รายงานโครงการวิจัย

วิจัยเทคโนโลยีการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช

Research on Soil, Fertilizer Management Technology to Increase Crop Productivity

นายพีรพงษ์ เชาวนพงษ์

Mr. Peerapong Chaovanapong

ปี พ.ศ. 2562

รายงานโครงการวิจัย

วิจัยเทคโนโลยีการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช

Research on Soil, Fertilizer Management Technology to Increase Crop Productivity

นายพีรพงษ์ เชาวนพงษ์

Mr. Peerapong Chaovanapong

ปี พ.ศ. 2562

กิตติกรรมประกาศ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มในการนำเข้ามากขึ้นทุกปี ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมียังไม่มีประสิทธิภาพเกิดการสูญเสีย เป็นผลให้เกิดการใช้มากเกินความต้องการของพืช ก่อให้เกิดการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ การจัดการดินและการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านปุ๋ย ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตพืชและเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่เป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการหาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชของดินให้สูงขึ้นเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่จึงเป็นแนวทางที่สำคัญ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์ เป็นการเติมอินทรียวัตถุให้กับดินช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชได้อีกทางหนึ่ง ในการยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินปรับปรุงโครงสร้างดิน และเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืช การลดการสูญเสียธาตุอาหารโดยการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibitors) จากวัสดุอินทรีย์ที่มีสมบัติดังกล่าว เพื่อที่จะส่งผลต่อการลดต้นทุนในการผลิตพืช และได้ผลตอบแทนที่สูงขึ้น

การศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช ต้องมีการดำเนินการวิจัยหลายขั้นตอน เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และสารอินทรีย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช และลดการสูญเสียธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไนโตรเจน รวมถึงการใช้ปัจจัยการผลิตด้านดิน ปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี จากข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนำมาใช้แบบบูรณาการร่วมกันที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดิน เพื่อรักษาและเพิ่มผลิตภาพของดินให้สูงขึ้น ซึ่งจะเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีการใช้ปัจจัยการผลิตด้านดินปุ๋ยในการผลิตพืชที่เหมาะสมต่อไป

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโดยมุ่งเน้นไปที่การนำวัสดุเหลือทิ้งจากภาคการเกษตรหรืออื่นๆ มาประยุกต์ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ และวัสดุอินทรีย์ที่มีสมบัติหรือองค์ประกอบของสารแทนนิน และสารในกลุ่มเมเลียซินเพื่อยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibitors) ลดการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย และเป็นช่องทางหนึ่งที่สามารถใช้เพิ่มมูลค่าให้กับสิ่งที่เหลือทิ้งในการนำมาใช้ประโยชน์ได้

พีรพงษ์ เชาวนพงษ์
หัวหน้าโครงการวิจัย
กุมภาพันธ์ 2563

คณะผู้วิจัย

1. นายพีรพงษ์ เชาวนพงษ์	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. นางศรีสุดา รื่นเจริญ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
3. นางสาวปฏิมาภรณ์ จินจาคาม	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
4. นายอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
5. นางสาวปิยะนันท์ วิวัฒน์วิทยา	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
6. นางสาวทิพวรรณ แก้วหนู	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
7. นางสาวกมลชนก เจริญศรี	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
8. นางนงลักษ์ ปั้นลาย	กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช

สารบัญ หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

คณะผู้วิจัย ข

บทนำ 1

บทคัดย่อ 3

Abstract 4

การทดลองที่ 1 ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน 6

การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้ง กระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน 36

การทดลองที่ 3 ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีสารในกลุ่มเมเลียซินเป็นองค์ประกอบในการ ยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน 69

บทสรุปและข้อเสนอแนะ 96

บรรณานุกรม 98

บทนำ

ปุ๋ยเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตทางการเกษตร ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมาก โดยในปี 2552-2557 มีปริมาณนำเข้าโดยรวมประมาณ 31 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 400,000 ล้านบาท และมีแนวโน้มในการนำเข้ามากขึ้นทุกปี ในขณะที่การใช้ปุ๋ยเคมียังไม่มีประสิทธิภาพเกิดการสูญเสีย หรือใช้มากเกินความต้องการของพืช เป็นการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ ทำให้มีรายจ่ายสูง การจัดการดินและการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านปุ๋ย ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตพืชและเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่เป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการหาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่จึงเป็นแนวทางที่สำคัญ จึงจำเป็นยิ่งต้องหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชของดินให้สูงขึ้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือวัสดุอินทรีย์ เป็นการเติมอินทรียวัตถุให้กับดินช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชได้อีกทางหนึ่ง ในการยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินปรับปรุงโครงสร้างดิน และเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืช การลดการสูญเสียธาตุอาหารโดยกระบวนการต่างๆ จำเป็นต้องมีการศึกษาหาวัสดุอินทรีย์ที่มีสมบัติในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibitors) เพื่อเป็นการยืนยันหรือรับรองได้ว่าการจัดการเหล่านั้นสามารถนำไปใช้ได้จริงแม้จะมีการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ก็จะเป็นการเพิ่มผลผลิตต่อไร่และคุณภาพของพืชให้สูงขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม การใส่ปัจจัยดังได้กล่าวมาแล้วทุกชนิดจำเป็นต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าและการตอบสนองของพืช เพื่อที่จะส่งผลต่อการลดต้นทุนในการผลิตพืช และได้ผลตอบแทนที่สูงขึ้น

ประเทศไทยมีการใช้ที่ดินเป็นแหล่งผลิตพืชมาเป็นระยะเวลานาน เป็นผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดน้อยลง การจัดการดินและการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านดิน และปุ๋ย ยังมีประสิทธิภาพต่ำ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพปัจจัยการผลิตโดยเฉพาะปุ๋ยให้สูงขึ้น โดยใช้ปัจจัยอื่นร่วมกัน เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ สารอินทรีย์ที่เป็นไนตริฟิเคชันอินฮิบิเตอร์ วัสดุอินทรีย์ ในการผลิตพืชและเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่เป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากดินในแต่ละพื้นที่มีศักยภาพที่แตกต่างกันไป เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ และลดต้นทุนการผลิต เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สำคัญในการศึกษา ดังนั้น หากทราบถึงชนิดและอัตราการใช้วัสดุปรับปรุงดิน วัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อการเพิ่มผลผลิต หรือช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ได้ ก็เป็นผลดีต่อเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำเทคโนโลยีการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านดินและปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพไปใช้ในการผลิต ทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงนำไปสู่การลดการใช้ปุ๋ยเคมี ลดต้นทุนการผลิต เพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ช่วยทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และส่งผลให้เกิดการทำการเกษตรอย่างยั่งยืนในที่สุด การปลูกพืชให้ได้ผลผลิตสูงสม่ำเสมอ และระยะเวลายาวนาน จำเป็นต้องจัดการธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ให้เหมาะสมกับพืช ดินและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากดินที่ทำการเกษตรอย่างต่อเนื่องย่อมสูญเสียธาตุอาหารไปในรูปของผลผลิต การชะล้าง และการทำลายหรือนำเอาวัสดุไปจากดิน การเพิ่มธาตุอาหารดังกล่าวที่สูญเสียไปกระทำได้โดยการใส่ในรูปของปุ๋ยและวัสดุอินทรีย์ต่างๆ นอกจากดินจะสูญเสียธาตุอาหารไปจากดินโดยเหตุข้างต้นแล้ว การทำการเกษตรที่ขาดการจัดการที่ถูกต้องย่อมทำให้สมบัติทางเคมี และกายภาพของดินเลวลง อย่างไรก็ตามการใช้ปัจจัยด้านดิน ปุ๋ย ย่อมช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ การใช้ปัจจัยการผลิตแบบผสมผสานในแปลงสามารถช่วยให้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นผลลัพธ์ที่

เกิดได้มาย่อมสร้างความเชื่อมั่นว่าการจัดการนั้นมีศักยภาพในการเพิ่มผลิตภาพของดิน และยังทำให้รักษาความสามารถในการให้ผลผลิตของดินได้อย่างยาวนาน

การศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช ต้องมีการดำเนินการวิจัยหลายขั้นตอน เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และสารอินทรีย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช และลดการสูญเสียธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไนโตรเจน รวมถึงการใช้ปัจจัยการผลิตด้านดิน ปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี จากข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนำมาใช้แบบบูรณาการร่วมกันที่มีผลต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดิน เพื่อรักษาและเพิ่มผลิตภาพของดินให้สูงขึ้น ซึ่งจะเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีการใช้ปัจจัยการผลิตด้านดินปุ๋ยในการผลิตพืชที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพธาตุอาหารพืชโดยสารอินทรีย์ เพื่อเพิ่มผลิตภาพการผลิตพืช

วิธีการวิจัย

1. ศึกษารูปแบบการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากวัตถุดิบต่างๆ ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย ในห้องปฏิบัติการ เพื่อคัดเลือกปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน
2. ศึกษารูปแบบการปลดปล่อยธาตุอาหารของการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนร่วมกับสารแทนนิน และสารในกลุ่มเมเลียซิน ในอัตราต่างๆ เพื่อคัดเลือกปริมาณที่เหมาะสมต่อการลดความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย ในห้องปฏิบัติการ
3. ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในการปลูกข้าวโพดหวานบนพื้นที่ดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย
4. ศึกษาผลของการใช้เปลือกมังคุดบด (สารแทนนิน) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในการปลูกข้าวโพดหวานบนพื้นที่ดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย
5. ศึกษาผลของการใช้เปลือกกากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในการปลูกข้าวโพดหวานบนพื้นที่ดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย

บทคัดย่อ

การวิจัยเทคโนโลยีการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช วิธีการประกอบด้วย 1) คัดเลือกปุ๋ยอินทรีย์ ที่มีประสิทธิภาพในการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน และศึกษาปริมาณสารแทนนิน และสารในกลุ่มเมเลียซิน ที่สามารถลดการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน ในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทรายด้วยวิธีการบ่มดินในสภาพห้องปฏิบัติการ 2) ทดสอบในสภาพแปลงทดลองของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่คัดเลือก และปริมาณสารแทนนิน และสารในกลุ่มเมเลียซิน ร่วมกับคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกข้าวโพดหวานบนดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย ที่แปลงเกษตรกร ต.เกาะเทโพ อ.เมือง จ.อุทัยธานี ผลการวิจัยพบว่า 1) ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจนร่วมกับไนเทรตไนโตรเจน) และอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) สูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ และเปลือกยูคาลิปตัส ทั้งในดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทราย และปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่มีการเคลือบหรือคลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์ และเคลือบหรือคลุกด้วยสารสะกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) อัตรา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจนร่วมกับไนเทรตไนโตรเจน) และอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่ไม่มีการเคลือบหรือคลุกด้วยแทนนิน และสารสะกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) ทั้งในดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทราย 2) ทดสอบในสภาพแปลงปลูกข้าวโพดหวานบนพื้นที่ดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทรายการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) ร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดหวานได้ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว การใช้เปลือกมังคุดบด (มีแทนนินเทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้กากสะเดา (มีสารในกลุ่มเมเลียซินเทียบเท่า 0.01 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกับการใช้เปลือกมังคุดบด (มีแทนนินเทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้กากสะเดา (มีสารในกลุ่มเมเลียซินเทียบเท่า 0.01 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว

Abstracts

Research on soil fertilizer management technology to Increase crop productivity. Method consists of 1) selection of organic fertilizer gave highest nitrogen release and study on urea fertilizer (46-0-0) that was coated or mixed with tannin (tannin 0.1 percent), coated or mixed with neem extract (azadiractin 0.02 percent, meliacins group) to decrease nitrogen release in clay loam and sandy loam 2) examine for its effectiveness for plant production in the field. The project results show 1) organic fertilizer (filter cake compost) gave highest nitrogen release of organic nitrogen followed by cow manure compost, pig manure compost, chicken manure compost and eucalyptus bark compost respectively. And urea fertilizer (46-0-0) that was coated or mixed with tannin and neem extract (azadiractin 0.02 percent, meliacins group) gave nitrogen release less than urea fertilizer (46-0-0) in clay loam and sandy loam. 2) In the experimental plots by planting sweet corn in clay loam and sandy loam showed organic fertilizer and ground mangosteen peel (tannin 0.1 percent) and neem powder (azadiractin 0.01 percent, meliacins group) could decreased nitrogen fertilizer 25 percent recommended fertilizer based on soil analysis had yield close to organic fertilizer and recommended fertilizer based on soil analysis same as ground mangosteen peel (tannin 0.1 percent) and neem powder (azadiractin 0.01 percent, meliacins group) mixed with recommended fertilizer based on soil analysis.

โครงการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช ประกอบด้วย 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน

การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน

การทดลองที่ 3 ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีสารในกลุ่มเมเลียซินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน

การทดลองที่ 1

ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน

Effect of Organic Fertilizer on Nitrogen Availability in Soil

พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ ศรีสุดา รื่นเจริญ ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์ ทิพวรรณ แก้วหนู
กมลชนก เจริญศรี นงลักษ์ ปั้นลาย

Peerapong Chaovanapong Srisuda Ruencharoen Patimaporn Jinjakam Anusorn Tiensiriroek
Tipawan Kaewnoo Kamolchanok Charoensri Nongluck Panlai

คำสำคัญ (Keywords)

ปุ๋ยอินทรีย์, การปลดปล่อยไนโตรเจน

Organic fertilizer, Nitrogen release

บทคัดย่อ (Abstract)

ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทรายด้วยวิธีการบ่มดิน ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ (1) ดินอย่างเดียว (2) ดินใส่ปุ๋ยหมักมูลวัว (3) ดินใส่ปุ๋ยหมักมูลสุกร (4) ดินใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่ (5) ดินใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส (6) ดินใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย พบว่า ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยมีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจนร่วมกับไนเทรตไนโตรเจน) และอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) สูงสุด รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลวัว ปุ๋ยหมักมูลสุกร ปุ๋ยหมักมูลไก่ และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ตามลำดับ ทั้งในดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทราย และจากผลการทดลองดังกล่าวได้นำปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยมาทดลองในสภาพแปลงทดลองด้วยการปลูกข้าวโพดหวานบนพื้นที่ดินร่วนเหนียว และพื้นที่ดินร่วนปนทราย ปีที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี พบว่า ในพื้นที่ดินร่วนเหนียว การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ แต่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ และในพื้นที่ดินร่วนปนทราย พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อ

กรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ แต่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์(กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ ปีที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) ปุ๋ยอินทรีย์ จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) ปุ๋ยเคมี จำนวน 4 กรรมวิธี พบว่า ในพื้นที่ดินร่วนเหนียว ปัจจัยหลักได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปัจจัยรองการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 10-5-5 และ0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ และในพื้นที่ดินร่วนปนทราย ปัจจัยหลักได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ และการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปัจจัยรอง ได้แก่ การใส่ปุ๋ย โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 15-5-10 10-5-10 และ0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สรุปได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวานได้สูงกว่าคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว

Investigation on nitrogen release of organic fertilizer was done on incubated clay loam and sandy loam. Experiment was carried out at Soil Science Laboratory in CRD experimental design experimental designed with 4 replications and 6 treatments: 1) Soil alone as control 2) Soil with composted cow manure 3) Soil with composted pig manure 4) Soil with composted chicken manure 5) Soil with composted eucalyptus bark and 6) Soil with composted filter cake. The result showed the filter cake compost incubated with clay loam and sandy loam give highest nitrogen release of organic nitrogen followed by cow manure compost, pig manure compost, chicken manure compost and eucalyptus bark compost respectively. And from the results of the experiment, the filter cake compost was tested in the experimental plots by planting sweet corn. First year in clay loam at Lopburi Seed Multiplication Center, Lop Buri Province, in RCB experimental designed was planned with 4 replications 7 treatments. The result showed chemical fertilizer rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai with organic fertilizer 350 kg dry weight/rai was highest yield and not significantly different with chemical fertilizer rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai, chemical fertilizer rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai with organic fertilizer 350 kg dry

weight/rai, chemical fertilizer rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai with organic fertilizer 350 kg dry weight/rai and chemical fertilizer rate 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai with organic fertilizer 350 kg dry weight/rai but significantly different with chemical fertilizer rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai with organic fertilizer 350 kg dry weight/rai and organic fertilizer 350 kg dry weight/rai.

In sandy loam at farmer field, Uthai Thani Province, The result showed chemical fertilizer rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai with organic fertilizer rate 350 kg dry weight/rai was highest yield and not significantly different with chemical fertilizer rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai with organic fertilizer 350 kg dry weight/rai, chemical fertilizer rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai, chemical fertilizer rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai with organic fertilizer rate 350 kg dry weight/rai and chemical fertilizer rate 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai with organic fertilizer rate 350 kg dry weight/rai but significantly different with chemical fertilizer rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai with organic fertilizer rate 350 kg dry weight/rai and organic fertilizer rate 350 kg dry weight/rai.

Second year in clay loam at Lopburi Seed Multiplication Center, Lop Buri Province, in Split plot in RCB experimental designed with 3 replications was 3 main plots as organic fertilizer and 4 sub plots as chemical fertilizer. The result showed main plots as organic fertilizer rate 1,040 kg dry weight/rai, organic fertilizer rate 520 kg dry weight/rai and no organic fertilizer had not significantly different. Sub plots as chemical fertilizer had significantly different by chemical fertilizer rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai was highest yield followed by chemical fertilizer rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai, chemical fertilizer rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai and chemical fertilizer rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai respectively.

In sandy loam at farmer field, Uthai Thani Province. The result showed main plots as organic fertilizer rate 1,040 kg dry weight/rai, organic fertilizer rate 520 kg dry weight/rai and no organic fertilizer had not significantly different. Sub plots as chemical fertilizer rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai, chemical fertilizer rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai, chemical fertilizer rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai and chemical fertilizer rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai had not significantly different.

It was concluded that combination of organic fertilizer and recommended fertilizer based on soil analysis was higher yield of sweet corn than recommended fertilizer based on soil analysis and organic fertilizer could decreased nitrogen fertilizer 25 percent had yield close to recommended fertilizer based on soil analysis.

บทนำ (Introduction)

ปุ๋ยอินทรีย์นอกจากสามารถเพิ่มอินทรียวัตถุและปรับปรุงสมบัติต่าง ๆ ของดินให้เหมาะกับการปลูกพืชแล้ว ปุ๋ยอินทรีย์เมื่อเกิดการสลายตัวยังปลดปล่อยความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารออกมาอย่างช้า ๆ แต่ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารแตกต่างกันตามชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ ชนิดของดิน และปัจจัยภายนอกเช่น ความชื้นและอุณหภูมิ เป็นต้น ประกอบกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปัจจุบัน เน้นการใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ จากการศึกษาของ สมฤทัย และคณะ (2550) พบว่ามูลไก่ มูลสุกร มูลโค ที่บ่มในชุดดินยโสธรมีการปลดปล่อยไนโตรเจน 42, 34 และ18 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ ปุ๋ยหมักมูลสุกร ปุ๋ยหมักมูลโค และปุ๋ยหมักกากตะกอน ที่บ่มในชุดดินปากช่อง มีการปลดปล่อยไนโตรเจน 23.5, 9.6 และ39.6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ และจากการศึกษาการสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชของปุ๋ยหมักจากวัตถุดิบต่าง ๆ เมื่อบ่มดินกับปุ๋ยหมักที่ความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดิน พบว่าการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยหมักมูลวัวกับฟางข้าว อัตราส่วน 4:1, 1:4 และมูลวัวกับเศษผัก อัตราส่วน 3:1, 1:5 ในชุดดินร้อยเอ็ด มีค่าเท่ากับ 17, 6, 20 และ16 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ ในชุดดินโคราช เท่ากับ 19, 20, 31 และ27 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ และในชุดดินห้วยบง เท่ากับ 9, 9, 14 และ13 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ ตามลำดับ (พีรพงษ์ และคณะ, 2553)

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยอนินทรีย์หรือเคมีมีความสำคัญกับการปรับปรุงเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร อย่างไรก็ดี การใช้ปุ๋ยเคมีที่มากเกินความจำเป็นมีผลกระทบ และสร้างปัญหาต่อสภาพแวดล้อมและเศรษฐกิจ เพื่อลดความเสียหายในระบบการผลิต การใส่อินทรียวัตถุลงไปในดินเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะบริหารจัดการธาตุอาหารไนโตรเจนในดิน (Boddey et al. 1997; Ladha et al. 1997; Mwangi 1997; Snapp et al. 1998; Cakmak 2002)

สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนในมวลชีวภาพและอินทรียวัตถุทุกรูปแบบ เป็นแหล่งใหญ่ที่สุดของไนโตรเจนในดินธรรมชาติ สารประกอบไนโตรเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ทางพร้อมกัน คือ กระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน (N mobilization/mineralization) อีกกระบวนการหนึ่งที่เกิดในทางกลับกัน คือ ไนโตรเจนสามารถถูกตรึงไปอยู่ในรูปเป็นองค์ประกอบ/สารประกอบภายในเซลล์จุลินทรีย์ได้ (N immobilization) ผลลัพธ์สุทธิของไนโตรเจนระหว่างอยู่ในรูป ถูกปลดปล่อย หรือ ถูกตรึง เกิดจากปริมาณไนโตรเจนเดิมที่มีอยู่ในอินทรียวัตถุเริ่มต้น ถ้าอินทรียวัตถุมีไนโตรเจนอยู่ในปริมาณมากเกินความต้องการของจุลินทรีย์ ไนโตรเจนส่วนเกินจะถูกปลดปล่อยออกมาสู่ดิน ในทางกลับกันหากอินทรียวัตถุมีปริมาณไนโตรเจนไม่เพียงพอ จุลินทรีย์จะดึงไนโตรเจนจากดินรอบข้าง ทำให้เกิดสภาพขาดไนโตรเจนสำหรับพืช ในขณะเดียวกันทำให้การดำเนินกิจกรรมทั้งของพืชและจุลินทรีย์ชะลอตัวลง (Brady and Weil, 1999) การย่อยสลายอินทรียวัตถุโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินทำให้ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ถูกปลดปล่อยออกมาพืชสามารถนำกลับไปใช้ได้อีก ที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ซึ่งอินทรียวัตถุในดินจัดได้ว่าเป็นแหล่งที่สำคัญของธาตุเหล่านี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งปุ๋ยไนโตรเจน ธรรมชาติที่สำคัญที่สุด (ศุภมาศ, 2527) สมบูรณ์ และคณะ (มปป.) พบว่า ปุ๋ยหมักฟางข้าว (RSC) activated sludge จากโรงงานเบียร์ (AS) sludge จากโรงงานสุรา (SW) filter cake (FC) และกากละหุ่ง (CM) ช่วยเพิ่มแอมโมเนียม (NH_4^+)ในดินนา ปริมาณ

แอมโมเนียมที่ปลดปล่อยออกมาจากวัสดุเหลือใช้เป็นปฏิภาคโดยกลับกับอัตราส่วน C/N ของวัสดุเหลือใช้ อัตราการปลดปล่อยแอมโมเนียมของวัสดุเหลือใช้แต่ละชนิดแตกต่างกัน และในแต่ละชนิดของดินก็แตกต่างกันด้วย วัสดุที่เหลือใช้ที่นำมาศึกษาแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามลักษณะการปลดปล่อยแอมโมเนียม คือ (1) FC และ RSC ปลดปล่อยแอมโมเนียมออกมาช้าๆ (2) AS และ SW ปลดปล่อยแอมโมเนียมออกมาเร็ว และ (3) CM ปลดปล่อยแอมโมเนียมออกมาช้าในช่วงแรกและเร็วในช่วงต่อมาของการขังน้ำ การสลายตัวและปลดปล่อยแอมโมเนียมของวัสดุเหลือใช้ในชุดดินรังสิตจะช้ากว่าในชุดดินร้อยเอ็ด ปริมาณไนโตรเจนที่ข้าวดูดดึงขึ้นไปใช้มีสหสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียมที่ปลดปล่อยออกมาในดิน และผลผลิตของข้าว ศุภกาญจน์ (2547) พบว่าอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนของกากตะกอนน้ำเสียที่ผ่านการแปรสภาพเป็นวัสดุฮิวมัส กากตะกอนน้ำเสียของ กทม. ที่ไม่ผ่านการแปรสภาพ และมูลไก่ ในชุดดินปากช่อง และชุดดินสตึก เกิดขึ้นสูงในสัปดาห์แรก โดยชุดดินปากช่องมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนเกิดขึ้นสูงกว่าชุดดินสตึก กากตะกอนน้ำเสียที่ผ่านการแปรสภาพเป็นวัสดุฮิวมัสมีปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนเกิดขึ้นสูงกว่ามูลไก่ และกากตะกอนน้ำเสียของ กทม. ที่ไม่ผ่านการแปรสภาพ ตามลำดับ เข็มพร (2549) ศึกษาการสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์ฮิมมิไฟด์ในดินไร่ และดินนา ประกอบด้วย 3 การทดลอง 1. ศึกษาการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จากการบ่มปุ๋ยอินทรีย์ฮิวมิไฟด์ (HF) ผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ฮิวมิไฟด์ กากตะกอนน้ำเสีย และมูลไก่อัดเม็ด มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสะสมจากการบ่มเป็นระยะเวลา 3 เดือน เท่ากับ 23.8 9.0 และ 20.3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ตามลำดับ และมีการปลดปล่อย CO_2 สะสมเท่ากับ 28.2 6.9 และ 39.6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณคาร์บอนทั้งหมด ตามลำดับ 2. ศึกษาการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของ HF เมื่อบ่มร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยวัสดุอินทรีย์ ในชุดดินร้อยเอ็ดสภาพดินไร่และดินนา พบว่า HF มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสะสมในสภาพความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ WHC และสภาพน้ำขัง ไม่แตกต่างกัน ส่วนการใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยวัสดุอินทรีย์ไม่มีผลทำให้ปริมาณการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดแตกต่างจากการไม่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยวัสดุอินทรีย์ 3. ศึกษาผลของการใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยวัสดุอินทรีย์ต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารของ HF ในชุดดินร้อยเอ็ดสภาพดินนาปลูกข้าว พบว่า การใส่ HF ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ดได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอจึงทำให้ข้าวมีจำนวนต้นต่อกอและน้ำหนักแห้งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ฮิวมิไฟด์ หรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และพบว่าการใส่ HF ทำให้ดินหลังการเก็บเกี่ยวมีไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสที่สกัดได้อยู่ในปริมาณสูงขึ้นแต่ไม่ทำให้โพแทสเซียมเพิ่มขึ้น Okamoto et al. 2003 พบว่า ข้าวฟ่าง (Sorghum bicolor) สามารถใช้ไนโตรเจนในรูปอินทรีย์ไนโตรเจน (PENO; Phosphate buffer extractable organic nitrogen จากดิน) ทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น โชติ (2539) ได้พัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่ พบว่าผลผลิตสัมพัทธ์ของมันสำปะหลังมีสหสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับค่าวิเคราะห์อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน สำหรับผลผลิตข้าวโพดและถั่วเขียวนั้นขึ้นกับค่าวิเคราะห์อินทรียวัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ตามลำดับ กอบเกียรติ และคณะ (2547) ศึกษาการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจากวัสดุอินทรีย์ที่มีทั่วไปในสภาพไร่ ในดินร่วนปนทราย ชุดสตึก พบว่า มันสำปะหลังมีแนวโน้มว่าสามารถใช้ไนโตรเจนจากมูลวัวและฟางข้าวทดแทนปุ๋ยเคมีได้ดีพอสมควร ข้าวฟ่างและข้าวไร่มีแนวโน้มว่าสามารถใช้ไนโตรเจนจากมูลวัวทดแทนปุ๋ยเคมีได้ดีรองลงมา ทำให้ผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้นจากการเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี

ไนโตรเจน เรวดี และคณะ (2538) ศึกษาพฤติกรรมการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยแต่ละรูปแบบ โดยคำนึงถึงการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มาช่วยชลอการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยเคมี พบว่าการบ่มปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในดิน ปริมาณไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน จะถูกปลดปล่อยออกมาเกือบหมดทันที ในขณะที่ปุ๋ยเคมี-อินทรีย์อัดเม็ดการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจนจะน้อยกว่าปุ๋ยเคมีอย่างเดียว และช่วยรักษาระดับไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินให้มีปริมาณสม่ำเสมอได้นานกว่า ไนโตรเจนเป็นธาตุที่พืชต้องการมากกว่าธาตุอื่นๆ แต่เนื่องจากไนโตรเจนในดินนั้นมีส่วนน้อยที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช โดย 98 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนในดินจะอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ ซึ่งในรูปของอินทรีย์ไนโตรเจนส่วนใหญ่นั้นพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ยกเว้นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก พืชสามารถดูดใช้ในรูปของแร่ธาตุไนโตรเจน รวมถึงไนเตรท และแอมโมเนียม แต่ถึงอย่างนั้นแร่ธาตุไนโตรเจนในดินมีประมาณเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์ดินจะย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของแร่ธาตุเมื่อเกิดการย่อยสลายอินทรียสารและปุ๋ยพืชสด (Soilquality.org.au, 2014) เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ทำให้การสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุอาหารแตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากวัตถุดิบต่างชนิดกัน เมื่อได้ข้อมูลการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละชนิดที่เหมาะสมกับชนิดดินแล้ว สามารถนำมาพิจารณาในการเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ให้เหมาะสมกับชนิดของดินในแต่ละพื้นที่ได้

ระเบียบวิธีวิจัยของโครงการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์และสารเคมี ได้แก่ มูลวัว มูลสุกร มูลไก่ เปลือกยูคาลิปตัส กากตะกอนหม้อกรองอ้อย จอบ พลั่ว บุ้งกี๋ บัวรดน้ำ เข่งพลาสติก ผ้าฟาง เมล็ดข้าวโพดหวาน พันธุ์ ไฮบริกซ์ 3 ตัวอย่างดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ปุ๋ยเคมี 46-0-0 0-46-0 และ 0-0-60 ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย)

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี เพื่อนำไปวิเคราะห์หา pH ของดิน โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (Peach, 1965) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) วิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black titration (Allison, 1965) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (T-N) โดย Kjedahl method (Bremner, 1965) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) ทำการสกัดตัวอย่างดินด้วยน้ำยาสกัด Bray II (Olsen and Sommer, 1982) แล้ววิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ด้วยวิธี colorimetric โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ทำการสกัดด้วยสารละลาย 1N NH_4OAc, pH 7 และวิเคราะห์หาปริมาณโดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer (Thomas, 1982) เพื่อประเมินการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับการทดลองในแปลงทดลองปลูกข้าวโพดหวาน

2. ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ 5 ชนิดจากมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ เปลือกยูคาลิปตัส กากตะกอนหม้อกรองอ้อย ด้วยวิธีการผลิตปุ๋ยหมักแบบกลับกอง ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 3 เดือน เก็บปุ๋ยหมักมาร่อนด้วยตะแกรงร่อนรู

เปิดขนาด 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน โดยวิธีประยุกต์วิธีของ Walkley and Black (1965) ความเป็นกรดด่าง (pH) ใช้อัตราส่วนปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำเท่ากับ 1:2 แล้ววัดด้วย pH meter ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) ใช้อัตราส่วนปุ๋ยอินทรีย์ต่อน้ำเท่ากับ 1:10 แล้ววัดค่า EC ด้วยเครื่อง Electrical Conductivity ไนโตรเจน (Total N) วิเคราะห์โดยวิธี Kjeldahl Method ย่อยตัวอย่างด้วย H_2SO_4 เข้มข้นแล้วนำสารละลายที่ได้ไปกลั่นหาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส (Total P_2O_5) ย่อยปุ๋ยด้วยกรดผสม ($HClO_4$: HNO_3 = 1:1) ทำให้เกิดสีกับสารละลาย Molybdovanadate วัดปริมาณด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร โพแทสเซียม (Total K_2O) ย่อยปุ๋ยด้วยกรดผสม($HClO_4$: HNO_3 = 1:1) แล้ววัดด้วย Flame Photometer

3. ศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ ในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ในห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1) ดินอย่างเดียว
2) ดินใส่ปุ๋ยหมักมูลวัว
3) ดินใส่ปุ๋ยหมักมูลสุกร
4) ดินใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่
5) ดินใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส
6) ดินใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

ทำการทดลองด้วยวิธีการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ ดินร่วนเหนียว และร่วนปนทราย มีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน ในสภาพความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดิน ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส โดยชั่งดิน 50 กรัมน้ำหนักแห้ง ผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ตามกรรมวิธีในอัตราที่มีไนโตรเจนเท่ากันที่ระดับ 0.1 กรัมของไนโตรเจนทั้งหมด นำตัวอย่างดินในแต่ละช่วงระยะเวลาของการบ่ม ได้แก่ ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 15, 30, 60, 90, 120 และ 180 หลังบ่ม มาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม และไนเทรต โดยวิธีการกลั่น จากสารละลายที่สกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 นอร์มัล (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 1 (พ.ศ. 2561)

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 95.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 128.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.5 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 5 กิโลกรัม

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

5) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

6) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

7) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

แปลงทดลองดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.5 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 5 กิโลกรัม

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

5) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

6) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

7) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 2 (พ.ศ. 2562)

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 177.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 191.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.98 เปอร์เซ็นต์

ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 520 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 5 กิโลกรัม และอัตรา 1,040 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 10 กิโลกรัม

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์

2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

ปัจจัยรอง (Sub plot) มี 4 กรรมวิธี

1) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

แปลงทดลองดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.98 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 520 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 5 กิโลกรัม และอัตรา 1,040 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 10 กิโลกรัม

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์

2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

3) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

ปัจจัยรอง (Sub plot) มี 4 กรรมวิธี

1) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

การทดลองในแปลงทดลองปีที่ 1 และปีที่ 2 ปลูกข้าวโพดหวาน ในแปลงทดลองย่อยขนาด 6x6 เมตร โดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ถอนแยกต้นข้าวโพดหวานให้เหลือ

หลุมละ 1 ต้น ใส่ปุ๋ยอินทรีย์รองพื้นก่อนปลูกข้าวโพด 10 วัน ตามอัตราตามกรรมวิธี ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่หลังปลูก 10-14 วัน โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ½ อัตราในแต่ละกรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามอัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ½ อัตราในแต่ละกรรมวิธี หลังปลูก 30 วัน แล้วให้น้ำข้าวโพดหลังการใส่ปุ๋ย วัดการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 และ60 วันหลังปลูก เก็บเกี่ยวข้าวโพดที่อายุ 70-72 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพด 22.5 ตารางเมตร

ผลการวิจัย (Results)

ปุ๋ยอินทรีย์ 5 ชนิดได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลวัว ปุ๋ยหมักมูลสุกร ปุ๋ยหมักมูลไก่ ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีสมบัติผ่านเกณฑ์ตาม พ.ร.บ.ปุ๋ยฯ (Table. 1)

Table 1 Analysis of chemical properties of organic fertilizer (compost)

compost	pH 1:2	EC (1:10) (dS/m)	OC (%)	OM (%)	C/N	T-N (%)	T-P_2O_5 (%)	T-K_2O (%)	moisture (%)
1. cow manure	8.08	2.88	22.84	39.39	12.9	1.77	1.21	1.92	19.8
2. pig manure	7.25	2.13	33.71	58.13	13.71	2.46	5.59	1.18	16.3
3. chicken manure	7.91	4.74	22.8	39.3	7.13	3.20	6.20	2.70	21.6
4. eucalyptus bark	7.39	1.23	27.08	46.69	20.21	1.34	1.05	0.84	17.7
5. filter cake	7.73	0.21	15.93	38.46	15.93	1.40	1.50	1.11	18.0

ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน ในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี

การปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนจากปุ๋ยหมักมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ เปลือกยูคาลิปตัส และกากตะกอนหม้อกรองอ้อย เมื่อบ่มในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี พบว่า ปุ๋ยหมักทุกชนิดมีการปลดปล่อยอย่างรวดเร็วในช่วง 0-3 วันหลังบ่มดิน โดยปุ๋ยหมักมูลไก่ มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมสูงสุด เท่ากับ 3.01 กรัม N/100กรัม TN รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มูลสุกร มูลวัว และเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 0.45 0.26 0.23 และ 0.11 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ ขณะในช่วงเวลา 5-7 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมรวม เท่ากับ 1.02 กรัมN/100กรัม TN สูงกว่าปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส มูลไก่ มูลสุกร และมูลวัว ที่มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวม เท่ากับ 0.77 0.67 0.42 และ 0.17 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ และในช่วง 15 30 60 120 และ 180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักทุกชนิดมีการปลดปล่อยแอมโมเนียมลดลงและมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในช่วง 90 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักมูลไก่มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนเท่ากับ 0.57 กรัมN/100กรัม TN สูงกว่าปุ๋ยหมักมูลสุกร เปลือกยูคาลิปตัส มูลวัว และกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ที่มีค่าเท่ากับ 0.19 0.12 0.06 และ 0.00 กรัมN/100กรัม TN (Figure 1)

การปลดปล่อยปริมาณไนเทรตไนโตรเจนในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีการปลดปล่อยไนเทรตสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ มีค่าปลดปล่อยไนเทรตในช่วงเท่ากับ 6.36-11.99 กรัมN/100 กรัม TN รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ และเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 5.73-12.20 2.35-6.73 0-3.85 และ 0-0.10 กรัมN/100กรัม TN (Figure 2)

การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยหมักในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) สูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ มีค่าปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ในช่วงเท่ากับ 6.45-12.17 กรัมN/100กรัม TN รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ และเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 5.69-12.26 2.34-6.92 0.76-4.42 และ 0-0.59 กรัมN/100กรัม TN (Figure 3)

ร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยหมักในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) สูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ในช่วงเท่ากับ 0.47-10.57 กรัม N/100กรัม TN รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ และเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 0.55-9.59 0.78-4.96 1.63-2.47 และ 0.05-0.73 กรัมN/100กรัม TN (Figure 4)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงในช่วง 1-30 วันหลังบ่ม มีค่าระหว่างเท่ากับ 0.33-9.83 กรัมN/100กรัม TN/วัน รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ และเปลือกยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 0.29-8.91 0.15-3.90 0.08-1.92 และ 0-0.01 กรัมN/100กรัม TN/วัน ปุ๋ยหมักทุกชนิดอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงในช่วงหลัง 30-180 วันหลังบ่ม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.00-0.20 กรัมN/100กรัม TN/วัน (Figure 5)

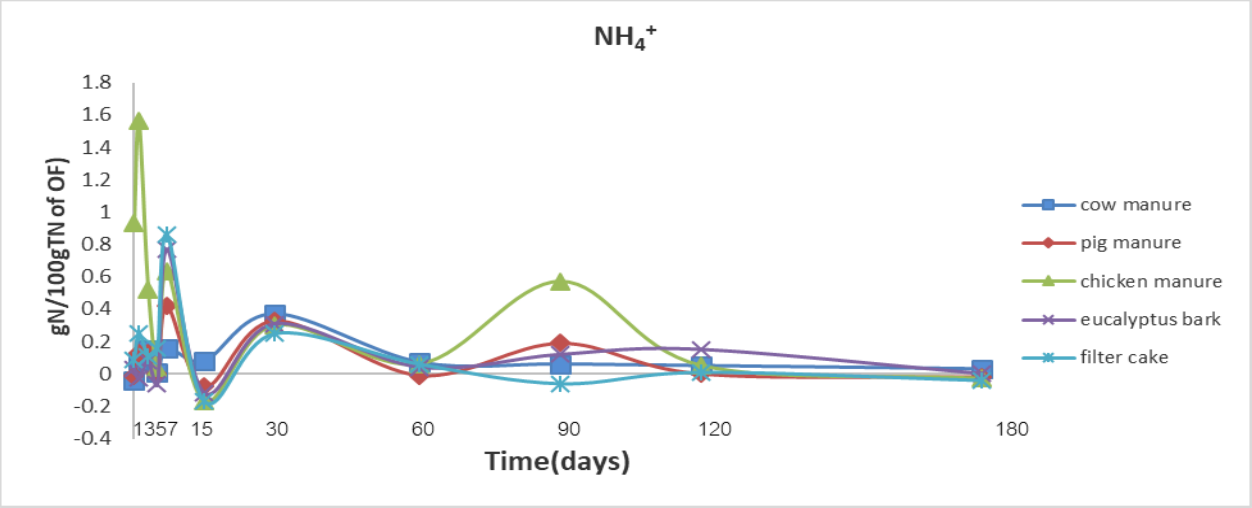

Figure 1 Amount of ammonium release of the compost in clay loam (refute value in soil)

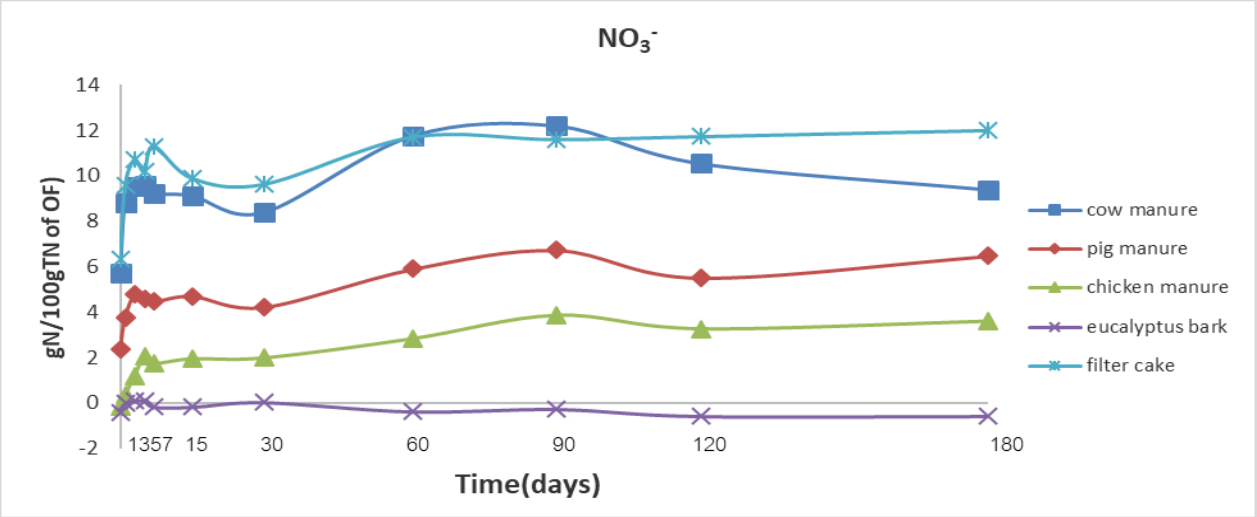

Figure 2 Amount of nitrate release of the compost in clay loam (refute value in soil)

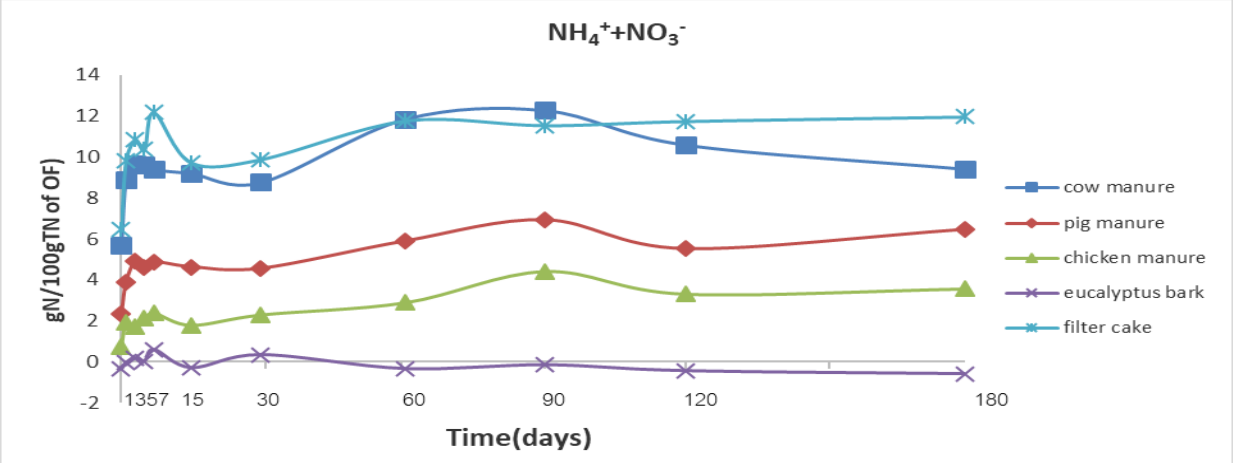

Figure 3 Amount of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release of the compost in clay loam (refute value in soil)

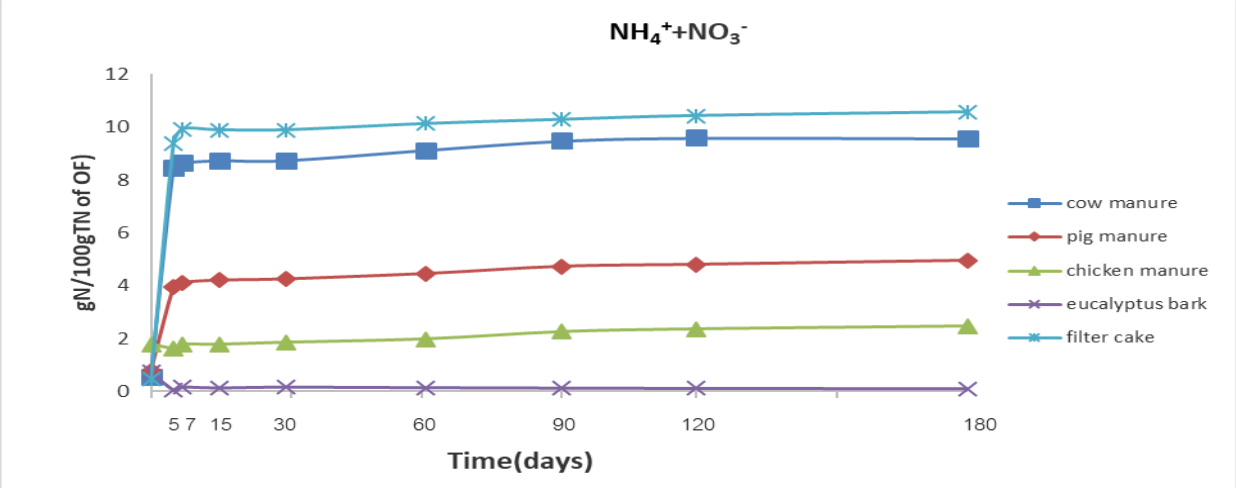

Figure 4 Accumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release of the compost in clay loam (refute value in soil)

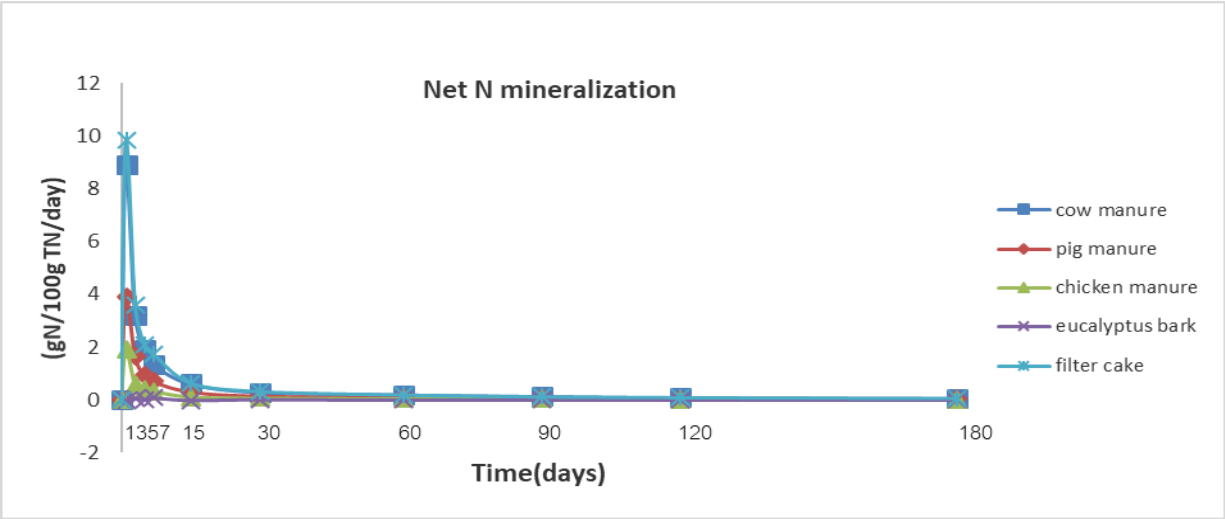

Figure 5 Amount of rate inorganic nitrogen release of the compost in clay loam (refute value in soil)

ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน ในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี

การปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนจากปุ๋ยหมักมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ เปลือกยูคาลิปตัส และกากตะกอนหม้อกรองอ้อย เมื่อบ่มในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี พบว่า ปุ๋ยหมักมูลไก่ ปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนสูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ ในช่วงเวลา 0-15 วัน มีค่าระหว่าง 0.30-1.78 กรัมN/100กรัม TN และหลังจาก 15-180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักมูลวัว มูลสุกร เปลือกยูคาลิปตัส และกากตะกอนหม้อกรองอ้อยทุกชนิดมีการปลดปล่อยแอมโมเนียมอย่างรวดเร็วและมีค่าใกล้เคียงกัน โดยปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมสูงระหว่าง 0-0.15 กรัมN/100กรัม TN รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลวัว มูลไก่ มูลสุกร และเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 0-0.12 0-0.17 0-0.14 และ 0-0.10 กรัมN/100กรัม TN (Figure 6)

การปลดปล่อยปริมาณไนเทรตในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักมูลวัว และปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีการปลดปล่อยไนเทรตสูงใกล้เคียงกัน มีค่าระหว่าง 2.75-8.68 และ 2.89-8.53 กรัมN/100กรัม TN รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลสุกร มูลไก่ และเปลือกยูคาลิปตัส มีค่าระหว่าง 1.06-4.63 0-1.79 และ 0-0.54 กรัม N/100กรัม TN ตามลำดับ (Figure 7)

การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยหมักในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักมูลวัว และปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) สูงใกล้เคียงกัน มีค่าปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) เท่ากับ 3.30-8.56 และ 3.36-8.54 กรัมN/100กรัม TN รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลสุกร มูลไก่ และเปลือกไม้ยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 1.84-4.71 0.51-1.85 และ 0-0.48 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ (Figure 8)

ร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยหมักในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักมูลวัว มีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) สูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินท

รีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ในช่วงเท่ากับ 0.55-7.13 กรัมN/100กรัม TN รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มูลสุกร มูลไก่ และเปลือกยูคาลิปตัส เท่ากับ 0.47-6.89 0.78-3.46 0.89-1.78 และ 0.04-0.73 กรัมN/100กรัม TN (Figure 9)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยและมูลวัว มีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงในวันแรกของการบ่ม มีค่าเท่ากับ 7.34 และ 7.27 กรัมN/100กรัม TN/วัน รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลสุกร มูลไก่ และเปลือกยูคาลิปตัส มีค่าเท่ากับ 3.22 1.05 และ0.32 กรัมN/100กรัม TN/วัน ปุ๋ยหมักทุกชนิดอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงในช่วง 3-180 หลังการบ่ม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ระหว่าง 0-2.69 กรัมN/100กรัม TN/วัน (Figure 10)

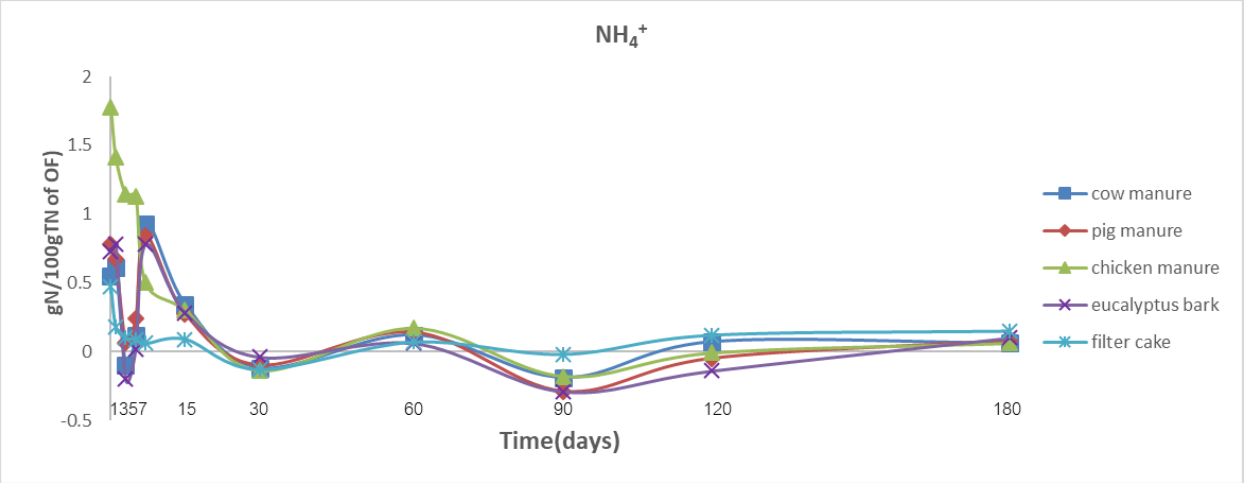

Figure 6 Amount of ammonium release of the compost in sandy loam (refute value in soil)

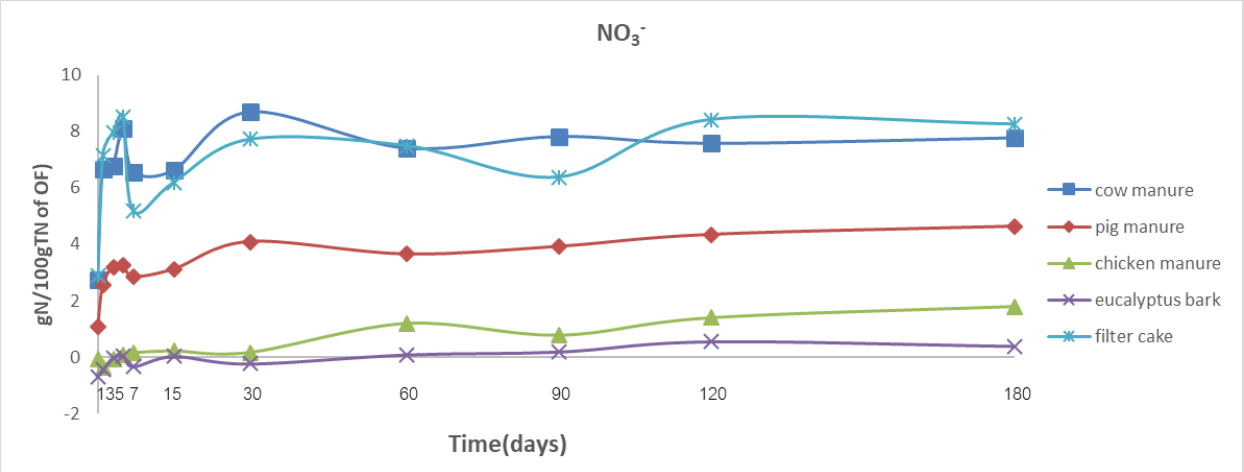

Figure 7 Amount of nitrate release of the compost in sandy loam (refute value in soil)

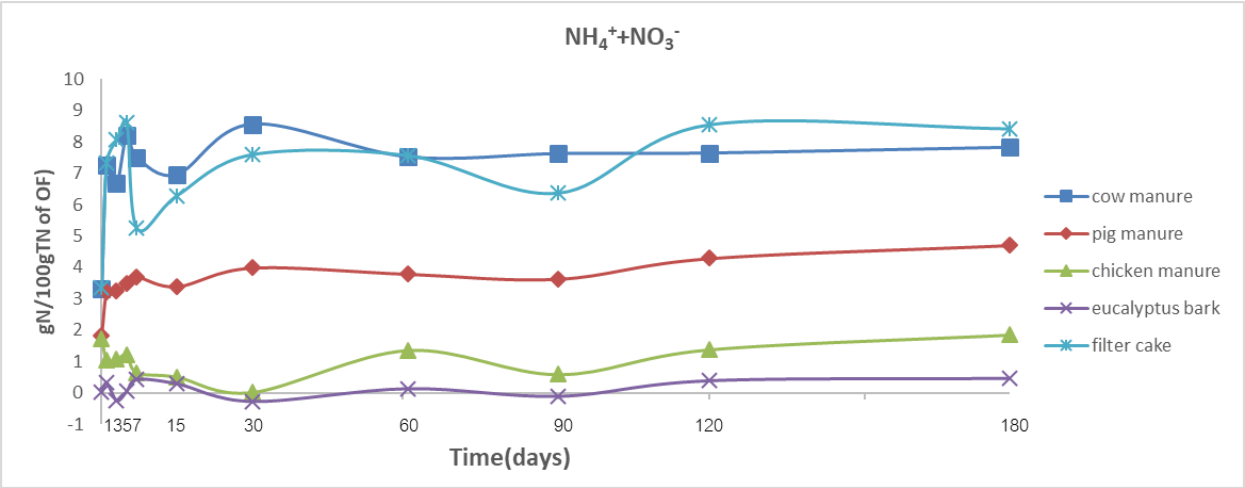

Figure 8 Amount of inorganic nitrogen (ammonium+ nitrate) release of the compost in sandy loam (refute value in soil)

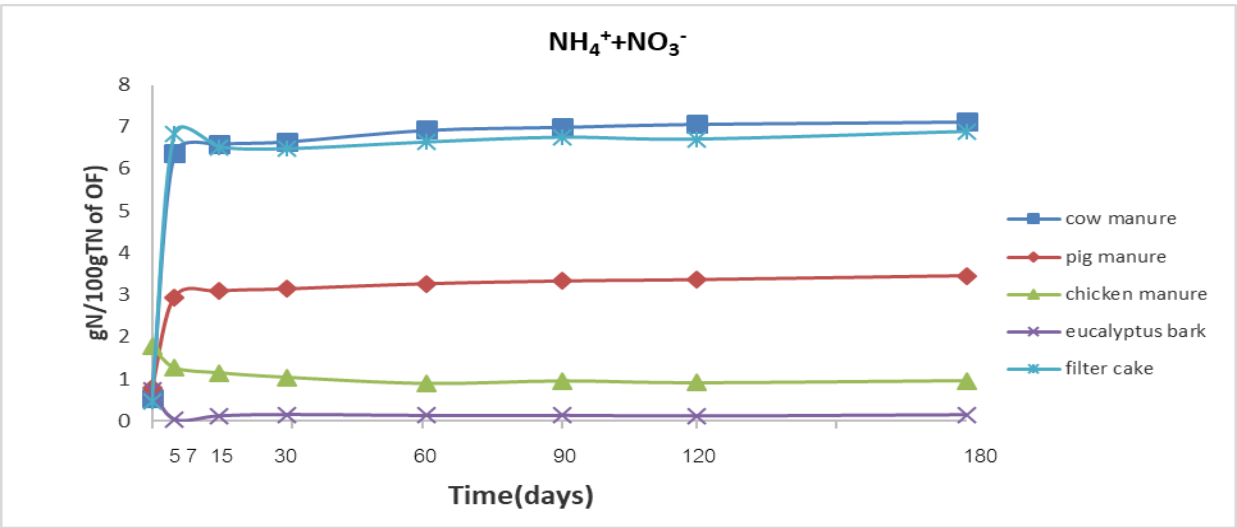

Figure 9 Accumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release of the compost in sandy loam (refute value in soil)

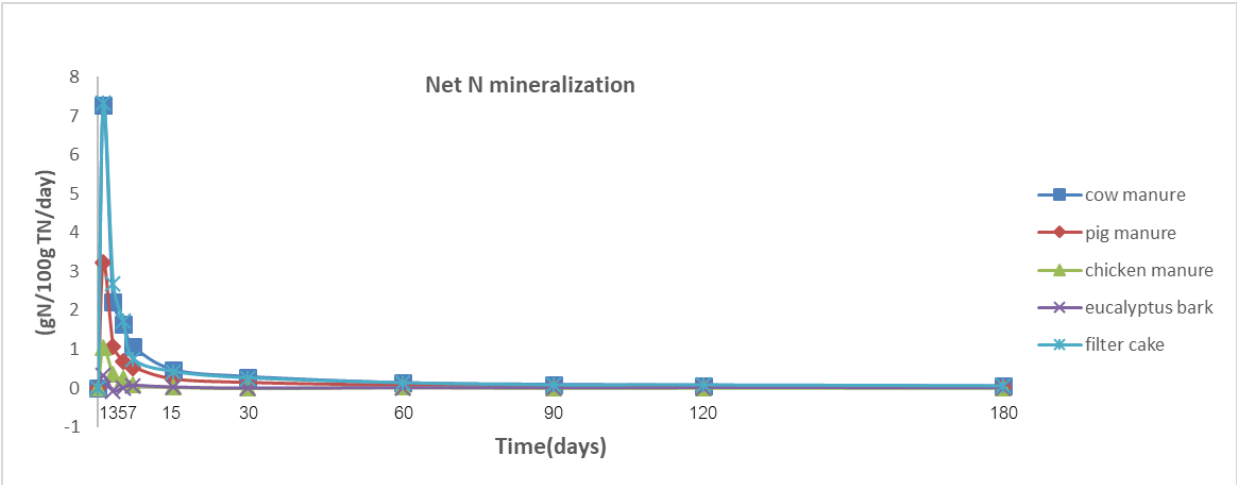

Figure 10 Amount of rate inorganic nitrogen release of the compost in sandy loam (refute value in soil)

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยมีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) และอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน ในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย สูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ จึงใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยมาทดลองในแปลงทดลองทั้ง 2 แปลง

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ ปีที่ 1

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความสูงมากที่สุด 32.7 เซนติเมตร รองลงมาคือ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 32.1 31.6 31.3 30.1 28.9 และ26.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2)

เมื่ออายุ 60 วัน พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูงมากที่สุด 188.3 เซนติเมตร รองลงมาคือ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 186.5 185.0 184.4 184.1 169.1 และ165.3 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Height of sweet corn in clay loam (cm)

Treatment	30 days (cm)	60 days (cm)
1. CF rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	26.9 c	165.3 b
2. OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	28.9 bc	169.1 b
3. CF rate 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	30.1 ab	184.4 a
4. CF rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	32.7 a	186.5 a
5. CF rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	32.1 a	184.1 a
6. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	31.6 ab	185.0 a
7. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	31.3 ab	188.3 a
average	30.5	180.4
C.V. (%)	6.3	5.3

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 3) พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,292.07 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่ให้ผลผลิต 3,258.54 3,131.56 และ 3,037.57 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 2,147.47 2,306.01และ2,711.04 กก./ไร่ ตามลำดับ

ความกว้างฝักข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความกว้างของฝักมากที่สุด 5.54 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กาก

ตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความกว้างของฝัก 5.53 5.53 5.47 และ5.28 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่มีความกว้างของฝัก 5.16 และ5.08 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 3)

ความยาวฝักข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความยาวของฝักมากที่สุด 19.79 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และ มีความยาวของฝัก 19.74 19.70 19.64 19.52 และ19.50 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่มีความยาวฝัก 18.75 เซนติเมตร (Table 3)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total Soluble Solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายมากที่สุด 15.93 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์(กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 15.36 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 14.30 14.10 14.10 13.98 และ 13.86 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ (Table 3)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Table 4) พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 7.3 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่มีค่า VCR เท่ากับ 3.6 และ3.4 ตามลำดับ

Table 3 Yield of sweet corn in clay loam (cm)

Treatment	Yield (kg/rai)	Pod wide (cm)	Pod length (cm)	TSS (% Brix)
1. CF rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	2,147.47 d	5.16 b	18.75 b	15.93 a
2. OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	2,306.01 cd	5.08 b	19.52 a	15.36 a
3. CF rate 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	2,711.04 bc	5.28 ab	19.50 a	14.30 b
4. CF rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,037.57 ab	5.47 a	19.70 a	14.10 b
5. CF rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,131.56 ab	5.53 a	19.74 a	14.10 b
6. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,292.07 a	5.54 a	19.79 a	13.86 b
7. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,258.54 ab	5.53 a	19.64 a	13.98 b
average	2,840.60	5.37	19.52	14.52
C.V. (%)	12.1	3.7	2.4	4.8

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 4 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (Baht/rai)	Cost of fertilizer (Baht/rai)	Net return (Baht/rai)	VCR
1	2,147	-				
2	2,306	159	1,272	1,320	-48	1.0
3	2,711	564	4,512	1,944	2,568	2.3
4	3,038	891	7,128	2,142	4,986	3.3
5	3,132	985	7,880	2,340	5,540	3.4
6	3,292	1,145	9,160	2,538	6,622	3.6
7	3,259	1,112	8,896	1,218	7,678	7.3

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

แปลงทดลองดินร่วนปนทรายที่แปลงเกษตรกร ต.เกาะเทโพ อ.เมือง จ.อุทัยธานี

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความสูงมากที่สุด 38.7 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 36.7 36.5 35.8 35.5 35.5 และ35.0 เซนติเมตร (Table 5)

Table 5 Height of sweet corn in sandy loam (cm)

Treatment	30 days (cm)
1. CF rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	35.5
2. OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	36.5
3. CF rate 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	38.7
4. CF rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	35.8
5. CF rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	36.7
6. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	35.5
7. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	35.0
average	36.2
C.V. (%)	7.3

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 6) พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,649.55 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 3,648.61 3,513.16 3,436.19 และ3,351.62 กก./ไร่ แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อ

กรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์(กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 2,989.26 และ2,957.26 กก./ไร่ ตามลำดับ

ความกว้างฝักข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความกว้างของฝักมากที่สุด 5.49 และ 5.49 เซนติเมตร ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่มีความกว้างฝัก 5.40 5.43 และ5.40 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่มีความกว้างของฝัก 5.24 และ 5.23 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 6)

ความยาวฝักข้าวโพดหวาน พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความยาวฝักข้าวโพดมากที่สุด 17.74 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความยาวฝัก 19.72 19.55 19.51 19.25 19.06 และ18.85 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 6)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total Soluble Solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายมากที่สุด 13.56 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 13.33 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 13.02 12.95 12.88 12.76 และ12.69 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ (Table 6)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Table 7) พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 3.1 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่มีค่า VCR เท่ากับ 2.3 และ2.1 ตามลำดับ

Table 6 Yield of sweet corn in sandy loam (cm)

Treatment	Yeild (kg/rai)	Pod wide (cm)	Pod length (cm)	TSS (% Brix)
1. CF rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	2,989.26 b	5.24 bc	18.85 a	13.56 a
2. OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	2,957.26 b	5.23 c	19.25 a	13.33 ab
3. CF rate 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,436.19 ab	5.40 abc	19.51 a	12.76 c
4. CF rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,648.61 a	5.43 ab	19.72 a	13.02 bc
5. CF rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,351.62 ab	5.40 ab	19.06 a	12.88 bc
6. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,649.55 a	5.49 a	19.74 a	12.69 c
7. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,513.16 ab	5.49 a	19.55	12.95 bc
average	3,367.95	5.38	19.38	13.03
C.V. (%)	10.2	2.3	3.0	2.4

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 7 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in sandy loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (Baht/rai)	Cost of fertilizer (Baht/rai)	Net return (Baht/rai)	VCR
1	2,989	-				
2	2,957	-32	-256	1,320	-1,576	-0.2
3	3,436	447	3,576	2,088	1,488	1.7
4	3,649	660	5,280	2,286	2,994	2.3
5	3,352	363	2,904	2,484	420	1.2
6	3,680	691	5,528	2,682	2,846	2.1
7	3,513	524	4,192	1,362	2,830	3.1

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์ ปีที่ 2

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปัจจัยหลักคือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีผลทำให้ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 10-5-5 15-5-5 และ20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 37.6 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และไม่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ มีความสูง 34.6 และ34.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 8)

เมื่ออายุ 60 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปัจจัยหลักคือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีผลทำให้ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 10-5-5 15-5-5 และ20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 194.3 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความสูง 193.1 และ189.3 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 8)

Table 8 Height of sweet corn in clay loam (cm)

Organic fertilizer	Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg./rai)	30 day (cm)	60 day (cm)
1. No OF	1. 0-5-5	31.4	167.7
	2. 10-5-5	32.3	195.5
	3. 15-5-5	37.1	208.3
	4. 20-5-5	36.0	201.0
	average	34.2	193.1
2. OF rate	1. 0-5-5	28.4	155.8
520 kg dry weight/rai	2. 10-5-5	38.5	198.6
	3. 15-5-5	35.3	200.1
	4. 20-5-5	36.3	202.9
	average	34.6	189.3
3. OF rate	1. 0-5-5	32.6	166.5
1,040 kg dry weight/rai	2. 10-5-5	38.0	200.0
	3. 15-5-5	39.6	204.7
	4. 20-5-5	40.1	205.9
	average	37.6	194.3
CV (a)		15.5	8.5
CV (b)		8.6	4.9

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 9) พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการ

ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 2,662.2 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 2,538.2 และ2,493.2 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่พบว่าปัจจัยรองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,205.5 กก./ไร่ แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 และ 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่ให้ผลผลิต 2,515.7 และ1,478.4 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่ให้ผลผลิต 3,058.3 กก./ไร่

Table 9 Yield of sweet corn in clay loam (cm)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่)	Organic fertilizer			
	1. No OF	2. OF rate 520 kg dry weight/rai	3. OF rate 1,040 kg dry weight/rai	average
1. 0-5-5	1,486.3	1,240.2	1,708.8	1,478.4 c
2. 10-5-5	2,407.8	2,670.5	2,468.9	2,515.7 b
3. 15-5-5	3,040.6	3,068.8	3,065.6	3,058.3 a
4. 20-5-5	3,218.0	2,993.3	3,405.3	3,205.5 a
average	2,538.2	2,493.2	2,662.2	2,564.5

CV (a) = 1.5% CV (b) = 13.6%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total Soluble Solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน (Table 10) พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 15.7 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 15.6 และ15.5 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ แต่พบว่าปัจจัยรองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 16.2 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 15-5-5 และ20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 16.1 15.3 และ14.8 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ

Table 10 Total Soluble Solids (TSS) of sweet corn in clay loam (% Brix)

Chemical Fertilizer rate ($N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่)	Organic fertilizer			
	1. No OF	2. OF rate 520 kg dry weight/rai	3. OF rate 1,040 kg dry weight/rai	average
1. 0-5-5	16.2	16.1	16.5	16.2 a
2. 10-5-5	16.2	16.2	15.8	16.1 ab
3. 15-5-5	15.4	15.5	14.9	15.3 b
4. 20-5-5	15.1	14.7	14.7	14.8 b
average	15.7	15.6	15.5	15.6

CV (a) = 4.6% CV (b) = 5.4%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Table 11) พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 12.19 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 $N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่มีค่า VCR เท่ากับ 12.19 และ4.26 ตามลำดับ

Table 11 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (Baht/rai)	Cost of fertilizer (Baht/rai)	Net return (Baht/rai)	VCR
1. 0-5-5	1,486.30	-				
2. 10-5-5	2,407.80	922	7,372	822	6,550	8.97
3. 15-5-5	3,040.60	1,554	12,434	1,020	11,414	12.19
4. 20-5-5	3,218.00	1,732	13,854	1,218	12,636	11.37
1. OF 520 kg/rai+0-5-5	1,240.20	-246	-1,969	2,376	-4,345	-0.83
2. OF 520 kg/rai+10-5-5	2,670.50	1,184	9,474	2,772	6,702	3.42
3. OF 520 kg/rai+15-5-5	3,068.80	1,583	12,660	2,970	9,690	4.26
4. OF 520 kg/rai+20-5-5	2,993.30	1,507	12,056	3,168	8,888	3.81
1. OF 1,040 kg/rai+0-5-5	1,708.80	223	1,780	4,326	-2,546	0.41
2. OF 1,040 kg/rai+10-5-5	2,468.90	983	7,861	4,722	3,139	1.66
3. OF 1,040 kg/rai+15-5-5	3,065.60	1,579	12,634	4,920	7,714	2.57
4. OF 1,040 kg/rai +20-5-5	3,405.30	1,919	15,352	5,118	10,234	3.00

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg)
yield price (8 baht/kg)

แปลงทดลองดินร่วนปนทรายที่แปลงเกษตรกร ต.เกาะเทโพ อ.เมือง จ.อุทัยธานี

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า ปัจจัยหลักคือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความสูงของต้นข้าวโพด 43.4 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และไม่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ มีความสูง 40.5 และ39.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 10-5-10 15-5-10 และ20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีความสูงของข้าวโพดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ข้าวโพดมีความสูง 45.2 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 40.4 เซนติเมตร แต่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 39.1 และ 37.1 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 12)

เมื่ออายุ 60 วัน พบว่า ปัจจัยหลักคือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความสูงของต้นข้าวโพดมากที่สุด 142.4 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ไม่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีความสูง 130.8 และ130.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ มีความสูงของข้าวโพดมากที่สุด 140.8 เซนติเมตร ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 และ10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่มีความสูง 126.1 และ125.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 และ1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 10-5-10 15-5-10 และ20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูงข้าวโพดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 12)

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 13) พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 3,358.1 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่ให้ผลผลิต 3,273.6 และ3,122.7 กก./ไร่ ตามลำดับ และปัจจัยรองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 (N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่) ให้ผลผลิตสูงสุด 3,325.7 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 20-5-10 และ10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,250.9 3,218.4 และ3,210.8 กก./ไร่ ตามลำดับ

Table 12 Height of sweet corn in sandy loam (cm)

Organic fertilizer	Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg./rai)	30 day (cm)	60 day (cm)
1. No OF	1. 0-5-10	40.8 a	126.1 b
	2. 10-5-10	37.4 a	125.3 b
	3. 15-5-10	41.5 a	140.8 a
	4. 20-5-10	36.2 a	130.9 ab
	average	39.0	130.8
2. OF rate	1. 0-5-10	37.1 b	130.3 a
520 kg dry weight/rai	2. 10-5-10	45.2 a	133.1 a
	3. 15-5-10	40.4 ab	132.5 a
	4. 20-5-10	39.1 b	127.0 a
	average	40.5	130.7
3. OF rate	1. ใส่ปุ๋ย 0-5-10	44.2 ab	142.5 a
1,040 kg dry weight/rai	2. ใส่ปุ๋ย 10-5-10	47.8 a	146.0 a
	3. ใส่ปุ๋ย 15-5-10	39.5 b	138.4 a
	4. ใส่ปุ๋ย 20-5-10	42.2 ab	142.6 a
	average	43.4	142.4
CV (a)		19.2	10.0
CV (b)		7.8	5.2

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 13 Yield of sweet corn in sandy loam (cm)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่)	Organic fertilizer			
	1. No OF	2. OF rate 520 kg dry weight/rai	3. OF rate 1,040 kg dry weight/rai	average
1. 0-5-10	3,231.5	3,034.9	3,486.3	3,250.9
2. 10-5-10	3,076.6	3,130.8	3,425.0	3,210.8
3. 15-5-10	3,353.0	3,434.0	3,190.2	3,325.7
4. 20-5-10	3,433.5	2,891.0	3,330.8	3,218.4
average	3,273.6	3,122.7	3,358.1	3,251.5

CV (a) = 17.9% CV (b) = 7.4%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total Soluble Solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน (Table 14) พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 13.1 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 และ1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายเฉลี่ย 13.0 และ12.8 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ และปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 10-5-10 15-5-10 และ20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 (N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่) มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 13.2 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 20-5-10 และ10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 13.0 12.9 และ12.7 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ

Table 14 Total Soluble Solids (TSS) of sweet corn in sandy loam (% Brix)

Chemical fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่)	Organic fertilizer			
	1. OF	2. OF rate 520 kg dry weight/rai	3. OF rate 1,040 kg dry weight/rai	average
1. 0-5-10	13.4	13.1	13.0	13.2
2. 10-5-10	13.0	12.7	12.6	12.7
3. 15-5-10	12.8	13.2	13.1	13.0
4. 20-5-10	13.4	12.9	12.5	12.9
average	13.1	13.0	12.8	13.0

CV (a) = 4.4% CV (b) = 2.9%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Table 15) พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 1.2 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่มีค่า VCR เท่ากับ 0.8 0.5 และ0.5 ตามลำดับ ซึ่งมีค่า VCR ต่ำกว่า 1 แสดงว่าไม่ควรใช้กรรมวิธีดังกล่าวในการปลูกข้าวโพดหวาน

Table 15 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in sandy loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (Baht/rai)	Cost of fertilizer (Baht/rai)	Net return (Baht/rai)	VCR
1. 0-5-10	3,231.50	-				
2. 10-5-10	3,076.60	-155	-1,239	966	-2,205	-1.3
3. 15-5-10	3,353.00	122	972	1,164	-192	0.8
4. 20-5-10	3,433.50	202	1,616	1,362	254	1.2
1. OF 520 kg/rai+0-5-10	3,034.90	-197	-1,573	2,520	-4,093	-0.6
2. OF 520 kg/rai+10-5-10	3,130.80	-101	-806	2,916	-3,722	-0.3
3. OF 520 kg/rai+15-5-10	3,434.00	203	1,620	3,114	-1,494	0.5
4. OF 520 kg/rai+20-5-10	2,891.00	-341	-2,724	3,312	-6,036	-0.8
1. OF 1,040 kg/rai+0-5-10	3,486.30	255	2,038	4,470	-2,432	0.5
2. OF 1,040 kg/rai+10-5-10	3,425.00	194	1,548	4,866	-3,318	0.3
3. OF 1,040 kg/rai+15-5-10	3,190.20	-41	-330	5,064	-5,394	-0.1
4. OF 1,040 kg/rai +20-5-10	3,330.80	99	794	5,262	-4,468	0.2

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยมีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจนร่วมกับไนเทรตไนโตรเจน) และอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) มากกว่าปุ๋ยหมักมูลวัว ปุ๋ยหมักมูลสุกร ปุ๋ยหมักมูลไก่ และปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส

2. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350-1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ (เทียบเท่าไนโตรเจน 5 กิโลกรัม) ร่วมกับการลดใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ (การใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ในดินร่วนเหนียว และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ในดินร่วนปนทราย) ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350-1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ (เทียบเท่าไนโตรเจน 5 กิโลกรัม) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ในดินร่วนเหนียว และร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ในดินร่วนปนทราย และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ในดินร่วนเหนียว และร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ในดินร่วนปนทราย ทั้งนี้เพราะอนินทรีย์ไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์มีการปลดปล่อยความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนออกมาอย่างช้าๆ ให้กับข้าวโพดหวาน

3. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี เป็นการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช แต่อย่างไรก็ตามการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง เป็นแนวทางในการใช้วัสดุอินทรีย์เหลือใช้ที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าและเป็นการลดต้นทุนเมื่อเปรียบเทียบกับการซื้อปุ๋ยอินทรีย์ตามท้องตลาด

การทดลองที่ 2

ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน

Effect of Tannin Substances in Organic Material on Nitrification Inhibition of Nitrogen Fertilizer

ศรีสุดา รื่นเจริญ พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม ทิพวรรณ แก้วหนู
กมลชนก เจริญศรี นงลักษ์ ปั้นลาย
Srisuda Ruencharoen Peerapong Chaovanapong Patimaporn Jinjakam Tipawan Kaewnoo
Kamolchanok Charoensri Nongluck Panlai

คำสำคัญ (Keywords)
วัสดุอินทรีย์, แทนนิน, กระบวนการไนตริฟิเคชั่น, เปลือกมังคุด
Organic Material, Tannin, Nitrification, Mangosteen peel

บทคัดย่อ (Abstract)

ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจนในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทรายด้วยวิธีการบ่มดิน ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ 1) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) 2) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + แทนนิน 0.1 เปอร์เซ็นต์) 3) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + แทนนิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ 4) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + แทนนิน 0.3 เปอร์เซ็นต์ 5) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + แทนนิน 0.4 เปอร์เซ็นต์ และ 6) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + แทนนิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่มีการเคลือบหรือคลุกด้วยแทนนินมีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจนร่วมกับไนเทรตไนโตรเจน) และอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่ไม่มีการเคลือบหรือคลุกด้วยแทนนินทั้งในดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทราย และจากผลการทดลองดังกล่าวได้นำเปลือกมังคุดบด มาทดลองในสภาพแปลงทดลองด้วยการปลูกข้าวโพดหวานบนพื้นที่ดินร่วนเหนียว และพื้นที่ดินร่วนทราย ปีที่ 1 ในพื้นที่ดินเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จังหวัดลพบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน/นน.แห้ง) การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และในพื้นที่ดินร่วนปนทราย แปลงเกษตรกร ตำบลเกาะเทโพ อำเภอเมือง จังหวัด

อุทัยธานี พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ปีที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) เปลือกมังคุด จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) ปุ๋ยเคมี จำนวน 4 กรรมวิธี พบว่า ในพื้นที่ดินเหนียว ปัจจัยหลัก คือ การคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 และ 15.78 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์แทนนิน/นน.แห้ง) และการไม่คลุกเปลือกมังคุดบด ให้ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 15-5-5 และ 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่ดินร่วนปนทราย ปัจจัยหลัก คือ การคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 15.78 กิโลกรัมต่อไร่ และการไม่คลุกเปลือกมังคุดบด ให้ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 15-5-10 และ10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่

สรุปได้ว่าการใช้เปลือกมังคุดบดคลุกร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว

Effect of Tannin Substances of Organic Material for Inhibitor Nitrification on Nitrogen Fertilizer was done on incubated clay loam and sandy loam. Experiment was carried out at Soil Science Laboratory in CRD experimental designed with 4 replications and 6 treatments: 1) Urea fertilizer (46-0-0) alone as control 2) Urea fertilizer (46-0-0) and 0.1 percent of tannin 3) Urea fertilizer (46-0-0) and 0.2 percent of tannin 4) Urea fertilizer (46-0-0) and 0.3 percent of tannin 5) Urea fertilizer (46-0-0) and 0.4 percent of tannin and 6) Urea fertilizer (46-0-0) and 0.5 percent of tannin. The result showed urea fertilizer (46-0-0) that was coated or mixed with tannin incubated with clay loam and sandy loam give lowest nitrogen release of organic nitrogen followed by urea fertilizer (46-0-0) that was not coated or mixed with tannin. And from the results of the experiment, the ground mangosteen peel (ground mangosteen peel 3.22 kg/rai as 0.1 percent tannin and ground mangosteen peel 15.78 kg /rai as 0.5 percent tannin) was tested in the experimental plots by planting sweet corn. First year in clay loam at Lopburi Seed Multiplication Center, Lop Buri Province, in RCB experimental designed was planned with 4 replications 5 treatments. The result showed chemical fertilizer rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai mixed with ground mangosteen peel 3.22 kg /rai (0.1 percent tannin/dry weight) was highest yield and not significantly different with chemical fertilizer rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai and

chemical fertilizer rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai mixed with ground mangosteen peel 3.22 kg /rai but significantly different with chemical fertilizer rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/ rai mixed with ground mangosteen peel 3.22 kg /rai and chemical fertilizer rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai.

In sandy loam at farmer field, Uthai Thani Province, The result showed chemical fertilizer rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai mixed with ground mangosteen peel 3.22 kg was highest yield and not significantly different with chemical fertilizer rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai, chemical fertilizer rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai mixed with ground mangosteen peel 3.22 kg/rai and chemical fertilizer rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai mixed with ground mangosteen peel 3.22 kg/rai but significantly different with chemical fertilizer rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai.

Second year in clay loam at Lopburi Seed Multiplication Center, Lop Buri Province, in Split plot in RCB experimental designed with 3 replications was 3 main plots as ground mangosteen peel and 4 sub plots as chemical fertilizer. The result showed main plots as ground mangosteen peel 3.22 and 15.78 kg/rai (0.1 and 0.5 percent tannin/dry weight) and no ground mangosteen peel had not significantly different. Sub plots as chemical fertilizer rate 20-5-5 15-5-5 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai had not significantly different but significantly different with chemical fertilizer rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai.

In sandy loam at farmer field, Uthai Thani Province. The result showed main plots as ground mangosteen peel 3.22 15.78 kg/rai and no ground mangosteen peel had not significantly different. Sub plots as chemical fertilizer rate 20-5-10 15-5-10 and 10-5-10 N-P2O5-K2O kg/rai had not significantly different but significantly different with chemical fertilizer rate 0-5-10 N-P2O5-K2O kg/rai.

It was concluded that combination of mixed with ground mangosteen peel could decreased nitrogen fertilizer 25 percent had yield close to recommended fertilizer based on soil analysis.

บทนำ (Introduction)

กระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) คือ กระบวนการออกซิไดซ์แอมโมเนียมไอออนหรือก๊าซแอมโมเนีย ภายใต้สภาวะที่ใช้ออกซิเจนกลายเป็นไนเทรต จึงทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของไนเทรตไปจากดิน เนื่องจากการชะล้างหรือการเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ ดังนั้นจึงต้องยืดระยะเวลาให้ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียมในดินให้ได้นานมากยิ่งขึ้น โดยการใช้สารยับยั้งไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibitors) การผลิตปุ๋ยละลายช้าในเชิงการค้ามีราคาแพงมาก เช่น ยูเรียเคลือบกำมะถัน (Sulfur coated urea) และปุ๋ย NPK เคลือบโพลิเมอร์ ที่ใช้กับสนามกอล์ฟและไม้ดอกไม้ประดับ อนึ่งในประเทศอินเดียได้ทำการศึกษาการเคลือบเม็ดปุ๋ยยูเรียด้วยวัสดุต่างๆ เช่น ครั่ง แชลแล็ค หินฟอสเฟต ยิบซั่ม ฯลฯ แต่ปรากฏว่า ต้นทุนการผลิตสูงกว่าการใช้ยูเรียธรรมดา 10 -15 % (Tandon, 1987) การผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตจริงๆจะต้องผสมกับวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น กากสะเดา เปลือกมังคุด ฯลฯ ซึ่งมีสมบัติยังยั้ง nitrification (เรวดี, 2543 และ มะลิวัลย์, 2541) และจากแนวคิดในการใช้สารยังยั้งเพื่อลดการสูญเสียแอมโมเนียในมูลไก่ โดยหยุดกิจกรรมจุลินทรีย์ที่จะเปลี่ยนกรดยูริกในก๊าซแอมโมเนียและการใช้สารดูดซับแอมโมเนีย (absorbent) ต่างๆ ต่อจากนั้นทำให้เป็นกลาง (Carlile, 1984) นอกจากนี้การใส่สารที่มี CEC สูงเช่น Zeolite ฮิวมิกแอซิด ช่วยดูดซับและลดการสูญเสียปุ๋ยเท่ากับได้เพิ่มความเป็นประโยชน์และลดมลภาวะของปุ๋ยต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย มะลิวัลย์ (2538) ศึกษาผลของเปลือกมังคุดต่อการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดินทรายชุดมาบบอน พบว่าเปลือกมังคุดบดผสมกับดิน มีผลโดยตรงต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในดิน โดยปริมาณของเปลือกมังคุดที่เพิ่มขึ้นจะเป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมา (NH_4^+- N + NO_3^-- N) เป็นประโยชน์ต่อพืชไม่ว่าจะคลุกดินด้วยปุ๋ยเคมี ปุ๋ยพืชสด หรือปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมี ในกรณีของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ในดินนั้น ปริมาณเปลือกมังคุดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน เมื่อได้ข้อมูลการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของวัสดุอินทรีย์ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibitors) เหมาะสมแล้ว สามารถนำมาพิจารณาในการเลือกใช้กับปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพได้มากขึ้น

ระเบียบวิธีวิจัยของโครงการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์และสารเคมี ได้แก่ เครื่อง Spectrophotometer เปลือกมังคุดบด จอบ พลั่ว บุ้งกี๋ บัวรดน้ำ เข่ง พลาสติก ผ้าฟาง เมล็ดข้าวโพดหวาน พันธุ์ ไฮบริกซ์ 3 ตัวอย่างดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย จ. อุทัยธานี ปุ๋ยเคมี 46-0-0 0-46-0 และ 0-0-60

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบมาวิเคราะห์หาปริมาณแทนนิน โดยดัดแปลงจากวิธีของ Hou et al. (2003) โดยสกัดวัสดุอินทรีย์ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ แล้วนำมาทำปฏิกิริยากับสารละลายเฟอร์รินและโซเดียมคาร์บอเนต 7 เปอร์เซ็นต์ นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร

2. ศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรีย(46-0-0) ที่คลุกด้วยสารแทนนินโดยการบ่มในห้องปฏิบัติการ ศึกษาประสิทธิภาพของแทนนินในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน ในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)

2) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.1 เปอร์เซ็นต์)

3) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.2 เปอร์เซ็นต์)

4) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.3 เปอร์เซ็นต์)

5) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.4 เปอร์เซ็นต์)

6) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.5 เปอร์เซ็นต์)

ทำการทดลองด้วยวิธีการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ ในสภาพความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดิน ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส โดยชั่งดิน 50 กรัมน้ำหนักแห้ง ผสมกับปุ๋ยยูเรียที่คลุกกับกรดแทนนิกโดยมีอัตราต่าง ๆ ตามกรรมวิธีในอัตราที่มีไนโตรเจนเท่ากันที่ระดับ 0.1 กรัมของไนโตรเจนทั้งหมด จากนั้นใส่ลงในขวดโหลแก้วขนาด 240 มิลลิลิตร และเติมน้ำกรองปราศจากไอออน (Deionized water) ลงในดินเพื่อปรับความชื้นของดินให้อยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดิน นำตัวอย่างดินในแต่ละช่วงระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 15, 30, 60, 90, 120 และ 180 วัน ของการบ่มมาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม และไนเทรต โดยวิธีการกลั่น จากสารละลายที่สกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 นอร์มัล (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

3. ศึกษาผลของการใช้ปลือกมังคุดเป็นแหล่งสารแทนนินผสมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี ปีที่ 1 (พ.ศ. 2561)

ดำเนินการในแปลงทดลองดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 95.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 128.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 เมื่อวันที่ 16 มกราคม 2561 แปลงทดลองย่อยขนาด 6x6 เมตร โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยเคมีแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูก โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน) ครึ่งอัตราในแต่ละกรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต (0-46-0) และปุ๋ยโพแทช (0-0-60) ตามอัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน) ครึ่งอัตราที่เหลือในแต่ละกรรมวิธี หลังปลูก 21-30 วัน มีการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ เก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานวันที่ 27 มีนาคม 2561 อายุ 70 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพด 22.5 ตารางเมตร

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

3) ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

4) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

5) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

4. ศึกษาผลของการใช้ปลือกมังคุดเป็นแหล่งสารแทนนินผสมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ปี พ.ศ. 2561

แปลงทดลองดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2561 แปลงทดลองย่อยขนาด 6x6 เมตร โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยเคมีแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูก โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน) ครึ่งอัตราในแต่ละกรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต (0-46-0) และปุ๋ยโพแทช (0-0-60) ตามอัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน) ครึ่งอัตราที่เหลือในแต่ละกรรมวิธี หลังปลูก 21-30 วัน มีการให้น้ำแบบน้ำพุ่ง เก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานวันที่ 3 เมษายน 2561 ที่อายุ 70 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดอย่างน้อย 22.5 ตารางเมตร

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

3) ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

4) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

5) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

5. ศึกษาผลของการใช้ปลือกมังคุดเป็นแหล่งสารแทนนินผสมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี ปีที่ 2 (พ.ศ. 2562)

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 177.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 191.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพด

หวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2561 แปลงทดลองย่อยขนาด 6x6 เมตร โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยเคมีแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูก โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน) ครึ่งอัตราในแต่ละกรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต (0-46-0) และปุ๋ยโพแทช (0-0-60) ตามอัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน) ครึ่งอัตราที่เหลือในแต่ละกรรมวิธี หลังปลูก 21-30 วัน มีการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ เก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2562 อายุ 73 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพด 22.5 ตารางเมตร

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วย Main plot จำนวน 3 กรรมวิธี Sub plot จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

Main plot มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่เปลือกมังคุด
2) ใส่เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)
3) ใส่เปลือกมังคุด อัตรา 15.78 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.5% แทนนิน/นน.แห้ง)

Sub plot มี 4 กรรมวิธี

1) ใส่ปุ๋ย 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
2) ใส่ปุ๋ย 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
3) ใส่ปุ๋ย 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
4) ใส่ปุ๋ย 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

6. ศึกษาผลของการใช้ปลือกมังคุดเป็นแหล่งสารแทนนินผสมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ปี พ.ศ. 2562

แปลงทดลองดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 เมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2561 แปลงทดลองย่อยขนาด 6x6 เมตร โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร การใส่ปุ๋ยเคมีแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูก โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน) ครึ่งอัตราในแต่ละกรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต (0-46-0) และปุ๋ยโพแทช (0-0-60) ตามอัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน) ครึ่งอัตราที่เหลือในแต่ละกรรมวิธี หลังปลูก 21-30 วัน มีการให้น้ำแบบน้ำพุ่ง เก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานวันที่ 5 มีนาคม 2562 ที่อายุ 70 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดอย่างน้อย 22.5 ตารางเมตร

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วย Main plot จำนวน 3 กรรมวิธี Sub plot จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

Main plot มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่เปลือกมังคุด
2) ใส่เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)
3) ใส่เปลือกมังคุด อัตรา 15.78 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.5% แทนนิน/นน.แห้ง)

Sub plot มี 4 กรรมวิธี

1) ใส่ปุ๋ย 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ย 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

3) ใส่ปุ๋ย 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

4) ใส่ปุ๋ย 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

ผลการวิจัย (Results)

ปริมาณสารแทนนินในวัสดุอินทรีย์ 13 ชนิด ที่เก็บรวบรวมจากสถานที่ต่างๆ รวมจำนวน 22 ตัวอย่าง มีปริมาณสารแทนนินเป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน (Table 16)

Table 16 Tannin content analysis of organic materials

Organic materials	Tannin content (%)
1. mangosteen peel	16.35
2. salak peel	8.20
3. pineapple peel	5.78-9.21
4. papaya peel	15.77
5. durian peel	4.73
6. banana peel	5.52-7.47
7. pomelo peel	21.10
8. guava leaves	19.69-31.34
9. oolong tea leaves no.12	17.36-33.07
10. assam tea	19.73-30.12
11. fermented tea leaves	25.77-30.39
12.tea leaves	25.77-30.39
13. tobacco leaves	27.22

และจากผลการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินของวัสดุอินทรีย์สามารถจัดกลุ่มได้ (Table 17)

Table 17 Group of tannin content of organic materials

Tannin content (%)	Organic materials
Low (< 10 %)	salak peel, pineapple peel, durian peel, banana peel, pineapple peel
Medium (10-20 %)	mangosteen peel, papaya peel, guava leaves, oolong tea leaves no.12
High (> 20 %)	pomelo peel, guava leaves, oolong tea leaves no.12, assam tea, tea leaves, tobacco leaves

ผลของการเคลือบปุ๋ยไนโตรเจนด้วยแทนนินต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี

การปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินเมื่อบ่มในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน ในช่วง 0-15 วันหลังบ่มดิน ซึ่งมีการชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมเท่ากับ 1.35-12.15 1.45-11.80 1.39-11.38 1.22-11.54 1.34-11.11 และ 1.50-12.73 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ และในช่วง 30-180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบแทนนิน อัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบแทนนิน มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมลดลงและมีค่าใกล้เคียงกัน ที่มีค่าเท่ากับ 11.67 11.84 11.26 11.36 11.03 และ 12.05 กรัมN/100กรัม TN (Figure 11)

การปลดปล่อยปริมาณไนเทรตในช่วง 0-60 วันหลังบ่ม พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยไนเทรตต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน แสดงว่าปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินช่วยสะสมปริมาณไนเทรตไว้ในดินได้ ซึ่งมีค่าปลดปล่อยไนเทรตในช่วงเท่ากับ 0.19-0.47 0.21-0.42 0.22-0.63 0.21-0.61 0.20-0.63 และ 0.30-0.60 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ (Figure 12)

การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินที่บ่มในดินร่วนเหนียวในช่วง 0-180 วัน พบวา ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.4 0.5 0.1 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน โดยจะปลดปล่อยออกมาในช่วง 0-7 วันอย่างรวดเร็ว เท่ากับ 1.42-15.49 1.49-15.34 1.71-14.84 1.73-14.25 1.59-13.58 และ 2.06-15.67 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ (Figure 13)

ร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินทุกอัตราที่บ่มในดินร่วนเหนียวในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม มีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน ซึ่งปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนิน อัตรา 0.5 0.3 0.4 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ในช่วงเท่ากับ 1.97-11.24 2.02-

11.47 1.83-11.57 1.81-11.84 และ 1.87-12.07 กรัมN/100กรัม TN ในขณะที่ปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนินมีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) สูงเท่ากับ 2.10-12.74 กรัมN/100กรัม TN (Figure 14)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนิน มีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนินในช่วง 1-30 วันหลังบ่ม ซึ่งปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนิน อัตรา 0.3 0.2 0.5 0.4 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0.40-14.14 0.43-14.75 0.39-15.11 0.43-15.78 และ 0.41-16.06 กรัมN/100กรัม TN/วัน ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนินมีค่าเท่ากับ 0.44-17.48 กรัมN/100กรัม TN/วัน และทุกกรรมวิธีมีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงในช่วงหลัง 30-180 วันหลังบ่ม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.07-0.23 กรัมN/100กรัม TN/วัน (Figure 15)

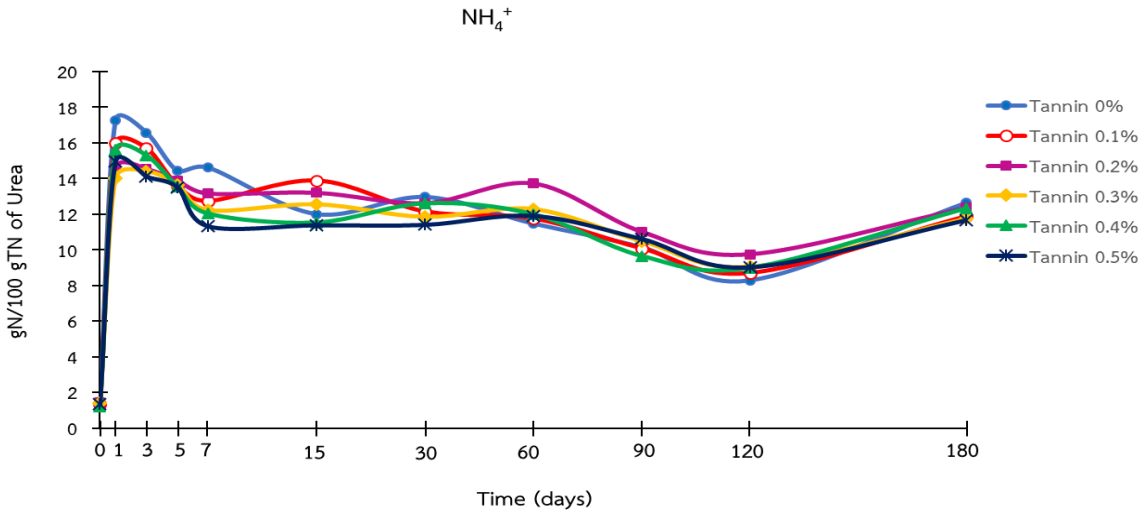

Figure 11 Amount of ammonium release from urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in clay loam

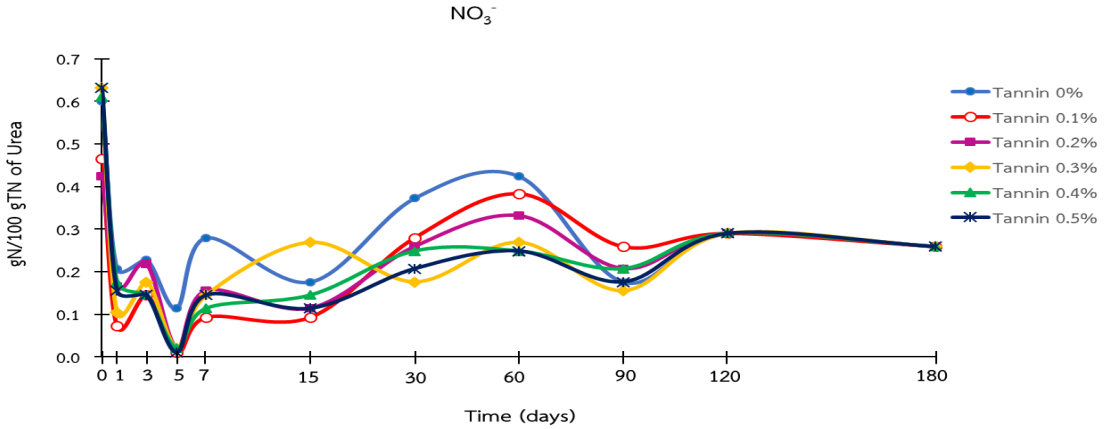

Figure 12 Amount of nitrate release from urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in clay loam

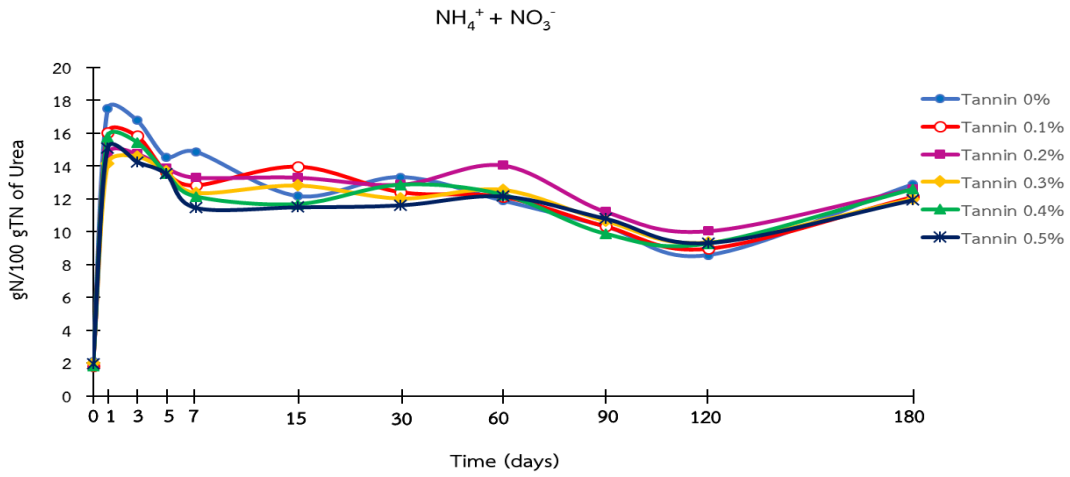

Figure 13 Amount of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in clay loam

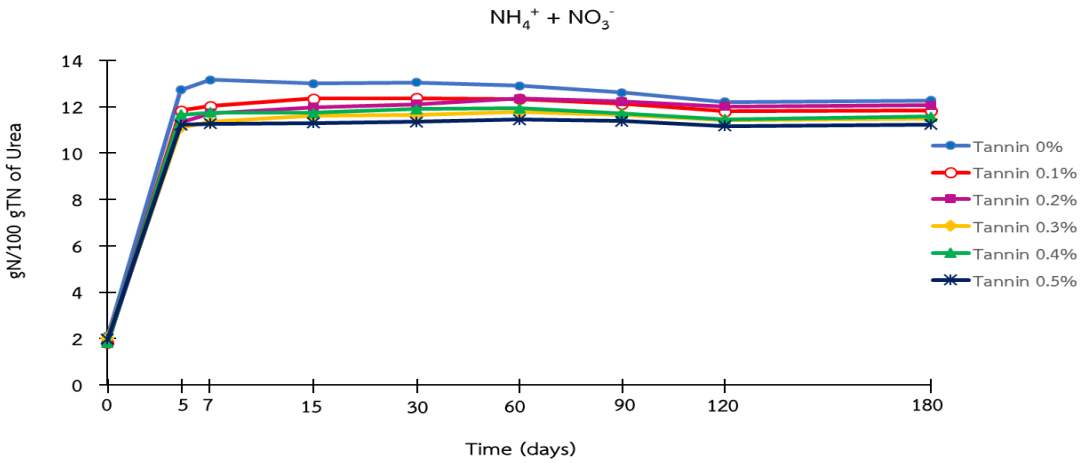

Figure 14 Cumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in clay loam

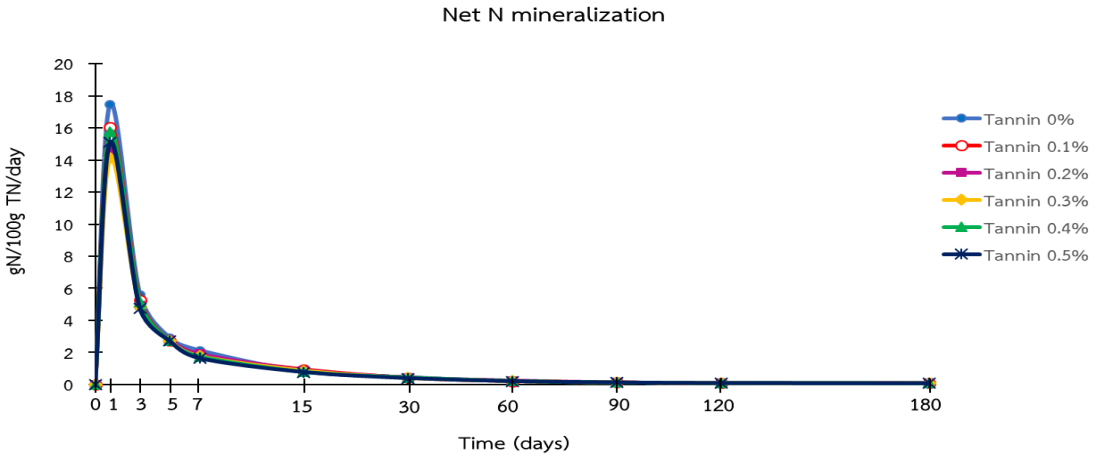

Figure 15 Net N mineralization of urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in clay loam

ผลของการคลุกปุ๋ยไนโตรเจนด้วยแทนนินต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี

การปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินเมื่อบ่มในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนิน ในช่วง 0-7 วันหลังบ่มดิน ซึ่งมีการชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมเท่ากับ 1.60-15.12 1.22-14.74 1.13-14.08 0.98-15.07 1.01-14.93 และ 1.61-15.23 กรัมN/100กรัมTN ตามลำดับ และในช่วง 30 60 120 และ 180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยยูเรียที่คลุกแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกแทนนิน มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมลดลงและมีค่าใกล้เคียงกัน ที่มีค่าเท่ากับ 13.04 14.16 13.92 13.76 13.79 และ 12.89 กรัมN/100กรัมTN ตามลำดับ (Figure 16)

การปลดปล่อยปริมาณไนเทรตในช่วง 0-30 วันหลังบ่ม พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยไนเทรตต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนิน แสดงว่าปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินช่วยสะสมปริมาณไนเทรตไว้ในดินได้ ซึ่งมีค่าปลดปล่อยไนเทรตในช่วงเท่ากับ 0.18-0.42 0.15-0.42 0.19-0.46 0.18-0.44 0.18-0.48 และ 0.19-0.44 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ (Figure 17)

การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินที่บ่มในดินร่วนเหนียวในช่วง 0-60 วันหลังบ่ม พบวา ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.3 0.2 0.5 0.1 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนิน โดยจะปลดปล่อยออกมาในช่วง 0-7 วันอย่างรวดเร็ว เท่ากับ 1.59-14.44 1.64-15.10 1.49-15.32 1.42-15.49 2.03-15.49 และ 2.05-15.91 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ (Figure 18)

ร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินทุกอัตราที่บ่มในดินร่วนเหนียวในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม มีร้อยละของการสะสม

การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนิน ซึ่งปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.5 0.3 0.4 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ในช่วงเท่ากับ 1.59-12.02 2.03-12.08 1.49-12.16 1.64-12.20 และ 1.42-12.21 กรัมN/100กรัม TN ในขณะที่ปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนินมีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) สูงเท่ากับ 2.05-12.42 กรัมN/100กรัม TN (Figure 19)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนิน มีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนใกล้เคียงกับปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนินในช่วง 1-180 วันหลังบ่มในดินร่วนเหนียว โดยในช่วง 0-30 วันจะมีอัตราการปลดปล่อยอย่างรวดเร็ว โดยปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.3 0.2 0.5 0.4 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0.42-13.58 0.44-14.26 0.42-15.34 0.44-15.49 และ 0.43-15.89 กรัมN/100กรัม TN/วัน ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนินมีค่าเท่ากับ 0.07-14.64 กรัมN/100กรัม TN/วัน และทุกกรรมวิธีมีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงในช่วงหลัง 30-180 วันหลังบ่ม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.07-0.24 กรัมN/100กรัม TN/วัน (Figure 20)

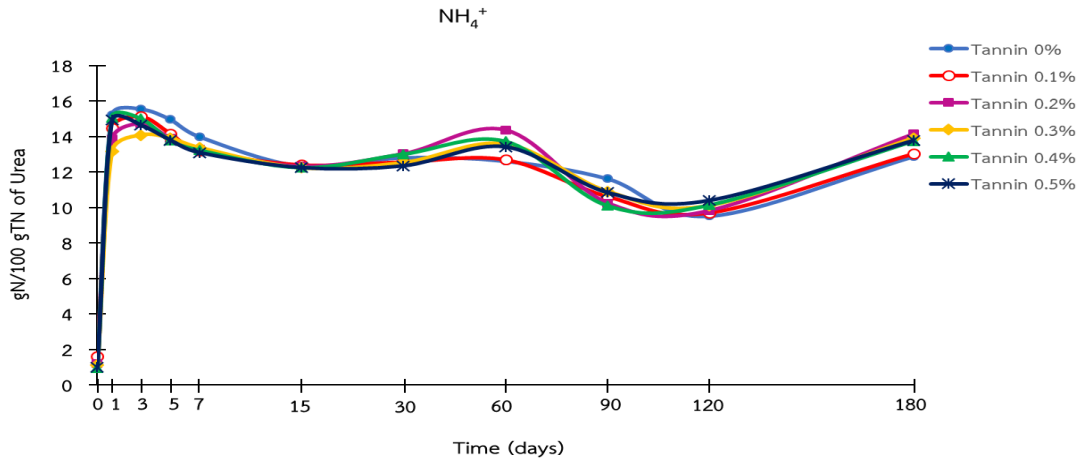

Figure 16 Amount of ammonium release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in clay loam

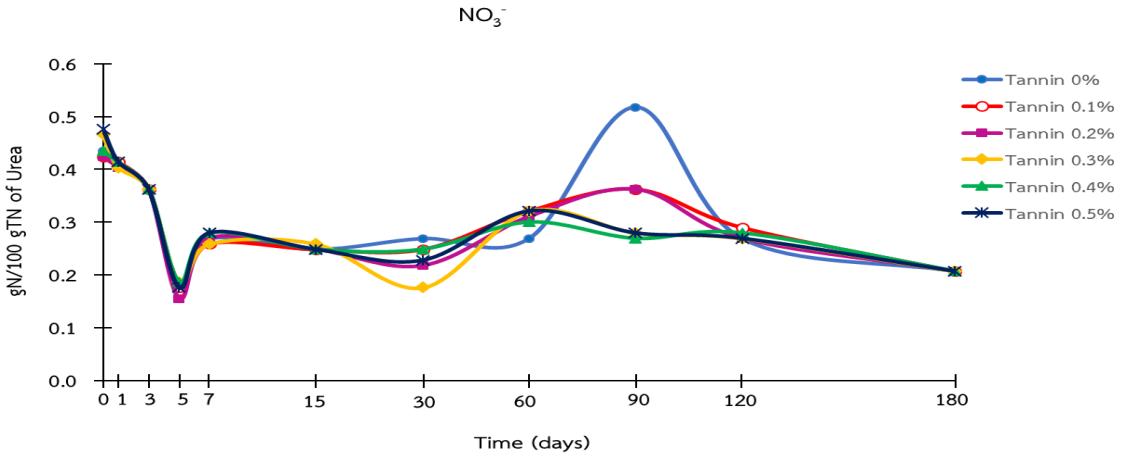

Figure 17 Amount of nitrate release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in clay loam

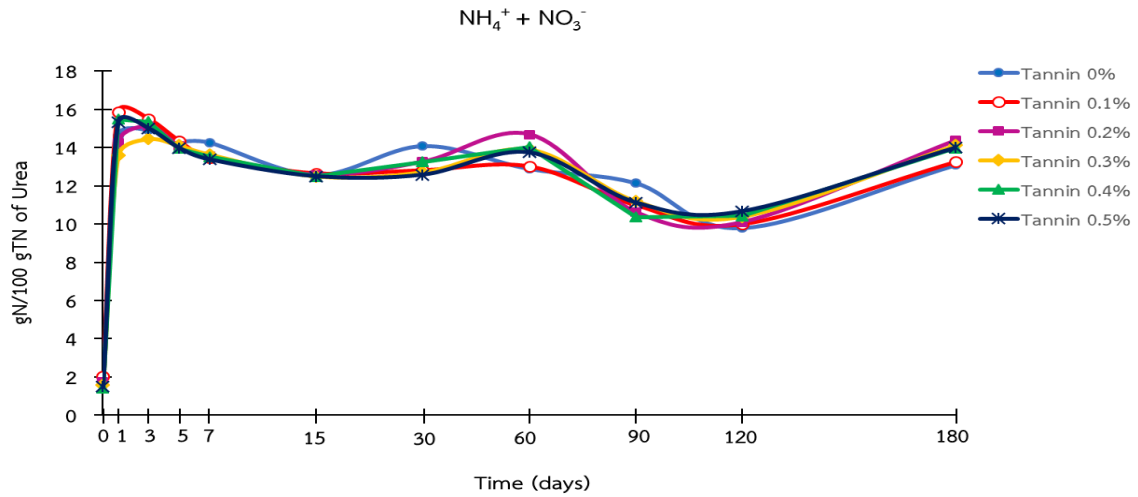

Figure 1 8 Amount of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in clay loam

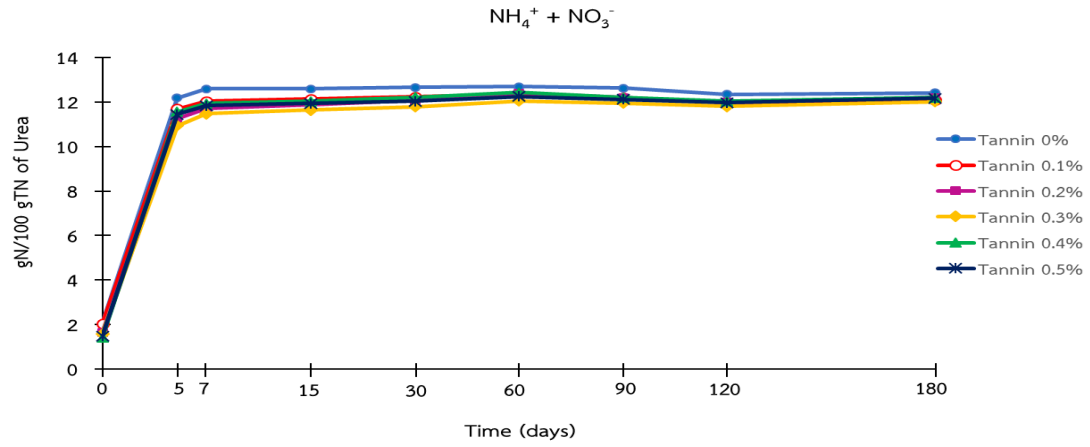

Figure 19 Cumulative percentage inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in clay loam

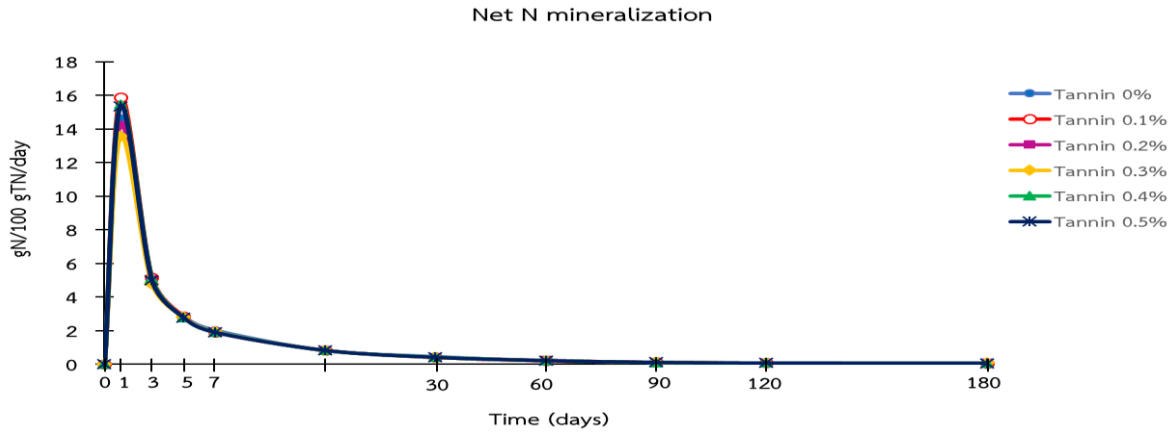

Figure 20 Net N mineralization of urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in clay loam

ผลของการเคลือบปุ๋ยไนโตรเจนด้วยแทนนินต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี

การปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินเมื่อบ่มในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี พบว่า ทุกกรรมวิธีมีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนใกล้เคียงกัน แต่ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน โดยมีการปลดปล่อยอย่างรวดเร็วในช่วง 0-7 วันหลังบ่มดิน การปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมเท่ากับ 2.02-27.97 1.97-27.69 1.40-27.23 1.43-27.53 1.50-28.06 และ 2.68-28.18 กรัม N/100กรัม TN ตามลำดับ ซึ่งมีการชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนรวม และในช่วง 15 30 60 120 และ 180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบแทนนิน มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมลดลงและมีค่าใกล้เคียงกัน ที่มีค่าเท่ากับ 15.48 15.40 15.26 15.39 15.32 และ 15.30 กรัมN/100กรัม TN (Figure 21)

การปลดปล่อยปริมาณไนเทรตในช่วง 0-90 วันหลังบ่มในดินร่วนปนทราย พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยไนเทรตใกล้เคียงกับปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน ซึ่งมีค่าปลดปล่อยไนเทรตในช่วง 0-90 วันหลังบ่ม เท่ากับ 0.65-3.20 0.51-2.84 0.56-3.35 0.35-1.64 0.36-1.78 และ 0.68-1.49 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ (Figure 22)

การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินที่บ่มในดินร่วนปนทรายในช่วง 0-60 วันหลังบ่ม พบวา ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.4 0.5 0.3 0.2 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน โดยจะปลดปล่อยออกมาในช่วง 0-7 วันอย่างรวดเร็ว เท่ากับ 3.06-28.15 3.28-28.82 4.75-27.81 4.80-28.27 5.22-28.68 และ 4.11-29.37 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ (Figure 23)

ร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินทุกอัตราที่บ่มในดินร่วนปนทราย ในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม มีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทน

นิน ซึ่งปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.4 0.5 0.3 0.2 และ 0.1เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ในช่วงเท่ากับ 4.80-18.94 4.75-19.25 3.06-19.71 3.28-20.62 และ 5.22-21.64 กรัมN/100กรัมTN ในขณะที่ปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนินมีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) สูงเท่ากับ 4.11-21.21 กรัม N/100กรัม TN (Figure 24)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนิน มีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนไม่แตกต่างกับปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน ในช่วง 0-30 วันหลังบ่มปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.4 0.2 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0-17.99 0-19.98 0-21.16 0-21.16 และ 0-42.91 กรัมN/100กรัม TN/วัน ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนินมีค่าเท่ากับ 0-48.47 กรัมN/100กรัม TN/วัน และทุกกรรมวิธีมีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงในช่วงหลัง 60-180 วันหลังบ่ม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 2.31—3.20 กรัมN/100กรัม TN/วัน (Figure 25)

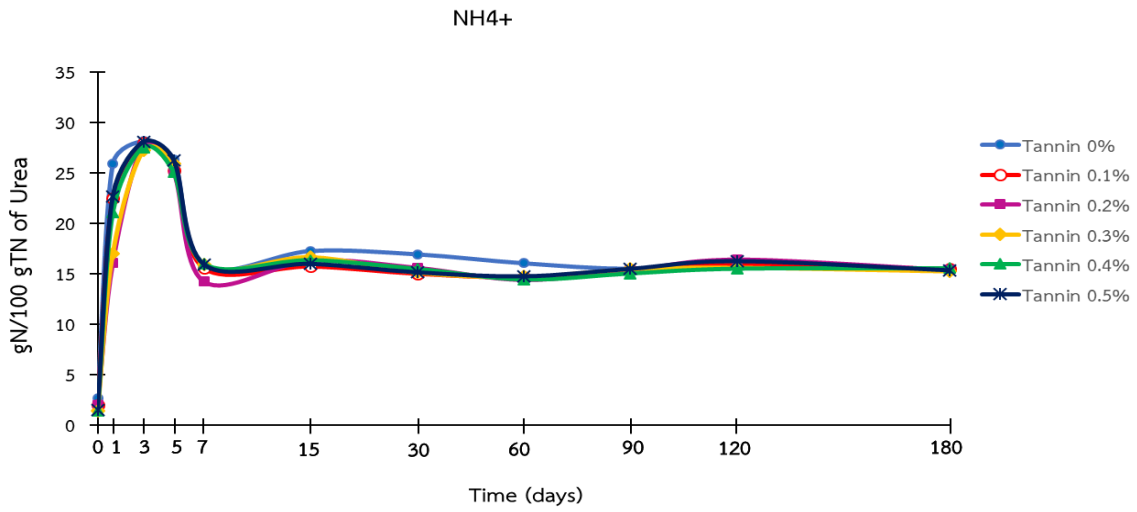

Figure 2 1 Amount of ammonium release from urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in sandy loam

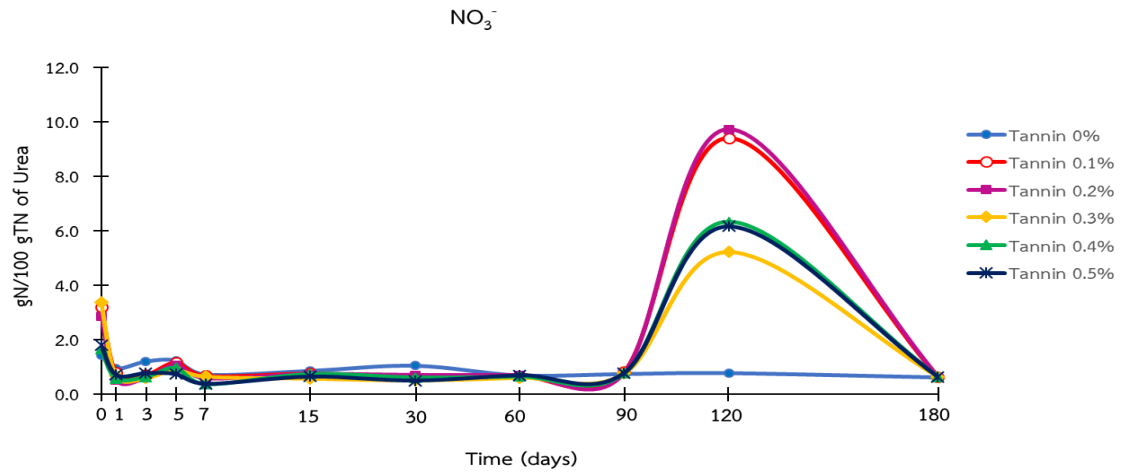

Figure 22 Amount of nitrate release from urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in sandy loam

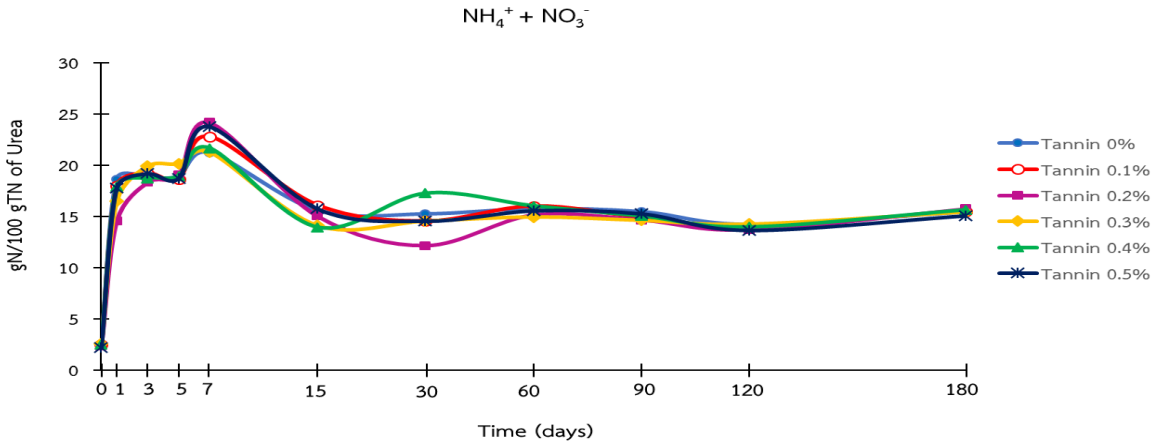

Figure 23 Amount of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in sandy loam

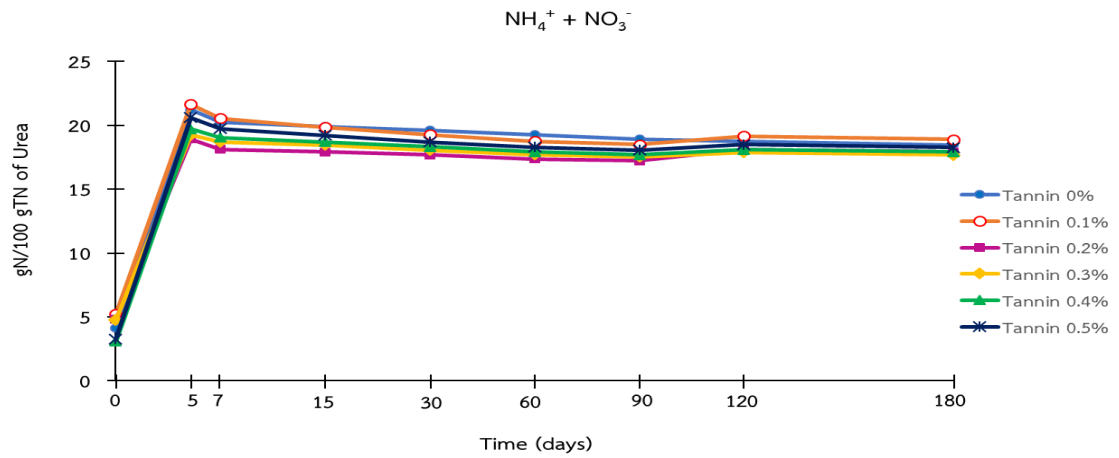

Figure 24 Cumulative percentage inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in sandy loam

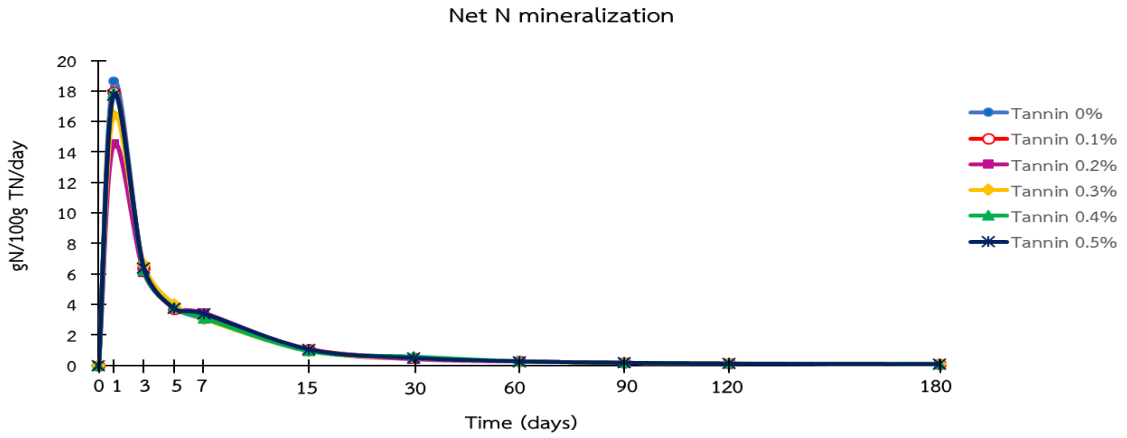

Figure 25 Net N mineralization of urea fertilizer (46-0-0) coated with tannin in sandy loam

ผลของการคลุกปุ๋ยไนโตรเจนด้วยแทนนินต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี

การปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินเมื่อบ่มในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี พบว่า ทุกกรรมวิธีมีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนใกล้เคียงกัน แต่ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนิน โดยมีการปลดปล่อยอย่างรวดเร็วในช่วง 0-7 วันหลังบ่มดิน การปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมเท่ากับ 1.68-21.30 1.51-23.20 1.70-19.95 1.38-20.30 1.15-22.54 และ 1.66-20.10 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ ซึ่งมีการชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมในช่วง 15 30 60 120 และ 180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยยูเรียที่คลุกแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกแทนนิน มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนรวมลดลงและมีค่าใกล้เคียงกัน ปุ๋ยยูเรียที่คลุกแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนเท่ากับ 14.67 14.86 14.60 14.77 และ 14.28 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ ในขณะที่ปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนินมีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนเท่ากับ 14.50 กรัมN/100กรัม TN (Figure 26)

การปลดปล่อยปริมาณไนเทรตในช่วง 0-180 วันหลังบ่มในดินร่วนปนทราย พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยไนเทรตใกล้เคียงกับปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนิน ซึ่งในช่วง 0-15 วันหลังบ่ม ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปลดปล่อยไนเทรตสูงเท่ากับ 0.69-1.55 0.63-1.56 0.61-1.42 0.59-1.37 และ 0.65-1.56 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ ในขณะที่ปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนินมีการปลดปล่อยปริมาณไนเทรตเท่ากับ 0.45-1.10 กรัม N/100กรัม TN (Figure 27)

การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินที่บ่มในดินร่วนปนทรายในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม พบวา ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.4 0.5 0.3 0.2 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนิน โดยจะปลดปล่อยออกมาในช่วง 0-7 วันอย่างรวดเร็ว ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนิ

นอัตรา 0.4 0.5 0.3 0.2 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) เท่ากับ 3.06-28.15 3.28-28.82 4.75-27.81 4.80-28.27 และ 5.22-28.68 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ ในขณะที่ปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนินมีค่าการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) เท่ากับ 4.11-29.37 กรัมN/100กรัม TN ตามลำดับ (Figure 28)

ร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินทุกอัตราที่บ่มในดินร่วนปนทราย ในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม มีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ไม่แตกต่างกับปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน ซึ่งปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.3 0.2 0.5 0.4 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ในช่วง เท่ากับ 1.59-11.47 1.64-11.72 1.49-11.83 1.42-11.95 และ 2.03-12.04 กรัมN/100กรัมTN ในขณะที่ปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนินมีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) สูงเท่ากับ 2.05-12.60 กรัม N/100 กรัม TN (Figure 29)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนิน มีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนไม่แตกต่างกับปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนิน ในช่วง 0-30 วันหลังบ่มปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยแทนนินอัตรา 0.2 0.3 0.5 0.4 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0-14.51 0-16.44 0-17.76 0-17.89 และ 0-17.96 กรัมN/100กรัม TN/วัน ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้เคลือบด้วยแทนนินมีค่าเท่ากับ 0-18.64 กรัมN/100กรัม TN/วัน และทุกกรรมวิธีมีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงในช่วงหลัง 60-180 วันหลังบ่ม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.09-0.27 กรัมN/100กรัม TN/วัน (Figure 30)

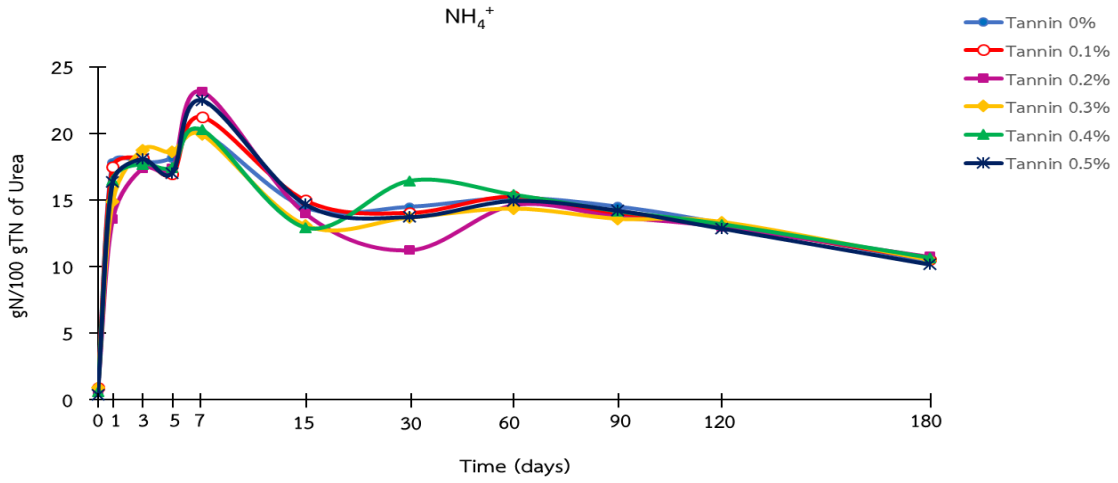

Figure 26 Amount of ammonium release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in sandy loam

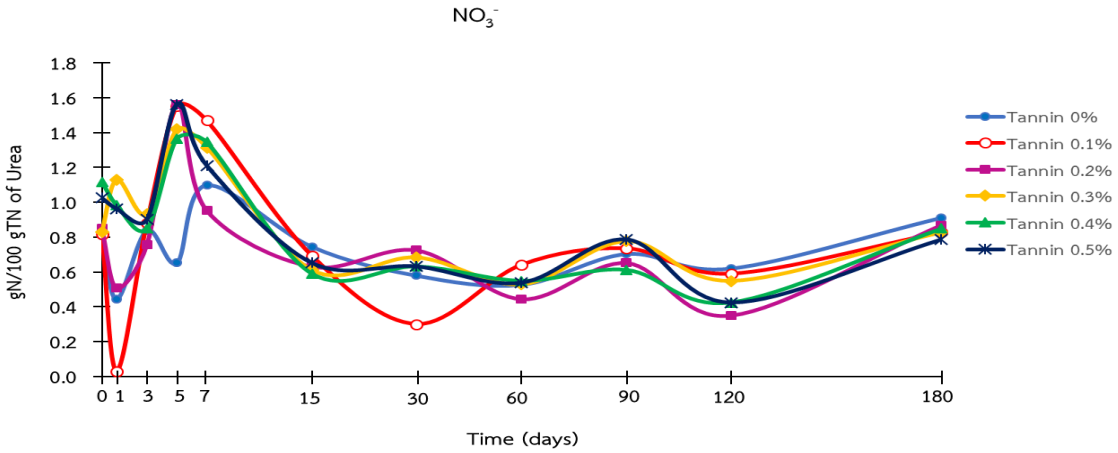

Figure 27 Amount of nitrate release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in sandy loam

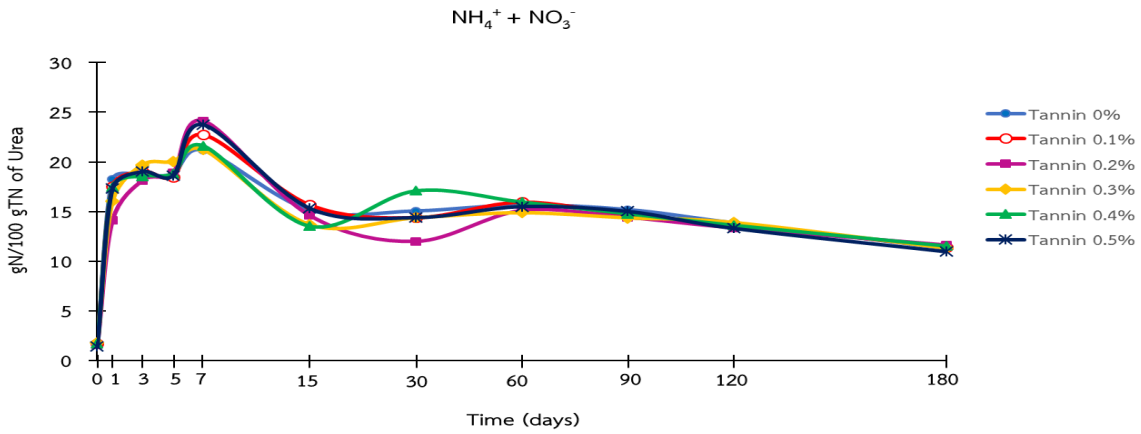

Figure 28 Amount of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in sandy loam

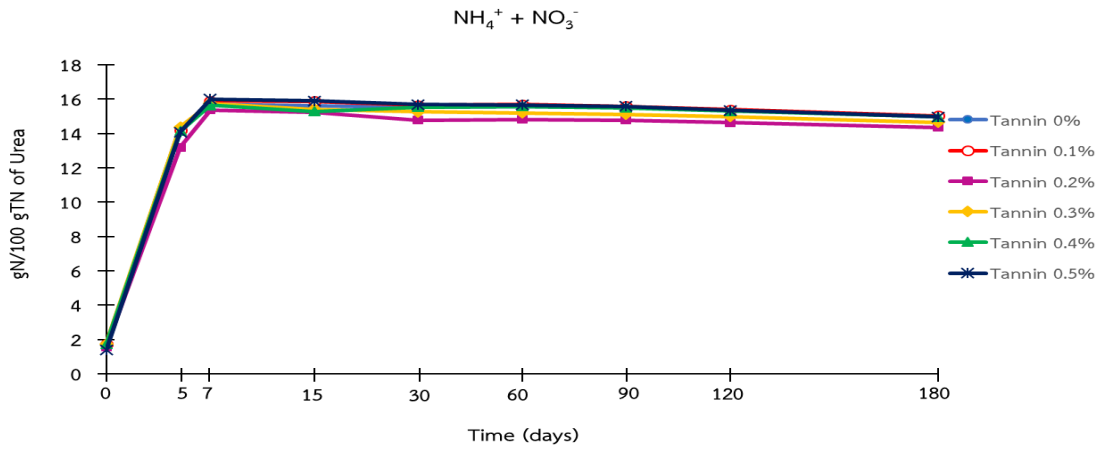

Figure 29 Cumulative percentage inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in sandy loam

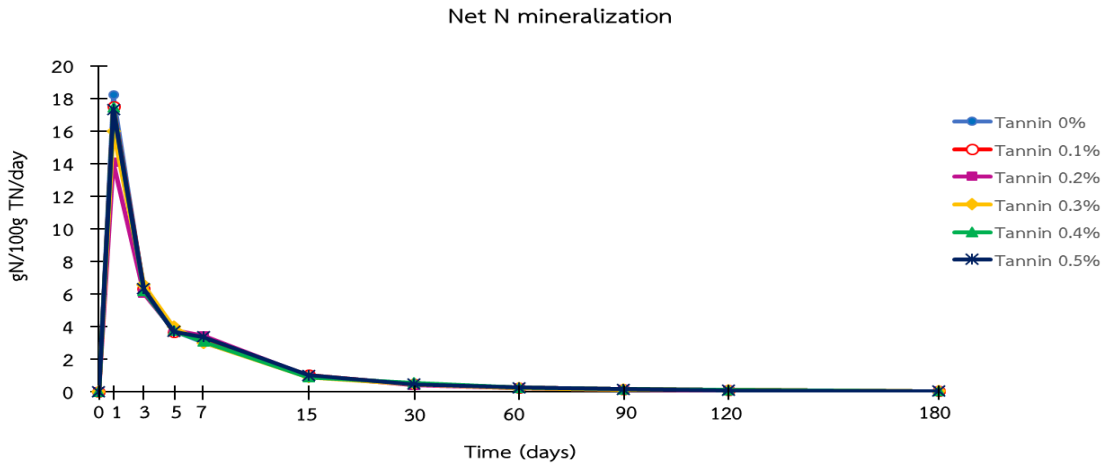

Figure 30 Net N mineralization of urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in sandy loam

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการการคลุกปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) ด้วยแทนนินอัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี สูงกว่าแทนนินอัตราอื่นๆ จึงใช้แทนนินอัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์มาทดลองในแปลงทดลองทั้ง 2 แปลง

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานจากการใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน ปีที่ 1

ผลของการใช้ปลือกมังคุดบดคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี ปีที่ 1 (พ.ศ. 2561)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ มีความสูงมากที่สุด 25.1 เซนติเมตร รองลงมาคือ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่มีความสูง 24.8 24.5 และ23.7 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่มีความสูง 20.8 เซนติเมตร (Table 18)

เมื่อข้าวโพดมีอายุ 60 วัน พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ มีความสูงมากที่สุด 200.4 เซนติเมตร รองลงมาคือ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ที่มีความสูง 198.9 198.6 และ186.6 เซนติเมตร ตามลำดับซึ่งแตกต่างกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่มีความสูง 169.1 เซนติเมตร (Table 18)

Table 18 Height of sweet corn in clay loam (cm)

Treatment	30 days (cm)	60 days (cm)
1. CF rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	20.8 b	169.1 b
2. CF rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	24.8 a	186.6 a
3. CF rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	24.5 a	198.9 a
4. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	25.1 a	200.4 a
5. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	23.7 ab	198.6 a
Average	23.8	190.7
C.V. (%)	8.7	5.9

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลผลิตข้าวโพดหวาน พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,565 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,527 และ 3,335 กก./ไร่ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่ให้ผลผลิต 2,858 และ 1,984 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 19)

ความกว้างฝักข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความกว้างของฝัก 5.34 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ มีความกว้างของฝัก 5.27 5.23 และ 5.14 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่มีความกว้างของฝัก 4.87 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 19)

ความยาวฝักข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความยาวของฝัก 21.2 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ มีความยาวของฝัก 21.0 20.5 และ20.0 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่มีความยาวฝัก 19.8 เซนติเมตร (Table 19)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total Soluble Solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 16.1 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 14.7 14.6 14.2 และ14.1 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ (Table 19)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 10.6 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่มีค่า VCR เท่ากับ 10.4 และ 10.1 ตามลำดับ (Table 20)

Table 19 Yield of sweet corn in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Pod diameter (cm)	Pod length (cm)	Total Soluble Solids (TSS) (% Brix)
1. CF rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	1,984 c	4.87 b	19.8 b	16.1 a
2. CF rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	2,858 b	5.14 a	20.5 ab	14.7 b
3. CF rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,335 a	5.27 a	21.0 ab	14.6 b
4. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,565 a	5.23 a	20.5 ab	14.2 b
5. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,527 a	5.34 a	21.2 a	14.1 b
Average	3,053.8	5.17	20.6	14.7
C.V. (%)	9.0	2.6	3.2	5.4

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 20 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR
1	1,984	-				
2	2,858	874	6,992	822	6,170	8.5
3	3,335	1,351	1,0808	1,020	9,788	10.6
4	3,566	1,582	1,2656	1,218	11,438	10.4
5	3,528	1,544	1,2352	1,218	11,134	10.1

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

ผลของการใช้ปลือกมังคุดบดคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ปีที่ 1 (พ.ศ. 2561)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ มีความสูง 47.1 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่มีความสูง 46.3 46.0 45.8 และ 44.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 21)

Table 21 Height of sweet corn in sandy loam

Treatment	30 days (cm)
1. CF rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	44.0
2. CF rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	46.0
3. CF rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	47.1
4. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	45.8
5. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	46.3
Average	45.8
C.V. (%)	4.9

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลผลิตข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,976 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,867 3,782 และ 3,571 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,027 กก./ไร่ (Table 22)

ความกว้างฝักข้าวโพดหวาน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ มีความกว้างของฝักมากที่สุด 5.8 เซนติเมตร แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความกว้างฝัก 5.5 5.5 5.4 และ5.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 22)

ความยาวฝักข้าวโพดหวาน พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความยาวฝักข้าวโพด 21.2 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความยาวฝัก 20.8 20.7 20.7 และ20.4 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 22)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total Soluble Solids, TSS) ของข้าวโพด พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 18.9 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 13.3 12.8 11.9 และ 11.8 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ (Table 22)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 5.6 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่มีค่า VCR เท่ากับ 5.2 และ 4.9 ตามลำดับ (Table 23)

Table 22 Yield of sweet corn in sandy loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Pod diameter (cm)	Pod length (cm)	Total Soluble Solids (TSS) (% Brix)
1. CF rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,027 b	5.2 c	20.4 a	18.9 a
2. CF rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,571 a	5.4 bc	20.7 a	13.3 a
3. CF rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,782 a	5.5 b	20.7 a	12.8 a
4. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,976 a	5.8 a	20.8 a	11.9 a
5. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,867 a	5.5 b	21.2 a	11.8 a
Average	3,644.6	5.5	20.8	13.7
C.V. (%)	9.5	2.9	3.7	33.0

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 23 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in sandy loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR
1	3,028	-				
2	3,572	544	4,352	966	3,386	4.5
3	3,782	754	6,032	1,164	4,868	5.2
4	3,976	948	7,584	1,362	6,222	5.6
5	3,868	840	6,720	1,362	5,358	4.9

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานจากการใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน ปีที่ 2

ผลของการใช้ปลือกมังคุดเป็นแหล่งสารแทนนินผสมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี ปีที่ 2 (พ.ศ. 2562)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปัจจัยหลักคือ การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ มีผลทำให้ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 10-5-5 15-5-5 และ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 21.1 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และไม่มีการใช้เปลือกมังคุด มีความสูง 20.4 และ 19.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 24)

เมื่อข้าวโพดอายุ 60 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปัจจัยหลักคือ ไม่มีการใช้เปลือกมังคุด มีผลทำให้ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 10-5-5 15-5-5 และ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 183.4 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ มีความสูง 183.2 และ 174.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 24)

ผลผลิตข้าวโพดหวาน พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใช้เปลือกมังคุด การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 2,834.5 กก./ไร่ การไม่ใช้เปลือกมังคุด และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 2,747.5 และ 2,728.0 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่พบว่าปัจจัยรอง คือการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 15-5-5 และ10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ให้ผลผลิตสูงสุด 2,984.0 2,968.0 และ2,782.0 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่ให้ผลผลิต 2,346.0 กก./ไร่ (Table 25)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total Soluble Solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใช้เปลือกมังคุด การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ข้าวโพดมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 14.0 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ และการไม่ใช้เปลือกมังคุด ข้าวโพดมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 13.9 และ 13.6 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ แต่พบว่าปัจจัยรองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายมากที่สุด 14.5 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา15-5-5 10-5-5 และ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 13.8 13.7 และ 13.3 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ (Table 26)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 4.83 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ที่มีค่า VCR เท่ากับ 4.07 และ 3.54 ตามลำดับ (Table 27)

Table 24 Height of sweet corn in clay loam

Organic materials	Chemical Fertilizer rate ($N-P_2O_5-K_2O$ kg./rai)	30 day (cm)	60 day (cm)
1. No Mangosteen peel	1. 0-5-5	19.4	184.0
	2. 10-5-5	20.6	185.4
	3. 15-5-5	20.1	180.8
	4. 20-5-5	19.5	183.4
	Average	19.9	183.4
2. Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	1. 0-5-5	20.7	184.8
	2. 10-5-5	21.1	188.2
	3. 15-5-5	20.2	176.5
	4. 20-5-5	19.7	183.2
	Average	20.4	183.2
3. Mangosteen peel rate 15.78 kg/rai (0.5% Tannin)	1. 0-5-5	21.4	173.8
	2. 10-5-5	20.8	169.4
	3. 15-5-5	21.3	177.7
	4. 20-5-5	20.8	175.1
	Average	21.1	174.0
CV (a)		4.7	3.6
CV (b)		5.0	4.9

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 25 Yield of sweet corn in clay loam (kg/rai)

Chemical Fertilizer rate ($N-P_2O_5-K_2O$ kg./rai)	Organic material			
	1. No Mangosteen peel	2. Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3. Mangosteen peel rate 15.78 kg/rai (0.5% Tannin)	Average
1. 0-5-5	2,548	2,492	1,998	2,346.0 b
2. 10-5-5	2,863	2,732	2,751	2,782.0 a
3. 15-5-5	2,785	3,168	2,999	2,984.0 a
4. 20-5-5	2,794	2,946	3,164	2,968.0 a
Average	2,747.5	2,834.5	2,728.0	2770.0

CV (a) = 10.5% CV (b) = 12.2%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 26 Total Soluble Solids (TSS) of sweet corn in clay loam (% Brix)

Chemical Fertilizer rate ($N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่	Organic material			
	1. No Mangosteen peel	2. Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3. Mangosteen peel rate 15.78 kg/rai (0.5% Tannin)	Average
1. 0-5-5	13.8	14.8	14.8	14.5 a
2. 10-5-5	13.9	13.5	13.6	13.7 b
3. 15-5-5	13.7	13.8	14.0	13.8 b
4. 20-5-5	13.0	13.7	13.2	13.3 b
Average	13.6	14.0	13.9	13.8

CV (a) = 4.4% CV (b) = 3.5%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 27 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR
1. 0-5-5	2,548	-	-	-	-	-
2. 10-5-5	2,863	315	2,518	822	1,696	3.06
3. 15-5-5	2,785	236	1,891	1,020	871	1.85
4. 20-5-5	2,794	246	1,964	1,218	746	1.61
1. MS[1] 3.22 kg/rai+0-5-5	2,492	-56	-451	426	-877	-1.06
2. MS 3.22 kg/rai+10-5-5	2,732	184	1,471	822	649	1.79
3. MS 3.22 kg/rai+15-5-5	3,168	620	4,923	1,020	3,903	4.86
4. MS 3.22 kg/rai+20-5-5	2,946	398	3,182	1,218	1,964	2.61
1. MS 15.78 kg/rai+0-5-5	1,998	-550	-4,402	426	-4,828	-10.33
2. MS 15.78 kg/rai+10-5-5	2,751	203	1,622	822	800	1.97
3. MS 15.78 kg/rai+15-5-5	2,999	451	3,609	1,020	2,589	3.54
4. MS 15.78 kg/rai +20-5-5	3,164	616	4,961	1,218	3,743	4.04
Average	2,770					

[1]MS abbreviations Mangosteen peel

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

ผลของการใช้ปลือกมังคุดบดคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ปีที่ 2 (พ.ศ. 2562)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปัจจัยหลักคือ การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 และ 15.78 กก./ไร่ มีผลทำให้ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 10-5-5 15-5-5 และ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 37.8 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ ไม่มีการใช้เปลือกมังคุด มีความสูง 36.1 เซนติเมตร (Table 28)

เมื่อข้าวโพดอายุ 60 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปัจจัยหลักคือ ไม่มีการใช้เปลือกมังคุด มีผลทำให้ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 10-5-5 15-5-5 และ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความสูง 219.4 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ มีความสูง 215.7 และ 215.3 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 28)

Table 28 Height of sweet corn in sandy loam

Organic materials	Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg./rai)	30 day (cm)	60 day (cm)
1. No Mangosteen peel	1. 0-5-10	37.2	210.5
	2. 10-5-10	35.2	220.9
	3. 15-5-10	36.8	226.4
	4. 20-5-10	35.3	219.6
	Average	36.1	219.4
2. Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	1. 0-5-10	38.7	210.5
	2. 10-5-10	39.0	215.5
	3. 15-5-10	36.1	218.5
	4. 20-5-10	37.4	218.3
	Average	37.8	215.7
3. Mangosteen peel rate 15.78 kg/rai (0.5% Tannin)	1. 0-5-10	35.7	197.8
	2. 10-5-10	36.6	229.0
	3. 15-5-10	38.2	216.4
	4. 20-5-10	40.5	217.9
	Average	37.8	215.3
	CV (a)	7.3	3.6
	CV (b)	9.5	3.2

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลผลิตข้าวโพดหวาน พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใช้เปลือกมังคุด การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยไม่มีการใช้เปลือกมังคุด ให้ผลผลิต 3,022.3 กก./ไร่ การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้

ผลผลิต 2,998.3 และ 2,941.0 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่พบว่าปัจจัยรองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,223.3 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 10-5-10 โดยให้ผลผลิต 3,170.3 และ 3,030.6กก./ไร่ ในขณะที่ การใส่ปุ๋ย 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิตต่ำที่สุด 2,524.3 กก./ไร่ ตามลำดับ (Table 29)

Table. 29 Yield of sweet corn in sandy loam (Kg/rai)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg./rai)	Organic material			
	1. No Mangosteen peel	2. Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3. Mangosteen peel rate 15.78 kg/rai (0.5% Tannin)	Average
1. 0-5-10	2,489	2,433	2,651	2,524.3 b
2. 10-5-10	3,070	2,921	3,101	3,030.6 a
3. 15-5-10	3,308	3,094	3,109	3,170.3 a
4. 20-5-10	3,222	3,316	3,132	3,223.3 a
Average	3,022.25	2,941.0	2,998.3	2,987.13

CV (a) = 13.2% CV (b) = 9.7%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total Soluble Solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใช้เปลือกมังคุด การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยไม่มีการใช้เปลือกมังคุดและการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายเท่ากัน 14.6 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 14.5 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ แต่พบว่าปัจจัยรองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 15.1 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 15-5-10 และ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 14.6 14.5 และ 14.4 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ (Table 30)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 5.6 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ และกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ที่มีค่า VCR เท่ากับ 5.1 และ 4.9 ตามลำดับ (Table 31)

Table 30 Total Soluble Solids (TSS) of sweet corn in sandy loam (% Brix)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่	Organic material			
	1. No Mangosteen peel	2. Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3. Mangosteen peel rate 15.78 kg/rai (0.5% Tannin)	Average
1. 0-5-10	15.0	15.5	14.8	15.1 a
2. 10-5-10	14.7	14.5	14.5	14.6 b
3. 15-5-10	14.3	14.7	14.5	14.5 b
4. 20-5-10	14.3	14.6	14.2	14.4 b
Average	14.6	14.6	14.5	14.6

CV (a) = 2.2% CV (b) = 2.6%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 31 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in sandy loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR
1. 0-5-10	2,489	-	-	-		
2. 10-5-10	3,070	581	4,649	966	3,683	4.8
3. 15-5-10	3,308	819	6,550	1,164	5,386	5.6
4. 20-5-10	3,222	733	5,863	1,362	4,501	4.3
1. MS[1] 3.22 kg/rai+0-5-10	2,433	-56	-449	570	-1,019	-0.8
2. MS 3.22 kg/rai+10-5-10	2,920	432	3,452	966	2,486	3.6
3. MS 3.22 kg/rai+15-5-10	3,094	605	4,838	1,164	3,674	4.2
4. MS 3.22 kg/rai+20-5-10	3,316	827	6,619	1,362	5,257	4.9
1. MS 15.78 kg/rai+0-5-10	2,651	162	1,299	570	729	2.3
2. MS 15.78 kg/rai+10-5-10	3,101	612	4,896	966	3,930	5.1
3. MS 15.78 kg/rai+15-5-10	3,109	620	4,958	1,164	3,794	4.3
4. MS 15.78 kg/rai +20-5-10	3,132	643	5,145	1,362	3,783	3.8
Average	2,987					

[1]MS abbreviations Mangosteen peel

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่มีการคลุกหรือไม่คลุกด้วยแทนนินที่ระดับ 0.1-0.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในระดับที่ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่ไม่มีการคลุกหรือเคลือบด้วยแทนนิน แสดงว่าการคลุกปุ๋ยไนโตรเจนด้วยแทนนินสามารถปลดปล่อยได้ช้ากว่า

2. การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่าแทนนิน 0.1 เปอร์เซ็นต์) ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน) ในดินร่วนเหนียว และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่าแทนนิน 0.1 เปอร์เซ็นต์) ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน) ในดินร่วนปนทราย

3. การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (การใส่ปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน) ที่คลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่าแทนนิน 0.1 เปอร์เซ็นต์) ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน) ในดินร่วนเหนียว และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (การใส่ปุ๋ย 75 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน) ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่าแทนนิน 0.1 เปอร์เซ็นต์) ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานใกล้เคียงกับการการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ในดินร่วนปนทราย ซึ่งสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์จากอัตราการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งนี้เพราะปุ๋ยไนโตรเจนที่คลุกเปลือกมังคุดบดมีการปลดปล่อยความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนออกมาอย่างช้าๆ ให้กับข้าวโพดหวาน

4. การใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ คลุกกับเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่าแทนนิน 0.1 เปอร์เซ็นต์) ในการปลูกข้าวโพดหวาน เป็นแนวทางในการใช้วัสดุอินทรีย์เหลือใช้ที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าและช่วยลดต้นทุนการซื้อปุ๋ยเคมีไนโตรเจน

การทดลองที่ 3

ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีสารในกลุ่มเมเลียซินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน

Effect of Meliacins Substances in Organic Material on Nitrification Inhibition of Nitrogen Fertilizer

ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ ศรีสุดา รื่นเจริญ ปิยะนันท์ วิวัฒน์วิทยา ทิพวรรณ แก้วหนู กมลชนก เจริญศรี นงลักษ์ ปั้นลาย

Patimaporn Jinjakam Peerapong Chaovanapong Srisuda Ruencharoen Piyanun Wiwatwittaya Tipawan Kaewnoo Kamolchanok Charoensri Nongluck Panlai

คำสำคัญ (Keywords)

วัสดุอินทรีย์, เมเลียซิน, กระบวนการไนตริฟิเคชั่น, กากสะเดา

Organic Material, Meliacin, Nitrification, Neem powder

บทคัดย่อ (Abstract)

ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีสารในกลุ่มเมเลียซินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจนโดยใช้สารสกัดจากสะเดาที่มีสารอะซาดิแรคติน 2เปอร์เซ็นต์ สำหรับการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ (1) ดินอย่างเดียว (2) ดินใส่สารสกัดจากสะเดา 0.01 เปอร์เซ็นต์ (3) ดินใส่สารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ (4) ดินใส่สารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ (5) ดินใส่สารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ (6) ดินใส่สารสกัดจากสะเดา 0.05 เปอร์เซ็นต์ ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร บ่มในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย โดยใช้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบในการบ่มดินเท่ากันที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ที่ความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดิน พบว่า ในดินร่วนเหนียวปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่มีการคลุกหรือเคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจนร่วมกับไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียที่ไม่มีการคลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา แต่ในดินร่วนปนทรายปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด แต่การเคลือบปุ๋ยยูเรียด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.05 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด

เมื่อนำมาทดสอบในสภาพแปลงทดลองด้วยการปลูกข้าวโพดหวานในพื้นที่ดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จังหวัดลพบุรี และในพื้นที่ดินร่วนปนทราย แปลงเกษตรกร ตำบลเกาะเทโพ อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ในปีที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี พบว่า ในพื้นที่ดินร่วนเหนียว การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01 เปอร์เซ็นต์) ให้ผลผลิตสูงสุด และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-

P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ และ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ แต่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ และ 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ และในพื้นที่ดินร่วนปนทราย พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ และการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ แต่แตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่

ในปีที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 3 กรรมวิธี และปัจจัยรอง 4 กรรมวิธี พบว่า ในพื้นที่ดินร่วนเหนียว ปัจจัยหลัก คือ การใส่กากสะเดา 3.8 และ 19 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์) และไม่มีการใส่กากสะเดา ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ปัจจัยรอง คือ การใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 15-5-5 และ10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ และในพื้นที่ดินร่วนปนทราย ปัจจัยหลัก คือ การใส่กากสะเดา 3.8 และ 19 กิโลกรัม/ไร่ และไม่มีการใส่กากสะเดา และปัจจัยรอง คือ การใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 15-5-10 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สรุปได้ว่าในพื้นที่ดินร่วนเหนียวควรใช้กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ สามารถลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลดลง 25 เปอร์เซ็นต์ตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราห์ดิน ส่วนในดินร่วนปนทรายควรใส่กากสะเดา 9 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว

Effect of organic materials that contain meliacins group inhibitors constituents Nitrification process (Nitrification) of nitrogen fertilizer by used neem extract (Azadiractin 2%) for soil incubation (clay loam and sandy loam) in laboratory. Designed the CRD 4 replications and 6 treatments which are (1) soil only as control (2) soil with 0.01% neem extract (3) soil with 0.02 % neem extract (4) Soil with 0.03% neem extract (5) Soil with 0.04% neem extract (6) Soil with 0.05% neem extract. In each treatment was equal at 60% water holding capacity and used 0.1% nitrogen. In clay loam, The result showed urea fertilizer (46-0-0) that was mixed or coated with neem extract 0.02% gave lowest nitrogen release of inorganic nitrogen. While in sandy loam, urea fertilizer (46-0-0) mixed with neem extract 0.02% gave lowest inorganic nitrogen but when coated urea fertilizer (46-0-0) with neem extract 0.05% gave lowest inorganic nitrogen.

The neem powder was tested in the field condition by planting sweet corn in clay loam at Lopburi Seed Multiplication Center, Lop Buri Province and in sandy loam at farmer field, Uthai Thani Province. The first year, experimental planed in RCB had 5 treatments 4 replications. In the clay loam found that neem waste rate of 3.8 kg/rai (meliacins 0.01 percent)

together with chemical fertilizer at the rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai to gave the highest yield and not significantly different with chemical fertilizer rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai and 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai together with neem waste rate 3.8 kg/rai and chemical fertilizer rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai together with neem waste rate 3.8 kg/rai but significantly different with chemical fertilizer rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai together with neem waste rate 3.8 kg/rai and chemical fertilizer rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai. In the sandy loam found that chemical fertilizer rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai together with neem waste rate 3.8 kg/rai to gave the highest yield and not significantly different with chemical fertilizer rate 15-5-10 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai together with neem waste rate 3.8 kg/rai and 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai but significantly different with chemical fertilizer rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai.

The second year, experimental designed Split plot in RCB with 3 replications was 3 main plots and 4 sub plots. In clay loam result shown that main plot as neem waste rate 3.8 19 kg/rai (meliacins 0.01 0.05 percent) and no neem waste had not significantly different. Sub plot as chemical fertilizer rate 20-5-5 15-5-5 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai had not significantly different but significantly different with chemical fertilizer rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai. In sandy loam loam result shown that main plot as neem waste rate 3.8 19 kg/rai and no neem waste had not significantly different. Sub plot as chemical fertilizer rate 20-5-10 15-5-10 10-5-10 and 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai had not significantly different.

In conclusion, the clay loam should be used neem powder 3.8 kg/rai together with chemical fertilizer rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai, it could be decreased nitrogen fertilizer 25% to recommended fertilizer based on soil analysis. In the sandy loam should be used neem powder 9 kg/rai together with chemical fertilizer rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai, it could increase production efficiency nearly with recommended fertilizer based on soil analysis.

บทนำ (Introduction)

ปุ๋ยเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญทางการเกษตร ในปัจจุบันการใช้ปุ๋ยเคมียังไม่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดการสูญเสีย หรือใช้มากเกินความต้องการของพืชซึ่งเป็นการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ ทำให้เกษตรกรมีรายจ่ายสูง ดังนั้นการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตพืชและเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์เป็นการเติมอินทรียวัตถุให้กับดินช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชได้อีกทางหนึ่ง ในการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืช การลดการสูญเสียธาตุอาหารโดยกระบวนการต่างๆ จำเป็นต้องมีการศึกษาหาวัสดุอินทรีย์ที่มีสมบัติในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibitors) เพื่อเป็นการยืนยันหรือรับรองได้ว่าการจัดการเหล่านั้นสามารถนำไปใช้ได้จริงแม้จะมีการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนานอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ก็จะเป็นการเพิ่มผลผลิตต่อไร่และคุณภาพของพืชให้สูงขึ้นได้

กระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) คือ กระบวนการออกซิไดซ์แอมโมเนียมไอออนหรือก๊าซแอมโมเนีย ภายใต้สภาวะที่ใช้ออกซิเจนกลายเป็นไนเตรท ซึ่งสามารถสูญหายได้ง่ายโดยการชะล้าง ดังนั้นจึงต้องยืดระยะเวลาให้ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียมในดินให้ได้นานมากยิ่งขึ้น โดยการใช้สารยับยั้งไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibitors) การผลิตปุ๋ยละลายช้าในเชิงการค้ามีราคาแพงมาก เช่น ยูเรียเคลือบกำมะถัน (Sulfur coated urea) และปุ๋ย NPK เคลือบโพลิเมอร์ ที่ใช้กับสนามกอล์ฟและไม้ดอกไม้ประดับ อนึ่งในประเทศอินเดียได้ทำการศึกษาการเคลือบเม็ดปุ๋ยยูเรียด้วยวัสดุต่างๆ เช่น ครั่ง แชลแล็ด หินฟอสเฟต ยิบซั่ม ฯลฯ แต่ปรากฏว่าต้นทุนการผลิตสูงกว่าการใช้ยูเรียธรรมดา 10 -15% (Tandon, 1987) การผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตจริงๆ จะต้องผสมกับวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น กากสะเดา เปลือกมังคุด ฯลฯ ซึ่งมีสมบัติยังยั้ง nitrification (เรวดี, 2543 และ มะลิวัลย์, 2541) สุริยา และคณะ (2543) วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารพืชจากกากสะเดาพบว่า มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 5.18 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.46 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.88 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้กากสะเดายังมีธาตุอาหารรองอีกหลายธาตุ จากการศึกษาการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนจากกากสะเดาในสภาพดินนาพบว่า กากสะเดาปลดปล่อยแอมโมเนียมได้ 44.1 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพดินไร่ปลดปล่อยไนโตรเจนปริมาณ 28.5 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบใช้กากสะเดาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดแล้วนำไปใช้กับมันเทศ ข้าว ข้าวโพดและผักคะน้าพบว่า การใช้กากสะเดาในอัตรา 20-40 กรัมต่อต้น สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืชทดสอบได้ดีเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ในอัตรา 6.6 กรัมต่อต้น กากสะเดาไม่เพียงแต่มีประโยชน์ในการปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชแต่ยังควบคุมการเกิดไส้เดือนฝอย ยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ทำให้ลดการสูญเสียไนโตรเจนได้ เนื่องจากกากสะเดามีสารในกลุ่ม เมเลียซิน (meliacins) ได้แก่ epinimbin, nimbin, desacetyl nimbin, salanin, desacetyl salanin และ azadirachtin ที่ช่วยยับยั้งกิจกรรมของแบคทีเรียในกระบวนการไนตริฟิเคชัน นอกจากนี้ยังมีการนำกากสะเดามาเคลือบปุ๋ยเคมีให้มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้าเพื่อให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาสม่ำเสมอและต่อเนื่องเป็นเวลานาน ยืดระยะเวลาให้ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียมในดินได้นานมากขึ้นทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอและต่อเนื่องตลอดช่วงอายุของพืช (จารุวรรณ และคณะ, 2556; ธงชัย และคณะ, 2554)

ระเบียบวิธีวิจัยของโครงการวิจัย (Research Methodology)

อุปกรณ์และสารเคมี ได้แก่ กากสะเดา จอบ พลั่ว บุ้งกี๋ บัวรดน้ำ เข่งพลาสติก ผ้าฟาง เมล็ดข้าวโพดหวาน พันธุ์ ไฮบริกซ์ 3 ตัวอย่างดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ปุ๋ยเคมี 46-0-0 0-46-0 และ 0-0-60

วิธีการ

1. ศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนในดินร่วนเหนียว จังหวัดลพบุรี และดินร่วนปนทราย จังหวัดอุทัยธานี

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1) ปุ๋ยยูเรีย + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0 เปอร์เซ็นต์)
2) ปุ๋ยยูเรีย + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01 เปอร์เซ็นต์)
3) ปุ๋ยยูเรีย + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.02 เปอร์เซ็นต์)
4) ปุ๋ยยูเรีย + สารในกลุ่มเมเลียซิน (สารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์)
5) ปุ๋ยยูเรีย + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.04 เปอร์เซ็นต์)
6) ปุ๋ยยูเรีย + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.05 เปอร์เซ็นต์)

ทำการบ่มดินในห้องปฏิบัติการในสภาพความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดิน ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส โดยชั่งดิน 50 กรัมน้ำหนักแห้งผสมกับสารสกัดจากสะเดา ความเข้มข้นต่างๆ ตามกรรมวิธีในอัตราที่มีไนโตรเจนเท่ากันที่ระดับ 0.1 กรัมของไนโตรเจนทั้งหมด จากนั้นใส่ลงในขวดแก้วขนาด 240 มิลลิลิตร และเติมน้ำกรองปราศจากไอออน (Deionized water) ลงในดินเพื่อปรับความชื้นของดินให้อยู่ที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นดิน นำตัวอย่างดินในแต่ละช่วงระยะเวลาของการบ่ม ได้แก่ ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 15, 30, 60, 90, 120 และ 180 หลังบ่ม มาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม และไนเตรทโดยวิธีการกลั่นซึ่งสารละลายที่ได้มาจากตัวอย่างดินที่สกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2 นอร์มัล (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

2. การศึกษาผลการใช้กากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนเหนียว ปีที่ 1 (พ.ศ. 2561)

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จังหวัดลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 95.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 128.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพดขนาดแปลงทดลอง 6x6 เมตร โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว 22.5 ตารางเมตร ปลูกวันที่ 25 มกราคม 2560 การใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่หลังปลูก 10-14 วัน โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและกากสะเดา ½ อัตราในแต่ละกรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทชตามอัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและกากสะเดา

½ อัตราในแต่ละกรรมวิธี หลังปลูก 21-30 วัน เมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ เก็บเกี่ยววันที่ 4 เมษายน 2561 โดยนำกากสะเดามาคลุกกับปุ๋ยไนโตรเจน ตามกรรมวิธี

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ + กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

3) ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ + กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

4) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ + กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

5) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ + กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

3. การศึกษาผลการใช้กากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ปีที่ 1 (พ.ศ. 2561)

แปลงทดลองดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพดขนาดแปลงทดลอง 6x6 เมตร โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว 22.5 ตารางเมตร ปลูกวันที่ 23 มกราคม 2560 การใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่หลังปลูก 10-14 วัน โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและกากสะเดา ½ อัตราในแต่ละกรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทชตามอัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและกากสะเดา ½ อัตราในแต่ละกรรมวิธี หลังปลูก 21-30 วัน เมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ เก็บเกี่ยววันที่ 3 เมษายน 2561 โดยนำกากสะเดามาคลุกกับปุ๋ยไนโตรเจนตามกรรมวิธี

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ + กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

3) ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ + กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

4) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ + กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

5) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ + กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

4. การศึกษาผลการใช้กากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนเหนียว ปีที่ 2 (พ.ศ. 2562)

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 177.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 191.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพดขนาดแปลงทดลอง 6x6 เมตร โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว 22.5 ตารางเมตร ปลูกวันที่ 6 ธันวาคม 2561 การใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่หลังปลูก 10-14 วัน โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและกากสะเดา ½ อัตราในแต่ละกรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทชตามอัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและกากสะเดา ½ อัตราในแต่ละกรรมวิธี หลังปลูก 21-30 วัน เมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ เก็บเกี่ยววันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2562 โดยนำกากสะเดามาคลุกกับปุ๋ยไนโตรเจน ตามกรรมวิธี

วางแผนการทดลองแบบ Split plot ประกอบด้วย Main plot จำนวน 3 กรรมวิธี Sub plot จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

Main plot มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่กากสะเดา
2) กากสะเดา อัตรา 3.8 กิโลกรัมไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)
3) กากสะเดา อัตรา 19 กิโลกรัมไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.05%)

Sub plot มี 4 กรรมวิธี

1) ใส่ปุ๋ย 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่
2) ใส่ปุ๋ย 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่
3) ใส่ปุ๋ย 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่
4) ใส่ปุ๋ย 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่

5. การศึกษาผลการใช้กากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ปีที่ 2 (พ.ศ. 2562)

แปลงทดลองดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพดขนาดแปลงทดลอง 6x6 เมตร โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว 22.5 ตารางเมตร ปลูกวันที่ 8 มกราคม 2562 การใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่หลังปลูก 10-14 วัน โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและกากสะเดา ½ อัตราในแต่ละกรรมวิธีร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทชตามอัตราที่แนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและกากสะเดา ½ อัตราในแต่ละกรรมวิธี หลังปลูก 21-30 วัน เมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ เก็บเกี่ยววันที่ 18 มีนาคม 2562 โดยนำกากสะเดามาคลุกกับปุ๋ยไนโตรเจน ตามกรรมวิธี

วางแผนการทดลองแบบ Split plot ประกอบด้วย Main plot จำนวน 3 กรรมวิธี Sub plot จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

Main plot มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่สะเดา
2) ใส่สะเดา อัตรา 3.8 กิโลกรัมไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)
3) ใส่สะเดา อัตรา 19 กิโลกรัมไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.05%)

Sub plot มี 4 กรรมวิธี
1) ใส่ปุ๋ย 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่
2) ใส่ปุ๋ย 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่
3) ใส่ปุ๋ย 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่
4) ใส่ปุ๋ย 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่

ผลการวิจัย (Results)

ผลของการใช้ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) ต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีในดินร่วนเหนียวโดยการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ

การปลดปล่อยแอมโมเนียมของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา พบว่า ในช่วง 0-3 วันแรก ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการปลดปล่อยแอมโมเนียมต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.55 6.58 และ 6.98 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 31)

การปลดปล่อยไนเทรตของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา พบว่า ในช่วง 0-3 วันแรก ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการปลดปล่อยไนเทรตต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.01 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.86 0.90 และ 6.98 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 32)

ร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ช่วง 0-180 วันหลังบ่ม พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.01 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.52 8.67 และ 8.91 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 33)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดามีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงในช่วง 1-30 วันหลังบ่ม และอัตราการปลดปล่อยลดลงในช่วง 30-180 วันหลังบ่ม โดยอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนในช่วงวันแรกหลังบ่มมีอัตราการปลดปล่อยสูงกว่าในช่วงอื่น ปุ๋ยยูเรียที่คลุกคลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.13 9.07 และ 9.17 กรัม N/100 กรัม TN/วัน (Figure 34)

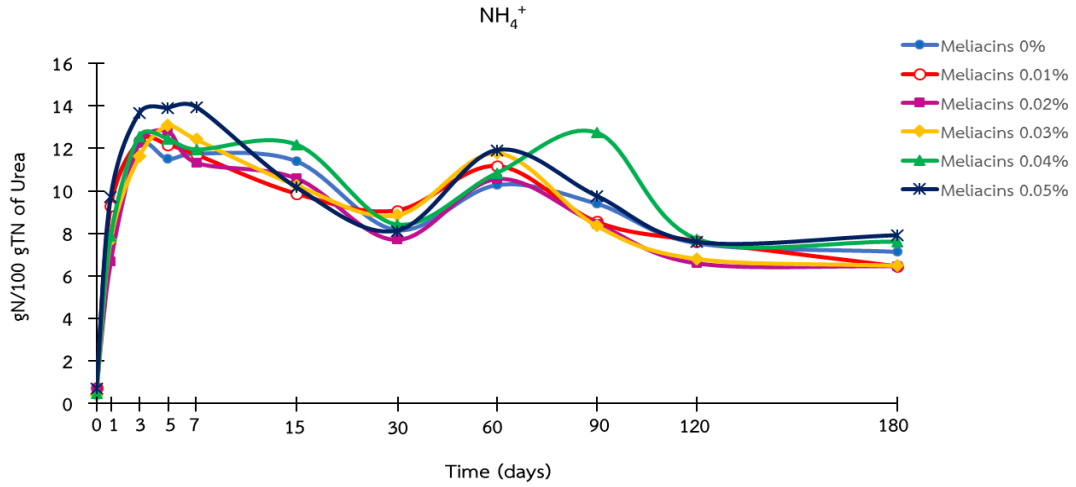

Figure 31 Amount of ammonium release of urea fertilizer mixed with meliacins in clay loam

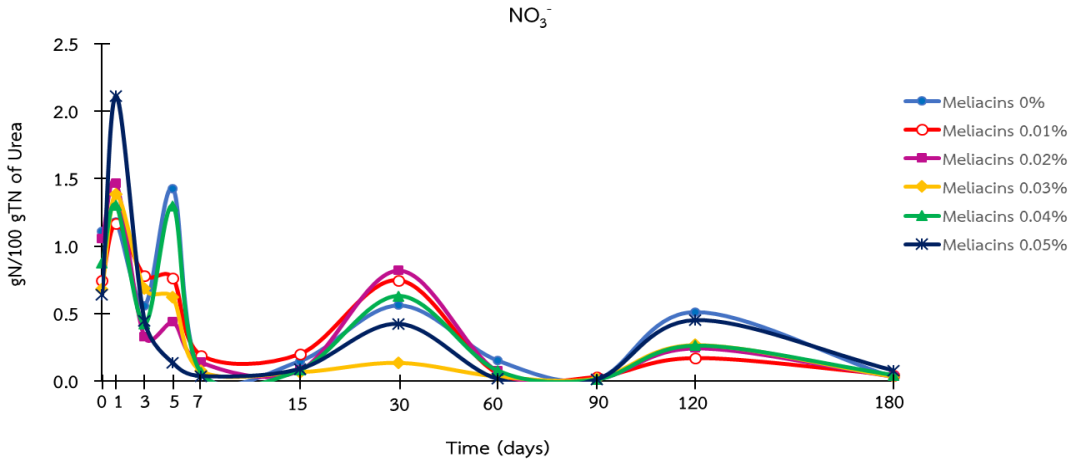

Figure 32 Amount of nitrate release of urea fertilizer mixed with meliacins in clay loam

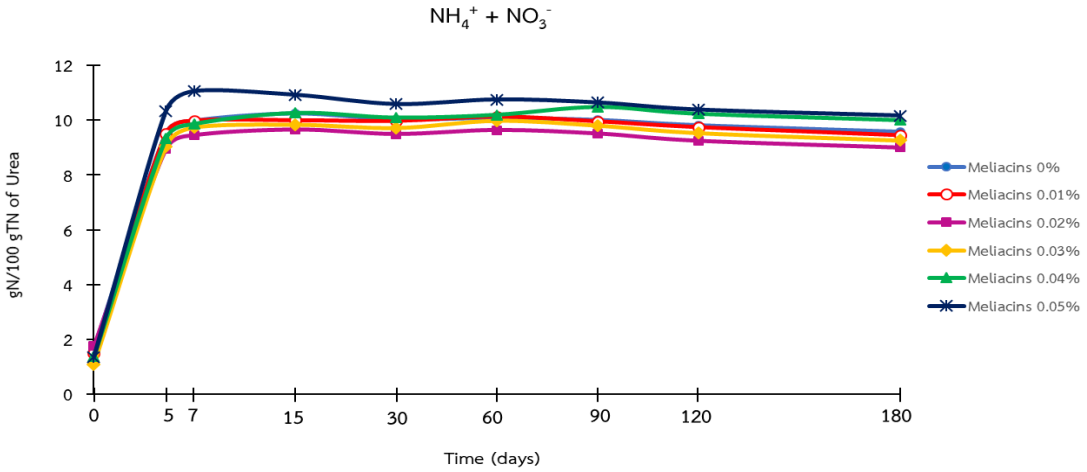

Figure 33 Cumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release of urea fertilizer mixed with meliacins in clay loam

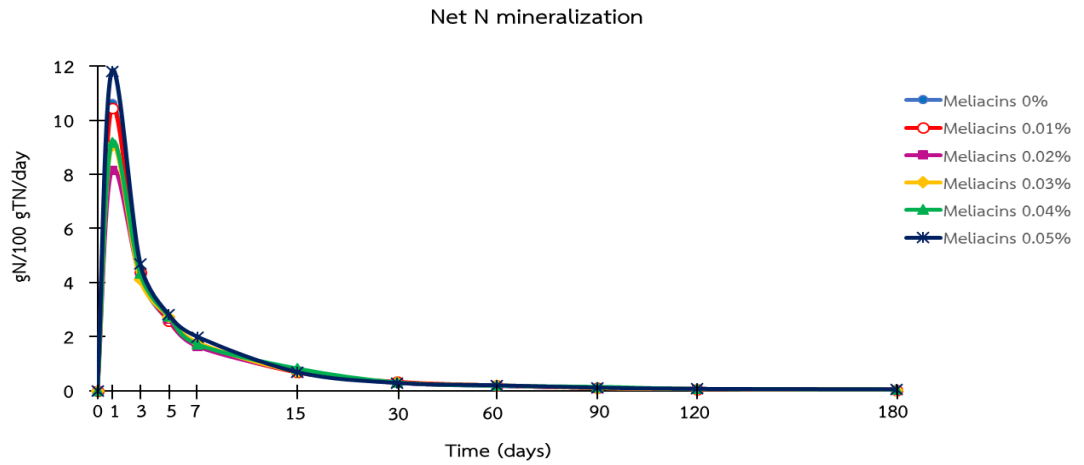

Figure 34 Net nitrogen mineralization release of urea fertilizer mixed with meliacins in clay loam

ผลของการใช้ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) ต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีในดินร่วนเหนียวโดยการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ

การปลดปล่อยแอมโมเนียมของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา พบว่า ในช่วง 0-3 วันแรก ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการปลดปล่อยแอมโมเนียมต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.33 9.37 และ 9.83 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 35)

การปลดปล่อยไนเทรตของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา พบว่า ในช่วง 0-3 วันแรก ปุ๋ยยูเรียที่ไม่คลุกสารสกัดจากสะเดาให้ค่าการปลดปล่อยไนเทรตต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.62 0.68 และ 0.69 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 36)

ร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนีย+ไนเทรต) ช่วง 0-180 วันหลังบ่ม พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.05 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.98 10.06 และ 10.27 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 37)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดามีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงในช่วง 1-30 วันหลังบ่ม และลดลงในช่วง 30-180 วันหลังบ่มซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนในช่วงวันแรกหลังบ่มมีอัตราการปลดปล่อยสูงกว่าในช่วงอื่น โดยปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.28 14.39 และ 14.85 กรัม N/100 กรัม TN/วัน (Figure 38)

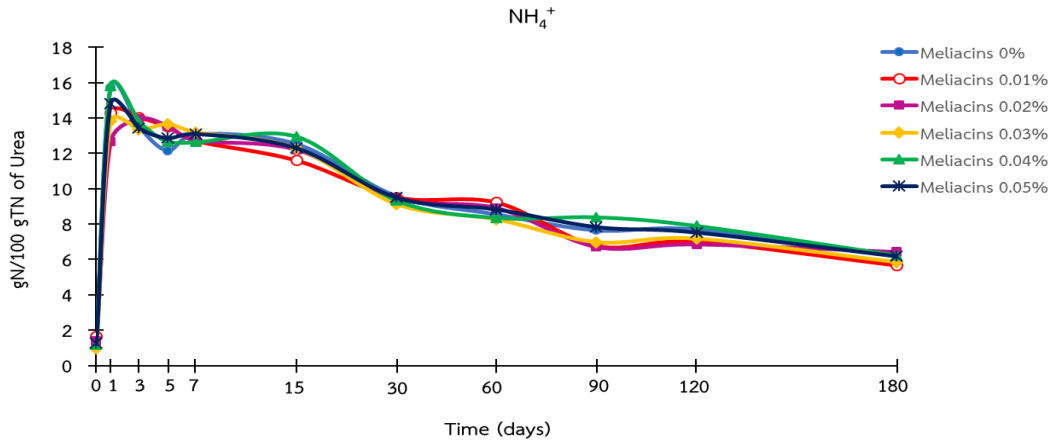

Figure 35 Amount of ammonium release of urea fertilizer coated with meliacins in clay loam

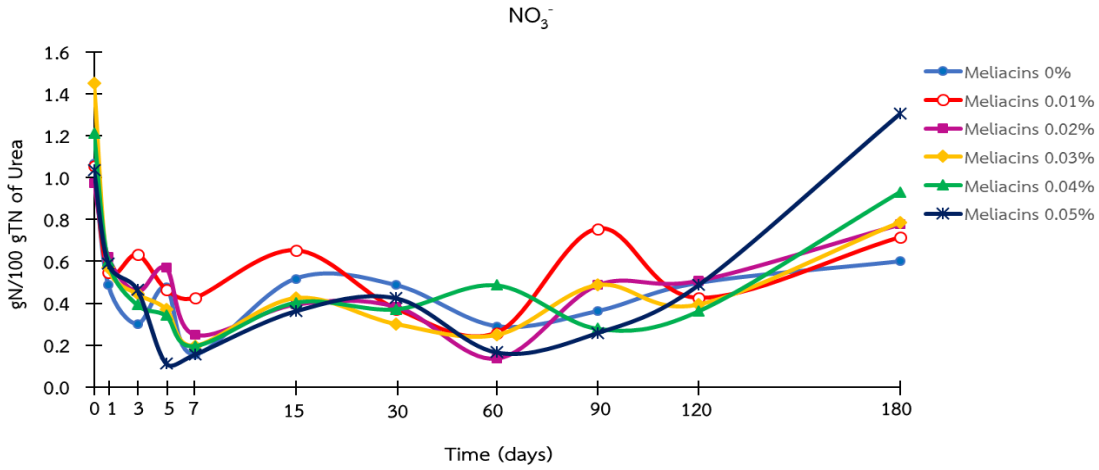

Figure 36 Amount of nitrate release of urea fertilizer coated with meliacins in clay loam

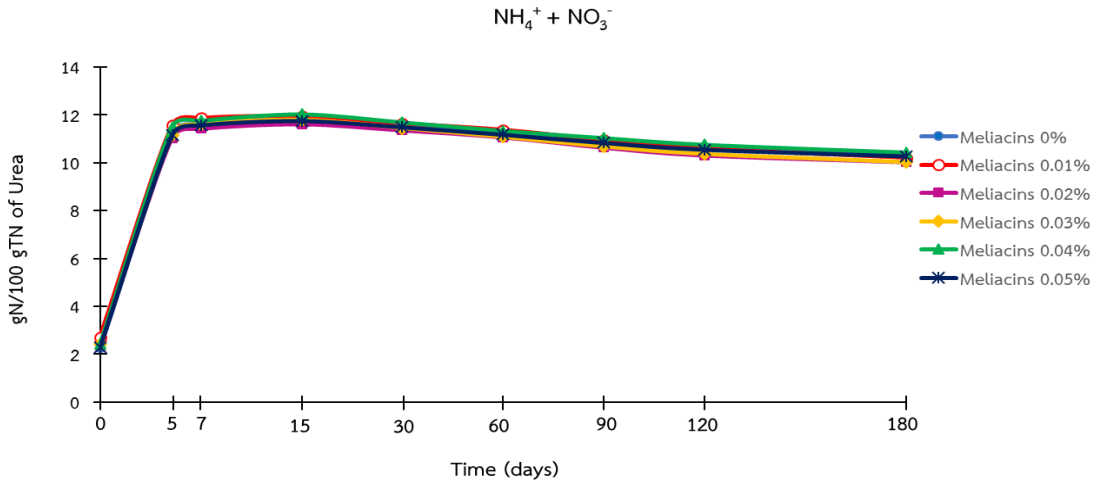

Figure 37 Cumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release of urea fertilizer (46-0-0) coated with meliacins in clay loam

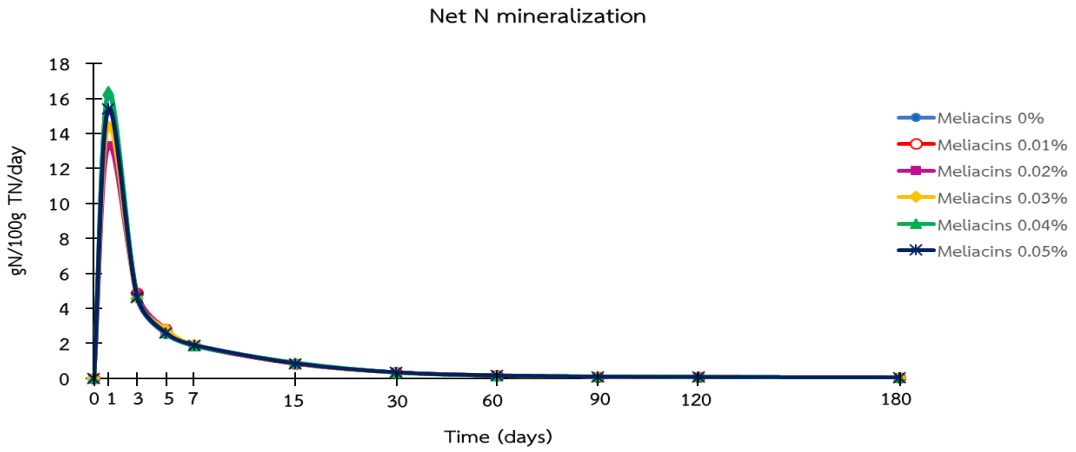

Figure 38 Net nitrogen mineralization release of urea fertilizer coated with meliacins in clay loam

ผลของการใช้ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) ต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีในดินร่วนปนทรายโดยการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ

การปลดปล่อยแอมโมเนียมของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา พบว่า ในช่วง 0-3 วันแรก ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการปลดปล่อยแอมโมเนียมต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 8.73 และ 8.74 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 39)

การปลดปล่อยไนเทรตของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา พบว่า ในช่วง 0-3 วันแรก ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการปลดปล่อยไนเทรตต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.05 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 0.38 และ 4.00 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 40)

ร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนีย+ไนเทรต) ช่วง 0-180 วันหลังบ่ม พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.01 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.49 11.59 และ 11.70 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 41)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดามีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงในช่วง 1-30 วันหลังบ่ม และลดลงในช่วง 30-180 วันหลังบ่มซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนในช่วงวันแรกหลังบ่มมีอัตราการปลดปล่อยสูงกว่าในช่วงอื่น โดยปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.43 9.68 และ 9.74 กรัม N/100 กรัม TN/วัน (Figure 42)

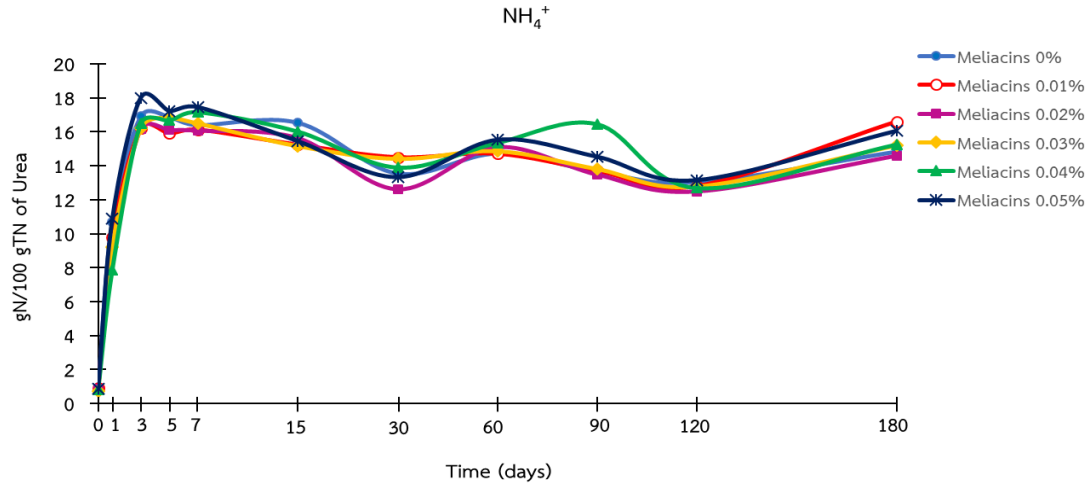

Figure 39 Amount of ammonium release of urea fertilizer mixed with meliacins in sandy loam

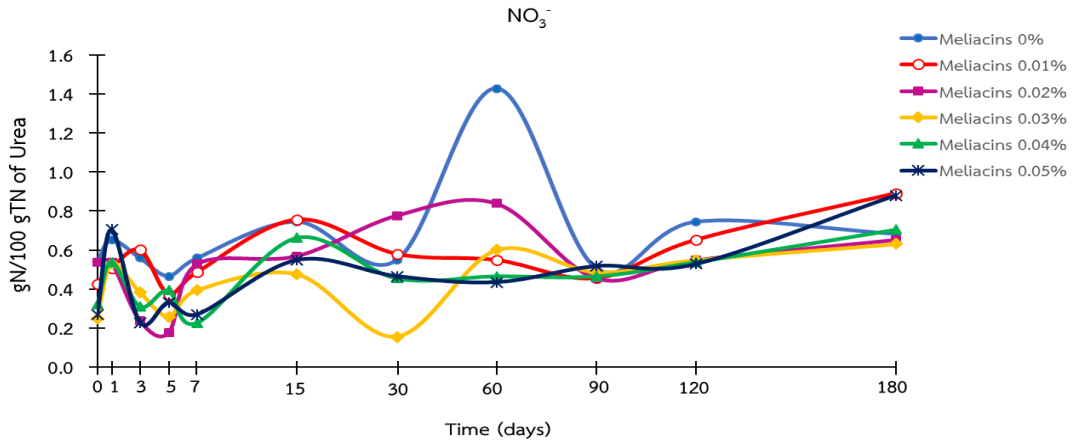

Figure 40 Amount of nitrate release of urea fertilizer mixed with meliacins in sandy loam

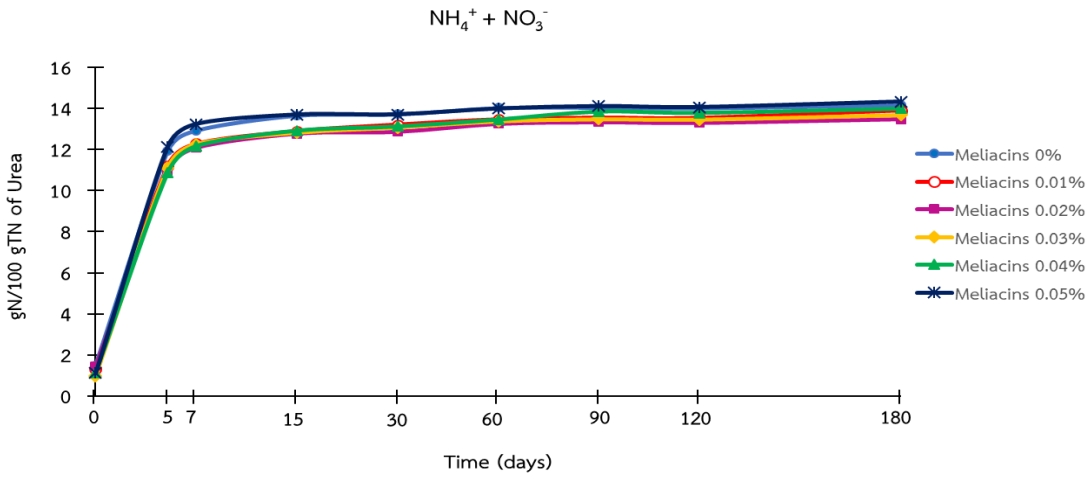

Figure 41 Cumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release of urea fertilizer (46-0-0) mixed with meliacins in sandy loam

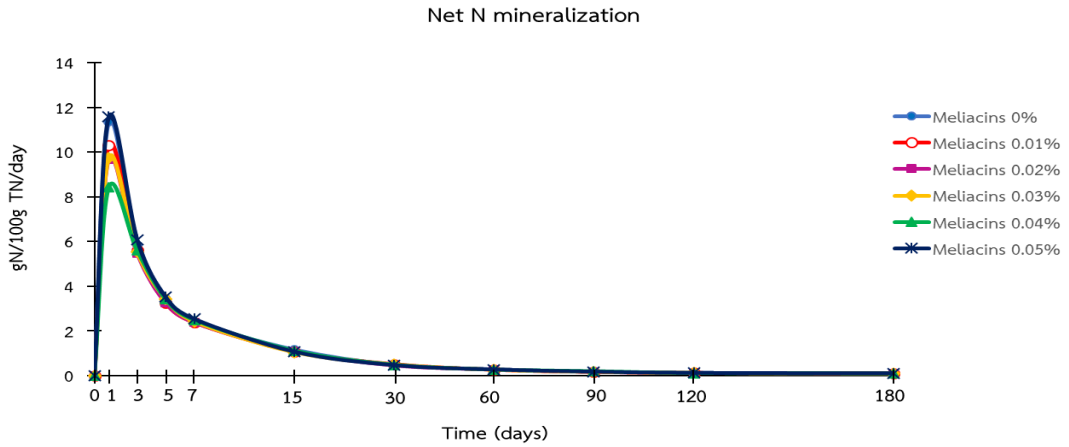

Figure 42 Net nitrogen mineralization release of urea fertilizer mixed with meliacins in sandy loam

ผลของการใช้ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) ต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยเคมีในดินร่วนปนทรายโดยการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ

การปลดปล่อยแอมโมเนียมของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา พบว่า ในช่วง 0-3 วันแรก ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.01 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการปลดปล่อยแอมโมเนียมต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.05 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.85 11.94 และ 11.98 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 43)

การปลดปล่อยไนเทรตของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา พบว่า ในช่วง 0-3 วันแรก ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.05 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการปลดปล่อยไนเทรตต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.29 0.32 และ 0.33 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 44)

ร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนีย+ไนเทรต) ช่วง 0-180 วันหลังบ่ม พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดสะเดา 0.05 เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.01 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.88 14.07 และ 14.15 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 45)

อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดามีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงในช่วง 1-30 วันหลังบ่ม และลดลงในช่วง 30-180 วันหลังบ่มซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน อัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนในช่วงวันแรกหลังบ่มมีอัตราการปลดปล่อยสูงกว่าในช่วงอื่น โดยปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.01 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.04 เปอร์เซ็นต์ และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.35 16.09 และ 16.78 กรัม N/100 กรัม TN/วัน (Figure 46)

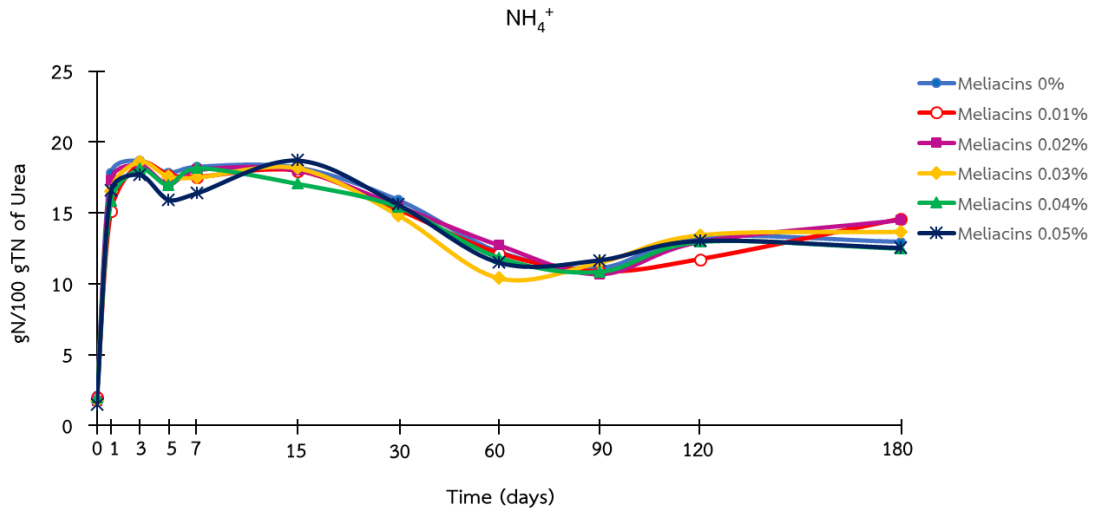

Figure 43 Amount of ammonium release of urea fertilizer coated with meliacins in sandy loam

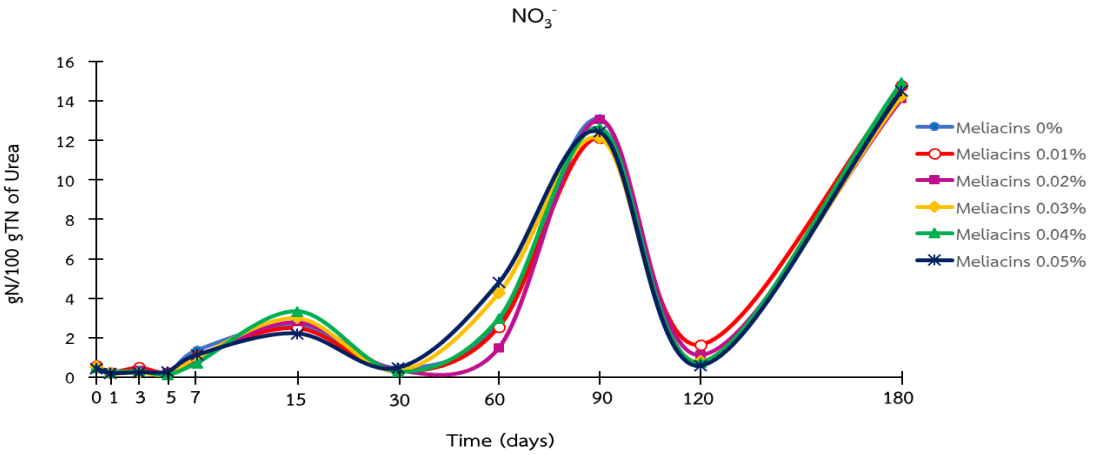

Figure 44 Amount of nitrate release of urea fertilizer coated with meliacins in sandy loam

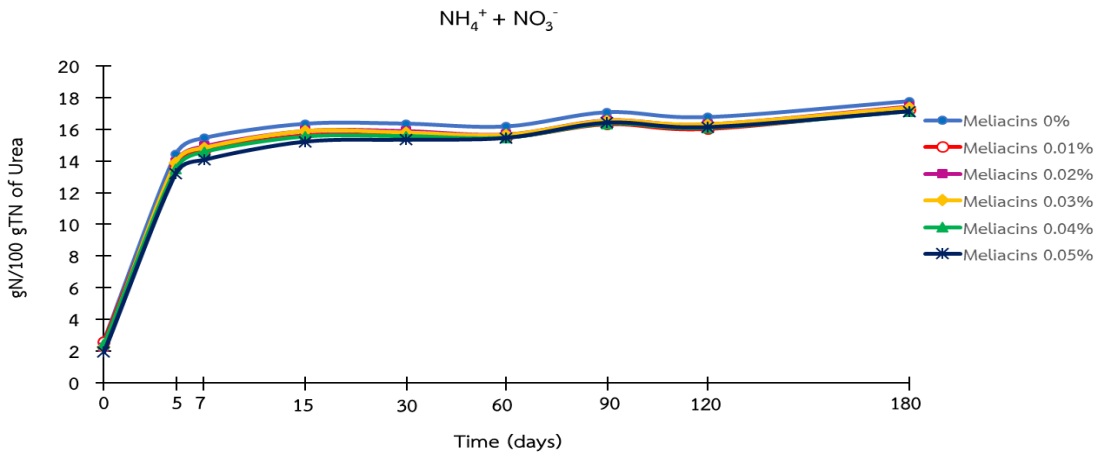

Figure 45 Cumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release of urea fertilizer (46-0-0) coated with meliacins in sandy loam

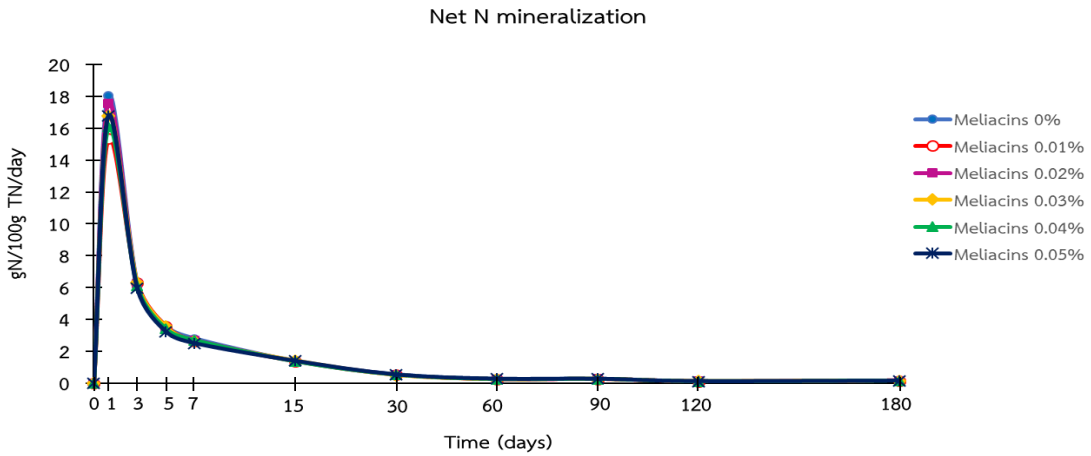

Figure 46 Net nitrogen mineralization release of urea fertilizer coated with meliacins in sandy loam

ผลของการใช้กากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนเหนียว ปีที่ 1 (พ.ศ. 2561)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ มีความสูงมากที่สุดคือ 51.5 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้น กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ความสูงของต้นข้าวโพดต่ำสุดคือ 37.5 เซนติเมตร (Table 32)

เมื่อต้นข้าวโพดอายุ 60 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ความสูงมากที่สุด 203.1 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้น การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ความสูงต่ำสุด 184.3 เซนติเมตร (Table 32)

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 33) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,443.92 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้น กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิต 3,089.23 กิโลกรัม/ไร่ และ กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ผลผลิตต่ำสุด 2,250.40 กิโลกรัม/ไร่

ขนาดฝักข้าวโพดหวาน มีขนาดความกว้างฝักในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (5.3 เซนติเมตร) ยกเว้นกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) มีขนาดความกว้างฝักน้อยสุด คือ 4.9 เซนติเมตร ส่วนความยาวฝักกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ และ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ มีขนาดความยาวฝักมากที่สุด 20 เซนติเมตร และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้น กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) มีความยาวฝักน้อยสุด 19.3 เซนติเมตร (Table 33)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total soluble solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน พบว่า กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายมากที่สุดคือ 15.3 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้น กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย น้อยที่สุด 13.1 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (Table 33)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Table 34) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอัตรา 20-5-5 ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (Value cost ratio) เท่ากับ 7.8 ซึ่งแสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่าที่สุด รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ และ 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ มีค่า VCR เท่ากับ 6.8 และ 5.8 ตามลำดับ

Table 32 Height of sweet corn in clay loam (cm)

Treatment	30 days (cm)	60 days (cm)
1. CF[1] rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	37.5 b	184.3 b
2. CF rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	47.7 a	201.8 a
3. CF rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	49.9 a	203.1 a
4. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	49.7 a	201.4 a
5. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	51.5 a	197.4 ab
Average	47.3	197.6
C.V. (%)	5.8	5.3

[1]CF abbreviations chemical fertilizer

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% by DMRT

Table 33 Yield and yield components of sweet corn in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Pod wide (cm)	Pod length (cm)	TSS[1] (% Brix)
1. CF rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	2,250.40 c	4.9 b	19.3 b	15.3 a
2. CF rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,089.23 b	5.3 a	20.0 a	14.7 a
3. CF rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,443.92 a	5.3 a	19.8 a	14.2 ab
4. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,408.15 a	5.3 a	20.0 a	13.1 b
5. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,433.64 a	5.3 a	19.9 a	14.5 ab
Average	3,125.06	5.2	19.8	14.3
C.V. (%)	6.4	3.0	1.4	6.4

[1]TSS = Total soluble solids

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% by DMRT

Table 34 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR
1	2,250	-				
2	3,089	839	6,712	1,122	5,500	5.5
3	3,444	1,194	9,552	1,410	8,142	6.8
4	3,408	1,158	9,264	1,608	7,656	5.8
5	3,434	1,184	9,472	1,218	8,254	7.8

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (100 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

ผลของการใช้กากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ปีที่ 1 (พ.ศ. 2561)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ มีความสูงมากที่สุด คือ 48 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (Table 35)

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 36) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,964.80 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้น กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ผลผลิตต่ำสุด 3,305.75 กิโลกรัม/ไร่

ขนาดฝักข้าวโพดหวาน มีขนาดความกว้างฝักและความยาวฝักในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ความกว้างและความยาวฝักสูงสุด 5.5 และ 20.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 36)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total soluble solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน พบว่า กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายมากที่สุด 14.1 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้น กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 13.3 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ กรรมวิธีที่ให้ความหวานของข้าวโพดน้อยสุด คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ เท่ากับ 11.8 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (Table 36)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Table 37) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (Value cost ratio) เท่ากับ 3.0 ซึ่งแสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่าที่สุด รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ และ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ มีค่า VCR เท่ากันคือ 2.5

Table 35 Height of sweet corn in sandy loam (cm)

Treatment	30 days (cm)
1. CF rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	45.8
2. CF rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	48.0
3. CF rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	45.0
4. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	45.8
5. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	46.7
Average	46.3
C.V. (%)	5.4

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 36 Yield and yield components of sweet corn in sandy loam

Treatment	Yeild (kg/rai)	Pod wide (cm)	Pod length (cm)	TSS[1] (% Brix)
1. CF rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,305.75 b	5.0 a	19.1 a	14.1 a
2. CF rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,723.28 a	5.5 a	20.2 a	13.3 ab
3. CF rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,755.89 a	5.2 a	20.0 a	12.8 bc
4. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,964.80 a	5.2 a	19.8 a	11.9 c
5. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,735.01 a	5.3 a	19.6 a	11.8 c
Average	3,696.95	5.2	19.7	12.8
C.V. (%)	6.4	6.2	3.9	4.9

[1]TSS = Total soluble solids

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 37 Gross returns on the production of sweet corn used fertilizers in sandy loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR
1	3,306	-				
2	3,723	417	3,336	1,356	1,980	2.5
3	3,756	450	3,600	1,554	2,046	2.3
4	3,965	659	5,272	1,752	3,520	3.0
5	3,735	429	3,432	1,378	2,054	2.5

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (100 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

ผลของการใช้กากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนเหนียว ปีที่ 2 (พ.ศ. 2562)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยความสูงเฉลี่ยที่ปัจจัยหลักการใส่กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ มีค่าความสูง 20.7 เซนติเมตร รองลงมาคือการใส่กาก

สะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ และไม่มีการใส่กากสะเดา มีความสูงเท่ากับ 20.4 และ 20.1 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 38)

เมื่อข้าวโพดอายุ 60 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปัจจัยหลักที่ไม่มีการใส่กากสะเดามีความสูง 167.7 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใช้กากสะเดา 3.9 กิโลกรัม/ไร่ และการใช้กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ มีความสูงเท่ากับ 166.4 และ 163.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 38)

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 39) พบว่า ปัจจัยหลักการใส่กากสะเดาในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในปัจจัยรองการใส่ปุ๋ยเคมีทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น กรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ผลผลิตต่ำสุด 2,074.4 กิโลกรัม/ไร่ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับปัจจัยร่วม

Table 37 Height of sweet corn in clay loam

Organic materials	Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg/rai)	30 days (cm)	60 days (cm)
1. No Neem powder	1. 0-5-5	19.7	167.6
	2. 10-5-5	19.9	167.2
	3. 15-5-5	19.9	170.3
	4. 20-5-5	20.7	165.9
	Average	20.1	167.7
2. Neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	1. 0-5-5	20.5	165.9
	2. 10-5-5	21.6	168.0
	3. 15-5-5	18.9	169.1
	4. 20-5-5	20.5	162.6
	Average	20.4	166.4
3. Neem powder rate 19 kg/rai (0.05% Azadiractin)	1. 0-5-5	20.2	161.6
	2. 10-5-5	20.5	164.5
	3. 15-5-5	20.7	165.4
	4. 20-5-5	21.5	164.1
	Average	20.7	163.9
CV (a)		9.9%	3.1%
CV (b)		6.4%	2.4%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

Table 38 Yield of sweet corn in clay loam (kilogram/rai)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg/rai)	Organic material			
	1. No Neem powder	2. Neem powder rate 3.8 kg/rai	3. Neem powder rate 19 kg/rai	Average
1. 0-5-5	2,101.2	2,160.5	1,961.5	2,074.4 b
2. 10-5-5	2,195.7	2,451.8	2,367.1	2,338.2 a
3. 15-5-5	2,372.3	2,550.5	2,326.4	2,416.4 a
4. 20-5-5	2,175.1	2,521.3	2,584.8	2,427.0 a
Average	2,211.1	2,421.0	2,310.0	2,314.0

CV (a) = 5.6% CV (b) = 8.7%

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% by DMRT

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย (Total soluble solids, TSS) ของข้าวโพดหวาน (Table 39) พบว่า ปัจจัยหลักการใส่กากสะเดาในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในปัจจัยรองการใส่ปุ๋ยเคมีทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายต่ำสุด 13.2 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 14.1 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับปัจจัยร่วม

Table 39 Total soluble solids of sweet corn in clay loam (% Brix)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg/rai)	Organic material			
	1. No Neem powder	2. Neem powder rate 3.8 kg/rai	3. Neem powder rate 19 kg/rai	Average
1. 0-5-5	13.9	14.4	14.1	14.1 a
2. 10-5-5	13.7	13.8	13.6	13.7 a
3. 15-5-5	13.5	13.7	13.3	13.5 a
4. 20-5-5	12.5	13.6	13.4	13.2 b
Average	13.4	13.9	13.6	13.6

CV (a) = 5.2% CV (b) = 4.5%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Table 40) พบว่า กรรมวิธีใส่กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 2.5 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด รองลงมาคือกรรมวิธีใส่กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ และ กรรมวิธีที่ไม่ใส่กากสะเดาแต่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ มีค่า VCR เท่ากับ 2.1 ทั้งสองกรรมวิธี

Table 40 Gross returns on the production of sweet corn as affected by fertilizers application in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR
1. 0-5-5	2,101	-	-	-	-	
2. 10-5-5	2,196	95	756	822	-66	0.9
3. 15-5-5	2,372	271	2,169	1,020	1,149	2.1
4. 20-5-5	2,175	74	591	1,218	-627	0.5
1. NP[1] 3.8 kg/rai+0-5-5	2,161	59	474	816	-342	0.6
2. NP 3.8 kg/rai+10-5-5	2,452	351	2,805	1,212	1,593	2.3
3. NP 3.8 kg/rai+15-5-5	2,551	449	3,594	1,410	2,184	2.5
4. NP 3.8 kg/rai+20-5-5	2,521	420	3,361	1,608	1,753	2.1
1. NP 19 kg/rai+0-5-5	1,962	-140	-1,118	2,346	-3,464	-0.5
2. NP 19 kg/rai+10-5-5	2,367	266	2,127	2,742	-615	0.8
3. NP 19 kg/rai+15-5-5	2,326	225	1,802	2,940	-1,138	0.6
4. NP 19 kg/rai +20-5-5	2,585	484	3,869	3,138	731	1.2
Average	2,314					

[1]NP abbreviations neem powder

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

ผลของการใช้กากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินร่วนปนทราย ปีที่ 2 (พ.ศ. 2562)

การเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยความสูงเฉลี่ยที่ปัจจัยหลักกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่กากสะเดา มีค่าความสูง 42.3 เซนติเมตร รองลงมาคือการใส่กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ และการใส่กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ มีความสูง 42.2 และ 40.3 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 41)

เมื่อข้าวโพดอายุ 60 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปัจจัยหลักกรรมวิธีที่ใส่กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ มีความสูง 167.7 เซนติเมตร รองลงมาคือ กรรมวิธีการใช้กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่กากสะเดา มีความสูง 222.0 และ 221.4 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 41)

Table 41 Height of sweet corn in sandy loam

Neem powder	Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg/rai)	30 days (cm)	60 days (cm)
1. No Neem powder	1. 0-5-10	41.9	221.3
	2. 10-5-10	43.0	217.9
	3. 15-5-10	41.1	223.3
	4. 20-5-10	43.3	223.2
	Average	42.3	221.4
2. Neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	1. 0-5-10	38.8	225.6
	2. 10-5-10	39.9	222.2
	3. 15-5-10	42.7	225.2
	4. 20-5-10	39.8	215
	Average	40.3	222.0
3. Neem powder rate 19 kg/rai (0.05% Azadiractin)	1. 0-5-10	41.5	230.8
	2. 10-5-10	40.2	226.7
	3. 15-5-10	44.3	225.1
	4. 20-5-10	42.7	232.1
	Average	42.2	228.7
	CV (a)	9.6%	6.2%
	CV (b)	4.4%	3.9%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 42) พบว่า ปัจจัยหลักกรรมวิธีที่ใส่กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ กรรมวิธีใส่กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่กากสะเดา ให้ผลผลิต 3,358.2 3,324.8 และ 3,315.1 กิโลกรัม/

ไร่ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปัจจัยรอง ได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีทุกอัตราไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิต 3,5921 กิโลกรัม/ไร่ สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ เพียงอย่างเดียว (3,426.8 กิโลกรัม/ไร่)

Table. 42 Yield of sweet corn in sandy loam (kilogram/rai)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg/rai)	Organic material			
	1. No Neem powder	2. Neem powder rate 3.8 kg/rai	3. Neem powder rate 19 kg/rai	Average
1. 0-5-10	3,276.0	3,139.2	2,920.6	3,111.9
2. 10-5-10	3,342.5	3,321.9	3,501.2	3,388.5
3. 15-5-10	3,215.1	3,475.9	3,419.2	3,370.0
4. 20-5-10	3,426.8	3,362.2	3,591.6	3,460.2
Average	3,315.1	3,324.8	3,358.2	3,332.7

CV (a) = 12.7% CV (b) = 8.9%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลายของข้าวโพดหวาน (Table 43) พบว่า ปัจจัยหลักและปัจจัยรองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยปัจจัยรองกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในสารละลาย 14.5 เปอร์เซ็นต์บริกซ์

Table 43 Total soluble solids of sweet corn in clay loam (% Brix)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg/rai)	Organic material			
	1. No Neem powder	2. Neem powder rate 3.8 kg/rai	3. Neem powder rate 19 kg/rai	Average
1. 0-5-10	14.4	14.5	14.5	14.5
2. 10-5-10	14.3	14.1	14.5	14.3
3. 15-5-10	14.4	13.8	14.2	14.2
4. 20-5-10	14.4	14.2	14.3	14.2
Average	14.4	14.2	14.4	14.3

CV (a) = 2.8% CV (b) = 2.2%

Mean in the same column followed by the same letters are not significantly different at 5% by DMRT

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Table 44) พบว่า กรรมวิธีใส่กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยมีค่า VCR (value cost ratio) เท่ากับ 1.0 แสดงว่ากรรมวิธีดังกล่าวมีสัดส่วนระหว่างมูลค่าผลผลิตเพิ่มต่อมูลค่าปุ๋ยที่ใช้เพิ่มได้อย่างคุ้มค่า ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่กากสะเดา ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ และ กรรมวิธีที่ใส่กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ มีค่า VCR เท่ากับ 0.9 และ 0.8 ตามลำดับ ซึ่งมีค่า VCR ต่ำกว่า 1 แสดงว่าไม่ควรใช้กรรมวิธีดังกล่าวในการปลูกข้าวโพดหวาน

Table 44 Gross returns on the production of sweet corn as affected by fertilizer application in sandy loam

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Gross return (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai)	Net return (baht/rai)	VCR
1. 0-5-10	3,276	-	-	-	-	-
2. 10-5-10	3,434	67	532	966	-434	0.6
3. 15-5-10	3,215	-61	-487	1,164	-1,651	-0.4
4. 20-5-10	3,427	151	1,206	1,362	-156	0.9
1. NP[1] 3.8 kg/rai+0-5-10	3,139	-137	-1,094	960	-2,054	-1.1
2. NP 3.8 kg/rai+10-5-10	3,322	46	367	1,356	-989	0.3
3. NP 3.8 kg/rai+15-5-10	3,476	200	1,599	1,554	45	1.0
4. NP 3.8 kg/rai+20-5-10	3,362	86	690	1,752	-1,062	0.4
1. NP 19 kg/rai+0-5-10	2,921	-355	-2,843	2,490	-5,333	-1.1
2. NP 19 kg/rai+10-5-10	3,501	225	1,802	2,886	-1,084	0.6
3. NP 19 kg/rai+15-5-10	3,419	143	1,146	3,084	-1,938	0.4
4. NP 19 kg/rai +20-5-10	3,592	316	2,525	3,282	-757	0.8
Average	3,333					

[1]NP abbreviations Neem powder

Fertilizers price: 46-0-0 (18 baht/kg) 0-46-0 (24 baht/kg) 0-0-60 (18 baht/kg) and organic fertilizer (3 baht/kg) yield price (8 baht/kg)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. ในดินร่วนเหนียวการคลุกและเคลือบปุ๋ยยูเรียด้วยสารสกัดจากสะเดาที่มีสาร Azadiractin (สารในกลุ่มเมเลียซิน) อัตรา 0.02 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงต่ำสุด สำหรับในดินร่วนปนทราย

ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงต่ำสุด ในขณะที่ปุ๋ยยูเรียที่เคลือบด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.05 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนลดลงต่ำสุด

2. การใช้กากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมีไม่ทำให้ข้าวโพดหวานให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่คลุกกากสะเดา ซึ่งแตกต่างจากการใช้สารสกัดจากสะเดาคลุกกับปุ๋ยเคมี เนื่องจากการใช้กากสะเดาอาจทำปฏิกิริยาช้ากว่าการใช้สารสกัด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากผลตอบแทนทางเศรษศาสตร์พบว่าในดินร่วนเหนียวหากต้องการใช้กากสะเดาร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ควรใส่กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ (ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ส่วนในดินร่วนปนทรายควรใส่กากสะเดา 9 กิโลกรัม/ไร่ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ จึงจะให้ผลตอบแทนสูงสุด

3. การใส่กากสะเดาสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์จากอัตราการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในดินร่วนเหนียว และในดินร่วนปนทรายการใส่กากสะเดาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เพราะสารอะซาดิแรคตินที่อยู่ในกากสะเดาช่วยทำให้การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนในปุ๋ยยูเรียปลดปล่อยความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนออกมาอย่างช้าๆ ให้กับข้าวโพดหวาน

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

1. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350-1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ (เทียบเท่าไนโตรเจน 5 กิโลกรัม) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 และ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (ตามค่าวิเคราะห์ดิน) ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 และ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (ตามค่าวิเคราะห์ดิน) เพียงอย่างเดียว ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดหวานในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย

2. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350-1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ (เทียบเท่าไนโตรเจน 5 กิโลกรัม) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 และ 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน) ซึ่งสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์จากอัตราการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งนี้เพราะอินทรีย์ไนโตรเจนในปุ๋ยอินทรีย์มีการปลดปล่อยความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนออกมาอย่างช้าๆ ให้กับข้าวโพดหวานใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน)

3. การใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีสารแทนนิน (เปลือกมังคุดบด) และสารในกลุ่มเมเลียซิน (กากสะเดา) ผสมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 และ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (ตามค่าวิเคราะห์ดิน) ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 และ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (ตามค่าวิเคราะห์ดิน) เพียงอย่างเดียว

4. การใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีสารแทนนิน (เปลือกมังคุดบด) และสารในกลุ่มเมเลียซิน (กากสะเดา) ผสมร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 และ 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ (การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน) ซึ่งสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์จากอัตราการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

5. การใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีสารแทนนินจากการวิจัยมีจำนวนวัสดุอินทรีย์ 13 ชนิด ได้แก่ เปลือกมังคุด เปลือกสละ เปลือกสับปะรด เปลือกมะละกอ เปลือกทุเรียน เปลือกกล้วย เปลือกส้มโอ ใบฝรั่ง ใบชาอูหลง เบอร์ 12 ใบชาอัสสัม ใบชาเมี่ยง ใบชา ใบยาสูบ และจัดแบ่งกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 มีปริมาณแทนนิน น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เปลือกสละ เปลือกสับปะรด เปลือกทุเรียน เปลือกกล้วย

กลุ่มที่ 2 มีปริมาณแทนนิน ระหว่าง 10-20 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ได้แก่ เปลือกมังคุด เปลือกมะละกอ ใบฝรั่ง ใบชาอูหลง เบอร์ 12

กลุ่มที่ 3 มีปริมาณแทนนิน มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ เปลือกส้มโอ ใบฝรั่ง ใบชาอูหลง เบอร์ 12 ใบชาอัสสัม ใบชาเมี่ยง ใบชา ใบยาสูบ

การใช้วัสดุอินทรีย์จาก 3 กลุ่มดังกล่าวเป็นแนวทางในการเลือกใช้ประโยชน์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้ 25 เปอร์เซ็นต์ของการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกข้าวโพดหวาน

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง เป็นแนวทางในการใช้วัสดุอินทรีย์เหลือใช้ที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าและเป็นการลดต้นทุนเมื่อเปรียบเทียบกับการซื้อปุ๋ยอินทรีย์ตามท้องตลาด

2. การใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีสารแทนนิน และสารในกลุ่มเมเลียซิน เป็นวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถหาและรวบรวมได้ในพื้นที่เกษตร ตามข้อมูลในงานวิจัยสามารถนำมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อใช้ในข้าวโพดหวานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยไนโตรเจนได้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช ISBN: 974-436-054-2. กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 164 หน้า.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ประดิษฐ์ บุญอำพล, ชุมพล นาควิโรจน์, สุพิน สุวรรณ และ N. Matsumoto. 2547. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชไร่. รายงานการประชุมวิชาการประจำเดือน มีนาคม 2547. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.

เข็มพร เพชราภรณ์. 2549. การสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์ฮิวมิไฟด์ในดินไร่และดินนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 63 น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547 หน้า.

จารุวรรณ วรรณประเสริฐ, ศุภชัย อำคา และธงชัย มาลา. 2556. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนละลายช้า และปุ๋ยเคลือบสารยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชันต่อการเจริญเติบโตของพริกหวานและไนโตรเจนอนินทรีย์ในชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2(2): 46-63.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

โชติ สิทธิบุศย์. 2539. แนวทางพัฒนาระบบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. ISBN974-7465-15-9.

ธงชัย มาลา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, ศุภชัย อำคา และสิรินภา ช่วงโอภาส. 2554. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยละลายช้าและไนตริฟิเคชันอินฮิบิเตอร์ต่อการเจริญเติบโตของกล้าพืช. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พีรพงษ์ เชาวนพงษ์, สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์, ศรีสุดา รื่นเจริญ, รัฐกร สืบคำ และทิวาพร ผดุง. 2553. การศึกษาการสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชของปุ๋ยหมักจากวัตถุดิบต่างๆ. รายงานงานวิจัย กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

มะลิวัลย์ เทพพูลผล. 2538. ผลกระทบของเปลือกมังคุดต่อพฤติกรรมของไนโตรเจนในดิน. การประชุมวิชาการประจำปี 2538 กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 110-119.

มะลิวัลย์ เทพพูลผล. 2541. ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เปลือกมังคุดในการเกษตร. ปฐพีสาร กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ปีที่ 7 ฉบับที่ 4. 4 หน้า

เรวดี ดีมาก, จันทิรา อริยธัช, สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์, ยุพิน สรวิสูตร, นรีลักษณ์ ชูวรเวช และลัดดาวัลย์ มีสุข. 2538. การปลดปล่อยธาตุอาหารพืชไนโตรเจนจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในรูปอัดเม็ดและไม่อัดเม็ด. เอกสารประกองการประชุมวิชาการประจำปี 2538 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 120-128.

เรวดี ดีมาก, ยุพิน สรวิสูตร, นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2543. ผลการใช้สะเดาต่อการปลอปล่อยธาตุอาหารในปุ๋ยผสมปั้นเม็ด. เอกสารประกองการประชุมวิชาการประจำปี 2543 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 129-138.

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, ประไพ ชัยโรจน์ และสรัตนา เสนาะ. 2547. การใช้สารฮิวมัสจากมูลสุกรและกากตะกอนน้ำเสียเพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี. รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2547 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. หน้า 243-257.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์. 2527. ปุ๋ยอินทรีย์กับดินและพืช. ว.ดินและปุ๋ย 6: 155-166.

สมบูรณ์ มั่นความดี, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, สรสิทธิ์ วัชโรทยาน และHidenori Wada. มปป. อิทธิพลของอินทรีย์วัสดุเหลือใช้ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินนา. กลุ่มวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมฤทัย ตันเจริญ, ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, พีรพงษ์ เชาวนพงษ์, สุปรานี มั่นหมาย. 2550. การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก. ผลงานฉบับเต็ม กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สุริยา สาสนรักกิจ, จันทร์จรัส วีรสาร, อรุณศิริ กำลัง, จีรวัฒน์ พุ่มเพชร, เปรมสุดา สมาน, ถวัลย์ มีพลอย, ทวิช ทำนาเมือง, กนกอร จารุจารีต, สุรสิทธิ์ ชัยสวัสดิ์, วิชา ตันวีระชัยสกุล, ประไพศรี สมใจ และพูนศุข อัตถะสัมปุณณะ. 2543. การผลิตปุ๋ยอัดเม็ดจากกากสะเดา. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพ.

Barber, D.A. and J.K. Martin. 1976. The release of organic substances by cereal roots into soil. New Phytol. 76: 69-80.

Barber, D.A. and J. M. Lynch. 1977. Microbial growth in the rhizosphere. Soil Biol. Biochem. 9: 305-308.

Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1986. Bulk density, pp. 363-382. In A. Klute, ed. Methods of Soil Analysis. Part I. 2nd ed. Amer. Soc. Of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.

Brady , N.C. and R.R. Weil. 1999. Elements of the Nature and Properties of Soils**.** 12th ed. The Macmillan Co., New York.

Carlile F.S. 1984. Ammonia in poultry houses: A literature Review. World's Poult. Sci.J. 40: 99-113.

Jones, D.L. and P.R. Darrah. 1994. Role of root derived organic acids in the mobilization of nutrients from the rhizosphere. Plant Soil. 166: 247-257.

Lehmann J., J. Pereira da Silva Jr., C. Steiner, T. Nehls, W. Zech and B. Glaser. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. Plant and Soil. 249: 343-357.

M.X. Fan and A.F. Mackennize.1993. Urea and Phosphate Interaction in Fertilizer Microsites : Ammonia Volatilization and pH charges.Soil Sci. Soc. Am.J.57-839-845.

Novak, J.M., W.J. Busscher, D.W. Waltts, J.E. Amonette, J.A. Ippolito I.M. Lima, J. Gaskin, K.C. Das, C. Steiner, M. Ahmedna, D. Rehrah and H. Schomberg. 2012. Biochar impact on Soil-moisture storage in an Ultisol and two Aridisols. Soil Science, 77:310-320.

Okamoto M, Okada K, Watanabe T and Ae N. 2003. Growth Responses of Cereal Crops to Organic Nitrogen in the Field. Soil sci. Plant Nutr. 49(3): 445-452

Rao, M. H., H. K. S. Subramanian, H. P. Murthy, H. C. Singh, Dass and K.M. Ganapathy. 1977. Leaf nitrogen status as influenced by varying levels of nitrogen application and its relationship with yield in kew pineapple. Sci. Hort. 7:137-142.

Spironello, A., J. A. Quaggio, L. A. J. Teixeira, P. R. Furlani, and J. M. M. Sigrist. 2004. Pineapple yield and fruit quality affected by NPK fertilization in a tropical soil. Rev. Bras. Frutic. 26: 155-159.

Tandon H.L.S.1987. Status of fertilizer under development in India. Fert.Res.13.181-189.

Yeboah E., P. Ofori, G.W. Quansah, E. Dugan and S.P. Sohi. 2009. Improving soil productivity through biochar amendments to soils. African J. of Environmental Science and Technology. Vol. 3(2): 034-041.

“ Soil nitrogen supply”. แหล่งที่มา http/www.soilquality.org.au/ factsheets/soil-nitrogen-supply (สืบค้นเมื่อ 23 มิถุนายน 2557)