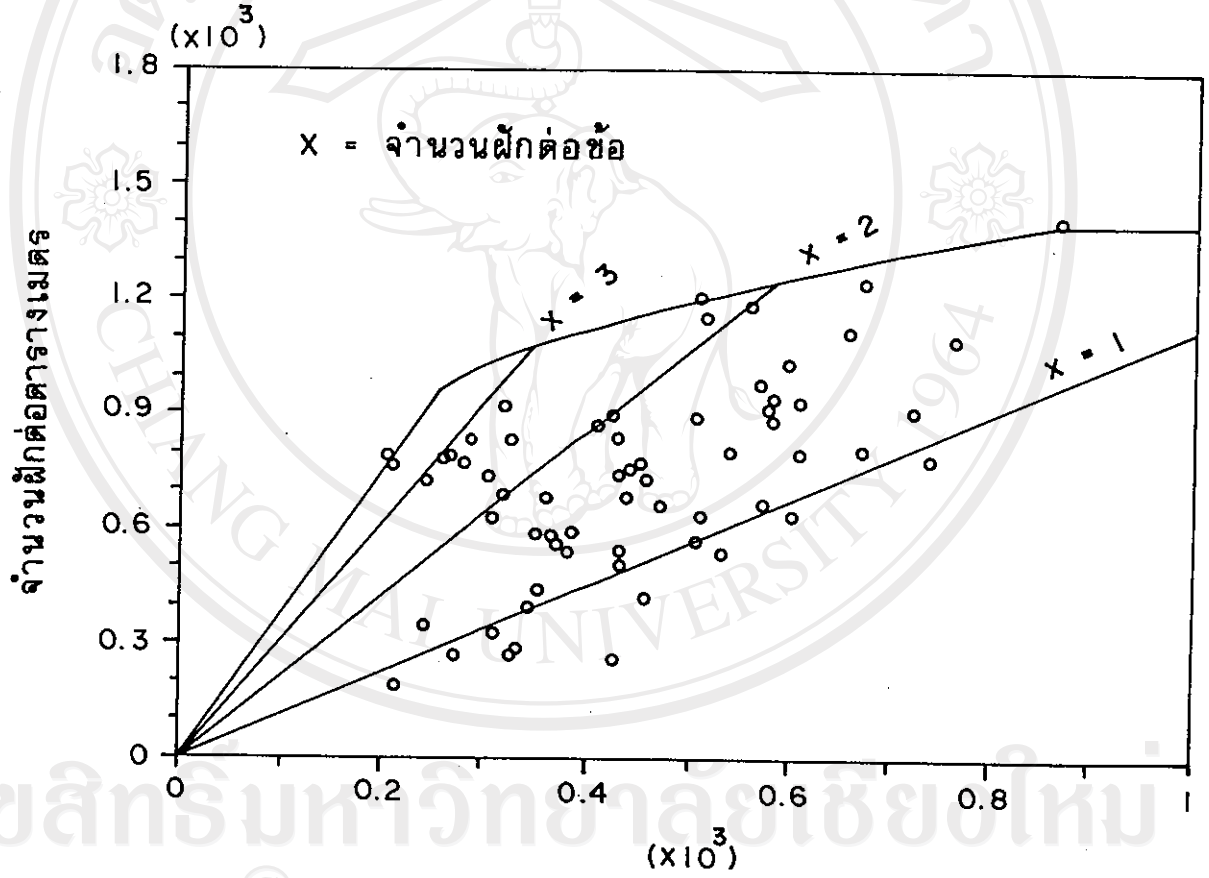
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเมล็ดต่อฝักกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในแปลงเกษตรกรที่ปลูกพันธุ์ถั่วเหลือง สจ.1 และ สจ.2

PREDICTOR VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	P
ค่าคงที่	-5.795	1.761	0.21
จำนวนฝักต่อตารางเมตร	0.000	0.001	0.79
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R4	-0.137	0.532	0.81
ปริมาณวัชพืชช่วงสัปดาห์ที่ 5	-0.006	0.007	0.41
ปริมาณวัชพืชที่ระยะเก็บเกี่ยว	-0.001	0.003	0.82
ปริมาณ N ในใบพืช	0.980	2.255	0.68
ปริมาณ P ในใบพืช	0.924	0.934	0.36
ปริมาณ K ในใบพืช	-2.826	1.526	0.11

