

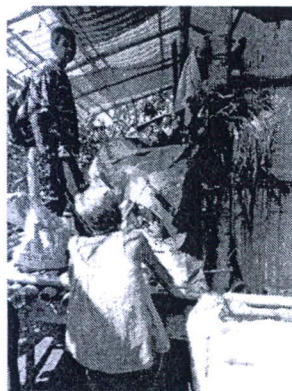
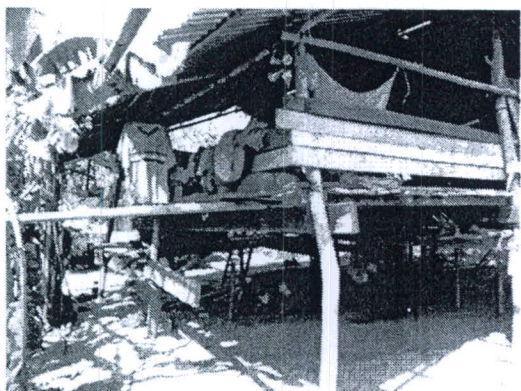
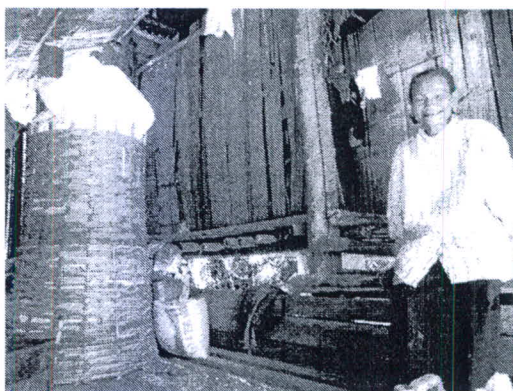
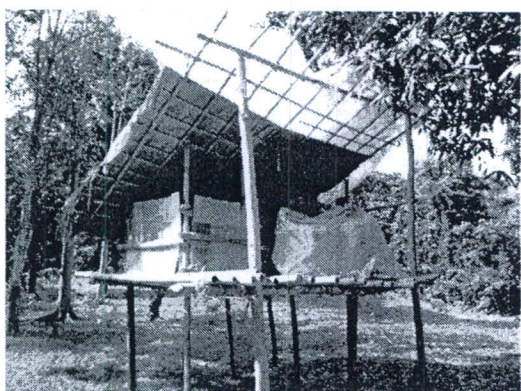
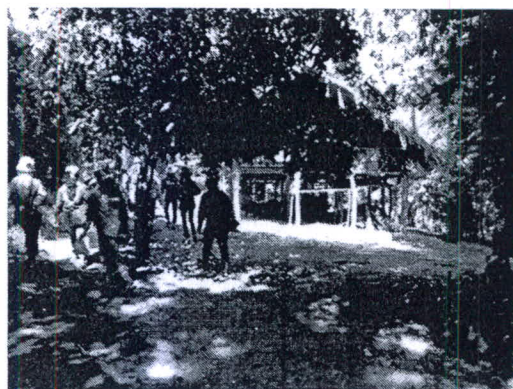
ผลการวิจัยและวิจารณ์

กิจกรรมที่ 1 การรวบรวมเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่

สำหรับการเก็บรวบรวมเมล็ดพันธุ์จากเกษตรกร ชาวปากะญอส่วนใหญ่มีการปลูกข้าวและเก็บข้าวในทุ่งนาบริเวณบ้าน ซึ่งบางครั้งในแต่ละปีอาจปลูกข้าวมากกว่าหนึ่งพันธุ์จึงมีการเก็บในถุงกระสอบแยก แต่อย่างไรก็ตามการเก็บในพื้นที่เดียวกัน และการใช้กระสอบที่ผ่านการใช้งานมาแล้วมาใช้ในการบรรจุเมล็ดพันธุ์ หมุนเวียนกันเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการปนพันธุ์ นอกจากนี้พบว่าเนื่องจากเกษตรกรบางรายมีการปลูกข้าวไร่หลายพันธุ์ในพื้นที่เดียวกันในแต่ละปี ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์แต่ละพันธุ์ในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น บางพันธุ์เก็บไว้บริโภคภายในครัวเรือน บางพันธุ์ใช้ในการประกอบพิธีตามประเพณี นอกจากนี้อาจมีการปลูกทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวในพื้นที่เดียวกันอีกด้วย เป็นต้น

วิธีการรวบรวมตัวอย่างเมล็ดพันธุ์จากเกษตรกรมีด้วยกัน 2 วิธีการหลัก ได้แก่ วิธีการแรกคือการใช้โอกาสในการแลกเปลี่ยนความรู้กับเกษตรกรและการบริการวิชาการซึ่งมีเกษตรกรผู้ปลูกข้าวไร่เข้าร่วมกิจกรรมเพื่อขอความอนุเคราะห์ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่จากเกษตรกร และวิธีการที่สองโดยการลงพื้นที่เพื่อรวบรวมเมล็ดพันธุ์โดยตรงจากเกษตรกรแต่ละราย (ภาพที่ 1)



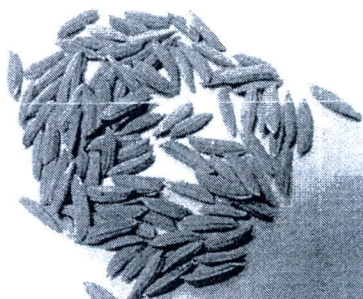
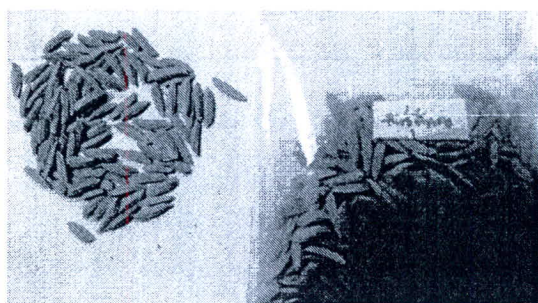


ภาพที่ 1 เก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่จากเกษตรกรปลูกอะญอ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

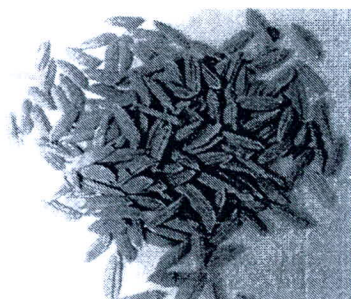
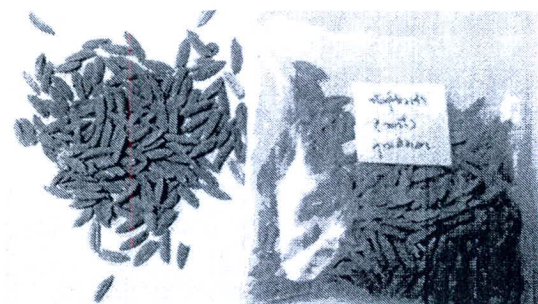
จากผลการรวบรวมพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์พันธุ์ใกล้เคียงกันหลายพันธุ์ แต่ทั้งนี้ อาจไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าจะเป็นพันธุ์กรรมเดียวกันหรือไม่ ทั้งนี้จากเหตุผลที่กล่าวไปข้างต้นเกี่ยวกับวิธีการปลูกข้าวไร่ และการเก็บเมล็ดพันธุ์ที่อาจก่อให้เกิดการปะปนของพันธุ์ พันธุ์ที่มีการปลูกซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวเจ้า (ยกเว้นบางพันธุ์ที่เป็นข้าวเหนียว) (ภาพที่ 2 และ 3) ดังนี้

ข้าวเจ้า ได้แก่ พันธุ์นาสาร (นิยมปลูกเนื่องจากมีรสชาติดี) พันธุ์แพทอ พันธุ์รอบี พันธุ์แพทอ-รอบี พันธุ์ปุ๋ยร่วน พันธุ์เข้มทอง พันธุ์บ่อแผ่ พันธุ์บ่อแผ่ชู พันธุ์สีทอง พันธุ์เบา 3 เดือน พันธุ์บ่อแผ่ปรี ข้าวขาว (ภาพที่ 2)

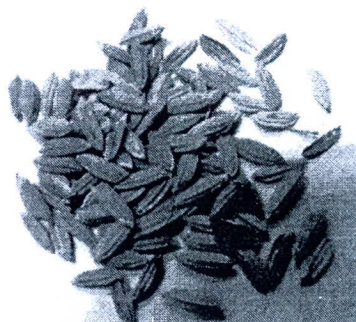
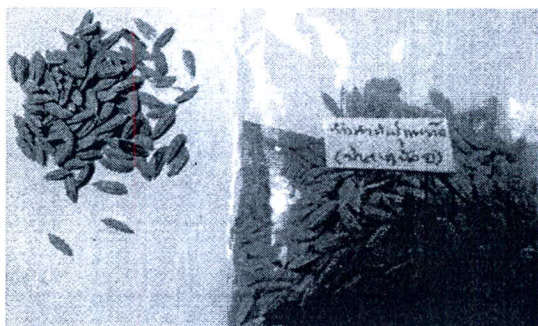
ข้าวเหนียว ข้าวเหนียวมันปู (นิยมปลูกเพื่อประกอบพิธีกรรม) ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียวดำพันธุ์ปะอิชูชะ ข้าวเหนียวดำพันธุ์ชิงชู ข้าวเหนียว 5 เดือน (คอรวงขาว) (ภาพที่ 3)



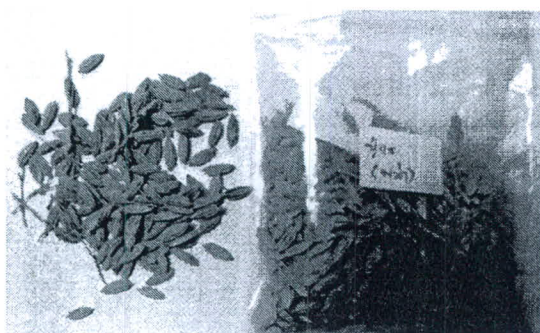
พันธุ์สีทอง



พันธุ์รอบี



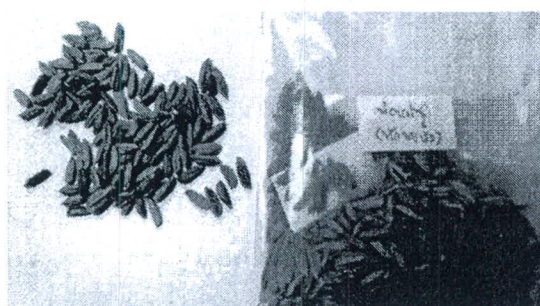
พันธุ์แพทอ



พันธุ์ปุ๋ยแร่



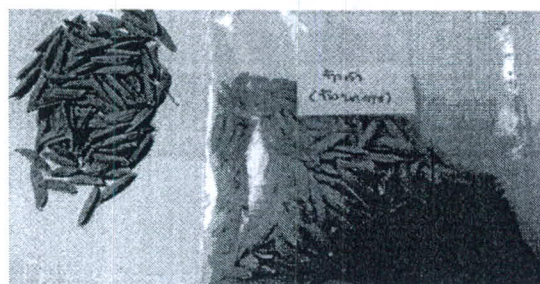
พันธุ์บ่อแผ่ปรี



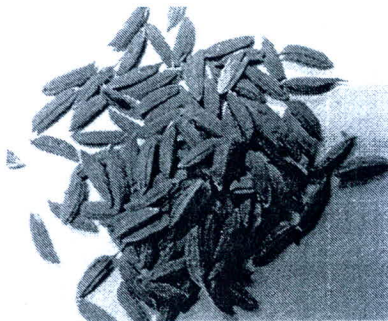
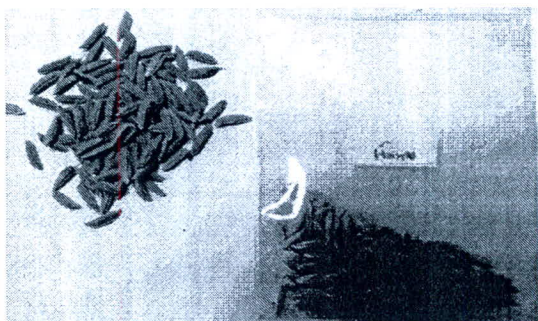
พันธุ์บ่อแผ่ชู



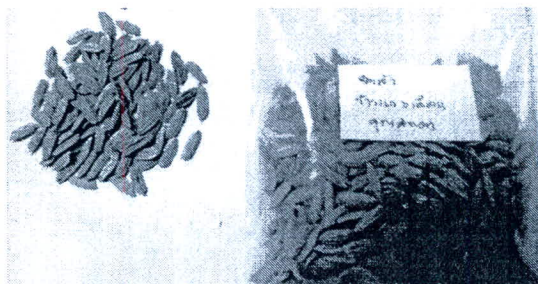
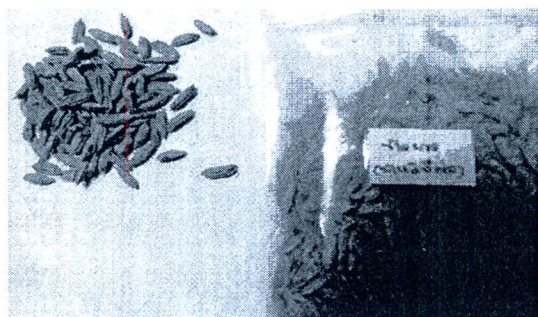
พันธุ์บ่อแผ่



พันธุ์นาสาร



พันธุ์เข้มทอง

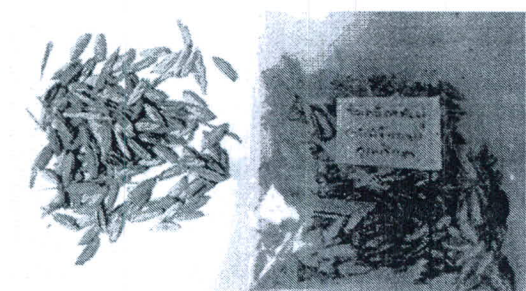
ข้าวเบา
3 เดือน

ข้าวขาว

ภาพที่ 2 พันธุ์ข้าวไรซ์ข้าวเจ้าที่รวบรวมได้จากเกษตรกรปากะญอ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



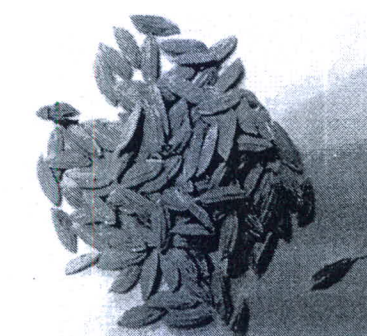
พันธุ์อึ้งชู



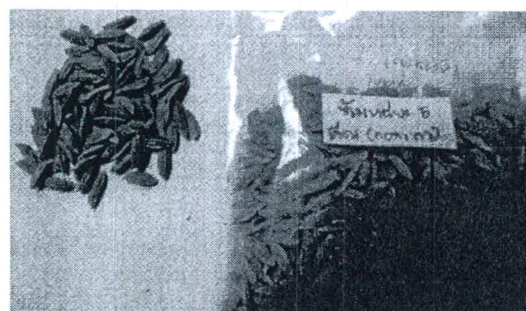
พันธุ์มันปู



พันธุ์ปะอี่ชูชะ



ข้าวเหนียวดำ

ข้าวเหนียว
5 เดือน

ภาพที่ 3 พันธุ์ข้าวไร่ข้าวเหนียวที่รวบรวมได้จากเกษตรกรปลูกาเกาะญอ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาข้าวไร่ในท้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.1 การตอบสนองของข้าวไร่พันธุ์ต่าง ๆ ต่อสภาพการปลูกในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในระดับที่แตกต่างกัน

การศึกษากการตอบสนองและการปรับตัวของข้าวไร่ต่อสภาวะการขาดธาตุฟอสฟอรัสในระดับ 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ของข้าวไร่ 3 พันธุ์ ได้แก่ บ่อแม่ชู รอบี และนาสาร ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยทำการศึกษากจำนวนรากฝอย คณนของขนราก และน้ำหนักแห้งส่วนราก ของข้าวไร่แต่ละพันธุ์ภายหลังการปลูกนานเป็นเวลา 1 เดือน ผลการเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยต่อต้นของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ระดับ P (ppm)	จำนวนรากฝอยต่อต้น (mean±SD)			ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	บ่อแม่ชู	รอบี	นาสาร	
0	6.250±1.388 ^{cde}	5.250±0.463 ^e	5.500±0.535 ^{de}	5.667±0.963 ^y
2.5	7.375±1.061 ^{bc}	6.000±2.000 ^{cde}	5.125±0.641 ^e	6.167±1.606 ^y
5.0	7.125±1.246 ^{bcd}	6.625±1.506 ^{bcde}	4.875±0.641 ^e	6.208±1.503 ^y
7.5	8.000±1.690 ^b	6.125±1.126 ^{cde}	5.250±0.463 ^e	6.458±1.641 ^y
10.0	12.000±3.779 ^a	6.500±1.690 ^{bcde}	6.625±0.916 ^{bcde}	8.375±3.512 ^x
ค่าเฉลี่ย	8.150±2.833 ^{x'}	6.100±1.464 ^{y'}	5.475±0.876 ^{y'}	
(Varieties)				
F-test	Cultivars = **, ระดับ P = **, Cultivars x ระดับ P = **			
cv(%)	23.071			

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

x,y อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับ P ที่ต่างกันทางสถิติ

x',y' อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติ

a,b,c,d,e อักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยพันธุ์ ข้าวไร่ x ระดับความเข้มข้น P ที่ต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของจำนวนรากฝอยต่อต้นของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5 ระดับ

Contrast	df	Contrast		Mean		
		SS	Square	F Value	Pr > F	
ระดับP (linear) IN บ่อแม่ชู	1	117.613	117.613	27.04	<.0001**	
ระดับP (quad) IN บ่อแม่ชู	1	27.009	27.009	6.21	0.0176*	
ระดับP (cubic) IN บ่อแม่ชู	1	16.200	16.200	3.72	0.0618	
ระดับP (quartic) IN บ่อแม่ชู	1	0.028	0.028	0.01	0.9359	
ระดับP (linear) IN รอบี	1	5.513	5.513	2.60	0.1159	
ระดับP (quad) IN รอบี	1	2.008	2.008	0.95	0.3372	
ระดับP (cubic) IN รอบี	1	0.800	0.800	0.38	0.5431	
ระดับP (quartic) IN รอบี	1	1.029	1.029	0.48	0.4908	
ระดับP (linear) IN นาสาร	1	4.513	4.513	10.44	0.0027**	
ระดับP (quad) IN นาสาร	1	9.723	9.723	22.50	<.0001**	
ระดับP (cubic) IN นาสาร	1	0.613	0.613	1.42	0.2419	
ระดับP (quartic) IN นาสาร	1	0.002	0.002	0.00	0.9491	

หมายเหตุ : * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

การศึกษาค่าผลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยต่อต้นของพันธุ์ข้าวไร่ทั้งสามชนิด ได้แก่ บ่อแม่ชู รอบี และนาสาร พบการแสดงออกของลักษณะแตกต่างกันอันเนื่องมาจากปัจจัยทางพันธุกรรมและระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในอาหารเพาะเลี้ยง โดยพันธุ์บ่อแม่ชูมีค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยสูงสุด (8.150 ราก/ต้น) รองลงมาคือพันธุ์รอบี (6.100 ราก/ต้น) และนาสาร (5.475 ราก/ต้น) ซึ่งทั้งพันธุ์รอบีและนาสารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ 10.0 ppm พบจำนวนรากฝอยสูงสุด (8.375 ราก/ต้น) ขณะที่ความเข้มข้นอื่นๆ คือ 0, 2.5, 5.0, 7.5 ppm มีค่าเฉลี่ยรองลงมาและให้ผลไม่ต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าเกิดอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และพันธุ์ข้าวไร่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่าข้าวไร่พันธุ์รอบีและพันธุ์นาสารมีการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ในอาหารสูตร MS ไม่แตกต่างกัน แต่ต่ำกว่าพันธุ์บ่อแม่ชู พบว่าข้าวไร่พันธุ์บ่อแม่ชูมีค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยต่อต้นสูงสุดที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 10 ppm (12.000 ราก/ต้น) รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 7.5, 2.5, 5.0 และ 0 ppm (8.000, 7.375, 7.125 และ 6.250 ราก/ต้น ตามลำดับ) (ตารางที่

2 และภาพที่ 4) จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร้พันธุ์บ่อแม่ชู พบว่ามีการตอบสนองที่ Quadratic (p value = 0.0176) (ตารางที่ 3) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมิแนวโน้มในการเพิ่มรากฝอยของข้าวไร้พันธุ์บ่อแม่ชูแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p < 0.05$) ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร้พันธุ์รอบีไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของจำนวนรากฝอยเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้ สำหรับพื้นฐานสารจากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส พบค่านัยสำคัญทางสถิติสูงสุดที่ระดับ Quadratic (p value = < 0.0001) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมิแนวโน้มในการเพิ่มรากฝอยของข้าวไร้พันธุ์นาสารแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p < 0.01$)

การศึกษาผลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนขนรากต่อต้นของพันธุ์ข้าวไร้ทั้งสามชนิด ได้แก่ บ่อแม่ชู รอบี และนาสาร พบความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยที่ระดับที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 0 ppm มีค่าเฉลี่ยคะแนนขนรากสูงที่สุด (3.708) รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 2.5, 5.0 และ 7.5 ppm (2.958, 3.292 และ 2.917 ตามลำดับ) โดยที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 10.0 ppm มีค่าเฉลี่ยคะแนนขนรากต่ำที่สุด (2.083) (ตารางที่ 4 และภาพที่ 5-6) และไม่พบความแตกต่างจากปัจจัยทางพันธุ์ข้าวที่ต่างกันและไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและพันธุ์ข้าวไร้ทางสถิติ จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร้พันธุ์บ่อแม่ชู พบว่ามีการตอบสนองที่ Quadratic (p value = 0.0232) (ตารางที่ 5) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมิแนวโน้มในการเพิ่มขนรากของข้าวไร้พันธุ์บ่อแม่ชูแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p < 0.05$) ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร้พันธุ์รอบีพบว่าการตอบสนองที่ Cubic (p value = 0.0460) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมิแนวโน้มในการเพิ่มขนรากของข้าวไร้พันธุ์รอบีแบบเส้นโค้งกำลังสาม ($p < 0.05$) สำหรับพื้นฐานสารจากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส พบความแตกต่างสูงสุดที่ระดับ Linear (p value = 0.0005) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมิแนวโน้มในการเพิ่มขนรากของข้าวไร้พันธุ์นาสารแบบเส้นตรง ($p < 0.01$)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนขรอกต่อต้น ของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ระดับ P (ppm)	คะแนนขรอกต่อต้น (mean±SD)			ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	บ่อแม่ชู	โรบี	นาสาร	
0	3.875±0.991	3.625±0.518	3.625±0.744	3.708±0.751 ^x
2.5	3.250±1.035	2.625±0.916	3.000±0.535	2.958±0.859 ^y
5.0	4.000±1.195	3.125±1.125	2.750±0.707	3.292±1.122 ^y
7.5	3.250±1.753	2.875±0.835	2.625±0.518	2.917±1.139 ^y
10.0	1.500±0.756	2.250±0.463	2.500±0.535	2.083±0.717 ^z
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	3.175±1.448	2.900±0.900	2.900±0.709	
F-test	Cultivars = ns , ระดับ P = ** , Cultivars x ระดับ P = ns			
cv (%)	30.273			

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ns ไม่แสดงต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

x,y,z อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับ P ที่ต่างกัน

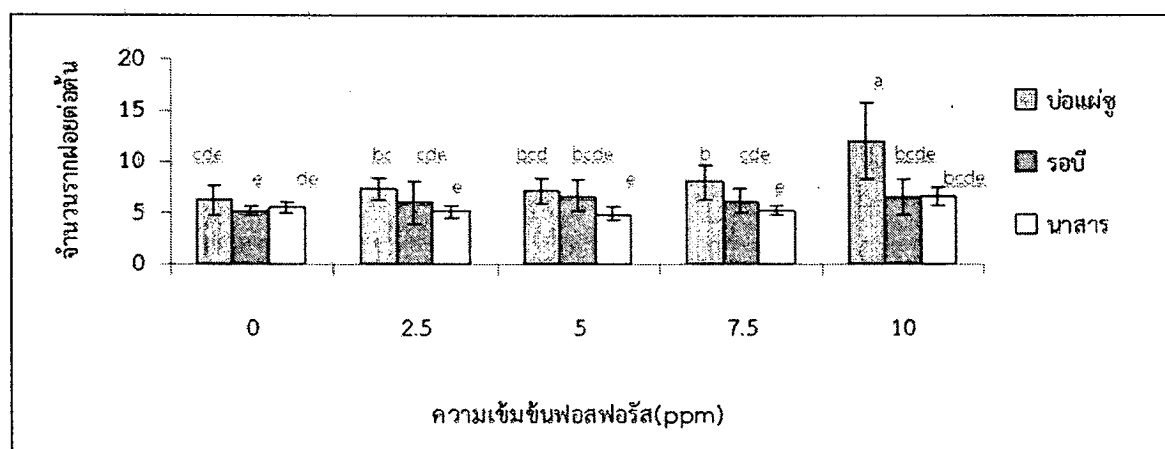
เกณฑ์การให้คะแนนขรอก 1 = ไม่มีการแสดงขรอกเลย

2 = มีการแสดงขรอกสั้นๆ

3 = มีการแสดงขรอกปานกลางและสั้น

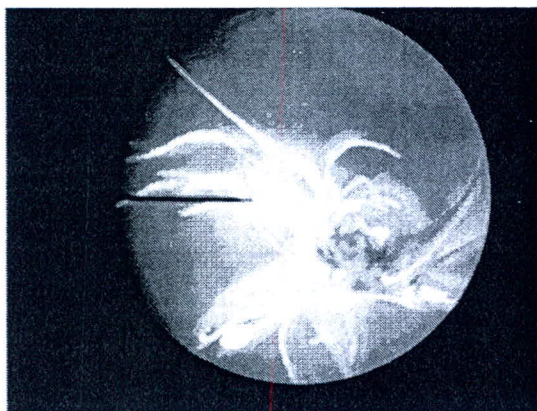
4 = มีการแสดงขรอกมากและยาว

5 = มีการแสดงขรอกมากและยาวมาก

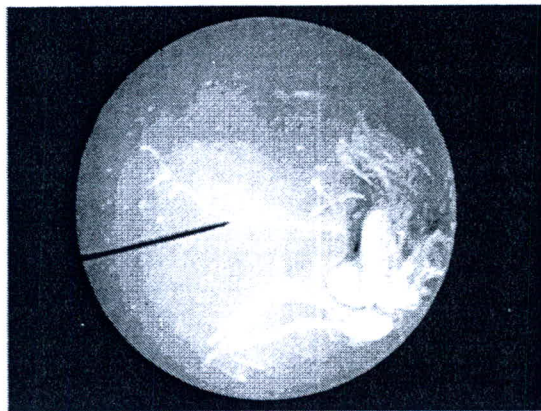


ภาพที่ 4 จำนวนรากฝอยต่อต้นของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5

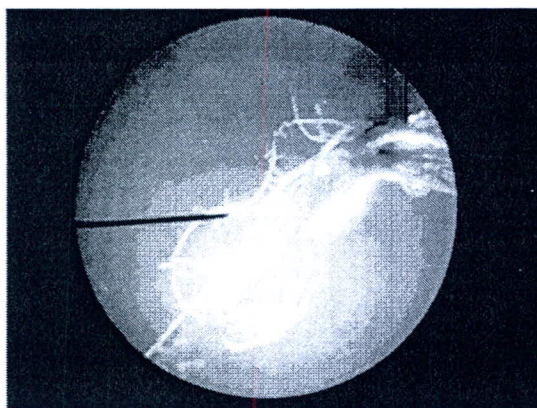
ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่อายุ 1 เดือน



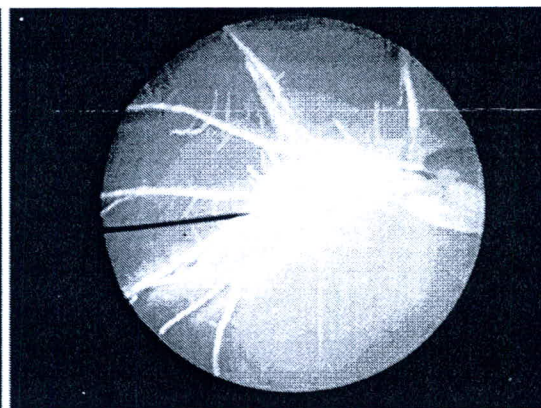
1 คะแนน



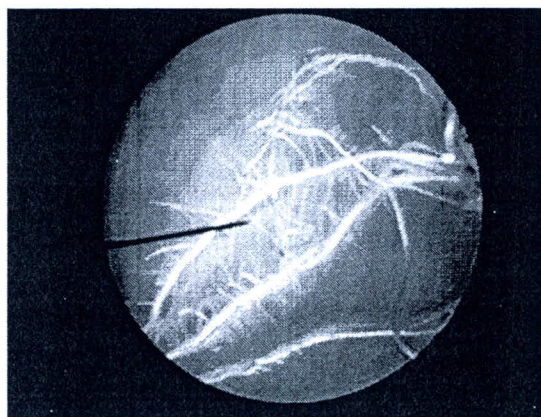
2 คะแนน



3 คะแนน



4 คะแนน



5 คะแนน

ภาพที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนขรอก

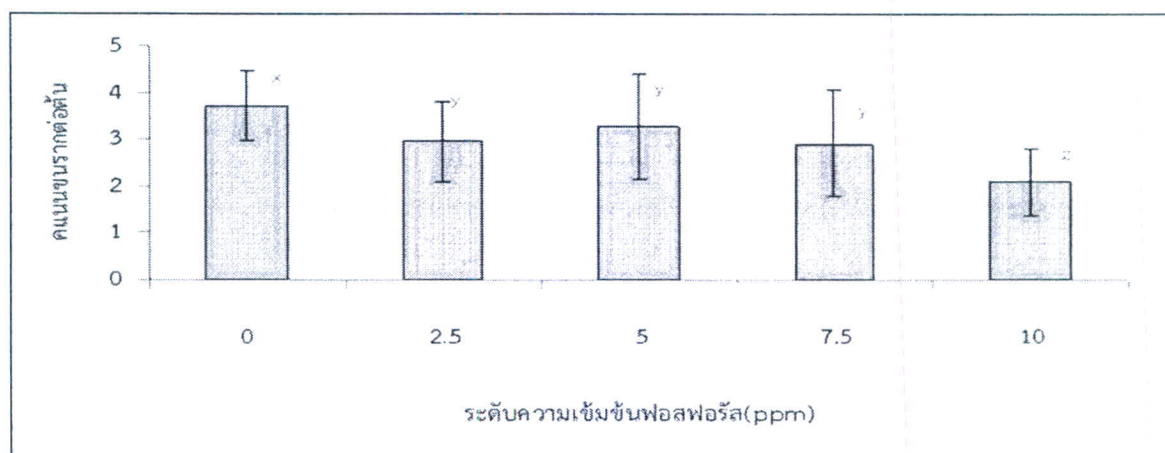
1 คะแนน = ไม่มีการแสดงขรอก

2 คะแนน = มีการแสดงขรอกสั้นๆ

3 คะแนน = มีการแสดงขรอกปานกลางและสั้น

4 คะแนน = มีการแสดงขรอกมากและยาว

5 คะแนน = มีการแสดงขรอกมากและยาวมาก



ภาพที่ 6 คณนชนรากของข้าวไร่ภายใต้การเพาะเลี้ยงที่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5 ระดับ

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คณนชนราก

- 1 = ไม่มีการแสดงขนรากเลย 2 = มีการแสดงขนรากสั้นๆ
 3 = มีการแสดงขนรากปานกลางและสั้น 4 = มีการแสดงขนรากมากและยาว
 5 = มีการแสดงขนรากมากและยาวมาก

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของคณนชนรากต่อต้นของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5 ระดับ

Contrast	df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) IN บ่อแม่ชู	1	18.050	18.050	12.67	0.0011**
ระดับP (quad) IN บ่อแม่ชู	1	8.036	8.036	5.64	0.0232*
ระดับP (cubic) IN บ่อแม่ชู	1	4.513	4.51	3.17	0.0838
ระดับP (quartic) IN บ่อแม่ชู	1	1.302	1.302	0.91	0.3457
ระดับP (linear) IN รอปี	1	5.000	5.000	7.61	0.0092**
ระดับP (quad) IN รอปี	1	0.000	0.000	0.00	1.0000
ระดับP (cubic) IN รอปี	1	2.813	2.813	4.28	0.0460*
ระดับP (quartic) IN รอปี	1	0.788	0.788	1.20	0.2811
ระดับP (linear) IN นาสาร	1	5.513	5.513	14.56	0.0005**
ระดับP (quad) IN นาสาร	1	0.723	0.723	1.91	0.1757
ระดับP (cubic) IN นาสาร	1	0.113	0.113	0.30	0.5891
ระดับP (quartic) IN นาสาร	1	0.001	0.001	0.00	0.9456

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

การศึกษาผลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อต้นของพันธุ์ข้าวไร่ทั้งสามชนิด ได้แก่ บ่อแม่ชู รอบี และนาสาร พบว่าเกิดอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่าง ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและพันธุ์ข้าวไร่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพบว่า พันธุ์ข้าวไร่ทั้งสามพันธุ์มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อต้นสูงในระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 10 ppm ในอาหารสูตร MS ขณะที่การตอบสนองของข้าวไร่ต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ จะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงขึ้นจะมีน้ำหนักแห้งส่วนรากข้าวไร่ทั้งสามพันธุ์และเห็นผลเด่นชัดที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 10 ppm และมีค่าลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสลดลงที่ 0, 2.5, 5.0 และ 7.5 ppm ข้าวไร่พันธุ์รอบีมีการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสโดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อต้นสูงที่สุด รองลงมาคือข้าวไร่พันธุ์นาสาร และพันธุ์บ่อแม่ชู แม้ว่าที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 0 ppm ข้าวไร่พันธุ์บ่อแม่ชูและนาสารจะมีน้ำหนักแห้งส่วนรากไม่ต่างกัน และพันธุ์ข้าวไร่ทั้งสามพันธุ์ให้ค่าเฉลี่ยไม่ต่างกันที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 10 ppm (ตารางที่ 6 และภาพที่ 7)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ระดับ P (ppm)	น้ำหนักแห้งส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) (mean±SD)			ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	บ่อแม่ชู	รอบี	นาสาร	
0	3.250±1.058 ^f	5.138±0.784 ^{bcde}	3.325±0.539 ^f	3.904±1.188 ^z
2.5	2.925±0.892 ^f	5.475±1.958 ^{abcd}	4.963±0.553 ^{cde}	4.454±1.664 ^z
5.0	2.950±0.507 ^f	5.400±1.259 ^{bcd}	4.650±0.709 ^{de}	4.333±1.345 ^z
7.5	4.013±1.331 ^{ef}	5.478±1.202 ^{abcd}	4.963±1.307 ^{cde}	4.821±1.374 ^y
10.0	6.638 ±1.525 ^a	6.300±1.111 ^{ab}	6.150±0.665 ^{abc}	6.363±1.119 ^x
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	3.955±1.767 ^{z'}	5.560±1.312 ^{x'}	4.810±1.191 ^{y'}	
F-test	Cultivars = **, ระดับ P = **, Cultivars x ระดับ P = **			
cv(%)	23.070			

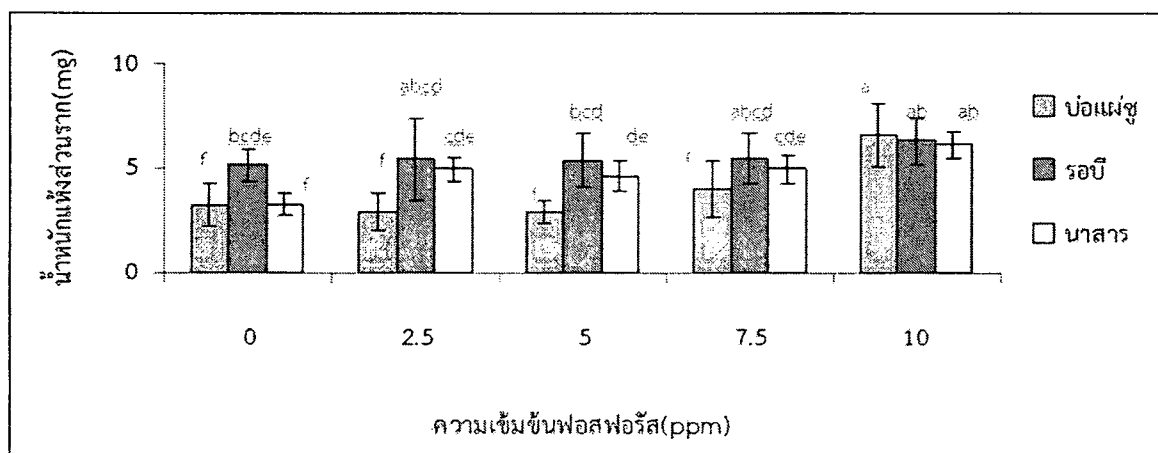
หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 x,y,z อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับ P ที่ต่างกันทางสถิติ
 x',y',z' อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติ
 a,b,c,d,e,f อักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยพันธุ์ข้าวไร่ x ระดับ P ที่ต่างกันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร้พันธุ์บ่อแผ่ชู พบค่านัยสำคัญทางสถิติสูงสุดที่ระดับ Quadratic (p value = $<.0001$) (ตารางที่ 7) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสนี้แนวโน้มในการเพิ่มน้ำหนักแห้งส่วนรากข้าวไร้พันธุ์บ่อแผ่ชูแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p<0.01$) ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร้พันธุ์รอบีไม่พบการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของน้ำหนักแห้งส่วนรากเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้ และการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสของข้าวไร้พันธุ์นาสาร พบค่านัยสำคัญทางสถิติสูงสุดที่ระดับ Cubic (p value = 0.0035) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสนี้แนวโน้มในการเพิ่มน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวไร้พันธุ์นาสารแบบเส้นโค้งกำลังสาม ($p<0.01$)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของน้ำหนักแห้งรากต่อต้นของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 5 ระดับ

Contrast	df	Contrast		Mean	
		SS	Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) IN บ่อแผ่ชู	1	49.455	49.455	39.63	$<.0001^{**}$
ระดับP (quad) IN บ่อแผ่ชู	1	27.502	27.502	22.04	$<.0001^{**}$
ระดับP (cubic) IN บ่อแผ่ชู	1	1.176	1.176	0.94	0.3383
ระดับP (quartic) IN บ่อแผ่ชู	1	0.003	0.003	0.00	0.9611
ระดับP (linear) IN รอบี	1	4.371	4.371	2.51	0.1222
ระดับP (quad) IN รอบี	1	0.707	0.707	0.41	0.5282
ระดับP (cubic) IN รอบี	1	1.035	1.035	0.59	0.4460
ระดับP (quartic) IN รอบี	1	0.000	0.000	0.00	0.9975
ระดับP (linear) IN นาสาร	1	25.538	25.538	39.28	$<.0001^{**}$
ระดับP (quad) IN นาสาร	1	0.043	0.043	0.07	0.7980
ระดับP (cubic) IN นาสาร	1	6.385	6.385	9.82	0.0035^{**}
ระดับP (quartic) IN นาสาร	1	0.618	0.618	0.95	0.3363

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 7 น้ำหนักแห้งส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส 5 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การทดลองที่ 1.2 การตอบสนองของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ต่อสภาพการปลูกในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้น

การศึกษาการตอบสนองและการปรับตัวของข้าวไร่ต่อการจัดสภาพขาดน้ำโดยใช้สารเคมี PEG6000 ภายใต้ความเข้มข้นที่ระดับ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ของข้าวพันธุ์ข้าวไร่ 2 พันธุ์ ได้แก่ รอปี และ นาสาร ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยทำการศึกษาน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบ น้ำหนักสดส่วนราก น้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบ และน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวไร่แต่ละพันธุ์เป็นเวลา 1 เดือน ผลการศึกษาเป็นดังนี้

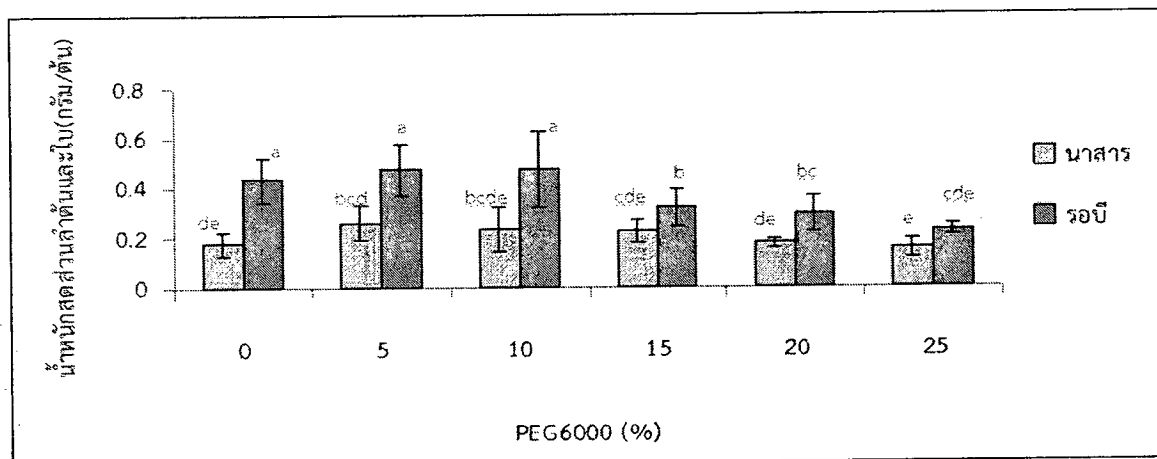
การศึกษาค่าผลของ polyethylene glycol 6000 (PEG6000) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของพันธุ์ข้าวไร่ทั้งสองชนิด ได้แก่ รอปี และ นาสาร พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบเนื่องมาจากปัจจัยทั้งพันธุ์ข้าวไร่และระดับความเข้มข้นของ PEG6000 โดยพันธุ์รอปียามีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบ (0.372 กรัมต่อต้น) สูงกว่าพันธุ์นาสาร (0.205 กรัมต่อต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) ขณะที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 5 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบสูงสุด (0.368 กรัมต่อต้น) รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 10, 0, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (0.354, 0.304, 0.269, 0.244 และ 0.192 กรัมต่อต้น) ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 8) และพบว่าเกิดอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้นของ PEG6000 และพันธุ์ข้าวไร่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่าข้าวไร่พันธุ์นาสารมีการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตร MS ไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าข้าวไร่พันธุ์รอปียามีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 10, 5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ (0.476, 0.476 และ 0.432 กรัมต่อต้น) รองลงมาคือ 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (0.318, 0.295 และ 0.228 กรัมต่อต้น) แต่ที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 25 เปอร์เซ็นต์นั้นพันธุ์ข้าวไร่รอปียาก็ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบไม่ต่างจากพันธุ์นาสาร (ตารางที่ 8

และ ภาพที่ 8) จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์นาสาร พบค่านัยสำคัญทางสถิติสูงสุดที่ระดับ Quadratic (p value = 0.0186) (ตารางที่ 8) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ PEG6000 มีแนวโน้มในการลดค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์นาสารแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p < 0.05$) และการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์รอบีพบค่านัยสำคัญทางสถิติสูงสุดที่ระดับ Quadratic (p value = 0.0448) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ PEG6000 มีแนวโน้มในการลดค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์รอบีแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p < 0.05$)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบน้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG600) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ระดับ PEG6000 (%)	น้ำหนักสดส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) (mean±SD)		ค่าเฉลี่ย (ระดับ PEG6000)
	นาสาร	รอบี	
0	0.176±0.045 ^{de}	0.432±0.089 ^a	0.304±0.149 ^{vx}
5	0.260±0.069 ^{bcd}	0.476±0.104 ^a	0.368±0.140 ^v
10	0.232±0.087 ^{bcde}	0.476±0.153 ^a	0.354±0.174 ^w
15	0.225±0.047 ^{cde}	0.318±0.077 ^b	0.269±0.077 ^{xy}
20	0.175±0.019 ^{de}	0.295±0.071 ^{bc}	0.244±0.081 ^{yz}
25	0.155±0.040 ^e	0.228±0.024 ^{cde}	0.192±0.0495 ^z
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	0.205±0.066 ^{y'}	0.372±0.132 ^{x'}	
F-test	Cultivars = **, ระดับ PEG6000 = **, Cultivars x ระดับ PEG6000 = **		
cv%	27.107		

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
v, w, x, y, z อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับ PEG ที่ต่างกันทางสถิติ
x', y, อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันแสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติ
a,b,c,d,e อักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยพันธุ์ข้าวไร่ x ระดับ PEG600 ที่ต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 8 น้ำหนักสัดส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของน้ำหนักสัดส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ

Contrast	df	Contrast		F Value	Pr > F
		SS	Mean Square		
ระดับPEG (linear) IN นาสาร	1	0.014	0.014	4.45	0.0412*
ระดับPEG (quad) IN นาสาร	1	0.036	0.036	10.96	0.0020**
ระดับPEG (cubic) IN นาสาร	1	0.011	0.011	3.43	0.0716
ระดับPEG (quartic) IN นาสาร	1	0.001	0.001	0.30	0.5896
ระดับPEG (linear) IN รอบี	1	0.339	0.339	37.65	<.0001**
ระดับPEG (quad) IN รอบี	1	0.039	0.039	4.29	0.0448*
ระดับPEG (cubic) IN รอบี	1	0.033	0.033	3.69	0.0617
ระดับPEG (quartic) IN รอบี	1	0.001	0.001	0.12	0.7269

หมายเหตุ : * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

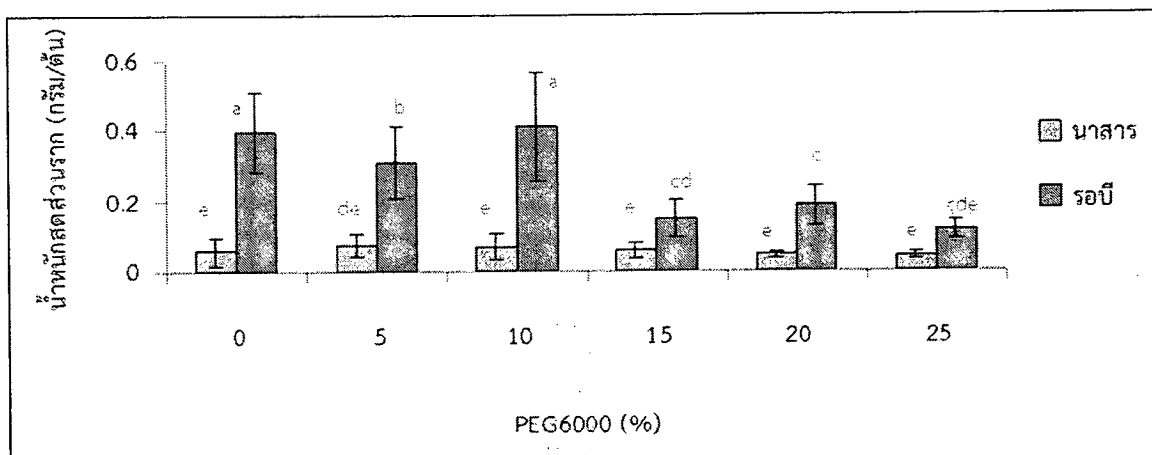
การศึกษาลักษณะของ PEG6000 ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสัดส่วนราก (กรัมต่อต้น) ของพันธุ์ข้าวไร่ทั้งสองชนิด ได้แก่ รอบี และนาสาร พบว่าเกิดอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้นของ PEG6000 และพันธุ์ข้าวไร่อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่าข้าวไร่พันธุ์นาสารมีการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตร MS ไม่แตกต่างกัน และมีค่าค่อนข้างต่ำกว่าพันธุ์รอบีที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก

สดส่วนรากสูงสุดที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (0.398 และ 0.413 กรัมต่อตัน) รองลงมาระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 5 เปอร์เซ็นต์ (0.312 กรัมต่อตัน) และพบค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนรากต่ำที่สุด ณ ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (0.186, 0.186 และ 0.119 กรัมต่อตัน) แต่ที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 25 เปอร์เซ็นต์นั้นพันธุ์ข้าวไร่รอบปีให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนราก (0.119 กรัมต่อตัน) ไม่ต่างจากพันธุ์นาสาร (0.044 กรัมต่อตัน) (ตารางที่ 10 และภาพที่ 9) จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์นาสารไม่พบความสอดคล้องในรูปแบบสมการต่างๆ หรือกล่าวได้ว่าไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการลดของเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนรากของข้าวไร่พันธุ์นาสารเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของ PEG6000 ต่างๆ ได้ (ตารางที่ 11) ขณะที่การวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์รอบปีพบค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ระดับ Linear (p value = $<.0001$) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ PEG6000 มีแนวโน้มในการลดค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนรากของข้าวไร่พันธุ์รอบปีแบบเส้นตรง ($p<0.01$)

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบน้ำหนักสดส่วนราก (กรัมต่อตัน) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG600) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ระดับ PEG6000 (%)	น้ำหนักสดส่วนราก (กรัม/ตัน) (mean±SD)		ค่าเฉลี่ย (ระดับ PEG6000)
	นาสาร	รอบปี	
0	0.057±0.041 ^e	0.398±0.113 ^a	0.228±0.194 ^x
5	0.075±0.033 ^{de}	0.311±0.103 ^b	0.193±0.143 ^x
10	0.070±0.038 ^e	0.413±0.155 ^a	0.242±0.208 ^x
15	0.061±0.022 ^e	0.149±0.053 ^{cd}	0.102±0.059 ^y
20	0.047±0.008 ^e	0.186±0.055 ^c	0.126±0.083 ^y
25	0.044±0.011 ^e	0.119±0.028 ^{cde}	0.082±0.044 ^y
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	0.060±0.030 ^y	0.265±0.149 ^x	
F-test	Cultivars = **, ระดับ PEG6000 = **, Cultivars x ระดับ PEG6000 = **		
cv (%)	43.520		

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 x, y อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับ PEG6000 ที่ต่างกันทางสถิติ
 x', y' อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติ
 a,b,c,d,e อักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยพันธุ์ข้าวไร่ x ระดับ PEG ที่ต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 9 น้ำหนักสดส่วนราก (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของน้ำหนักสดส่วนราก (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ

Contrast	Df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับPEG (linear) IN นาสาร	1	0.003	0.003	3.23	0.0798
ระดับPEG (quad) IN นาสาร	1	0.002	0.002	2.08	0.1571
ระดับPEG (cubic) IN นาสาร	1	0.001	0.001	1.36	0.2505
ระดับPEG (quartic) IN นาสาร	1	0.000	0.000	0.00	0.9901
ระดับPEG (linear) IN โรบี	1	0.474	0.474	51.64	<.0001**
ระดับPEG (quad) IN โรบี	1	0.002	0.002	0.25	0.6164
ระดับPEG (cubic) IN โรบี	1	0.012	0.012	1.35	0.2522
ระดับPEG (quartic) IN โรบี	1	0.006	0.006	0.69	0.4124

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

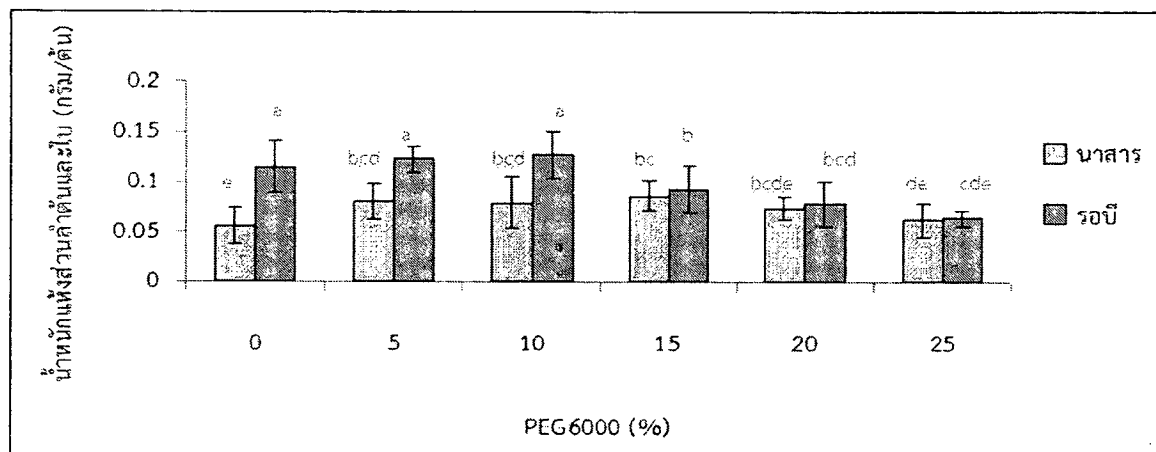
การศึกษาผลของ PEG6000 ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของพันธุ์ข้าวไร้ทั้งสองชนิด ได้แก่ โรบี และนาสาร พบความแตกต่างอันเนื่องมาจากปัจจัยของพันธุ์และระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์โรบีมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบสูงกว่าพันธุ์นาสาร (0.099 และ 0.073 กรัมต่อต้นตามลำดับ) ขณะที่ ณ ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 5, 10 และ 15 เปอร์เซนต์ พบค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือระดับความเข้มข้นของ PEG6000 15, 0, 20 25 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และพบว่าเกิดอิทธิพลร่วม

(interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้นของ PEG6000 และพันธุ์ข้าวไร่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพบว่าข้าวไร่พันธุ์นาสารมีการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของ PEG6000 โดยการมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบสูงที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 5, 10, 15 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 0, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลไม่ต่างกันในลำดับที่รองลงมา ในข้าวไร่พันธุ์รอบีมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) สูงสุดที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (0.115, 0.122 และ 0.126 กรัมต่อต้น) และมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบสูงกว่าพันธุ์นาสารที่ความเข้มข้นเดียวกัน รองลงมาคือค่าเฉลี่ยพันธุ์รอบีที่ 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (0.093, 0.078 และ 0.064 กรัมต่อต้น) แต่ที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์นั้นพันธุ์ข้าวไร่รอบีให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบไม่ต่างจากพันธุ์นาสาร (ตารางที่ 12 และภาพที่ 10)

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ระดับ	น้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบ (กรัม/ต้น) (mean±SD)		ค่าเฉลี่ย
PEG6000			
(%)	นาสาร	รอบี	(ระดับ PEG6000)
0	0.056±0.0192 ^e	0.115±0.025 ^a	0.085±0.037 ^y
5	0.080±0.018 ^{bcd}	0.122±0.013 ^a	0.101±0.027 ^x
10	0.079±0.027 ^{bcd}	0.126±0.023 ^a	0.103±0.034 ^x
15	0.086±0.015 ^{bc}	0.093±0.024 ^b	0.089±0.019 ^{xy}
20	0.074±0.011 ^{bcde}	0.078±0.022 ^{bcd}	0.076±0.018 ^{yz}
25	0.062±0.017 ^{de}	0.064±0.008 ^{cde}	0.063±0.013 ^z
ค่าเฉลี่ย	0.073±0.021 ^{y'}	0.099±0.030 ^{x'}	
(Varieties)			
F-test	Cultivars = **, ระดับ PEG6000 = **, Cultivars x ระดับ PEG6000 = **		
cv (%)	22.577		

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 x, y, z อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับ PEG ที่ต่างกันทางสถิติ
 x', y' อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติ
 a,b,c,d,e อักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยพันธุ์ข้าวไร่ x ระดับ PEG ที่ต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 10 น้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์นาสาร พบค่านัยสำคัญทางสถิติสูงสุดที่ระดับ Quadratic (p value = 0.0006) (ตารางที่ 13) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ PEG6000 มีแนวโน้มในการลดค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์นาสารแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p < 0.01$) และการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์รอบีพบค่านัยสำคัญทางสถิติสูงสุดที่ระดับ Quadratic (p value = 0.0092) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ PEG6000 มีแนวโน้มในการลดค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์รอบีแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p < 0.01$)

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบ (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ

Contrast	Df	Contrast		Mean		Pr > F
		SS	Square	F Value		
ระดับPEG (linear) IN นาสาร	1	0.000	0.000	0.12	0.7269	
ระดับPEG (quad) IN นาสาร	1	0.0050	0.005	14.03	0.0006**	
ระดับPEG (cubic) IN นาสาร	1	0.000	0.000	0.27	0.6091	
ระดับPEG (quartic) IN นาสาร	1	0.000	0.000	0.12	0.7290	
ระดับPEG (linear) IN รอบี	1	0.020	0.020	49.78	<.0001**	
ระดับPEG (quad) IN รอบี	1	0.003	0.003	7.47	0.0092**	
ระดับPEG (cubic) IN รอบี	1	0.002	0.002	3.93	0.0543	
ระดับPEG (quartic) IN รอบี	1	0.000	0.000	0.21	0.6475	

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

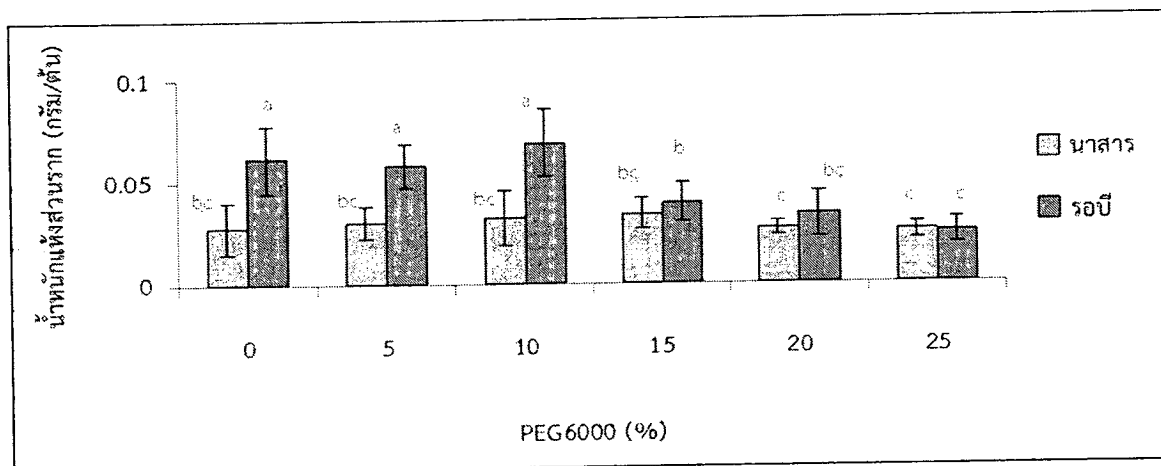
การศึกษาผลของ PEG6000 ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัมต่อต้น) ของพันธุ์ข้าวไร่ทั้งสองชนิด ได้แก่ รอบี และนาสาร พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากเนื่องจากปัจจัยทางพันธุ์และระดับความเข้มข้น PEG6000 โดยพันธุ์รอบีมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนราก (0.048 กรัมต่อต้น) สูงกว่าพันธุ์นาสาร (0.030 กรัมต่อต้น) และที่ระดับความเข้มข้น PEG6000 10, 5 และ 0 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากสูงสุดรองลงมาคือการเพิ่มขึ้นระดับความเข้มข้น PEG6000 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าเกิดอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้นของ PEG6000 และพันธุ์ข้าวไร่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพบว่าข้าวไร่พันธุ์นาสารมีการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ระดับต่างๆ ไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าข้าวไร่พันธุ์รอบีมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากสูงสุดที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (0.062, 0.058 และ 0.069 กรัมต่อต้น) รองลงมาคือ 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (0.040, 0.034 และ 0.025 กรัมต่อต้น) แต่ที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ที่ 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์นั้นพันธุ์ข้าวไร่รอบีให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากไม่ต่างจากพันธุ์นาสาร (ตารางที่ 14 และ ภาพที่ 11)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ระดับ PEG6000 (%)	น้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัม/ต้น) (mean±SD)		ค่าเฉลี่ย (ระดับ PEG6000)
	นาสาร	รอบี	
0	0.028±0.012 ^{bc}	0.062±0.016 ^a	0.045±0.022 ^{wx}
5	0.031±0.008 ^{bc}	0.058±0.011 ^a	0.044±0.017 ^{wx}
10	0.032±0.013 ^{bc}	0.069±0.017 ^a	0.051±0.024 ^w
15	0.034±0.007 ^{bc}	0.040±0.010 ^b	0.037±0.009 ^{xy}
20	0.027±0.004 ^c	0.034±0.011 ^{bc}	0.031±0.009 ^{yz}
25	0.026±0.004 ^c	0.025±0.066 ^c	0.025±0.053 ^z
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	0.030±0.009 ^{y'}	0.048±0.020 ^{x'}	
F-test	Cultivars = **, ระดับ PEG6000 = **, Cultivars x ระดับ		
cv (%)	27.974		

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
w, x, y, z อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับ PEG6000 ที่ต่างกันทางสถิติ
x', y' อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติ
a, b, c อักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยพันธุ์ข้าวไร่ x ระดับ PEG ที่ต่างกันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร้พันธุ์นาสารไม่พบค่าแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการลดของน้ำหนักแห้งส่วนรากเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของ PEG6000 ต่างๆ ได้ ขณะที่การวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร้พันธุ์รอบีพบความแตกต่างสูงสุดที่ระดับ Quadratic (p value = 0.0245) (ตารางที่ 15) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ polyethylene glycol 6000 มีแนวโน้มในการลดค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวไร้พันธุ์รอบีแบบเส้นโค้งกำลังสาม ($p < 0.05$)



ภาพที่ 11 น้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของน้ำหนักแห้งส่วนราก (กรัมต่อต้น) ของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ

Contrast	df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับPEG (linear) IN นาสาร	1	0.000	0.000	0.65	0.4258
ระดับPEG (quad) IN นาสาร	1	0.000	0.000	3.63	0.0640
ระดับPEG (cubic) IN นาสาร	1	0.000	0.000	0.03	0.8689
ระดับPEG (quartic) IN นาสาร	1	0.000	0.000	0.60	0.4444
ระดับPEG (linear) IN รอบี	1	0.009	0.009	61.02	<.0001**
ระดับPEG (quad) IN รอบี	1	0.001	0.001	5.46	0.0245*
ระดับPEG (cubic) IN รอบี	1	0.001	0.001	3.30	0.0767
ระดับPEG (quartic) IN รอบี	1	0.000	0.000	1.51	0.2254

หมายเหตุ : * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

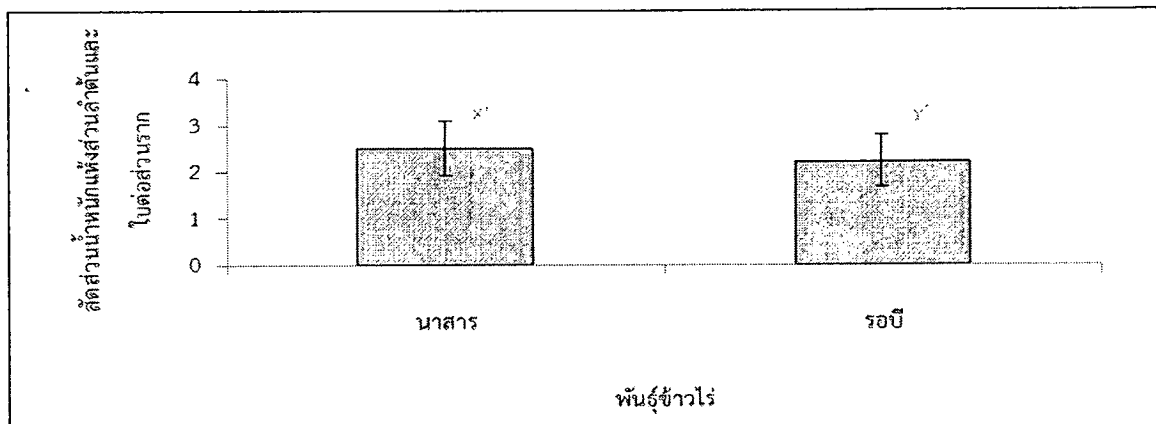
** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

การศึกษาผลของ PEG6000 ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ต่อค่าเฉลี่ย สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของพันธุ์ข้าวไร่ทั้งสองชนิด ได้แก่ รอบี และนาสาร พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบกับน้ำหนักแห้งส่วนรากเนื่องจากปัจจัยทางพันธุ์และระดับความเข้มข้น PEG6000 โดยพันธุ์นาสาร มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบกับน้ำหนักแห้งส่วนราก (2.516 กรัมต่อต้น) สูงกว่าพันธุ์รอบี (2.231 กรัมต่อต้น) (ตารางที่ 16 และภาพที่ 12) และที่ระดับความเข้มข้น PEG6000 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบกับน้ำหนักแห้งส่วนรากต่ำที่สุดและค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นต่อใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้น PEG6000 เป็น 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15 และภาพที่ 13) และไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้น PEG6000 และพันธุ์ข้าวไร่ (ตารางที่ 16)

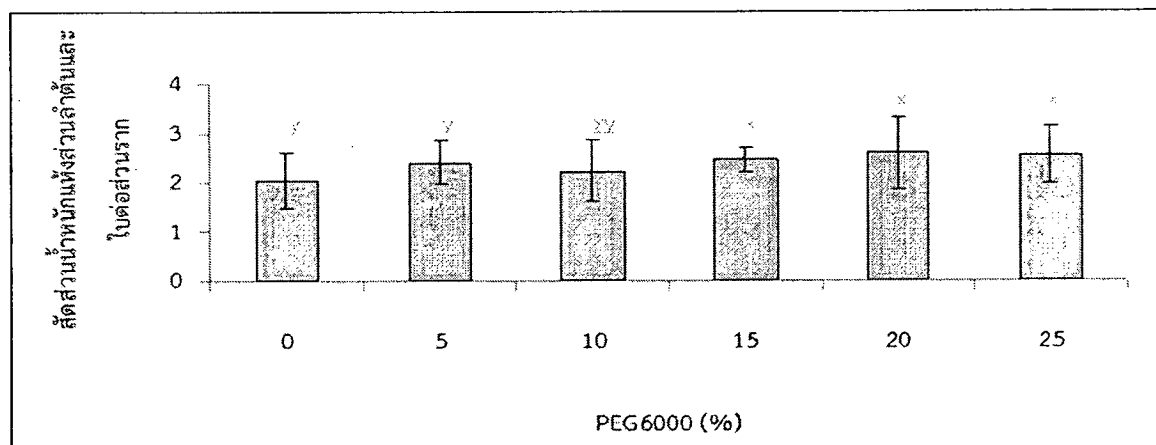
ตารางที่ 16. สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol6000 (PEG6000) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ระดับ PEG6000 (%)	สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบกับน้ำหนักแห้ง ส่วนราก (mean±SD)		ค่าเฉลี่ย (ระดับ PEG6000)
	นาสาร	รอบี	
0	2.165±0.782	1.904±0.240	2.034±0.575 ^y
5	2.653±0.429	2.150±0.328	2.401±0.451 ^{xy}
10	2.584±0.676	1.879±0.378	2.231±0.642 ^{xy}
15	2.543±0.274	2.343±0.192	2.449±0.253 ^x
20	2.795±0.532	2.444±0.834	2.594±0.718 ^x
25	2.426±0.626	2.679±0.572	2.553±0.594 ^x
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	2.516±0.580 ^x	2.231±0.542 ^y	
F-test	Cultivars = **, ระดับ PEG6000 = **, Cultivars x ระดับ PEG6000 = ns		
cv (%)	22.460		

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 ns แสดงความไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 x, y อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับ PEG6000 ที่ต่างกันทางสถิติ
 x',y' อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติ
 a,b,c อักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยพันธุ์ข้าวไร่ x ระดับ PEG ที่ต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 12 สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวไร่ทั้งสองพันธุ์ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ



ภาพที่ 13 สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) ระดับในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์นาสารในรูปแบบสมการต่างๆ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของสัดส่วนน้ำหนักแห้งลำต้นและใบต่อส่วนรากเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของ PEG6000 ต่างๆ ได้ ขณะที่การวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์รอบีพบความแตกต่างสูงสุดที่ระดับ Linear (p value = 0.0007) (ตารางที่ 17) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ PEG6000 มีแนวโน้มในการเพิ่มของสัดส่วนน้ำหนักแห้งลำต้นและใบต่อส่วนรากของข้าวไร่พันธุ์รอบีแบบเส้นตรง ($p < 0.01$)

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนราก ของข้าวไรฟพันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของPolyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ

Contrast	df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับPEG (linear) IN นาสาร	1	0.314	0.314	0.93	0.3397
ระดับPEG (quad) IN นาสาร	1	0.852	0.852	2.53	0.1194
ระดับPEG (cubic) IN นาสาร	1	0.009	0.009	0.03	0.8698
ระดับPEG (quartic) IN นาสาร	1	0.580	0.580	1.72	0.1967
ระดับPEG (linear) IN รอบี	1	3.108	3.108	13.37	0.0007**
ระดับPEG (quad) IN รอบี	1	0.190	0.190	0.82	0.3711
ระดับPEG (cubic) IN รอบี	1	0.000	0.000	0.00	0.9870
ระดับPEG (quartic) IN รอบี	1	0.140	0.140	0.69	0.4119

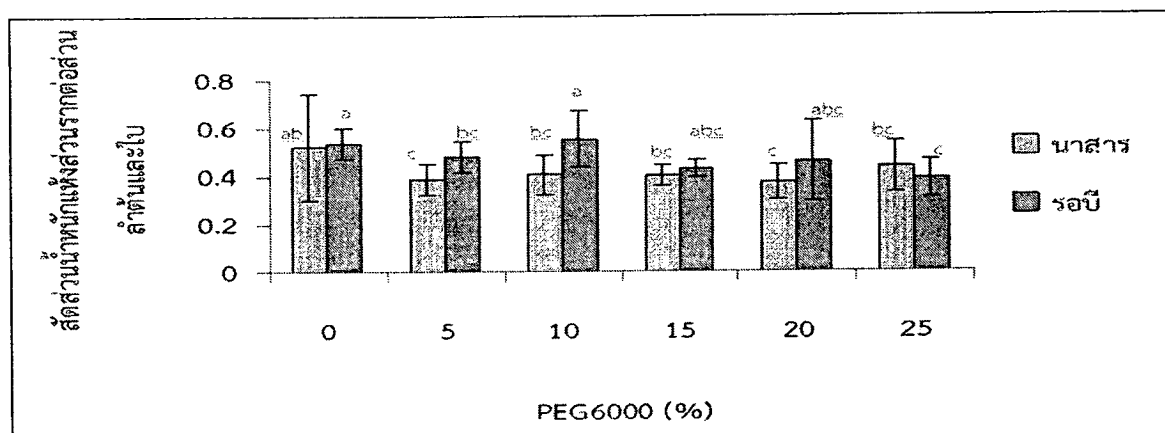
หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

การศึกษาผลของ polyethylene glycol 6000 ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ ต่อค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบของพันธุ์ข้าวไรทั้งสองชนิด ได้แก่ รอบี และนาสาร พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบเนื่องจากปัจจัยทางพันธุ์และระดับความเข้มข้น PEG6000 โดยพันธุ์นาสาร มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบกับน้ำหนักแห้งส่วนราก (0.422) น้อยกว่าพันธุ์รอบี (0.474) (ตารางที่ 18 และ ภาพที่ 14) และที่ระดับความเข้มข้น PEG6000 ที่ 0 เปอร์เซนต์ มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบสูงที่สุด (0.529) และค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้น PEG6000 เป็น 5, 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซนต์ จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไรพันธุ์นาสารพบค่านัยสำคัญทางสถิติสูงสุดที่ระดับ Quadratic (p value = 0.0358) (ตารางที่ 19) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ PEG6000 มีแนวโน้มในการลดของค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบของข้าวไรพันธุ์นาสารแบบเส้นโค้งกำลังสอง ($p < 0.05$) ขณะที่การวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของ PEG6000 ในกลุ่มของข้าวไรพันธุ์รอบีพบนัยสำคัญทางสถิติสูงสุดที่ระดับ Linear (p value = 0.0034) (ตารางที่ 19) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของ PEG6000 มีแนวโน้มในการลดของค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบของข้าวไรพันธุ์รอบีแบบเส้นตรง ($p < 0.01$)

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อส่วนลำต้นและใบของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วน			
ระดับ PEG	ลำต้นและใบ (mean±SD)		ค่าเฉลี่ย
(%)	นาสาร	รอบี	(ระดับ PEG6000)
0	0.52±0.22 ^{ab}	0.54±0.06 ^a	0.529±0.157 ^x
5	0.39±0.06 ^c	0.48±0.07a ^{bc}	0.431±0.077 ^y
10	0.41±0.083 ^{bc}	0.55±0.12 ^a	0.479±0.123 ^{xy}
15	0.40±0.04 ^{bc}	0.43±0.03 ^{abc}	0.413±0.041 ^y
20	0.37±0.07 ^c	0.46±0.17 ^{abc}	0.420±0.138 ^y
25	0.43±0.12a ^{bc}	0.39±0.08 ^c	0.411±0.095 ^y
ค่าเฉลี่ย	0.422±0.121 ^{y'}	0.474±0.110 ^{x'}	
(Varieties)			
F-test	Cultivars = **, ระดับ PEG6000 = **, Cultivars x ระดับ PEG6000 = **		
cv (%)	23.994		

หมายเหตุ : ** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์
 x, y อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับ PEG6000 ที่ต่างกันทางสถิติ
 x', y' อักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร้ที่ต่างกันทางสถิติ
 a, b, c อักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยพันธุ์ข้าวไร้ x ระดับ PEG ที่ต่างกันทางสถิติ



ภาพที่ 14 สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ Polyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

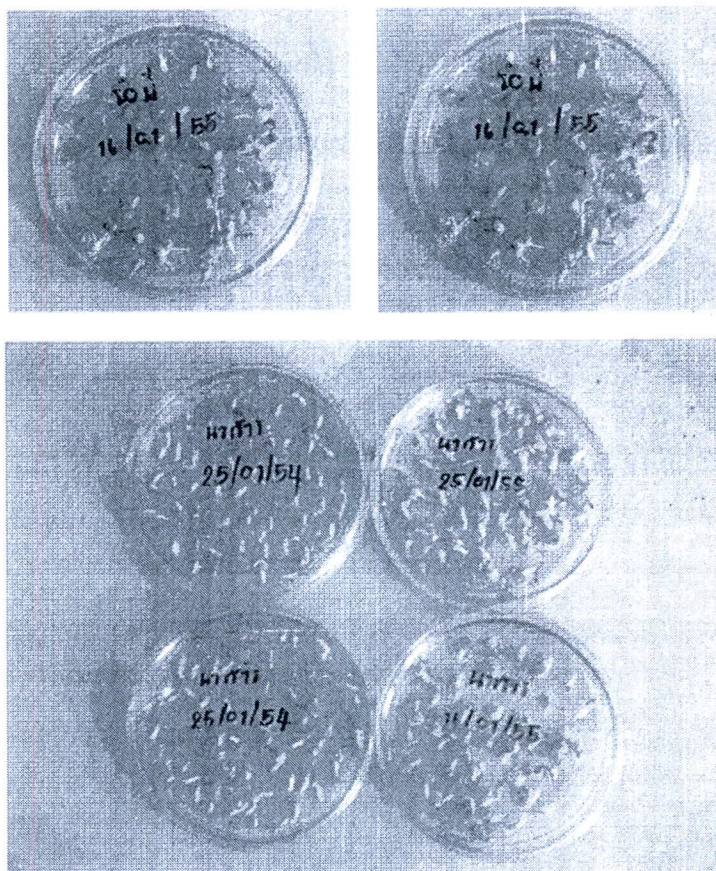
ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของPolyethylene Glycol 6000 (PEG6000) 6 ระดับ

Contrast	df	Contrast		Mean		Pr > F
		SS	Square	F Value		
ระดับPEG (linear) IN นาสาร	1	0.029	0.029	2.12		0.1532
ระดับPEG (quad) IN นาสาร	1	0.064	0.064	4.72		0.0358*
ระดับPEG (cubic) IN นาสาร	1	0.004	0.004	0.27		0.6048
ระดับPEG (quartic) IN นาสาร	1	0.023	0.023	1.74		0.1944
ระดับPEG (linear) IN รอบี	1	0.094	0.094	9.68		0.0034**
ระดับPEG (quad) IN รอบี	1	0.006	0.006	0.61		0.4387
ระดับPEG (cubic) IN รอบี	1	0.001	0.0061	0.06		0.8113
ระดับPEG (quartic) IN รอบี	1	0.002	0.002	0.18		0.6760

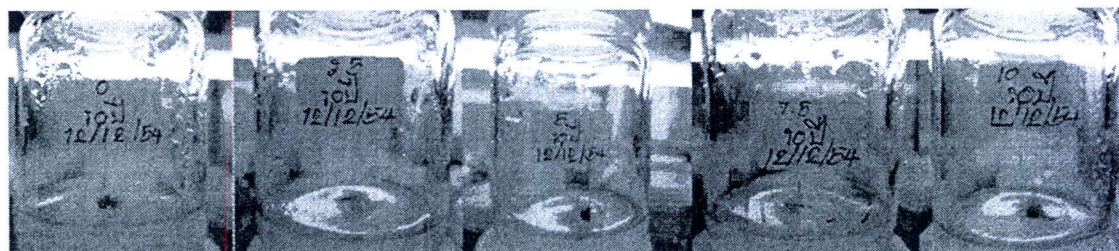
หมายเหตุ : * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเพาะข้าวในจานแก้วให้มีการเกิดยอดอ่อนและรากก่อนนำไปศึกษา แต่ได้พบปัญหาเนื่องจากข้าวมีการพัฒนาไปเป็นแคลลัส (ภาพที่ 14-17) และไม่มีการเกิดยอดและรากจึงไม่สามารถนำมาทำการทดลองได้ การที่เมล็ดข้าวพัฒนาไปเป็นแคลลลสนั้นอาจเนื่องมาจากอายุของข้าวที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นสำหรับสภาพภายในพันธุ์กรรมที่ต่างกันอาจส่งผลต่อการงอก นอกจากนี้อายุที่เพิ่มมากขึ้นของเมล็ดอาจทำให้การงอกของเมล็ดช้าออกไป



ภาพที่ 15 การเกิดแคลลัสในขณะการเพาะเมล็ดข้าวไร่



ภาพที่ 16 การเกิดแคลลัสหลังจากการเพาะเมล็ดข้าวไร่พันธุ์อูปี



ภาพที่ 17 การเกิดแคลลัสหลังจากการเพาะเมล็ดข้าวไร่พันธุ์นาสาร

การทดลองที่ 1.3 ผลของความเข้มข้นฟอสฟอรัสต่อบางลักษณะของข้าวไร่จากสองพื้นที่ปลูก

ผลการทดลองการตอบสนองของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ต่อสภาวะการปลูกที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในระดับที่แตกต่างกัน

การศึกษาผลพันธุ์ข้าวไร่ต่อสภาวะการขาดฟอสฟอรัส จากการศึกษาในระดับของฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่ใช้ประโยชน์ได้คือในระดับ 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ของข้าวไร่ 5 พันธุ์ ได้แก่ กิพู รอบี อังเจิงใหญ่ เรา้สุหยา และนิกอ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งได้ทำการศึกษากำหนด รากฝอย ความยาวรากฝอย คະแนนขราก คະแนนสี ความยาวขราก น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้งส่วนราก และน้ำหนักสด-น้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบ ของข้าวไร่แต่ละพันธุ์ภายหลังการปลูกนานเป็นเวลา 1 เดือน ผลการศึกษาดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยต่อต้นของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ในสภาพปลอดเชื้อ

ระดับ P (ppm)	จำนวนรากฝอยต่อต้น (mean $\pm$ SD)					ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	กิพู	รอบี	อังเจิงใหญ่	เรา้สุหยา	นิกอ	
2.5	10.00 $\pm$ 2.00	9.60 $\pm$ 4.44	5.80 $\pm$ 2.16	8.20 $\pm$ 3.42	7.60 $\pm$ 1.34	8.24 $\pm$ 3.05
5.0	11.80 $\pm$ 3.34	12.20 $\pm$ 2.28	9.00 $\pm$ 3.08	8.60 $\pm$ 4.21	7.80 $\pm$ 1.48	9.88 $\pm$ 3.30
7.5	14.20 $\pm$ 1.92	9.20 $\pm$ 4.26	9.20 $\pm$ 1.30	10.00 $\pm$ 4.63	7.40 $\pm$ 1.51	10.00 $\pm$ 3.64
10.0	11.80 $\pm$ 5.26	11.20 $\pm$ 2.28	7.00 $\pm$ 6.04	10.00 $\pm$ 3.08	7.20 $\pm$ 0.83	9.44 $\pm$ 4.17
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	11.95 $\pm$ 3.48 ^x	10.55 $\pm$ 3.42 ^{xy}	7.75 $\pm$ 3.62 ^{yz}	9.20 $\pm$ 3.66a ^{yz}	7.50 $\pm$ 1.23 ^z	
F-test	Cultivars = **, ระดับ P = ns, Cultivars $\times$ ระดับ P = ns					
cv (%)	34.91					

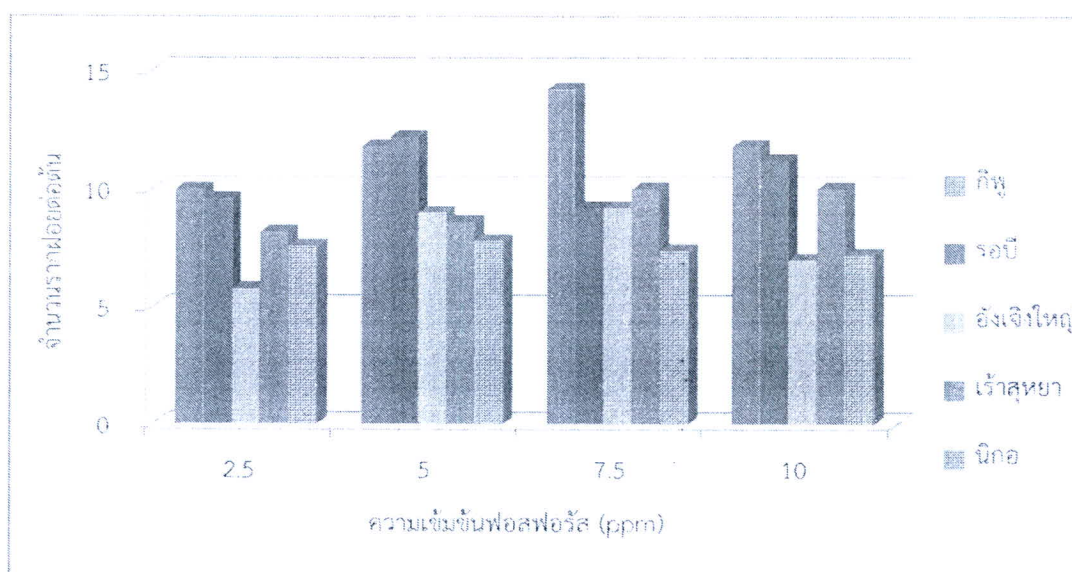
หมายเหตุ x,y,z อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

การศึกษามูลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยต่อต้นของข้าวไร่ทั้งห้าชนิด ได้แก่ กิพู รอบี อังเจิงใหญ่ เรา้สุหยา และนิกอ พบว่าการแสดงออกของลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอันเนื่องจากปัจจัยทางพันธุ์ โดยพันธุ์ กิพู มีค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยสูงสุด (11.95 ราก/ต้น) รองลงมาคือพันธุ์รอบี (10.55 ราก/ต้น) พันธุ์เรา้สุหยา (9.20 ราก/ต้น) พันธุ์

อังกะเจิงใหญ่ (7.75 ราก/ตัน) และพันธุ์นิกอ (7.5 ราก/ตัน) โดยพันธุ์อังกะเจิงใหญ่และเร้าสุหยาไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสทุกระดับไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 20 และภาพที่ 18) และไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างพันธุ์และความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่อจำนวนรากฝอยต่อต้น การพบเฉพาะความแตกต่างของพันธุ์นั้น แสดงให้เห็นว่าการแสดงออกของพันธุ์แต่ละพันธุ์ให้ผลที่สอดคล้องกันในแต่ละความเข้มข้นโดยพันธุ์กัญและรอบีให้ผลจำนวนรากฝอยสูงสุดในเกือบทุกความเข้มข้น (ยกเว้นที่ฟอสฟอรัสระดับความเข้มข้น 7.5 ppm) ขณะที่พันธุ์อังกะเจิงใหญ่ เร้าสุหยา และนิกอให้ผลรองลงมาในทุกความเข้มข้น โดยเฉพาะพันธุ์อังกะเจิงใหญ่และนิกอ จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์กัญ รอบี อังกะเจิงใหญ่ เร้าสุหยา และนิกอ (ตารางที่ 21) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของจำนวนรากฝอยเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้



ภาพที่ 18 จำนวนรากฝอยต่อต้นของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ในสภาพปลอดเชื้อที่อายุ 1 เดือน

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของจำนวนรากฝอยต่อต้นของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ

Contrast	Df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) ใน กิพู	1	15.21	15.21	1.31	0.27
ระดับP (quad) ใน กิพู	1	22.05	22.05	1.89	0.18
ระดับP (cubic) ใน กิพู	1	7.29	7.29	0.63	0.44
ระดับP (linear) ใน รอปี	1	0.81	0.81	0.07	0.79
ระดับP (quad) ใน รอปี	1	0.45	0.45	0.04	0.84
ระดับP (cubic) ใน รอปี	1	0.45	0.45	0.04	0.84
ระดับP (linear) ใน อังเจิงใหญ่	1	7.84	7.84	0.69	0.41
ระดับP (quad) ใน อังเจิงใหญ่	1	28.80	28.80	2.55	0.12
ระดับP (cubic) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.36	0.36	0.03	0.86
ระดับP (linear) ใน เรา้สุหยา	1	11.56	11.56	0.76	0.39
ระดับP (quad) ใน เรา้สุหยา	1	0.20	0.20	0.01	0.90
ระดับP (cubic) ใน เรา้สุหยา	1	1.44	1.44	0.10	0.76
ระดับP (linear) ใน นิกอ	1	0.64	0.64	0.37	0.55
ระดับP (quad) ใน นิกอ	1	0.20	0.20	0.11	0.73
ระดับP (cubic) ใน นิกอ	1	0.20	0.20	0.11	0.73

การศึกษาผลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยความยาวรากฝอย (เซนติเมตร) ของพันธุ์ข้าวไร่ทั้งห้าชนิด ได้แก่ กิพู รอปี้ อังเจิงใหญ่ เร้าสุหยา และ นิกอ พบการแสดงออกของลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอันเนื่องมาจากปัจจัยของพันธุ์ โดยพันธุ์กิพู นิกอ และรอปี้ มีค่าเฉลี่ยความยาวรากสูงสุด (11.59, 11.21, 9.96 เซนติเมตร ตามลำดับ) ขณะที่พันธุ์อังเจิงใหญ่ (6.96 เซนติเมตร) และพันธุ์เร้าสุหยา (6.22 เซนติเมตร) มีความยาวรากฝอยรองลงมา และที่พันธุ์มีค่าความยาวรากฝอยต่างกันทางสถิติ ขณะที่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไม่พบว่ามีผลให้ความยาวรากฝอยแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ 7.5 ppm พบความยาวรากฝอยเท่ากับ 10.03 เซนติเมตร รองลงมาคือ ที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5.0 และ 10.0 ppm มีความยาวรากฝอยเท่ากับ 9.18, 9.14 และ 8.40 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 22 และภาพที่ 19) และไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) การไม่พบปฏิกริยาร่วมระหว่างความเข้มข้นฟอสฟอรัสและความยาวรากฝอย เมื่อพิจารณารากจากภาพที่ 3 พบว่าการแสดงออกของพันธุ์ข้าวไร่ 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์รอปี้ อังเจิงใหญ่ เร้าสุหยาและนิกอ ในแต่ละความเข้มข้นมีค่าความยาวรากฝอยไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นพันธุ์กิพู ซึ่งมีการแสดงออกที่แตกต่างออกไป โดยพบว่ามีค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำ จะมีการแสดงออกของลักษณะค่อนข้างสูงกว่าพันธุ์อื่นแต่จะมีค่าที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อความเข้มข้น 10 ppm

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวรากฝอย (เซนติเมตร) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ในสภาพปลอดเชื้อ

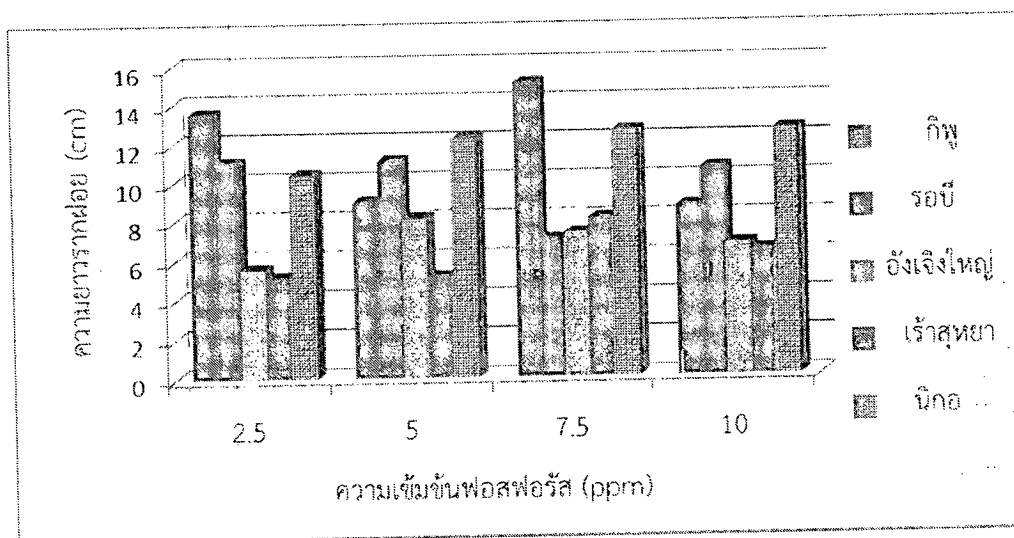
ระดับ P (ppm)	ความยาวรากฝอย (เซนติเมตร) (mean $\pm$ SD)					ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	กิพู	รอปี้	อังเจิงใหญ่	เร้าสุหยา	นิกอ	
2.5	13.60 $\pm$ 4.51	11.08 $\pm$ 2.30	5.60 $\pm$ 2.55	5.20 $\pm$ 3.36	10.44 $\pm$ 2.84	9.18 $\pm$ 4.44
5.0	9.02 $\pm$ 3.99	11.12 $\pm$ 3.16	8.16 $\pm$ 2.12	5.20 $\pm$ 1.52	12.24 $\pm$ 4.07	9.14 $\pm$ 3.80
7.5	15.08 $\pm$ 4.16	7.02 $\pm$ 3.76	7.36 $\pm$ 2.01	8.10 $\pm$ 4.80	12.60 $\pm$ 3.80	10.03 $\pm$ 4.79
10.0	8.68 $\pm$ 4.95	10.62 $\pm$ 0.81	6.74 $\pm$ 3.96	6.40 $\pm$ 3.28	12.60 $\pm$ 3.80	8.40 $\pm$ 3.71
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	11.59 $\pm$ 4.97 ^x	9.96 $\pm$ 3.07 ^x	6.96 $\pm$ 2.72 ^y	6.22 $\pm$ 3.38 ^y	11.21 $\pm$ 3.60 ^x	
F-test	Cultivars = **, ระดับ P = ns, Cultivars $\times$ ระดับ P = ns					
cv (%)	37.73					

หมายเหตุ x,y อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 19 ความยาวรากฝอย (เซนติเมตร) ของข้าวไรพันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ในสภาพปลอดเชื้อที่อายุ 1 เดือน

จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไรพันธุ์อังเจิงใหญ่ พบว่ามีการตอบสนองที่ cubic (p value = 0.04) (ตารางที่ 23) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีแนวโน้มของความยาวรากฝอยของข้าวไรพันธุ์อังเจิงใหญ่ แบบเส้นโค้งกำลังสาม ($p < 0.05$) ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไรพันธุ์กิกู โรบี เร้าสุหยา และนิกอ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของจำนวนรากฝอยเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้

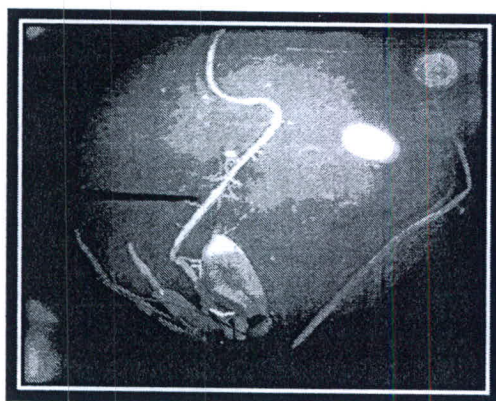
การศึกษามูลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยคะแนนรากต่อต้านของข้าวไรทั้งห้าชนิด ได้แก่ กิกู โรบี อังเจิงใหญ่ เร้าสุหยา และนิกอ (ภาพที่ 20) พบความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยทางพันธุกรรมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพันธุ์นิกอมีค่าเฉลี่ยคะแนนรากสูงสุด (4.05) รองลงมาคือ พันธุ์กิกู โรบี อังเจิงใหญ่ และเร้าสุหยา (3.05, 2.75, 2.75 และ 2.4 ตามลำดับ) (ตารางที่ 24) ขณะที่ไม่พบความแตกต่างของคะแนนรากระหว่างการได้รับความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ต่างกัน โดยที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ 2.5 ppm มีค่าเฉลี่ยคะแนนรากเท่ากับ 3.24 ขณะที่พบค่าคะแนนรากที่ระดับความเข้มข้น 5.0, 10.0 และ 7.5 ppm มีค่าเท่ากับ 3.00, 2.96 และ 2.8 ตามลำดับ (ภาพที่ 21) และไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) การที่พบว่าค่าคะแนนราก ณ ที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำมีแนวโน้มให้ค่าสูงกว่าที่ระดับความเข้มข้นสูง ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะมีเพียง 2 พันธุ์คือ อังเจิงใหญ่และเร้าสุหยา ที่พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มความหนาแน่นและความยาวขนราก เมื่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงขึ้น ขณะที่อีก 3 พันธุ์ที่เหลือ ได้แก่ กิกู โรบี และนิกอ มีแนวโน้มมีค่าคะแนนรากลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของฟอสฟอรัส แสดงให้เห็นได้ว่าพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงของคะแนนราก (ความหนาแน่นและความยาวขนราก) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ในข้าวไรต่างพันธุ์นั้นแตกต่างกัน (ภาพที่ 22-26)

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของความยาวรากฝอย (เซนติเมตร) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ

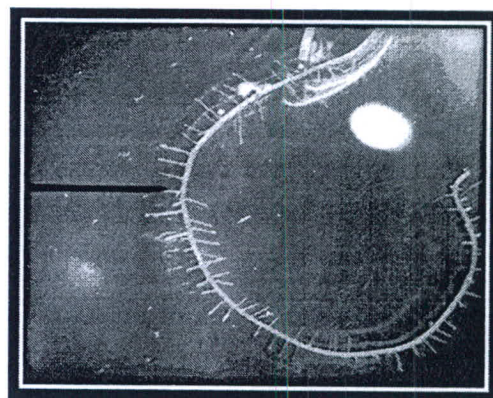
Contrast	Df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) ใน กิพู	1	34.69	34.69	1.58	0.22
ระดับP (quad) ใน กิพู	1	10.51	10.51	0.48	0.49
ระดับP (cubic) ใน กิพู	1	73.44	73.44	3.35	0.08
ระดับP (linear) ใน รอบี	1	19.53	19.53	1.99	0.17
ระดับP (quad) ใน รอบี	1	2.31	2.31	0.24	0.63
ระดับP (cubic) ใน รอบี	1	0.54	0.54	0.06	0.81
ระดับP (linear) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.28	0.28	0.04	0.83
ระดับP (quad) ใน อังเจิงใหญ่	1	8.58	8.58	1.35	0.26
ระดับP (cubic) ใน อังเจิงใหญ่	1	30.14	30.14	4.73	0.04*
ระดับP (linear) ใน เรา้สุหยา	1	0.06	0.06	0.00	0.94
ระดับP (quad) ใน เรา้สุหยา	1	3.61	3.61	0.28	0.60
ระดับP (cubic) ใน เรา้สุหยา	1	7.56	7.56	0.58	0.45
ระดับP (linear) ใน นิกอ	1	27.56	27.56	2.19	0.15
ระดับP (quad) ใน นิกอ	1	15.31	15.31	1.22	0.28
ระดับP (cubic) ใน นิกอ	1	1.82	1.82	0.14	0.70

หมายเหตุ * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

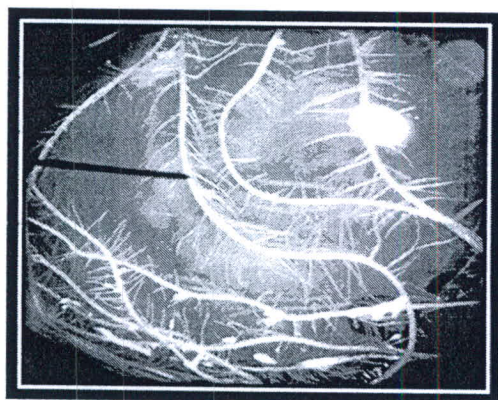
การวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์รอบี พบว่า มีการตอบสนองที่ Quadratic (p value = 0.03) (ตารางที่ 25) แสดงว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีแนวโน้มในการเพิ่มขนรากของข้าวไร่พันธุ์รอบีแบบเส้นโค้งกำลังสอง (quadratic) ส่วนการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร่พันธุ์กิพู อังเจิงใหญ่ เรา้สุหยา และนิกอไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของจำนวนรากฝอยเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้



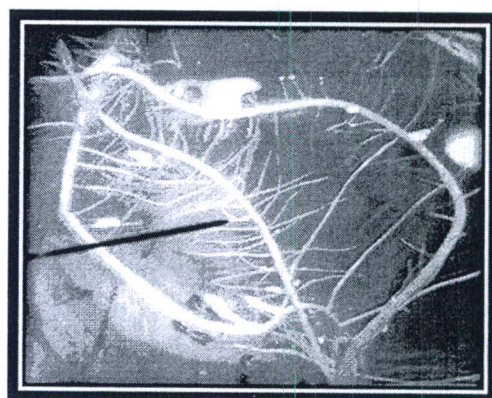
1 คะแนน



2 คะแนน



3 คะแนน



4 คะแนน



5 คะแนน

ภาพที่ 20 เกณฑ์การให้คะแนนขนราก โดยที่ 1 = ไม่มีการแสดงขนรากเลย 2 = มีขนรากเบาบางและสั้น 3 = มีขนรากหนาแน่นและยาวปานกลาง 4 = มีขนรากหนาแน่นและยาว 5 = มีขนรากหนาแน่นและยาวมาก

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนขรอกของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ในสภาพปลอดเชื้อ

ระดับ P (ppm)	คะแนนขรอกต่อต้น (mean $\pm$ SD)					ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	กิพู	รอบี	อ้งเจิงใหญ่	เร้าสุทยา	นิกอ	
2.5	3.80 $\pm$ 1.09	3.80 $\pm$ 0.83	2.20 $\pm$ 0.83	1.60 $\pm$ 0.54	4.80 $\pm$ 0.44	3.24 $\pm$ 1.39
5.0	2.80 $\pm$ 1.09	2.80 $\pm$ 0.83	3.00 $\pm$ 1.22	2.40 $\pm$ 1.94	4.00 $\pm$ 1.22	3.00 $\pm$ 1.32
7.5	3.40 $\pm$ 1.34	1.80 $\pm$ 0.83	2.80 $\pm$ 1.09	2.40 $\pm$ 1.34	3.60 $\pm$ 1.14	2.80 $\pm$ 1.25
10.0	2.20 $\pm$ 0.44	2.60 $\pm$ 0.89	3.00 $\pm$ 1.58	3.20 $\pm$ 2.04	3.80 $\pm$ 0.44	2.96 $\pm$ 1.27
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	3.05 $\pm$ 1.14 ^y	2.75 $\pm$ 1.06 ^y	2.75 $\pm$ 1.16 ^y	2.40 $\pm$ 1.56 ^y	4.05 $\pm$ 0.94 ^x	
F-test	Cultivars = **, ระดับ P = ns, Cultivars $\times$ ระดับ P = ns					
cv (%)	38.36					

หมายเหตุ x,y อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

เกณฑ์การให้คะแนนขรอก

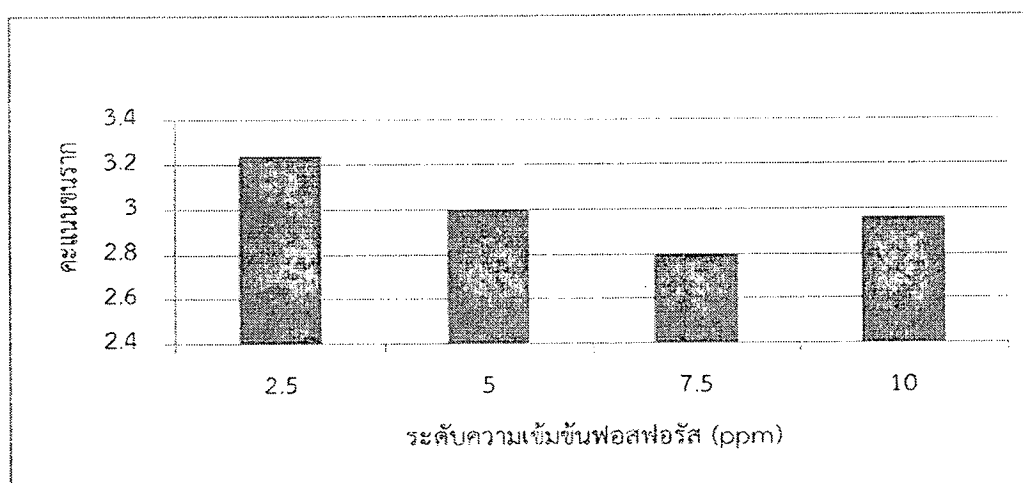
1 = ไม่มีการแสดงขรอกเลย

2 = มีขรอกเบาบางและสั้น

3 = มีขรอกหนาแน่นและยาวปานกลาง

4 = มีขรอกหนาแน่นและยาว

5 = มีขรอกหนาแน่นและยาวมาก

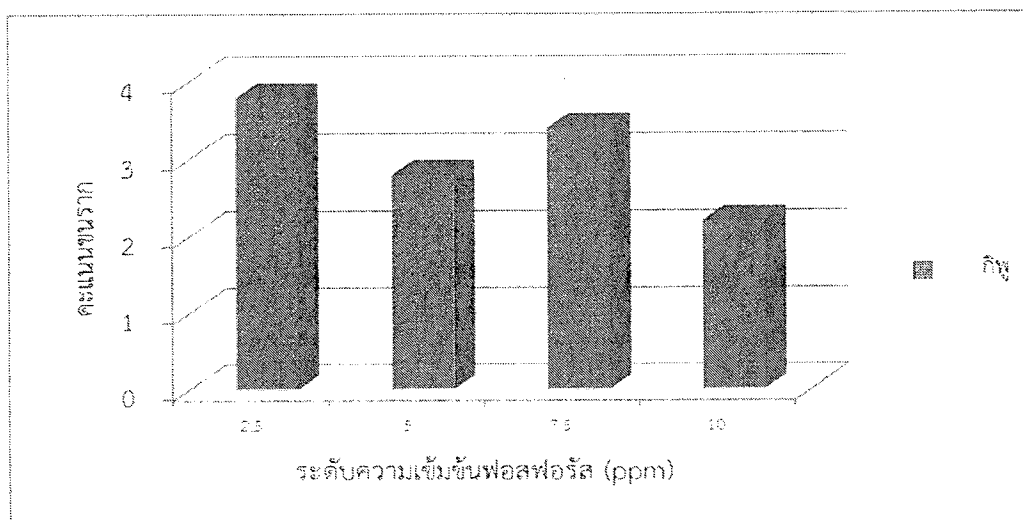


ภาพที่ 21 คะแนนขรอกของข้าวไร่ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับในสภาพการเพาะเลี้ยงปลอดเชื้อ

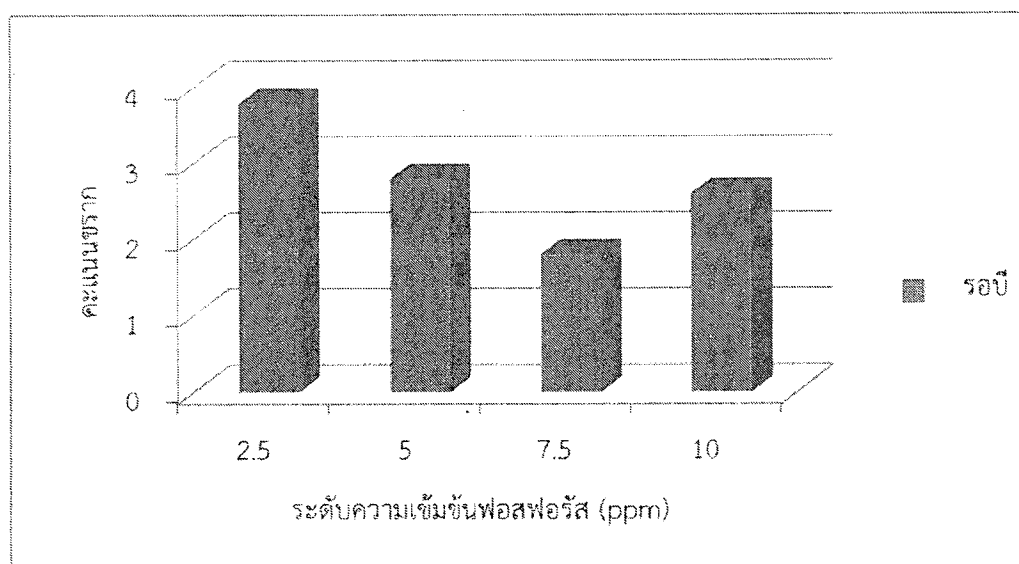
ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของคะแนนชนรากของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของ
ฟอสฟอรัส 4 ระดับ

Contrast	Df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) ใน กิพู	1	1.21	1.21	0.82	0.37
ระดับP (quad) ใน กิพู	1	0.45	0.45	0.31	0.58
ระดับP (cubic) ใน กิพู	1	0.49	0.49	0.33	0.57
ระดับP (linear) ใน รอบี	1	5.29	5.29	7.30	0.01*
ระดับP (quad) ใน รอบี	1	4.05	4.05	5.59	0.03*
ระดับP (cubic) ใน รอบี	1	0.81	0.81	1.12	0.30
ระดับP (linear) ใน อังเจิงใหญ่	1	1.21	1.21	0.82	0.37
ระดับP (quad) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.45	0.45	0.31	0.58
ระดับP (cubic) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.49	0.49	0.33	0.57
ระดับP (linear) ใน เรา้สุหยา	1	5.76	5.76	2.28	0.15
ระดับP (quad) ใน เรา้สุหยา	1	0.00	0.00	0.00	1.00
ระดับP (cubic) ใน เรา้สุหยา	1	0.64	0.64	0.25	0.62
ระดับP (linear) ใน นิกอ	1	2.89	2.89	3.61	0.07
ระดับP (quad) ใน นิกอ	1	1.25	1.25	1.56	0.22
ระดับP (cubic) ใน นิกอ	1	0.01	0.01	0.01	0.91

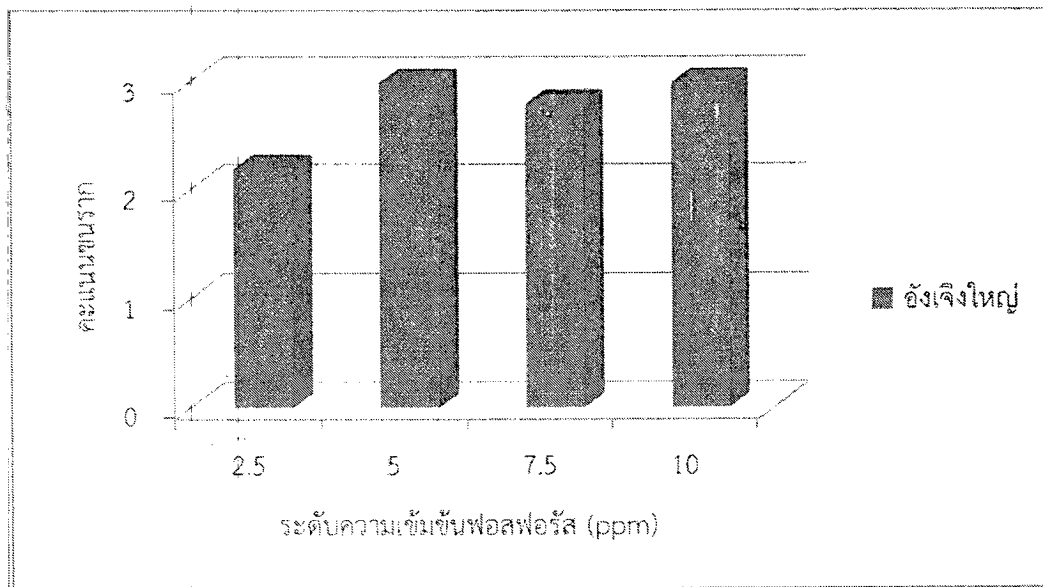
หมายเหตุ * แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์



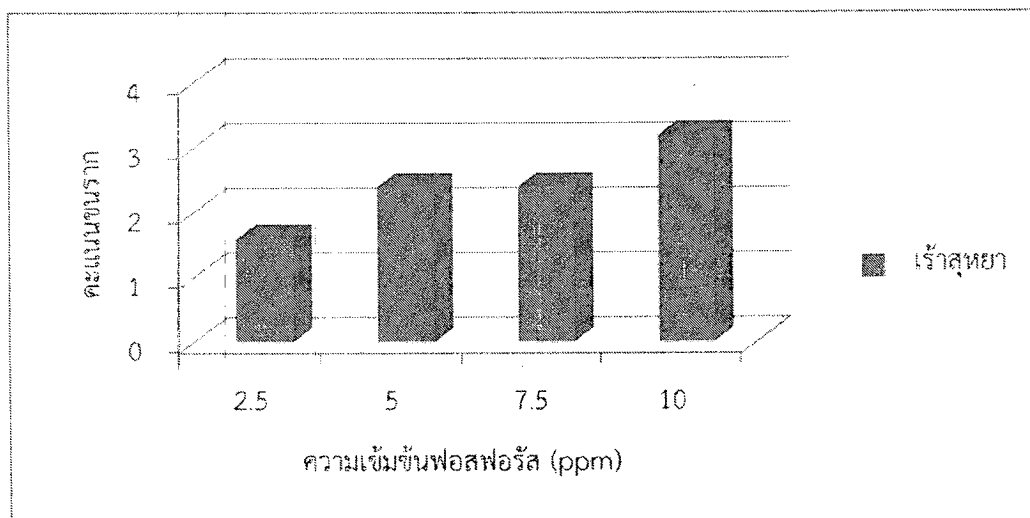
ภาพที่ 22 คะแนนผลผลิตของข้าวไร่พันธุ์กัญภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับในสภาพการเพาะเลี้ยงปลอดเชื้อ



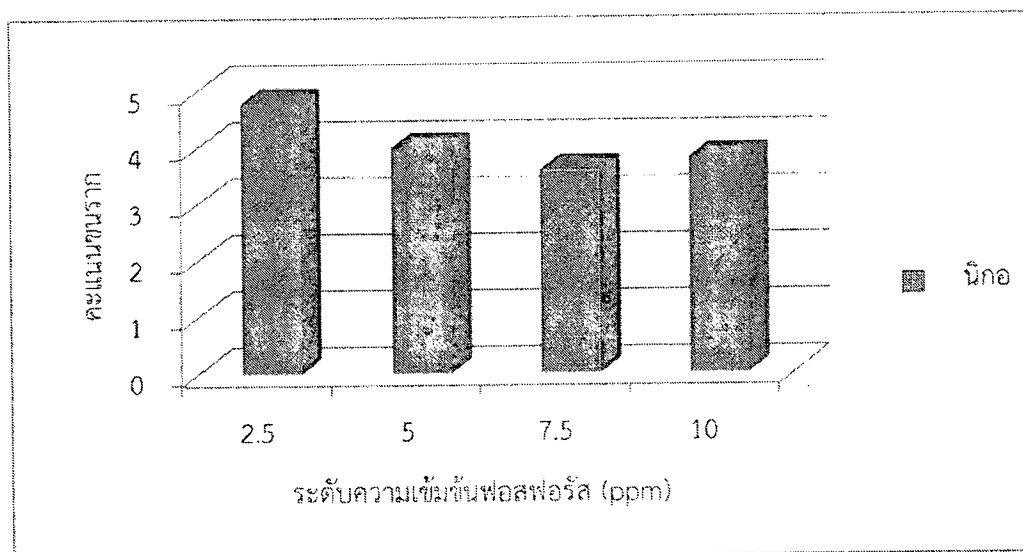
ภาพที่ 23 คะแนนผลผลิตของข้าวไร่พันธุ์รอปีภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับในสภาพการเพาะเลี้ยงปลอดเชื้อ



ภาพที่ 24 คะแนนขนรากของข้าวไร่น้ำอึ้งเจิ้งใหญ่ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับในสภาพการเพาะเลี้ยงปลอดเชื้อ



ภาพที่ 25 คะแนนขนรากของข้าวไร่น้ำไร่สุทธาภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับในสภาพการเพาะเลี้ยงปลอดเชื้อ



ภาพที่ 26 คะแนนขรรากของข้าวไร่นิกอภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับในสภาพการเพาะเลี้ยงปลอดเชื้อ

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนนขรราก (ภาพที่ 22-26)

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1 = ไม่มีการแสดงขรรากเลย | 2 = มีขรรากเบาบางและสั้น |
| 3 = มีขรรากหนาแน่นและยาวปานกลาง | 4 = มีขรรากหนาแน่นและยาว |
| 5 = มีขรรากหนาแน่นและยาวมาก | |

การศึกษากลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนต้นและใบ (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร่นิกอทั้งห้าชนิดได้แก่ กิพู รอบี อังเจิงใหญ่ เราสุหยา และนิกอ พบความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยทางพันธุกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์รอบีมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนต้นและใบ (มิลลิกรัมต่อต้น) สูงสุด (0.23 มิลลิกรัมต่อต้น) รองลงมาคือพันธุ์ กิพู อังเจิงใหญ่ นิกอ และเราสุหยา (0.21, 0.20, 0.15 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) (ตารางที่ 26 และภาพที่ 27) ซึ่งทั้งพันธุ์กิพูและอังเจิงใหญ่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ระดับต่างๆ ต่อน้ำหนักสดส่วนต้นและใบไม่มีผลแตกต่างทางสถิติ โดยที่ระดับฟอสฟอรัสที่ 5.0 และ 7.5 ppm พบน้ำหนักสดส่วนต้นและใบเท่ากับ 0.18 มิลลิกรัมต่อต้น และที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 10.0 ppm มีค่าเท่ากับ 0.17 มิลลิกรัมต่อต้น และพบว่าที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ 2.5 ppm พบน้ำหนักสดส่วนต้นและใบเท่ากับ 0.13 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 26) และไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและพันธุ์ข้าวไร่นิกออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทุกพันธุ์มีค่าน้ำหนักสดส่วนต้นและใบเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมฟอสฟอรัส แต่พบว่ามี 2 พันธุ์ที่พบน้ำหนักสดส่วนต้นและใบลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นฟอสฟอรัสเป็น 10 ppm ได้แก่ พันธุ์กิพูและพันธุ์อังเจิงใหญ่

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนต้นและใบ (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ในสภาพปลอดเชื้อ

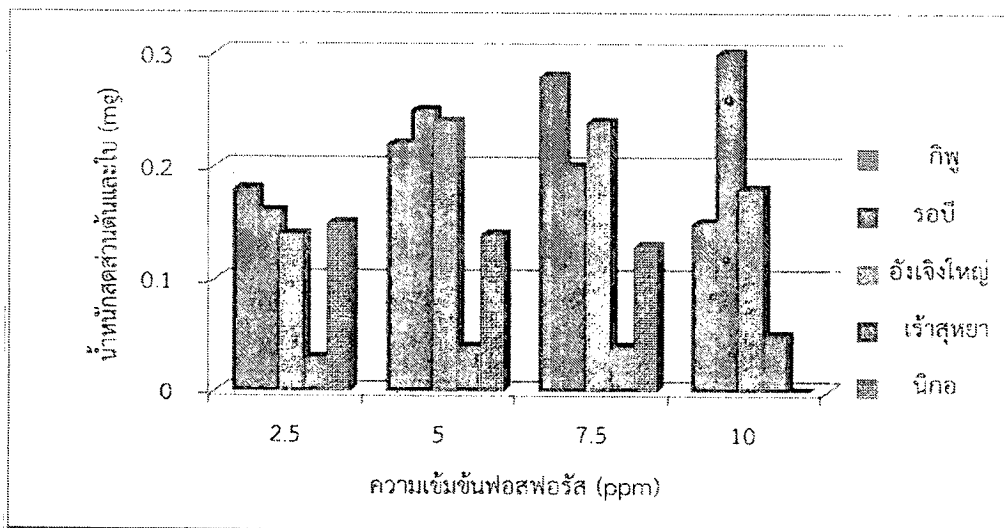
ระดับ P (ppm)	น้ำหนักสดส่วนต้นและใบ(มิลลิกรัมต่อต้น) (mean $\pm$ SD)					ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	กิพู	รอปี้	อังเจิงใหญ่	เร้าสุหยยา	นิกอ	
2.5	0.18 $\pm$ 0.07	0.16 $\pm$ 0.11	0.14 $\pm$ 0.11	0.03 $\pm$ 0.02	0.15 $\pm$ 0.03	0.13 $\pm$ 0.08
5.0	0.22 $\pm$ 0.08	0.25 $\pm$ 0.12	0.24 $\pm$ 0.05	0.04 $\pm$ 0.01	0.14 $\pm$ 0.05	0.18 $\pm$ 0.10
7.5	0.28 $\pm$ 0.05	0.20 $\pm$ 0.12	0.24 $\pm$ 0.04	0.04 $\pm$ 0.01	0.13 $\pm$ 0.05	0.18 $\pm$ 0.10
10.0	0.15 $\pm$ 0.13	0.32 $\pm$ 0.14	0.18 $\pm$ 0.11	0.05 $\pm$ 0.03	0.16 $\pm$ 0.01	0.17 $\pm$ 0.13
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	0.21 $\pm$ 0.10 ^{xy}	0.23 $\pm$ 0.13 ^x	0.20 $\pm$ 0.09 ^{xy}	0.04 $\pm$ 0.02 ^z	0.15 $\pm$ 0.04 ^y	
F-test	Cultivars = **, ระดับ P = ns, Cultivars $\times$ ระดับ P = ns					
cv (%)	49.43					

หมายเหตุ x,y,z อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร้ที่ต่างกันทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 27 น้ำหนักสดส่วนต้นและใบ (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ในสภาพปลอดเชื้อ

จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวทั้งห้าชนิด ไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 27) ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของน้ำหนักสดของต้นข้าวเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของน้ำหนักสดส่วนต้นและใบของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ

Contrast	Df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) ใน กิพู	1	0.000144	0.000144	0.02	0.8998
ระดับP (quad) ใน กิพู	1	0.038878	0.038878	4.40	0.0522
ระดับP (cubic) ใน กิพู	1	0.010576	0.010576	1.20	0.2901
ระดับP (linear) ใน รอบี	1	0.048805	0.048805	3.03	0.1011
ระดับP (quad) ใน รอบี	1	0.001612	0.001612	0.10	0.7559
ระดับP (cubic) ใน รอบี	1	0.027304	0.027304	1.69	0.2116
ระดับP (linear) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.002943	0.002943	0.39	0.5435
ระดับP (quad) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.033024	0.033024	4.32	0.0540
ระดับP (cubic) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.000277	0.000277	0.04	0.8513
ระดับP (linear) ใน เรา้สุหยา	1	0.000495	0.000495	0.85	0.3697
ระดับP (quad) ใน เรา้สุหยา	1	0.000002	0.000002	0.00	0.9527
ระดับP (cubic) ใน เรา้สุหยา	1	0.000029	0.000029	0.05	0.8240
ระดับP (linear) ใน นิกอ	1	0.000209	0.000209	0.11	0.7408
ระดับP (quad) ใน นิกอ	1	0.002484	0.002484	1.34	0.2639
ระดับP (cubic) ใน นิกอ	1	0.000780	0.000780	0.42	0.5257

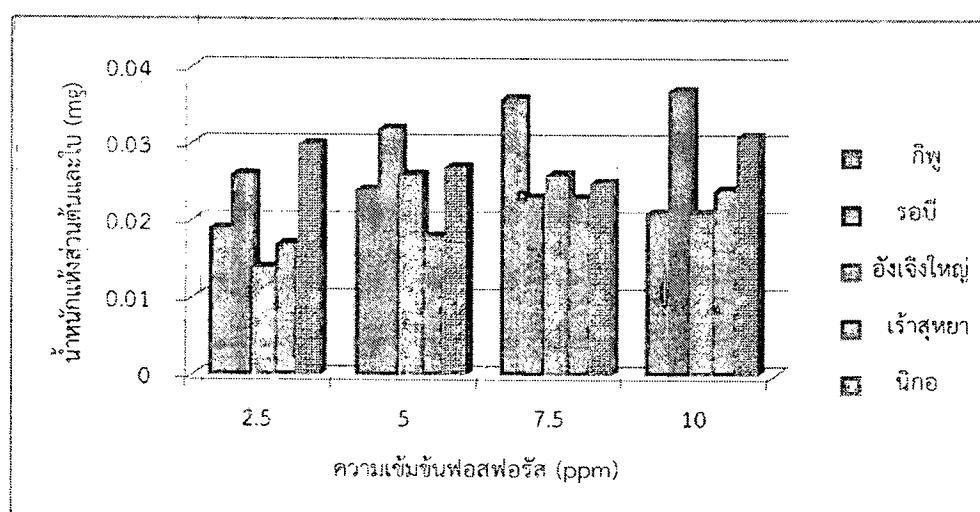
การศึกษาคผลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบ (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร่ทั้งห้าชนิดได้แก่ พันธุ์กิพู พันธุ์รอบี พันธุ์อังเจิงใหญ่ พันธุ์เรา้สุหยา และพันธุ์นิกอ ไม่พบความแตกต่างจากปัจจัยทางพันธุ์ข้าว ปัจจัยของระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส และไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างทั้ง 2 ปัจจัยทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 28 และภาพที่ 28) จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวทั้งห้าชนิด ไม่พบการเปลี่ยนแปลง

ตามรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 29) ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของน้ำหนักสดของต้นข้าวเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบ (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ในสภาพปลอดเชื้อ

ระดับ P (ppm)	น้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบ (มิลลิกรัมต่อต้น) (mean $\pm$ SD)					ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	กิพู	รอบี	อังเจิงใหญ่	เร้าสุหยา	นิกอ	
2.5	0.019 $\pm$ 0.006	0.026 $\pm$ 0.01	0.014 $\pm$ 0.008	0.017 $\pm$ 0.014	0.03 $\pm$ 0.003	0.021 $\pm$ 0.01
5.0	0.024 $\pm$ 0.009	0.032 $\pm$ 0.013	0.026 $\pm$ 0.006	0.018 $\pm$ 0.01	0.027 $\pm$ 0.006	0.025 $\pm$ 0.009
7.5	0.036 $\pm$ 0.005	0.023 $\pm$ 0.014	0.026 $\pm$ 0.006	0.023 $\pm$ 0.012	0.025 $\pm$ 0.009	0.027 $\pm$ 0.01
10.0	0.021 $\pm$ 0.018	0.037 $\pm$ 0.016	0.021 $\pm$ 0.014	0.024 $\pm$ 0.017	0.031 $\pm$ 0.002	0.027 $\pm$ 0.015
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	0.025 $\pm$ 0.012	0.029 $\pm$ 0.013	0.022 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.013	0.028 $\pm$ 0.006	
F-test	Cultivars = ns , ระดับ P = ns, Cultivars $\times$ ระดับ P = ns					
cv (%)	44.747					

หมายเหตุ ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 28 น้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบ (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ในสภาพปลอดเชื้อ

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ

Contrast	Df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) ใน กิพู	1	0.00007	0.00007	0.58	0.4584
ระดับP (quad) ใน กิพู	1	0.00049	0.00049	3.87	0.0667
ระดับP (cubic) ใน กิพู	1	0.00029	0.00029	2.31	0.1479
ระดับP (linear) ใน รอบี	1	0.00015	0.00015	0.78	0.3910
ระดับP (quad) ใน รอบี	1	0.00006	0.00006	0.33	0.5757
ระดับP (cubic) ใน รอบี	1	0.00035	0.00035	1.82	0.1959
ระดับP (linear) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.00011	0.00011	1.23	0.2838
ระดับP (quad) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.00033	0.00033	3.57	0.0769
ระดับP (cubic) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.00001	0.00001	0.16	0.6940
ระดับP (linear) ใน เรา้สุหยา	1	0.00015	0.00015	0.77	0.3934
ระดับP (quad) ใน เรา้สุหยา	1	0.00000	0.00000	0.00	0.9988
ระดับP (cubic) ใน เรา้สุหยา	1	0.00000	0.00000	0.05	0.8331
ระดับP (linear) ใน นิกอ	1	0.00000	0.00000	0.01	0.9342
ระดับP (quad) ใน นิกอ	1	0.00009	0.00009	2.57	0.1287
ระดับP (cubic) ใน นิกอ	1	0.00000	0.00000	0.12	0.7320

การศึกษาผลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร่ทั้งห้าชนิด ได้แก่ พันธุ์กิพู พันธุ์รอบี พันธุ์อังเจิงใหญ่ พันธุ์เรา้สุหยา และพันธุ์นิกอ พบความแตกต่างการแสดงออกของลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติอันเนื่องจากปัจจัยทางพันธุ์ข้าว โดยพันธุ์รอบีมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนรากสูงสุดเท่ากับ 0.16 มิลลิกรัมต่อต้น รองลงมาคือ เรา้สุหยา กิพู และนิกอ (0.13, 0.11 และ 0.07 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) และพบว่าข้าวไร่พันธุ์อังเจิงใหญ่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนรากน้อยที่สุด (0.04 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 30 และภาพที่ 29) ซึ่งทั้งพันธุ์กิพูและเรา้สุหยาไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อน้ำหนักสดส่วนรากโดยที่ 7.5 ppm พบค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนรากเท่ากับ 0.12 มิลลิกรัมต่อต้น ที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ 10.0 ppm มีค่าเท่ากับ 0.11 มิลลิกรัมต่อต้น และพบว่าที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่ 2.5 และ 5.0 ppm มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนรากที่เท่ากันคือ 0.09 มิลลิกรัมต่อต้น (ตารางที่ 30) และไม่พบอิทธิพลร่วม

(interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและพันธุ์ข้าวไร่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการสังเกตค่าเมื่อฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นในแต่ละพันธุ์

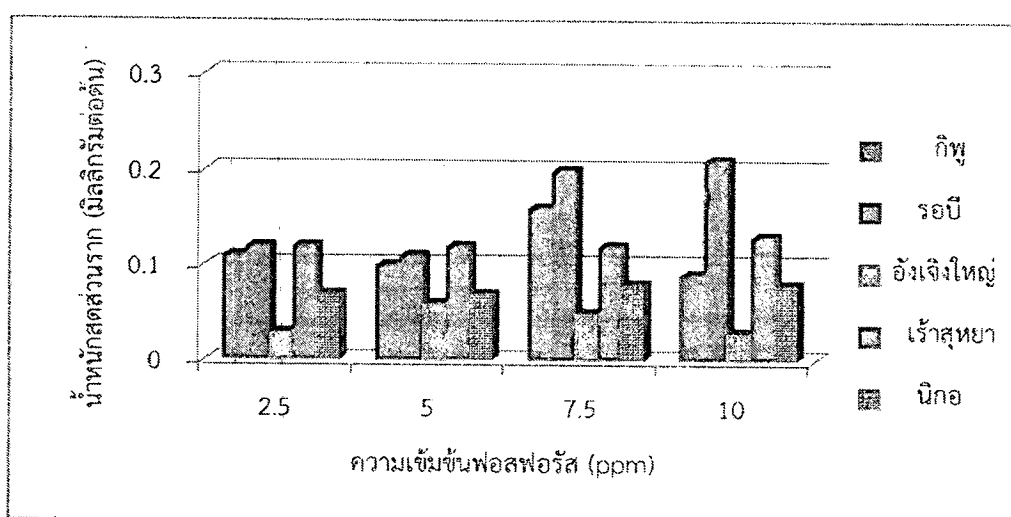
ตารางที่ 30 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ

ระดับ P (ppm)	น้ำหนักสดส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) (mean $\pm$ SD)					ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	กิพู	รอบี	อังเจิงใหญ่	เร้าสุหยา	นิกอ	
2.5	0.11 $\pm$ 0.05	0.12 $\pm$ 0.11	0.03 $\pm$ 0.02	0.12 $\pm$ 0.1	0.07 $\pm$ 0.01	0.09 $\pm$ 0.07
5.0	0.10 $\pm$ 0.04	0.11 $\pm$ 0.09	0.06 $\pm$ 0.04	0.12 $\pm$ 0.06	0.07 $\pm$ 0.02	0.09 $\pm$ 0.06
7.5	0.16 $\pm$ 0.02	0.2 $\pm$ 0.1	0.05 $\pm$ 0.02	0.12 $\pm$ 0.09	0.08 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.08
10.0	0.09 $\pm$ 0.08	0.21 $\pm$ 0.15	0.03 $\pm$ 0.02	0.13 $\pm$ 0.08	0.08 $\pm$ 0.03	0.11 $\pm$ 0.1
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	0.11 $\pm$ 0.06 ^{xy}	0.16 $\pm$ 0.11 ^x	0.04 $\pm$ 0.02 ^z	0.13 $\pm$ 0.08 ^{xy}	0.07 $\pm$ 0.02 ^{yz}	
F-test	Cultivars = **, ระดับ P = ns, Cultivars $\times$ ระดับ P = ns					
cv (%)	68.24293					

หมายเหตุ x,y,z อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 29 น้ำหนักสดส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ

การวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวทั้งห้าชนิด ไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 31) ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของน้ำหนักรากของต้นข้าวเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของน้ำหนักรากส่วนรากของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ

Contrast	Df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) ใน กิพู	1	0.000	0.000	0.02	0.8917
ระดับP (quad) ใน กิพู	1	0.005	0.005	1.83	0.1947
ระดับP (cubic) ใน กิพู	1	0.011	0.011	3.65	0.0740
ระดับP (linear) ใน รอบี	1	0.028	0.028	1.95	0.1817
ระดับP (quad) ใน รอบี	1	0.000	0.000	0.02	0.9027
ระดับP (cubic) ใน รอบี	1	0.007	0.007	0.49	0.4941
ระดับP (linear) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.000	0.000	0.06	0.8137
ระดับP (quad) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.002	0.002	2.20	0.1585
ระดับP (cubic) ใน อังเจิงใหญ่	1	0.000	0.000	0.25	0.6261
ระดับP (linear) ใน เรา้สุหยา	1	0.000	0.000	0.06	0.8122
ระดับP (quad) ใน เรา้สุหยา	1	0.000	0.000	0.03	0.8742
ระดับP (cubic) ใน เรา้สุหยา	1	0.000	0.000	0.00	0.9895
ระดับP (linear) ใน นิกอ	1	0.000	0.000	0.89	0.3591
ระดับP (quad) ใน นิกอ	1	0.000	0.000	0.39	0.5419
ระดับP (cubic) ใน นิกอ	1	0.000	0.000	0.09	0.7688

การศึกษามลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนราก (มิลลิกรัมต่อตัน) ของข้าวไร่ทั้งห้าชนิดได้แก่ พันธุ์กิพู รอบี อังเจิงใหญ่ เรา้สุหยา และนิกอ พบการแสดงออกของลักษณะพันธุ์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) อันเนื่องจากปัจจัยทางพันธุ์ โดยพันธุ์นิกอมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากสูงสุด (0.015 มิลลิกรัมต่อตัน) รองลงมาคือพันธุ์รอบี (0.014 มิลลิกรัมต่อตัน) พันธุ์กิพู (0.013 มิลลิกรัมต่อตัน) พันธุ์เรา้สุหยา (0.012 มิลลิกรัมต่อตัน) และพบว่าพันธุ์อังเจิงใหญ่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากน้อยที่สุด (0.003 มิลลิกรัมต่อตัน) (ตารางที่ 32 และภาพที่ 30)

ขณะที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสไม่ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากให้แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยที่ 2.5, 5.0 และ 7.5 ppm มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากเท่ากัน (0.012 มิลลิกรัมต่อต้น) และที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส 10.0 ppm มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรำน้อยสุด (0.011 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 32) และไม่เกิดอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและพันธุ์ข้าวไร่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ

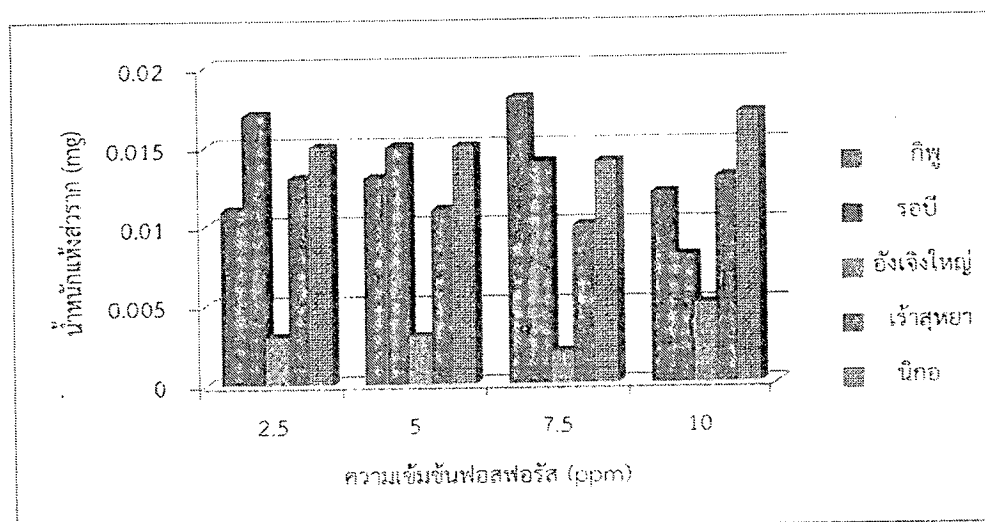
ระดับ P (ppm).	น้ำหนักแห้งส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) (mean $\pm$ SD)					ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	กิพู	รอบี	อังเจิงใหญ่	เร้าสุหยา	นิกอ	
2.5	0.011 $\pm$ 0.004	0.017 $\pm$ 0.004	0.003 $\pm$ 0.001	0.013 $\pm$ 0.002	0.015 $\pm$ 0.005	0.012 $\pm$ 0.005
5.0	0.013 $\pm$ 0.005	0.015 $\pm$ 0.006	0.003 $\pm$ 0.001	0.011 $\pm$ 0.003	0.015 $\pm$ 0.007	0.012 $\pm$ 0.006
7.5	0.018 $\pm$ 0.003	0.014 $\pm$ 0.012	0.002 $\pm$ 0.001	0.01 $\pm$ 0.002	0.014 $\pm$ 0.003	0.012 $\pm$ 0.007
10.0	0.012 $\pm$ 0.011	0.008 $\pm$ 0.0002	0.005 $\pm$ 0.003	0.013 $\pm$ 0.00	0.017 $\pm$ 0.007	0.011 $\pm$ 0.007
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	0.013 $\pm$ 0.006 ^x	0.014 $\pm$ 0.007 ^x	0.003 $\pm$ 0.002 ^y	0.012 $\pm$ 0.002 ^x	0.015 $\pm$ 0.005 ^x	
F-test	Cultivars = **, ระดับ P = ns, Cultivars $\times$ ระดับ P = ns					
cv (%)	44.932					

หมายเหตุ x,y อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเข้มข้น 99 เปอร์เซนต์

ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวทั้งห้าชนิด ไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 32) ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของน้ำหนักสดของต้นข้าวเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้



ภาพที่ 30 น้ำหนักแห้งส่วนราก (มิลลิกรัมต่อต้น) ของข้าวไร่น้ำต่าง ๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวไร่น้ำต่าง ๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ

Contrast	Df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) ใน กิฟุ	1	0.000	0.00	0.11	0.7421
ระดับP (quad) ใน กิฟุ	1	0.000	0.000	1.84	0.1947
ระดับP (cubic) ใน กิฟุ	1	0.000	0.000	1.14	0.3016
ระดับP (linear) ใน รอบี	1	0.000	0.000	2.42	0.1484
ระดับP (quad) ใน รอบี	1	0.000	0.000	0.05	0.8271
ระดับP (cubic) ใน รอบี	1	0.000	0.000	0.59	0.4575
ระดับP (linear) ใน อังเจิงใหญ่	1	3.197	3.197	0.17	0.6896
ระดับP (quad) ใน อังเจิงใหญ่	1	6.991	6.991	0.37	0.5563
ระดับP (cubic) ใน อังเจิงใหญ่	1	2.719	2.719	1.42	0.2557
ระดับP (linear) ใน เราสสุหยา	1	1.740	1.740	0.19	0.6704
ระดับP (quad) ใน เราสสุหยา	1	1.736	1.736	0.19	0.6708
ระดับP (cubic) ใน เราสสุหยา	1	2.069	2.069	0.22	0.6428

ระดับ P (linear) ใน นิกอ	1	8.281	8.281	0.02	0.8831
ระดับ P (quad) ใน นิกอ	1	5.512	5.512	0.15	0.7049
ระดับ P (cubic) ใน นิกอ	1	3.249	3.249	0.01	0.9266

การศึกษาค่าผลของฟอสฟอรัสที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ต่อค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของพันธุ์ข้าวไร่ทั้งห้าชนิดได้แก่ กิพู รอบี อังเจิงใหญ่ เราสุหยาและนิกอ พบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของลักษณะดังกล่าว เนื่องจากปัจจัยทางพันธุ์โดยพันธุ์อังเจิงใหญ่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (10.81) ขณะที่พันธุ์รอบี นิกอ กิพูและเราสุหยา มีเท่ากับ 2.64, 2.14, 1.98 และ 1.61 ตามลำดับ โดยให้ผลไม่ต่างกันทางสถิติ ขณะที่ความเข้มข้นฟอสฟอรัสทั้ง 4 ระดับ ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 34 และภาพที่ 31) นอกจากนี้ยังพบว่าไม่พบอิทธิพลร่วม (interaction) ระหว่างพันธุ์และความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่อสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนราก

จากการวิเคราะห์แนวโน้มของระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสในกลุ่มของข้าวไร่ทั้งห้าชนิด ไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบสมการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 34) ทำให้ไม่สามารถประเมินรูปแบบหรือทิศทางการเพิ่มของน้ำหนักสดของต้นข้าวเมื่อปลูกในสภาพที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่างๆ ได้

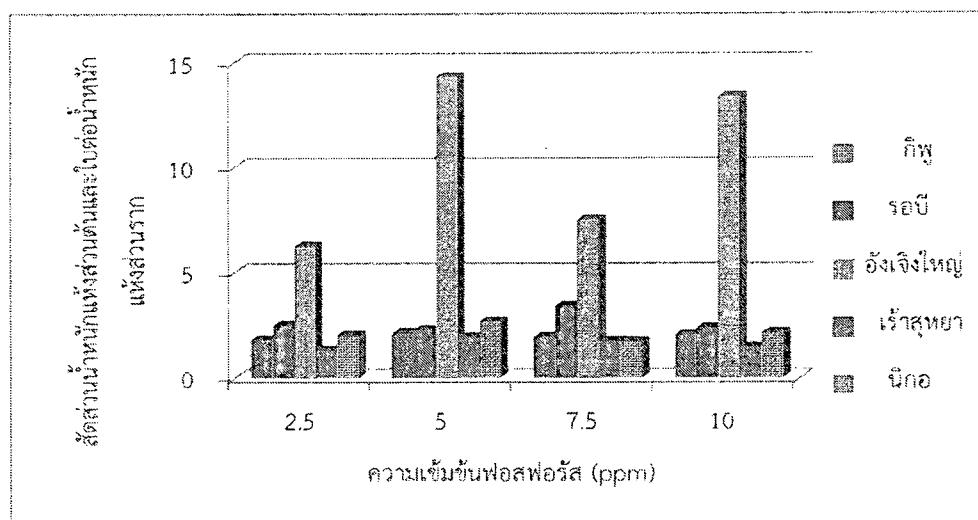
ตารางที่ 34 เปรียบเทียบสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ

ระดับ P (ppm)	สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนราก (mean $\pm$ SD)					ค่าเฉลี่ย (ระดับ P)
	กิพู	รอบี	อังเจิงใหญ่	เราสุหยา	นิกอ	
2.5	1.81 $\pm$ 0.61	2.49 $\pm$ 1.16	6.25 $\pm$ 2.10	1.31 $\pm$ 1.02	2.05 $\pm$ 0.52	2.48 $\pm$ 1.83
5.0	2.13 $\pm$ 0.47	2.27 $\pm$ 0.23	14.31 $\pm$ 16.08	1.93 $\pm$ 1.77	2.67 $\pm$ 2.49	4.66 $\pm$ 8.30
7.5	1.93 $\pm$ 0.53	3.42 $\pm$ 2.33	7.50 $\pm$ 4.34	1.74 $\pm$ 1.11	1.72 $\pm$ 0.53	3.26 $\pm$ 3.07
10.0	2.05 $\pm$ 1.72	2.37 $\pm$ 0.65	13.36 $\pm$ 11.91	1.46 $\pm$ 1.33	2.14 $\pm$ 0.83	4.28 $\pm$ 6.79
ค่าเฉลี่ย (Varieties)	1.98 $\pm$ 0.91 ^y	2.64 $\pm$ 1.32 ^y	10.81 $\pm$ 10.56 ^x	1.61 $\pm$ 1.26 ^y	2.14 $\pm$ 1.30 ^y	
F-test	Cultivars = **, ระดับ P = ns, Cultivars $\times$ ระดับ P = ns					

หมายเหตุ x,y อักษรที่ต่างกันแถวเดียวกัน แสดงค่าเฉลี่ยของระดับพันธุ์ข้าวไร่ที่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 31 สัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ ภายใต้สภาพปลอดเชื้อ

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มของสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวไร่พันธุ์ต่างๆ ภายใต้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 4 ระดับ

Contrast	Df	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ระดับP (linear) ใน กิพู	1	0.064	0.064	0.07	0.799
ระดับP (quad) ใน กิพู	1	0.051	0.051	0.05	0.821
ระดับP (cubic) ใน กิพู	1	0.165	0.165	0.17	0.684
ระดับP (linear) ใน รอบี	1	0.160	0.160	0.09	0.770
ระดับP (quad) ใน รอบี	1	0.843	0.843	0.46	0.506
ระดับP (cubic) ใน รอบี	1	3.214	3.214	1.76	0.203
ระดับP (linear) ใน อังเจิงใหญ่	1	40.567	40.567	0.34	0.571
ระดับP (quad) ใน อังเจิงใหญ่	1	5.174	5.174	0.04	0.838
ระดับP (cubic) ใน อังเจิงใหญ่	1	183.372	183.372	1.52	0.237
ระดับP (linear) ใน เรา้สุหยา	1	0.016	0.016	0.01	0.924
ระดับP (quad) ใน เรา้สุหยา	1	1.003	1.003	0.55	0.467
ระดับP (cubic) ใน เรา้สุหยา	1	0.133	0.133	0.07	0.790

ระดับP (linear) ใน นิกอ	1	0.118	0.118	0.06	0.804
ระดับP (quad) ใน นิกอ	1	0.054	0.054	0.03	0.866
ระดับP (cubic) ใน นิกอ	1	2.162	2.162	1.16	0.298

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการบำรุงดินในพื้นที่ปลูกข้าวไร่

จากการวางแผนการศึกษาในตอนแรกได้กำหนดแปลงเกษตรกรจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ คุณชูชาติ จงเจริญ คุณมีต จันทรอุปถัมภ์ และคุณศักดา ปัญญาหาร แต่ภายหลังการศึกษาพบว่าไม่สามารถเก็บข้อมูลเกษตรกร คุณศักดา ปัญญาหารได้ ด้วยเหตุนี้จึงเหลือที่สามารถเก็บข้อมูลได้เพียง 2 แปลงเท่านั้น โดยผลการศึกษาให้ผลดังนี้

ลักษณะของดินก่อนและหลังการบำรุงดินด้วยวิธีการต่างๆ ในแปลงเกษตรกร

แปลงคุณชูชาติ จงเจริญ

ลักษณะดินก่อนที่จะได้รับการบำรุงของเกษตรกรนั้นพบว่าเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกพืชชนิดอื่นมาก่อนทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงย่อยก่อนการได้รับทรีตเมนต์แตกต่างกัน โดยค่าพีเอชดินเป็นกลางมีค่าเท่ากับ 7 มีไนโตรเจนในระดับต่ำ-ต่ำมาก มีฟอสฟอรัสสูง-สูงมาก และมีแอมโมเนียมต่ำ (ตารางที่ 36) ดินมีลักษณะแข็งแห้ง มีสีน้ำตาลอ่อนๆออกเหลือง ลักษณะของเนื้อดินเป็นดินเหนียวซึ่งอาจไม่เหมาะสำหรับการเพาะปลูกพืชอื่น เนื่องจากมีความสามารถเพราะแม้จะมีการอุ้มน้ำได้ดีแต่การระบายน้ำ ระบายอากาศได้ไม่ดี โดยเมื่อแห้งดินจะมีความแข็งทำให้เหมาะสำหรับการปลูกข้าวเพราะสามารถกักเก็บน้ำไว้ได้เป็นระยะเวลานาน (อัฐวุฒิ, 2554)

ตารางที่ 36 เคมีบางประการของดินของแปลงปลูกข้าวไร่ก่อนการศึกษาของเกษตรกร คุณชูชาติ จงเจริญ

เคมีบางประการ	แปลงควบคุม	แปลงบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (ปุ๋ยวัวหลุม)	แปลงบำรุงด้วยปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว)
	ก่อนปลูกข้าว	ก่อนปลูกข้าว	ก่อนปลูกข้าว
pH	7	7	7
ไนโตรเจน	ต่ำ	ต่ำมาก	ต่ำมาก
ฟอสฟอรัส	สูงมาก	สูง	สูงมาก
โพแทสเซียม	-	-	-
แอมโมเนียม	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ

ดินหลังจากที่ได้รับการบำรุงโดยการใส่ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และ ปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) นั้นพบว่าดินมีสีน้ำตาลอ่อนๆ แต่เมื่อแห้งพบว่ามีความแข็งลดลงเมื่อสัมผัสด้วยมือเปล่า (ตารางที่ 37-39) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากได้รับอินทรีย์วัตถุจากปุ๋ยที่ใช้ในการบำรุงดินก่อนการเพาะปลูกซึ่งจะช่วยในการปรับปรุงทางด้านโครงสร้างของดินให้มีช่องว่างสำหรับระบายน้ำ ระบายอากาศได้มากขึ้น ทำให้รากพืชสามารถแผ่ขยายซอนโซไปหาธาตุอาหารพืชได้ง่ายขึ้นส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น คือ มีดินสูง ใบสีเขียวสด มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการไม่บำรุงดิน (อนุสรณ์, 2544)

อย่างไรก็ตามเมื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีพบว่าในแปลงควบคุมหรือไม่ได้รับการบำรุงดินนั้นความเป็นกรดต่างของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (พีเอชเท่ากับ 7.76) อินทรีย์วัตถุในดินมีปานกลาง ขณะที่ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และเป็นประโยชน์มีค่าค่อนข้างสูง (ตารางที่ 37) แสดงให้เห็นว่าแปลงเกษตรกรดังกล่าวยังมีความเหมาะสมต่อการปลูกพืชแม้จะไม่ได้รับบำรุงดิน ขณะที่แปลงที่ได้รับการบำรุงดินโดยปุ๋ยอินทรีย์วัวหลุมและได้รับการบำรุงดินโดยปุ๋ยพืชสดมีค่าใกล้เคียงกันยกเว้นการมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ (ตารางที่ 38) และปานกลาง (ตารางที่ 39) ตามลำดับ สำหรับอินทรีย์วัตถุในแปลงที่ได้รับการบำรุงดินทั้งสองวิธีการมีค่าต่ำกว่าแปลงที่ไม่ได้รับการบำรุงดิน (ตารางที่ 38 และ 39) จากผลการศึกษาอาจทำการสรุปผลได้ยากเนื่องจากแปลงเกษตรกรรายดังกล่าวนี้นี้มีขนาดใหญ่ทำให้การบำรุงดินโดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างสม่ำเสมอเป็นไปได้ไม่ทั่วถึง ซึ่งทำให้การสุ่มเก็บตัวอย่างหลังการบำรุงจึงอาจตรงหรือไม่ตรงกับบริเวณที่ได้รับการบำรุงดินโดยวิธีการต่างๆ ด้วยเหตุนี้ภายหลังการปลูกข้าวจึงพบว่าแปลงที่ได้รับการบำรุงดินกลับพบค่าของอินทรีย์วัตถุที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มีค่าต่ำกว่าแปลงควบคุม

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ดินแปลงปลูกข้าวไร่ (แปลงควบคุม) ของเกษตรกร คุณชูชาติ จงเจริญ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

รายการวิเคราะห์		ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	
ปฏิกิริยาดิน (pH ดิน : น้ำ, 1:1)	(pH Soil:H ₂ O; 1,1)	7.76	ต่ำเล็กน้อย
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	(EC 1:5; dS/m)	0.10	ไม่เค็ม
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	(Organic Matter; %)	1.56	ปานกลาง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Available P; mg/kg)	18.15	ค่อนข้างสูง
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange K; mg/kg)	234.34	สูงมาก
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Ca; mg/kg)	2045.13	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Mg; mg/kg)	157.25	สูง

วิเคราะห์ผลโดย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ดินแปลงปลูกข้าวไร่ (แปลงที่ได้รับการบำรุงดินโดยปุ๋ยวัวหลุม) ของเกษตรกร คุณชูชาติ จงเจริญ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

รายการวิเคราะห์		ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	
ปฏิกิริยาดิน (pH ดิน : น้ำ, 1:1)	(pH Soil:H ₂ O; 1,1)	7.50	ต่ำเล็กน้อย
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	(EC 1:5; dS/m)	0.08	ไม่เค็ม
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	(Organic Matter; %)	1.30	ค่อนข้างต่ำ
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Available P; mg/kg)	9.89	ค่อนข้างต่ำ
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange K; mg/kg)	186.31	สูงมาก
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Ca; mg/kg)	1530.62	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Mg; mg/kg)	145.11	สูง

วิเคราะห์ผลโดย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140

ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ดินแปลงปลูกข้าวไร่ (แปลงที่ได้รับการบำรุงดินโดยพืชตระกูลถั่ว) ของเกษตรกร คุณศักดิ์ดา ปัญญาหาร ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

รายการวิเคราะห์		ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	
ปฏิกิริยาดิน (pH ดิน : น้ำ, 1:1)	(pH Soil:H ₂ O; 1,1)	7.27	เป็นกลาง
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	(EC 1:5; dS/m)	0.10	ไม่เค็ม
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	(Organic Matter; %)	1.34	ค่อนข้างต่ำ
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Available P; mg/kg)	13.38	ปานกลาง
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange K; mg/kg)	219.90	สูงมาก
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Ca; mg/kg)	1882.19	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Mg; mg/kg)	181.00	สูง

วิเคราะห์ผลโดย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140

ความคิดเห็นของเกษตรกรภายหลังการบำรุงดินโดยวิธีการต่างๆ

จากการสังเกตด้วยตาเปล่าของเกษตรกรพบว่า ในแปลงของต้นข้าวที่ทำการบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) ก่อนทำการปลูกข้าวนั้น พบว่า ต้นข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีจนสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับการไม่บำรุงดิน แต่ในแปลงที่ทำการบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) นั้น มีนกมาจิกกินเมล็ดข้าวในช่วงที่เริ่มทำการหยอดเมล็ดไปได้ไม่นานเป็นบางส่วน จึงสังเกตเห็นว่าต้นข้าวเจริญเติบโตไม่เต็มพื้นที่ของแปลงแต่ต้นข้าวก็มีความสมบูรณ์มากกว่าเมื่อเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ทำการบำรุงดินก่อนปลูกข้าว

ลักษณะของดินหลังการบำรุงดินด้วยวิธีการต่างๆ ในแปลงเกษตรกร

แปลงคุณมีด จันทรอุปถัมภ์

ดินก่อนที่จะได้รับการบำรุงโดยการใส่ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) นั้น มีลักษณะร่วน คือ เมื่อใช้มือบีบจะสามารถแตกออกจากกันได้อย่างง่าย ไม่แข็งกระด้างบริเวณหน้าดินพบร่องรอยของการเผา ที่คือดินมีสีดำ มีเถาที่หลงเหลือจากการเผา และพบเศษต้นพืชที่หลงเหลือจากการเผา ส่งผลให้มีธาตุฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) สูงขึ้น มาจากธาตุอาหารภายในต้นพืชที่ถูกเผาโดยกลายเป็นเถ้าอยู่บนหน้าดิน (ประสพสุข, 2551) รวมทั้งถูกแปรสภาพไปอยู่ในรูปที่ถูกชะล้างให้สูญเสียจากดินได้ง่าย และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้กับหน้าดิน ทำให้ดินสูญเสียน้ำไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจะทำให้ดินมีสภาพเสื่อมโทรมลง และมีธาตุอาหารลดลง (สุพินยา, 2549) สีของดินที่พบเป็นสีน้ำตาลเข้ม หมายถึง เป็นดินที่มีอินทรีย์วัตถุอยู่มากและจะย่อยสลายกลายเป็นธาตุอาหารให้กับต้นพืชโดยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในดิน จำพวกมด และจุลินทรีย์ เป็นต้น ในเวลาต่อมา เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ดี ลักษณะของเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย เหมาะสำหรับการปลูกพืชทั่วไป มีการระบายน้ำ ระบายอากาศดีปานกลาง มีความละเอียดนุ่มมือแต่ซากเล็กน้อย (อัฐวุฒิ, 2554)

ดินหลังจากที่ได้รับการบำรุงโดยการใส่ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และ ปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) นั้นมีสีน้ำตาลเข้ม เช่นเดิม มีลักษณะร่วนซุยคือ ระบายน้ำ ระบายอากาศได้ดี มีช่องว่างภายในดินเพิ่มมากขึ้นสำหรับให้รากพืชซอนไชไปหาอาหารมาเลี้ยงต้นพืชได้ และ ยังพบสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจำพวกมดในแปลงอีกด้วย แสดงให้เห็นว่า ในดินมีอาจมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์คือ สามารถสร้างกิจกรรมต่างๆ เช่นย่อยสลายธาตุอาหารในดินที่อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์แก่พืชให้กลายเป็นธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์ คือ พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้ทันที (ธนรัช, 2551)

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดินภายหลังการปลูกข้าวในแปลงควบคุมพบว่าค่าพีเอชดินมีค่าเป็นกรดเล็กน้อย ดินไม่เค็ม อินทรีย์วัตถุมีค่าปานกลางขณะที่อินทรีย์อื่นๆ ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าค่อนข้างสูง ขณะที่โพแทสเซียม แคลเซียม และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูง (ตารางที่ 40) ขณะที่แปลงที่ได้รับการบำรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยวัวหลุมและใช้พืชถั่วเขียวในการบำรุงดินเป็นปุ๋ยพืชสดนั้น ค่าทางเคมีต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกับแปลงควบคุม แต่พบอินทรีย์วัตถุสูงกว่าโดยพบค่าดังกล่าวนี้ค่อนข้างสูงในการบำรุงดินทั้งสองแปลง (ตารางที่ 41 และตารางที่ 42)

เนื่องด้วยแปลงเกษตรกรรายดังกล่าวนี้เป็นแปลงที่มีขนาดเล็กกว่า การใช้ปุ๋ยคอกในการบำรุงดินจึงอาจเห็นผลได้ชัดเจนกว่า

ความคิดเห็นของเกษตรกรภายหลังการบำรุงดินโดยวิธีการต่างๆ

จากการสังเกตด้วยตาเปล่า พบว่า ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตที่ดี มีการแตกกอเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยเฉพาะแปลงที่บำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัชหลุม) มีความสูงเพิ่มขึ้นจากเดิมที่ไม่เคยได้รับการบำรุงดิน มีปริมาณรวงต่อกอเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ผลผลิตข้าวมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจากเดิมแต่ก็ยังพบว่าต้นข้าวมีการหักล้มถึงแม้ว่าจะปลูกอยู่ในแปลงที่ทำการบำรุงดินและดินมีความอุดมสมบูรณ์ดีสาเหตุมาจากพันธุกรรมของข้าวที่มีสายพันธุ์ปนรวมอยู่ด้วย สังเกตเห็นได้จากการที่พบเมล็ดข้าวที่มีหางยาวเป็นจำนวนมากและมีข้อปล้องตามลำต้นคล้ายกับต้นหญ้า (จรรยา, 2548) จากลักษณะดังกล่าวนี้จึงควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรรู้จักวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณลักษณะตรงตามความต้องการของเกษตรกรไว้ใช้ปลูกในฤดูกาลต่อไปและต้องส่งเสริมให้เกษตรกรบำรุงดินควบคู่กันไปเพื่อเป็นการอนุรักษ์ธาตุอาหารภายในดินและเป็นการบำรุงโครงสร้างของดินควบคู่กันไปเพื่อให้มีผลผลิตข้าวที่ดี

ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ดินแปลงปลูกข้าวไร่ (แปลงควบคุม) ของเกษตรกร คุณमित จันทร์อุบลัมภ์ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

รายการวิเคราะห์		ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	
ปฏิกิริยาดิน (pH ดิน : น้ำ, 1:1)	(pH Soil:H ₂ O; 1,1)	6.56	กรดเล็กน้อย
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	(EC 1:5; dS/m)	0.07	ไม่เค็ม
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	(Organic Matter; %)	2.49	ปานกลาง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Available P; mg/kg)	16.75	ค่อนข้างสูง
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange K; mg/kg)	158.31	สูงมาก
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Ca; mg/kg)	959.96	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Mg; mg/kg)	195.65	สูง

วิเคราะห์ผลโดย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140

ตารางที่ 41 ผลการวิเคราะห์ดินแปลงปลูกข้าวไร่ (แปลงที่ได้รับการบำรุงดินโดยปุ๋ยวัวหลุม) ของเกษตรกร คุณมีด จันทรอุปถัมภ์ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

รายการวิเคราะห์		ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	
ปฏิกิริยาดิน (pH ดิน : น้ำ, 1:1)	(pH Soil:H ₂ O; 1,1)	6.51	กรดเล็กน้อย
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	(EC 1:5; dS/m)	0.11	ไม่เค็ม
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	(Organic Matter; %)	2.59	ค่อนข้างสูง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Available P; mg/kg)	18.67	ค่อนข้างสูง
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange K; mg/kg)	296.85	สูงมาก
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Ca; mg/kg)	771.97	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Mg; mg/kg)	173.01	สูง

วิเคราะห์ผลโดย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140

ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ดินแปลงปลูกข้าวไร่ (แปลงที่ได้รับการบำรุงดินโดยพืชตระกูลถั่ว) ของเกษตรกร คุณมีด จันทรอุปถัมภ์ ตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

รายการวิเคราะห์		ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	
ปฏิกิริยาดิน (pH ดิน : น้ำ, 1:1)	(pH Soil:H ₂ O; 1,1)	6.64	เป็นกลาง
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	(EC 1:5; dS/m)	0.09	ไม่เค็ม
อินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	(Organic Matter; %)	2.78	ค่อนข้างสูง
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Available P; mg/kg)	17.30	ค่อนข้างสูง
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange K; mg/kg)	125.62	สูงมาก
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Ca; mg/kg)	741.58	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	(Exchange Mg; mg/kg)	205.43	สูง

วิเคราะห์ผลโดย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140

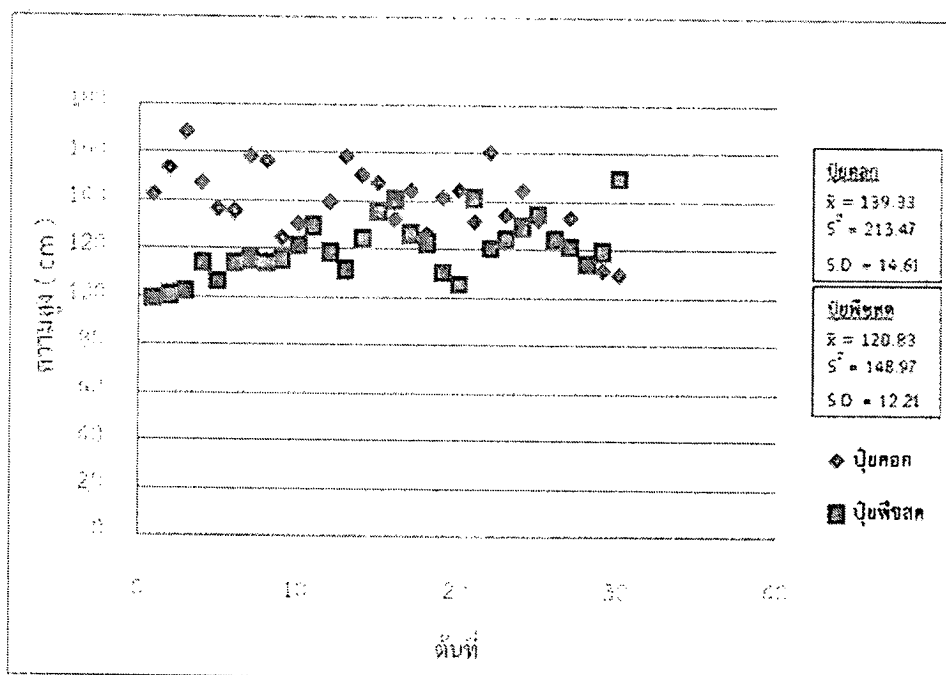
ผลการเก็บข้อมูลข้าวไร่ที่ปลูกในแปลงของเกษตรกร คุณมิต จันทรอุปถัมภ์ ชาวปากะเกะญอ ตำบล ห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ อย่างไรก็ตามพันธุ์ข้าวไร่ที่ปลูกโดยเกษตรกรมีหลายพันธุ์ และไม่ได้ครบถ้วนในแต่ละแปลงของการบำรุงดินโดยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

1. แปลงที่ได้รับการบำรุงโดยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) มีการปลูกข้าวไร่ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์แพทอ-รอปี้ และ พันธุ์ปุ้งะ

2. แปลงที่ได้รับการบำรุงโดยปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) มีการปลูกข้าวไร่ 2 พันธุ์ คือ พันธุ์แพทอ-รอปี้ และ พันธุ์ปุ้งะ

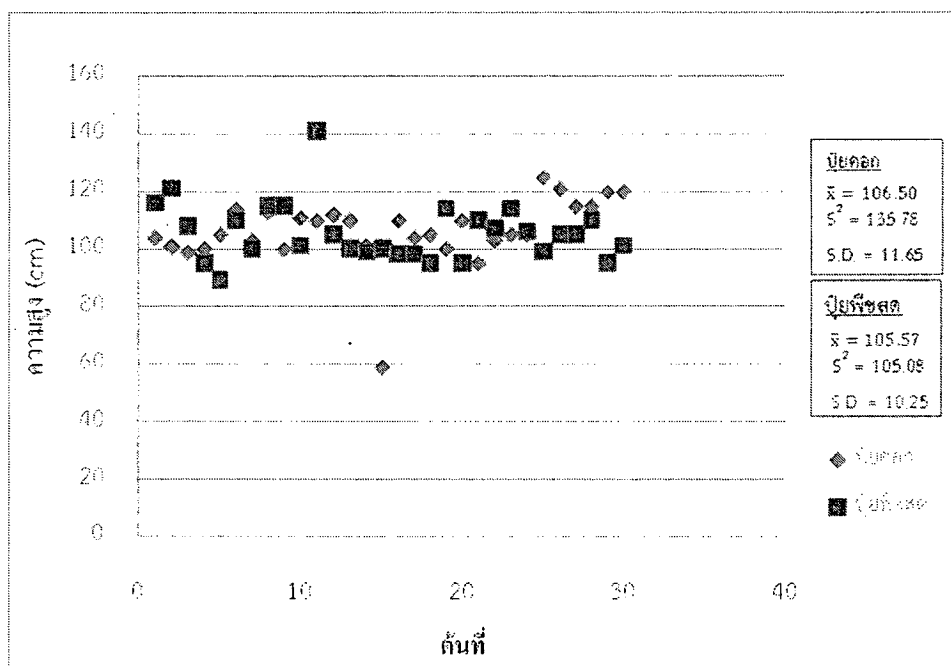
3. แปลงควบคุม (ไม่ได้รับการเติมปุ๋ยทั้งสองชนิด) มีการปลูกข้าวไร่ 1 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์กู่ โดยพันธุ์แพทอ-รอปี้ เป็นพันธุ์ที่มีกาบหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลแดงต่างจากพันธุ์แพทอที่มีเปลือกสีเหลืองนวล ลักษณะที่ศึกษาสำหรับข้าวไร่ ได้แก่ ความสูง (วัดจากคอรวงหรือฐานใบธง) การแตกกอ (จำนวนต้นตอก) จำนวนรวงตอก ความยาวรวง การหักล้ม

การบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) พบว่าในข้าวมีความสูงมากกว่าการบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) (ภาพที่ 32) เนื่องจากปุ๋ยคอก (วัวหลุม) สามารถให้ธาตุอาหารและทำให้ต้นข้าวนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีและปลดปล่อยไนโตรเจนได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ หลังจากใส่ในดิน 1 ปีแรก



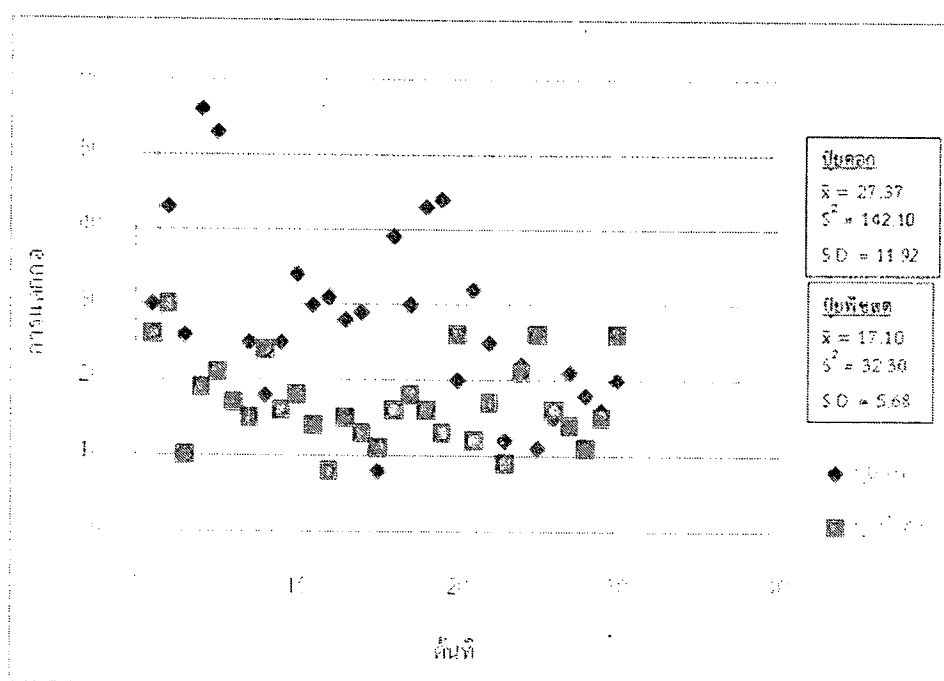
ภาพที่ 32 เปรียบเทียบความสูงของต้นข้าว (พันธุ์แพทอ-รอปี้) ที่ใช้ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ในการบำรุงดิน

ความสูงของข้าวพันธุ์ปุ้งะที่บำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) มีค่าใกล้เคียงกัน และมีการกระจายของข้อมูลไม่มาก (ภาพที่ 33) แสดงว่าความสูงของข้าวพันธุ์ปุ้งะที่บำรุงดินทั้ง 2 วิธีตอบสนองต่อปุ๋ยไม่แตกต่างกัน หรือมีการตอบสนองต่อปุ๋ยน้อย ทั้งนี้อาจเพราะพันธุ์กรรมที่ควบคุมการแสดงออกในลักษณะความสูงเป็นลักษณะเชิงปริมาณซึ่งไม่สามารถที่จะแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน หรือเนื่องมาจากลักษณะความสูงมีความแปรปรวนที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อมน้อย (สมทรง, 2547)

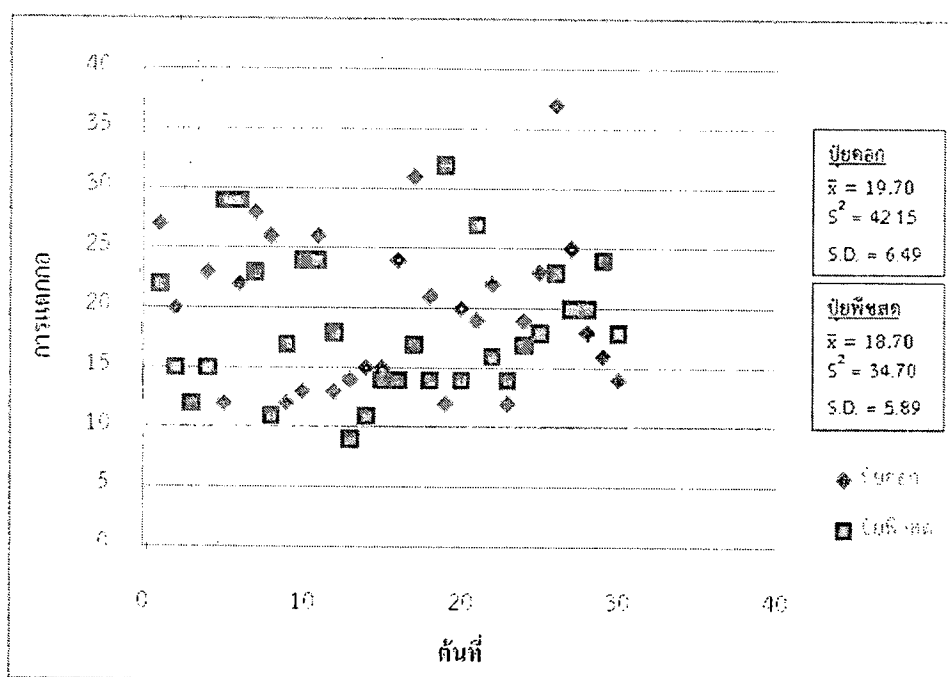


ภาพที่ 33 เปรียบเทียบความสูงของต้นข้าว (พันธุ์ปุ้งะ) ที่ใช้ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ในการบำรุงดิน

ค่าเฉลี่ยในการแตกกอของต้นข้าวไม่ค่อยแตกต่างกันมากนักระหว่างการบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) กับ ปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) พันธุ์ปุ้งะ (ภาพที่ 35) แต่กลับมีการกระจายตัวของข้อมูลสูง (สูงกว่าลักษณะความสูงของพันธุ์ปุ้งะในภาพที่ 33) โดยในแต่ละกลุ่มที่ได้รับการปลูกในดินที่ได้รับการบำรุงดินต่างวิธีก็นักยังมีการแสดงออกของข้อมูลที่ต่างกันและมีการกระจายตัวค่อนข้างสูงจึงมีความเป็นไปได้ที่ลักษณะดังกล่าวนี้อาจสามารถบ่งชี้ความแตกต่างของพันธุ์กรรมได้ นั่นหมายถึง ความหลากหลายที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากการมีพันธุ์ปนอยู่มาก นอกจากนี้ ลักษณะการแตกกอเป็นองค์ประกอบของผลผลิตที่มีความซับซ้อนหรือขึ้นกับหลายยีน (เกรียงศักดิ์, 2551) แต่เป็นลักษณะสำคัญจึงอาจใช้เป็นลักษณะหนึ่งในการคัดเลือกพันธุ์กรรมที่ต้องการได้

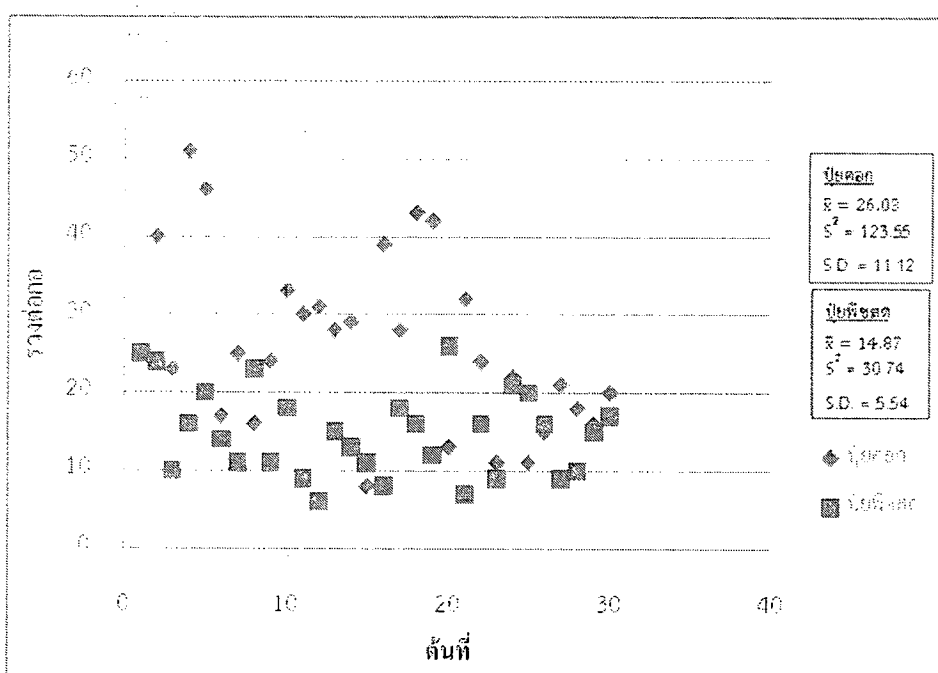


ภาพที่ 34 เปรียบเทียบการแตกออกของดินข้าว (พันธุ์แพทอ-รอป) ที่ใช้ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ในการบำรุงดิน



ภาพที่ 35 เปรียบเทียบการแตกออกของดินข้าว (พันธุ์ปุ้งะ) ที่ใช้ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ในการบำรุงดิน

การบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) ทำให้ข้าวเกิดการตอบสนองต่อปุ๋ยโดยการมีค่าเฉลี่ยจำนวนรวงต่อกอสูงกว่าการบำรุงดินด้วยพืชสด (ถั่วเขียว) (ภาพที่ 36) เช่นเดียวกับการศึกษาในลักษณะความสูงพันธุ์แพท-อโรบี (ภาพที่ 32) แต่ลักษณะรวงต่อกอมีการกระจายตัวของข้อมูลมากกว่าความสูง และ สอดคล้องกับการแสดงของลักษณะการแตกกอ (ภาพที่ 34) ซึ่งทั้งสองลักษณะอาจมีความเกี่ยวข้องกัน โดยข้าวที่ปลูกในแปลงที่ได้รับการบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอกมีการกระจายสูงกว่า จึงอาจเป็นลักษณะคัดเลือกพันธุ์กรรมที่ตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดีกว่าลักษณะความสูง เช่นเดียวกับลักษณะการแตกกอ หากตั้งสมมุติฐานว่ามีความหลากหลายทางพันธุกรรมเกิดขึ้น

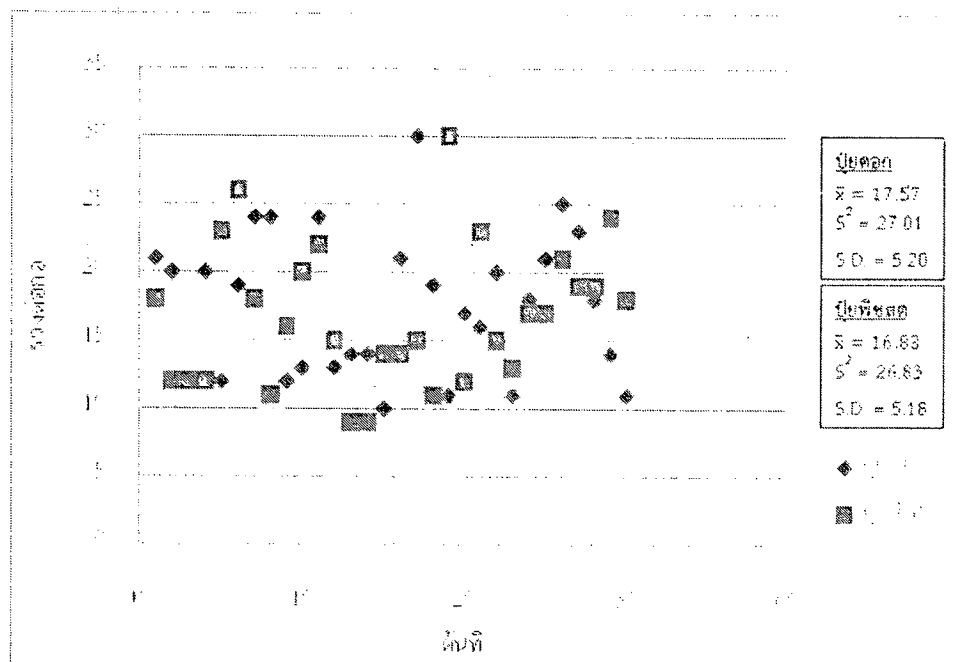


ภาพที่ 36 เปรียบเทียบรวงต่อกอของต้นข้าว (พันธุ์แพท-อโรบี) ที่ใช้ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ในการบำรุงดิน

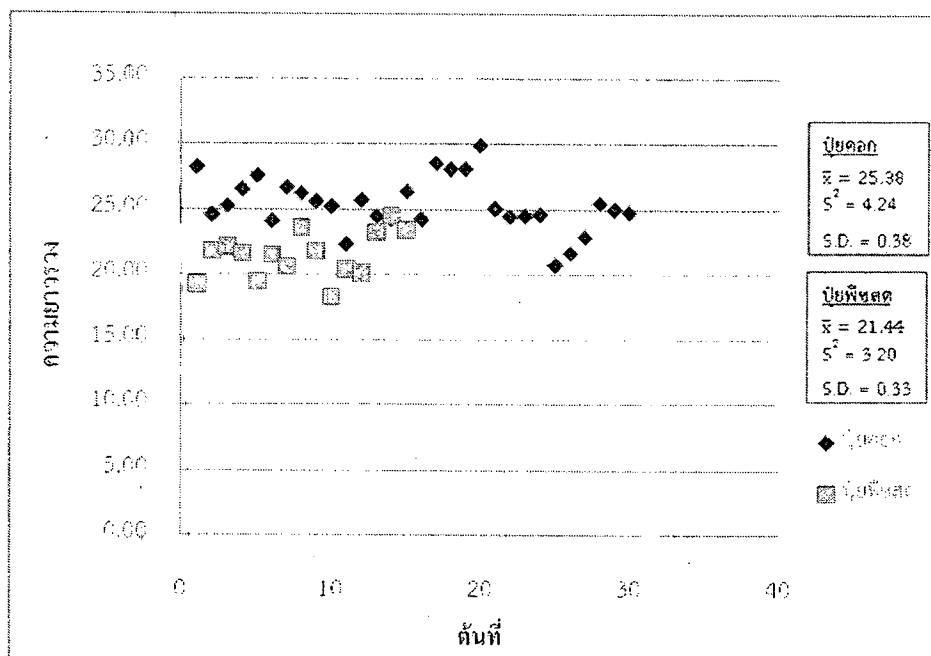
การกระจายตัวของลักษณะรวงต่อกอในพันธุ์ปุ๋ยจะที่ได้รับการบำรุงดินใน 2 รูปแบบสูง (ภาพที่ 37) และสูงกว่าการกระจายในลักษณะความสูงในพันธุ์กรรมเดียวกันนี้ (ภาพที่ 33) ขณะที่ค่าเฉลี่ยไม่ต่างกันมากนัก ดังนั้นกรณีของการกำลังกระจายพันธุ์ลักษณะรวงต่อกออาจเหมาะสมในการลักษณะคัดเลือกพันธุ์กรรมที่ต้องการกรณีสามารถตอบสนองต่อการจัดการแปลงเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ได้

การบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) พบว่าข้าวพันธุ์แพท-อโรบี มีความยาวรวงต่อกอมากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) (ภาพที่ 38) เนื่องจากปุ๋ยคอก (วัวหลุม) นอกจากนี้ยังพบว่าความยาวรวงมีการกระจายตัวของข้อมูลจากการบำรุงดินทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันและมีการกระจายตัวน้อยกว่าลักษณะการแตกกอ (ภาพที่ 34) และลักษณะรวงต่อกอ (ภาพที่ 36) ในข้าวพันธุ์แพท-อโรบี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพันธุ์กรรมที่ควบคุมการแสดงออกในลักษณะความสูงเป็นลักษณะเชิงปริมาณซึ่งไม่สามารถที่จะแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน หรือ

เนื่องจากลักษณะความสูงมีความแปรปรวนที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อมน้อยจึงเป็นลักษณะที่ไม่เหมาะกับการคัดเลือกพันธุ์ปน เพราะโอกาสประสบผลสำเร็จเป็นไปได้น้อย (สมทรง, 2547)

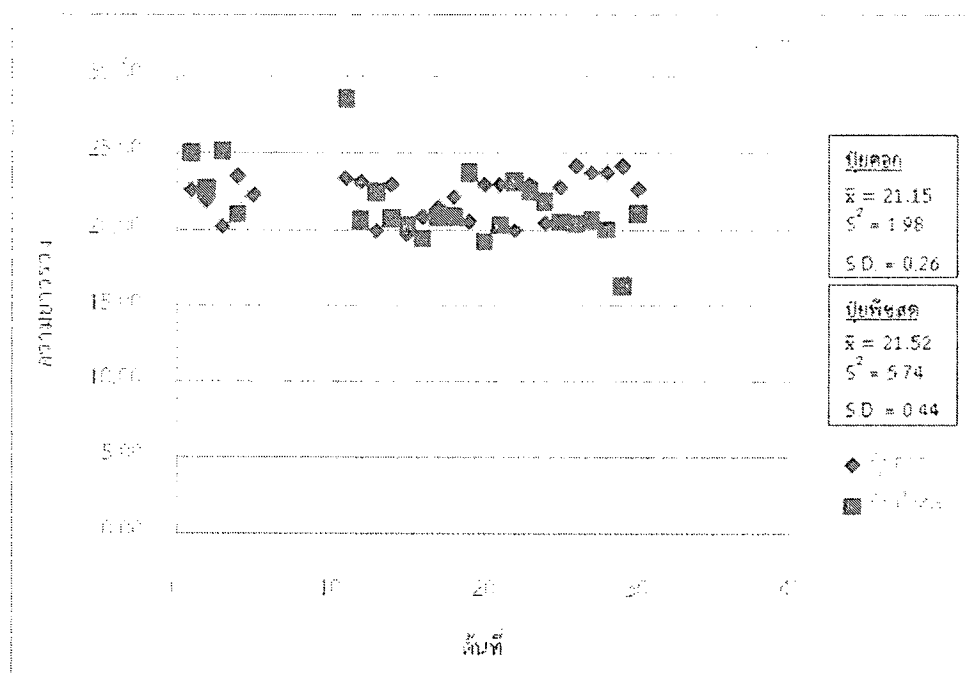


ภาพที่ 37 เปรียบเทียบรวงตอกของต้นข้าว (พันธุ์ปุ๋เระ) ที่ใช้ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ในการบำรุงดิน



ภาพที่ 38 เปรียบเทียบความยาวรวงตอกของต้นข้าว (พันธุ์แพท้อ-รอป) ที่ใช้ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ในการบำรุงดิน

ความยาวของข้าวพันธุ์ปุเะที่บำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) มีค่าใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 39) แสดงว่าความยาวรวงของข้าวพันธุ์ปุเะที่บำรุงดินทั้ง 2 วิธี ตอบสนองต่อปุ๋ยไม่แตกต่างกัน หรือมีการตอบสนองต่อปุ๋ยน้อยเช่นเดียวกับลักษณะความสูงของข้าวพันธุ์ปุเะ (ภาพที่ 33) ทั้งนี้อาจเพราะพันธุ์กรรมที่ควบคุมการแสดงออกในลักษณะความยาวรวงเป็นลักษณะเชิงปริมาณซึ่งไม่สามารถที่จะแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน หรือ เนื่องจากลักษณะความสูงมีความแปรปรวนที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อมน้อย (สมทรง, 2547) นอกจากนี้จะพบว่า การบำรุงดินทั้ง 2 วิธี มีการกระจายตัวน้อยกว่าลักษณะการแตกกอ (ภาพที่ 35) และลักษณะรวงตอกอ (ภาพที่ 37) ในข้าวพันธุ์ปุเะ จึงเป็นลักษณะที่ไม่เหมาะกับการคัดเลือกพันธุ์ปน เพราะโอกาสประสบผลสำเร็จเป็นไปได้น้อย



ภาพที่ 39 เปรียบเทียบความยาวรวงตอกอของต้นข้าว (พันธุ์ปุเะ) ที่ใช้ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ในการบำรุงดิน

ข้าวสายพันธุ์แพทอ-รอปี มีการหักล้มสูง ในขณะที่พันธุ์ปุเะ และพันธุ์กู่ไม่มีการหักล้ม (ตารางที่ 43) การหักล้มอาจมีสาเหตุมาจากลักษณะของลำต้นที่มีข้อปล้องจำนวนมาก (คล้ายหญ้า) ทิศทางลม ความแรงของลม หรือ การเป็นโรคทั้งนี้ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด แต่จากการสังเกตพบข้อปล้องจำนวนมากที่ลำต้นทำให้คาดการณ์ว่าประชากรที่ทำการศึกษามีพันธุ์ปนเกิดขึ้น

ตารางที่ 43 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การหักล้างของต้นข้าวในแต่ละสายพันธุ์ที่ทำการบำรุงดินด้วยวิธีการต่างๆ

พันธุ์ข้าว	วิธีการบำรุงดิน	เปอร์เซ็นต์การหักล้าง (%)
แพท้อ-รอบี	ปุ๋ยคอก (วัวหลุม)	50-60
	ปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว)	90-100
ปู่ะ	ปุ๋ยคอก (วัวหลุม)	ไม่หักล้าง
	ปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว)	ไม่หักล้าง
กิพู	ไม่บำรุงดิน	ไม่หักล้าง

วิจารณ์ผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 การรวบรวมเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่

ในปีแรกการลงพื้นที่ต้องอาศัยเวลาในการเข้าไปทำความรู้จักกับตัวแทนเกษตรกรเนื่องจากไม่สามารถสื่อสารกับเกษตรกรชาวปกากะญอได้โดยตรงเพราะปัญหาเนื่องจากภาษา ทำให้การรวบรวมเมล็ดพันธุ์จากเกษตรกรจำกัดในบางกลุ่มไม่ใช่ทั้งหมดของเกษตรกรในพื้นที่ห้วยสัตว์ใหญ่ แต่สามารถนำเมล็ดพันธุ์เหล่านั้นในบางส่วนของบางพันธุ์กรรมมาศึกษาทดลองของได้เปรียบ-เสียเปรียบต่อปัจจัยต่างๆ ได้ในห้องปฏิบัติการ

อย่างไรก็ตามการลงพื้นที่หาเกษตรกรกลุ่มอื่นๆ จะทำให้สามารถรวบรวมพันธุ์กรรมได้หลากหลายขึ้น ซึ่งอาจต้องอาศัยระยะเวลาและการลงพื้นที่อย่างต่อเนื่องในปีต่อไป

การทดลองที่ 1.1 การตอบสนองของข้าวไร่พันธุ์ต่าง ๆ ต่อสภาพการปลูกในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในระดับที่แตกต่างกัน

การศึกษาการตอบสนองของข้าวไร่ต่อสภาวะการปลูกในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในระดับ 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ในข้าวไร่ 3 พันธุ์ ได้แก่ บ่อแผ่ชู รอบี และนาสาร ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นเวลา 1 เดือน พบที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส 10 ppm ทุกพันธุ์มีจำนวนรากฝอยต่อต้นสูงสุดซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นที่มีการแนะนำให้ใช้ในข้าว (Yoshida *et al.*, 1976) การขาดธาตุฟอสฟอรัสมีผลต่อทุกลักษณะรวมทั้งลักษณะของราก เช่น การสร้างราก เนื่องจากฟอสฟอรัสทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบในเมแทบอลิซึมของการสร้างพลังงานในการเจริญเติบโตของพืชรวมทั้งในการส่งสัญญาณและการทำงานของเอนไซม์ (Poirier and Bucher, 2002) ดังนั้นมีความสำคัญช่วยในการพัฒนาของรากข้าว (กรมการข้าว, 2550) การที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส 0-7.5 ppm ซึ่งจำนวนลดลง แต่ไม่ต่างกันนั้นแสดงว่าระดับความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสมส่งผลกระทบอันเนื่องมาจากการขาดฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่นเดียวกัน โดยข้าวไร่ทั้งสามพันธุ์มีค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยต่อต้นแตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าพันธุ์กรรมที่ต่างกันมีผลต่อการแสดงออกของจำนวนรากฝอยแตกต่างกัน โดยพันธุ์บ่อแผ่ชูมีรากฝอยสูง

ที่สุด การตอบสนองต่อระดับของฟอสฟอรัสระดับต่างๆ จะต่างกันในช่วงที่ต่างพันธุ์กรรมอาจกล่าวได้ว่าในระดับการขาดแคลนฟอสฟอรัสระดับ 0 ppm นั้น ข้าวไร่ทุกพันธุ์ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยน้อยไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อมีการเพิ่มฟอสฟอรัสที่สามารถใช้ประโยชน์ได้เพิ่มมากขึ้น พันธุ์บ่อแม่ชุมมีการตอบสนองได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ ตั้งแต่ระดับ 2.5 ppm เป็นต้นไป โดยมีจำนวนรากฝอยเพิ่มสูงขึ้น กรณีสถานการณ์ของข้าวไร่ทั้ง 3 พันธุ์ ไม่พบค่านัยสำคัญทางสถิติของสมการเส้นตรง แสดงว่าการตอบสนองของลักษณะรากฝอยไม่สามารถประเมินจากการใช้ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นในรูปแบบสมการเส้นตรง

การศึกษาคะแนนขนรากต่อต้น เป็นลักษณะที่สำคัญในการบ่งชี้การตอบสนองของธาตุฟอสฟอรัส เนื่องจากขนรากเป็นเซลล์ของเนื้อเยื่อที่ยืดออกมาเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารที่พืชต้องการ (Ma *et al.*, 2001) โดยจากการทดลองครั้งนี้เมื่อระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส ลดลง ข้าวไร่มีการสร้างขนรากเพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจาก เมื่อระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสลดลงจนถึงระดับที่ขาดแคลนมีผลทำให้ข้าวมีฟอสฟอรัสไม่เพียงพอต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆ ข้าวจึงมีการเปลี่ยนบริเวณรากฝอยที่ไม่มีขนราก (atrachoblast) ให้มีการสร้างจำนวนขนราก (trichoblast) เพิ่มขึ้นรวมทั้งมีผลต่อการเพิ่มการแบ่งตัวของรากด้านข้าง (lateral root) ซึ่งเป็นผลในการเพิ่มความหนาแน่นของรากเพิ่มมากขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดนี้เพื่อเพิ่มความสามารถของระบบรากในการหาฟอสฟอรัสเพื่อการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่มีความเครียดเนื่องจากการมีฟอสฟอรัสที่ลดต่ำลง (Ma *et al.*, 2001; Schikora and Schmidt, 2001; Poirier and Bucher, 2002) การพบสมการเส้นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนขนราก กรณีสถานการณ์ของข้าวไร่พันธุ์บ่อแม่ชุมและรอบปีไม่พบค่านัยสำคัญทางสถิติของสมการเส้นตรง แสดงว่าการตอบสนองของลักษณะขนรากไม่สามารถประเมินจากการใช้ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นในรูปแบบสมการเส้นตรง ส่วนพันธุ์นาสารจากการลดระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสมีค่าคะแนนขนรากเพิ่มขึ้นในรูปแบบสมการเส้นตรง

การศึกษาน้ำหนักแห้งส่วนรากสอดคล้องกับจำนวนรากฝอยที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส 10 ppm เป็นระดับที่พบค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งรากสูงที่สุด และมีการพบความแตกต่างของลักษณะดังกล่าวนี้เนื่องจากปัจจัยของพันธุ์ โดยพันธุ์บ่อแม่ชุมซึ่งมีค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยสูงสุดกลับพบว่ามีความเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งต่ำสุดในทุกๆระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส แสดงให้เห็นว่าพันธุ์บ่อแม่ชุมมีรากขนาดเล็ก สำหรับพันธุ์รอบปีและนาสารที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่เท่ากันจะมีค่าไม่แตกต่างกันแต่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงขึ้น การเพิ่มน้ำหนักแห้งโดยไม่เพิ่มจำนวนรากเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการตอบสนองของพืช อย่างไรก็ตามน้ำหนักแห้งเป็นลักษณะที่บ่งชี้การเจริญเติบโตของพืช (Wood and Roper, 2000)

สำหรับการศึกษาการตอบสนองของข้าวไร่ต่อระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส นั้นไม่สามารถเก็บข้อมูลส่วนลำต้นและใบในระยะ 1 เดือนหลังปลูกได้ เนื่องจากไม่พบการแตกใบของข้าวไร่ การที่การแตกกอของข้าวไร่ช้า เป็นเพราะการแตกใบจำเป็นต้องได้รับธาตุอาหารที่ครบถ้วน ซึ่งฟอสฟอรัสมีความจำเป็นต่อการสร้างใบเนื่องจาก ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในเมตาบอลิซึมของการสร้างพลังงาน ช่วยในการแตกกอและขยายขนาดของใบ (กรมการข้าว, 2550) โดยจะทำให้มีการเจริญเติบโตพื้นที่ความสูงของต้นใบขึ้นเรื่อยๆ แสดงให้เห็นว่าการขาดฟอสฟอรัสเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการให้ผลผลิตในอนาคต เพราะการสร้างใบและการแตก

ถือเป็นลักษณะสำคัญที่สามารถคาดการณ์ผลกระทบที่จะมีต่อผลผลิตได้ ซึ่งต้นที่มีการแตกกอสูงมีโอกาที่จะให้จำนวนรวงต่อต้นสูงเช่นกัน (กรมการข้าว, 2550)

การทดลองที่ 1.2 การตอบสนองของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ต่อสภาพการปลูกในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้นของ Polyethylene glycol ในระดับที่ต่างกัน

การทดสอบการตอบสนองของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ต่อระดับ PEG6000 ที่ต่างๆ กันต่อลักษณะน้ำหนักราก ลำต้นและใบ และน้ำหนักราก พบว่ายิ่งเพิ่มความเข้มข้น PEG6000 มากขึ้นจะทำให้รากและน้ำหนักรากของส่วนลำต้นและใบ และน้ำหนักรากและน้ำหนักรากส่วนรากลดลง ขณะที่ระดับความเข้มข้น PEG6000 ที่ 0, 5, 10 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าเฉลี่ยของทุกลักษณะที่ศึกษาไม่ต่างกันนัก แสดงให้เห็นว่าจนถึงระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ของ PEG6000 ไม่ส่งผลกระทบต่อข้าวไร้มากนัก แต่ที่ระดับความเข้มข้น PEG6000 ที่ 15 เปอร์เซ็นต์เป็นต้นไปจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทำให้การเจริญเติบโตลดลง การเพิ่ม PEG6000 เป็นการจำลองสภาพการขาดน้ำของพืชเนื่องจาก PEG6000 เป็นสารโพลิเมอร์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ โดยจะไปลด osmotic potential ในสารละลายที่อยู่ล้อมรอบเซลล์ ทำให้เซลล์อยู่ในสภาวะขาดน้ำที่ระดับต่างๆ ในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยที่ระดับความเข้มข้นของ PEG6000 มากขึ้นเท่าใดการขาดน้ำของพืชจะมากขึ้นจนไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (ประภา, 2538; Eugenio *et al.*, 1996; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) ทุกลักษณะ (น้ำหนักรากส่วนลำต้นและใบ น้ำหนักรากส่วนราก น้ำหนักรากส่วนลำต้นและใบ และน้ำหนักรากส่วนราก) พบปฏิกริยาร่วม (interaction) แสดงให้เห็นถึงการตอบสนองของข้าวไร้พันธุ์ต่างๆ ต่อระดับความเข้มข้น PEG6000 ที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์รอบปีจะแสดงลักษณะไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม (ความเข้มข้น PEG6000 ที่ 0 เปอร์เซ็นต์) จนถึงความเข้มข้น PEG6000 10 เปอร์เซ็นต์ แต่หากความเข้มข้น PEG6000 มีค่าสูงกว่านี้จะส่งผลให้ลักษณะต่างๆ มีค่าลดลงตามลำดับ ขณะที่พันธุ์นาสารมีการแสดงลักษณะต่างๆ ต่ำกว่าพันธุ์รอบปีตั้งแต่เริ่มแรก แต่พันธุ์ดังกล่าวนี้จะทนต่อการเติม PEG6000 ได้ถึงที่ระดับความเข้มข้นที่ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มความเข้มข้น PEG6000 สูงกว่านี้จะส่งผลให้ลักษณะต่างๆ ลดต่ำลงเมื่อเทียบกับพันธุ์นาสาร แต่อย่างไรก็ตามตั้งแต่ระดับความเข้มข้น PEG6000 ที่ 0 - 20 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์นาสารให้ค่าเฉลี่ยต่างๆ ต่ำกว่าพันธุ์รอบปีจนถึงระดับความเข้มข้นที่ 25 เปอร์เซ็นต์ที่ทั้งสองพันธุ์ให้ค่าเฉลี่ยลดลงจนไม่แตกต่างกัน

การศึกษาค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักรากส่วนลำต้นและใบต่อน้ำหนักรากส่วนรากของพันธุ์ข้าวไร้ทั้งสองชนิด ได้แก่ รอบปี และนาสารนั้น เนื่องจากน้ำมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการเป็นส่วนประกอบของเซลล์ เป็นตัวกลางในปฏิกริยาต่างๆ ภายในเซลล์ รวมไปถึงกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ช่วยในการลำเลียงสารและช่วยให้เซลล์คงรูปอยู่ได้ ซึ่งทั้งหมดนี้จะส่งผลถึงการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตและการดำเนินชีวิตของพืช ดังนั้นเมื่อได้ก็ตามที่พืชขาดน้ำก็จะมีผลต่อกระบวนการต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นและจะทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลงด้วย (เฉลิมพล, 2535) การศึกษาค่าสัดส่วนน้ำหนักรากส่วนลำต้นและใบต่อน้ำหนักรากส่วนราก อาจทำให้มองเห็นภาพผลกระทบที่มีต่อลำต้นและใบหรือส่วนของราก อันเนื่องมาจากการขาดน้ำของพืช โดยผลการศึกษาพบว่าทั้งพันธุ์นาสารและพันธุ์รอบปีมีค่าสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ PEG6000 ขึ้น แสดงให้เห็นว่าการขาดน้ำจะส่งผลกระทบต่อรากพืชเป็นลำดับต้นๆ พันธุ์นาสารมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสัดส่วนอัน

เป็นผลมาจากการเพิ่มความเข้มข้นของ PEG6000 จาก 0 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงที่พบในพันธุ์รอปี้แสดงให้เห็นว่า พันธุ์รอปี้แม้จะมีน้ำหนักแห้งที่ส่วนลำต้นและใบต่อรากสูงกว่าพันธุ์นาสารแต่ได้รับผลกระทบจากการขาดน้ำชัดเจนกว่า

สำหรับการศึกษาสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักลำต้นและใบ แสดงให้เห็นว่าการปรับตัวของพืช เมื่อการขาดน้ำและอาหารซึ่งจะส่งผลกระทบต่อรากเป็นลำดับแรก พบว่าพันธุ์รอปี้มีค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นสูงกว่าพันธุ์นาสารระหว่างการปลูกที่ได้รับเพิ่มความเข้มข้นของ PEG6000 ระหว่าง 0 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่พันธุ์นาสารจะมีค่าสูงสุดที่ 0 เปอร์เซ็นต์ PEG6000 จากนั้นจะมีค่าลดต่ำลงเมื่อความเข้มข้นของ PEG6000 เพิ่มขึ้น การที่พืชสามารถรักษาสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบได้ อาจเกิดการปรับตัวต่อการขาดน้ำของพืช โดยการขาดธาตุฟอสฟอรัสทำให้มีการกระจายของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนลงมายู่บริเวณรากมากขึ้นเพื่อให้รากยังสามารถทำงานเพื่อหาน้ำและอาหารมาใช้ในการเจริญเติบโตต่อไปได้ (ยงยุทธ, 2546) การเพิ่มน้ำหนักแห้งส่วนรากแสดงให้เห็นถึงความสามารถใช้ประโยชน์ได้ของธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเพราะพืชจะมีการเจริญเติบโตของรากเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับฟอสฟอรัสซึ่งช่วยในการเจริญเติบโตและการพัฒนาของราก (กรมการข้าว, 2550) ขณะที่พันธุ์รอปี้มีค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนรากต่อน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นและใบสูงกว่าพันธุ์นาสารและสามารถรักษาค่าดังกล่าวได้ถึงระดับการใช้เปอร์เซ็นต์ PEG6000 ที่สูงกว่าพันธุ์นาสาร แสดงให้เห็นความสามารถในการใช้รากหาอาหารในพันธุ์รอปี้มีค่ามากกว่าพันธุ์นาสาร

อย่างไรก็ตามการสร้างลำต้นและใบ ไม่ได้หมายถึงการให้ผลผลิตที่สูงที่สุด ดังนั้นการศึกษาที่ควรทำควบคู่กันคือการศึกษาในระดับแปลง ที่ทำให้ทราบดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvesting Index) หรือสัดส่วนของผลผลิตต่อน้ำหนักที่สร้างขึ้นทั้งหมดของพืชเพื่อประเมินศักยภาพของพันธุ์ในการตอบสนองต่อปัจจัยต่างๆ ต่อการสร้างผลผลิตพืช

การทดลองที่ 1.3 ผลของความเข้มข้นฟอสฟอรัสต่อบางลักษณะของข้าวไร่จากสองพื้นที่ปลูก

การศึกษากการตอบสนองของข้าวไร่ต่อสภาวะการปลูกในอาหารเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในระดับ 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ppm ในข้าวไร่ทำพันธุ์ได้แก่ กิพู รอปี้ อังเจิงใหญ่ เรา้สุหยาและนิกอ เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส 7.5 ppm ทุกพันธุ์มีจำนวนรากฝอยสูงซึ่งเป็นระดับที่ฟอสฟอรัสต่ำกว่าที่แนะนำโดย Yoshida *et al.* (1976) ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตเต็มที่เมื่อได้รับฟอสฟอรัสในระดับนี้ อย่างไรก็ตามการที่ข้าวมีจำนวนรากฝอยสูงสุดในข้าว 3 พันธุ์ ได้แก่ กิพู อังเจิงใหญ่ และเรา้สุหยาที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส 7.5 ppm อาจเป็นเพราะว่าระยะเวลาในการศึกษาน้อยซึ่งระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสมาตรฐานที่ Yoshida *et al.* (1976) แนะนำให้ใช้คือ 10.0 ppm ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่าช่วงเวลาการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวที่จะดูดธาตุฟอสฟอรัสได้เต็มที่อยู่ที่ 51-75 วัน (สมพร, 2551) โดยฟอสฟอรัสทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบในเมตาบอลิซึมของการสร้างพลังงานในการเจริญเติบโตของพืชรวมทั้งในการส่งสัญญาณและการทำงานของเอนไซม์ (Poirier and Bucher, 2002) ดังนั้นจึงเร่งการเจริญเติบโตของราก ทำให้รากขยายยึด ส่งเสริมการเจริญของรากฝอยและรากแขนง (Salisbury and Ross,

1991) โดยข้าวไร่ทั้งห้าพันธุ์มีค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยต่อต้นแตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าพันธุ์กรรมที่ต่างกันมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะดังกล่าวแตกต่างกัน โดยพันธุ์ กิพุมีรากฝอยสูงในทุกความเข้มข้น ขณะที่พันธุ์นิกอมมีจำนวนรากฝอยน้อยในเกือบทุกความเข้มข้นเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น การตอบสนองต่อระดับของฟอสฟอรัสระดับต่างๆ จะต่างกันในช่วงที่ต่างพันธุ์กรรม อาจกล่าวได้ว่าที่ระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่มีความเข้มข้นน้อยที่ระดับ 2.5 ppm นั้น ข้าวไร่ทุกพันธุ์ (ยกเว้นพันธุ์นิกอม) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนรากฝอยน้อย แต่เมื่อมีการเพิ่มฟอสฟอรัสที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ทุกพันธุ์มีการตอบสนองโดยมีจำนวนรากฝอยเพิ่มขึ้น ขณะที่พันธุ์นิกอมมีการตอบสนองต่อฟอสฟอรัสน้อยที่สุด สำหรับระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส 2.5-7.5 ppm กรณีค่าแนวโน้มของข้าวไร่ทั้งห้าพันธุ์ ไม่พบค่านัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการตอบสนองของลักษณะรากฝอยไม่สามารถประเมินจากการใช้ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นในรูปแบบสมการเส้นตรง สมการโค้งกำลังสอง หรือสมการโค้งกำลังสาม

การศึกษาความยาวรากฝอยต่อต้น เป็นลักษณะอย่างหนึ่งที่บ่งชี้การตอบสนองของธาตุฟอสฟอรัส เนื่องจากฟอสฟอรัสจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากแขนงและรากฝอย (กรมการข้าว, 2550) ช่วยในการดูดซึมสารอาหารและน้ำจากดิน (Hofer, 1996) ซึ่งการทดลองครั้งนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทุกระดับไม่มีผลต่อความยาวของรากฝอย ในความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นมีค่าความยาวรากมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นพันธุ์กิพูและรอบปี ส่วนแนวโน้มของข้าวไร่ทั้งห้าพันธุ์ ไม่พบค่านัยสำคัญทางสถิติของสมการเส้นตรง แสดงว่าการตอบสนองของลักษณะรากฝอยไม่สามารถประเมินจากการใช้ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นในรูปแบบสมการเส้นตรง โค้งกำลังสอง และโค้งกำลังสามได้

การศึกษาคะแนนขนราก เป็นลักษณะที่สำคัญในการบ่งชี้การตอบสนองของธาตุฟอสฟอรัส เนื่องจากขนรากเป็นเซลล์ของเนื้อเยื่อที่ยึดออกมาเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารที่พืชต้องการ (Ma *et al.*, 2001) การขาดฟอสฟอรัสทำให้ขนรากเพิ่มขึ้น (Foehse and Jungk, 1983) ยิ่งขนรากเยอะและยาวความสามารถในการดูดฟอสฟอรัสก็จะมากขึ้นด้วย (Bhat and Nye, 1974; Anghinoni and Barber, 1980; Foehse and Jungk, 1983; Misra *et al.*, 1988; Nielsen *et al.*, 1994) โดยการทดลองครั้งนี้เมื่อระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัสลดลงข้าวไร่มีการสร้างขนรากเพิ่มขึ้น (ยกเว้นอ้งเจิงใหญ่และเร้าสุหยา) การเปลี่ยนแปลงของขนรากและการเจริญเติบโตของขนรากแสดงให้เห็นถึงการเติบโตผิดปกติของข้าว (Wen and Schnable, 1994) เมื่อข้าวได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพอจะส่งผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆ ข้าวมีการเปลี่ยนบริเวณรากฝอยที่ไม่มีขนรากให้มีการสร้างจำนวนขนรากเพิ่มมากขึ้น (Schikor and Schmidt, 2001) ส่วนแนวโน้มของข้าวไร่ทั้งห้าพันธุ์ ไม่พบค่านัยสำคัญทางสถิติของสมการเส้นตรง แสดงว่าการตอบสนองของลักษณะรากฝอยไม่สามารถประเมินจากการใช้ฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นในรูปแบบสมการเส้นตรง สมการโค้งกำลังสอง หรือโค้งกำลังสามได้

การศึกษาน้ำหนักสทส่วนต้นและใบ พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อน้ำหนักสทส่วนต้นและใบของข้าวไร่ทั้งห้าพันธุ์ แต่ปัจจัยทางพันธุ์มีผลต่อน้ำหนักสทส่วนต้นและใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์รอบปีมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสทส่วนต้นและใบสูงสุดซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนัก

แห้งส่วนต้นและใบที่พบว่ามีความเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน ซึ่งน้ำหนักแห้งเป็นลักษณะที่บ่งชี้การเจริญเติบโตของพืช (Wood and Roper, 2000) แสดงให้เห็นว่าพันธุ์รอบปีเป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบสูง

การศึกษาน้ำหนักสดส่วนราก พบว่าความแตกต่างของลักษณะเนื่องจากปัจจัยทางพันธุ์ ซึ่งพบว่าพันธุ์รอบปีให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนรากสูงสุด (0.16 และ 0.14 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ) ในทางตรงกันข้ามพบค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนรากของพันธุ์นิกอ (0.07 มิลลิกรัมต่อต้น) มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากสูงสุด (0.015 มิลลิกรัมต่อต้น) การมีน้ำหนักแห้งส่วนรากสูงแสดงถึงการมีความสามารถในการดูดซึมสารอาหารในระบบรากมากที่สุด (Fageria and Ghobadi, 2009) ซึ่งไม่แตกต่างกันในข้าวไร่สีพันธุ์ (ยกเว้นพันธุ์อิงเจิงใหญ่) โดยพบว่าพันธุ์อิงเจิงใหญ่ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งส่วนรากน้อยที่สุด (0.003 มิลลิกรัมต่อต้น) ซึ่งแตกต่างจากอีกสี่พันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยสอดคล้องกับน้ำหนักสดส่วนรากที่พบว่าพันธุ์อิงเจิงใหญ่ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดส่วนรากน้อยสุด (0.04 มิลลิกรัมต่อต้น) โดยจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าพันธุ์อิงเจิงใหญ่มีรากขนาดเล็กซึ่งอาจไม่ส่งเสริมการดูดอาหารของพืชเนื่องจากพบว่ารากที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนมากจะมีความสามารถในการดูดสารอาหารได้มาก (Ingram *et al.*, 1994)

การศึกษาค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของพันธุ์ข้าวไร่ทั้งห้าชนิด ได้แก่ พันธุ์กิพู รอบปี อิงเจิงใหญ่ เราสุหยาและนิกอ พบว่าพันธุ์อิงเจิงใหญ่มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนแห้งส่วนต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากสูงสุด (10.81) ซึ่งแตกต่างจากอีกสี่พันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยพบว่าข้าวไร่อีกสี่พันธุ์ ได้แก่ รอบปี นิกอ กิพูและเราสุหยา ให้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนน้ำหนักแห้งส่วนต้นและใบต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากไม่แตกต่างกัน (2.64, 2.14, 1.98 และ 1.61 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นได้ว่าพันธุ์อิงเจิงใหญ่มีลักษณะอวบน้ำกว่าพันธุ์อื่น ซึ่งอาจแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการสะสมน้ำที่น้อยกว่าพันธุ์อื่น ทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตที่ต่ำแตกต่างจากพันธุ์อื่นที่ปลูกเปรียบเทียบกัน

สำหรับการศึกษาการตอบสนองของข้าวไร่ในลักษณะการแตกกอต่อระดับความเข้มข้นฟอสฟอรัส นั้นไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ภายใน 1 เดือนหลังปลูกได้ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแตกกอของข้าวไร่ซึ่งฟอสฟอรัสมีความจำเป็นต่อการสร้างใบ เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบในเมแทบอลิซึมของการสร้างพลังงาน ช่วยในการแตกกอและขยายขนาดของใบ (กรมการข้าว, 2550) ด้วยเช่นกัน จากผลการศึกษาพบว่า การขาดฟอสฟอรัสเป็นปัญหาสำคัญสำหรับการให้ผลผลิตในอนาคต เพราะการสร้างใบและการแตกกอเป็นลักษณะสำคัญที่สามารถคาดการณ์ผลกระทบที่จะมีต่อผลผลิตได้ ซึ่งต้นที่มีการแตกกอสูงมีโอกาที่จะให้จำนวนรวงต่อต้นสูงเช่นกัน (กรมการข้าว, 2550)

สำหรับข้าวไร่สีพันธุ์ (ยกเว้นอิงเจิงใหญ่ที่มีการสร้างส่วนต้นและใบและส่วนรากต่ำ) พบว่าการสร้างส่วนรากมีค่าสูงไม่ต่างกัน แต่การสร้างส่วนลำต้นและใบต่างกันโดยพบการสร้างส่วนต้นและใบน้อยในพันธุ์เราสุหยา สำหรับพันธุ์ที่มีน้ำหนักรากสูงนั้น พันธุ์ที่มีการสร้างรากฝอย คือพันธุ์กิพู และรอบปี ซึ่งเป็นข้าวจากพื้นที่ป่าละอูน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ขณะที่พันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งส่วนรากสูงโดยพบการมีความยาวรากหรือคะแนนรากปานกลาง-สูง ได้แก่พันธุ์กิพูและนิกอ (พันธุ์จากป่าละอูน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และพันธุ์จากจังหวัดเชียงใหม่ ตามลำดับ) ขณะที่พันธุ์เราสุหยาที่มีจำนวนรากฝอย ความยาวราก ขนรากไม่สูงเมื่อเทียบกับพันธุ์อื่น แต่กลับพบคะแนนรากฝอยสูง อาจสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพขององค์ประกอบส่วนรากในการ

ส่งเสริมการให้น้ำและอาหารที่สูง ส่งผลในการสร้างน้ำหนักแห้งส่วนรากไม่ต่างจากพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งส่วนรากสูงพันธุ์อื่นๆ

อย่างไรก็ตามการสร้างลำต้นและใบ ไม่ได้หมายถึงการให้ผลผลิตที่สูงที่สุด ดังนั้นการศึกษาที่ควรทำควบคู่กันคือการศึกษารูปแบบการเก็บเกี่ยว (Harvesting index) หรือสัดส่วนของผลผลิตต่อน้ำหนักที่สร้างขึ้นทั้งหมดของพืชเพื่อประเมินศักยภาพของพันธุ์ในการตอบสนองต่อปัจจัยต่างๆ ต่อการสร้างผลผลิต

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการบำรุงดินในพื้นที่ปลูกข้าวไร่

ในแปลงเกษตรกรพบว่าการบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) ส่งผลต่อความสูงของข้าวไร่สูงกว่าการบำรุงด้วยปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสัปดาห์แรกของการใส่ปุ๋ยคอกจะมีการย่อยสลายและเปลี่ยนรูปสูงสุด และยังพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวก่อนปลูกข้าว 1 เดือนจะทำให้มีผลผลิตข้าวสูงกว่าการใส่ในช่วงอื่นๆ (อนุสรณ์, 2544) ส่วนการปลูกปุ๋ยพืชสดก่อนทำนาขึ้นต้องรอเวลาหลังจากไถกลบแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ จึงจะเกิดการย่อยสลาย และปลดปล่อยธาตุอาหารพืชและอินทรีย์วัตถุแก่ดิน (สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน, 2550)

การบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก (วัวหลุม) พบว่าข้าวมีการแตกกอดีกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสด เนื่องจากปุ๋ยคอก (วัวหลุม) สามารถให้ธาตุอาหารและทำให้ต้นข้าวนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีและปลดปล่อยไนโตรเจนได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ หลังจากใส่ในดิน 1 ปีแรก โดยที่สัปดาห์แรกของการใส่จะมีการย่อยสลายและเปลี่ยนรูปสูงสุด และยังพบว่าการใส่ปุ๋ยมูลวัวก่อนปลูกข้าว 1 เดือนจะทำให้มีผลผลิตข้าวสูงกว่าการใส่ในช่วงอื่นๆ (อนุสรณ์, 2544) แต่ลักษณะการแตกกอมีการกระจายตัวของข้อมูลมากกว่า ทั้งนี้เพราะการแตกกอของข้าวพันธุ์แพทอ-รอปีอาจเป็นลักษณะที่พบที่มีความแปรปรวนหรือได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมที่สูงกว่าลักษณะความสูงและคงเป็นลักษณะที่สะท้อนความแตกต่างทางพันธุกรรมได้ดีกว่าหากเกิดพันธุ์ปนหรือเกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมของประชากรที่กำลังศึกษา

นอกจากนี้จะพบว่าในกลุ่มของประชากรที่ได้รับการบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอกมีการกระจายสูงกว่าการบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดอาจเป็นผลเนื่องมาจากการตอบสนองต่อปุ๋ยของแต่ละพันธุ์กรรมที่ต่างกัน

ในการศึกษาลักษณะการแตกกอ การเปรียบเทียบทำได้ยากเป็นเพราะนอกจากการแตกกอจะเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญและเป็นลักษณะปริมาณซึ่งหมายถึงการถูกควบคุมด้วยหลายจำนวนมากทำให้มีความซับซ้อนในการศึกษา (เกรียงศักดิ์, 2551) ในการปลูกข้าวไร่ซึ่งใช้การปลูกแบบหยอดหลุมทำให้ไม่ทราบจำนวนเมล็ดต่อหลุมที่แท้จริงทำให้ไม่สามารถประเมินความสามารถในการแตกกอที่แท้จริงได้

ในพันธุกรรมเดียวกันแต่เป็นการศึกษาต่างลักษณะอาจพบการกระจายของลักษณะที่แตกต่างกันเนื่องจากแต่ละลักษณะได้รับผลกระทบเนื่องจากสภาพแวดล้อมแล้วส่งผลต่อลักษณะแตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้หากตั้งสมมุติฐานว่าเกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ปุ๋ยที่ปลูกและรวมพันธุ์โดยเกษตรกรแล้วลักษณะจำนวนรวงต่อกอที่พบการกระจายของลักษณะในรายกอสูงกว่า น่าจะเหมาะในการเป็นลักษณะ

คัดเลือกพันธุกรรมที่ต้องการ นอกจากนี้ลักษณะรวงต่อกอเป็นองค์ประกอบผลผลิตที่สำคัญ แม้จะพบว่าถูกควบคุมโดยหลายยีน และได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมสูง (เกรียงศักดิ์, 2551)

ลักษณะความสูงของข้าวพันธุ์แพทอ-โรบีที่บำรุงดินด้วยการใส่ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ก่อนทำการปลูกข้าว พบว่าปุ๋ยคอกมีความสูงมากกว่าการบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสด แสดงว่าข้าวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยคอกได้ดีกว่าปุ๋ยพืชสดอาจเพราะในปุ๋ยทั้งสองชนิดนี้มีชนิดของธาตุอาหารและปริมาณของธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ทำให้ต้นข้าวนำไปใช้ในการพัฒนาลำต้นได้แตกต่างกันด้วย ส่วนลักษณะความสูงของข้าวพันธุ์ปุเะที่บำรุงดินด้วยการใส่ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ก่อนทำการปลูกข้าว พบว่าการบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอกและการบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดมีความสูงไม่ต่างกัน แสดงว่าข้าวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยทั้งสองชนิดได้เท่ากัน อาจเพราะลักษณะทางพันธุกรรมของข้าวหรือได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมน้อย

ลักษณะการแตกกอและความยาวรวงข้าวไร่ จะสังเกตเห็นได้ว่าถึงแม้ว่าจะใช้ข้าวสายพันธุ์เดียวกัน และมีการบำรุงดินด้วยปุ๋ยชนิดเดียวกัน แต่กลับพบว่าการกระจายตัวของข้อมูลเป็นจำนวนมากอาจเกิดจากหลายกรณี คือ 1) มีพันธุ์ปนรวมอยู่ด้วย หรือ 2) เกิดจากความแปรปรวนของลักษณะ โดยที่ลักษณะที่แปรปรวนมากแบบกว่าถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่, ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมสูง เป็นต้น และจากการสำรวจแปลงยังพบว่า ต้นข้าวภายในแปลงนั้นมีข้อปล้องคล้ายกับต้นหญ้า มีการหักล้มเป็นจำนวนมาก และเมล็ดมีหางยาว จึงอาจบอกได้ว่าสายพันธุ์ที่แตกต่างกันนั้นจะส่งผลให้ต้นข้าวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยได้แตกต่างกันออกไป

ลักษณะความยาวรวงของข้าวพันธุ์แพทอ-โรบีที่บำรุงดินด้วยการใส่ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และ ปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ก่อนทำการปลูกข้าว พบว่าปุ๋ยคอกมีความสูงมากกว่าการบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสด แสดงว่าข้าวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยคอกได้ดีกว่าปุ๋ยพืชสดอาจเพราะในปุ๋ยทั้งสองชนิดนี้มีชนิดของธาตุอาหารและปริมาณของธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ทำให้ต้นข้าวนำไปใช้ในการพัฒนาลำต้นได้แตกต่างกันด้วย ส่วนลักษณะความยาวรวงของข้าวพันธุ์ปุเะที่บำรุงดินด้วยการใส่ปุ๋ยคอก (วัวหลุม) และปุ๋ยพืชสด (ถั่วเขียว) ก่อนทำการปลูกข้าว พบว่าการบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอกและการบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดมีความสูงไม่ต่างกัน แสดงว่าข้าวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยทั้งสองชนิดได้เท่ากัน อาจเพราะลักษณะทางพันธุกรรมของข้าวหรือได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมน้อย