บทที่ 3

ผล

3.1 สมบัติพื้นฐานของดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินทั้ง 5 ชุดดิน พบว่าดินเป็นกรดจัดมากถึงปานกลาง (pH อยู่ระหว่าง 3.90 ถึง 5.34) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (2.17 – 5.91 mg kg^{-1}) เนื้อดินเป็นดินเหนียวถึงดินร่วนปนทราย ชุดดินบางนราและนาทอนมีค่าความเป็นกรดและอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้สูง โดยมีค่าความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 7.78 และ 5.25 cmol(+) kg^{-1} ตามลำดับ และมีค่าอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 7.20 และ 4.96 cmol(+) kg^{-1} ตามลำดับ ชุดดินอ่าวลึกเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงที่สุดโดยมีอินทรียวัตถุถึง 5.31 เปอร์เซ็นต์ มีไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ รวมทั้งแมงกานีสสูง (ตารางที่ 6)

ดินบางนรามีค่าการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดคือ 2,554 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือชุดดินอ่าวลึก นาทอน ภูเก็ตและคอหงส์ ซึ่งมีค่าการดูดซับฟอสฟอรัสเท่ากับ 1,682 754 208 และ 39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

3.2 อัตราธาตุอาหารที่เหมาะสมเพื่อปรับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวโพดโดยการหาน้ำหนักแห้งของข้าวโพดในตำรับทดลองต่างๆ หลังจากปลูกไปแล้ว 4 สัปดาห์พบว่าข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินบางนรา นาทอนและภูเก็ตเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในตำรับทดลองที่มีการให้ธาตุอาหารในอัตรา ALL สำหรับชุดดินอ่าวลึกและคอหงส์ข้าวโพดเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในตำรับทดลองที่มีการให้ธาตุอาหารในอัตรา 2ALL และ 0.5ALL ตามลำดับ (ตารางที่ 7) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งของข้าวโพดในตำรับทดลองที่มีการให้ธาตุอาหารในอัตรา ALL พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.05$) ดังนั้นจึงใช้ธาตุออาหารในอัตรา ALL เป็นธาตุอาหารรองพื้น (basal application) ในการทดลองที่ 2 ต่อไป โดยเพิ่มธาตุอาหารแคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี และทองแดงลงไปด้วยเนื่อง

จากพืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารและจากค่าวิเคราะห์ดินพบว่าดินที่ศึกษามีธาตุอาหารเหล่านี้ค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 6 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินที่ศึกษา

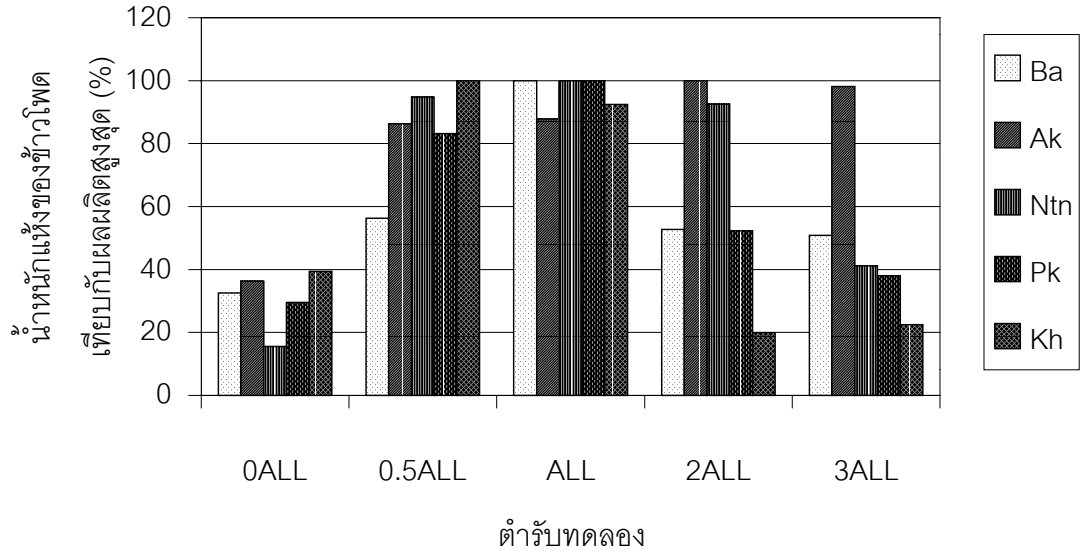
สมบัติของดิน	หน่วย	ชุดดิน				
		Ba	Ak	Ntn	Pk	Kh
pH (1:5 H_2O)		3.90	5.34	4.19	4.96	4.26
Organic matter	%	2.23	5.31	1.01	1.30	0.75
Total N	%	0.14	0.27	0.08	0.06	0.05
Total P	mgkg^{-1}	299	704	178	66	41
Avail.P	mgkg^{-1}	3.37	2.47	2.17	2.81	5.91
Exch. K	cmol(+) kg^{-1}	0.29	1.27	0.24	0.18	0.12
Exch. Ca	cmol(+) kg^{-1}	1.17	3.84	0.08	0.09	0.08
Exch. Mg	cmol(+) kg^{-1}	0.27	1.58	0.08	0.05	0.01
Fe	mgkg^{-1}	91	51	75	77	87
Mn	mgkg^{-1}	4.03	25.68	5.79	9.14	1.29
Cu	mgkg^{-1}	1.20	0.11	1.01	0.06	0.11
Zn	mgkg^{-1}	0.31	1.13	0.31	0.11	0.08
Exch. acidity	cmol(+) kg^{-1}	7.78	0.32	5.25	0.95	1.49
Exch. Al	cmol(+) kg^{-1}	7.20	0.23	4.96	0.89	1.33
Clay	%	51.08	67.59	28.32	15.74	16.54
Silt	%	19.70	5.09	32.97	7.86	11.54
Sand	%	29.22	27.32	40.51	76.40	71.92
Texture		Clay	Clay	Clay loam	Sandy loam	Sandy loam

ตารางที่ 7 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของข้าวโพดหลังจากปลูก 4 สัปดาห์ เมื่อให้ธาตุอาหารในอัตราต่างๆ กัน

ชุดดิน	น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของข้าวโพด (กรัมต่อกระถาง)				
	0ALL	0.5ALL	ALL	2ALL	3ALL
บางนารา (Ba)	0.696 *a*	1.205 *a*	2.138 *a*	1.127 *a*	1.088 *a*
อ่าวลึก (Ak)	1.525 *a*	3.630 *b*	3.691 *b*	4.206 *b*	4.124 *b*
นาทอน (Ntn)	0.239 *a*	1.462 *b*	1.544 *b*	1.429 *b*	0.634 *a*
ภูเก็ต (Pk)	0.877 *a*	2.468 *b*	2.967 *b*	1.549 *a*	1.126 *a*
คอหงส์ (Kh)	1.506 *b*	3.825 *c*	3.535 *c*	0.762 *a*	0.860 *a*

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในชุดดินเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตตอบสนองต่อการให้ปุ๋ยอย่างมากโดยในตำรับทดลองที่มีการให้ธาตุอาหารในอัตราต่ำคือ 0.5 ALL ในเกือบทุกชุดดินมีค่าผลผลิตสัมพันธ์สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นชุดดินบางนารามีค่าผลผลิตสัมพันธ์เท่ากับ 56 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 น้ำหนักแห้งของข้าวโพดเมื่อเทียบกับผลผลิตสูงสุด (%Relative Yield) ในแต่ละตำรับทดลองของชุดดินต่างๆ

จากการสังเกตุอาการของต้นข้าวโพดพบว่าข้าวโพดมีอาการขาดธาตุอาหารในเกือบทุกชุดดินโดยเฉพาะในตำรับทดลองที่ให้ธาตุอาหารในอัตรา 0ALL และ 0.5 ALL ยกเว้นชุดดินอ่าวลึกซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ลักษณะอาการที่สังเกตุพบคือ ต้นผอม ใบเล็ก ปลายใบเหลือง ปลายใบม้วน ใบหัก และขอบใบแหว่งเป็นแนวยาว

3.3 การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสกับการเจริญเติบโตของข้าวโพด

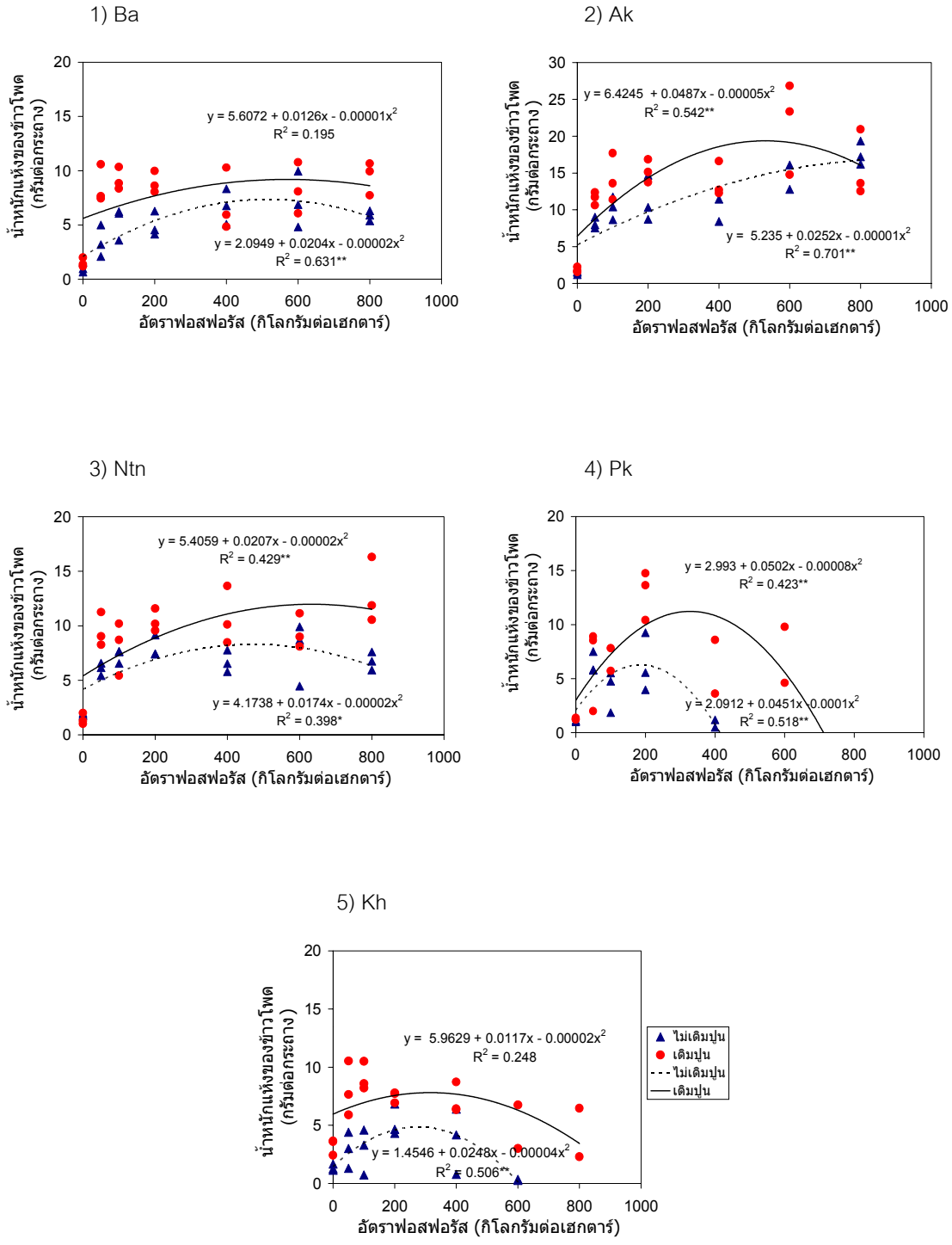
เมื่อให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสลงในดินพบว่าข้าวโพดมีการเจริญเติบโตดีขึ้นทั้งในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูน โดยน้ำหนักแห้งของข้าวโพดในตำรับทดลองที่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ขึ้นไปสูงกว่าตำรับทดลองที่ไม่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.05$) ในชุดดินบางนราที่มีการเติมปูน ดินอ่าวลึกและนาทอนทั้งในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูน (ตารางที่ 8) แต่พบว่าการเจริญเติบโตของข้าวโพดมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการเติมธาตุฟอฟสอรัสในอัตราสูง (รูปที่ 2) สำหรับชุดดินภูเก็ตพบว่าเมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 400 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ น้ำหนักแห้งของข้าวโพดลดลงอย่างมากโดยเฉพาะในตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนน้ำหนักแห้งของข้าวโพดน้อยกว่าตำรับทดลองที่ไม่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินและข้าวโพดตายเมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 600 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ขึ้นไปในตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนและ 800 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูน เช่นเดียวกับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินคอหงส์เมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 600 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนน้ำหนักแห้งของข้าวโพดลดลงจนน้อยกว่าตำรับทดลองที่ไม่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสและข้าวโพดตายเมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 800 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวโพดระหว่างตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูนพบว่าน้ำหนักแห้งของข้าวโพดในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนสูงกว่าตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนในทุกชุดดิน (ตารางที่ 8 และรูปที่ 2) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินในดินกับน้ำหนักแห้งของข้าวโพดโดยใช้สมการ $y= a + bx + cx^2$ พบว่าอัตราการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินกับน้ำหนักแห้งของข้าวโพดมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างน้อยในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนของชุดดินอ่าวลึก ($R^2 = 0.542^{**}$) นาทอน ($R^2 = 0.429^{**}$) และภูเก็ต ($R^2 = 0.423^{**}$) และไม่สัมพันธ์กันในชุดดินบางนราและคอหงส์ สำหรับในตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนพบว่าอัตราการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินกับน้ำหนักแห้งของข้าวโพดมีความสัมพันธ์กันในทุกชุดดิน ($R^2 = 0.398^{*} - 0.701^{**}$) (รูปที่ 2)

ตารางที่ 8 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของข้าวโพด (กรัมต่อกระถาง) เมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสอัตราต่างๆ ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูนของชุดดินต่างๆ

ชุดดิน		อัตราธาตุฟอสฟอรัส (กิโลกรัมต่อเฮกตาร์)							LSD
		0	50	100	200	400	600	800	(P=0.05)
Ba	ไม่เติมปูน	1.059	3.430	5.289	4.980	6.721	7.210	5.732	2.617
	เติมปูน	1.520	8.485	9.184	8.886	7.017	8.313	9.451	3.039
	ชุดควบคุม	1.282							
Ak	ไม่เติมปูน	1.442	8.169	10.265	11.249	9.935	14.426	17.573	3.695
	เติมปูน	1.857	11.571	14.229	15.245	13.873	21.656	15.694	5.872
	ชุดควบคุม	0.900							
Ntn	ไม่เติมปูน	1.858	6.054	7.273	7.992	6.700	7.686	6.765	2.253
	เติมปูน	1.430	9.519	8.112	10.440	10.754	9.410	12.908	3.516
	ชุดควบคุม	1.841							
Pk	ไม่เติมปูน	1.071	6.366	4.041	6.257	0.831	*	*	4.308
	เติมปูน	1.269	6.479	6.765	12.935	6.086	7.200	*	5.578
	ชุดควบคุม	1.115							
Kh	ไม่เติมปูน	1.356	2.906	2.873	5.263	3.783	0.304	*	3.622
	เติมปูน	3.222	8.024	9.097	7.475	7.164	4.649	6.774	3.210
	ชุดควบคุม	1.727							

* ต้นข้าวโพดตาย



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของข้าวโพดกับอัตราธาตุฟอสฟอรัส

ที่เติมลงในดินของชุดดินต่างๆ

3.4 การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดและปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้

จากการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดพบว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอัตราการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินที่เพิ่มขึ้นทั้งในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูน (ตารางที่ 9) และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดกับอัตราการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินโดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างสูงในทุกชุดดินทั้งในตำรับทดลองที่มีการเติมปูน (R^2 = 0.882** - 0.944**) และไม่เติมปูน (R^2 = 0.766** - 0.954**) (รูปที่ 3) เมื่อนำค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดมาคำนวณเป็นปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้สูงขึ้นเมื่อมีการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินในอัตราที่สูงขึ้นทั้งในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูนของชุดดินบางนรา อ่าวลึก และนาทอน สำหรับชุดดินภูเก็ตและคอหงส์พบว่าเมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตราตั้งแต่ 400 และ 600 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ขึ้นไปตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้ต่ำลง (ตารางที่ 10) เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้กับอัตราธาตุฟอสฟอรัสที่เติมลงในดินโดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$ พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทุกชุดดินทั้งในตำรับทดลองที่มีการเติมปูน (R^2 = 0.715** - 0.905**) และไม่เติมปูน (R^2 = 0.632** - 0.958**) (รูปที่ 4)

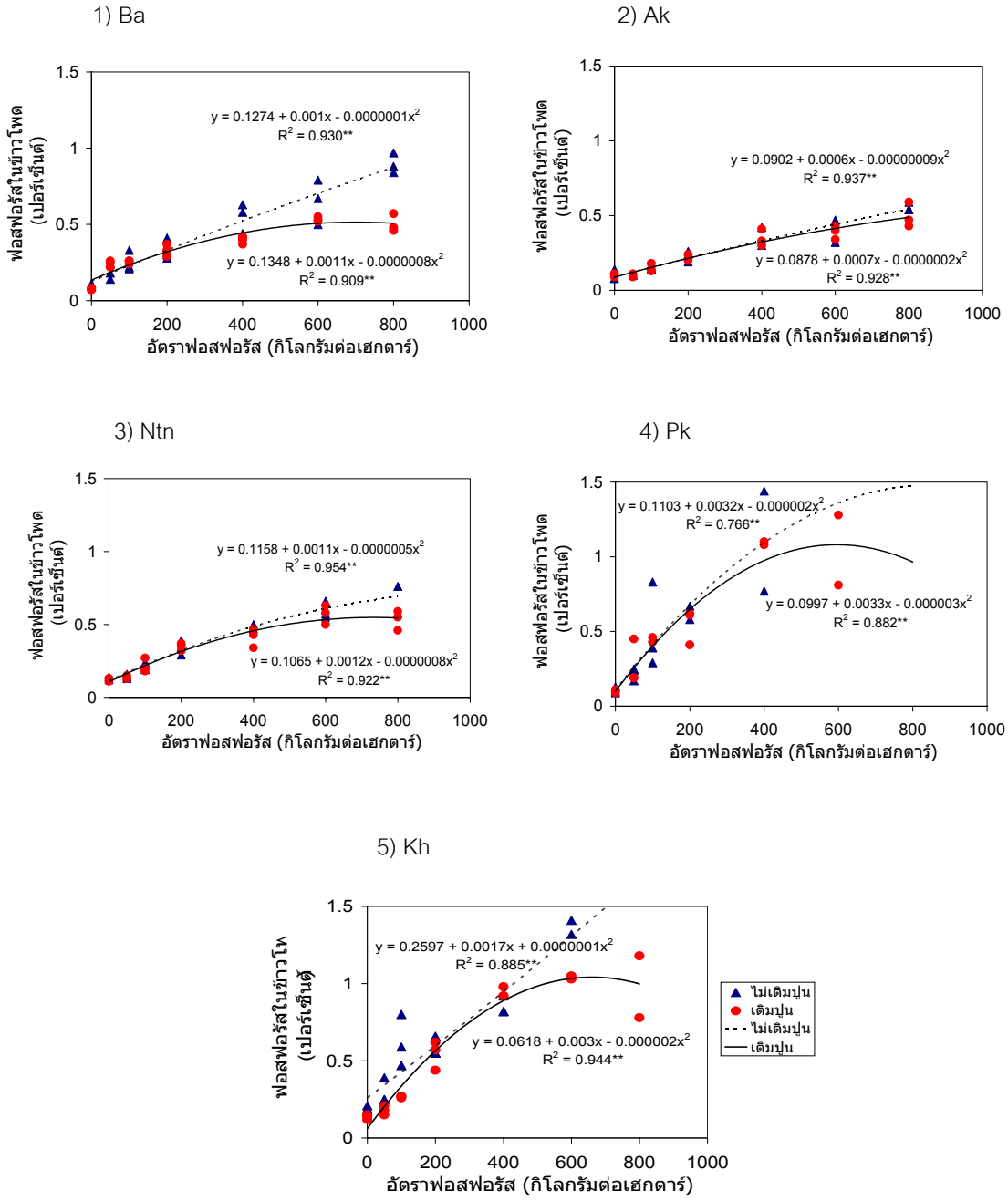
เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดระหว่างตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูนพบว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูนไม่แตกต่างกันเมื่อไม่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินหรือเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตราต่ำ แต่เมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงขึ้นพบว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดในตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปูน ยกเว้นชุดดินคอหงส์ที่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดในตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการเติมปูนทั้งในตำรับทดลองที่ไม่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสและที่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินในเกือบทุกอัตรา (ตารางที่ 9 และรูปที่ 3) เมื่อนำค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดมาคำนวณเป็นปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนสูงกว่าตำรับทดลองที่ไม่เติมปูน โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มอัตราการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินในชุดดินนาทอน

ภูเก็ต และคอหงส์ สำหรับชุดดินบางนราและอ่าวลึกพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนสูงกว่าตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนเมื่อไม่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินหรือเติมธาตุในอัตราต่ำแต่เมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงกว่า 400 และ 800 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนต่ำกว่าตำรับทดลองที่ไม่เติมปูน (ตารางที่ 10 และรูปที่ 4)

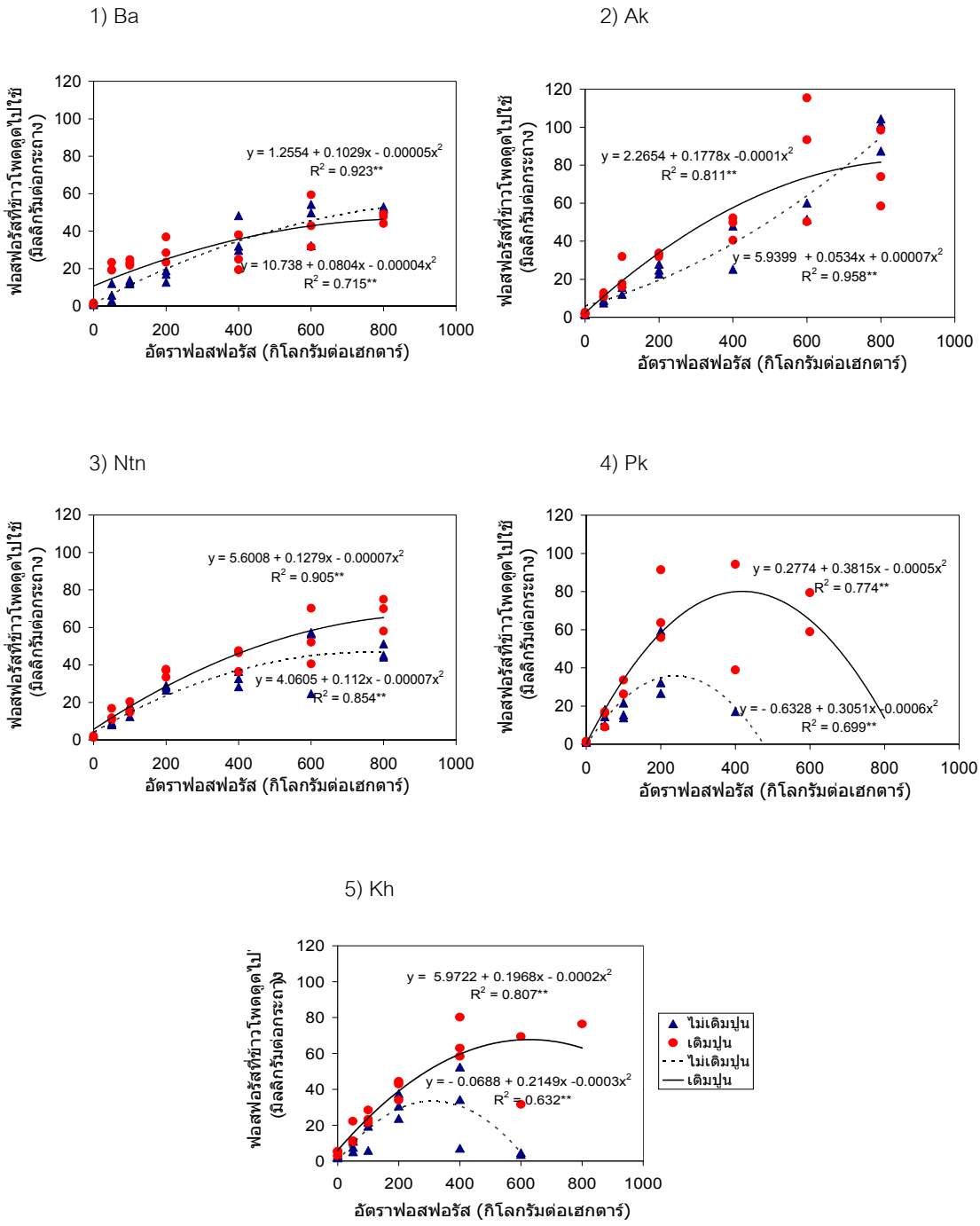
ตารางที่ 9 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเฉลี่ยในข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสอัตราต่างๆ ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูนของชุดดินต่างๆ

ชุดดิน		อัตราธาตุฟอสฟอรัส (กิโลกรัมต่อเฮกตาร์)						
		0	50	100	200	400	600	800
Ba	ไม่เติมปูน	0.10	0.19	0.25	0.33	0.55	0.65	0.90
	เติมปูน	0.08	0.24	0.25	0.33	0.40	0.53	0.55
	ชุดควบคุม	0.12						
Ak	ไม่เติมปูน	0.10	0.10	0.15	0.23	0.36	0.40	0.56
	เติมปูน	0.10	0.10	0.15	0.22	0.35	0.39	0.50
	ชุดควบคุม	0.10						
Ntn	ไม่เติมปูน	0.13	0.14	0.22	0.35	0.49	0.59	0.70
	เติมปูน	0.12	0.14	0.22	0.35	0.41	0.57	0.53
	ชุดควบคุม	0.14						
Pk	ไม่เติมปูน	0.11	0.22	0.50	0.63	1.11	*	*
	เติมปูน	0.10	0.28	0.45	0.55	1.09	1.05	*
	ชุดควบคุม	0.13						
Kh	ไม่เติมปูน	0.18	0.30	0.62	0.59	0.85	1.37	*
	เติมปูน	0.14	0.18	0.27	0.54	0.94	1.04	0.98
	ชุดควบคุม	0.16						

* ต้นข้าวโพดตาย



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดกับอัตราธาตุฟอสฟอรัสที่เติมลงในดินของชุดดินต่างๆ



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้กับอัตราธาตุ

ฟอสฟอรัสที่เติมลงในดินของชุดดินต่างๆ

ตารางที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ยที่ข้าวโพดดูดไปใช้ (มิลลิกรัมต่อกระถาง) เมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสอัตราต่างๆ ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูนของชุดดินต่างๆ

ชุดดิน		อัตราธาตุฟอสฟอรัส (กิโลกรัมต่อเฮกตาร์)						
		0	50	100	200	400	600	800
Ba	ไม่เติมปูน	1.029	6.895	12.749	16.153	36.671	45.419	52.316
	เติมปูน	1.177	20.602	23.188	29.581	27.436	44.574	46.975
	ชุดควบคุม	1.571						
Ak	ไม่เติมปูน	1.393	8.434	15.109	25.133	36.672	55.738	97.762
	เติมปูน	1.927	11.550	21.827	32.827	47.510	86.352	76.961
	ชุดควบคุม	0.936						
Ntn	ไม่เติมปูน	2.410	8.632	15.858	27.872	32.530	46.116	46.853
	เติมปูน	1.726	13.125	16.914	36.059	43.493	54.273	67.681
	ชุดควบคุม	2.497						
Pk	ไม่เติมปูน	1.134	14.112	16.883	39.333	10.387	*	*
	เติมปูน	1.274	14.035	29.945	70.302	66.586	69.132	*
	ชุดควบคุม	1.491						
Kh	ไม่เติมปูน	2.441	7.870	15.631	30.650	31.280	4.122	*
	เติมปูน	4.470	14.733	24.289	40.418	67.197	50.513	76.311
	ชุดควบคุม	2.690						

* ต้นข้าวโพดตาย

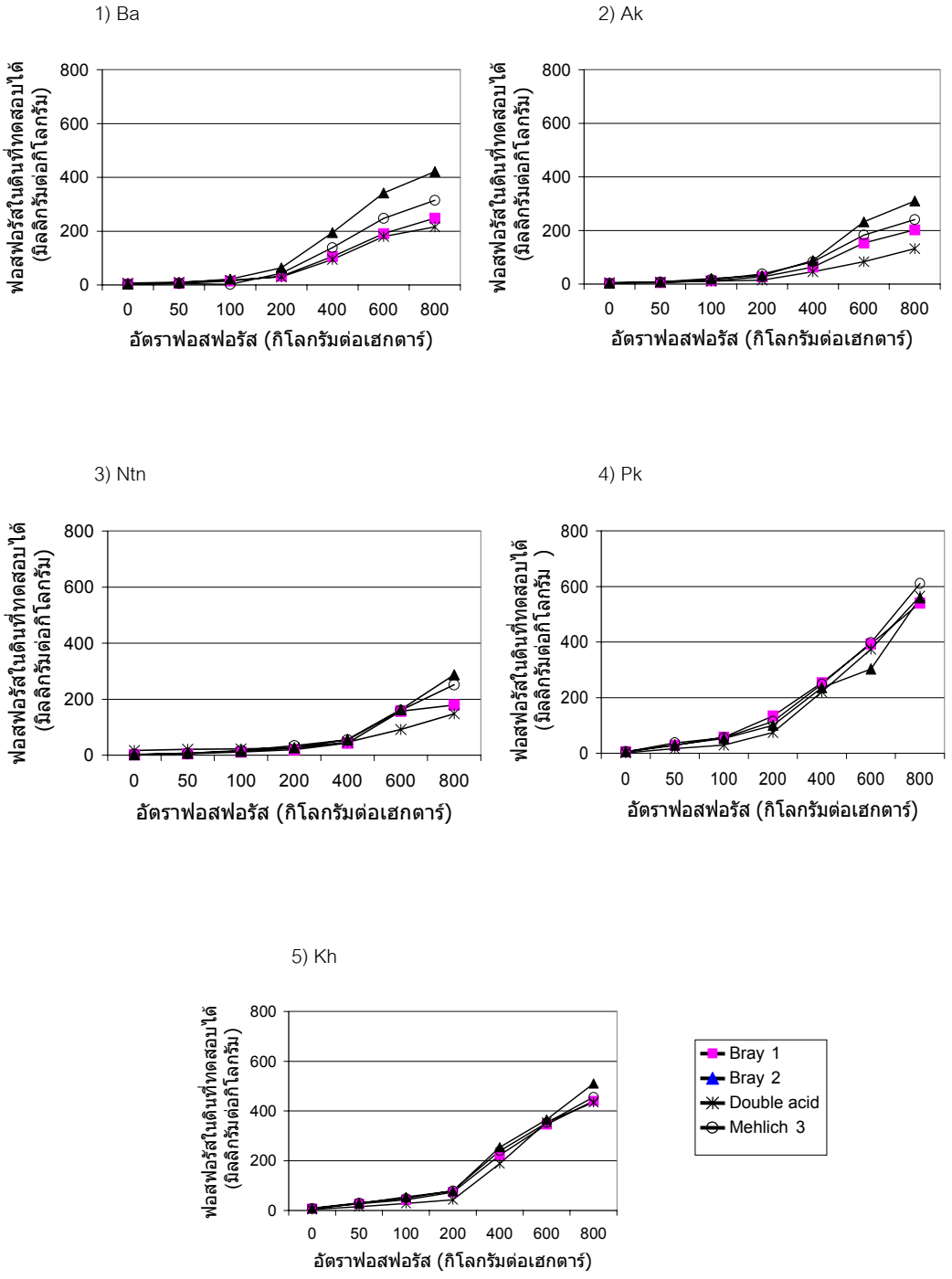
3.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ทดสอบได้ในดินกับการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ในดินที่ไม่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Double acid ให้ค่าที่สูงกว่าวิธีอื่นค่อนข้างมากในดินบางนรา อ่าวลึก และนาทอน ($P = 5.99 – 39.49$ mg kg^{-1}) ขณะที่วิธี Bray 1, Bray 2 และ Mehlich 3 ให้ค่าใกล้เคียงกัน (P =

1.61 – 3.61 mg kg^{-1}) แต่ในดินภูเก็ตและคอหงส์วิธี Double acid กลับให้ค่าต่ำกว่าวิธีอื่น (P = 1.49 – 3.57 mg kg^{-1}) โดยวิธี Bray 1, Bray 2 และ Mehlich 3 ให้ค่าใกล้เคียงกัน (P = 4.43 – 8.90 mg kg^{-1}) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อมีการเติมธาตุฟอสฟอรัสโดยเฉพาะในอัตราสูงในดินที่ไม่มีการเติมปูนปริมาณฟอสฟอรัสที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 2 > Mehlich 3 > Bray 1 > Double acid ในดินบางนรา อ่าวลึก และนาทอน โดยมีความแตกต่างกันมากขึ้นเมื่ออัตราการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินสูงขึ้น สำหรับในดินภูเก็ตและคอหงส์วิธี Double acid ยังคงให้ค่าที่ต่ำกว่าวิธีอื่นแม้จะมีการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส (รูปที่ 5)

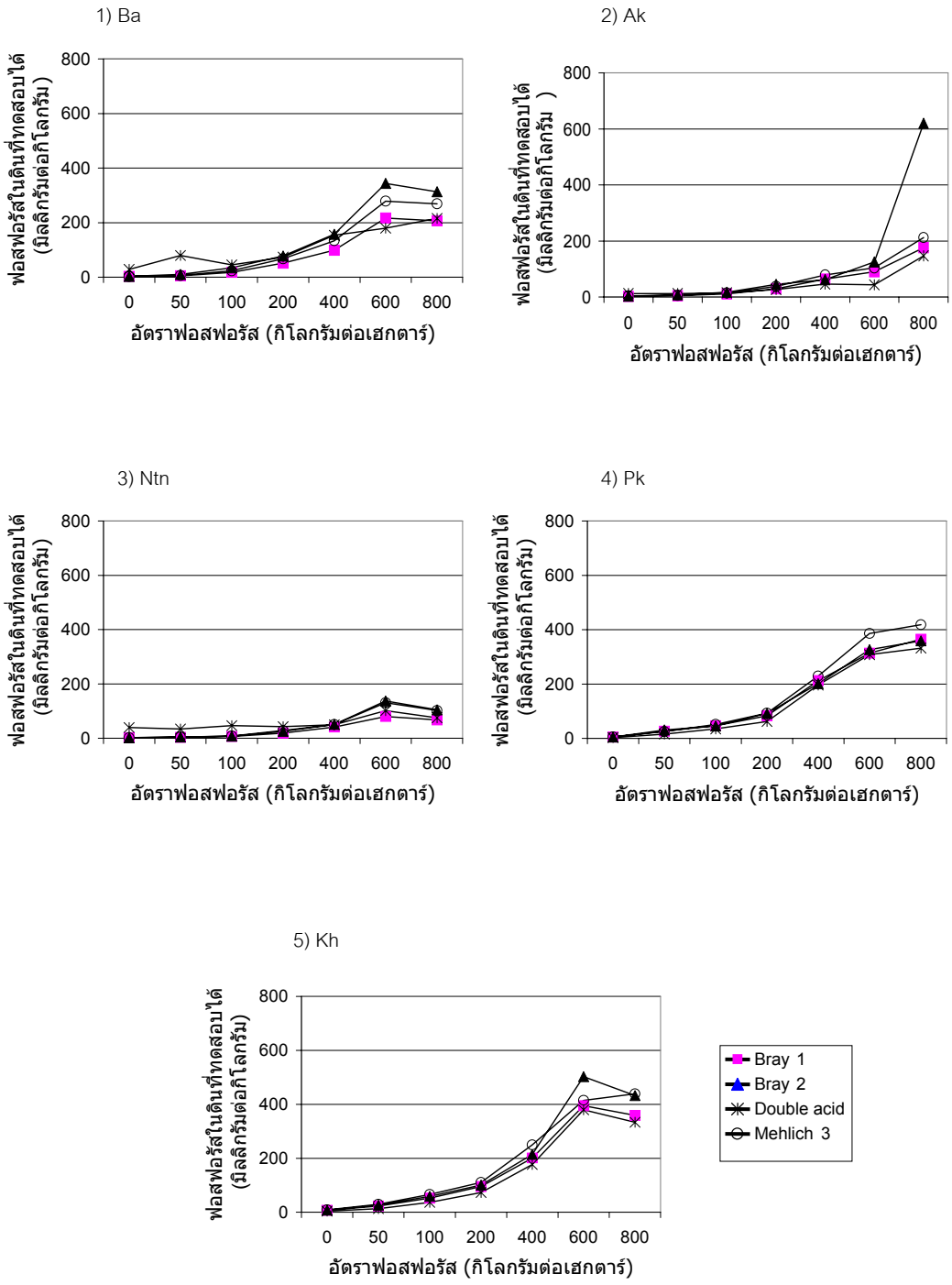
การเติมปูนมีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่ทดสอบด้วยวิธี Double acid สูงขึ้นเมื่อไม่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสในเกือบทุกชุดดินยกเว้นดินคอหงส์ (ดินบางนราเพิ่มจาก 7.18 mg kg^{-1} เป็น 28.92 mg kg^{-1} ดินอ่าวลึกเพิ่มจาก 5.99 mg kg^{-1} เป็น 12.19 mg kg^{-1} ดินนาทอนเพิ่มจาก 16.32 mg kg^{-1} เป็น 39.49 mg kg^{-1} และดินภูเก็ตเพิ่มจาก 1.49 mg kg^{-1} เป็น 3.37 mg kg^{-1}) แต่ไม่มีผลในดินคอหงส์ (3.52 mg kg^{-1} เป็น 3.57 mg kg^{-1}) นอกจากนี้การเติมปูนมีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่ทดสอบด้วยวิธี Double acid สูงกว่าวิธีอื่นอย่างมากในดินบางนราและนาทอนที่ไม่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสหรือเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตราต่ำกว่า 100 และ 400 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับ แต่เมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตราสูงพบว่าวิธี Bray 2 และ Mehlich 3 ให้ค่าที่สูงกว่าวิธีอื่นในทุกชุดดิน (รูปที่ 6)

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 มีความสัมพันธ์กับอัตราฟอสฟอรัสที่เติมลงในดินทั้งในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในทุกชุดดิน (รูปที่ 7 และ 8) โดยปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Double acid มีความสัมพันธ์กับอัตราฟอสฟอรัสที่เติมลงในดินค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนของดินบางนราและนาทอน (ตารางที่ 11)



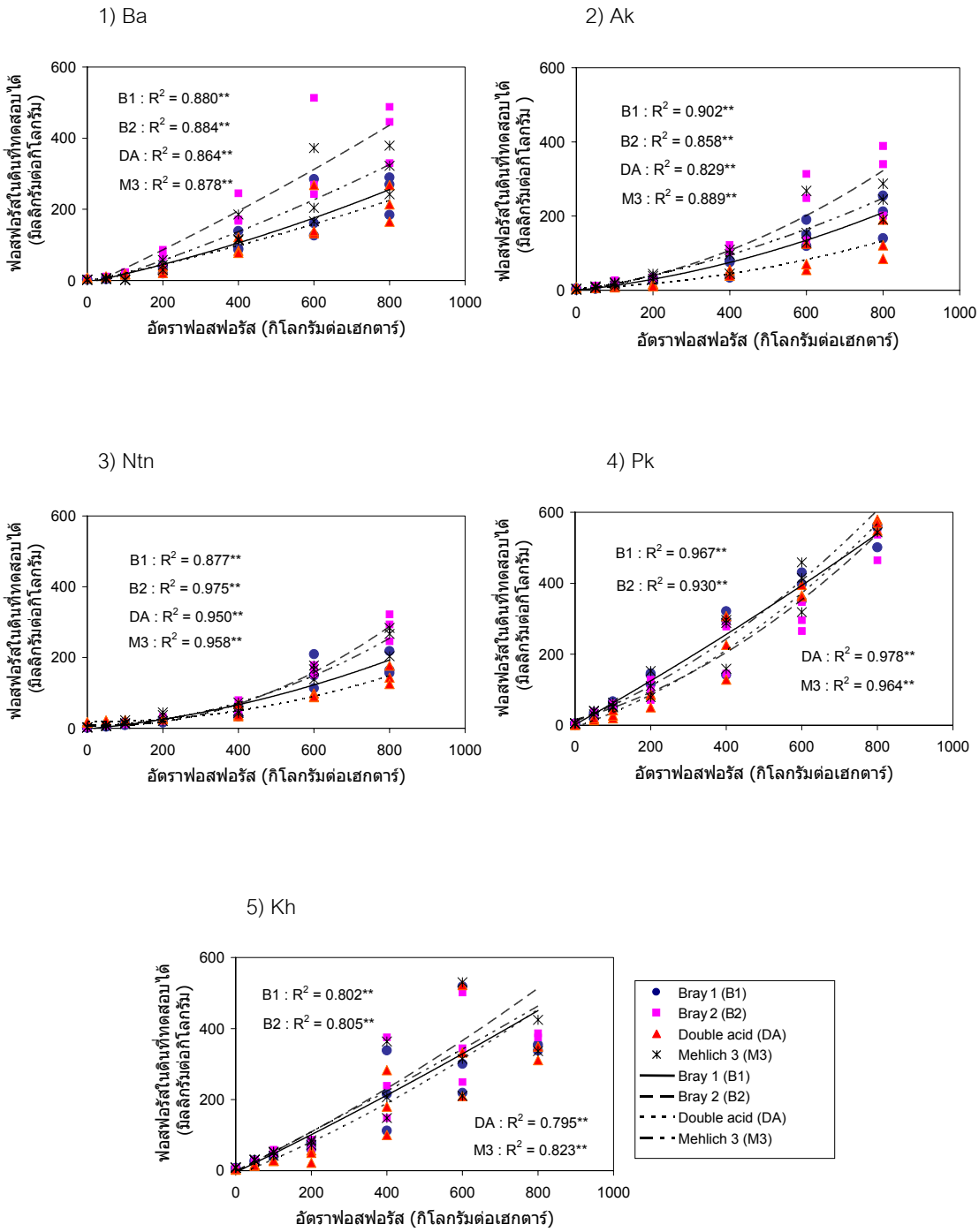
รูปที่ 5 ผลของการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1,

Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ในตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนของชุดดินต่างๆ



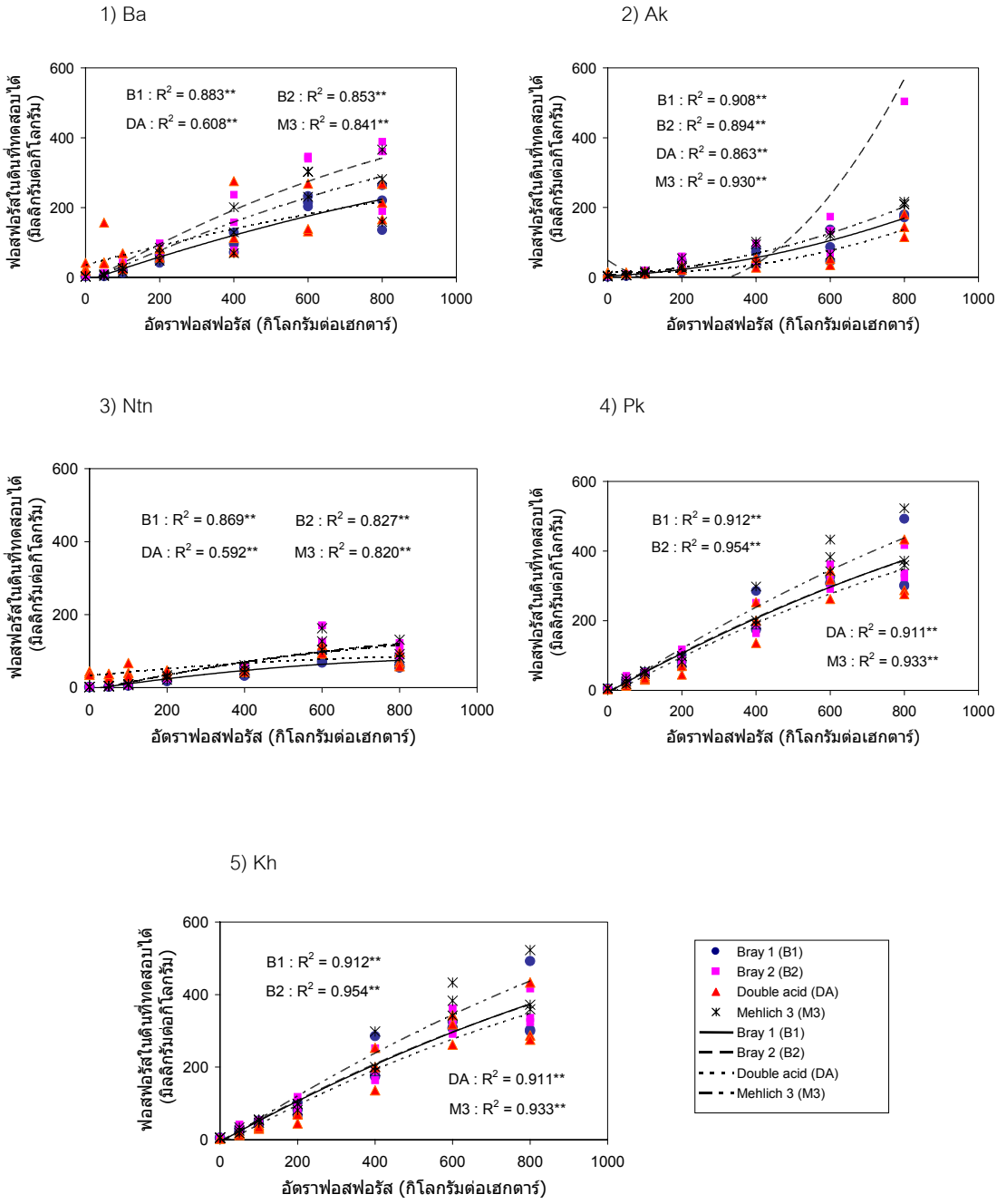
รูปที่ 6 ผลของการให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1,

Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนของชุดดินต่างๆ



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราธาตุฟอสฟอรัสที่เติมลงในดินกับปริมาณฟอสฟอรัส

ในดินที่ทดสอบได้ด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ใน ตำรับทดลองที่ไม่เติมปูนของชุดดินต่างๆ โดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราธาตุฟอสฟอรัสที่เติมลงในดินกับปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

ที่ทดสอบได้ด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนของชุดดินต่างๆ โดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$

ตารางที่ 11 สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเติมธาตุฟอสฟอรัสลงในดินกับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธีต่างๆ

ตำรับทดลอง		วิธีทดสอบ			
		Bray 1	Bray 2	Double acid	Mehlich 3
Ba	ไม่เติมปูน	.880**	.884**	.864**	.878**
	เติมปูน	.883**	.853**	.608**	.841**
Ak	ไม่เติมปูน	.902**	.858**	.829**	.889**
	เติมปูน	.908**	.894**	.863**	.930**
Ntn	ไม่เติมปูน	.877**	.975**	.950**	.958**
	เติมปูน	.869**	.827**	.592**	.820**
Pk	ไม่เติมปูน	.967**	.930**	.978**	.964**
	เติมปูน	.912**	.954**	.911**	.933**
Kh	ไม่เติมปูน	.802**	.805**	.795**	.823**
	เติมปูน	.904**	.867**	.863**	.920**

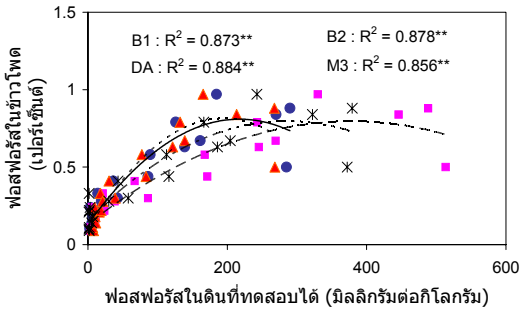
** สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

3.6 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ทดสอบได้ในดินกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดและปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้

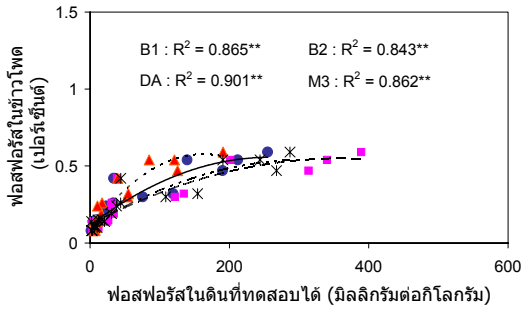
จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ทดสอบได้ในดินกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดโดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$ พบว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดทั้งในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูนมีความ สัมพันธ์อย่างสูงกับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1 (R^2 = 0.809** – 0.922**) Bray 2 (R^2 = 0.797** – 0.924**) และ Mehlich 3 (R^2 = 0.827** – 0.944**) ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Double acid มีความสัมพันธ์อย่างสูงกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่

วิเคราะห์ได้ในข้าวโพดในตำรับทดลองที่ไม่เติมปุ๋ยของทุกชุดดิน (R^2 = 0.824** – 0.901**) แต่มีความสัมพันธ์น้อยลงมากเมื่อมีการเติมปุ๋ยในดินบางนรา (R^2 = 0.722**) อ่าวลึก (R^2 = 0.694**) และนาทอน (R^2 = 0.439**) (รูปที่ 9 และ 10)

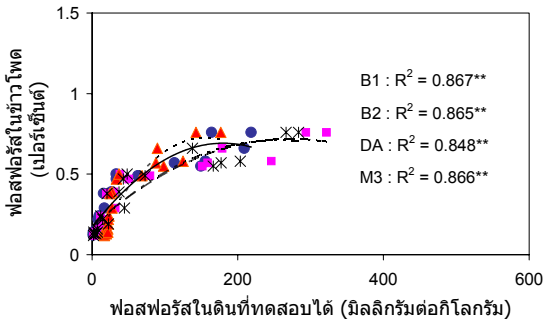
1) Ba



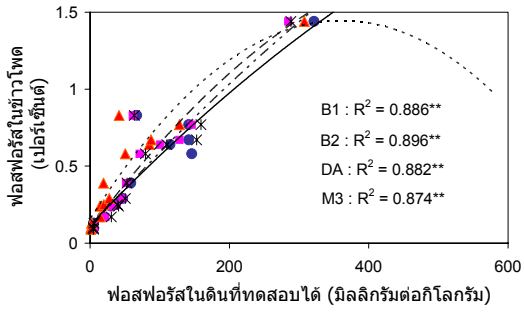
2) Ak



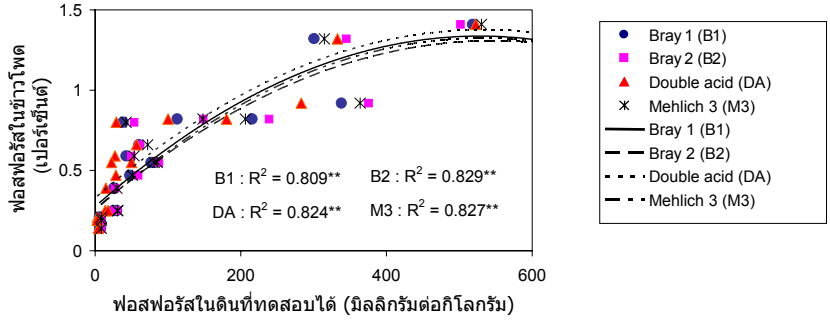
3) Ntn



4) Pk

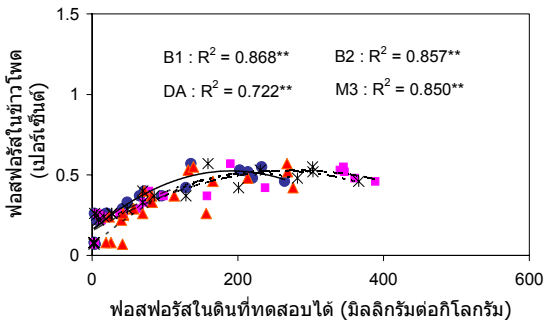


5) Kh

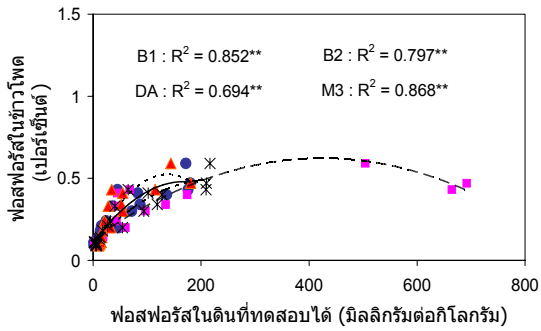


รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดกับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบได้ด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ในตำรับทดลองที่ไม่เติมปุ๋ยของชุดดินต่างๆ โดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$

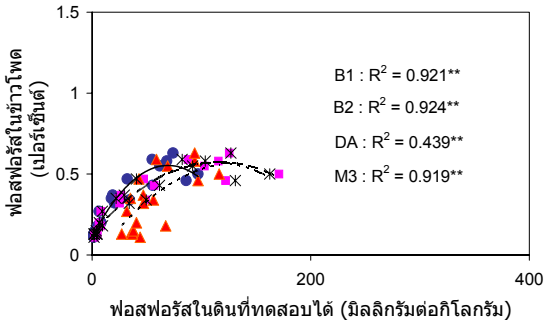
1) Ba



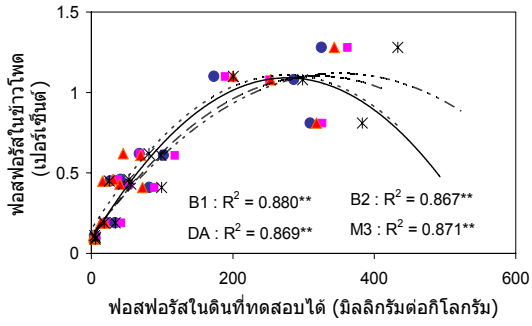
2) Ak



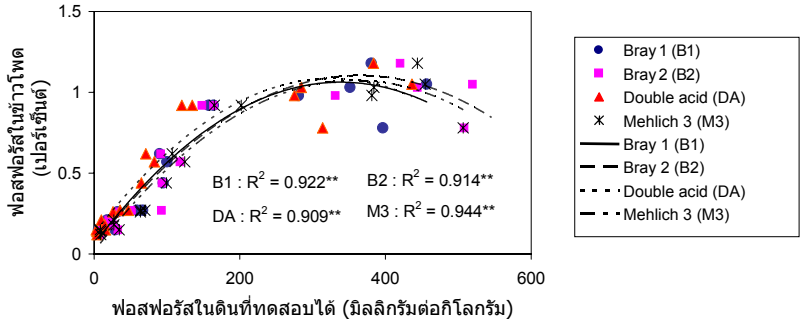
3) Ntn



4) Pk



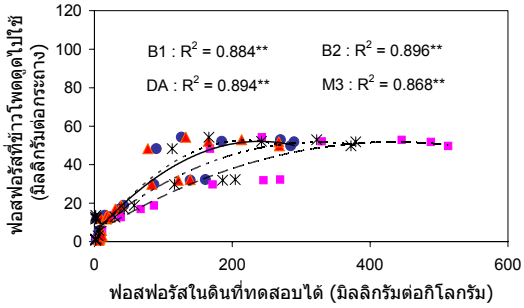
5) Kh



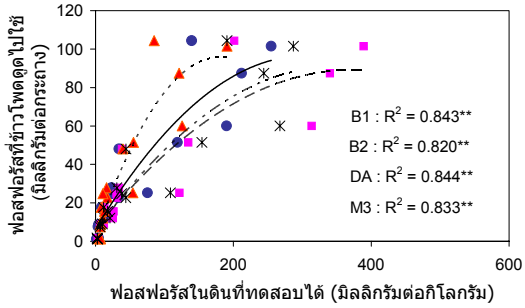
รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดกับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบได้ด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนของชุดดินต่างๆ โดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้กับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 โดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$ พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในทุกชุดดินทั้งในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูน (รูปที่ 11 และ 12) โดยที่ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Double acid มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้น้อยกว่าวิธีอื่นๆ ในเกือบทุกชุดดินที่มีการเติมปูน ($R^2 = 0.382^{**} – 0.629^{**}$) ยกเว้นชุดดินคอหงส์ที่ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้อย่างสูงเช่นเดียวกับวิธีอื่นๆ ขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1, Bray 2 และ Mehlich 3 กับปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้มีค่าใกล้เคียงกันทั้งในดินที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูน

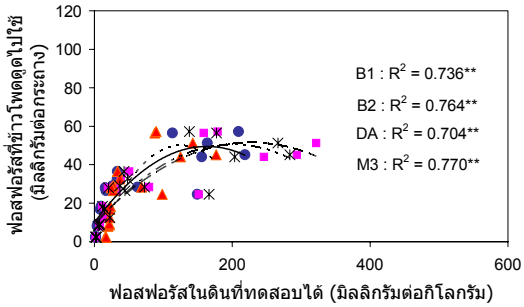
1) Ba



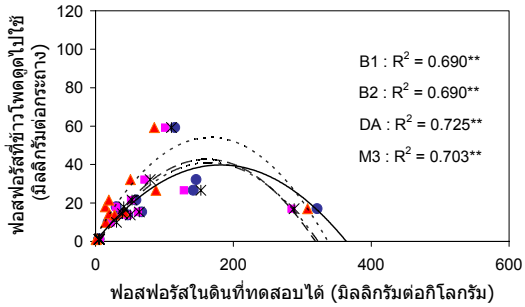
2) Ak



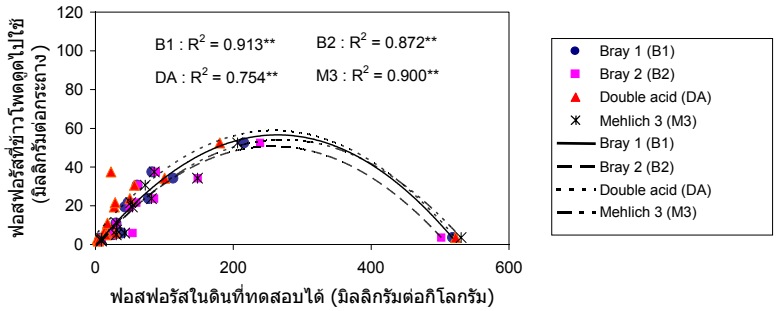
3) Ntn



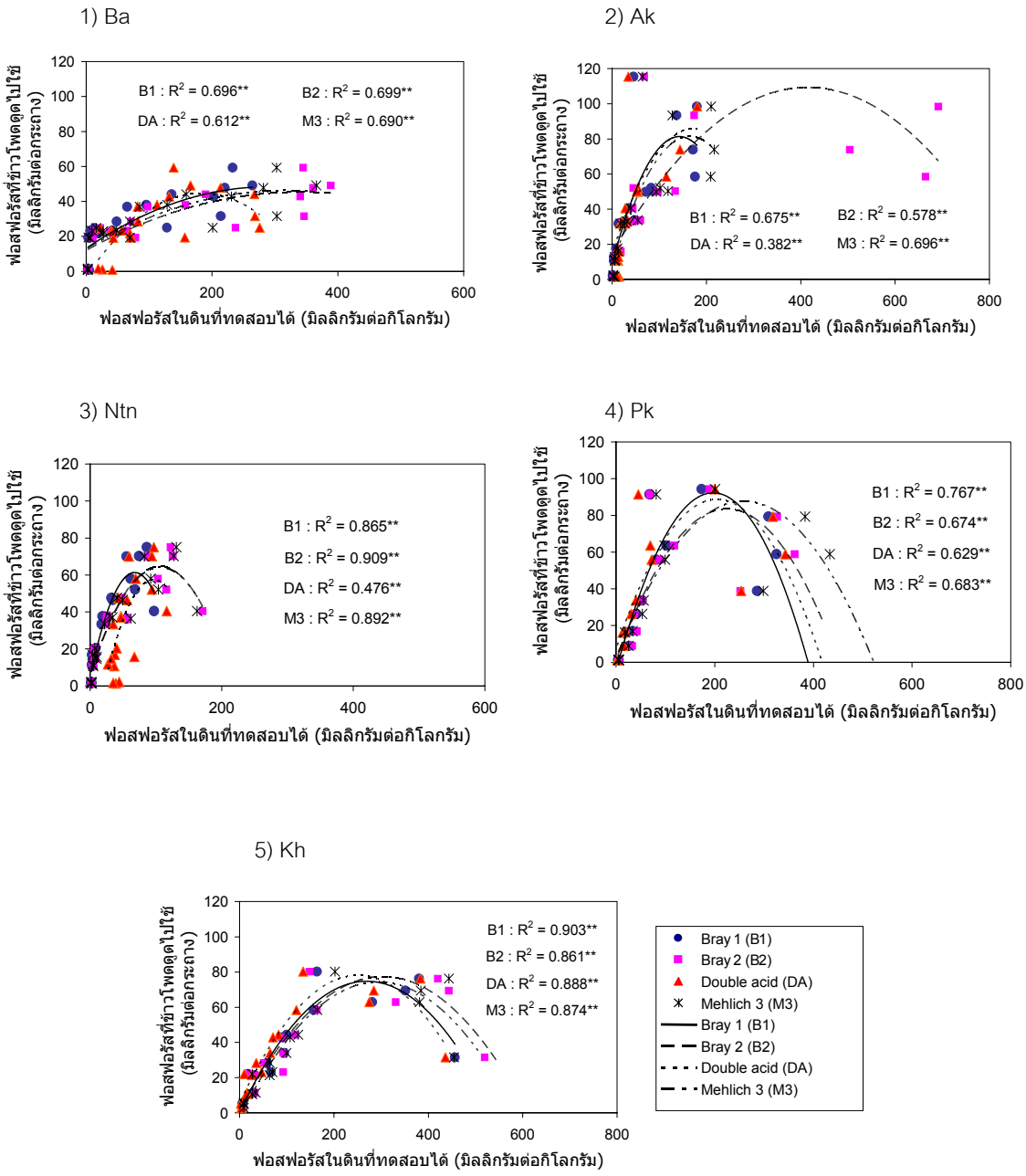
4) Pk



5) Kh



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้กับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบได้ด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ในตำรับทดลองที่ไม่เติมปุ๋ยของชุดดินต่างๆ โดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้กับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบได้ด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนของชุดดินต่างๆ โดยใช้สมการ $y = a + bx + cx^2$

3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธีต่าง ๆ

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 มีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นอย่างสูงในตำรับทดลองที่ไม่มีการเติมปูนของทุกชุดดิน ($r = 0.937 - 0.998$; $P \leq 0.01$) (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธีต่างๆ ในตำรับทดลองที่ไม่เติมปูน

ชุดดิน	วิธีทดสอบ	Bray 1	Bray 2	Double Acid
บางนารา (Ba)	Bray 2	0.998**		
	Double Acid	0.995**	0.997**	
	Mehlich 3	0.998**	0.998**	0.997**
อ่าวลึก (Ak)	Bray 2	0.993**		
	Double Acid	0.974**	0.971**	
	Mehlich 3	0.984**	0.973**	0.967**
นาทอน (Ntn)	Bray 2	0.940**		
	Double Acid	0.945**	0.982**	
	Mehlich 3	0.937**	0.987**	0.987**
ภูเก็ต (Pk)	Bray 2	0.969**		
	Double Acid	0.987**	0.968**	
	Mehlich 3	0.972**	0.959**	0.981**
คอหงส์ (Kh)	Bray 2	0.993**		
	Double Acid	0.994**	0.989**	
	Mehlich 3	0.995**	0.985**	0.989**

** สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

สำหรับตำรับทดลองที่มีการเติมปูนพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ทุกวิธีสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นอย่างสูง ($r = 0.909 - 0.996$; $P \leq 0.01$) ยกเว้นในดินบางนราที่ปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Double acid มีความสัมพันธ์กับวิธีอื่นๆ ค่อนข้างน้อย ($r = 0.723 - 0.745$; $P \leq 0.01$) (ตารางที่ 13)

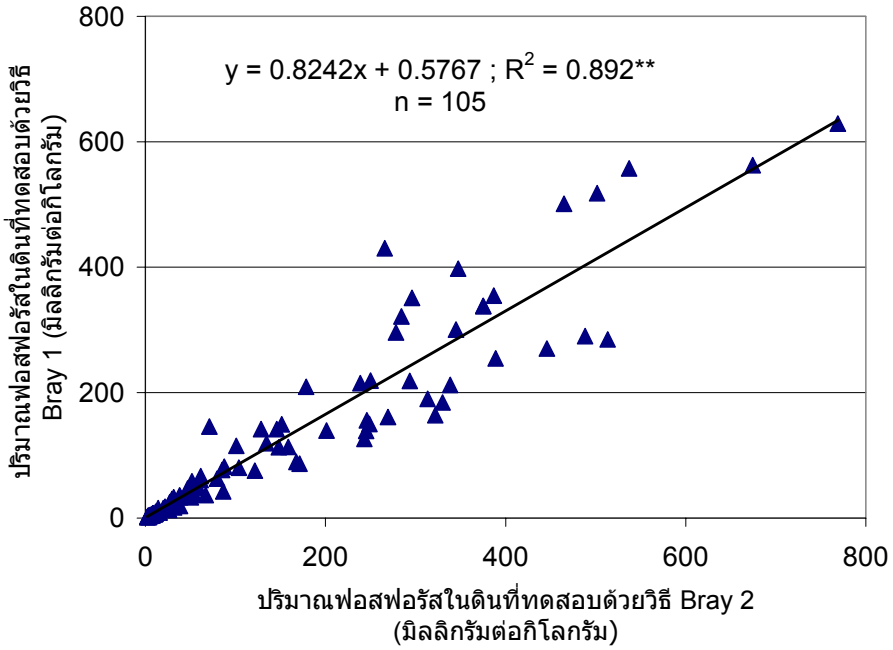
ตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) ของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธีต่างๆ ในตำรับทดลองที่มีการเติมปูน

ชุดดิน	วิธีทดสอบ	Bray 1	Bray 2	Double Acid
บางนรา (Ba)	Bray 2	0.994**		
	Double Acid	0.723**	0.744**	
	Mehlich 3	0.993**	0.990**	0.745**
อ่าวลึก (Ak)	Bray 2	0.909**		
	Double Acid	0.964**	0.953**	
	Mehlich 3	0.991**	0.915**	0.957**
นาทอน (Ntn)	Bray 2	0.985**		
	Double Acid	0.914**	0.923**	
	Mehlich 3	0.990**	0.995**	0.930**
ภูเก็ต (Pk)	Bray 2	0.986**		
	Double Acid	0.991**	0.992**	
	Mehlich 3	0.992**	0.996**	0.995**
คอหงส์ (Kh)	Bray 2	0.990**		
	Double Acid	0.987**	0.983**	
	Mehlich 3	0.989**	0.980**	0.972**

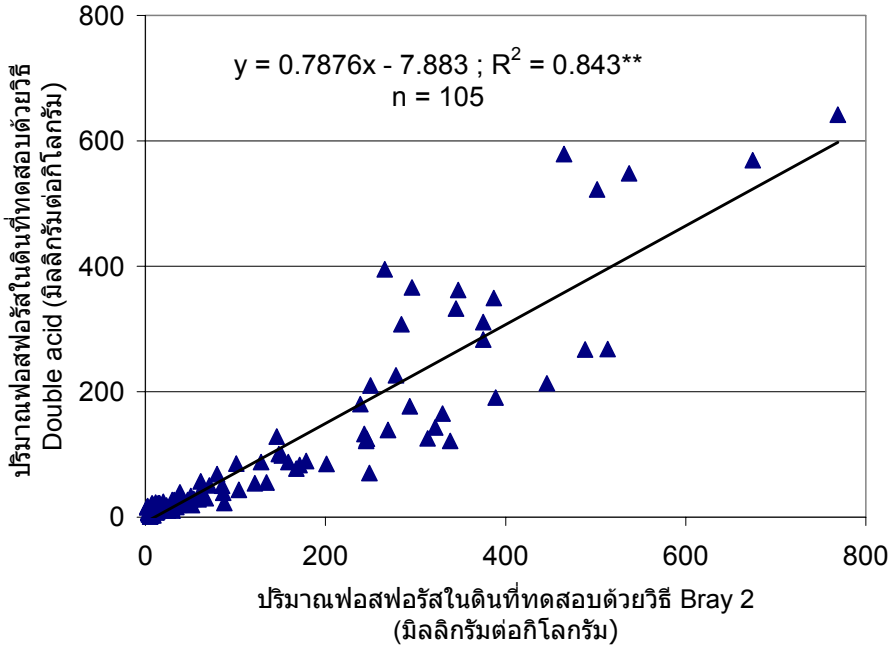
** สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1, Double acid และ Mehlich 3 กับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 2 ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยในดินกรดเขตร้อนทั้ง 5 ชุดดินที่ไม่มีการเติมปูนพบว่ามีความ

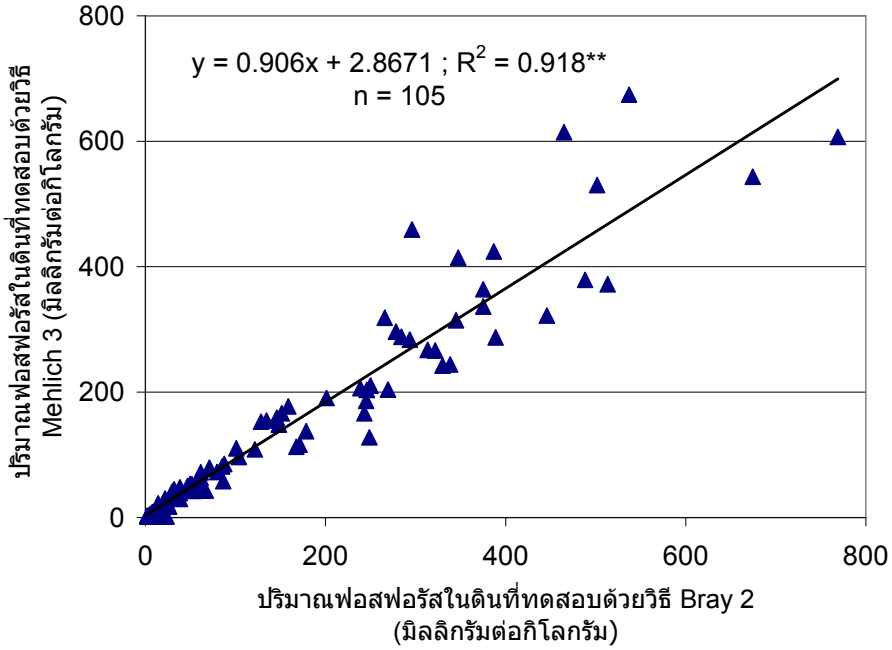
สัมพันธ์กันอย่างสูงและมีสมการความสัมพันธ์ดังรูปที่ 13 – 15 สำหรับในตำรับทดลองที่มีการเติมปูนพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างสูงเช่นเดียวกันและมีสมการความสัมพันธ์ดังรูปที่ 16 – 18



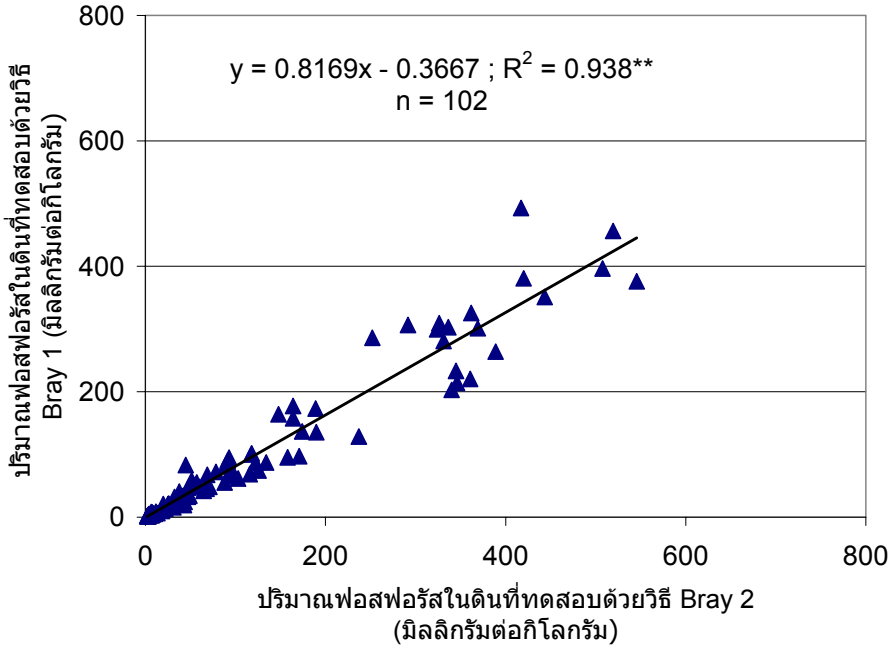
รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1 กับ Bray 2 ในดินกรดเขตร้อนที่ไม่เติมปูน



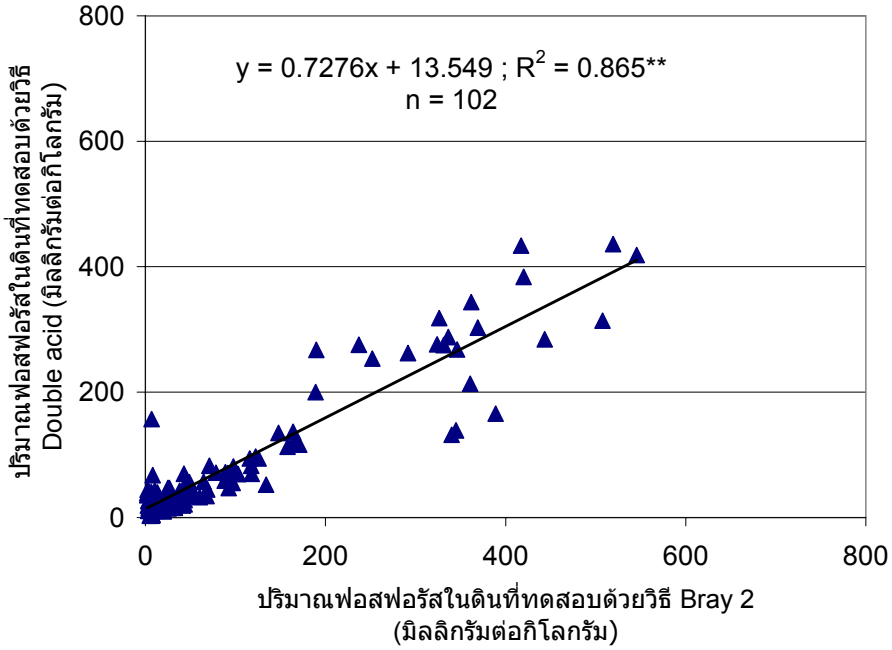
รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Double acid กับ Bray 2 ในดินกรดเขตร้อนที่ไม่เติมปูน



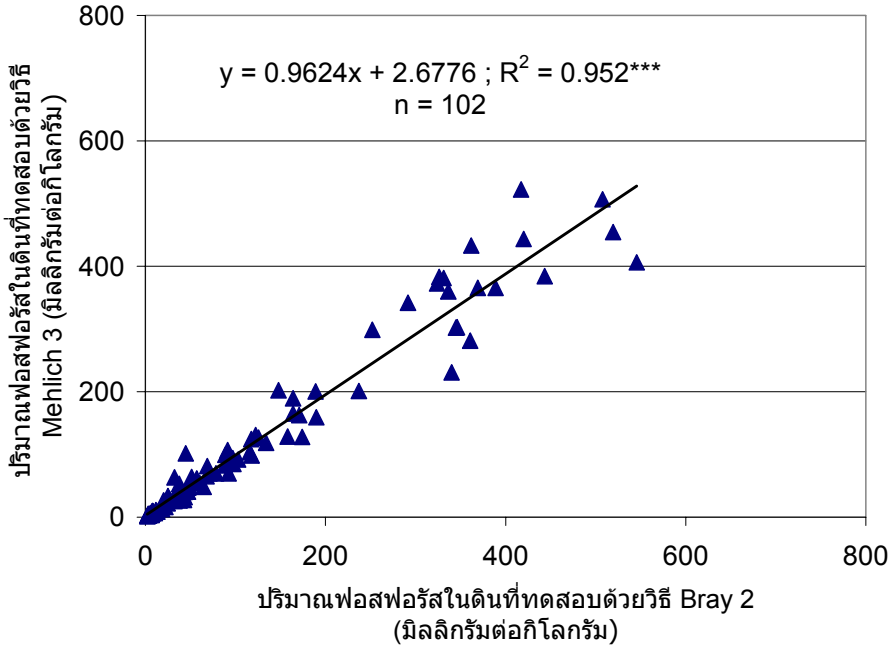
รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Mehlich 3 กับ Bray 2 ในดินกรดเขตร้อนที่ไม่เติมปูน



รูปที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Bray 1 กับ Bray 2 ในดินกรดเขตร้อนที่มีการเติมปูน



รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Double acid กับ Bray 2 ในดินกรดเขตร้อนที่มีการเติมปูน



รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธี Mehlich 3 กับ Bray 2 ในดินกรดเขตร้อนที่มีการเติมปูน