ผลการทดลองและวิจารณ์

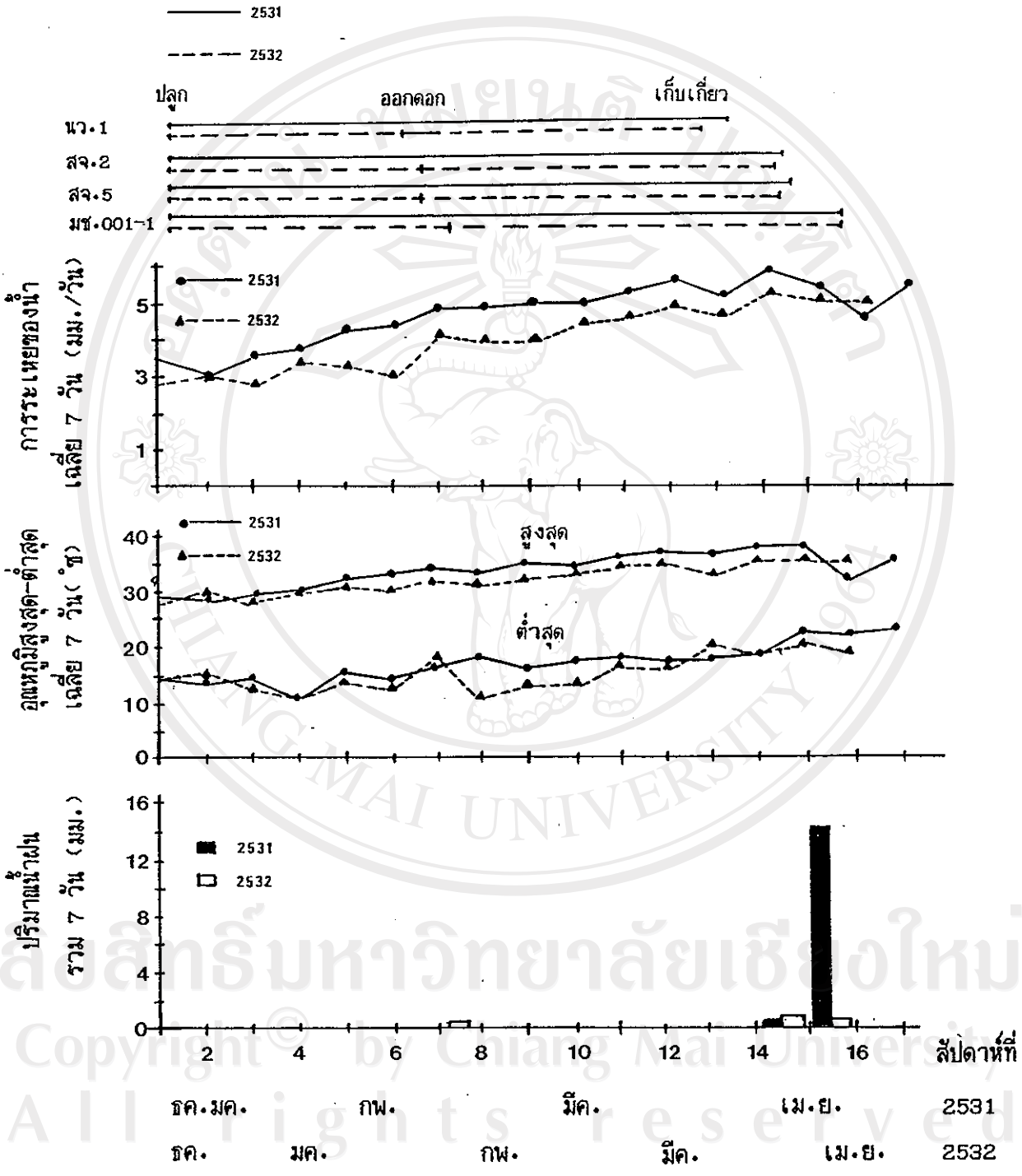
สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะสภาพของภูมิอากาศทั้ง 2 ปี ที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 1 และตารางภาคผนวกที่ 2 ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative) อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยของปี 2531(31.7 °C และ 13.8 °C) จะสูงกว่าปี 2532 (29.8 °C และ 12.7 °C)และการระเหยของน้ำในปี 2531 มีมากกว่า ปี2532 (4.0 และ 3.1 มม./วัน) สำหรับในช่วงสัปดาห์ที่ 8-10 ซึ่งเป็นช่วงเริ่มติดฝัก และสร้างเมล็ด พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดของปี 2532 (10.8-13.4 °C)ต่ำกว่าของปี 2531 มาก (16.0-18.4 °C) ซึ่งจะมีผลต่อการติดฝักและผลผลิตของถั่วเหลืองในปี 2532 ได้ จึงมีผลทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆในปีที่ 2 ต่ำกว่าในปีที่ 1 (ตารางที่ 2,3) โดยอุณหภูมิต่ำจะมีผลกระทบต่อการสร้างฝัก (Hume and Jackson, 1981;Lawn and Hume, 1985; Mayer et al.,1991) ลดอัตราการสะสมอาหารของเมล็ด เนื่องจากอุณหภูมิต่ำจะลดประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง และกระบวนการเคลื่อนย้ายสารอาหาร ทำให้ผลผลิตลดลงในที่สุด(Seddigh and Jolliff,1984 a, b) นอกจากนี้ Thomas and Raper(1978)รายงานไว้ว่าการเพิ่มอุณหภูมิ จาก 14 °C ไป 18 °C จะเพิ่มจำนวนฝักถึง 2 เท่า ในถั่วเหลืองบางพันธุ์

ปริมาณน้ำที่ให้

ปริมาณน้ำที่ให้มีความสัมพันธ์กับระยะทางโดยระยะทางที่ห่างจากแนวที่วาง sprinklerจะได้รับน้ำน้อยลงและปริมาณน้ำที่ให้จะมีการลดลงของระดับน้ำในอัตราเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 1 ปริมาณน้ำฝน การระเหยของน้ำ อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่างช่วงปลูกถั่วเหลืองโดยเฉลี่ย 7 วัน/ครั้ง ทั้ง 2 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้น้ำ (มม.) ผลผลิต (กก./ไร่) และประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ในสภาพได้รับน้ำมาก ได้รับน้ำปานกลาง และได้รับน้ำน้อย ทั้ง 2 ปี

ปี2531

พันธุ์	ปริมาณการใช้น้ำ(มม.) W_s	W_3	W_1	ผลผลิต (กก./ไร่) W_s	W_3	W_1	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ W_s	W_3	W_1
นว.1	270^{b+}	188^{b}	107^{ns}	259	217	92	0.96^{b}	1.16^{b}	0.85^{c}
สจ.2	335^{a}	216^{a}	112	466	379	172	1.39^{a}	1.76^{a}	1.54^{a}
สจ.5	332^{a}	223^{a}	107	427	330	153	1.29^{a}	1.50^{a}	1.42^{a,b}
มช.001-1	327^{a}	215^{a}	108	416	357	134	1.27^{a}	1.66^{a}	1.24^{b}

ปี2532

พันธุ์	ปริมาณการใช้น้ำ(มม.) W_s	W_3	W_1	ผลผลิต (กก./ไร่) W_s	W_3	W_1	ประสิทธิภาพการใช้น้ำ W_s	W_3	W_1
นว.1	285^{c}	199^{b}	110^{b}	202	160	88	0.71^{ns}	0.80^{ns}	0.80^{ns}
สจ.2	306^{b}	215^{a}	114^{a}	258	209	102	0.85	0.97	0.90
สจ.5	309^{b}	215^{a}	113^{a}	239	217	107	0.78	1.01	0.94
มช.001-1	328^{a}	224^{a}	112^{a,b}	267	202	114	0.81	0.89	1.02

$^{+}$ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ P = 0.5 โดยวิธี DMRT

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ ที่ P = 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 ผลผลิต และ Drought susceptibility index (DSI)ของถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ทั้ง 2ปี และผลการวิเคราะห์รวมของผลผลิต