ADJUSTED R^2	=	0.06
R^2	=	0.57
RESID. MEAN SQUARE	=	0.07
NO. OF SAMPLE	=	14
PROBABILITY	=	0.46

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 14. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนข้อต่อตารางเมตร กับจำนวนฝักต่อตารางเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่อข้อจะมีค่าสูงสุดถึง 3.8 ฝักต่อข้อ

ในทำนองเดียวกันจากการสำรวจข้อมูลต่าง ๆ ในแปลงตัวอย่างของเกษตรกร เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับจำนวนฝักต่อข้อ โดยการวิเคราะห์ multiple regression และทำการแปลงข้อมูลเช่นเดียวกับที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับน้ำหนัก 100 เมล็ดที่ได้กล่าวข้างต้นโดยไม่แบ่งกลุ่มของพันธุ์ถั่วเหลือง พบว่าปริมาณวัชพืชในช่วงสัปดาห์ที่ 5 และระยะเก็บเกี่ยว ตลอดจนธาตุอาหาร N ในใบพืชมีผลต่อการพัฒนาของจำนวนฝักต่อตารางเมตรในระดับความเชื่อมั่นที่ต่ำกว่า 92% ส่วนปริมาณธาตุอาหาร K และ P ในใบพืชนั้นมีความสัมพันธ์กับจำนวนฝักต่อข้อในระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 97% ค่าสัมประสิทธิ์ในตารางที่ 12 ชี้ให้เห็นว่า ถ้าค่า K และ P ลดลง 1% จะทำให้จำนวนฝักต่อข้อลดลง 0.24 และ 0.16 ฝัก ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของจำนวนต้นต่อตารางเมตร 1 หน่วยทำให้จำนวนฝักต่อข้อลดลง 0.02 หน่วย (ตารางที่ 12) จากการสร้างเส้นพรมแดนของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝักต่อข้อกับจำนวนต้นต่อตารางเมตร (รูปที่ 15) พบว่าระดับที่เหมาะสมของจำนวนต้นจะอยู่ในช่วงประมาณ 50 ต้นต่อตารางเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการแก่งแย่งในการสร้างอาหารสังเคราะห์ของระยะการสร้างฝักของถั่วเหลือง

ปริมาณ K และ P ที่วิเคราะห์จากใบพืชในระยะเริ่มออกดอกมีอยู่ในระดับต่ำโดย 65 และ 56% ของแปลงตัวอย่างมี K และ P ในใบพืชต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมซึ่งมีรายงานว่า ทั้ง K และ P มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองโดยเฉพาะการสร้างส่วนของผลผลิต เช่น จำนวนฝัก เป็นต้น (Ohlrogge 1967) จากสภาพการจัดการของเกษตรกรพบว่าเกษตรกรมีการปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่นี้มาเป็นเวลานาน และส่วนใหญ่จะใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 เป็นปริมาณน้อย ทำให้ปริมาณของ P และ K ที่พืชดูดไปใช้ในต้นต่ำ

<u>แหล่งความแปรปรวนของจำนวนข้อต่อตารางเมตร</u>

ความแปรปรวนจำนวนข้อต่อตารางเมตร ขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของจำนวน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 11. เปอร์เซนต์ของแปลงตัวอย่างที่มีระดับการลดลงของจำนวนฝักต่อตารางเมตรต่าง ๆ เนื่องจากจำนวนฝักต่อข้อในช่วงต่าง ๆ กัน

ช่วงของจำนวนฝักต่อข้อ	ช่วงของจำนวนฝักต่อตารางเมตรที่ลดลงจากเส้นพรมแดน (%)	จำนวนตัวอย่าง (%)
> 3	0 – 20	10
2 – 3	20 – 47	63
1 – 2	47 – 74	22

