บทความวิจัย

อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์-เคมีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด

ทวิช ทำนาเมือง*

*โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 1061 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์เคมีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยนำวัตถุดิบชนิดต่างๆ ได้แก่ มูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อยมาหมักเป็นปุ๋ยหมักเพื่อใช้เป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินโคราชโดยทำการทดลองที่ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองคือ

การทดลองที่ 1 การศึกษาสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบที่นำมาผลิตปุ๋ยและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของวัตถุดิบหลังจากหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุอินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์วัสดุอินทรีย์พบว่ามีค่า pH เท่ากับ 8.37-9.06, อินทรียวัตถุ 26.4-69.29, ปริมาณไนโตรเจน 1.01-1.99%, ฟอสฟอรัส 0.46-0.68%, และโพแทสเซียม 1.21-4.03% และ C/N น้อยกว่า 20% ส่วนอีกการทดลองหนึ่งเป็นการทดลองหมักปุ๋ยอินทรีย์ในระดับโรงเรือน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ที่ทำการหมักร่วมกับปุ๋ยยูเรียในอัตรา 0, 1, 2 และ 4 กิโลกรัมต่อตัน ผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 0, 1, 2 และ 4 กิโลกรัมต่อต้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารพืช ความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ย ปริมาณอินทรียคาร์บอน ปริมาณค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกและปริมาณจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมัก

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองในกระถาง ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์โดยตรงและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดปากช่องและดินชุดโคราช โดยการนำปุ๋ยหมักจากการทดลองที่ 1 มาทำการทดลองโดยใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวตามอัตราแนะนำ (ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่) โดยมีกรรมวิธีการทดลองทั้งหมด 16 กรรมวิธี มี 4 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวทั้งในอัตรา 1 เท่า และ ½ เท่าของปริมาณไนโตรเจนตามอัตราแนะนำส่งผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและการดึงดูดไนโตรเจนของข้าวโพดดีกว่ากรรมวิธีควบคุม แต่จะต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ส่วนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราต่างๆ พบว่าการใส่ปุ๋ยอัตรา ½ เท่าของปุ๋ยไนโตรเจน มาจากปุ๋ยอินทรีย์และ ½ เท่าของปริมาณไนโตรเจนมาจากปุ๋ยเคมีส่งผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดึงดูดไนโตรเจนมีปริมาณเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และเมื่อเพิ่มปริมาณปุ๋ยอินทรีย์เป็น 1 เท่าของปริมาณไนโตรเจนร่วมกับ ½ เท่าของปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนทั้งหมดมาจากปุ๋ยเคมี พบว่าปุ๋ยหมักทั้ง 3 ชนิดส่งเสริมให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดดึงปุ๋ยไนโตรเจนดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำเพียงอย่างเดียว

บทนำ

ปุ๋ยเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตผลิตผลทางการเกษตร ประเทศไทยนำเข้าปุ๋ยเคมีใน พ.ศ. 2544 เป็นจำนวน 3,561,593 ตันมีมูลค่า 17,189.9 ล้านบาท และมีแนวโน้มนำเข้าปุ๋ยเคมีมากขึ้นทุกๆ ปี การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวเป็นระยะเวลายาวนาน ส่งผลให้ดินขาดความสมดุลของธาตุอาหารในดิน ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมีการปลูกพืชซ้ำๆ ในพื้นที่เดิมอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน และเก็บเกี่ยวผลผลิตออกจากพื้นที่ดินทุกๆ ปี ทำให้ธาตุอาหารในดินลดลงโดยเฉพาะธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมซึ่งไม่มีในปุ๋ยเคมี นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวส่งผลให้สมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดินเสื่อมลง การปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มขึ้น และส่งผลให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดินพบว่าดินในประเทศไทยส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำถึงต่ำมาก จำเป็นต้องเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้ดิน โดยแหล่งอินทรียวัตถุที่สำคัญของประเทศไทยได้จากอุตสาหกรรม

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองทำในเรือนทดลองโดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในกองปุ๋ยหมักวัสดุอินทรีย์ 3 ชนิด ประกอบด้วย มูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อยที่ผสมปุ๋ยยูเรียในอัตราต่างกัน

โดยนำวัสดุอินทรีย์ 3 ชนิดได้แก่ มูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อยจากโรงงานน้ำตาลมาปรับความชื้นประมาณ 50-60% แล้วผสมปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ตามอัตราในตำรับการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 3 ซ้ำ 12 ตำรับการทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 มูลโค (ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย)
ตำรับที่ 2 มูลโคผสมปุ๋ยยูเรีย 1 กิโลกรัม/ตัน
ตำรับที่ 3 มูลโคผสมปุ๋ยยูเรีย 2 กิโลกรัม/ตัน
ตำรับที่ 4 มูลโคผสมปุ๋ยยูเรีย 4 กิโลกรัม/ตัน
ตำรับที่ 5 มูลไก่ (ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย)
ตำรับที่ 6 มูลไก่ผสมปุ๋ยยูเรีย 1 กิโลกรัม/ตัน
ตำรับที่ 7 มูลไก่ผสมปุ๋ยยูเรีย 2 กิโลกรัม/ตัน
ตำรับที่ 8 มูลไก่ผสมปุ๋ยยูเรีย 4 กิโลกรัม/ตัน
ตำรับที่ 9 กากตะกอนอ้อย (ไม่ใส่ปุ๋ยยูเรีย)
ตำรับที่ 10 กากตะกอนอ้อยผสมปุ๋ยยูเรีย 1 กิโลกรัม/ตัน
ตำรับที่ 11 กากตะกอนอ้อยผสมปุ๋ยยูเรีย 2 กิโลกรัม/ตัน
ตำรับที่ 12 กากตะกอนอ้อยผสมปุ๋ยยูเรีย 4 กิโลกรัม/ตัน

ทำการกลับกองปุ๋ยและเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ในกองปุ๋ยทุกวันที่ 0, 7, 15, 30, 60 และ 90 วัน นำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสมบัติต่างๆ

2. ศึกษาอัตราที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จาก มูลโค มูลไก่ กากตะกอนอ้อย ปุ๋ยเคมี (16-16-8) และการใช้วัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมี (16-16-8) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบาง

เก็บตัวอย่างดินชุดดินปากช่องและชุดดินโคราช นำตัวอย่างดินที่เก็บมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ทุบให้เป็นก้อนเล็กๆ สม่ำเสมอกันผสมให้เข้ากันอย่างดี จากนั้นชั่งดินใส่ในกระถางสำหรับปลูกข้าวโพดกระถางละ 10 กิโลกรัม ใส่ปุ๋ยที่เตรียมไว้ตามตำรับต่างๆ ดังนี้

ตำรับที่ 1 ไม่ใส่อะไรเลย

ตำรับที่ 2 ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 3 มูลโคเทียบเท่าอัตรา ½ N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 4 มูลโคเทียบเท่าอัตรา 1 N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 5 มูลโคเทียบเท่าอัตรา ¼ N + ¾ N ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 6 มูลโคเทียบเท่าอัตรา ½ N + ½ N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 7 มูลโคเทียบเท่าอัตรา 1 N + ½ N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 8 มูลไก่เทียบเท่าอัตรา ½ N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 9 มูลไก่เทียบเท่าอัตรา 1 N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 10 มูลไก่เทียบเท่าอัตรา ¼ N + ¾ Nในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 11 มูลไก่เทียบเท่าอัตรา ½ N + ½ Nในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 12 มูลไก่เทียบเท่าอัตรา 1 N + ½ N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 13 กากตะกอนอ้อยเทียบเท่าอัตรา ½ N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 14 กากตะกอนอ้อยเทียบเท่าอัตรา 1 N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 15 กากตะกอนอ้อยเทียบเท่าอัตรา ¼ N + ¾ N ในปุ๋ยเคมี16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 16 กากตะกอนอ้อยเทียบเท่าอัตรา ½ N + ½ N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

ตำรับที่ 17 กากตะกอนอ้อยเทียบเท่าอัตรา 1N+ ½ N ในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่

โดยแต่ละตำรับทำการทดลอง 4 ซ้ำ เมื่อผสมดินและปุ๋ยตามตำรับต่างๆ เข้ากันดีแล้ว นำเมล็ดข้าวโพดมาปลูกกระถางละ 4 ต้น เมื่อต้นข้าวโพดเริ่มงอกถอนออกให้เหลือ 2 ต้น ดูแลรดน้ำ วัดการเจริญเติบโตโดยวัดความสูง ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อแก่ อบ ชั่งน้ำหนักฝักและเมล็ด น้ำหนักแห้งของต้น และนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืช

ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์สมบัติบางประการของวัตถุดิบอินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักปุ๋ย

จากกการวิเคราะห์วัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดที่นำมาใช้ในการทดลอง พบว่ามีสภาพเป็น ด่างโดยมี pH อยู่ระหว่าง 8.37-9.06 มีค่า organic matter ค่อนข้างสูงโดยเฉพาะมูลไก่ ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจนทั้งหมดในมูลโค และมูลไก่มีค่าใกล้เคียงคือมีค่าเท่ากับ 1.96 และ 1.99 ตาม ลำดับ ส่วนกากตะกอนอ้อยมีไนโตรเจนทั้งหมดต่ำสุด 1.01 ส่วน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมทั้งหมด และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าในมูลโคมีปริมาณมากกว่าในมูลไก่และกากตะกอนอ้อย โดยปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในมูลโค มูลไก่ และ กากตะกอนอ้อยมีค่าเท่ากับ 0.68, 0.49 และ 0.58% ตามลำดับ ขณะที่โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณเท่ากับ 4.03, 2.76 และ 1.21% ตามลำดับ ส่วนโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเท่ากับ 2.17, 1.8 และ 0.27% ตามลำดับ ส่วนค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในมูลไก่จะมีค่าสูงสุด รองลงมาคือมูลโคและกากตะกอนอ้อยโดยมีค่าเท่ากับ 62.49 cmolkg^{-1} 46.22 cmolkg^{-1} และ 36.91cmolkg^{-1} ตามลำดับ ส่วนปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดพบมากสุดในมูลไก่มีปริมาณทั้งหมด 3.11x10^{7} เซลล์ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม รองลงมาคือ มูลโค และกากตะกอนอ้อยมีปริมาณทั้งหมดเท่ากับ 1.87x10^{7} เซลล์ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมและ 1.17x10^{7} เซลล์ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมตามลำดับ ขณะที่ปริมาณราทั้งหมดพบมากในกากตะกอนอ้อย มีปริมาณราทั้งหมด 9.1x10^{5} เซลล์ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม รองลงมาคือมูลไก่ 3.91x10^{5} เซลล์ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมและมูลโค 3.0x10^{5} เซลล์ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม ส่วนปริมาณแอคติโนมัยซีสทั้งหมดมีมากสุดในมูลไก่มีปริมาณเท่ากับ 4.84x10^{6} เซลล์ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม รองลงมาคือกากตะกอนอ้อยมีปริมาณเท่ากับ 2.49 x10^{6} เซลล์ต่อหนักแห้ง 1 กรัมและมูลโคมีปริมาณเท่ากับ 2.42 x10^{6} เซลล์ต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ผลการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้ในศึกษา

องค์ประกอบทางเคมี	มูลโค	มูลไก่	กากตะกอนอ้อย
pH (1:2.5)	9.06	8.96	8.37
OM (%)	46.59	69.29	26.41
Total N (%)	1.96	1.99	1.01
Available P (%$^{-}$)	0.68	0.49	0.58
Total K(%)	4.03	2.76	1.21
Exchangeable K (%$^{-}$)	2.17	1.8	0.27
Exchangeable Na (%)	1.07	0.25	0.01
Exchangeable Ca (%)	0.09	0.13	0.41
Exchangeable Mg (%)	0.19	0.17	0.15
CEC (cmolkg^{-1})	46.22	62.49	36.91
Total Fe (%)	0.218	0.143	1.173
Total Mn (%)	0.041	0.034	0.108
Total Cu (%)	0.003	0.003	0.003
Total Zn (%)	0.016	0.025	0.011
Total bacteria (cell/1g dry)	1.87x10^{7}	3.11x10^{7}	1.17x10^{7}
Total fungi (cell/1g dry)	3.0x10^{5}	3.91x10^{5}	9.1x10^{5}
Total actinomycete(cell/1g dry)	2.42x10^{7}	4.84x10^{7}	2.49x10^{7}

2. การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนทั้งหมดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โพแทสเซียมทั้งหมด

วัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดที่ผ่านระยะเวลาในการหมักนานขึ้นและผสมปุ๋ยยูเรียในอัตราต่างกัน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมทั้งหมดไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง โดยมูลโคมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 2.44% รองลงมาคือมูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 2.07% และกากตะกอนอ้อยมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 1.44 % ดังแสดงในตารางที่ 2 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในมูลไก่มากที่สุด 1.72% และรองลงมาคือมูลโคมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 0.8% และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 0.66% ดังแสดงในตารางที่ 3 โพแทสเซียมทั้งหมดมีในมูลโคมากที่สุด 4.03% รองลงมาคือมูลไก่มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 2.76 % และกากตะกอนอ้อยมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 1.21 0.8% ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 2. การเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนทั้งหมดในกองปุ๋ยหมักระยะเวลา 90 วัน

วันที่	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 60	วันที่ 90
T1	1.96a	2.32a	2.32a	2.44a	2.24abc	2.26ab
T2	2.13a	2.06b	2.34a	2.33a	2.27abc	2.37a
T3	1.96a	2.03b	2.29a	2.42a	2.44a	2.17ab
T4	2.1a	2.12ab	2.34a	2.5a	2.39ab	2.23b
ค่าเฉลี่ย	2.04	2.13	2.32	2.42	2.34	2.26
T5	1.99a	1.6c	1.8bc	1.9a	2.07c	1.86c
T6	1.82a	1.66c	1.86d	1.76a	2.1bc	1.8c
T7	1.84a	1.57c	1.77c	1.82a	2.02c	1.83c
T8	1.79a	1.77c	1.94b	2.04a	2.07c	1.74c
ค่าเฉลี่ย	1.86	1.65	1.84	1.88	2.07	1.81
T9	1.01b	0.86d	1.11e	1.1b	1.13e	1.17d
T10	1.01b	0.8d	1.14e	1.24b	1.44d	1.03d
T11	0.99b	0.97d	1.17e	1.16b	1.24de	1.06d
T12	1.04b	0.86d	1.03e	1.21b	1.24de	1d
ค่าเฉลี่ย	1.01	0.87	1.11	1.18	1.26	1.07
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	11.2	8.1	5.3	11.2	8.7	12.5

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

อักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 3. การเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในกองปุ๋ยหมักระยะเวลา 90 วัน

วันที่	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 60	วันที่ 90
T1	0.68bc	0.67b	0.69bc	0.75b	0.74c	0.74b
T2	0.68bc	0.65b	0.67c	0.72b	0.74c	0.73b
T3	0.69b	0.67b	0.75bc	0.79b	0.8c	0.76b
T4	0.66bcd	0.66b	0.72bc	0.77b	0.77c	0.66b
ค่าเฉลี่ย	0.68	0.66	0.71	0.76	0.76	0.72
T5	0.49e	0.68b	0.75bc	0.78b	0.89bc	0.95b
T6	0.65bcd	0.71b	0.98b	0.89b	1.13b	1.54a
T7	0.88a	1.37a	1.59a	1.28a	1.64a	1.72a
T8	0.86a	1.31a	1.37a	1.53a	1.46a	1.63a
ค่าเฉลี่ย	0.72	1.02	1.17	1.12	1.28	1.46
T9	0.58b-e	0.53b	0.55c	0.59b	0.6c	0.66b
T10	0.56cde	0.54b	0.57c	0.6b	0.61c	0.64b
T11	0.6b-e	0.51b	0.59c	0.63b	0.63c	0.64b
T12	0.55de	0.54b	0.58c	0.6b	0.6c	0.62b
ค่าเฉลี่ย	0.57	0.53	0.57	0.61	0.61	0.64
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	9.5	28.0	19.8	22.3	19.6	23.8

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

อักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 4. การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมทั้งหมดในกองปุ๋ยหมักระยะเวลา 90 วัน

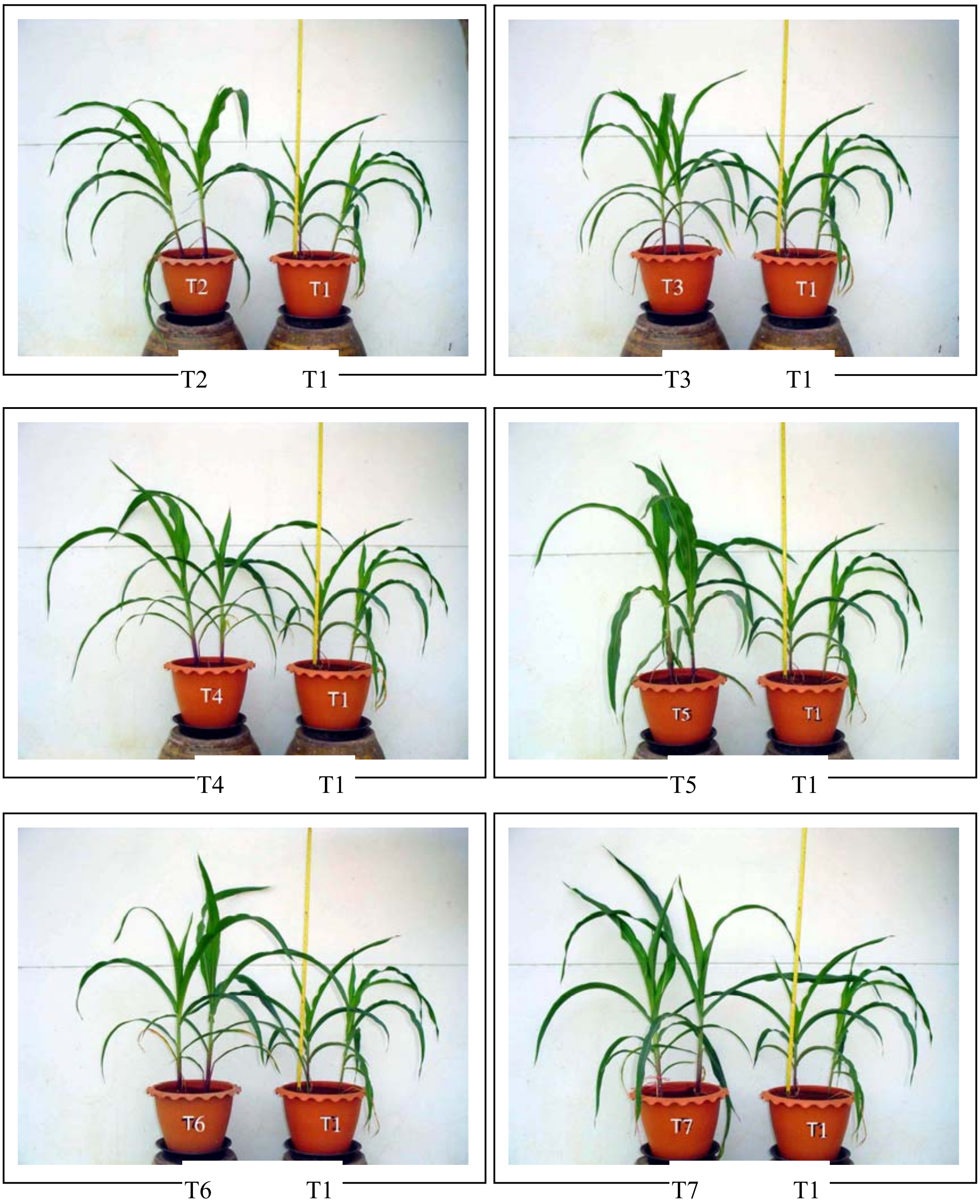
วันที่	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 15	วันที่ 30	วันที่ 60	วันที่ 90
T1	4.03a	2.08ab	3.01a	3.84a	3.5a	3.63a
T2	3.1ab	2.16a	3.15a	3.63ab	3.75a	3.79a
T3	2.86ab	2.25a	2.76b	3.72a	3.73a	3.5a
T4	3.61ab	1.95abc	2.54b	3.38b	3.14a	3.27a
ค่าเฉลี่ย	3.40	2.11	2.87	3.64	3.53	3.55
T5	2.76abc	1.45d	1.84c	2.19c	2.15b	1.84b
T6	2.28bcd	1.61cd	1.91c	2.43c	2.3b	1.88b
T7	2.18bcd	1.58d	1.85c	2.16c	2.07b	1.74b
T8	2.63abc	1.79bcd	1.81c	2.18c	2.08b	1.67b
ค่าเฉลี่ย	2.46	1.61	1.85	2.24	2.15	1.78
T9	1.21cd	0.74e	0.79d	0.98d	0.98c	0.93c
T10	0.88d	0.76e	0.8d	0.99d	0.95c	0.82c
T11	0.88d	0.75e	0.79d	0.95d	0.95c	0.84c
T12	0.95d	0.9e	0.79d	0.95d	0.95c	0.77c
ค่าเฉลี่ย	0.98	0.79	0.79d	0.97	0.96	0.84
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V.(%)	36.6	13.0	7.8	6.6	11.2	7.2

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

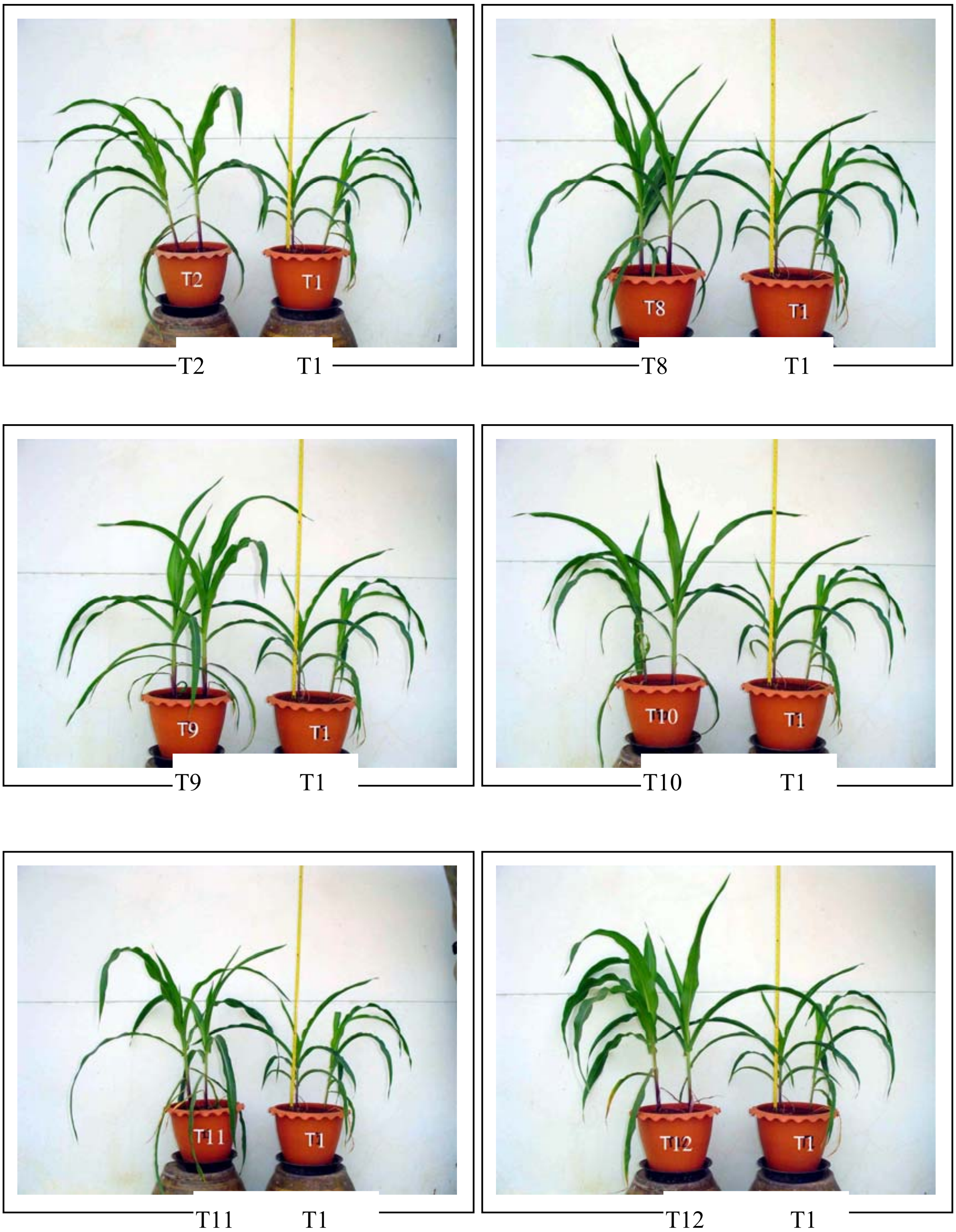
อักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

3. การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่อง และ ชุดดินโคราช

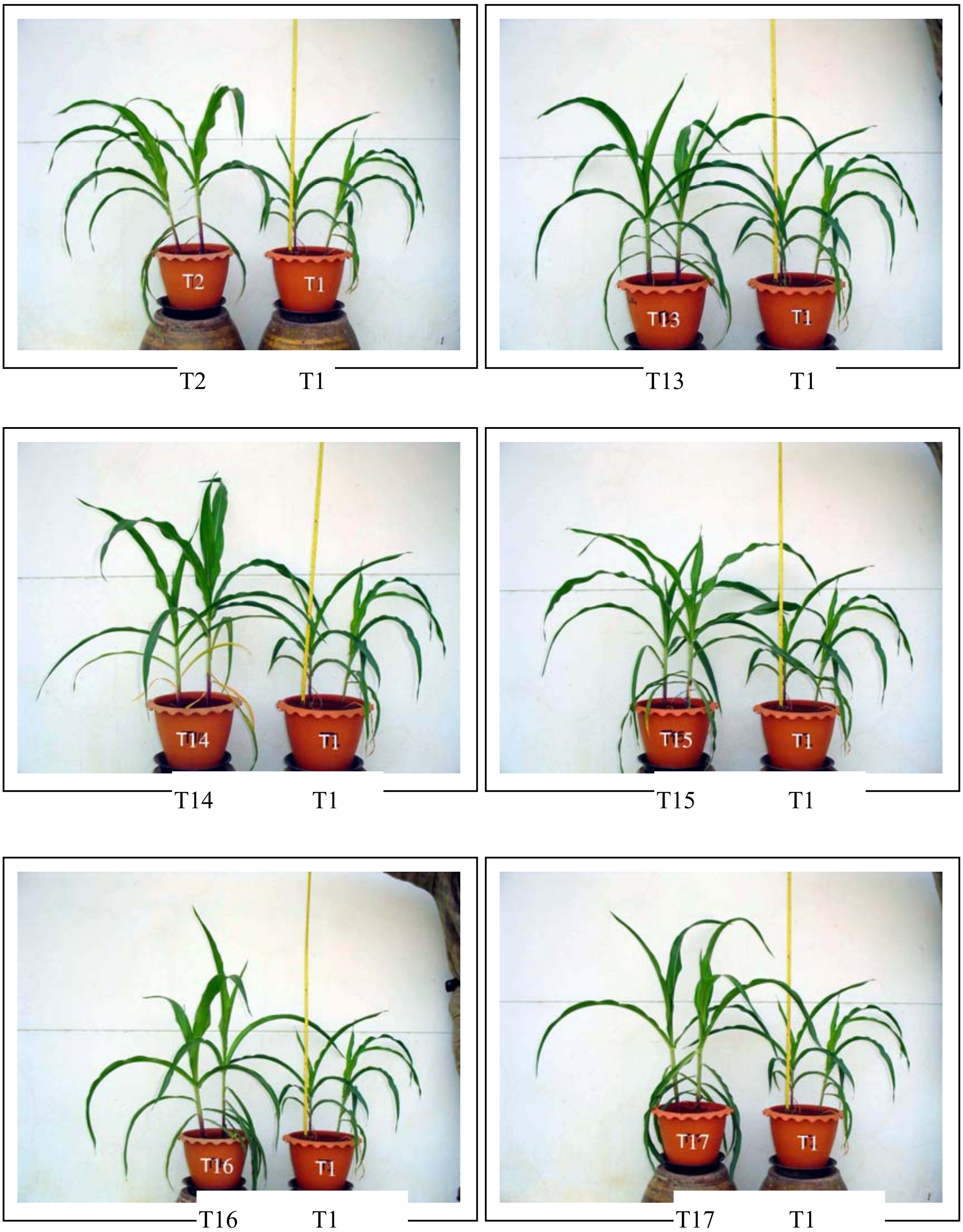
3.1 ความสูงของลำต้นข้าวโพด ความสูงของข้าวโพด ที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างกัน พบว่า ความสูงของข้าวโพดจะเห็นความแตกต่างเมื่อข้าวโพดมีอายุ 2 เดือน ทั้งในชุดดินปากช่องและชุดดินโคราช โดยข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด (มูลโค มูลไก่ กากตะกอนอ้อย) เทียบเท่า ½ และ 1เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงของลำต้นมากกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทำการลดปุ๋ยอินทรีย์และเพิ่มปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงขึ้นพบว่า ข้าวโพดมีความสูงเพิ่มขึ้นโดยข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่องที่ได้รับปุ๋ยมูลโคเท่ากับอัตรา 1 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ 1/2 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงของข้าวโพดสูงที่สุด รองลงมาคือมูลไก่ และกากตะกอนอ้อยตามลำดับ ส่วนในชุดดินโคราชข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่เท่ากับอัตรา 1 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี



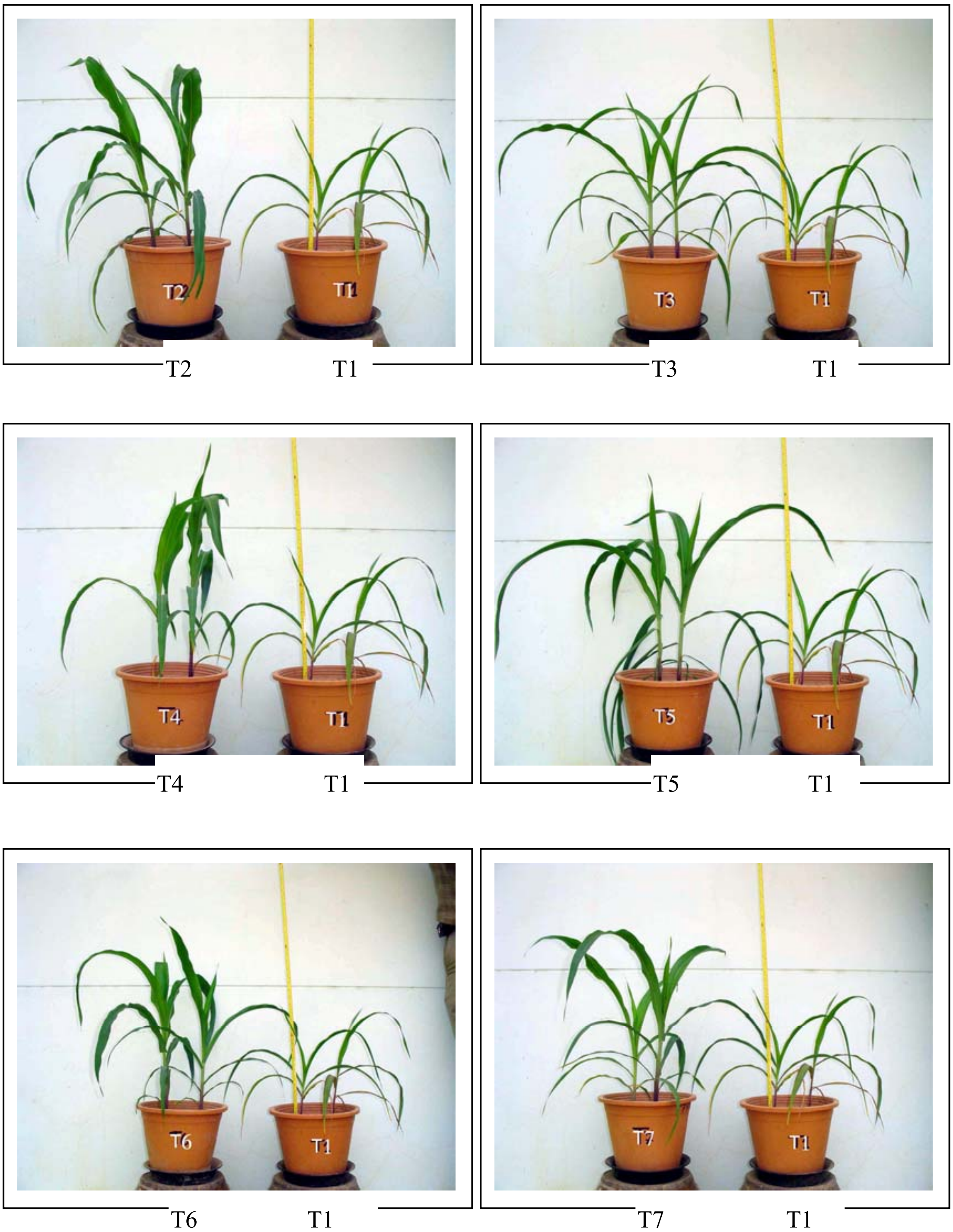
ภาพที่ 1. ความสูงของข้าวโพดอายุ 1 เดือนที่ได้รับปุ๋ยมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินปากช่อง



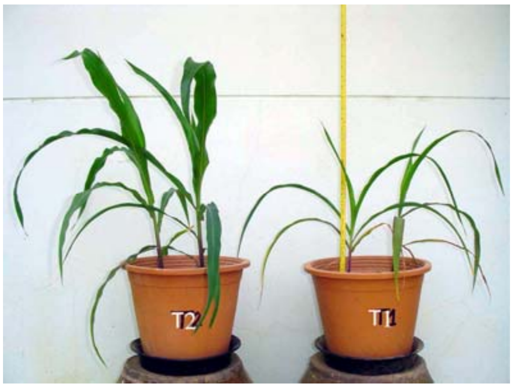
ภาพที่ 2. ความสูงของข้าวโพดอายุ 1 เดือนที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

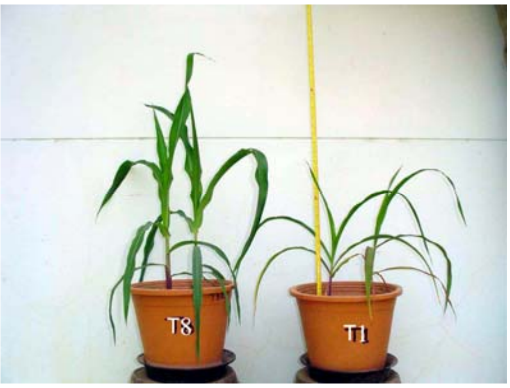


ภาพที่ 3. ความสูงของข้าวโพดอายุ 1 เดือนที่ได้รับปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

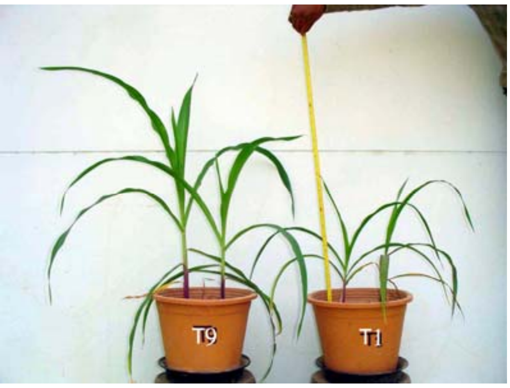


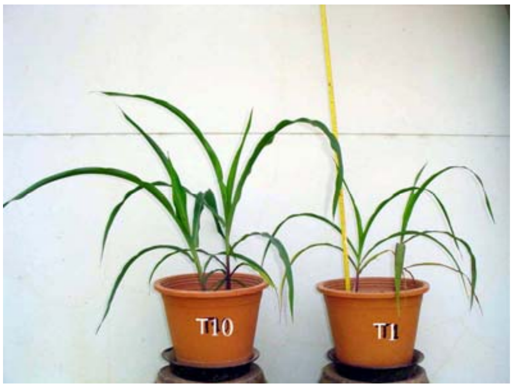
ภาพที่ 4. ความสูงของข้าวโพดอายุ 1 เดือน ที่ได้รับปุ๋ยมูลโคร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินโคราช





T2 T1 T8 T1

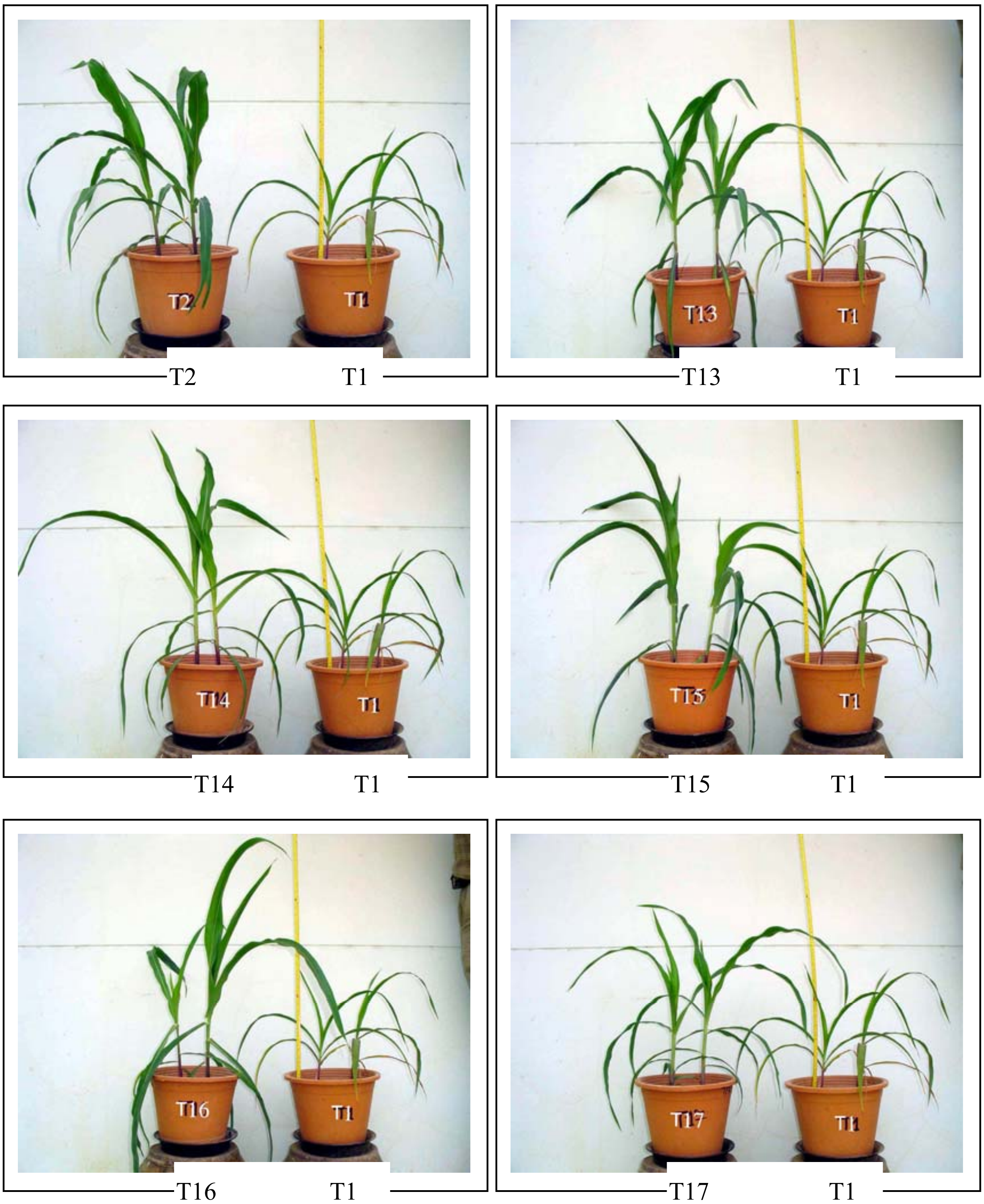




T9 T1 T10 T1

T11 T1 T12 T1

ภาพที่ 5. ความสูงของข้าวโพดอายุ 1 เดือนที่ได้รับปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินโคราช



ภาพที่ 6. ความสูงของข้าวโพดอายุ 1 เดือน ที่ได้รับปุ๋ยกากตะกอนอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีที่ปลูกในชุดดินโคราช

3.2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นทั้งหมดเหนือดิน น้ำหนักสดของลำต้นข้าวโพดทั้งหมดเหนือดินปลูกในชุดดินปากช่อง และชุดดินโคราชที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ 3 ชนิด (มูลโค มูลไก่ กากตะกอนอ้อย) ในอัตราที่สูงขึ้นคือ ½ และ 1 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี 16-16-8 มีน้ำหนักสดทั้งหมดของลำต้นเหนือดินที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดพบว่า ในชุดดินปากช่อง มูลโคและมูลไก่ส่งเสริมให้ข้าวโพดมีน้ำหนักสดของลำต้นทั้งหมดเหนือดินใกล้เคียงกัน ส่วนกากตะกอนอ้อยมีน้ำหนักสด ของลำต้นทั้งหมดเหนือดินต่ำสุด ในขณะที่ชุดดินโคราช มูลโคจะให้น้ำหนักสดของลำต้นทั้งหมดเหนือดินสูงสุด รองลงมาคือมูลไก่ และกากตะกอนอ้อยตามลำดับ เมื่อทำการลดปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ลงจาก 1 ½ และ ¼ เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี ร่วมกับการเพิ่มปุ๋ยเคมีในอัตรา ¾ และ ½ เท่าพบว่า ทั้งในชุดดินปากช่องและชุดดินโคราช มีน้ำหนักสดของลำต้นทั้งหมดเหนือดินสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมและปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่รับการผสมปุ๋ยเคมีทั้ง 3 ชนิดอัตราเท่ากับ ½ และ 1 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี โดยในชุดดินปากช่องน้ำหนักสด ของลำต้นข้าวโพดทั้งหมดเหนือดินมีค่าสูงสุดในตำรับมูลโคเท่ากับอัตรา 1 เท่า ของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีร่วมกับ ½ เท่า ของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี รองลงมาคือมูลไก่ และกากตะกอนอ้อยตามลำดับ ส่วนในชุดดินโคราชตำรับมูลโคเท่ากับอัตรา 1 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีร่วมกับ ½ เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี มีปริมาณน้ำหนักสดของลำต้นทั้งหมดเหนือดินสูงสุด รองลงมาคือกากตะกอนอ้อยและมูลไก่ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของลำต้นทั้งหมดเหนือดินจะเป็นไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักสด ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6

ตารางที่ 5. น้ำหนักส่วนต่างๆ ของข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างกันปลูกในชุดดินปากช่อง

ตำรับ	นน.สดลำต้น (กรัม)	น.น.แห้งลำต้น (กรัม)	น.น.ฝักสด (กรัม)	น.น.ฝักแห้ง (กรัม)	น.น.เมล็ดแห้ง (กรัม)
T1	50.9a	47.5a	18.36ab	14.98 a	9.35 a
T2	76.19efg	70.46i	28.29fg	22.24 de	17.35 de
T3	69.59cd	62.96d-g	20.01bc	17.88 bc	12.95 b
T4	70.89de	60.89cde	21.68cd	20.18 cd	15.29 bcd
T5	76.83fg	66.30bc	21.23bcd	19.65 c	14.78 bc
T6	76.18efg	68.67ef	25.33ef	23.19 ef	18.25 ef
T7	100.70i	83.65g	31.91hi	39.52 g	24.58 g
T8	65.61bc	58.53b	20.64bc	18.81 c	13.92 b
T9	72.03def	62.21b	20.26bc	18.99 c	13.98 b
T10	75.20efg	66.79ef	27.55fg	22.17 ef	17.84 eg
T11	77.11fg	67.59f	30.35gh	24.95 f	20.05 f
T12	86.63h	76.22g	34.19i	28.05 g	23.18 g
T13	62.40b	55.56a	16.1a	14.14 ab	10.26 a
T14	65.82bc	56.73bcd	21.59bcd	19.19 cd	15.28 bcd
T15	73.26def	64.86cde	24.17de	22.19 de	17.24 cde
T16	74.68d-g	68.21ef	26.67ef	24.15 ef	19.23 ef
T17	79.31ı	71.68ef	29.94gh	26.29 ef	19.3.6 ef
F-test	**	**	**	**	**
C.V.(%)	4.5	5.1	8.2	7.3	9.7

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

อักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ตารางที่ 6. น้ำหนักส่วนต่างๆ ของข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างกันปลูกในชุดดินโคราช

ตำรับ	น.น.สดลำต้น (กรัม)	น.น.แห้งลำต้น (กรัม)	น.น.ฝักสด (กรัม)	น.น.ฝักแห้ง (กรัม)	น.น.เมล็ดแห้ง (กรัม)
T1	20.55a	20.29a	10.61a	9.54a	4.95a
T2	58.21f	49.67g	17.85cd	15.40bc	10.63cd
T3	46.48c	41.66d	14.22b	12.46cd	7.49b
T4	50.56d	46.20f	15.00b	13.37b	7.36b
T5	50.24d	47.33f	15.87bc	14.97bc	10.15c
T6	55.84e	52.06h	18.30d	16.35cd	12.83d
T7	68.40h	64.86j	20.01d	22.90d	15.27e
T8	40.28b	35.27b	12.28ef	10.45e	2.24f
T9	42.47b	38.56c	12.47gh	8.47f	6.37gh
T10	48.15cd	43.92e	14.15i	12.55g	9.3.6j
T11	49.03d	46..89f	16.03i	14.60i	11.65j
T12	64.16g	56.67i	20.16j	18.59i	14.84k
T13	42.60b	36.56bc	12.60e	10.60f	5.35fg
T14	40.47b	34.82b	14.47efg	12.59g	6.4h
T15	49..48d	46.68f	15.48fg	13.42g	7.89hi
T16	55.45e	51.41gh	18.45h	16.25h	10.00i
T17	69.67h	62.71j	22.67k	20.22h	12.80i
F-test	**	**	**	**	**
C.V.(%)	3.2	3.4	4.4	4.5	5.9

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

อักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

สรุปและเสนอแนะ

1. จากผลการทดลองพบว่า วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดที่ผสมปุ๋ยยูเรียในอัตราที่ต่างกัน เมื่อผ่านกระบวนการหมักที่ระยะเวลา 90 วัน จะมีปริมาณธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. ปริมาณธาตุอาหารในกองปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดที่ผ่านการหมักที่ระยะเวลา 90 วันมีความแตกต่างกันกล่าวคือไนโตรเจนทั้งหมดมีในมูลโคมากที่สุดและรองลงมาคือมูลไก่ และกากตะกอนอ้อยมีปริมาณเท่ากับ 2.44, 2.07 และ1.44% ตามลำดับ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีในมูลไก่มากที่สุดและรองลงมาคือมูลโคแลกากตะกอนอ้อยมีปริมาณเท่ากับ 1.72, 0.8 และ 0.66% ตามลำดับ โพแทสเซียมทั้งหมดมีในมูลโคมากที่สุดรองลงมาคือมูลไก่ และกากตะกอนอ้อยมีปริมาณเท่ากับ 4.03, 2.76 และ 1.21% ตามลำดับ ปริมาณ organic carbon มีในมูลไก่มากที่สุด 40.28% และรองลงมาคือมูลโค 34.63% และกากตะกอนอ้อย 19.31% ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในมูลโค มูลไก่ และกากตะกอนอ้อย จะมีอุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 7-15 และเริ่มลดลงโดยในมูลไก่จะมีอุณหภูมิสูงสุด รองลงมาคือมูลโค และกากตะกอนอ้อยตามลำดับ

3. เมื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยธาตุอาหารจากกองปุ๋ยอินทรีย์ ที่ได้รับปุ๋ยยูเรียในอัตราต่างกันพบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับปุ๋ยยูเรียในอัตรา 1-4 กิโลกรัมต่อตัน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณธาตุอาหารในกองปุ๋ยหมัก จึงเลือกใช้วัสดุอินทรีย์ไม่ได้ใส่ปุ๋ยยูเรียไปใช้ในการทดลอง ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการทดลองกับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง และชุดดินโคราชและเป็นวิธีการดังกล่าว ที่จะแนะนำให้เกษตรใช้ในการหมักวัสดุอินทรีย์ประเภทมูลสัตว์จากการทดลองพบว่าข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินโคราชที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ในอัตราที่สูงขึ้นส่งเสริมให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตสูงกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. การเจริญเติบโตของข้าวโพดจะสูงขึ้นตามอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี โดยตำรับปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด อัตรา ½ เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีร่วมกับ1/2 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ มีการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ เพียงอย่างเดียว เมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ในอัตรา 1 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีร่วมกับ1/2 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกทั้งในชุดดินปากช่องและชุดดินโคราชมีการ

6. จากผลการทดลองจะเห็นว่าวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดนั้นต่างก็มีสมบัติแตกต่างกัน เพื่อให้การนำปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรมีการทดลองนำวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดมาผสมกัน หรือทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ผสมปุ๋ยเคมี เพื่อนำข้อดีของปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีมารวมกันก่อเกิดประโยชน์คุ้มค่ามากที่สุด ในการนำไปใช้กับเกษตรกร

7. จากผลการทดลองในครั้งนี้เป็นการทดลองเรือน เพื่อให้ได้ข้อมูลข้อมูลที่สมบูรณ์ ควรมีการทดลองในระดับแปลง

คำขอบคุณ

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. สุริยา สาสนรักกิจ ดร.ชวลิต ฮงประยูร ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์ และ ดร. มาริสา อรัญชัยยะ ที่ให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องวิเคราะห์ดิน และพืชโครงการพัฒนาวิชาการดิน ปุ๋ย และสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการและช่วยเหลือในการวิเคราะห์ดินและพืช

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎิ์ กุนันตา. (2537). **อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยคอกที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินและผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดดินยโสธร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา. (2541). **ปทานุกรมปฐพีวิทยา**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. (2541). **การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และสุเทพ ทองแพ. (2544). การใช้ตอซังข้าวปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนา. ใน **รายงานผลการวิจัย**

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. (2530). ธาตุอาหารพืช. ใน **เกษตรทั่วไป 4: ดิน น้ำ และปุ๋ย** (หน่วยที่ 1-7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ถาวร วิจิตรสุนทรกุล. (2541). **อิทธิพลของปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะละกอ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. (2542). **ปุ๋ยหมักดินหมักและปุ๋ยน้ำชีวภาพเพื่อการปรับปรุงดินโดยวิธีเกษตรธรรมชาติ**. กรุงเทพฯ: (ม.ป.ท.)

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. (2534). **ดินที่ใช้ปลูกข้าว**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย มาลา. (2535). **ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ วังใน. (2528**). จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน**. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. (2533). **ดินของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Alexander, M. (1977). **Introduction to soil microbiology** (2nd ed.). New York: John Wiley and Sons.

Soil Science Society of America. **Methods of soil analysis part 3 chemical methods**. Wisconsin : Madison.

Luo, A.C., and Sun, X. (1994). Effect of organic manure on biological activities Association with insoluble phosphorus release in a blue purple paddy soil. Coummun. In **Soil Sci. & Plant Anal.** 25: 13-14,2513-2522.

Macgregor, S.T. (1981). Composition process control based on interaction betaween microbial cheat out put and temperature. **Applied and environmental microbiology** 41 (6):1321-1330.

Miller, W.P., Martens, D.C., and Zelazny, L.W. (1985). Effects of manure Amendment on soil chemical properties and hydrous oxides. **Soil. Sci. Am. J.** 49 : 856-861.

Myers, R.G., and Thien, S. J. (1988). Organic metter solubility and soil Reaction in anammonium and phosphorus application zone. **Soil. Sci. Am J.** 52 : 516-522.

Murao, S.J., Kanamato, and Arai, M. (1979). Isolation and identification of a cellulolytic enzyme producing microorganism.**J. Ferment. Technol.** 57(3):151-156.

Olsen, R. J., Hensler, R.E., and Attone, O. J. (1970). Effect of manure application, and soil pH on soil nitrogen transformation and on certain test values. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 34: 222-25.