	ผลผลิต (กก./ไร่)						DSI*(%)
				ปี 2531			
ระดับน้ำ	W_5	W_4	W_3	W_2	W_1	เฉลี่ย	
นว.1	259^{gh+}	247^{gh}	217^{hi}	147^{j}	92^{k}	192^{c}	64.5
สจ.2	466^{a}	402^{bc}	379^{bcd}	317^{ef}	172^{ij}	347^{a}	63.1
สจ.5	427^{ab}	425^{ab}	330^{def}	293^{fg}	153^{j}	326^{b}	64.2
มช.001-1	416^{ab}	420^{ab}	357^{cde}	338^{def}	134^{jk}	333^{b}	67.8
				ปี 2532			
ระดับน้ำ	W_5	W_4	W_3	W_2	W_1	เฉลี่ย	
นว.1	202$^{n=!}$	189	125	123	88	152^{b}	56.4
สจ.2	258	240	209	135	102	189^{ab}	60.5
สจ.5	239	220	217	139	107	184^{ab}	55.2
มช.001-1	267	261	202	170	114	203^{a}	57.3
				วิเคราะห์รวม			
ระดับน้ำ	W_5	W_4	W_3	W_2	W_1	เฉลี่ย	
นว.1	231^{efg}	218^{f}	189^{g}	135^{h}	90^{i}	172^{b}	61.0
สจ.2	362^{a}	321^{b}	294^{c}	226^{ef}	137^{h}	268^{a}	62.2
สจ.5	333^{b}	322^{b}	274^{cd}	216^{f}	130^{h}	255^{a}	61.0
มช.001-1	342^{ab}	340^{ab}	279^{cd}	254de	124^{h}	268^{a}	63.7

	ปี2531	ปี2532	วิเคราะห์รวม
พันธุ์	**	**	**
ระดับน้ำxพันธุ์	ns	ns	**
% C.V.	8.64	15.17	10.98

+ , @ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ P = 0.05 โดยวิธี DMRT

* DSI = Drought susceptibility index = (1- W_1/W_5 yield) X 100

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P = 0.01

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P = 0.05

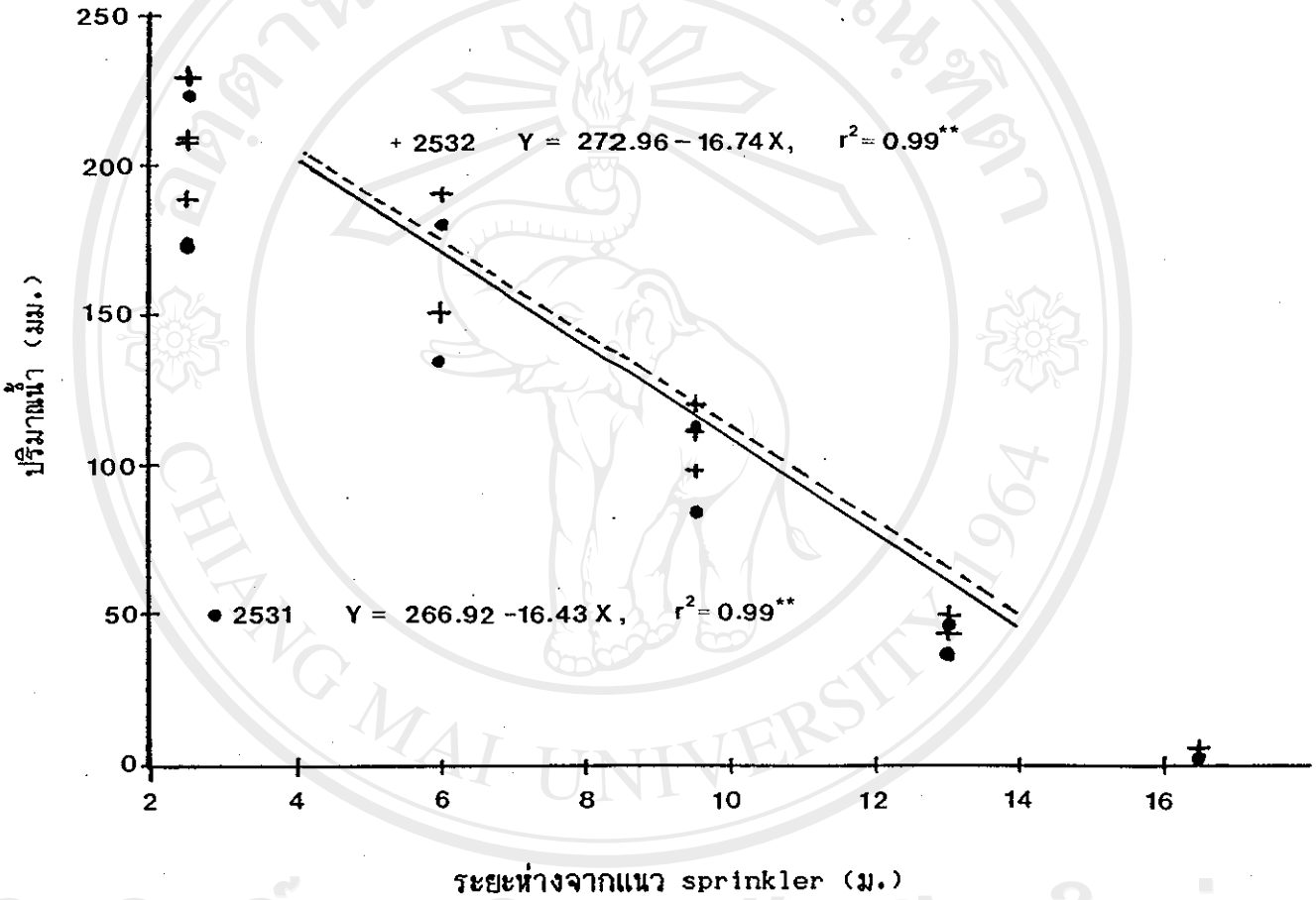
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

16.50 มม. ทุกระยะที่ห่างจากหัว sprinkler 1 เมตร ทั้ง 2 ฤดูปลูก ดังแสดงไว้ในสมการของรูปที่ 2 ส่วนช่วงเวลาและวิธีการให้น้ำแก่ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ในปี 2531 และปี 2532 แสดงไว้ในตารางที่ 1 และตารางที่ 4

การใช้และการดูดกลืนน้ำ

การใช้น้ำในดินของถั่วเหลืองทั้ง 2 ฤดูปลูกนั้น พบว่าในแปลงที่ได้รับปริมาณน้ำมาก(W_5) มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำในดินน้อยกว่าแปลงที่ได้รับน้ำปานกลาง(W_3)และแปลงที่ได้รับน้ำน้อย(W_1) ดังแสดงในรูปที่ 3 ส่วนการใช้น้ำของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 สจ.5 และมช.001-1 จะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ นว.1 ซึ่งมีการใช้น้ำจากดินในปริมาณที่น้อยกว่า จากการศึกษาของ Senthong et al.(1986) พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ที่มีอายุปานกลางเช่น สจ.2 สามารถที่จะดูดกลืนน้ำที่อยู่ในระดับลึกลงไปในดินได้มากกว่าพันธุ์ที่มีอายุสั้น สาเหตุที่พันธุ์อายุปานกลางหรือพันธุ์อายุยาวมีความสามารถที่จะดูดกลืนน้ำจากดินได้มากกว่าพันธุ์อายุสั้น ก็เนื่องมาจากมีปริมาณความหนาแน่นของรากที่อยู่ในระดับลึกที่มากกว่า (Allmaras et al. 1975; Pandey et al. 1984)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