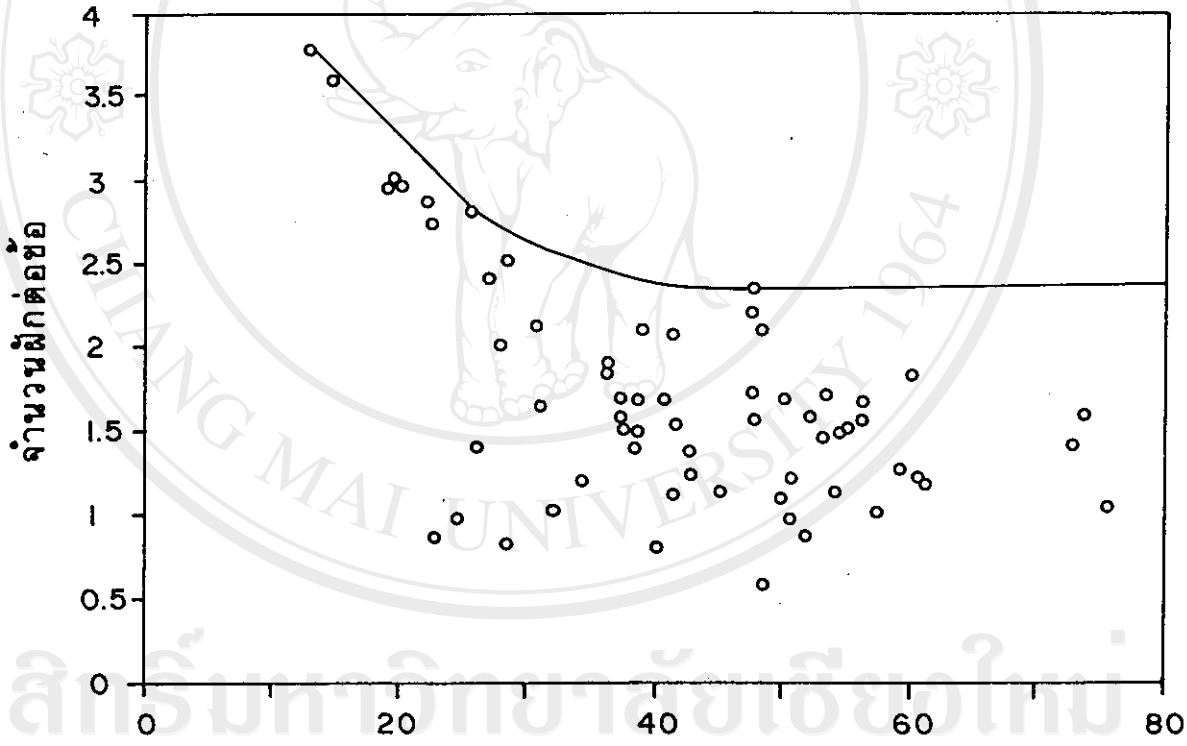
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 12. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฝักต่อข้อกับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในแปลงเกษตรกร

PREDICTOR VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	P
ค่าคงที่	0.861	1.545	0.58
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R2	0.475	0.237	0.05
ดัชนีการขาดน้ำที่ระยะ R3	-1.278	0.481	0.01
จำนวนต้นต่อตารางเมตร	-0.023	0.005	0.00
ปริมาณวัชพืชช่วงสัปดาห์ที่ 5	-0.000	0.002	0.89
ปริมาณวัชพืชที่ระยะเก็บเกี่ยว	-0.001	0.001	0.16
ปริมาณ N ในใบพืช	2.887	1.663	0.09
ปริมาณ P ในใบพืช	1.587	0.670	0.02
ปริมาณ K ในใบพืช	2.378	1.071	0.03

ADJUSTED R^2	=	0.57
R^2	=	0.63
RESID. MEAN SQUARE	=	0.34
NO. OF SAMPLE	=	63
PROBABILITY	=	0.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นต่อตารางเมตร
กับจำนวนฝักต่อข้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

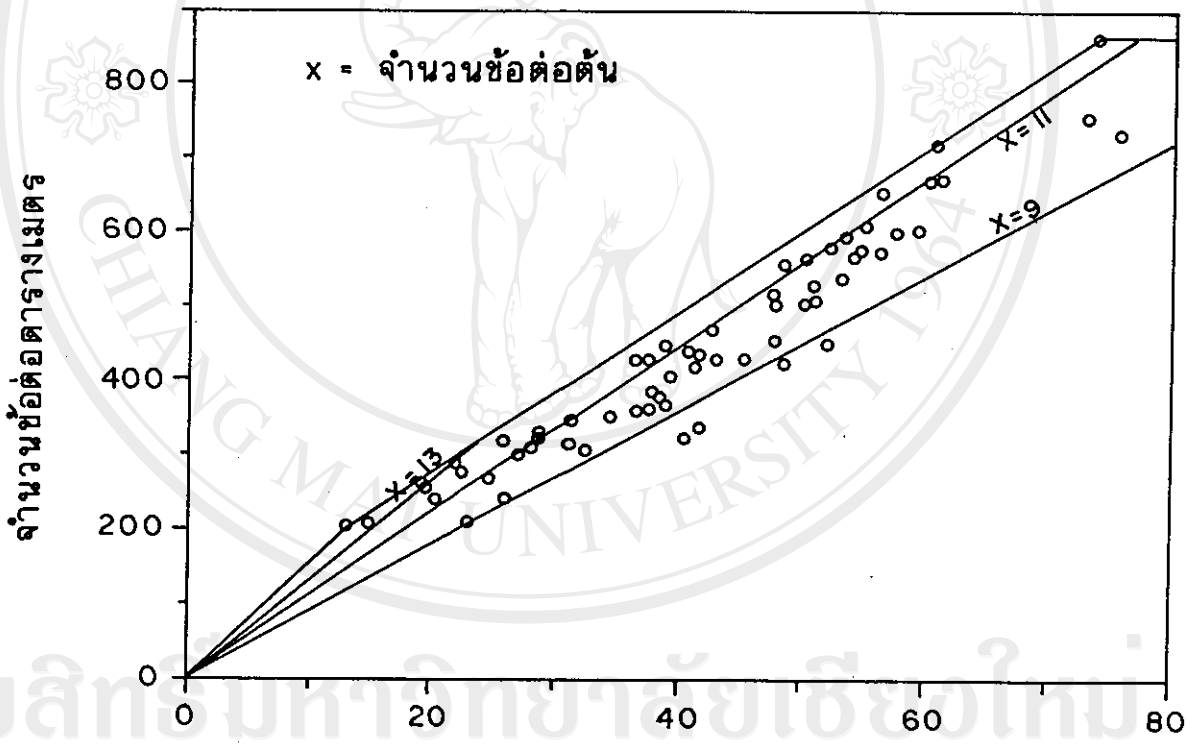
ต้นต่อตารางเมตร และจำนวนข้อต่อต้นซึ่งอาจจะแสดงได้ดังสมการที่ (5)

จำนวนข้อต่อตารางเมตร มีความสัมพันธ์กับจำนวนต้นต่อตารางเมตรในลักษณะเชิงเส้นตรง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ในรูปที่ 16. พบว่าจำนวนข้อต่อต้นส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 8 - 11 ข้อต่อต้น โดย 5% ของตัวอย่างมีจำนวนข้อต่อต้นอยู่ในช่วงมากกว่า 13 ข้อต่อต้น 57 และ 38% ของตัวอย่างมีระดับที่จำนวนข้อต่อต้นอยู่ในช่วง 8 - 11 และ 11 - 13 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้จำนวนข้อต่อตารางเมตรลดลง 26 - 39 และ 13 - 26% ตามลำดับ จากจำนวนข้อต่อตารางเมตรที่เส้นพรมแดน (ตารางที่ 13.) การกระจายของข้อมูลความสัมพันธ์มีไม่มากนัก และจะมีลักษณะเป็นความสัมพันธ์กันโดยตรงระหว่างจำนวนข้อต่อตารางเมตรกับจำนวนต้นต่อตารางเมตร แสดงให้เห็นว่าจำนวนข้อต่อต้นจะมีผลต่อความแปรปรวนของจำนวนข้อต่อตารางเมตรน้อยมาก ขณะเดียวกันจำนวนต้นต่อตารางเมตรจะมีผลต่อความแปรปรวนของจำนวนข้อต่อตารางเมตรโดยตรง

การศึกษาความแปรปรวนขององค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลืองในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ตลอดจนการประเมินข้อจำกัดที่กระทบต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 17. พบว่าระดับความเหมาะสมขององค์ประกอบผลผลิตต่างๆ ที่เหมาะสมในแปลงเกษตรกรคือ 900 ข้อต่อตารางเมตร 1,200 ฝักต่อตารางเมตร และ 1,300 เมล็ดต่อตารางเมตร

ผลการวิเคราะห์ยังชี้ให้เห็นว่า น้ำหนักเมล็ดมีผลต่อความแปรปรวนของผลผลิต และจำนวนฝักต่อข้อมีผลต่อความแปรปรวนของจำนวนฝักต่อตารางเมตร โดยในระยะการสร้างฝักปริมาณของ K และ P ในใบพืชเป็นตัวจำกัดที่สำคัญ ส่วนระยะการพัฒนาการเจริญเติบโตในการสร้างน้ำหนักเมล็ด ปัจจัยที่กำหนดน้ำหนักเมล็ดในพื้นที่ที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหาร P และการขาดน้ำของพืชในระยะที่มีการสร้างเมล็ด สำหรับจำนวนต้นต่อตารางเมตรที่มากกว่าระดับที่เหมาะสม (ประมาณ 50 ต้นต่อตารางเมตร) มีผลเนื่องมาจากการที่มีเกษตรกรปลูกถั่วเหลืองโดยให้จำนวนต้นต่อหลุมมากเกินไป ส่วนความแปรปรวน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



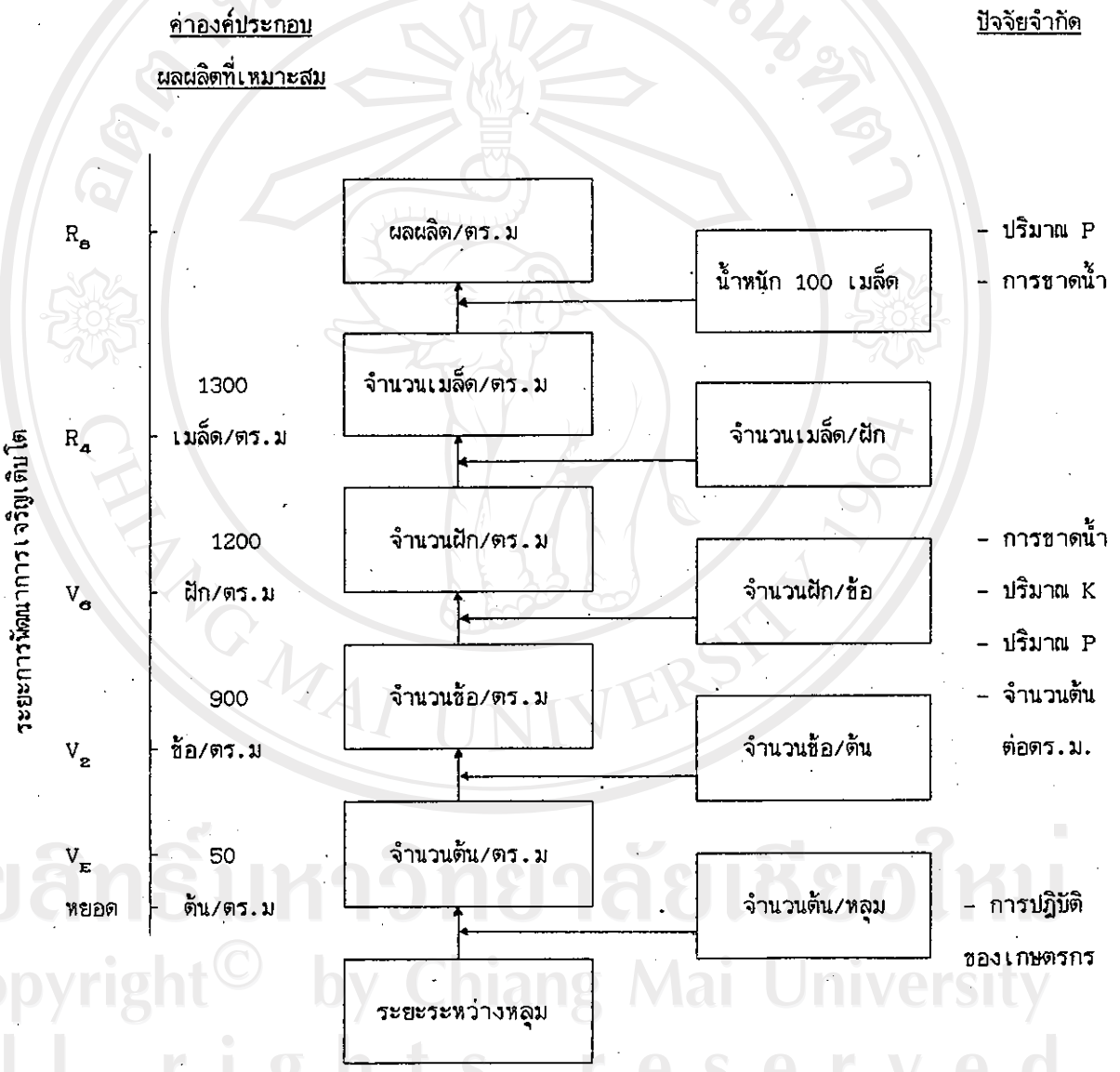
รูปที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต้นต่อตารางเมตร
กับจำนวนข้อต่อตารางเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13. เปอร์เซนต์ของแปลงตัวอย่างที่มีระดับการลดลงของจำนวนข้อต่อตารางเมตรต่าง ๆ เนื่องจากจำนวนข้อต่อต้นในช่วงต่าง ๆ กัน

ช่วงของจำนวนข้อต่อต้นที่ลดลง	ช่วงของจำนวนข้อต่อต่อตารางเมตรที่ลดลงจากเส้นพรมแดน (%)	จำนวนตัวอย่าง (%)
> 13	0 - 13	5
11 - 13	13 - 26	38
9 - 11	26 - 39	57

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 17. รูปแบบของขบวนการพัฒนาการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง พร้อมทั้งองค์ประกอบผลผลิตที่เหมาะสม และปัจจัยจำกัดผลผลิตในไร่นาเกษตรกร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของจำนวนเมล็ดต่อฝัก จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยจำกัดต่าง ๆ เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีส่วนกำหนดน้อยกว่าลักษณะทางด้านพันธุกรรมของต้นถั่วเหลือง

การศึกษาถึงระยะการพัฒนาการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ในแปลงเกษตรกร พบว่า ปัญหาการขาดธาตุอาหารฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และการขาดน้ำมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในระยะการสร้างฝัก และเมล็ด ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางด้านการสร้างผลผลิต (reproductive growth) ฉะนั้นจึงควรมีการจัดการทางด้านการใส่ปุ๋ยในช่วงเวลาก่อนการออกดอกประมาณ 1 สัปดาห์ และเกรดปุ๋ยที่ใส่ควรเน้นธาตุอาหารฟอสฟอรัส และ โปแตสเซียม ทั้งนี้สถาพพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกตามหลังข้าว โดยเกษตรกรจะใส่ปุ๋ย 16-20-0 เป็นหลักและในอัตราที่ต่ำ ส่วนการขาดน้ำในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ อาจจะมีการแก้ไขโดยการเลือกพันธุ์ที่ปลูกให้มีระยะเก็บเกี่ยวที่สั้น โดยเฉพาะบริเวณปลายคลองชอย จำนวนต้นต่อตารางเมตรที่สูงมากเกินไป ซึ่งมีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนฝักต่อตารางเมตรนั้น มีสาเหตุมาจากเกษตรกรมีการปลูกถั่วเหลืองโดยให้จำนวนต้นต่อหลุมมากเกินไป ดังนั้นจึงควรแนะนำให้เกษตรกรใช้ปริมาณของเมล็ดพันธุ์ให้น้อยลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved