บทที่ 4

ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การรวบรวม คัดเลือกโดยเก็บ และทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อไมคอร์ไรซา ต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวไร่ และข้าวโพด

1. การรวบรวมสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่นจากพื้นที่ต่างๆ ที่อยู่ภายใต้การดูแลของโครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ

1.1) รวบรวมข้อมูลดินในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ พบว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดิน แบ่งเป็น 4 รูปแบบดังนี้

(1) ที่มีความสูงลาดชันปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวไร่ ถั่วเขียว และถั่วดำ

(2) ที่ราบปลูกข้าวนาปี พืชผัก ยาสูบ หอม กระเทียม ถั่วเหลือง

(3) ที่ราบลุ่มสองฝั่งลำน้ำมวบปลูกไม้ผล เช่น มะม่วง ลำไย ลิ้นจี่ ส้มโอ ฯลฯ

(4) ที่ลาดเชิงเขา เลี้ยงสัตว์ เช่น วัว ควาย

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของโครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำจากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าพื้นที่เกษตรร้อยละ 81.37 โดยปลูกข้าวโพดมากที่สุดร้อยละ 50.53 ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาคือยางพารา ร้อยละ 12.89 นาข้าวร้อยละ 6 สักร้อยละ 4.86 นอกจากนั้นเป็นไม้ผลอีกเล็กน้อย และยังมีพื้นที่ป่าร้อยละ 12.50

ข้อมูลชุดดินจากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนถึงร้อยละ 84.19 แต่ยังไม่ได้ทำการสำรวจดิน เนื่องจากพื้นที่มีความลาดชันค่อนข้างสูง มีอาณาเขตในเขตป่า ส่วนในพื้นที่ราบชุดดินเป็นชุดดินบ้านจ้องและชุดดินหางดง ร้อยละ 8.36 และ 7.45 ตามลำดับ ซึ่งชุดดินบ้านจ้องมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เกิดการชะล้างพังทลายง่าย ส่วนชุดดินหางดงเป็นดินลึก ร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ไม่มีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์

1.2) การเก็บตัวอย่างดิน เก็บแบบ Composite sample ระดับความลึก 0-15 cm จากแปลงเกษตรกรในพื้นที่ขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำไปวิเคราะห์สมบัติของดิน pH, EC, %OC, %OM และวิเคราะห์ ธาตุอาหาร P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn และ Cu ส่วนที่สองนำมาแยกและจำแนกเชื้อไมคอร์ไรซา

ตารางที่ 9 สมบัติและจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของดินจากการใช้ที่ดินแบบของพื้นที่โป่งคำ

ดินที่สูง		pH	EC ($\mu S\ cm^{-1}$)	%OC	%OM	PO4-P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn	Cu	spore
						($mg\ kg^{-1}$)								
ดินในพื้นที่ป่าแปลงที่ 1	F1	5.79	3.06	0.70	1.21	10.34	3.00	62.50	11.75	32.45	392.45	13.45	3.95	54
ดินในพื้นที่ป่าแปลงที่ 2	F2	5.68	2.94	1.00	1.72	11.14	22.50	53.50	5.05	18.95	228.45	50.45	3.95	22
ดินในพื้นที่ป่าบริเวณต้นไม้	UT	5.83	2.58	0.50	0.86	12.30	0.00	64.00	6.95	35.45	401.95	13.45	5.95	59
ดินรอบพื้นที่ป่าชุมชนแปลงที่ 1	CF1	5.36	2.61	0.70	1.21	9.45	6.50	12.00	3.25	23.95	274.45	41.95	3.45	43
ดินรอบพื้นที่ป่าชุมชนแปลงที่ 2	CM2	5.64	3.62	0.80	1.38	10.43	16.50	9.00	12.70	12.45	250.95	38.95	3.45	64
ดินพื้นที่ปลูกข้าวโพดแปลงที่ 1	M1	5.37	2.72	0.50	0.86	8.74	9.00	8.00	19.20	13.95	412.45	20.95	13.45	66
ดินพื้นที่ปลูกข้าวโพดแปลงที่ 2	M2	5.41	3.53	0.40	0.69	8.20	10.50	9.50	2.95	15.45	382.95	7.45	8.95	49
ดินพื้นที่ปลูกข้าวไร่แปลงที่ 1	UR1	5.62	2.57	0.50	0.86	8.65	1.00	47.00	99.05	25.95	177.45	14.45	22.45	51
ดินพื้นที่ปลูกข้าวไร่แปลงที่ 2	UR2	5.66	3.39	0.30	0.52	7.84	30.50	55.50	74.90	34.45	502.95	55.45	6.95	41
ดินพื้นที่ปลูกข้าวไร่แปลงที่ 3	UR3	5.53	2.55	0.40	0.69	9.54	20.50	14.00	72.65	13.95	481.95	45.45	21.45	50

หมายเหตุ: ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ในช่วง 5.36 - 5.79 ซึ่งอยู่ในระดับกรดปานกลางถึงกรดจัด (กรมพัฒนาที่ดิน , 2553) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินอยู่ในช่วง 2.55 -3.62 ซึ่งอยู่ในระดับความเค็มปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน , 2553) ระดับอินทรียวัตถุในดิน (%OM) อยู่ในช่วง 0.52 – 1.72 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง(กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ระดับอินทรียคาร์บอนในดิน (%OC) อยู่ในช่วง 0.30 – 1.00 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) และ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P) อยู่ในช่วง 7.84 – 12.30 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

1.3) การแยกสปอร์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากดิน รูปแบบการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ ต่อชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

จากการศึกษาพื้นที่ พบว่าชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในพื้นที่ F1, F2, Ut, CF1, CM2, M1, M2, UR1, UR2 และ UR3 พบเชื้อ *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora* และ *Scutellospora* ซึ่ง Genus *Glomus* พบมากที่สุด ดังกิจกรรมข้อ 1.4) และตารางที่ 10

1.4) การจำแนกชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยวิธีของ Morton and Benny (1990)

ตารางที่ 10 ผลการรวบรวมเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ตัวอย่างดินในพื้นที่ป่าแปลงที่ 1 (F1)	ชนิดของสปอร์	จำนวนสปอร์/25กรัมดิน
1	**Acaulospora foveata*	3
2	*Acaulospora mellea*	2
3	*Glomus claroideum*	5
4	**Glomus etunicatum*	15
5	**Glomus geosporum*	20
6	*Glomus intraradices*	1
7	*Glomus lamellosum*	1
8	*Glomus luteum*	2
9	*Gigaspora albida*	2
10	*Scutellospora coralloidea*	3
		54
ตัวอย่างดินพื้นที่ป่าแปลงที่ 2 (F2)	**ชนิดของสปอร์**	**จำนวนสปอร์/25กรัมดิน**
1	**Acaulospora foveata*	2
2	*Acaulospora mellea*	1
3	*Acaulospora scrobiculata*	1
4	*Glomus claroideum*	3
5	*Glomus clarum*	1
6	*Glomus coronatum*	4
7	*Glomus diaphanum*	1
8	**Glomus etunicatum*	9
		22

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

ตัวอย่างดินพื้นที่ป่าบริเวณต้นไม้ (UT)	ชนิดของสปอร์	จำนวนสปอร์/25กรัมดิน
1	**Acaulospora foveata*	1
2	*Glomus claroideum*	3
3	*Glomus clarum*	2
4	*Glomus diaphanum*	1
5	*Glomus eburneum*	2
6	**Glomus etunicatum*	21
7	**Glomus geosporum*	15
8	**Glomus mosseae*	10
9	*Glomus spurcum*	4
		59

ตัวอย่างดินรอบพื้นที่ป่าชุมชนแปลงที่ 1 (CF1)	ชนิดของสปอร์	จำนวนสปอร์/25กรัมดิน
1	*Glomus clarum*	3
2	**Glomus etunicatum*	6
3	*Glomus fistulosum*	7
4	**Glomus geosporum*	15
5	*Glomus manihotis*	3
6	**Glomus mosseae*	5
7	*Glomus spurcum*	4
		43

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

ตัวอย่างดินรอบพื้นที่ป่าชุมชนแปลงที่ 2 (CM2)	ชนิดของสปอร์	จำนวนสปอร์/25กรัมดิน
1	*Glomus claroideum*	4
2	*Glomus coronatum*	3
3	**Glomus etunicatum*	16
4	*Glomus lamellosum*	3
5	*Glomus manihotis*	1
6	**Glomus mosseae*	7
7	*Glomus viscosum*	1
8	*Scutellospora calospora*	2
9	*Scutellospora erythropa*	6
10	**Glomus geosporum*	21
		64

ตัวอย่างดินพื้นที่ปลูกข้าวโพดแปลงที่ 1 (M1)	ชนิดของสปอร์	จำนวนสปอร์/25กรัมดิน
1	*Glomus clarum*	1
2	*Glomus eburneum*	2
3	**Glomus etunicatum*	26
4	**Glomus geosporum*	14
5	*Glomus manihotis*	5
6	**Glomus mosseae*	7
7	*Gigaspora albida*	3
8	*Scutellospora coralloidea*	5
9	*Scutellospora erythropa*	3
		66

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

ตัวอย่างดินพื้นที่ปลูกข้าวโพดแปลงที่ 2 (M2)	ชนิดของสปอร์	จำนวนสปอร์/25กรัมดิน
1	*Glomus claroideum*	3
2	*Glomus clarum*	2
3	*Glomus coronatum*	2
4	*Glomus diaphanum*	1
5	*Glomus eburneum*	7
6	**Glomus etunicatum*	12
7	**Glomus geosporum*	15
8	*Glomus lamellosum*	1
9	*Glomus luteum*	6
		49

ตัวอย่างดินพื้นที่ปลูกข้าวไร่แปลงที่ 1 (UR1)	ชนิดของสปอร์	จำนวนสปอร์/25กรัมดิน
1	**Acaulospora foveata*	6
2	*Acaulospora scrobiculata*	1
3	*Glomus claroideum*	6
4	*Glomus clarum*	2
5	*Glomus viscosum*	2
6	**Glomus etunicatum*	12
7	**Glomus geosporum*	10
8	*Glomus luteum*	3
9	*Glomus manihotis*	2
10	**Glomus mosseae*	7
		51

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

ตัวอย่างดินพื้นที่ปลูกข้าวไร่แปลงที่ 2 (UR2)	ชนิดของสปอร์	จำนวนสปอร์/25กรัมดิน
1	*Acaulospora foveata*	3
2	*Glomus claroideum*	3
3	*Glomus clarum*	2
4	*Glomus coronatum*	1
5	*Glomus diaphanum*	2
6	**Glomus etunicatum*	17
7	**Glomus geosporum*	13
		41
ตัวอย่างดินพื้นที่ปลูกข้าวไร่แปลงที่ 3 (UR3)	**ชนิดของสปอร์**	**จำนวนสปอร์/25กรัมดิน**
1	**Glomus etunicatum*	14
2	**Glomus geosporum*	21
3	*Glomus intraradices*	2
4	*Glomus lamellosum*	1
5	*Glomus luteum*	2
6	*Glomus manihotis*	1
7	*Glomus spurcum*	1
8	*Gigaspora albida*	3
9	*Scutellospora coralloidea*	5
		50

หมายเหตุ : *คือ เชื้อไมคอร์ไรซาที่พบมากที่สุดและจะนำมาขยายสปอร์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อทำ เป็นหัวเชื้อต่อไป

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

2. การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่นจากพื้นที่ต่างๆ ที่อยู่ภายใต้การดูแลของโครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ

ชนิดของสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณนั้น สามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการอยู่รอดหรือความสามารถในการปรับตัวได้ของเชื้อราดังกล่าว

คัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อใช้ในการทดสอบการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวไร่และข้าวโพด โดยอ้างอิงจากเชื้อไมคอร์ไรซาที่สามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้สูงในงานวิจัยเดิมและชนิดเชื้อไมคอร์ไรซา ที่พบปริมาณสูงในตัวอย่างดิน จากโครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำได้แก่ เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum, G. geosporum+G. etunicatum, A. foveata* และ *G. mosseae* โดยการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีเหตุผลดังนี้ เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum, G. geosporum+ G. etunicatum, A. foveata* และ *G. mosseae* เป็นเชื้อที่สามารถเจริญเติบโตและพบมากในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ ได้แก่ พื้นที่บริเวณป่า พื้นที่ปลูกข้าวไร่และพื้นที่ปลูกข้าวโพด ซึ่งจะเห็นได้ว่าเชื้อดังกล่าวโอกาสการอยู่รอดสูงกว่าเชื้อตัวอื่นๆ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่นำไปใช้เป็นหัวเชื้อ นอกจากนี้ยังเป็นการนำเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่น นำมาหาศักยภาพการใช้ประโยชน์ในการเกษตร

3. ขยายสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อใช้ในการทดสอบการดูดซับฟอสฟอรัสในกระถาง

การเพาะและขยายสปอร์ของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

จากการทดสอบจะใช้ ดินน้ำพองที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่ต่ำร่อนผสมดินหัวเชื้ออัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร จากนั้นนำดินอบฆ่าเชื้อในดินด้วยการอบด้วยกำลังความร้อนแสงอาทิตย์ ซึ่งคลุมดินที่อบด้วยพลาสติกใสหนานาน 7 วัน นำหัวเชื้อดินมาใส่รองก้นหลุมปลูก โดยใช้เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum, G. geosporum + G. etunicatum, A. foveata, G. mosseae* เชื้อละ 200 กรัม/ท่อ จากนั้นนำต้นกล้าข้าวโพดอายุ 7 วัน มาปลูกลงในกระถาง เก็บบันทึกผลจนอายุครบ 12 สัปดาห์

เชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการดำรงชีวิตโดยอาศัยอยู่ร่วมกันกับพืชให้อาศัยแบบถาวร (Obligate symbiosis) ไม่สามารถเจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีรากพืชให้อาศัย ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณของเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา สามารถทำได้โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อรานี้ให้เจริญร่วมกับพืชที่อาศัยที่ปลูกภายในกระถาง (Pot culture) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มปริมาณหัวเชื้อ และ

สามารถทำเพื่อผลิตหัวเชื้อบริสุทธิ์ชนิดใดชนิดหนึ่งของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาเชื้อที่สนใจ สปอร์ของเชื้อรา เส้นใยและชิ้นส่วนของรากที่มีเชื้อรานี้หรือดินบริเวณรากพืช สามารถใช้เป็นหัวเชื้อในการขยายพันธุ์ในพืชที่อาศัยได้ (Brundrett et al., 1996) เส้นใยและชิ้นส่วนของรานี้สามารถเข้าสู่รากได้เร็วกว่าสปอร์ แต่อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องคำนึงถึงความมีชีวิตของเชื้อราด้วย สปอร์อาจเข้าสู่รากของพืชอาศัยได้ช้ากว่า เนื่องจากสปอร์บางชนิดอาจจะต้องการระยะเวลาในการพักตัวก่อนที่จะมีการงอกของสปอร์ แต่สปอร์มีข้อดีตรงที่ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่าเส้นใย (Powell and Bagyaraj, 1984) ปริมาณสปอร์ที่ใช้เป็นเชื้อตั้งต้นในการเพิ่มปริมาณเชื้อในการถาง ถ้าเป็นสปอร์ขนาดใหญ่อาจจะใช้ตั้งแต่จำนวน 5-500 สปอร์ตั้งต้น หรืออาจใช้จำนวน 50-500 สปอร์ตั้งต้นสำหรับสปอร์ที่มีขนาดเล็ก (Brundrett et al., 1996) ปริมาณของเชื้อตั้งต้นมีส่วนสำคัญที่จะช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของเชื้อราในราก การสร้างสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และการผลิตเชื้อ (Inoculums production) ของเชื้อรานี้ให้ได้หัวเชื้อในปริมาณมาก (Abbot and Robson, 1982) Clappertion และ Retd (1992) พบว่าเมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนของหัวเชื้อจากดิน (Soil inoculum) มีผลช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของเชื้อราในราก แต่การเพิ่มปริมาณของหัวเชื้อเมื่อถึงขีดสูงสุดในการช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของเชื้อราในราก และถ้ามีการเพิ่มปริมาณของหัวเชื้อให้สูงขึ้นไปจากจุดที่สูงที่สุดนี้ จะไม่มีผลในการช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของเชื้อราในรากอีกต่อไป

วัสดุที่ใช้เพาะอาจจะใช้ทรายและมีการเพิ่มธาตุอาหารลงไป ธาตุอาหารที่ผสมลงไปควรไม่มีปริมาณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัสควรใส่ในปริมาณค่อนข้างต่ำ เนื่องจากว่าถ้ามีฟอสฟอรัสในปริมาณมากจะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของเชื้อราในรากลดลง นอกจากนี้วัสดุที่ใช้ในการทำ pot culture อาจใช้ทรายผสมดิน 1:1 หรือ 1:2 โดยปริมาตร ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน และควรนึ่งฆ่าเชื้อในวัสดุปลูกก่อนนำไปใช้ ส่วนพืชในการเพิ่มปริมาณของเชื้อ ควรเป็นพืชที่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าสู่รากได้ง่าย และมีโอกาสที่จะได้ปริมาณของรากและสปอร์ของเชื้อราในปริมาณมาก แต่ควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับชนิดของพืชและชนิดของเชื้อราที่ต้องการเพิ่มปริมาณด้วย ตัวอย่างพืชที่นิยมนำมาใช้เป็นพืชอาศัย เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และ bahia grass (*Paspalum sp.*) เนื่องจากเป็นพืชที่มีระบบรากแผ่ขยายมาก ทำให้ได้ชิ้นส่วนของรากที่ใช้เป็นหัวเชื้อปริมาณมาก (Simpson and Daft, 1990) ระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงประมาณ 4-5 เดือนเพื่อทำให้รากพืชมีไมคอร์ไรซา (Colonized root) เส้นใยที่อยู่ในดิน (External hyphae) และสปอร์ในปริมาณมาก

การเก็บรักษาเชื้อที่ผลิตได้ (Inoculum storage) จากการเพาะเชื้อในกระถางซึ่งประกอบด้วยดินที่มีสปอร์ รากที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และเส้นใยที่อยู่ในดิน โดยเก็บดินในภาชนะหรือถุงพลาสติก

ที่ปิดสนิท แล้วเก็บในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 4-5 °C หรืออาจปล่อยให้ดินในกระถางเพาะเชื้อค่อยๆ แห้งที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 6 เดือน ไปจนถึง 1-2 ปี ระหว่างการเก็บรักษาอาจมีผลทำให้ความมีชีวิตของเชื้อรานี้ลดลงได้บ้าง การนำหัวเชื้อไปใช้อาจจะใช้ดินจากการเพาะเชื้อในกระถาง ที่มีเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไปใส่ให้ต้นกล้า หรือนำไปหว่านในแปลงปลูก

4. ทดสอบสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสในการปลูกข้าวไร่และข้าวโพดในสภาพกระถาง

4.1 ทดสอบสายพันธุ์ของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวไร่สายพันธุ์พื้นเมืองในดินปลูกข้าวไร่จากพื้นที่โป่งคำ

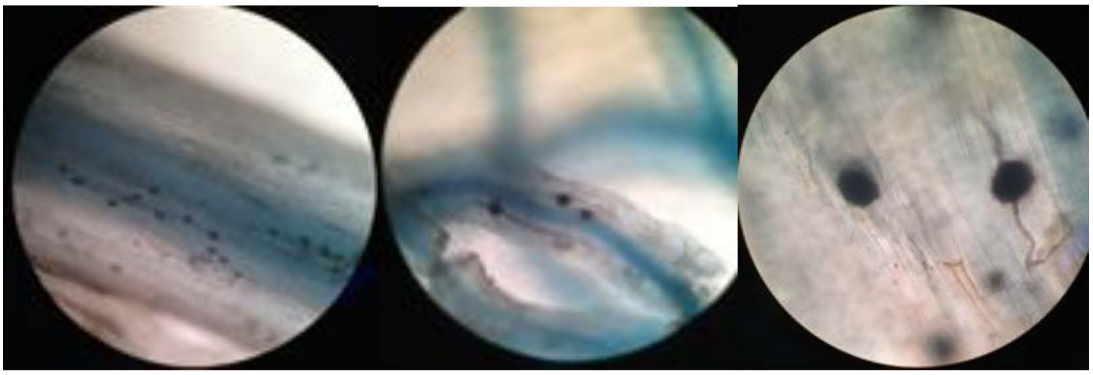
1. การพิจารณาการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อทดสอบ

จะพิจารณาจากปริมาณของเชื้อไมคอร์ไรซาที่พบในพื้นที่ในปริมาณสูง ในตัวอย่างดินจากโครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ ได้แก่ เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum, A. foveata* และ *G. mosseae*

2. การตรวจหาเชื้อราอาบัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาในรากข้าวและรากข้าวโพด (Root colonization)

ตารางที่ 11 การเจริญเติบโตของข้าวไร่และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อายุ 12 สัปดาห์หลังการปลูก

Plant	Treat.	Dry Weight (g plant-1)	MR (%)	root colonization (%)	High at 51d (cm)	No.Tiller at 51d	P (%)	uptake P (mg plant-1)	MPR (%)
	Con.	1.0	0	22.7	44.5	1.5	0.4	4.2	0.0
	GG	1.9	147	27.3	53.0	2.3	0.7	12.2	192.9
	GE	1.5	94	45.5	55.1	1.5	0.7	10.4	150.5
	G+E	3.5	431	38.6	60.5	4.3	0.6	21.9	427.0
	GM	3.3	397	63.6	56.5	4.5	0.7	22.0	431.0
Rice	AF	3.1	364	47.7	59.9	3.8	0.6	19.4	367.1
	Con.	5.7	0	27.3	27.5	ND	0.5	25.8	0.0
	GG	9.1	58	43.2	45.7	ND	0.6	57.8	124.0
	GE	8.7	53	36.4	43.8	ND	0.7	57	121.0
	G+E	9.5	65	40.9	48.1	ND	0.7	62.1	140.5
	GM	11.8	106	45.5	54.7	ND	0.7	77.5	200.4
maize	AF	12.4	117	56.8	60.8	ND	0.6	80	210.0



ภาพที่ 6 เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบในรากข้าว และข้าวโพด

3. ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

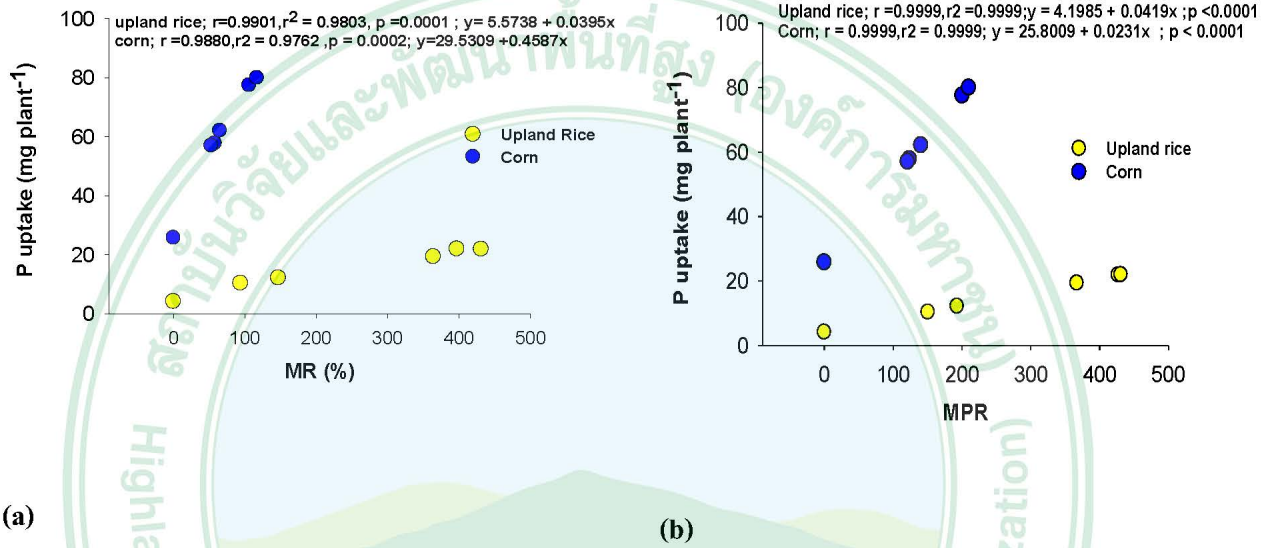
ตารางที่ 12 ค่าฟอสฟอรัสและค่า pH ในดินจากข้าวไร่และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หลังการเก็บเกี่ยวที่ 12 สัปดาห์

Plant		Avai.P (mg kg^{-1})	pH
Rice	Con.	10.9	4.1
	GG	6.7	4.4
	GE	7.1	4.4
	G+E	5.4	4.6
	GM	4.6	4.5
	AF	4.4	4.4
Maize	Con.	8.0	4.4
	GG	7.8	4.4
	GE	8.8	4.9
	G+E	8.1	4.6
	GM	5.5	4.8
	AF	7.3	4.7

4. ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซับ ฟอสฟอรัส ของข้าวและข้าวโพดกับการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

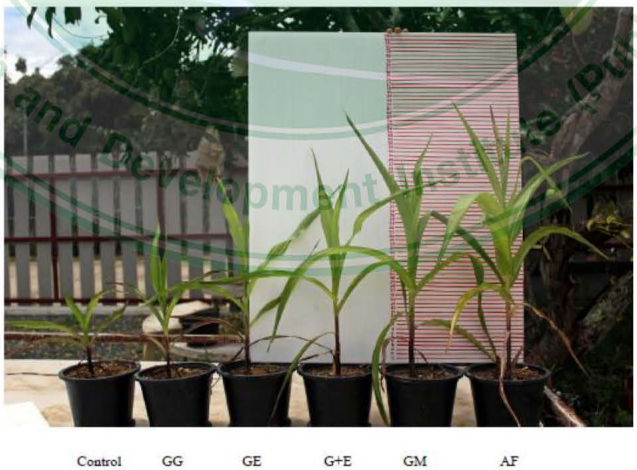
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการดูดใช้ ฟอสฟอรัส (P uptake) และ MR และ MPR โดยมีการให้ใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีสหสัมพันธ์กันทางตรงอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเมื่อปริมาณ MR และ MPR เพิ่มขึ้น ปริมาณ P uptake จะเพิ่มขึ้นด้วย (ภาพที่ 7 (a)) และเมื่อนำค่า MR และ MPR

ไปหาความสัมพันธ์กับค่า P uptake พบว่า MR มีสหสัมพันธ์ทางตรงกับ P uptake (p =0.0001 และ 0.0002 ในข้าวและข้าวโพด ตามลำดับ) โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9901 และ 0.9880 ตามลำดับ (ภาพที่ 7 (a)) ส่วนค่า MPR มีสหสัมพันธ์ทางตรงกับ P uptake ($p < 0.0001$ และ $p < 0.0001$ ในข้าวและข้าวโพด ตามลำดับ) โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9999 และ 0.9999 ตามลำดับ (ภาพที่ 7 (b)) ดังนั้นจากผลการศึกษานี้การใช้เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยเฉพาะสายพันธุ์ท้องถิ่นที่ส่งเสริมการใช้ดูดใช้ ฟอสฟอรัส ของข้าวไร่และข้าวโพดอย่างชัดเจน



(a) **(b)**

ภาพที่ 7 Correlation between P uptake of upland rice and maize (a) mycorrhizal response (b) mycorrhizal P response for three species of AMF



ภาพที่ 8 ผลของการใช้ดินหัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ CP888 ที่อายุ 12 สัปดาห์

ภาพที่ 9 ผลของการใช้ดินหัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง ที่อายุ 12 สัปดาห์

กิจกรรมที่ 2 ผลิตหัวเชื้อเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อส่งมอบให้สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงไปทดสอบในแปลงเกษตรกร

วิธีการผลิตดินหัวเชื้อจะใช้ ดินน้ำพองที่ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่ต่ำร่อนผสมดินหัวเชื้ออัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร จากนั้นนำดินอบฆ่าเชื้อในดินด้วยการอบด้วยกำลังความร้อนแสงอาทิตย์ ซึ่งคลุมดินที่อบด้วยพลาสติกใสหนานาน 7 วัน นำหัวเชื้อดินมาใส่รองก้นหลุมปลูก โดยใช้เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum, G. geosporum + G. etunicatum, A. foveata, G. mosseae* เชื้อละ 200 กรัม/ท่อ จากนั้นนำต้นกล้าข้าวโพด อายุ 7 วัน มาปลูกลงในกระถาง จนอายุครบ 12 สัปดาห์ ทำการเก็บตัวอย่างพืช และเก็บดินหัวเชื้อ ทำการส่งมอบดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซา จำนวน 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ส่งมอบดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซาที่มีศักยภาพในการดูดซับฟอสฟอรัส จำนวน 3 สายพันธุ์ จำนวน 8 กิโลกรัม

ครั้งที่ 2 ส่งมอบดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซาที่มีศักยภาพในการดูดซับฟอสฟอรัสเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ 5 ไร่ จำนวน 3 สายพันธุ์ และข้าวโพด 10 ไร่ จำนวน 3 สายพันธุ์ ในวันที่ 11 มิถุนายน 2557

ภาพที่ 10 ดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซา จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ GG = *G.geosporum*, GM = *G. mosseae* และ GE = *G.etunicatum*

ภาพที่ 11 ดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซา จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ AF = *A. foveata*, GM = *G. mosseae*, G+E = *G. geosporum*+ *G. etunicatum*, GE = *G.etunicatum*, และ GG = *G.geosporum*

ตารางที่ 13 สมบัติของดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซา

ดินหัวเชื้อ	pH (1:1 H_2O)	EC (µS cm^{-1})	Avail.P (mg kg-1)	OM (%)
GG	5.9	13.6	22.0	1.7
GE	5.9	10.7	20.1	1.1
G+E	6.0	8.4	20.8	1.4
GM	6.0	8.7	20.2	0.4
AF	5.9	13.6	21.8	1.4

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การรวบรวม คัดเลือกโดยเก็บ และทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อไมคอร์ไรซา ต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวไร่ และข้าวโพด

1. การรวบรวมสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่นจากพื้นที่ต่างๆ ที่อยู่ภายใต้การดูแลของโครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ

รวบรวมข้อมูลดินประกอบด้วยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน สมบัติของดินวิเคราะห์ค่า EC, pH และธาตุอาหารในดินของพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ โดยนำไปวิเคราะห์และจำแนก 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนแรกนำไปวิเคราะห์สมบัติของดิน pH, EC, %OC, %OM และวิเคราะห์ ธาตุอาหาร P , K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn และ Cu จากสมบัติทางเคมีของดินจากพื้นที่โป่งคำ (ตารางที่ 9) โดยเฉพาะดินที่ใช้ทำการเกษตร จะเห็นได้ว่า pH ของดินค่อนข้างเป็นกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งคาดว่าน่าจะตอบสนองต่อการใช้หัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซารวมทั้งปุ๋ยฟอสฟอรัส

ส่วนที่สองนำมาแยกและจำแนกเชื้อไมคอร์ไรซา จากผลการศึกษาผลของการสำรวจและคัดแยกสปอร์ไมคอร์ไรซา พบว่าค่าเฉลี่ยของพื้นที่ป่ามีจำนวนสปอร์มากที่สุด และจากการศึกษาพบว่ามีเชื้อชนิด *G. geosporum* กับเชื้อ *G. etunicatum* มากที่สุด เนื่องจากการทำการเกษตร สภาพพื้นที่ ชนิดของพืชอาศัย จะส่งผลต่อความหนาแน่นความหลากหลายของสายพันธุ์อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Mathimaran et al.2007;Oehl et al.2005; Toljander et al., 2008)

การจำแนกชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จากพื้นที่ขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ จำนวนตัวอย่างดิน 10 ตัวอย่าง ซึ่งได้ชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ดังตารางที่ 10 โดยพบว่าตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่ป่า พบ *เชื้อ G. etunicatum ,G. geosporum, G. mosseae* พบสูงสุด ตัวอย่างดินพื้นที่ปลูกข้าวโพดพบเชื้อ *G. etunicatum ,G. geosporum, G. mosseae* พบสูงสุด และตัวอย่างดินปลูกข้าวไร่ พบเชื้อ *G. etunicatum ,G. geosporum, G. claroideum* พบสูงสุด โดยนำเชื้อดังกล่าวมาประเมินความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวและข้าวโพด ในกิจกรรมข้อ 4 ซึ่งเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความสามารถดูดใช้ธาตุอาหารที่จำเป็นแก่พืช เช่น ธาตุฟอสฟอรัส การเจริญของเส้นใยที่หุ้มรากมีส่วนใน

การช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างรากกับดินมากขึ้น และเป็นการลดระยะทางที่ฟอสฟอรัสจะเคลื่อนที่มายังรากทำให้พืชสามารถดูดใช้ฟอสฟอรัสได้ในปริมาณมากและรวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อพืชที่มีเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่ซึ่งสูงกว่าพืชที่ไม่มีไมคอร์ไรซา (Mosse, 1973)

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับจำนวนสปอร์ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ระหว่างจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับสมบัติของดิน

		pH	EC	OC	Avai.P
No. spore	r	- 0.0621	0.0115	- 0.3411	- 0.0037
	P-value	0.8647	0.9748	0.3348	0.9919

2. การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่นจากพื้นที่ต่างๆ ที่อยู่ภายใต้การดูแลของโครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ

การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อใช้ในการทดสอบการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวไร่และข้าวโพด เชื้อที่พบ ได้แก่ เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum, G. geosporum+G. etunicatum, A. foveata* และ *G. mosseae* โดยการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีเหตุผลดังนี้ เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum, G. geosporum + G. etunicatum, A. foveata* และ *G. mosseae* เป็นเชื้อที่สามารถเจริญเติบโตและพบมากในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ ได้แก่ พื้นที่บริเวณป่า พื้นที่ปลูกข้าวไร่และพื้นที่ปลูกข้าวโพด ซึ่งจะเห็นได้ว่าเชื้อดังกล่าวโอกาสการอยู่รอดสูงกว่าเชื้อตัวอื่นๆ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่นำไปใช้เป็นหัวเชื้อ นอกจากนี้ยังเป็นการนำเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่น นำมาหาศักยภาพการใช้ประโยชน์ในการเกษตร

3. ขยายสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อใช้ในการทดสอบการดูดซับฟอสฟอรัสในกระถาง

การเพาะและขยายสปอร์ของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

จากสมบัติของดินน้ำพอง จะเห็นได้ว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำและถือว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงเป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการขยายหัวเชื้ออาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นอกจากนี้

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการทดสอบความสามารถในการส่งเสริมดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวและข้าวโพดของเชื้อราดังกล่าว จึงควรมีการใช้ดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ต่ำและเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพื่อลดอิทธิพลของดินที่มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสของพืช

ซึ่งมีแนวทางการนำไปใช้ในด้านการเกษตร ดังนี้

1. การผลิตดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซา

1.1 การเพิ่มปริมาณในท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-100 เซนติเมตร

ใช้ดินในลักษณะเป็นดินทรายความอุดมสมบูรณ์ต่ำ นำดินชุดน้ำพอง (ช่วงเพาะขยายของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เพราะดินน้ำพองมีลักษณะเป็นดินเนื้อหยาบเป็นดินที่มีธาตุอาหารต่ำโดยเฉพาะฟอสฟอรัส ทำให้เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าสู่รากของพืชได้เร็ว เหมาะแก่การนำมาเพาะและขยายสปอร์หัวเชื้อ มาผึ่งให้แห้งด้วยลม แล้วร่อนผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตรผสมกับทรายละเอียดอัตราส่วน 1:1 เตรียมท่อขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร จากนั้นนำดินอบฆ่าเชื้อในดินด้วยการอบด้วยกำลังความร้อนแสงอาทิตย์ ซึ่งคลุมดินที่อบด้วยพลาสติกใสหนานาน 7 วัน เมื่อข้าวโพดอายุ 12 สัปดาห์ ได้ตัดต้นข้าวโพดออกโดยเหลือไว้เฉพาะรากข้าวโพดและดินหัวเชื้อ จากนั้นทำการเก็บดินหัวเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อนำไปใช้ต่อไป

1.2 ชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีศักยภาพนำมาผลิตเป็นหัวเชื้อดินจากการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ *G. geosporum* , *G. etunicatum* , *A. foveata* และ *G. mosseae*

2. การใช้หัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับชนิดพืช

2.1 การใช้ *G. mosseae* มีศักยภาพนำไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพสำหรับการปลูกข้าวไร่ได้

2.2 การใช้ *A. foveata* มีศักยภาพนำไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้

ซึ่งจะเห็นได้ว่าจากงานวิจัยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและสามารถช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสได้

4. ทดสอบสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสในการปลูกข้าวไร่และข้าวโพดในสภาพกระถาง

4.1 ทดสอบสายพันธุ์ของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวไร่สายพันธุ์พื้นเมืองในดินปลูกข้าวไร่จากพื้นที่โป่งคำ

1. การพิจารณาการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อทดสอบ

การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อใช้ในการทดสอบการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวไร่จะใช้ข้อมูลที่มีการอ้างอิงจากเชื้อไมคอร์ไรซาที่สามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้สูงในงานวิจัยเดิมที่ศักยภาพในการดูดใช้ฟอสฟอรัสให้กับข้าวไร่ โดยการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีเหตุผลดังนี้ ประการแรก เป็นเชื้อที่สามารถเจริญเติบโตและพบมากในทุกพื้นที่ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่นำไปใช้เป็นหัวเชื้อ และเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดดังกล่าวสามารถสร้างอาบัสคูลาร์ในรากพืชทำให้มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารโดยเฉพาะฟอสฟอรัส และเหตุผลประการสำคัญเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดดังกล่าวเป็นเชื้อราท้องถิ่น ซึ่งเป็นการนำมาจุลินทรีย์ท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ทางเกษตร และสามารถหาแนวทางในการใช้ประโยชน์ทางเกษตรแนวทางอื่นต่อไป

2. การตรวจหาเชื้อราอาบัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาในรากข้าว (Root colonization)

การเจริญเติบโตของข้าวไร่ที่มีการใส่หัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดต่าง ๆ มีหนักแห้งสูงกว่าดินที่ไม่มีการเติมหัวเชื้อลงไป โดย พบว่าการใส่หัวเชื้อ *G. geosporum*+ *G. etunicatum* มีน้ำหนักแห้งของส่วนต้นสูงที่สุด (3.5 กรัมต่อต้น) รองลงมาคือ *G. mosseae* , *A. foveata* ,*G. geosporum* ,*G. etunicatum* และไม่มีการใส่หัวเชื้อ ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ซึ่งสอดคล้องกับค่า MR โดยมีค่าเท่ากับ 431, 397, 364, 147, 94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการใส่ *G. geosporum*+ *G. etunicatum* , *G. mosseae* , *A. foveata* ,*G. geosporum* ,*G. etunicatum* ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

เมื่อพิจารณาการเปอร์เซ็นต์การเข้ารา (Root colonization) พบว่ามีเปอร์เซ็นการเข้ารากสูงสุด (63.6 %) ที่มีการใส่หัวเชื้อ *G. mosseae* และมีค่าต่ำสุด (22.7 %) ในไม่มีการใส่หัวเชื้อ (Con.) ในขณะที่ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (P (%)) ในต้นข้าวไร่ มีค่าสูงสุดในดินที่มีการใส่เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum* และ *G. mosseae* โดยมีค่าเท่ากับ 0.7 % และปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัส (P uptake) และ MPR พบว่าการใส่ *G. mosseae* มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ การใส่ *G. geosporum*+ *G. etunicatum*, *A. foveata, G. geosporum* , *G. etunicatum* ตามลำดับ (ตารางที่ 11) สำหรับความสูงและจำนวนกอ เห็นได้ชัดเจนว่าการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อการเจริญเติบโตสูงกว่าการไม่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยเฉพาะการใส่เชื้อ *G. mosseae*

การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่มีการใส่หัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดต่าง ๆ มีหนักแห้งสูงกว่าดินที่ไม่มีการเติมหัวเชื้อลงไป โดยพบว่าการใส่หัวเชื้อ *A. foveata* มีน้ำหนักแห้งของส่วนต้นสูงที่สุด

(12.4 กรัมต่อต้น) รองลงมาคือ *G. mosseae* , *G. geosporum*+ *G. etunicatum*,*G. geosporum* ,*G. etunicatum* และไม่มีการใส่หัวเชื้อ ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ซึ่งสอดคล้องกับค่า MR โดยมีค่าเท่ากับ 117, 106, 65, 58 และ 53 % เมื่อมีการใส่ *A. foveata*, *G. mosseae*, *G. geosporum*+ *G. etunicatum* ,*G. geosporum*, *G. etunicatum* ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

เมื่อพิจารณาการเปอร์เซ็นต์การเข้ารากพืช (Root colonization) พบว่ามีการสูงสุด (56.8 %) ที่มีการใส่หัวเชื้อ *A. foveata* และมีค่าต่ำสุด (27.3 %) ในไม่มีการใส่หัวเชื้อ (Con.) ในขณะที่ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (P (%)) ในต้นข้าวโพด มีค่าสูงสุดในดินที่มีการใส่เชื้อ *G. geosporum*, *G. etunicatum* และ *G. mosseae* โดยมีค่าเท่ากับ 0.7 % และปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัส (P uptake) และ MPR พบว่าการใส่ *A. foveata* มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ การใส่ *G. mosseae* ,*G. geosporum*+ *G. etunicatum*, ,*G. geosporum* ,*G. etunicatum* ตามลำดับ (ตารางที่ 11) สำหรับความสูง เห็นได้ชัดเจนว่าการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีการเจริญเติบโตสูงกว่าการไม่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยเฉพาะการใส่เชื้อ *A. foveata*

นอกจากนี้จากผลการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่าชนิดของพืชมีผลการตอบสนองต่อชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ที่แตกต่างกันด้วยโดยข้าวไร่มีการตอบสนองต่อการใส่เชื้อ *G. mosseae* ดีที่สุด ในขณะที่ข้าวโพด มีการตอบสนองต่อการใส่เชื้อ *A. foveata*

3. ผลของการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

ผลของรูปแบบการให้น้ำและการใส่เชื้อราราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดิน สำหรับผลของการปลูกเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่าดินที่ใช้ปลูกข้าวไร่ โดยมีการใส่หัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดต่าง ๆ มีปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำกว่าในดินที่ปลูกข้าวที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่หัวเชื้อ *A. foveata* และ *G. mosseae* มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่มีการใส่หัวเชื้อด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องกับดินที่ปลูก สำหรับข้าวโพด ในดินที่ไม่การใส่หัวเชื้อพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าการใส่หัวเชื้อ *A. foveata* และ *G. mosseae* (ตารางที่ 12) สำหรับ pH ของดิน พบว่าดินที่ไม่มีการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีระดับ pH ต่ำกว่าการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเล็กน้อย จะเห็นได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณต่ำกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา อาจจะเนื่องจากเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไปส่งเสริมการดูดใช้ฟอสฟอรัสโดยอาศัยเส้นใยของราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่อยู่รอบรากพืชนั้นเอง

4. ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวไร่และข้าวโพดกับการใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

จากผลการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่าพบว่าข้าวและข้าวโพดที่อายุ 12 สัปดาห์ ที่มีใส่หัวเชื้อดิน *G. mosseae* ทำให้น้ำหนักแห้งของต้น การดูดใช้ฟอสฟอรัสและค่า Mycorrhizal responsivness (MR) และ Mycorrhizal Phosphorus responsivness (MPR) ของข้าว และ การใส่ *A. foveata* ทำให้ดัชนีข้างต้นในข้าวโพดสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใช้เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยเฉพาะสายพันธุ์ท้องถิ่นที่ส่งเสริมการใช้ดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวไร่และข้าวโพดอย่างชัดเจน นอกจากนี้ จากการศึกษาของศุภธิดา (2556) ได้รายงานว่าข้าวไร่พันธุ์ขาวโป่งไคร้โดยปลูกที่ระดับ pH ต่างๆที่มีการใส่สปอร์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดต่าง ๆ พบว่าน้ำหนักแห้ง ความเข้มข้นและการดูดใช้ฟอสฟอรัส รวมทั้ง Zn สูงกว่าดินที่ไม่มีการใส่สปอร์ของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยพบว่าการใส่สปอร์ *G. etunicatum* มีน้ำหนักแห้งของส่วนต้นสูงที่สุด รองลงมาคือ *G. geosporum และ G. geosporum* + *G. etunicatum* และไม่มีการใส่สปอร์

และสอดคล้องเช่นกันกับการศึกษาของศุภธิดา (2556) ซางได้รายงานความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและผลของการใส่สปอร์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยพิจารณาจากค่า MR โดยสามรถบ่งชี้ว่าการใส่สปอร์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในระดับ pH ต่างๆ ให้ค่า MR เพิ่มขึ้นอย่างเจน แต่อย่างไรก็ตามค่า ศุภธิดา (2556) ที่ได้รายงานว่าค่า MR ของข้าวไร่ที่มีการใส่สปอร์ *G. etunicatum* ที่ pH 7 มีค่าสูงที่สุด ในขณะที่และค่า MR ของข้าวไร่ที่มีการใส่สปอร์ *G.geosporum* + *G. etunicatum* มีการตอบสนองต่ำที่สุด นอกจากนี้การใส่สปอร์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้น้ำหนักแห้งพืชสูงและมีการดูดใช้ฟอสฟอรัส กับ Zn สูงกว่าการไม่ใส่สปอร์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยพิจารณาจากค่า MPR และ MZnR โดยเฉพาะผลของการใส่สปอร์ *G. etunicatum ที่*ระดับ pH ต่างๆ ค่า MPR ที่ pH 8 มีค่าสูงที่สุด และ MZnR ที่ pH 5 สูงที่สุด ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้อาจจะกล่าวได้ว่าการดูดใช้ฟอสฟอรัส กับ Zn ที่เพิ่มขึ้นเป็นเพราะมีการใส่สปอร์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยเฉพาะอย่างยิ่ง *G.etunicatum* แนวทางการศึกษาต่อไปจะมีการศึกษาในภาพแปลงเกษตรก่อนที่จะมีการผลิตหัวเชื้อที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้ในภาพแปลงเกษตร

กิจกรรมที่ 2 ผลิตหัวเชื้อเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อส่งมอบให้สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงไปทดสอบในแปลงเกษตรกร

ทำการส่งมอบดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซา จำนวน 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ส่งมอบดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซาที่มีศักยภาพในการดูดซับฟอสฟอรัส จำนวน 3 สายพันธุ์ จำนวน 8 กิโลกรัม

ครั้งที่ 2 ส่งมอบดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซาที่มีศักยภาพในการดูดซับฟอสฟอรัสเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ 5 ไร่ จำนวน 3 สายพันธุ์ และข้าวโพด 10 ไร่ จำนวน 3 สายพันธุ์ ในวันที่ 11 มิถุนายน 2557

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การรวบรวม คัดเลือกโดยเก็บ และทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อไมคอร์ไรซา ต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวไร่ และข้าวโพด

การรวบรวมสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่นจากพื้นที่ต่างๆ ที่อยู่ภายใต้การดูแลของโครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ ส่วนแรกนำไปวิเคราะห์สมบัติของดินและวิเคราะห์ธาตุอาหาร ดินในพื้นที่ทำการเกษตร จะมีค่า pH ของดินค่อนข้างเป็นกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งสามารถตอบสนองต่อการใช้หัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา รวมทั้งปุ๋ยฟอสฟอรัสได้ดี ส่วนที่สองเมื่อนำมาแยกและจำแนกเชื้อไมคอร์ไรซาจากพื้นที่ขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ จำนวนดิน 10 ตัวอย่างโดยพบว่าตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่ป่า พบ *เชื้อ G. etunicatum ,G. geosporum, G. mosseae* พบสูงสุด ตัวอย่างดินพื้นที่ปลูกข้าวโพดพบเชื้อ *G. etunicatum ,G. geosporum, G. mosseae* พบสูงสุด และตัวอย่างดินปลูกข้าวไร่ พบเชื้อ *G. etunicatum ,G. geosporum, G. claroideum* พบสูงสุด เมื่อนำเชื้อดังกล่าวมาประเมินความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวและข้าวโพด ในกิจกรรมข้อ 4 เห็นได้ว่าเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความสามารถดูดใช้ธาตุอาหารที่จำเป็นแก่พืช เช่น ธาตุฟอสฟอรัส เมื่อ วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับจำนวนสปอร์ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่นนำไปผลิตดินหัวเชื้อและใช้ในการทดสอบการดูดฟอสฟอรัสของข้าวไร่และข้าวโพด คัดเลือกจากเชื้อที่สามารถเจริญเติบโตและมีการอยู่รอดพบมากที่สุดจากพื้นที่ต่างๆ ที่อยู่ภายใต้การดูแลของโครงการขยายผลโครงการหลวงโป่งคำ จำแนกได้ดังนี้ เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum, G. geosporum+G. etunicatum, A. foveata* และ *G. mosseae* เมื่อนำไปการตรวจหาเชื้อราอาบัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาในรากข้าวและข้าวโพด จะเห็นได้ว่าข้าว จะตอบสนองต่อเชื้อ *G. mosseae* พบว่ามีผลต่อการเข้ารากสูงสุด คือ 63.6 % ในขณะที่ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (P (%)) ในต้นข้าวไร่ มีค่าสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.7 % และปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัส (P uptake) และ MPR มีค่าสูงสุด สามารถเห็นได้ชัดเจนสำหรับความสูงและจำนวนกอของต้นข้าว ข้าวโพดจะตอบสนองต่อเชื้อ *A. foveata* พบว่ามีผลต่อการเข้ารากสูงสุด คือ 56.8 % ในขณะที่ความเข้มข้นฟอสฟอรัส (P (%)) ในต้นข้าวไร่ มีค่าสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 0.7 % และปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัส (P uptake) และ MPR มีค่าสูงสุด สามารถเห็นได้ชัดเจนสำหรับความสูงของต้นข้าวโพด นอกจากนี้จากผล

การศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่าชนิดของพืชมีผลการตอบสนองต่อชนิดของ เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ที่แตกต่างกันด้วยโดยข้าวไร่มีการตอบสนองต่อการใส่เชื้อ *G. mosseae* ดีที่สุด ในขณะที่ข้าวโพด มีการตอบสนองต่อการใส่เชื้อ *A. foveata*

กิจกรรมที่ 2 ผลิตหัวเชื้อเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อส่งมอบให้สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูงไปทดสอบในแปลงเกษตรกร

จากการวิจัยในกิจกรรมที่ 1 สามารถผลิตดินหัวเชื้อ เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ได้จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ เชื้อ *G. geosporum, G. etunicatum, G. geosporum+G. etunicatum, A. foveata* และ *G. mosseae* ทำการส่งมอบดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซา จำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ส่งมอบดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซาที่มีศักยภาพในการดูดซับฟอสฟอรัส จำนวน 3 สายพันธุ์ จำนวน 8 กิโลกรัม และครั้งที่ 2 ส่งมอบดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซาที่มีศักยภาพในการดูดซับฟอสฟอรัสเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวไร่ 5 ไร่ จำนวน 3 สายพันธุ์ และข้าวโพด 10 ไร่ จำนวน 3 สายพันธุ์ ในวันที่ 11 มิถุนายน 2557

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)