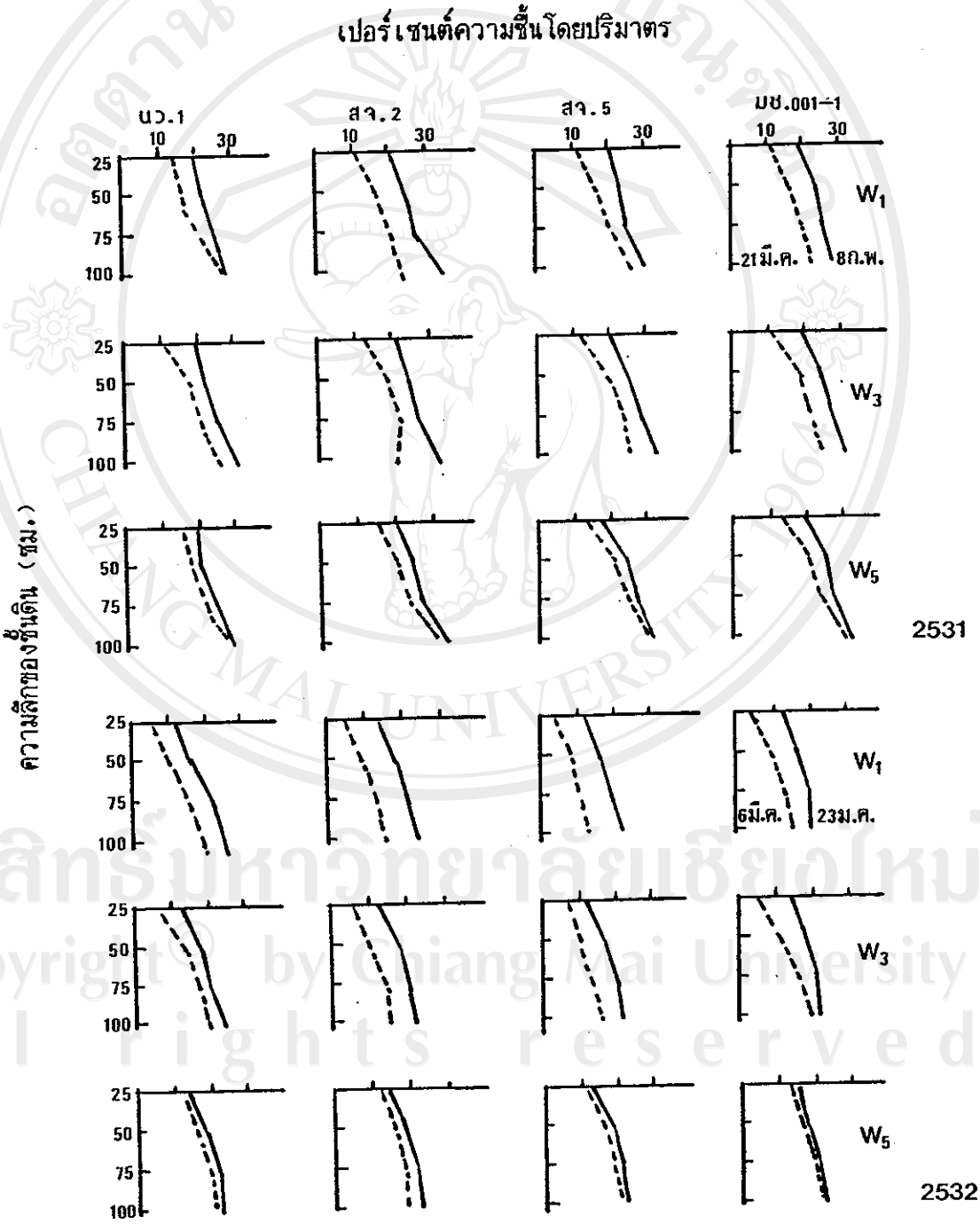
รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ห่างจากแนว sprinkler กับปริมาณน้ำที่ได้รับ ทั้ง 2 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำที่ถั่วเหลืองได้รับในระดับต่างๆตลอดฤดูปลูก ปี 2531 และ 2532

ระยะห่าง ม.	ระดับน้ำ	พันธุ์	ปีแรก(2531) ฝน มม.	UI มม.	LS มม.	รวม มม.	ปีที่สอง(2532) ฝน มม.	UI มม.	LS มม.	รวม มม.
16.5	1	นว.1	0.0	100	2.3	102.3	3.7	100	0.4	104.1
		สจ.2	0.0	100	3.6	103.6	3.7	100	1.4	105.1
		สจ.5	0.0	100	0.9	100.9	3.7	100	1.0	104.7
		มช.001-1	0.0	100	1.0	101.0	3.7	100	1.0	104.7
13.0	2	นว.1	0.0	100	35.2	135.2	3.7	100	38.7	142.4
		สจ.2	0.0	100	48.3	148.3	3.7	100	43.4	147.1
		สจ.5	0.0	100	43.9	143.9	3.7	100	43.3	147.0
		มช.001-1	0.0	100	44.7	144.7	3.7	100	45.3	149.0
9.5	3	นว.1	0.0	100	82.2	182.2	3.7	100	91.5	195.2
		สจ.2	0.0	100	110.2	210.2	3.7	100	104.0	207.7
		สจ.5	0.0	100	116.4	216.4	3.7	100	104.6	208.3
		มช.001-1	0.0	100	108.5	208.5	3.7	100	114.0	217.7
6.0	4	นว.1	0.0	100	133.2	233.2	3.7	100	144.1	247.8
		สจ.2	0.0	100	177.4	277.4	3.7	100	170.6	274.3
		สจ.5	0.0	100	175.3	275.3	3.7	100	167.3	267.3
		มช.001-1	0.0	100	174.7	274.7	3.7	100	184.7	284.7
2.5	5	นว.1	0.0	100	170.1	270.1	3.7	100	182.7	286.4
		สจ.2	0.0	100	228.2	328.2	3.7	100	201.5	305.2
		สจ.5	0.0	100	226.8	326.8	3.7	100	203.5	307.2
		มช.001-1	0.0	100	221.1	321.1	3.7	100	224.1	324.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3 การใช้น้ำในดินของถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ที่น้ำ 3 ระดับ (W_1, W_3 และ W_5) ทั้ง 2 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

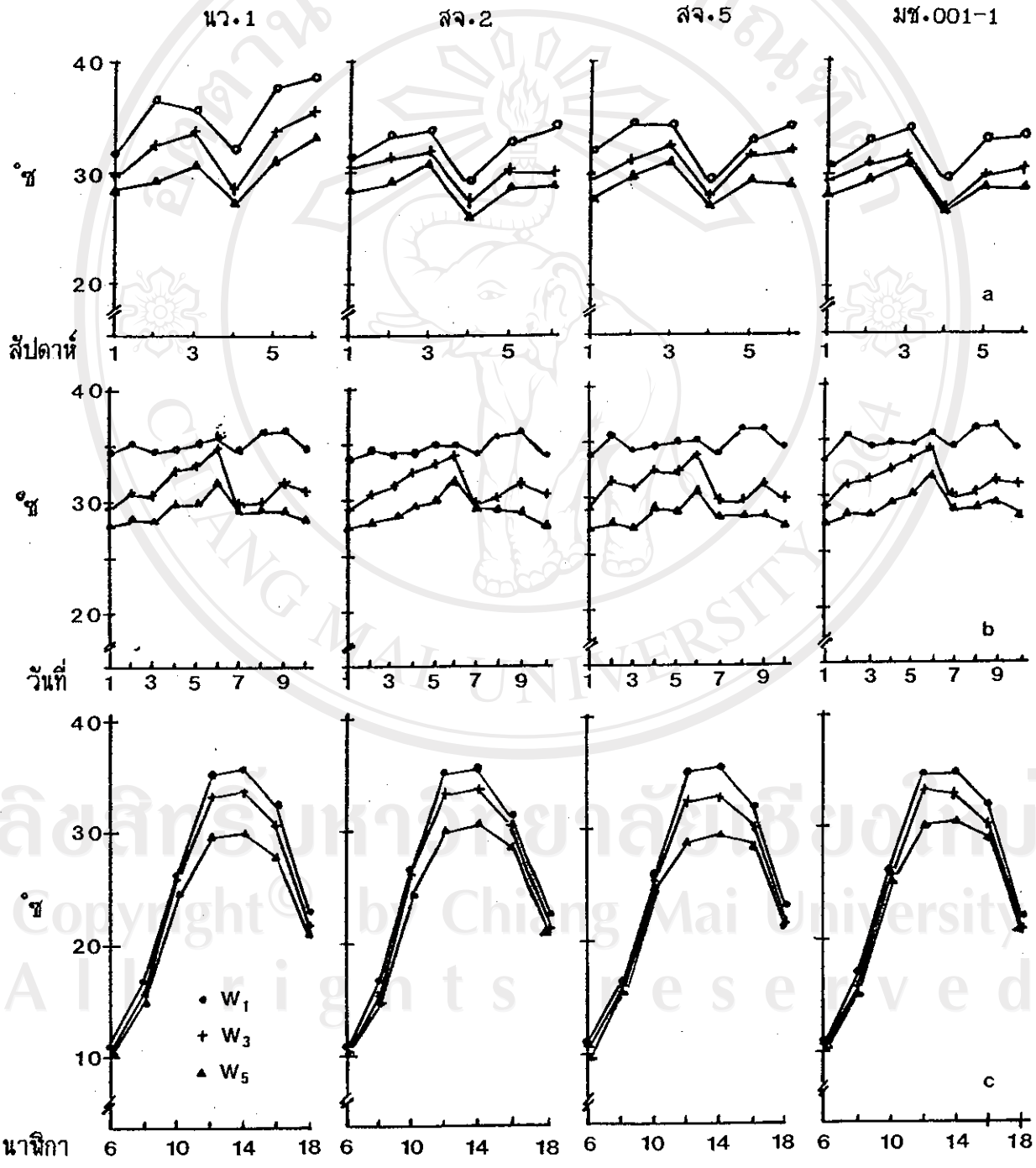
อุณหภูมิพุ่มใบ (canopy temperature)

อุณหภูมิพุ่มใบของถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ในปี2531 แสดงไว้ในรูปที่ 4a ในแปลงที่ได้รับน้ำน้อยนั้นถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ จะมีอุณหภูมิพุ่มใบสูงกว่าแปลงที่ได้รับน้ำปานกลางและได้รับน้ำมากตามลำดับ สำหรับการวัดในสัปดาห์ 4 พบว่าอุณหภูมิพุ่มใบของถั่วเหลืองในทุกระดับน้ำต่างลดลง เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นมีเมฆมากจึงมีผลทำให้อุณหภูมิของอากาศและอุณหภูมิของใบลดต่ำลงเช่นกัน แต่แปลงที่ได้รับน้ำน้อย(W_1)ยังคงมีอุณหภูมิของพุ่มใบสูงกว่าแปลงที่ได้รับน้ำปานกลาง(W_3)และได้รับน้ำมาก(W_5)เช่นกัน

การวัดอุณหภูมิของพุ่มใบในปี 2532 ทำการวัดติดต่อกันเป็นเวลา 10 วัน เริ่มตั้งแต่ 55 วันหลังจากที่ถั่วเหลืองงอก ซึ่งได้ผลคล้ายคลึงกับการวัดในปี 2531 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4b

ความแตกต่างของอุณหภูมิพุ่มใบถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ พบว่าในปีแรกแปลงที่ได้รับน้ำน้อยนั้น ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 และมช.001-1 มีอุณหภูมิพุ่มใบ 32.4 °ซ และ 32.3 °ซ ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าพันธุ์ นว.1ซึ่งมีอุณหภูมิพุ่มใบสูงถึง 35.1 °ซ การวัดในปีที่สองพบว่าในแปลงที่ได้รับน้ำน้อย (W_1) นั้น ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 จะมีอุณหภูมิพุ่มใบต่ำสุด(34.5 °ซ)และพันธุ์ นว.1 มีอุณหภูมิพุ่มใบสูงสุด(35.1 °ซ) ซึ่งความแตกต่างของอุณหภูมิพุ่มใบในถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆนั้นจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสรีรวิทยาเช่น พืชจะปิดปากใบเมื่อไม่สามารถหาน้ำมาได้อย่างเพียงพอ จึงทำให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้น แต่สำหรับพืชที่มีปริมาณรากมากและรากมีประสิทธิภาพในการดูดกลืนน้ำได้ดี และสามารถหาน้ำมาได้เพียงพอก็จะมีผลทำให้ปากใบเปิด ทำให้มีการคายน้ำจึงมีผลทำให้อุณหภูมิของใบลดลง(Pandey et al.,1984b) ส่วนในแปลงที่ได้รับน้ำปานกลางและได้รับน้ำมากจะแสดงออกคล้ายคลึงกัน (รูปที่ 4a,4b) Herrera et al.(1983)ได้รายงานไว้ว่าพืชที่สามารถดูดกลืนน้ำมาใช้ได้มาก จะสามารถรักษาอุณหภูมิเรือนยอดให้ต่ำได้นานขึ้น ซึ่งจะทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาดำเนินเป็นไปตามปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพุ่มใบถั่วเหลือง เมื่อได้รับน้ำต่างกัน a) ปีแรก ห่างกัน 7วัน/ครั้ง b) ปีที่ 2 ห่างกัน 1 วัน c) ตลอดวัน ห่างกัน 2 ชม.

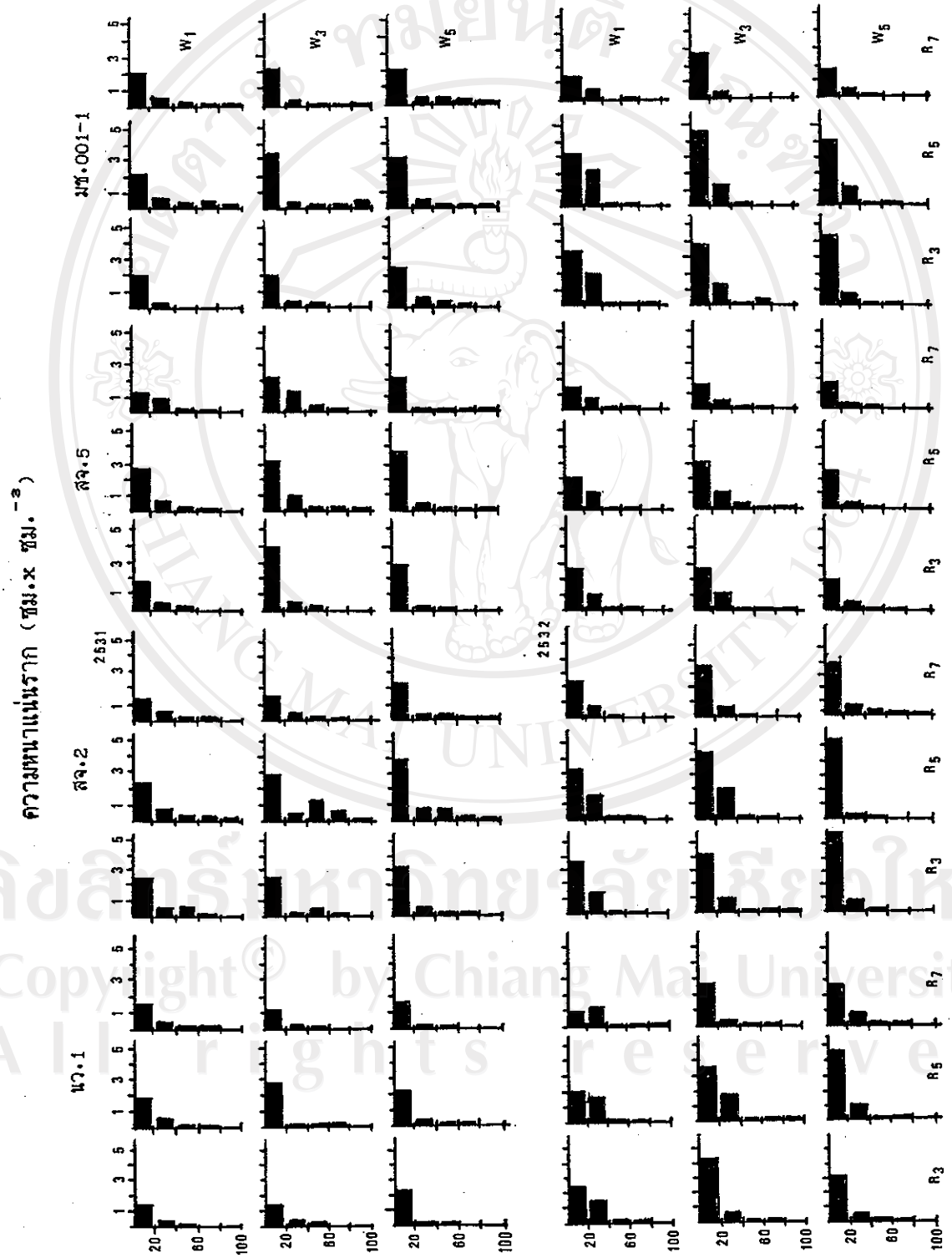
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพุ่มใบตลอดวันนั้น พบว่าอุณหภูมิพุ่มใบของถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำต่างระดับกันในช่วงเวลา 6:00-10:00 น.จะไม่มีความแตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันในช่วงเวลา 12:00 น.และ 14:00 น.โดยแปลงที่ได้รับน้ำมากจะมีอุณหภูมิพุ่มใบต่ำกว่าแปลงที่ได้รับน้ำน้อย และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพุ่มใบทุกๆ 2 ชม. จะมีลักษณะคล้ายคลึงกันในถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ซึ่ง Herrera et al.(1983) พบว่าอุณหภูมิพุ่มใบจะสูงสุดในช่วง 14:00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีอัตราการระเหยน้ำสูงสุด (รูปที่ 4c)

ความหนาแน่นราก

ความหนาแน่นของรากที่ระยะการเจริญเติบโต R_3 (เริ่มติดฝัก) R_5 (เริ่มติดเมล็ด) และ R_7 (เริ่มสุกแก่) ของถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ แสดงไว้ในรูปที่ 5 และตารางที่ 5 จากการทดลองพบว่าความหนาแน่นรากจะมีมากที่สุดในระยะ R_5 เมื่อเปรียบเทียบกับระยะ R_3 ซึ่งถั่วเหลืองยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่จึงมีความหนาแน่นของรากที่น้อยกว่า ส่วนในระยะ R_7 จะมีความหนาแน่นของรากที่น้อยลงไปเพราะว่ารากเริ่มเน่าตาย จากรายงานของ Barber(1978) พบว่าความยาวของรากถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจากระยะต้นกล้า จนถึงอายุ 70-80 วันจึงคงที่ไปจนถึงอายุ 100 วัน หลังจากนั้นความยาวของรากจะลดลง นอกจากนี้ Sivarkumar et al.(1977) ได้รายงานว่าความยาวรากจะเพิ่มจาก 630 ม./ม.^{2} ของพื้นที่ใบ ที่ระยะ V_6 (มี 6 ข้อ) เป็น 1190 ม./ม.^{2} ของพื้นที่ใบ ที่ระยะ R_2 (ดอกบานเต็มที่) หลังจากนั้นจะลดลงเหลือ 345 ม./ม.^{2} ส่วน Hoogenboom et al.(1987) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของรากจะสูงมากในระยะ R_1 (ออกดอก) ถึงช่วง R_4 (พัฒนาฝัก) และการเจริญเติบโตของรากจะหยุดหลังจากระยะ R_5 (พัฒนาเมล็ด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 5 ความหนาแน่นรากของต้นเหลือง 4 พันธุ์ ที่ 3 ช่วงการเจริญเติบโต (R_3, R_5 และR_8) และระดับน้ำ 3 ระดับ (W_1, W_3 และ W_5) ทั้ง 2 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 ความหนาแน่นของรากถั่วเหลือง ที่ระดับความลึกต่างๆ ที่ระยะ R_3 R_5 และ R_7 หน่วย: ซม.xซม.$^{-3}$x10^{-4} (จากค่าเฉลี่ย 4 พันธุ์)

ความลึก (ซม.)	ปี2531 R_3	ปี2531 R_5	ปี2531 R_7	ปี2532 R_3	ปี2532 R_5	ปี2532 R_7
0-20	2262^{d+}	2725^{b}	1676^{e}	3398^{d}	3531^{c}	2115^{f}
20-40	320^{g}	475^{f}	427^{f}	993^{h}	1241^{g}	601^{i}
40-60	171^{h}	292^{g}	169^{h}	67^{jk}	105^{j}	81^{j}
60-80	14^{j}	190^{h}	79^{i}	63^{jk}	44^{jk}	49^{jk}
80-100	0^{j}	42^{ij}	18^{j}	9^{k}	7^{k}	7^{k}
รวม	2766^{b}	3724^{a}	2369^{c}	4530^{b}	4930^{a}	2854^{e}

+ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ P = 0.05 โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 ความหนาแน่นของรากถั่วเหลือง เมื่อได้รับน้ำต่างกัน ที่ระยะ R_5 หน่วย: ซม.xซม.$^{-3}$x10^{-4} (จากค่าเฉลี่ย 4 พันธุ์)

ความลึก (ซม.)	ปี2531 W_5	ปี2531 W_3	ปี2531 W_1	ปี2532 W_5	ปี2532 W_3	ปี2532 W_1
0-20	3129^{a+}	2963^{c}	2082^{d}	4319^{c}	3727^{d}	2547^{e}
20-40	545^{e}	374^{f}	507^{e}	701^{g}	1495^{f}	1531^{f}
40-60	285^{g}	397^{f}	194^{hi}	35^{ij}	167^{h}	114^{hi}
60-80	138^{ij}	232^{gh}	199^{h}	13^{j}	19^{j}	199^{hi}
80-100	7^{k}	111^{j}	8^{k}	8^{j}	7^{j}	7^{j}
รวม	4104^{a}	4077^{a}	2990^{b}	5076^{b}	5415^{a}	4298^{c}

+ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ P = 0.05 โดยวิธี DMRT

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ความหนาแน่นรากเมื่อได้รับน้ำแตกต่างกัน พบว่าในปีแรกแปลงที่ได้รับน้ำมาก(W_6) และแปลงที่ได้รับน้ำปานกลาง(W_3) มีความหนาแน่นของรากรวมไม่แตกต่างกัน ส่วนแปลงที่ได้รับน้ำน้อย (W_1) มีความหนาแน่นของรากรวมต่ำสุด(4104, 4077 2990 ซม./ซม.^{3}x10^{-4}) สำหรับในปีที่ 2 แปลงที่ได้รับน้ำปานกลางจะมีความหนาแน่นของรากมากกว่าแปลงที่ได้รับน้ำมาก และได้รับน้ำน้อย ตามลำดับ (5415, 5076 4298 ซม./ซม.^{3}x10^{-4}) (ตารางที่ 6)

สำหรับที่ระดับความลึก 0-0.20 ม.นั้น แปลงที่ได้รับน้ำมาก(W_6) มีความหนาแน่นรากมากที่สุด ทั้งสองฤดูปลูก รองลงมาเป็นแปลงที่ได้รับน้ำปานกลาง (W_3) และได้รับน้ำน้อย (W_1) ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความลึก 0.20-1.00 ม. ในปีแรก แปลงที่ได้รับน้ำปานกลาง (W_3) มีปริมาณความหนาแน่นรากมากกว่าแปลงที่ได้รับน้ำน้อย(W_1) และได้รับน้ำมาก (W_6) ส่วนในปีที่สองแปลงที่ได้รับน้ำปานกลาง(W_3) และได้รับน้ำน้อย (W_1) มีความหนาแน่นของรากไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่าแปลงที่ได้รับน้ำมาก (W_6) (ตารางที่ 6) ถ้าหากถั่วเหลืองได้รับน้ำอย่างพอเพียงจะมีการแพร่กระจายของรากมากในบริเวณผิวดิน (Herrera et al., 1983; Huck et al., 1986; Klodpeng et al., 1985; Newell and William, 1987; Senthong et al., 1986) และถ้าหากถั่วเหลืองได้รับปริมาณน้ำที่น้อยหรือมีฝนทิ้งช่วงจะมีมีผลทำให้พืชต้องมีการปรับตัว โดยการพัฒนาระบบรากให้สามารถที่จะหยั่งลึกลงไปในดินเพื่อหาน้ำมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิต จึงทำให้มีปริมาณของรากมากขึ้นในระดับลึกของชั้นดิน(Boyer et al. , 1980; Gary and Wilhelm, 1983; Hoogenboom et al., 1987; Newell and Wilhelm, 1987; Sivakuma et al.,1977)

ความหนาแน่นของรากถั่วเหลืองที่ระดับความลึก 0-0.20 ม.ไม่แตกต่างกันทางสถิติสำหรับปีแรก แต่ในปีที่สองถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 และ มช.001-1 มีความหนาแน่นของรากมากกว่าพันธุ์ สจ.5 และนว.1 จากการทดลองในครั้งนี้ไม่พบปฏิกิริยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ให้กับพันธุ์ ในทุกระดับของความลึกทั้งสองปี (ตารางที่ 7,8) ที่ระดับความลึก 0.20-1.00 ม. ไม่พบความแตกต่างของความหนาแน่นของราก และปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้ง 2 ปีปลูก ส่วนความหนาแน่นรวมของรากในปีแรกไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่สำหรับปีที่ 2 พบว่าพันธุ์ นว.1 มีความหนาแน่นรวมของรากต่ำกว่าพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7,8) ซึ่งการที่พันธุ์ นว.1 มีความหนาแน่นของรากต่ำเพราะว่าเป็นพันธุ์ที่มีอายุสั้น ซึ่ง Senthong et al.(1986) ได้รายงานไว้ว่าถั่วเหลืองพันธุ์อายุปานกลางจะมีความหนาแน่นของรากในระดับที่ลึกลงไปในดินมากกว่าถั่วเหลืองพันธุ์อายุสั้น

ปริมาณการใช้น้ำ

ผลการทดลองพบว่าในปี 2531 ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 สจ.5และมช.001-1 เมื่อได้รับน้ำมาก (W_5) หรือได้รับน้ำปานกลาง (W_3) มีการใช้น้ำไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่จะสูงกว่าพันธุ์ นว.1 อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) สำหรับในแปลงที่ได้รับน้ำน้อย(W_1) ถั่วเหลืองทุกพันธุ์จะมีปริมาณการใช้น้ำไม่แตกต่างกัน สำหรับปี 2532 พบว่าในแปลงที่ได้รับน้ำมาก (W_5) นั้น ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์จะมีการใช้น้ำแตกต่างกัน โดยพันธุ์ มช.001-1 มีการใช้น้ำมากที่สุด รองลงมาเป็นพันธุ์ สจ.2 และ สจ.5 ส่วนพันธุ์ นว.1 มีการใช้น้ำน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำปานกลาง(W_3) และได้รับน้ำน้อย (W_1) พบว่าพันธุ์ สจ.2 สจ.5 และ มช.001-1จะมีการใช้น้ำที่ใกล้เคียงกันแต่ยังสูงกว่าพันธุ์ นว.1 (ตารางที่ 2) การที่ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 สจ.5 และมช.001-1 มีการใช้น้ำมากกว่าพันธุ์ นว.1เพราะมีอายุที่นานกว่าและมีปริมาณความหนาแน่นของรากมากกว่า (ตารางที่ 7,8) จากรายงานของ Reicosky et al. (1972), Allmaras et al.(1975), Robertson et al.(1980), Proffitt

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นของราก ที่ระดับความลึกต่างๆ (0-1.00 ม.) ที่ระยะ R_s ปี2531 หน่วย: ซม.xซม.$^{-3}$x10^{-4}

พันธุ์	ระดับความลึก (ม.) 0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	รวม
นว.1	2163^{ns}	336^{ns}	98^{ns}	58^{ns}	0^{ns}	2655^{ns}
สจ.2	2886	619	694	380	11	4590
สจ.5	2986	577	162	111	5	3840
มช.001-1	2862	369	213	208	152	3804
ปริมาณน้ำ x พันธุ์						
W_s x นว.1	2068^{ns}	405^{ns}	93^{ns}	1^{ns}	0^{ns}	2566^{ns}
สจ.2	3685	747	671	295	7	5405
สจ.5	3567	557	169	149	6	4448
มช.001-1	3195	472	207	107	15	3995
W_3 x นว.1	2750	87	8	4	0	2849
สจ.2	2753	484	1176	634	13	5059
สจ.5	2987	742	190	93	9	4020
มช.001-1	3360	182	213	198	423	4376
W_1 x นว.1	1672	516	192	170	0	2549
สจ.2	2219	625	236	213	13	3305
สจ.5	2403	432	127	92	0	3053
มช.001-1	2032	453	220	321	18	3043
พันธุ์	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปริมาณน้ำ x พันธุ์	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	27.10	28.91	47.69	73.72	224	44.97

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ P = 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นของราก ที่ระดับความลึกต่างๆ (0-1.00 ม.) ที่ระยะ R_s ปี2532 หน่วย: ซม.xซม.$^{-3}$x10^{-4}

พันธุ์	ระดับความลึก (ม.) 0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	รวม
นว.1	2616^{c+}	820^{ns}	63^{ns}	22^{ns}	9^{ns}	3530$^{b'}$
สจ.2	3943^{ab}	1560	85	15	1	5605^{a}
สจ.5	3201^{bc}	1390	36	13	0	4640^{ab}
มช.001-1	4364^{a}	1199	135	78	19	5794^{a}
ปริมาณน้ำ x พันธุ์						
W_s x นว.1	2857^{ns}	297^{ns}	30^{ns}	13^{ns}	0^{ns}	3197^{ns}
สจ.2	4238	1334	32	30	1	5634
สจ.5	4140	869	36	5	0	5050
มช.001-1	6040	304	43	3	32	6421
W_s x นว.1	2791	1030	100	32	28	4162
สจ.2	4366	1310	26	2	0	5704
สจ.5	3482	1733	36	5	0	5260
มช.001-1	4091	1908	199	35	0	6232
W_i x นว.1	2021	1133	58	20	0	3231
สจ.2	3225	2036	199	15	3	5478
สจ.5	1981	1570	34	28	0	3612
มช.001-1	2962	1385	134	196	24	4730
พันธุ์	*	ns	ns	ns	ns	*
ปริมาณน้ำ x พันธุ์	ns	ns	ns	ns	ns	ns
% C.V.	22.50	63.78	70.74	115.91	229	22.87

+ ' ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติ ที่ P= 0.05 โดยวิธี DMRT

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ P = 0.05

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ P = 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

et al.(1985)และHoogenboom et al.(1987) พบว่าพืชที่มีความหนาแน่นของรากมากจะสามารถดูดกลืนน้ำจากดินมาใช้ได้มากกว่าพืชที่มีความหนาแน่นของรากต่ำ

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ จะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำในปีแรกสูงกว่าปีที่สอง ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของปีแรกจะอยู่ระหว่าง 0.96-1.76 เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่สองซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.78 - 1.02 (ตารางที่ 2) สาเหตุที่ประสิทธิภาพการใช้น้ำของปีแรกสูงกว่าปีที่สอง อาจจะเนื่องมาจากการปลูกในช่วงที่เวลาต่างกันโดยเฉพาะในปีที่สองต้นถั่วเหลืองได้รับผลกระทบจากอากาศเย็นเป็นระยะเวลานานมากกว่า 2 อาทิตย์ ซึ่ง Turner (1986)และFrench and Schultz (1984 a,b)รายงานไว้ว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชขึ้นอยู่กับช่วงเวลาปลูก และการเจริญเติบโตในระยะแรกของพืช เพราะว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชเกี่ยวข้องกับการคายน้ำของใบ รวมถึงการระเหยน้ำจากดิน ดังนั้นถ้าพืชปลูกที่กระทบกับสภาพที่ไม่เหมาะสมเช่น กระทบกับอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานพืชจะเจริญเติบโตได้ช้าทำให้พุ่มใบคลุมพื้นดินได้ช้าเช่นกัน การสูญเสียน้ำจากดินโดยเปล่าประโยชน์จะมีมาก

สำหรับประสิทธิภาพของการใช้น้ำในถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์นั้น พบว่าในปี 2531 ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 และ สจ.5 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด (1.29 - 1.76)และ พันธุ์ นว.1 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำสุด (0.85 - 1.16)ในทุกระดับน้ำที่ได้รับ (W_6 , W_3 , W_1) เมื่อเปรียบกับปีที่ 2532 ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้น้ำไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (0.71 - 1.02)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตอบสนองของผลผลิตถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆเมื่อได้รับน้ำแตกต่างกัน

การขาดน้ำจะทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองทุกพันธุ์ลดลงตั้งแต่ 63 - 68 % ในปี 2531 และจะลดลงประมาณ 55 - 61 % ในปีที่ 2 (ตารางที่ 3) ผลการทดลองในปีแรก พบว่าถั่วเหลืองทุกพันธุ์ให้ผลผลิตที่แตกต่างในทางสถิติ โดยพันธุ์ สจ.2 จะให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาเป็นพันธุ์ มช.001-1 และพันธุ์ สจ.5 ส่วนพันธุ์ นว.1มีผลผลิตต่ำสุด (ตารางที่ 3) สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ยังพบปฏิกิริยาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ถั่วเหลืองกับปริมาณน้ำที่ให้ ซึ่งแสดงว่าพันธุ์แต่ละพันธุ์เมื่อได้รับน้ำจะแสดงการตอบสนองที่แตกต่างกันไป ที่ระดับน้ำมาก(W_5) พันธุ์ สจ.2 สจ.5 และ มช.001-1ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับน้ำปานกลาง(W_3)และระดับน้ำน้อย(W_1) ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 ให้ผลผลิตสูงสุด (ตารางที่ 3) ซึ่งแสดงว่าพันธุ์ สจ.2 เหมาะสมที่จะปลูกได้ดีทั้งในเขตชลประทานและเขตอาศัยน้ำฝน สำหรับปีที่สองพบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ มช.001-1 สจ.2 และสจ.5 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างในทางสถิติแต่จะสูงกว่าพันธุ์ นว.1 อย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาในปีที่ 2 นี้ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ถั่วเหลืองกับปริมาณน้ำที่ให้ (ตารางที่ 3)

จากการวิเคราะห์รวมพบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 สจ.5 และมช.001-1 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ นว.1 อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ตารางที่ 3) และมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับปริมาณน้ำที่ให้ ซึ่งแสดงว่าถั่วเหลืองทุกพันธุ์มีการตอบสนองต่อปริมาณน้ำที่ให้แตกต่างกัน

ถั่วเหลืองพันธุ์ นว.1 ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆในทุกระดับน้ำที่ให้เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีอายุสั้น จึงมีช่วงระยะเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดที่สั้นกว่าจึงทำให้ได้ผลผลิตที่ต่ำ (เทวา, 2531; Cure et al., 1982;Reicosky et al., 1982) นอกจากนี้พันธุ์ นว.1 ยังมีความหนาแน่นของรากที่ต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆจึงทำให้สามารถดูดน้ำมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตได้น้อยกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

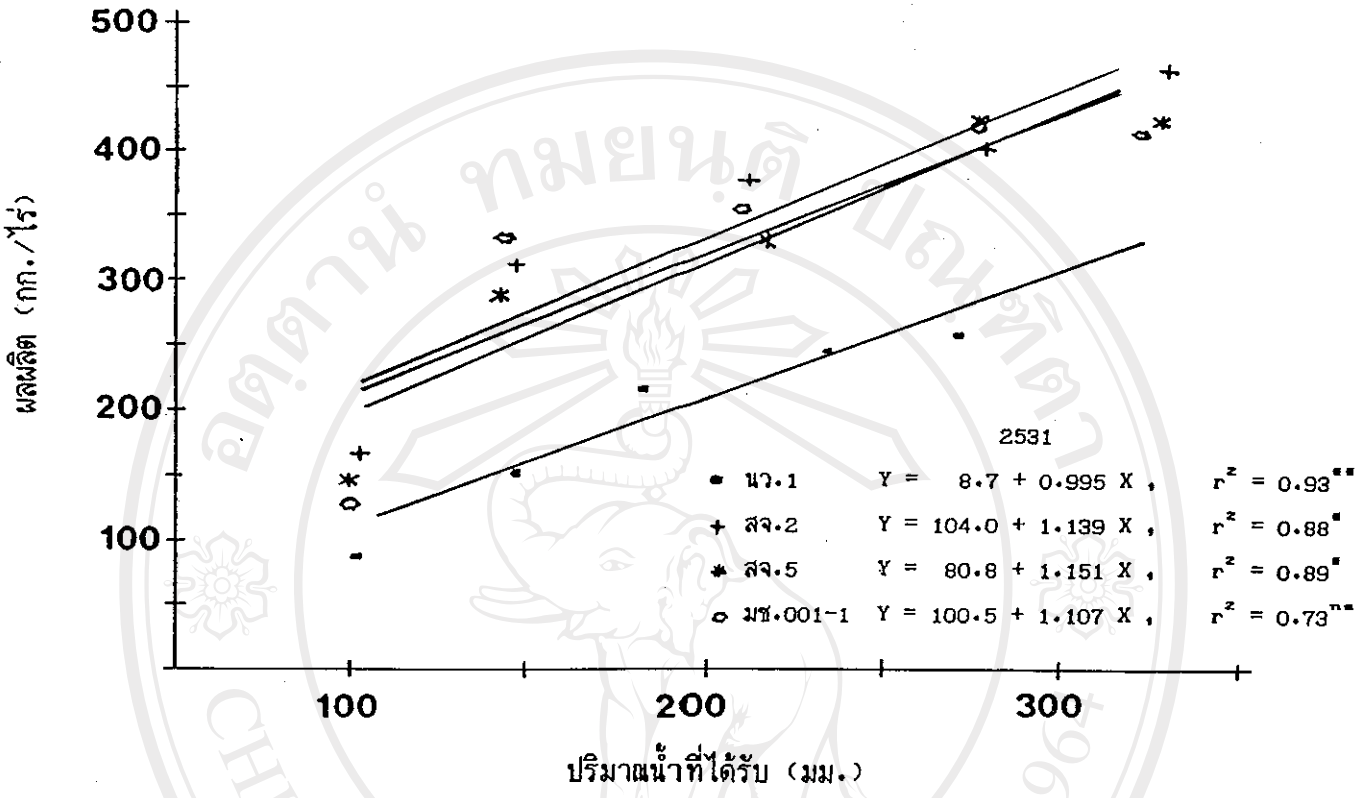
ถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ ให้ผลผลิตที่แสดงให้เห็นว่า มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับปริมาณน้ำที่ให้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6 ซึ่งผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปริมาณน้ำมากขึ้น ในปี 2531 นั้นถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 สจ.2 มช.001-1 และ นว.1 จะอัตราการเพิ่มขึ้นของผลผลิตเท่ากับ 1.15 1.14 1.11 และ 0.99 กก./ไร่/มม. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2532 พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 มช.001-1 สจ.5 และ นว.1จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นเพียง 0.79 0.68 0.65 และ 0.63 กก./ไร่/มม. ตามลำดับ

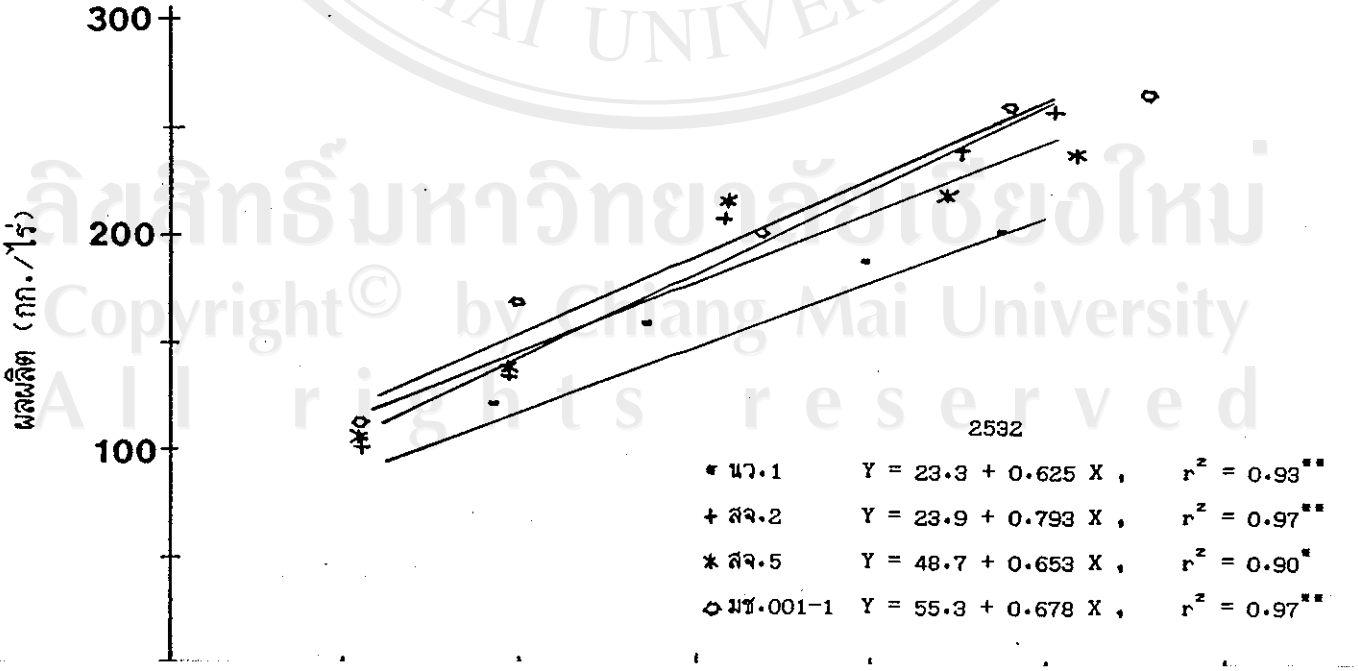
<u>การตอบสนองขององค์ประกอบผลผลิตภายใต้การให้น้ำแตกต่างกัน</u>

จากการทดลองทั้ง 2 ปี พบว่าจำนวนฝักต่อตารางเมตร ได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำมากที่สุด ซึ่งตรงกับรายงานของ Cox and Jolliff, (1986); Laohasiriwong,(1983); Momen et al.,(1979); Senthong and Pandey, (1989)และShaw and Laing,(1966) สำหรับน้ำหนัก 100 เมล็ดจะได้รับผลกระทบปานกลาง ส่วนจำนวนเมล็ดต่อฝักได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำน้อยมาก (Cox and Jolliff, 1986 และ Senthong and Pandey, 1989)

ผลการทดลองในปีแรกพบว่าพันธุ์ สจ.2 มีจำนวนฝักต่อตารางเมตรเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อได้รับน้ำเพิ่มขึ้นโดยมีจำนวน 2.26 ฝัก/ตารางเมตรทุก 1 มม.ของน้ำที่ให้ ส่วนพันธุ์ นว.1 มีจำนวนฝักต่อตารางเมตรเพิ่มน้อยที่สุด (1.28 ฝัก/$ม^2$/มม.) ในปี 2532 พบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ มช.001-1 มีอัตราการเพิ่มของจำนวนฝัก/ตารางเมตรสูงที่สุดเมื่อได้รับน้ำเพิ่ม(1.88ฝัก/$ม^2$/มม.) ส่วนพันธุ์ นว.1 จะมีอัตราการเพิ่มที่ต่ำสุด (0.299 ฝัก/ $ม^2$/มม.) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9 สำหรับการเพิ่มของจำนวนฝักต่อตารางเมตรเมื่อได้รับน้ำเพิ่มขึ้นนั้นจะเกี่ยวข้องกับความสูงที่เพิ่มขึ้นด้วย (Senthong

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved





ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบของผลผลิต และความสูง กับปริมาณน้ำที่ให้ทั้งหมด (น้ำชลประทาน + น้ำฝน)ของถั่วเหลือง 4 พันธุ์

พันธุ์	ปี2531 intercept	slope	r^2	ปี2532 intercept	slope	r^2
	ฝัก/$ม^2$					
นว.1	421.9	1.281	0.97**	512.9	0.299	0.72ns
สจ.2	913.6	2.263	0.88*	604.9	1.590	0.96**
สจ.5	641.3	2.246	0.98**	459.3	1.440	0.92**
มช.001-1	899.6	1.585	0.92**	448.0	1.880	0.91*
	เมล็ด/ฝัก					
นว.1	1.440	0.002	0.88*	1.633	0.0006	0.78ns
สจ.2	1.850	0.0005	0.76ns	1.639	0.0006	0.79ns
สจ.5	1.850	0.0005	0.79ns	1.750	0.0004	0.44ns
มช.001-1	1.450	0.0012	0.79ns	1.297	0.0008	0.88*
	น้ำหนัก 100 เมล็ด(กรัม)					
นว.1	6.975	0.036	0.99**	5.835	0.027	0.99**
สจ.2	7.786	0.022	0.95**	6.376	0.016	0.93**
สจ.5	6.686	0.036	0.88*	6.509	0.022	0.98**
มช.001-1	13.910	0.021	0.89*	11.712	0.015	0.87ns
	ความสูง(ซม.)					
นว.1	21.918	0.092	0.99**	28.674	0.046	0.84*
สจ.2	47.831	0.132	0.95**	31.410	0.133	0.94**
สจ.5	50.980	0.130	0.99**	30.578	0.144	0.97**
มช.001-1	52.089	0.135	0.96**	25.180	0.175	0.97**

* ,** = แตกต่างทางสถิติที่ P = 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติที่ P = 0.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

and Pandey , 1989) เพราะว่าเมื่อมีความสูงเพิ่มแสดงให้เห็นว่าพืชมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า ดังนั้นพืชจึงสามารถหาอาหารมาใช้ในการสร้างดอก ฝัก ได้มากกว่า จึงทำให้มีจำนวนฝักต่อตารางเมตรสูงกว่า

การตอบสนองของจำนวนเมล็ดต่อฝักพบว่าในปี 2531 ถั่วเหลืองพันธุ์นว.1 จะมีจำนวนเมล็ด/ฝักเพิ่มขึ้นสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ เมื่อได้รับน้ำเพิ่มขึ้น ส่วนในปีที่ 2 พันธุ์ มช.001-1 จะมีจำนวนเมล็ดต่อฝักเพิ่มมากกว่าพันธุ์อื่นๆ (ตารางที่ 9)

เมื่อถั่วเหลืองได้รับน้ำเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ขนาดของเมล็ดโตขึ้น พบว่าในปีแรก พันธุ์ นว.1 และ สจ.5 มีอัตราการเพิ่มขนาดของเมล็ดมากกว่าพันธุ์ มช.001-1 และพันธุ์ สจ.2 ปีที่ 2พบว่าพันธุ์ นว.1 มีอัตราการเพิ่มขนาดของขนาดเมล็ดมากกว่าถั่วเหลืองอีก 3 พันธุ์ (ตารางที่ 9) เมื่อได้รับน้ำเพิ่มถั่วเหลืองทุกพันธุ์สามารถสร้างอาหารได้มากขึ้นเพราะว่ากระบวนการต่างๆดำเนินไปตามปกติ แต่ถั่วเหลืองพันธุ์ นว.1 มีจำนวนฝักต่อตารางเมตรน้อยกว่าถั่วเหลืองพันธุ์อื่นๆ อาหารที่หามาได้จึงสามารถเก็บสะสมในเมล็ดได้เต็มที่จึงทำให้ขนาดของเมล็ดเพิ่มมากกว่าถั่วเหลืองอีก 3 พันธุ์

ถั่วเหลืองพันธุ์ มช.001-1 จะมีอัตราของการเพิ่มความสูงมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ทั้ง 2 ฤดูปลูก โดยจะมีความสูงเพิ่มขึ้น 0.14 ซม./มม. ในปีแรก และ 0.18 ซม./มม. ในปีที่ 2 (ตารางที่ 9) ซึ่งเห็นได้ว่าถั่วเหลืองพันธุ์ มช.001-1จะให้ผลผลิตสูงในแปลงที่ได้รับน้ำมากทั้ง 2 ปี ความสูงที่เพิ่มขึ้นแสดงให้ว่าถั่วเหลืองพันธุ์นี้มีการเจริญเติบโตดีขึ้น สามารถสร้างอาหารได้มากขึ้นจึงทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved