ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน ปฐพีวิทยา

สาขา ภาควิชา

เรื่อง ผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effects of Jatropha Cake Compost on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.)

นามผู้วิจัย นางสาวกัญณัฏฐ์ ภรณ์สิริภัสร์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ศุภชัย อำคา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑามาศ ร่มแก้ว, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ _____ **เดือน** _____ **พ.ศ.** _____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effects of Jatropha Cake Compost on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.)

โดย

นางสาวกัญญัฎฐ์ ภรณ์สิริภัสร์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กัญณัฏฐ์ ภรณ์สิริภัสร์ 2556: ผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D. 80 หน้า

ศึกษาผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ปรากฏผลดังนี้ คือการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย ค่าความเขียวของใบข้าวโพด น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ดและน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดโดยภาพรวมมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา1,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา1,000 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม(control) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย ค่าความเขียวของใบข้าวโพดน้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ดและน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดต่ำที่สุด

ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม(control) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินโดยภาพรวมดังนี้ คือค่า pH อยู่ในระดับเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย ค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงระดับปานกลางปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kanyanat Pornsiripat 2013: Effects of Jatropha Cake Compost on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.) Master of Science (Soil Science and Management Technology), Major Field: Soil Science and Management Technology, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Chaisit Thongjoo, Ph.D. 80 pages.

The aim of this study was to investigate the effects of jatropha cake compost on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) *var.* Pacific 999. Experimental design was randomized complete block (RCBD). The study revealed that the application of jatropha cake compost of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers equivalent to 500 kg/rai of jatropha cake compost effected the highest of plant height, leaf collar height, leaf greenness, ear weight, ear without husk weight, grain weight and 1,000-grain weight nearly the same, which was not different from the applications of chemical fertilizers equivalent to 1,000 kg/rai of jatropha cake compost and of jatropha cake compost of 1,000 kg/rai. While the control treatment effected on the lowest of plant height, leaf collar height, leaf greenness, ear weight, ear without husk weight, grain weight and 1,000-grain weight.

After experiment, it was found that all treatments that applied chemical fertilizers or jatropha cake compost both single use or in combination with chemical fertilizers as well as the control treatment effected on chemical properties of soil: a) soil pH was very strongly acid to slightly acid; b) the electrical conductivity (EC_e) of soil was non-saline; c) the organic matter of soil was low to moderate; d) the available P of soil was high to very high; e) the exchangeable K of soil was low to moderate; and f) the exchangeable Ca and Mg of soil were high.

_____ _____ ___/___/___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยสิทธิ์ ทองจู อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ช่วยให้คำแนะนำ คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ และอื่นๆ อีกมากมาย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้กับข้าพเจ้าเป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ศุภชัย อำคาและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมรวมทั้ง อาจารย์ ดร ฝอยฝา ชุติดำรง ประธานการสอบ และอาจารย์ ดร.วิสุทธิ์ วีรสาร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาวิชาการ ระหว่างสถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ร่วมกับ บริษัท เพชรสยาม พี อี ไพน์ จำกัดที่ให้ความช่วยเหลือในด้านเงินทุนวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ บัณฑิตวิทยาลัย ของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ทุกๆ คนที่คอยช่วยเหลือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายสุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อพิสิฐสิริ และคุณแม่เพ็ญสิริ ภรณ์สิริภัสร์ ที่สนับสนุนและส่งเสริมการศึกษาของข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมา และเป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วย

กัญณัฏฐ์ ภรณ์สิริภัสร์

มีนาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	31
อุปกรณ์	31
วิธีการ	34
ผลและวิจารณ์	41
สรุปผลการทดลอง	73
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	74
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราแนะนำการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี สำหรับพืชชนิดต่	17
2	พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และปริมาณเศษเหลือของพืชบางชนิดในปีการเพาะปลูก 2554	19
3	จำนวนสัตว์ และปริมาณมูลสัตว์บางชนิด ในปีการเพาะปลูก 2554	19
4	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละชนิดในประเทศไทย	20
5	สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินก่อนการทดลอง	31
6	สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของวัสดุเหลือใช้ที่ทำการทดลอง	32
7	สมบัติทางเคมีบางประการของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำ	35
8	รายละเอียดการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักกากสบู่ดำ	37
9	ความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ต้นฤดูฝน)	42
10	ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ต้นฤดูฝน)	43
11	ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ต้นฤดูฝน)	44
12	จำนวนฝักต่อต้นและจำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)	46
13	น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)	48
14	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)	50
15	น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)	51

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ปลายฤดูฝน)	53
17	ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ปลายฤดูฝน)	54
18	ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ปลายฤดูฝน)	55
19	จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)	57
20	น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)	59
21	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)	61
22	น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)	62
23	เปรียบเทียบน้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน)	64
24	เปรียบเทียบน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน)	65
25	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) และปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ภายหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดต่อกันเป็นเวลา 1 ปี	68
26	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ภายหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดต่อกันเป็นเวลา 1 ปี	70
27	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ภายหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดต่อกันเป็นเวลา 1 ปี	72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effects of Jatropha Cake Compost on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.)

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2554 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดประมาณ 7.03 ล้านไร่ ผลผลิตประมาณ 4.61 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 656 กก./ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) ซึ่งความต้องการข้าวโพดในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศ อีกทั้งปริมาณผลผลิตไม่แน่นอน เนื่องจากการผลิตขึ้นกับสภาพของดินฟ้าอากาศทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความเสียหายจากความแห้งแล้งเป็นอย่างมาก แนวทางหนึ่งที่ส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น ซึ่งอาจทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงและการคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแหล่งปลูก การเลือกฤดูกาลปลูกที่เหมาะสม การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม (จันจิรา และคณะ, 2552; ธีระพงษ์ และคณะ, 2553; ธนศมณฑ์ และคณะ, 2555) รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรที่มีคุณค่าทางธาตุอาหารสูง และปราศจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก เพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Thongjoo *et al.*, 2005) โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งหากมีการปลูกพืชติดต่อกันหลายปี อาจมีผลทำให้ดินขาดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชอย่างถาวรได้ (Azmal *et al.*, 1996; Berendse, 1990) ที่ผ่านมามีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้มาช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตัวอย่างเช่น การใช้กากตะกอนเยื่อกระดาษ (จันจิรา และคณะ, 2552) การใช้กากน้ำตาลผงชูรสหรืออามิ-อามิ (นพดล, 2555; ธนศมณฑ์ และคณะ, 2555) เป็นต้น

กากสบู่ดำเป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ มีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูง เช่น ไนโตรเจน 3.20-4.44 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 1.40-2.09 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.20-1.68 เปอร์เซ็นต์ จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ (Washington State University, 2002) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำกากสบู่ดำมาผ่านกระบวนการหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ย หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชและผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2. เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดินภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดเป็นพืชในวงศ์ (family) Gramineae เผ่า (tribe) Maydeae พืชในเผ่านี้มีลักษณะสำคัญ คือ มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกันแต่อยู่ภายในต้นเดียวกัน ข้าวโพดจัดอยู่ในสกุล (genus) Zea และชนิด (species) mays มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. (ไสว, 2534) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์(คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547) เป็นดังนี้

1.1 ราก ข้าวโพดมีระบบรากฝอย (fibrous root system) ซึ่งเจริญมาจาก 2 ส่วน คือ รากที่เจริญมาจากคัพภะ เรียกว่า primary root เป็นรากที่พัฒนามาจากแรดิเคิล และมีรากแขนงแตกออกมาเรียกว่า secondary root นอกจากนี้ ยังมีรากที่เกิดขึ้นที่ scutellar node เรียกว่า seminal root รากทั้งหมดนี้มีการเจริญเติบโตในระยะเวลาสั้นๆ ขณะข้าวโพดเป็นต้นกล้า และจะตายไปเมื่อต้นข้าวโพดโตขึ้น รากส่วนที่สอง คือ รากที่เจริญมาจากลำต้น เรียกว่า adventitious root โดยมีจุดกำเนิดรากที่ข้อส่วนล่างของลำต้น ข้อแรกที่เกิดรากชนิดนี้ คือ coleoptilar node โดยรากเหล่านี้จะเจริญเติบโตตลอดชีวิตของข้าวโพด ซึ่งสามารถเจริญแผ่กระจายรอบลำต้นโดยมีรัศมีประมาณ 1 เมตร และหยั่งลึกลงไปในดินได้ในช่วง 2.1-2.4 เมตร

1.2 ลำต้น (culm หรือ stalk) ประกอบด้วยข้อและปล้อง บริเวณข้อมีเนื้อเยื่อเจริญ จุดกำเนิดราก ตา และรอยกาบใบ ปกติลำต้นมีความสูงตั้งแต่ 30 เซนติเมตร จนถึง 7.5 เมตร โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นในช่วง 2.5-5.0 เซนติเมตร

1.3 ใบ ประกอบด้วยกาบใบ และแผ่นใบ กาบใบจะหุ้มลำต้น ส่วนแผ่นใบจะแผ่กางออก มีเส้นกลางใบเรียกว่า mid rib ข้าวโพดที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้ทนต่ออัตราการปลูกสูง มักมีลักษณะใบตั้ง แผ่นใบด้านบนมีขนเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรับแสง ส่วนแผ่นใบด้านล่างจะเรียบ และมีปากใบจำนวนมาก

1.4 ดอก ข้าวโพดมีช่อดอกตัวผู้เรียกว่า tassel และช่อดอกตัวเมียเรียกว่า ear อยู่บนต้นเดียวกันแต่แยกตำแหน่งกัน (monoecious plant) โดยช่อดอกตัวผู้อยู่ที่ส่วนยอดของลำต้นเป็นแบบ panicle มีแกนกลางช่อดอกเรียกว่า rachis ที่ rachis มีกิ่งแขนงชั้นแรกเกิดอยู่ และบนกิ่งแขนงนี้เป็นที่เกิดของกิ่งแขนงชั้นที่สอง ส่วนกลุ่มดอกย่อย (spikelet) เกิดเป็นคู่ คือ ชนิดที่มีก้าน (pedicelled

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

spikelet) และไม่มีก้าน (sessile spikelet) แต่ละกลุ่มดอกประกอบด้วย 2 ดอกย่อย โดยดอกย่อยที่อยู่ส่วนบนมีการเจริญเติบโตดีกว่าดอกย่อยที่อยู่ส่วนล่าง แต่ละดอกย่อยประกอบด้วยกลีบดอกที่เรียกว่า lemma และ palea มีเกสรตัวผู้ 3 อัน เยื่อรองรังไข่ (lodicule) 2 อัน และเกสรตัวเมียที่ไม่ทำหน้าที่ (rudimentary pistill) อีก 1 อัน โดยทั่วไปดอกตัวผู้จะโปรยละอองเกสรอยู่นาน 5-8 วัน ส่วนช่อดอกตัวเมียหรือฝัก เกิดจากตาที่มุมใบข้อที่ 6 นับจากใบธงลงมา มีช่อดอกแบบ spike การพัฒนาของช่อดอกเริ่มขึ้นเมื่อข้าวโพดมีอายุ 40-45 วันหลังงอก ก้านฝักหรือก้านช่อดอก (shank) ถูกหุ้มด้วยกาบใบหรือเปลือกหุ้มฝัก (husk) โดยกลุ่มดอกตัวเมียเกิดเป็นคู่เรียงกันเป็นแถวยาวบนแกนกลางช่อดอกหรือซัง (cob) ดังนั้น ฝักข้าวโพดจึงมีจำนวนแถวของเมล็ดเป็นแถวคู่ กลุ่มดอกที่มีก้านสั้นถูกห่อหุ้มด้วยกลีบ (glume) สั้นๆ 2 กลีบภายใน แต่ละกลุ่มมีดอกย่อย 2 ดอก ซึ่งดอกย่อยดอกบนเท่านั้นที่เจริญ แต่ละดอกย่อยประกอบด้วย lemma และ palea รวมเรียกว่า chaff ซึ่งมีเกสรตัวเมีย 1 อัน เยื่อรองรังไข่ 2 อัน และเกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน (rudimentary stamen) 3 อัน ก้านเกสรตัวเมียยาว 10-30 เซนติเมตร เรียกว่าไหม (silk) ไหมแต่ละเส้นจะมีขนที่สามารถรับละอองเกสรตัวผู้ได้ตลอดความยาว เส้นไหมบริเวณโคนฝักจะเกิดขึ้นก่อนตามด้วยส่วนกลางฝัก แต่เส้นไหมบริเวณกลางฝักจะยืดตัวโผล่พ้นกาบหุ้มฝักก่อน จึงได้รับการผสมก่อน ทำให้เมล็ดบริเวณกลางฝักมีความสมบูรณ์และขนาดใหญ่กว่าบริเวณโคน และปลายฝัก ไหมจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแห้งเหี่ยวเมื่อดอกได้รับการผสม โดยข้าวโพด 1 ฝัก จะมีไหม 400-1,000 เส้น ทำให้เกิดเมล็ด 400-1,000 เมล็ด

1.5 ผลและเมล็ด ผลเป็นแบบ caryopsis ที่มีเปลือกหุ้มผล (pericarp) ติดอยู่กับส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ใส ไม่มีสี เยื่อหุ้มผลและเยื่อหุ้มเมล็ดรวมเรียกว่า hull ข้าวโพดจะสะสมแป้งไว้ในส่วนของเอนโดสเปิร์ม ซึ่งการสะสมแป้งจะสิ้นสุดเมื่อข้าวโพดเจริญเติบโตถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา โดยจะปรากฏแผ่นเยื่อสีดำ หรือน้ำตาลดำ (black layer) ที่บริเวณโคนของเมล็ด

ข้าวโพดเป็นพืชที่ถูกจำแนกไว้ในกลุ่มที่มีกระบวนการสังเคราะห์แสงแบบ C_4 จึงทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของข้าวโพดสูง โดยมีจุดคอมเพ็นเซชันของคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ และอัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มของแสงจนถึงสภาพที่มีแสงแดดเต็มที่ โดยจะส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงของข้าวโพดสูงถึง 60 มก.CO_2/ดม.^{2}/ชม. (ยงยุทธ และคณะ, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา (2547) ได้จำแนกการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็น5 ระยะดังนี้ คือ

2.1 ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative stage) เริ่มตั้งแต่coleoptile โผล่พ้นผิวดินจนถึงระยะออกดอกตัวผู้ รวมระยะเวลาประมาณ 45-55 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมของการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิ

2.2 ระยะออกดอก (flowering stage) คือ ระยะตั้งแต่ดอกตัวผู้บานจนถึงระยะไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝัก โดยรวมการผสมเกสรด้วย ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ5-15 วัน

2.3 ระยะสะสมน้ำหนักเมล็ด(grain filling) คือ ระยะที่มีการสะสมแป้งในเมล็ด เริ่มตั้งแต่ระยะน้ำนม(early milk และ late milk stage) และระยะแป้งอ่อน (dough stage) จนถึงระยะที่เมล็ดสิ้นสุดการพัฒนา รวมเวลาทั้งสิ้นประมาณ35-45 วัน

2.4 ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) เป็นระยะที่มีชั้นเนื้อเยื่อสีดำ(black layer) ปรากฏที่ส่วนโคนของเมล็ด ระยะนี้ถือว่าการสะสมน้ำหนักแห้งสิ้นสุดลง และให้น้ำหนักแห้งสูงสุด

2.5 ระยะสุกแก่และเก็บเกี่ยว (harvesting maturity) คือ ระยะที่ต้น ใบ และกาบหุ้มฝักแห้ง โดยความชื้นในเมล็ดจะเริ่มลดลงตามสภาพอุณหภูมิและความชื้นในบรรยากาศ

3. อิทธิพลของธาตุอาหารต่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดจะให้ผลผลิตสูงเมื่อได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอและสมดุล โดยยงยุทธและคณะ (2551) ได้อธิบายความต้องการธาตุหลักต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดไว้ดังนี้

3.1 ไนโตรเจน (N) มีบทบาทสำคัญตั้งแต่การเจริญเติบโตของข้าวโพดระยะแรกจนถึงการสร้างเมล็ด โดยระยะที่ข้าวโพดต้องการธาตุไนโตรเจนมากที่สุด คือ ระยะที่ข้าวโพดออกดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พืชทางเคมี พบว่า ในช่วงอายุ 18-30 วัน และ 39-65 วันหลังปลูก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าวโพดมีการดูดใช้ไนโตรเจนสูงถึง 7 และ 50 กก./ไร่ ตามลำดับ ดังนั้น ถ้าในช่วงอายุการเจริญเติบโตดังกล่าว มีปริมาณธาตุไนโตรเจนในดินไม่เพียงพอ จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดได้(กรมวิชาการเกษตร, 2548)

3.2 ฟอสฟอรัส (P) ข้าวโพดเป็นพืชที่ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสตลอดฤดูปลูกโดยมีความต้องการในระยะเริ่มแรกมากกว่าในระยะอื่นๆ ส่วนในระยะที่ข้าวโพดออกดอกตัวผู้และดอกตัวเมียธาตุฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความสมบูรณ์ให้กับส่วนต้นและเมล็ด นอกจากนี้ยังพบว่าการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสจากดินของรากข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งรากเจริญเติบโตเต็มที่ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) อย่างไรก็ตาม ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีปัญหาด้านการขาดแคลนในดินไร่ทั่วไป โดยเฉพาะดินที่มีสภาพเป็นกรด สำหรับอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ควรใส่เพื่อยกระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จากเดิมสู่ระดับที่ข้าวโพดต้องการ พบว่า ระดับวิกฤตของฟอสฟอรัสในดินออกซิโซลจากผลการวิเคราะห์ดินด้วยวิธีของ Mehlich 1, Bray 1 และ Bray 2 คือ 6, 9 และ 10 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อกิโลกรัม ตามลำดับ(ยงยุทธ และคณะ, 2551)

3.3 โพแทสเซียม (K) เป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของลำต้น รวมทั้งการสร้างเมล็ด ซึ่งในสภาพดินที่ปลูกข้าวโพดในประเทศไทยส่วนใหญ่มักไม่ค่อยมีปัญหาด้านการขาดแคลนธาตุโพแทสเซียม โดยธาตุดังกล่าวนอกจากจะมีบทบาทในการสร้างเมล็ดแล้ว ส่วนที่เหลือมักถูกสะสมอยู่ในลำต้นเป็นส่วนใหญ่ และจะถูกไถกลบลงดินตามเดิม(กรมวิชาการเกษตร, 2548) อย่างไรก็ตาม พื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพดอย่างต่อเนื่องจะมีธาตุโพแทสเซียมอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สำหรับระดับวิกฤตของธาตุโพแทสเซียมในดินอัลฟิซิโซลซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วน และดินอัลติโซลซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายจะมีระดับวิกฤตของธาตุโพแทสเซียมประมาณ 55 และ 45 มิลลิกรัมโพแทสเซียมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ(คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

สำหรับธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม พบว่า ข้าวโพดต้องการในปริมาณที่ไม่มากนัก เพราะในดินส่วนใหญ่มีธาตุอาหารดังกล่าวในปริมาณที่เพียงพอ ยกเว้น ในดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมอาจส่งผลให้ข้าวโพดขาดธาตุอาหารกลุ่มดังกล่าวได้(คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2547)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ปุ๋ยหมัก

4.1 ความหมายของปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก(compost) หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ชนิดเดียว หรือหลากหลายชนิดมาหมักรวมกัน แล้วปรับสภาพให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้วัสดุที่มีความคงทนต่อการย่อยสลาย มีสีน้ำตาลปนดำ จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการย่อยสลายมากที่สุด คือ แบคทีเรีย แอคทิโนมัยซีต และเชื้อรา

4.2 ความสำคัญและประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักมีความสำคัญและมีคุณค่าทางการเกษตรสูง แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่เห็นคุณค่าที่แท้จริงของปุ๋ยหมักว่ามีคุณค่าต่อการปรับปรุงหรือช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ เกษตรกรยังขาดความรู้ในการทำปุ๋ยหมักอย่างถูกวิธี ทำให้เกิดความล้มเหลวหรือได้ผลไม่ดีพอ อีกทั้งเกษตรกรยังขาดความเข้าใจในการใช้ปุ๋ย ซึ่งการใช้ปุ๋ยหมักอย่างเดียวปรับปรุงดินต้องใช้ปริมาณมาก และมักไม่เห็นผลชัดเจนในระยะเวลาสั้น ดังนั้น เกษตรกรต้องตระหนักว่าการทำปุ๋ยหมักให้ได้ผลดีนั้น ต้องอาศัยแรงงานค่อนข้างมาก มีการดูแลเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอ และต้องเข้าใจคุณประโยชน์ที่แท้จริงของปุ๋ยหมัก จึงจะส่งเสริมให้การผลิตและการใช้ปุ๋ยหมักบรรลุเป้าหมายได้ อย่างไรก็ตาม ประโยชน์ของปุ๋ยหมักอาจแบ่งเป็น 3 ลักษณะดังนี้ คือ

4.2.1 การปรับปรุงสมบัติต่างๆ ของดิน ซึ่งสามารถสรุปผลโดยภาพรวมของการใช้ปุ๋ยหมักที่มีต่อสมบัติของดินได้ดังนี้

ก) สมบัติทางกายภาพของดิน เช่น การส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน (soil aggregation) โดยปุ๋ยหมักที่ใส่ลงไปมักมีอินทรียวัตถุสูง จึงช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น ฮิวมัสในปุ๋ยหมักเป็นสารอินทรีย์ที่มีประจุลบ จึงเป็นตัวช่วยดูดยึดธาตุอาหารพืชที่เป็นประจุบวก และมีผลให้อนุภาคดินเกาะตัวกัน นอกจากนี้ ใยรา กระจุกรา หรือสารเมือกที่จุลินทรีย์ขับออกมาก็มีส่วนช่วยทำให้เกิดเม็ดดินได้เช่นกัน อีกทั้งปุ๋ยหมักยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินให้ดีขึ้น ลดความหนาแน่นรวมของดิน เพิ่มการระบายอากาศ ทำให้ระบบรากพืชแผ่กระจายในดินได้อย่างกว้างขวาง และเพิ่มความสามารถในการดูดธาตุอาหารของรากได้มากขึ้น ปุ๋ยหมักส่งเสริมให้เกิดความพรุนของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผิวหน้าดิน ทำให้การซึมผ่านของน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินดีขึ้น ดินมีความชุ่มชื้นได้นานกว่าดินที่มีโครงสร้างไม่ดี ซึ่งมีผลทางอ้อมในการลดปัญหาการกร่อนของดินได้

ข) สมบัติทางเคมีของดิน เช่น ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงไปในดินจะเพิ่มธาตุอาหารพืชให้แก่ดินโดยตรง แม้ว่าปริมาณธาตุอาหารจะน้อยเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ปุ๋ยหมักจะมีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมค่อนข้างครบ เพียงแต่ค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว ปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน จึงมีส่วนช่วยลดการสูญเสียปุ๋ยเคมีในรูปแคตไอออนบางชนิด ปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มความจุความต้านทานในการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่ฉับพลันจนเป็นอันตรายต่อพืช นอกจากนี้ ปุ๋ยหมักยังช่วยลดความเป็นพิษของการที่มีธาตุอาหารบางธาตุมากเกินไป เช่น การใส่ปุ๋ยหมักในดินกรดสามารถลดความเป็นพิษของอลูมินัมและแมงกานีสได้ โดยปุ๋ยหมักจะมีส่วนในการดูดยึดธาตุดังกล่าว ทำให้ปริมาณธาตุในสารละลายดินลดลง เป็นต้น

ค) สมบัติทางชีวภาพของดิน การใส่ปุ๋ยหมักลงดินเป็นการเพิ่มอาหารให้กับจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวก heterotroph ซึ่งเป็นการเพิ่มประชากรของจุลินทรีย์อีกทางหนึ่ง และพบว่ากิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ต่อพืชเพิ่มมากขึ้น การใส่ปุ๋ยหมักมีผลต่อการควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน โดยจุลินทรีย์ที่เป็นศัตรูของไส้เดือนฝอยจะขับสารพวกอัลคาลอยด์และกรดไขมันบางชนิดที่เป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยที่เป็นสาเหตุของโรคพืช ส่งผลให้ปริมาณไส้เดือนฝอยลดลง นอกจากนี้ การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก เป็นต้น โดยกรดอินทรีย์ดังกล่าวจะถูกพืชนำไปใช้โดยตรง บางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยหรือเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

4.2.2 การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น ปุ๋ยหมักช่วยทำให้ธาตุอาหารในดินแปรสภาพไปอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดซึมได้ง่าย ช่วยดูดซับธาตุอาหารไว้ไม่ให้ถูกชะละลายสูญหายไป เป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้อีกทางหนึ่ง แม้ว่าปุ๋ยหมักจะมีปริมาณแร่ธาตุอาหารในปุ๋ยน้อยกว่าปุ๋ยเคมีหลายเท่าก็ตาม

4.2.3 การปรับปรุงสภาพแวดล้อม ประโยชน์ของปุ๋ยหมักในแง่การปรับปรุงสภาพแวดล้อม เช่น เป็นการกำจัดขยะหรือวัสดุเหลือใช้ ทำให้บริเวณที่อยู่อาศัยหรือสถานประกอบการมีความสะอาด และถูกสุขลักษณะ ช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดจากการเผาเศษวัสดุต่างๆ ในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยว รวมทั้งช่วยลดมลพิษทางอากาศ ช่วยลดปัญหาด้านกลิ่นอันไม่พึงประสงค์จาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และการแปรรูปทางการเกษตร กรณีที่นำวัชพืชน้ำมาทำปุ๋ยหมักจะมีผลให้คุณภาพน้ำดีขึ้น เกิดความสมดุลในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และช่วยให้เส้นทางสัญจรทางน้ำสะดวกขึ้น

4.3 ผลของปุ๋ยหมักที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ใส่ลงไปในดิน ย่อมมีผลโดยตรงและโดยอ้อมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ควรคำนึง ได้แก่ การเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก รวมทั้งการไม่มีสารพิษปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อพืชหรือสะสมทบทวีไปสู่สิ่งมีชีวิตอื่นๆ นอกจากนี้ วิธีการใส่ ระยะเวลาการใส่ ชนิดของดิน สภาพดินฟ้าอากาศ และความชื้นในดิน ย่อมเป็นปัจจัยที่มีส่วนกำหนดผลของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชเช่นกัน อย่างไรก็ตาม สามารถสรุปได้ว่าปุ๋ยหมักมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชดังนี้ คือ ก) ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งธาตุอาหารของพืชโดยตรง ซึ่งค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว ข) ปุ๋ยหมักช่วยดูดยึดธาตุอาหารพืชบางชนิดไม่ให้สูญหายไปจากดิน ซึ่งพืชสามารถดูดยึดไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ค) ปุ๋ยหมักส่งเสริมการแพร่กระจายของรากพืช ทำให้ความสามารถในการดูดธาตุอาหารของรากจากดินเพิ่มมากขึ้น และ ง) ปุ๋ยหมักช่วยดูดยึดน้ำในดินให้มีความชื้นมากขึ้น และยาวนานกว่าดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักหรือมีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับต่ำ

4.4 การผลิตปุ๋ยหมัก

4.4.1 วัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก โดยทั่วไปวัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ ก) วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ เศษพืช ลำต้นพืช เปลือกและซัง เป็นต้น ข) วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปทางการเกษตร เช่น กากชานอ้อย กากตะกอนอ้อย กากตะกอนเยื่อกระดาษ กากตะกอนน้ำเสีย กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ขี้เลื่อย ขี้เถ้าลอย (fly ash) เปลือกและกากผลไม้ เป็นต้น ค) วัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน เช่น ขยะในชุมชน แนวทางที่สามารถแก้ไขปัญหาขยะเหล่านี้ คือ การนำมาทำปุ๋ยหมักนั่นเอง แต่อาจมีปัญหาในการคัดแยกขยะ เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ และพลาสติก เป็นต้น นอกจากนี้ อาจมีเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคกับคนปะปนมาด้วย และ ง) วัสดุอื่นๆ รวมทั้งวัชพืชบกและวัชพืชน้ำ โดยเฉพาะผักตบชวาที่มีปัญหาในการกำจัดมาก การนำมาทำปุ๋ยหมักจึงเป็นทางออกที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงดิน และยังช่วยทำลายแหล่งของศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.4.2 วิธีการผลิตปุ๋ยหมัก การผลิตปุ๋ยหมักมีหลายวิธีด้วยกัน แต่การผลิตปุ๋ยหมักที่นิยมทั่วไปมี 3 วิธี คือ

ก) การหมักในหลุม วิธีนี้เป็นการหมักเศษอินทรีย์ต่างๆ ในหลุมดินหรือหลุมคอนกรีต ด้านบนของหลุมอาจกลบด้วยดิน วิธีนี้ไม่มีการกลับกอง จึงเป็นการหมักในสภาพอับอากาศหรือมีอากาศถ่ายเทน้อย การย่อยสลายเกิดขึ้นอย่างช้าๆ อุณหภูมิระหว่างการหมักไม่สูงมาก ทำให้เชื้อโรค ไข่แมลง หรือเมล็ดวัชพืชไม่ถูกทำลายโดยความร้อน การสลายตัวของเศษวัสดุกระทั่งเป็นปุ๋ยหมักใช้เวลานาน อาจมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ สารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายในหลุมมีมากชนิดกว่าการย่อยสลายในสภาพที่มีอากาศถ่ายเทดี เช่น กรดอินทรีย์ วิตามิน สารฮิวมิค ฮอร์โมน แอลกอฮอล์ ฟีนอล แร่ธาตุอาหาร เอนไซม์ และก๊าซมีเทน เป็นต้น

ข) การหมักในของเหลว เป็นการนำเศษวัสดุอินทรีย์ต่างๆ ใส่ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด มีการเติมน้ำในสัดส่วนที่พอเหมาะ และเติมสารเร่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น กากน้ำตาล ส่าเหล้า กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และจุลินทรีย์เร่งการย่อยสลาย การหมักในสภาพนี้เป็นการหมักในสภาพอับอากาศ ลักษณะของวัสดุที่ใช้หมักมักอยู่ในสภาพที่มีความชื้นสูง เช่น เศษผัก เศษผลไม้ เศษปลา เครื่องในสัตว์ เป็นต้น การย่อยสลายจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ มักมีกลิ่นเหม็น แต่ถ้าต้องการลดกลิ่นและเร่งการย่อยสลายก็ต้องมีการเติมอากาศอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการย่อยสลายจะละลายอยู่ในน้ำคล้ายกับสารที่เกิดขึ้นในการหมักในหลุม

ค) การหมักแบบกองพื้น การหมักแบบนี้เป็นการหมักแบบให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ มีการกลับกองเพื่อระบายความร้อนและเพิ่มอากาศให้กับจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก การหมักแบบนี้จะเกิดความร้อนสูง การย่อยสลายและการปลดปล่อยธาตุอาหารเกิดขึ้นได้รวดเร็ว เกิดสารตัวกลางระหว่างการย่อยสลายน้อยกว่าการหมักด้วยวิธีอื่น

อย่างไรก็ตาม การผลิตปุ๋ยหมักแต่ละแบบก็มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป แต่เมื่อคำนึงถึงสภาพทั่วไปของเมืองไทย พบว่า วิธีที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีการหมักแบบกองพื้น โดยไม่จำเป็นต้องมีกรอบหรือคอกกั้นกองปุ๋ย ซึ่งประหยัดค่าใช้จ่ายและสะดวกในการดูแลกองปุ๋ย ไม่สิ้นเปลืองแรงงานมากนักในการเตรียมสถานที่ การตั้งกอง การกลับกอง หรือการขนย้ายปุ๋ยหมัก สภาพการระบายอากาศของกองปุ๋ยดีกว่า และการสลายตัวของเศษวัสดุเกิดขึ้นรวดเร็วกว่า หรือกรณีที่เป็นกองปุ๋ยขนาดใหญ่ก็สามารถใช้เครื่องจักรได้สะดวกเช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.5 การย่อยสลายและการแปรสภาพของเศษวัสดุในกองปุ๋ยหมัก

เมื่อนำเศษพืชหรือวัสดุที่ใช้หมักมากองรวมกัน ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากับมูลสัตว์และปุ๋ยเคมี รดน้ำให้กองปุ๋ยหมักมีความชื้นที่เหมาะสม จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่ติดมากับเศษวัสดุจะเริ่มเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากขึ้นเป็นลำดับ โดยสังเกตว่าความร้อนในกองปุ๋ยหมักจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถ้ากองปุ๋ยได้ถูกวิธีภายใน 3-5 วัน กองปุ๋ยอาจร้อนถึง 60-80 องศาเซลเซียส ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้มีความสำคัญมาก เพราะช่วยเร่งให้เศษพืชหรือวัสดุย่อยสลายได้เร็วขึ้น และช่วยกำจัดจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ โดยเฉพาะพวกที่ก่อให้เกิดโรคกับคนหรือพืช อีกทั้งยังช่วยกำจัดไข่ของแมลงที่มีอยู่ในกองปุ๋ย และเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเศษพืชอีกด้วย กองปุ๋ยจะร้อนระอุอยู่ช่วงหนึ่งประมาณ 15-20 วัน จากนั้น ความร้อนจะค่อยๆ ลดลง จนในที่สุดอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยจะใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ย ขณะเดียวกันเศษวัสดุต่างๆ ในกองปุ๋ยจะมีลักษณะเป็นขุย เปื่อยยุ่ย มีสีดำคล้ำหรือสีน้ำตาลเข้ม กองปุ๋ยจะยุบตัวเหลือประมาณ 1 ใน 3 หรือ 1 ใน 4 ของกองปุ๋ยเดิม ลักษณะดังกล่าวถือว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้ว สามารถนำไปใช้โดยไม่เกิดอันตรายต่อพืช ระยะเวลาในการตั้งกองจนถึงช่วงที่เป็นปุ๋ยหมักใช้เวลาประมาณ 2-3 เดือน อาจจะเร็วหรือช้าขึ้นกับชนิดของวัสดุที่ใช้ วิธีการตั้งกองปุ๋ย การปฏิบัติดูแลรักษา ความชื้น และการกลับกองปุ๋ยเป็นระยะๆ เป็นต้น

4.5.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายและการแปรสภาพปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายและการแปรสภาพของเศษวัสดุ ได้แก่

ก) ชนิดและขนาดของวัสดุที่ใช้หมัก วัสดุที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักมีหลายชนิด บางชนิดสลายตัวง่าย เช่น ผักตบชวา เศษหญ้าสด ต้นกล้วย เศษพืชที่อวบน้ำ กากเมล็ดข้าวฟ่าง พืชตระกูลถั่ว เป็นต้น บางชนิดสลายตัวยาก เช่น ขี้เลื่อย แกลบดิบ ฟางข้าว กากชานอ้อย ขุยมะพร้าว ต้นและซังข้าวโพด เป็นต้น ดังนั้น ถ้าต้องการให้วัสดุที่ย่อยสลายยากมีการสลายตัวได้เร็วขึ้น ต้องเติมธาตุไนโตรเจนในรูปปุ๋ยเคมี หรือเติมมูลสัตว์ หรือกองรวมกับวัสดุที่ย่อยสลายง่าย นอกจากนี้ ขนาดของวัสดุที่ใช้หมักก็มีความสำคัญเช่นกัน หากวัสดุมีขนาดใหญ่เกินไป ภายในกองปุ๋ยจะมีช่องว่างมากทำให้กองปุ๋ยแห้งง่าย ความร้อนที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยจะกระจายไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การย่อยสลายช้า โรคพืช หรือเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับวัสดุไม่โดนทำลาย ดังนั้น ควรสับ หั่น หรือบดให้วัสดุมีขนาดเล็กประมาณ 2-3 นิ้ว เพื่อทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตและแพร่ขยายในชิ้นส่วนของวัสดุได้อย่างทั่วถึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข) มูลสัตว์ ในการกองปุ๋ยหมัก หากมีการใส่มูลสัตว์ต่างๆ เช่น มูลสุกร มูลโค มูลวัว หรือมูลไก่ ผสมคลุกเคล้าไปด้วย กองปุ๋ยหมักจะร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะมูลสัตว์มีสารประกอบและแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์อยู่มากมาย จึงเร่งให้จุลินทรีย์เกิดกิจกรรมการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว อีกทั้งมูลสัตว์มีจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีความสามารถในการย่อยสลายเศษพืชได้เป็นอย่างดี ดังนั้น การผสมมูลสัตว์ในกองปุ๋ยจึงเป็นการเติมจุลินทรีย์จำนวนมากลงไปในกองปุ๋ยนั่นเอง จุลินทรีย์เหล่านี้จะไปสมทบกับจุลินทรีย์ที่ติดมากับเศษวัสดุ จึงช่วยกันย่อยสลายและแปรสภาพเศษวัสดุให้กลายเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น

ค) ปุ๋ยเคมี เศษวัสดุที่มีการย่อยสลายยากมักมีธาตุอาหารน้อย ไม่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ ธาตุที่สำคัญและมักขาดแคลนมากที่สุดในเศษวัสดุเหล่านี้ คือ ธาตุไนโตรเจน ดังนั้น จึงเน้นการเพิ่มเติมปุ๋ยไนโตรเจนเป็นหลัก เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต เป็นต้น ส่วนธาตุอื่นๆ เศษวัสดุจะมีพอสมควร แม้ว่าไม่ค่อยเพียงพอนัก แต่การใส่ธาตุเหล่านั้นลงไป ก็ไม่มีผลทำให้เศษวัสดุสลายตัวได้เร็วขึ้น

ง) การระบายอากาศของกองปุ๋ย การตั้งกองปุ๋ยหมักจำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพการระบายอากาศภายในกองปุ๋ย เพราะหากไม่มีอากาศให้จุลินทรีย์หายใจแล้ว การย่อยสลายของกองปุ๋ยจะเปลี่ยนเป็นการย่อยสลายแบบอับอากาศ ทำให้การสลายตัวเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และมักมีกลิ่นเหม็น ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่สามารถช่วยกำจัดหรือทำลายเชื้อโรค ไข่แมลง หรือเมล็ดวัชพืชที่อยู่ในกองปุ๋ยได้ ลักษณะเช่นนี้พบได้กับกองปุ๋ยที่แน่นทึบ หรือมีการรดน้ำจนเปียกแฉะ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องปฏิบัติดูแลกองปุ๋ยให้มีสภาพการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยที่ดีอยู่เสมอ

จ) ความชื้นในกองปุ๋ย จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเศษวัสดุต้องอาศัยน้ำหรือความชื้นในการดำรงชีวิต วัสดุที่นำมากองจึงต้องเปียกชื้น การรดน้ำกองปุ๋ยต้องรดให้เหมาะสม ความชื้นที่พอเหมาะสำหรับกองปุ๋ยควรอยู่ในช่วง 40-60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หรืออาจทดสอบโดยการสุ่มเศษวัสดุในกองปุ๋ยแล้วบีบให้แน่น หากมีน้ำไหลซึมออกมาตามซอกนิ้วเป็นทาง แสดงว่ากองปุ๋ยมีความชื้นมากเกินไป ให้แก้ปัญหาโดยการกลับกองบ่อยๆ หรือเติมเศษวัสดุที่ดูดซับความชื้นได้ดี เช่น ขี้เลื่อยแกลบดิบ เป็นต้น

4.5.2 ลักษณะของปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์ ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์จะมีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 20 : 1 ซึ่งเมื่อใส่ลงไปในดินจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อพืช แต่สัดส่วนดังกล่าวต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางเคมีเท่านั้น ซึ่งต้องใช้เวลานานพอสมควร ดังนั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสะดวกต่อการปฏิบัติในภาคสนาม จึงควรสังเกตปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์จากลักษณะดังต่อไปนี้

ก) สีของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีสีเข้ม เช่น สีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ โดยปกติเมื่อใช้เศษพืชในการทำปุ๋ยหมักจะสังเกตเห็นความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน

ข) ลักษณะของวัสดุ ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีลักษณะยุ่ย ขาดออกจากกันได้ง่าย ไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มหมัก

ค) กลิ่น ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะไม่มีกลิ่น ในกรณีที่มีกลิ่นเหม็นหรือฉุน แสดงว่ากระบวนการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยยังไม่สมบูรณ์

ง) ความร้อนในกองปุ๋ย ภายหลังการกองปุ๋ยประมาณ 2-3 วัน อุณหภูมิในกองปุ๋ยจะสูงขึ้นประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะสูงขึ้นในระดับนี้อยู่ระยะหนึ่ง จากนั้น จะค่อยๆ ลดลง ต่อเมื่อกลับกองปุ๋ยอุณหภูมิจะลดลงช่วงหนึ่ง และเพิ่มสูงขึ้นในเวลาต่อมา จนกระทั่งอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ย จึงถือว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้ว อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบด้วย เช่น กรณีที่ความชื้นในกองปุ๋ยน้อยเกินไป ก็อาจทำให้อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยลดลงเช่นกัน

จ) มีพืชเจริญบนกองปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้ว มักมีหญ้าหรือวัชพืชขึ้นบนกองปุ๋ย แสดงว่าปุ๋ยหมักดังกล่าวสามารถนำไปใช้กับพืชได้โดยไม่เป็นอันตราย

4.6 มาตรฐานของปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักมักมีสมบัติที่แตกต่างกันไป ขึ้นกับเศษวัสดุที่ใช้หมัก กรรมวิธีในการกองปุ๋ย การดูแลรักษากองปุ๋ย อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยหมักที่ดีควรมีมาตรฐานตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร เรื่อง “มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2551” ดังนี้

ก) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(total N) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 1.0 ของน้ำหนัก มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด(total P_2O_5) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก และมีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(total K_2O) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ0.5 ของน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกัน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.0 ของน้ำหนัก

ข) มีปริมาณอินทรียวัตถุ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ20 ของน้ำหนัก

ค) มีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนไม่เกิน 20 : 1

ง) การย่อยสลายที่สมบูรณ์ (germination index) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

จ) ค่าการนำไฟฟ้า ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร

ฉ) ปริมาณโซเดียม ไม่เกินร้อยละ 1.0 ของน้ำหนัก

ช) ขนาดของปุ๋ย ไม่เกิน12.5 x 12.5 มิลลิเมตร

ซ) ปริมาณหินและกรวด ขนาดตั้งแต่5 มิลลิเมตร ขึ้นไป ต้องไม่เกินร้อยละ2.0 ของน้ำหนัก

ฌ) ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนัก

ญ) พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ ต้องไม่พบ

4.7 หลักการใช้และอัตราการใส่ปุ๋ยหมัก

4.7.1 หลักการใช้ปุ๋ยหมัก

โดยทั่วไปการใช้ปุ๋ยหมักมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อปรับปรุงสภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของพืช หากจะให้ผลดีควรใส่ในปริมาณที่มากและต่อเนื่องกันทุกปี ปุ๋ยหมักมีปริมาณธาตุอาหารหลักไม่มากเหมือนปุ๋ยเคมี ดังนั้น หากต้องการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงควรใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ทั้งนี้ปุ๋ยหมักไม่เพียงแต่ปลดปล่อยธาตุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาหารออกมาจำนวนหนึ่งเท่านั้น แต่ยังมีบทบาทสำคัญที่ช่วยให้การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.7.2 อัตราการใส่ปุ๋ยหมัก

อัตราการใส่ปุ๋ยหมักในแต่ละพื้นที่มักไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพของดินและชนิดของพืชที่ปลูก (ตารางที่ 1) กรณีที่เป็นดินเสื่อมโทรม มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ หรือเป็นดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายจัด ควรใส่ปุ๋ยหมักในอัตราที่มากกว่าอัตราปกติ โดยปุ๋ยหมักที่มีการสลายตัวสมบูรณ์แล้วจัดเป็นปุ๋ยที่สามารถใส่ให้กับพืชได้ในปริมาณที่มากโดยไม่เกิดอันตรายต่อพืชที่ปลูก แต่ทั้งนี้ไม่ควรใส่เกินอัตรา 10 ตันต่อไร่ เพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อดินได้

4.8 วิธีการใส่ปุ๋ยหมัก

การใส่ปุ๋ยหมักสามารถแบ่งออกเป็น 4 วิธี ตามชนิดของพืชที่ปลูก (ตารางที่ 1) ดังนี้

ก) การใส่แบบหว่านทั่วแปลงการใส่แบบนี้เหมาะต่อการปรับปรุงดินก่อนการปลูกพืช เนื่องจากปุ๋ยหมักมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทั่วแปลง วิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ เนื่องจากอาจมีปัญหาด้านแรงงานในการใส่ปุ๋ย

ข) การใส่แบบเป็นแถว การใส่แบบนี้มักใช้กับการปลูกพืชไร่ โดยเฉพาะการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีแบบโรยเป็นแถว เนื่องจากปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี และลดการสูญเสียธาตุอาหารโดยการชะล้าง

ค) การใส่แบบเป็นหลุม การใส่แบบนี้มักใช้กับการปลูกไม้ผล หรือไม้ยืนต้น โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ช่วงแรกของการเตรียมหลุมก่อนปลูก โดยนำหน้าดินผสมคลุกเคล้ากับปุ๋ยหมักแล้วใส่รองก้นหลุม บางครั้งอาจผสมปุ๋ยเคมีร่วมด้วย และการใส่ภายหลังพืชเจริญเติบโตแล้ว โดยการขุดเป็นร่องรอบแนวรัศมีทรงพุ่ม แล้วใส่ปุ๋ยหมักลงในร่องที่ขุด จากนั้น กลบด้วยดินที่ขุดโดยรอบ

ง) การใส่แบบผสมคลุกเคล้าให้เข้ากับดินการใส่แบบนี้มักใช้กับการปลูกไม้ดอกไม้ประดับ โดยนำปุ๋ยหมักผสมคลุกเคล้ากับดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 อัตราแนะนำการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี สำหรับพืชชนิดต่างๆ

ชนิดพืช	ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ต่อ		วิธีการใส่ปุ๋ยหมัก
	ปุ๋ยหมั	ปุ๋ยเค	
ข้าว	2-4 ตัน/ไร่	15-30 กก./ไร่ ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้ เช่น 16-20-0, 18-22-0, 20-20-0 หรือ 16-16-8	หว่านทั่วแปลงแล้วไถกลบก่อนการปลูกพืช
พืชผัก	4-6 ตัน/ไร่	25-50 กก./ไร่ ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้ เช่น 15-15-15, 20-10-10, 15-15-10 หรือ 16-16-24	หว่านทั่วแปลงแล้วไถกลบก่อนการปลูกพืช
พืชไร่	2-4 ตัน/ไร่	25-50 กก./ไร่ ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้ เช่น 16-20-0, 18-22-0, 14-14-21 หรือ 15-15-15	ใส่เป็นแถวตามแนวปลูกพืชแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน
ไม้ผล ไม้ยืนต้น	20-50 กก./หลุม	100-200 ก./หลุม ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้ เช่น 20-10-10, 12-24-12, 14-14-21 หรือ 15-15-15	- ใส่ช่วงแรกของการเตรียมหลุมก่อนปลูก โดยนำหน้าดินผสมคลุกเคล้ากับปุ๋ยหมักแล้วใส่รองก้นหลุม - ใส่ภายหลังพืชเจริญเติบโตแล้ว โดยการขุดเป็นร่องรอบแนวรัศมีทรงพุ่ม แล้วใส่ปุ๋ยหมักลงในร่องที่ขุด
ไม้ดอกไม้ประดั	ปุ๋ยหมัก 1 กก. ต่อดินเหนียว 4 กก. หรือปุ๋ยหมัก 1 กก. ต่อดินทราย 2 กก.	0.8-1.6 ก./วัสดุปลูก 10 กก. ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้ เช่น 30-20-10, 12-24-12 หรือ 15-43-15	ใส่ปุ๋ยหมักผสมคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน

ที่มา: ฉวีวรรณ และวรรณลดา (2540)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ที่มาและปริมาณของวัสดุเหลือใช้ในประเทศไทย

วัสดุเหลือใช้ในประเทศไทยสามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (agricultural wastes) ซึ่งประกอบด้วยเศษซากพืชจากไร่นา และสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ชนิดต่างๆ และวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม(industrial wastes) ซึ่งประกอบด้วยเศษพืชซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือเศษพืชที่เหลือภายหลังกระบวนการผลิต เช่น กากตะกอนอ้อย กากตะกอนหม้อกรองกากตะกอนเยื่อกระดาษ กากน้ำตาลผงชูรส(อามิ-อามิ) กากละหุ่ง กากตะกอนน้ำเสีย ฮิวมัส เป็นต้น จากการประมาณและการสำรวจ พบว่า ปริมาณของวัสดุเหลือใช้แต่ละประเภทมีดังนี้

5.1 ปริมาณเศษพืชจากไร่นา

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) รายงานว่า ในปีเพาะปลูก 2554 มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและนาปรังทั้งหมดประมาณ78.64 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 31.05 ล้านตันต่อปี มีปริมาณเศษพืชเหลือทั้งหมดประมาณ 53.70 ล้านตันต่อปี อ้อยมีพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น8.08 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 101.37 ล้านตันต่อปี มีเศษเหลือทั้งหมดประมาณ4.06 ล้านตันต่อปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น7.03 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 4.61 ล้านตันต่อปี มีเศษเหลือทั้งหมดประมาณ1.60 ล้านตันต่อปี มันสำปะหลังมีพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น 8.10 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 21.91 ล้านตันต่อปี มีเศษเหลือทั้งหมดประมาณ 8.76 ล้านตันต่อปี และปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ปลูกทั้งหมด3.75 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 9.88 ล้านตันต่อปี มีปริมาณเศษเหลือทั้งหมดประมาณ4.54 ล้านตันต่อปี (ตารางที่ 2) ซึ่งรวมกันแล้วมีศษพืชจากไร่นาประมาณ 72.67 ล้านตัน โดยปริมาณปริมาณเศษพืชนับล้านตันเหล่านี้ มีส่วนน้อยเท่านั้นที่จะถูกนำกลับไปใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมัก เลี้ยงสัตว์ หรือนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยมากยังคงถูกปล่อยทิ้งไว้หรือไม่ก็ถูกเผาทิ้งในไร่นา (Ongprasert, 1991)

5.2 ปริมาณสิ่งขับถ่ายจากสัตว์

จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) ประมาณการว่ามีสิ่งขับถ่ายของกระบือ โค สุกร และสัตว์ปีก ในปีการเพาะปลูก 2554 รวมกันเป็นจำนวนมากกว่า 60 ล้านตัน/ปี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และปริมาณเศษเหลือของพืชบางชนิดในปีการเพาะปลูก 2554

ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ตัน/ปี)	ปริมาณเศษพืช (ตัน/ปี)[1/]
ข้าวนาปีและนาปรัง	78,638,000	31,048,000	53,702,498
อ้อย	8,080,000	101,370,000	4,061,092
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7,030,000	4,610,000	1,604,883
มันสำปะหลัง	7,100,000	21,910,000	8,764,000
ปาล์มน้ำมัน	3,750,000	9,880,000	4,540,642
		รวม	72,673,115

หมายเหตุ [1/] คำนวณจากผลผลิตของพืชแต่ละชนิดโดยใช้สัดส่วนของผลผลิตต่อตอซัง

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

ตารางที่ 3 จำนวนสัตว์ และปริมาณมูลสัตว์บางชนิด ในปีการเพาะปลูก2554

ชนิดสัตว์	จำนวน (ตัว)	ปริมาณมูลสัตว์ (ตัน/ปี)[1/]
กระบือ	1,588,000	9,529,645
โค	6,447,000	38,682,336
สุกร	7,786,000	11,678,945
สัตว์ปีก	256,825,000	642,063
	รวม	60,532,989

หมายเหตุ [1/] คำนวณจากจำนวนตัวสัตว์โดยชี้ค่าประมาณมูลสัตว์ที่ขับถ่ายออกมาต่อตัวต่อปี

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.3 ปริมาณวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันการขยายตัวทางภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมแปรรูปทางการการเกษตรมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นซึ่งจากการสำรวจของ Pintukanok *et al.* (1988) พบว่า ปริมาณวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวจะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันตามชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม ดังแสดงไว้ในตารางที่4

ตารางที่ 4 ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละชนิดในประเทศไทย

ชนิดโรงงานอุตสาหกรรม	วัสดุเหลือใช้		
	จำนวนโรงงาน	ประเภท	ปริมาณ (ตัน/ปี)
สุรา	34	activated sludge	1,300
เบียร์	2	activated sludge	10,800
น้ำอัดล	8	activated sludge	782
ผงชูรส	3	glutamic mother liquid	35,000
		humus	13,000
		activated sludge	1,000
น้ำตล	46	bagasse	6,505,866
		filter cake	604,658
เยื่อกระดาษ	44	activated sludge	16,200
น้ำมันละหุ่	1	กากเมล็ดละหุ่ง	197,100
น้ำมันมะพร้า	76	กากมะพร้าว	9,855
		รวม	7,395,561

ที่มา: ดัดแปลงจากสุริยา (2531)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. สมบัติบางประการของวัสดุเหลือใช้ที่ทำการศึกษา

วัสดุเหลือใช้แต่ละชนิดมีสมบัติและองค์ประกอบที่แตกต่างกันตามประเภท และขั้นตอนการผลิตของแต่ละโรงงาน ดังนั้น สิ่งสำคัญในการพิจารณานำวัสดุเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร คือ สมบัติทางเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของคุณค่าทางธาตุอาหารพืช และปริมาณโลหะหนัก (heavy metals) ที่มีอยู่ในวัสดุเหลือใช้ชนิดนั้นๆ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกวัสดุเหลือใช้ 1 ชนิดมาทำการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

กากสบู่ดำ(jatropha cake) คือ ส่วนที่เหลือจากการสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดสบู่ดำโดยการบีบน้ำมันด้วยเครื่องสกรูพรส (screw press) จากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในกากสบู่ดำ พบว่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 4.44, 2.09 และ 1.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ(ระพีพันธ์ และสุขสันต์ 2543) ขณะที่แอนนาและคณะ (2553) รายงานเพิ่มเติมว่ากากสบู่ดำมีปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมทั้งหมดเท่ากับ0.68 และ 0.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนวิทยาและคณะ (2551) รายงานว่ากากสบู่ดำมีสารพิษฟอร์โบลเอสเตอร์ (phorbol esters) ในปริมาณ 1.03 มิลลิกรัม/กรัม หรือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ซึ่งสารดังกล่าวเป็นสารที่ส่งเสริมให้เกิดเนื้องอก การอักเสบและการบวมของผิวหน้าเมื่อสัมผัสกับสารอย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าเมื่อมีการนำกากสบู่ดำไปใช้ประโยชน์ในแง่ของปุ๋ยอินทรีย์กับพืชชนิดต่าง เช่น ละหุ่ง มะเขือเทศ มันเทศ (รยา กร และวิทยา, 2552) และข้าวโพดหวาน (แอนนา และคณะ, 2553) กลับพบว่ามีผลตกค้างของสารดังกล่าวในผลผลิตน้อยมาก

7. ผลของวัสดุเหลือใช้ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

การนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ในแง่ปุ๋ย ซึ่งมีรายงานการทดลองที่ยืนยันความเป็นประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

นิธาน (2551) ศึกษาการใช้ประโยชน์ของกากเมล็ดสบู่ดำเป็นวัสดุบำรุงดินในการปลูกคะน้า พบว่า การใช้กากเมล็ดสบู่ดำเพียงชนิดเดียวเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 4 ตัน/ไร่ ให้ผลผลิตผักคะน้าสูงที่สุด ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักจากการเมล็ดสบู่ดำทดแทนมูลไก่ในอัตราร้อยละ 50 ให้ผลผลิตผักคะน้าในแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แอนนา และคณะ (2553) ศึกษาผลของการใช้กากเมล็ดสบู่ดำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อผลผลิตข้าวโพดหวาน พบว่า การใช้กากเมล็ดสบู่ดำอัตรา1000 กก./ไร่ ให้ผลผลิตของข้าวโพดหวานฝักสดเทียบเท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมี แต่การใช้ปุ๋ยเคมีมีผลให้ผลผลิตฝักสดของข้าวโพดหวานอยู่ในเกรด 1 มากกว่า นอกจากนี้ การใช้กากเมล็ดสบู่ดำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีสารphorbol esters ตกค้างอยู่ในข้าวโพดหวานฝักสด

ผดาชไม และวรพจน์ (2554) ศึกษาการหมักกากเมล็ดสบู่ดำแบบอาหารเหลวด้วยเชื้อราเพื่อลดสารพิษในกากเมล็ดสบู่ดำและผลิตสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช พบว่า ปริมาณ phorbol esters ในกากเมล็ดสบู่ดำลดลง 60-70 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* และ *Aspergillus oryzae* ปริมาณ phytic acid ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* ส่วนปริมาณ trypsin inhibitor ลดลง 80 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* นอกจากนี้ น้ำหมักกากเมล็ดสบู่ดำด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* สามารถเร่งการเจริญเติบโตของต้นพริกได้ดีที่สุด

ธนัตศรี และคณะ (2552) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก(N, P และ K) ในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400 กก./ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา400 กก./ไร่ รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสต่ำที่สุด

ปาจรีย์ และคณะ (2552) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอย(อัตราส่วน 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง)ต่อองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก(N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ ส่วนตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำ เส้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผ่านศูนย์กลางลำต้นและน้ำหนักต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 และ 4 ตัน/ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 และ 4 ตัน/ไร่ หรือการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 1 และ 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 1 และ 2 ตัน/ไร่ มีผลต่อผลผลิตของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับควบคุม (control) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ส่วนตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด

กานต์ และคณะ (2552) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด พบว่า การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400 กก./ไร่ รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสต่ำที่สุด

จุฑามาศ และคณะ (2553) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ต่อองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้ คือ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ผลผลิต จำนวนลำ ความยาวลำ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิต จำนวนลำ ความยาวลำ น้ำหนักต่อลำ และน้ำหนักเศษเหลือของอ้อยต่ำที่สุด นอกจากนี้ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ส่วนตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด

จันจิรา และคณะ (2552) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน จำนวน 3 ฤดูปลูก ปรากฏผลโดยภาพรวมดังนี้ คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้จำนวนฝักต่อต้น และเปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์สูงสุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำที่สุด

เยาวลักษณ์ และคณะ (2554) ศึกษาผลของการใช้กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกในดินชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) เทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ มีผลให้ความสูงต้นของอ้อยที่อายุ 8 เดือนหลังปลูกมากที่สุด นอกจากนี้ การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด อีกทั้งการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ยังมีผลให้ผลผลิตอ้อยสดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 800 ลิตร/ไร่ นอกจากนี้ การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 800 ลิตร/ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 800 ลิตร/ไร่ ส่วนตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ ผลผลิตอ้อยสด ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด

ชัยสิทธิ์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวนาดำพันธุ์พิษณุโลก 2 พบว่า การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 250 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) เทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 250 ลิตร/ไร่ มีผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักฟาง น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา500 ลิตร/ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา500 ลิตร/ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยและกากน้ำตาลผงชูรส) ให้ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักฟาง น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวต่ำที่สุด

ธนศมณท์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส(อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอย(1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก(N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา600 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดโดยภาพรวมมากที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา1,200 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบ ข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา600 กก./ไร่ มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง น้ำหนักเมล็ดและน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา300 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักสมบูรณ์น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดต่ำที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ผลของวัสดุเหลือใช้ต่อสมบัติของดิน

การใส่วัสดุเหลือใช้ลงไปในดินนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชแล้ว วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี และทางฟิสิกส์ของดินอีกด้วย ดังรายงานการศึกษาต่อไปนี้

ธนัตศรี (2552) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH ของดินสูงที่สุด การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา1,600 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ส่วนการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

ปาจรีย์ (2552) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ส่วนการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอย อัตรา 2 ตัน/ไร่ นอกจากนี้ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอย อัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความจุสนาม และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความจุสนาม และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

เรวัตร และคณะ (2552) ศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอนโรงงานผลิตผงชูรส (GML) และกากตะกอนหม้อกรองจากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย (FPC) โดยทดลองหมักปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 5 ตำรับทดลอง คือ GML เพียงอย่างเดียว GML ผสม FPC สัดส่วน 3:1, 1:1 และ 1:3 โดยปริมาตร และ FPC เพียงอย่างเดียว พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 5 สูตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า อัตราคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกสัปดาห์ โดยระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักปุ๋ยอินทรีย์ของทุกตำรับทดลอง คือ สัปดาห์ที่ 4 ของการหมัก

กานต์ (2553) การศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH ของดินสูงที่สุด การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ นอกจากนี้ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ส่วนการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลให้ค่าจุดเหี่ยวถาวรของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ขณะที่การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา400 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา400 กก./ไร่ มีผลให้ค่าจุดเหี่ยวถาวรต่ำที่สุด ส่วนการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา800 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

จุฑามาศ (2553) ศึกษาผลของวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอย(อัตรา 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง)ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ(ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก(N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ส่วนการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ ตามลำดับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ มีผลให้ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา1 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา1 ตัน/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม(control) มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินต่ำที่สุด

จันจิรา (2553) ศึกษาผลของวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอย(อัตรา 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงด่างเล็กน้อย และมีค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา4 ตัน/ไร่ มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก(N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ขณะที่การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ส่วนการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา2 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความหนาแน่นรวม ความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ดีที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

เยาวลักษณ์ และคณะ (2554) ศึกษาผลของการใช้กากน้ำตาลผงชูรส(อามิ-อามิ) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการปลูกอ้อยเป็นเวลา1 ปี สามารถสรุปผลการทดลองโดยภาพรวมได้ดังนี้ คือ ค่าpH ของดินอยู่ในระดับกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ค่าการนำไฟฟ้า(EC_e) ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัยสิทธิ์ และคณะ(2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส(อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวนาดำพันธุ์พิษณุโลก2 พบว่า การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา250 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลัก(N, P และ K) เทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา250 ลิตร/ไร่ มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา500 ลิตร/ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา125 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา125 ลิตร/ไร่ นอกจากนี้ การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา500 ลิตร/ไร่ มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ของดินมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา250 ลิตร/ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา250 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา250 ลิตร/ไร่

ธนศมณฑ์ (2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส(อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอย(1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม(control) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินดังนี้ คือค่า pH อยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างเล็กน้อยค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา1,200 กก./ไร่ มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา600 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา600 กก./ไร่ ส่วนตำรับควบคุม(control) มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตร ศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินก่อนการทดลอง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินก่อนการทดลอง

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้	ความหมาย
pH (1:1)	6.50	กรดเล็กน้อย
EC_e (dS/m)	0.35	ไม่เค็ม
Organic Matter (%)[1/]	0.89	ต่ำ
Available P (mg/kg)[2/]	33.80	สูง
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	43.24	ต่ำ
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	1,065.42	สูง
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	101.88	ปานกลาง
Exchangeable Na (mg/kg)	54.31	-
Sand (%)[4/]	76.58	-
Silt (%)[4/]	13.30	-
Clay (%)[4/]	10.12	-
Texture[4/]	sandy loam	ร่วนปนทราย

หมายเหตุ [1/] = Walkey and Black method (Walkey and Black, 1934)

[2/] = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

[3/] = Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

[4/] = Hydrometer method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. วัสดุเหลือใช้ในการทดลอง ได้แก่ กากสบู่ดำ จากฝ่ายเครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และน้ำหมักปลาจากโรงงานปลาป่น จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของวัสดุเหลือใช้ที่ทำการทดลอง

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้	
	กากสบู่ดำ	น้ำหมักปลา
pH (3:50)	6.30	4.41
EC (1:10, dS/m)	5.01	6.55
Organic matter (%)	80.36	82.66
Total N (%)	4.40	2.94
Total P_2O_5 (%)	2.42	0.11
Total K_2O (%)	2.98	1.91
Total Ca (%)	0.41	0.21
Total Mg (%)	0.84	0.24
Moisture (%)	18.0	-

3. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใช้พันธุ์แปซิฟิค 999

4. ปุ๋ยเคมี (inorganic fertilizer, IF) ที่ใช้ในการทดลอง

4.1 ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N)

4.2 ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46 %P_2O_5)

4.3 ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %K_2O)

5. อุปกรณ์ในการเตรียมแปลง ได้แก่ เทปวัดระยะ ไม้ปักหลัก เครื่องมือไถพรวน (รถแทรกเตอร์) คราด และจอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างพืช ได้แก่ ถุงตาข่ายสำหรับเก็บตัวอย่าง ไม้เมตรสำหรับวัดความสูง เครื่องชั่งน้ำหนักพืชในสนาม

7. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ พลั่วตักดินหรือขุดดิน(spades) ถุงเก็บตัวอย่างดิน (sample bags) และพลั่วตักดินขนาดเล็ก(minispades)

8. เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของดิน

8.1 pH meter (Orion: 420A model)

8.2 Electrical conductivity meter (Jenway: 4010 model)

8.3 Micro-Kjeldahl distillation apparatus (Gerhard: VAP20 model)

8.4 Digestion apparatus (Gerhard: Ger 704000 model)

8.5 Atomic absorption spectrophotometer (SpectrAA 229FS)

8.6 เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด $\pm$ 0.001 กรัม

8.7 ตู้อบ (WTB Binder: EED 240 model)

9. อุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์ดินทางเคมีและกายภาพในห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

ศึกษาผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 (ต้นฤดูฝน) และในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 (ปลายฤดูฝน)

1. แผนการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ 7 ตำรับทดลอง โดยมีตำรับทดลองดังนี้

ตำรับทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักกากสบู่ดำ (Control)

ตำรับทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$)

ตำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($IF_{Compost500}$)

ตำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$)

ตำรับทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$)

ตำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$)

ตำรับทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเตรียมปุ๋ยหมักกากสบู่ดำ

ชั่งกากสบู่ดำ 2,500 กก. (ความชื้น 18 เปอร์เซ็นต์) รดด้วยน้ำหมักปลา (น้ำหมักปลา 1 ลิตร : น้ำ 50 ลิตร) ให้ทั่วทั้งกอง ผสมคลุกเคล้าให้ความชื้นเข้ากันทั้งกองและหมักทิ้งไว้ประมาณ 2 เดือน ระหว่างหมักทำการกลับกองปุ๋ยทุกๆ 15 วัน แล้วเพิ่มความชื้นด้วยน้ำหมักปลาในกรณีที่กองปุ๋ยหมักแห้ง เมื่อครบระยะการหมักสังเกตจากอุณหภูมิภายในกองและนอกกองปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิไม่ต่างกัน ทำการเกลี่ยกองปุ๋ยหมักให้แห้ง (air dry) บด และร่อนโดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 5 มิลลิเมตร ซึ่งค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สมบัติทางเคมีบางประการของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำ

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้
pH (3:50)	7.68
EC (1:10, dS/m)	5.33
Organic matter (%)	44.28
Total N (%)	2.55
Total P_2O_5 (%)	2.01
Total K_2O (%)	1.97
Total Ca (%)	1.42
Total Mg (%)	5.96

3. ขนาดของแปลงทดลอง

พื้นที่ปลูกทั้งหมด 900 ตารางเมตร แบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 4.5 เมตร และยาว 9 เมตร โดยมีระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 0.50 เมตร และมีขนาดของพื้นที่เก็บเกี่ยวเท่ากับ 3 x 8 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การปลูก

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์และปรับพื้นที่ปลูกให้เป็นร่อง ซึ่งมีสันร่องสูงประมาณ 20 เซนติเมตร โดยในแต่ละแปลงย่อยมีจำนวน 5 แถว ห่างกันแถวละ 0.75 เมตร จากนั้น ทำการปลูกข้าวโพดโดยการหยอดเมล็ดด้วยเครื่องกระทุ้ง(jab seeder) ที่ข้างร่อง ซึ่งแต่ละหลุมห่างกัน0.25 เมตร หยอดเมล็ดหลุมละ 2-3 เมล็ด เมื่อข้าวโพดอายุได้ 15 วัน จึงถอนแยกให้เหลือ1 ต้นต่อหลุม

5. การใส่ปุ๋ยเคมี

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ20 และ 40 วันหลังปลูก โดยตำรับทดลองที่ 3 และ 7 ใส่อัตรา 12.75, 10.05 และ 9.85 กก. N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ 4 ใส่อัตรา6.38, 5.03 และ 4.93 กก. N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ และตำรับทดลองที่ 6 ใส่อัตรา25.50, 20.10 และ 19.70 กก. N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับรายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 8

6. การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำ

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำใส่เพียงครั้งเดียวตามตำรับทดลองภายหลังการถอนแยกกล้าข้าวโพด จากนั้น ใช้จอบสับและคลุกเคล้าปุ๋ยหมักดังกล่าวให้เข้ากับดิน โดยตำรับทดลองที่2 และ 5 ใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำในอัตรา500 และ 1,000 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับทดลองที่4 และ 7 ใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา250 และ 500 กก./ไร่ ตามลำดับรายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 รายละเอียดการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักกากสบู่ดำ

ตำรับทดลอง	ปริมาณที่ใส่ต่อแปลงย่อย			
	ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำ[1/]	21-0-0[2/]	0-46-0[2/]	0-0-60[2/]
T_1 = Control	-	-	-	-
T_2 = $Compost_{500}$	12.66	-	-	-
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	-	1,537	553	416
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	6.33	768	277	208
T_5 = $Compost_{1000}$	25.32	-	-	-
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	-	3,074	1,106	832
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	12.66	1,537	553	416

หมายเหตุ [1/] = หน่วยเป็นกิโลกรัม [2/] = หน่วยเป็นกรัม

7. การเก็บข้อมูล

7.1 การเก็บข้อมูลของดิน

7.1.1 สมบัติของดินในแปลงทดลองก่อนปลูก

7.1.1.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

นำดินที่เก็บจากแปลงทดลอง ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นบดให้ละเอียดและผสมคลุกเคล้าดินให้มีความสม่ำเสมอ นำดินส่วนหนึ่งมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 และ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

7.1.1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

7.1.1.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ1:1 (ทัศนีย์ และจงรักษ์ 2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.1.1.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ(saturated extract) วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และจงรักษ์ 2542)

7.1.1.2.3 Organic matter โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934)

7.1.1.2.4 Available P โดยวิธี Bray II (0.1 N HCl + 0.03N NH_4F) แล้วนำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

7.1.1.2.5 Exchangeable K, Ca และMg สกัดดินด้วยสารละลาย 1N. NH_4CH_3COO pH 7 แล้วนำไปวัดปริมาณด้วยเครื่องAtomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542)

7.1.1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดิน (% sand, % silt, % clay) ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี Hydrometer (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554)

7.1.2 สมบัติของดินในแปลงทดลองหลังการเก็บเกี่ยว

ทำการวัดและวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ตามที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 7.1.1

7.2 ข้อมูลพืช

7.2.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

7.2.1.1 ความสูงต้นที่อายุ 1 และ 2 เดือน โดยวัดจากพื้นดินถึงปลายใบที่ยาวที่สุด ซึ่งสุ่มวัดจาก10 ต้นแล้วหาค่าเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2.1.2 ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar) ที่อายุ 1 และ 2 เดือน โดยวัดจากพื้นดินถึงคอของใบสุดท้ายซึ่งสุ่มวัดจาก10 ต้นแล้วหาค่าเฉลี่ย

7.2.1.3 ค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) ที่อายุ 1 และ 2 เดือน โดยวัดด้วยเครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ตำแหน่งใบที่3-4 จากปลายยอด ซึ่งสุ่มวัดจาก10 ต้นๆ ละ 6 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ย(จันจิรา และคณะ, 2552)

7.2.2 ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

7.2.2.1 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก

7.2.2.2 น้ำหนักฝักปอกเปลือก

7.2.2.3 จำนวนฝักสมบูรณ์ ได้แก่ ฝักที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ และมีเมล็ดเต็มฝัก

7.2.2.4 น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น15 เปอร์เซ็นต์

7.2.2.5 น้ำหนัก1,000 เมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์

7.2.2.6 น้ำหนักเปลือกและน้ำหนักซัง

7.2.2.7 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก} = \frac{\text{น้ำหนักฝักปอกเปลือก}}{\text{น้ำหนักฝักทั้งเปลือก}} \times 100$$

7.2.2.8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและน้ำหนักซังซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและน้ำหนักซัง} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือกและน้ำหนักซัง}}{\text{น้ำหนักฝักทั้งเปลือก}} \times 100$$

7.2.2.9 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ด ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักฝักทั้งเปลือก}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test)

9. สถานที่ทำการทดลอง

1. แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี ภาควิชาปฐพีวิทยาคณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

3. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินทางฟิสิกส์ ภาควิชาปฐพีวิทยาคณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 (ต้นฤดูฝน) ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ต้นฤดูฝน)

1.1 ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 9) กล่าวคือ ที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดไม่แตกต่างกันทางสถิติ [ยกเว้น การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$)] ส่วนที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}+IF_{Compost500}$) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดเท่ากับ 187.93 ซม. ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

1.2 ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar)

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 10) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}+IF_{Compost500}$) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดโดยภาพรวมไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ต้นฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)	
	1 เดือน	2 เดือน
T_1 = Control	79.67[b]	105.93[e]
T_2 = $Compost_{500}$	85.10[b]	146.33[d]
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	100.03[a]	155.83[cd]
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	102.93[a]	162.17[bcd]
T_5 = $Compost_{1000}$	105.23[a]	176.53[abc]
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	111.07[a]	182.17[ab]
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	113.00[a]	187.93[a]
F-test	**	**
CV (%)	10.18	7.13

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ต้นฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	ความสูงคอใบสุดท้าย (ซม.)	
	1 เดือน	2 เดือน
T_1 = Control	41.60^{c}	67.20^{e}
T_2 = $Compost_{500}$	47.20^{bc}	96.50^{d}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	47.63^{bc}	107.43^{cd}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	48.27^{b}	121.83^{bc}
T_5 = $Compost_{1000}$	49.53^{ab}	135.87^{ab}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	51.90^{ab}	137.17^{ab}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	55.70^{a}	141.93^{a}
F-test	**	**
CV (%)	11.78	8.52

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

1.3 ค่าความเขียวของใบ

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 11) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดโดยภาพรวมไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโตอย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตุว่าค่าความเขียวของใบข้าวโพดที่อายุ 2 เดือนหลังปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเขียวของใบข้าวโพดที่อายุ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เดือนหลังปลูก [ยกเว้นตำรับควบคุม (control)] ซึ่งเป็นไปได้ว่าปริมาณธาตุอาหารที่ใส่ลงไปในดินยังคงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำที่อาจมีการสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเรื่อยๆ ในช่วง 1-2 เดือนหลังปลูก

นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่สูงขึ้น (ตำรับทดลองที่ 5-7) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2-4) ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวมีแนวโน้มที่สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์ และปาจรีย์ (2552) จุฑามาศ และคณะ (2553) และเยาวลักษณ์ และคณะ (2554)

ตารางที่ 11 ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ต้นฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	ค่าความเขียวของใบ (SPAD reading)	
	1 เดือน	2 เดือน
T_1 = Control	31.88^{c}	29.73^{c}
T_2 = $Compost_{500}$	34.51^{bc}	39.68^{b}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	34.63^{bc}	43.48^{ab}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	37.05^{ab}	46.42^{ab}
T_5 = $Compost_{1000}$	39.06^{ab}	47.57^{ab}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	40.36^{a}	49.27^{a}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	41.47^{a}	51.52^{a}
F-test	**	**
CV (%)	6.65	9.55

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์(ต้นฤดูฝน)

2.1 จำนวนฝักต่อต้น

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 12) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 1.00-1.06 ฝัก และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดต่ำที่สุดเพียง0.85 ฝัก

2.2 จำนวนฝักสมบูรณ์

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 12) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 95.38-100.00 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดต่ำที่สุดเพียง83.52 เปอร์เซ็นต์

2.3 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 13) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด (1,945.33 กก./ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดน้อยที่สุดเพียง 1,078.67 กก./ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 จำนวนฝักต่อต้นและจำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนฝักสมบูรณ์ (%)
T_1 = Control	0.85[b]	83.52[b]
T_2 = $Compost_{500}$	1.00[a]	95.38[a]
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	1.00[a]	98.72[a]
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	1.05[a]	100.00[a]
T_5 = $Compost_{1000}$	1.03[a]	97.35[a]
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	1.02[a]	99.95[a]
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	1.06[a]	100.00[a]
F-test	**	**
CV (%)	4.65	3.52

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

2.4 น้ำหนักฝักปอกเปลือก

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 13) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดมากที่สุด (1,820.60 กก./ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($IF_{Compost500}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้อยที่สุดเพียง 922.70 กก./ไร่

2.5 น้ำหนักเปลือกและซัง

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 13) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดมากที่สุด (661.61 กก./ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดน้อยที่สุดเพียง 322.67 กก./ไร่

2.6 น้ำหนักเมล็ด

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 13) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเท่ากับ 1,283.72 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดน้อยที่สุดเพียง 756.00 กก./ไร่

2.7 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองมีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 85.54-93.59 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ด ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค999 (ต้นฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	น้ำหนักฝักทั้งเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักฝักปอกเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักเปลือกและซัง (กก./ไร่)	น้ำหนักเมล็ด (กก./ไร่)
T_1 = Control	1,078.67^{d}	922.70^{c}	322.67^{c}	756.00^{c}
T_2 = Compost $_{500}$	1,352.00^{c}	1,196.30^{b}	382.66^{bc}	969.34^{b}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	1,377.33^{bc}	1,208.40^{b}	391.99^{bc}	985.34^{b}
T_4 = Compost $_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	1,380.67^{bc}	1,218.50^{b}	382.01^{bc}	998.66^{b}
T_5 = Compost $_{1000}$	1,598.67^{b}	1,381.30^{b}	456.00^{b}	1,142.67^{ab}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	1,602.67^{b}	1,393.30^{b}	449.38^{b}	1,153.29^{ab}
T_7 = Compost $_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	1,945.33^{a}	1,820.60^{a}	661.61^{a}	1,283.72^{a}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	8.29	10.26	10.35	9.66

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

2.8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซัง

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 14) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ (Compost $_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดมากที่สุด (34.01 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ รวมทั้งตำรับควบคุม (control) ที่มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง27.67-29.91 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.9 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ด

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดน้อยที่สุด (65.99 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ รวมทั้งตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 70.09-72.33 เปอร์เซ็นต์

2.10 น้ำหนัก1,000 เมล็ด

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 15) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้น้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดเท่ากับ 367.97 กรัม ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ($IF_{Compost500}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดน้อยที่สุดเพียง 270.43 กรัม

นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่สูงขึ้น (ตำรับทดลองที่ 5-7) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2-4) ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวมีแนวโน้มที่สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์และปาจรีย์(2552) จุฑามาศ และคณะ (2553) และเยาวลักษณ์ และคณะ (2554)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	% น้ำหนักฝักปอกเปลือก	% น้ำหนักเปลือกและซัง	% น้ำหนักเมล็ด
T_1 = Control	85.54	29.91[b]	70.09[a]
T_2 = $Compost_{500}$	88.49	28.30[b]	71.70[a]
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	87.73	28.46[b]	71.54[a]
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	88.25	27.67[b]	72.33[a]
T_5 = $Compost_{1000}$	86.40	28.52[b]	71.48[a]
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	86.94	28.04[b]	71.96[a]
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	93.59	34.01[a]	65.99[b]
F-test	ns	**	*
CV (%)	3.65	6.02	3.21

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 น้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค999 (ต้นฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	น้ำหนัก1,000 เมล็ด (กรัม)
T_1 = Control	270.43^{c}
T_2 = $Compost_{500}$	345.52^{b}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	358.83^{ab}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	359.07^{ab}
T_5 = $Compost_{1000}$	360.17^{ab}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	365.67^{ab}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	367.97^{a}
F-test	**
CV (%)	3.05

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 (ปลายฤดูฝน) ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ปลายฤดูฝน)

1.1 ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 16) กล่าวคือ ที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดมากที่สุด (96.20 ซม.) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($IF_{Compost500}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$) ส่วนที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดไม่แตกต่างกันทางสถิติ [ยกเว้น การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$)] ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้นของข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

1.2 ความสูงคอใบสุดท้าย (leaf collar)

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 17) กล่าวคือ ที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดโดยภาพรวมไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) ส่วนที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก พบว่าทุกตำรับทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 141.97-156.23 ซม. ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ตารางที่ 16 ความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค999 ที่อายุต่างๆ (ปลายฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)	
	1 เดือน	2 เดือน
T_1 = Control	64.53^{c}	143.23^{c}
T_2 = $Compost_{500}$	77.80^{b}	201.37^{b}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	79.63^{b}	224.33^{a}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	81.33^{b}	229.17^{a}
T_5 = $Compost_{1000}$	82.13^{b}	233.50^{a}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	84.50^{b}	233.67^{a}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	96.20^{a}	239.67^{a}
F-test	**	**
CV (%)	13.10	11.22

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ความสูงคอใบสุดท้ายของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ปลายฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	ความสูงคอใบสุดท้าย (ซม.)	
	1 เดือน	2 เดือน
T_1 = Control	35.03^{c}	99.97^{b}
T_2 = $Compost_{500}$	40.50^{bc}	141.97^{a}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	41.37^{b}	145.83^{a}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	41.77^{b}	147.87^{a}
T_5 = $Compost_{1000}$	44.30^{ab}	148.27^{a}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	44.40^{ab}	150.47^{a}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	49.57^{a}	156.23^{a}
F-test	**	**
CV (%)	11.31	13.16

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

1.3 ค่าความเขียวของใบ

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดที่อายุ 1 และ 2 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 18) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ค่าความเขียวของใบข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโตอย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตุว่าค่าความเขียวของใบข้าวโพดที่อายุ 2 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเขียวของใบข้าวโพดที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก [ยกเว้นตำรับควบคุม (control)] ซึ่งเป็นไปได้ว่าปริมาณธาตุอาหารที่ใส่ลงไปในดินยังคงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อาจมีการสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเรื่อยๆ ในช่วง 1-2 เดือนหลังปลูก โดยผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองในช่วงต้นฤดูฝน

นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าสำหรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่สูงขึ้น(สำหรับทดลองที่ 5-7) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบข้าวโพดสูงกว่าสำหรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่ต่ำกว่า(สำหรับทดลองที่ 2-4) ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวมีแนวโน้มที่สอดคล้องกับการทดลองในช่วงต้นฤดูฝน

ตารางที่ 18 ค่าความเขียวของใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่อายุต่างๆ (ปลายฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	ค่าความเขียวของใบ (SPAD reading)	
	1 เดือน	2 เดือน
T_1 = Control	30.41^{b}	27.67^{c}
T_2 = $Compost_{500}$	35.05^{a}	49.63^{b}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	35.75^{a}	53.39^{ab}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	35.98^{a}	53.98^{a}
T_5 = $Compost_{1000}$	36.39^{a}	54.35^{a}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	36.46^{a}	54.91^{a}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	37.51^{a}	55.35^{a}
F-test	**	**
CV (%)	10.38	9.44

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์(ปลายฤดูฝน)

2.1 จำนวนฝักต่อต้น

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 19) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดเท่ากับ 1.05 ฝัก ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้จำนวนฝักต่อต้นของข้าวโพดต่ำที่สุดเพียง 0.80 ฝัก

2.2 จำนวนฝักสมบูรณ์

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 19) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว[ยกเว้น การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$)] มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 98.56-100.00 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม(control) ซึ่งมีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ของข้าวโพดต่ำที่สุดเพียง 80.37 เปอร์เซ็นต์

2.3 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 20) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว[ยกเว้น การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$)] มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 2,357.30-2,617.90 กก./ไร่ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือกของข้าวโพดน้อยที่สุดเพียง 939.30 กก./ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนฝักสมบูรณ์ ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนฝักสมบูรณ์ (%)
T_1 = Control	0.80^{d}	80.37^{c}
T_2 = $Compost_{500}$	1.00^{c}	95.89^{b}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	1.00^{c}	98.56^{a}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	1.02^{bc}	98.78^{a}
T_5 = $Compost_{1000}$	1.03^{ab}	100.00^{a}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	1.04^{ab}	100.00^{a}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	1.05^{a}	100.00^{a}
F-test	**	**
CV (%)	12.16	9.04

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

2.4 น้ำหนักฝักปอกเปลือก

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 20) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว[ยกเว้น การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$)] มีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 1,777.90-1,979.10 กก./ไร่ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดน้อยที่สุดเพียง 698.40 กก./ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 น้ำหนักเปลือกและซัง

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 20) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดเท่ากับ 954.73 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ($IF_{Compost500}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดน้อยที่สุดเพียง 349.97 กก./ไร่

2.6 น้ำหนักเมล็ด

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 20) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว [ยกเว้น การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$)] มีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง1,505.92-1,663.17 กก./ไร่ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดน้อยที่สุดเพียง 589.33 กก./ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ด ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค999 (ปลายฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	น้ำหนักฝักทั้งเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักฝักปอกเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักเปลือกและซัง (กก./ไร่)	น้ำหนักเมล็ด (กก./ไร่)
T_1 = Control	939.30^{c}	698.40^{c}	349.97^{e}	589.33^{c}
T_2 = $Compost_{500}$	1,930.90^{b}	1,460.60^{b}	704.07^{d}	1,226.83^{b}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	2,357.30^{a}	1,777.90^{a}	851.38^{bc}	1,505.92^{a}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	2,484.80^{a}	1,888.40^{a}	899.55^{abc}	1,585.25^{a}
T_5 = $Compost_{1000}$	2,467.80^{a}	1,955.00^{a}	818.80^{c}	1,649.00^{a}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	2,588.30^{a}	1,957.80^{a}	933.63^{ab}	1,654.67^{a}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	2,617.90^{a}	1,979.10^{a}	954.73^{a}	1,663.17^{a}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	14.22	13.41	11.31	11.72

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

2.7 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองมีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือกของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 74.35-79.22 เปอร์เซ็นต์

2.8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซัง

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองมีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซังของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 33.18-37.26 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.9 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ด

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองมีผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดน้อยใกล้เคียงกันในช่วง 62.74-66.82 เปอร์เซ็นต์

2.10 น้ำหนัก1,000 เมล็ด

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 22) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดใกล้เคียงกันในช่วง 335.70-379.10 กรัม และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้น้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดน้อยที่สุดเพียง 278.47 กรัม

นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่สูงขึ้น(ตำรับทดลองที่ 5-7) มีผลให้น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่ต่ำกว่า(ตำรับทดลองที่ 2-4) ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวมีแนวโน้มที่สอดคล้องกับการทดลองในช่วงต้นฤดูฝน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักฝักปอกเปลือก เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกและซัง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ปลายฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	% น้ำหนักฝักปอกเปลือก	% น้ำหนักเปลือกและซัง	% น้ำหนักเมล็ด
T_1 = Control	74.35	37.26	62.74
T_2 = $Compost_{500}$	75.64	36.46	63.54
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	75.42	36.12	63.88
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	76.00	36.20	63.80
T_5 = $Compost_{1000}$	79.22	33.18	66.82
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	75.64	36.07	63.93
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	75.60	36.47	63.53
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	10.01	10.22	6.00

หมายเหตุ ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 น้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค999 (ปลายฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	น้ำหนัก1,000 เมล็ด (กรัม)
T_1 = Control	278.47[b]
T_2 = $Compost_{500}$	335.70[a]
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	361.83[a]
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	366.20[a]
T_5 = $Compost_{1000}$	372.10[a]
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	377.77[a]
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	379.10[a]
F-test	**
CV (%)	7.59

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เปรียบเทียบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน

เมื่อเปรียบเทียบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ปลูกในต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน (ตารางที่ 23) พบว่า การปลูกข้าวโพดในปลายฤดูฝน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักฝักทั้งปอกเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดในต้นฤดูฝน โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับทดลอง ยกเว้นตำรับควบคุม (control) ส่วนการปลูกข้าวโพดในปลายฤดูฝน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักฝักปอกเปลือกเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดในต้นฤดูฝน โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$)

นอกจากนี้ การปลูกข้าวโพดในปลายฤดูฝน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเปลือกและซังเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดในต้นฤดูฝน โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติในตำรับควบคุม (control) ตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($IF_{Compost500}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) ยกเว้นตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลต่อการลดลงของน้ำหนักเปลือกและซังเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวโพดในต้นฤดูฝน ส่วนการปลูกข้าวโพดในปลายฤดูฝน มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมล็ดมากกว่าการปลูกข้าวโพดในต้นฤดูฝน โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง (ตารางที่ 24)

อย่างไรก็ตาม ผลการเปรียบเทียบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 ที่ปลูกในต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน ให้ผลตรงข้ามกับรายงานวิจัยของธีระพงษ์ (2554) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าช่วงการปลูกต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ. 2554) ของการทดลองนี้ มีปริมาณฝนตกมากในช่วงเดือนมิถุนายน จึงมีผลให้ข้าวโพดชะงักการเจริญเติบโต โดยข้าวโพดแสดงอาการใบเหลืองทั่วทั้งแปลง จึงส่งผลให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝนโดยภาพรวมต่ำกว่าผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของธนศมณฑ์ (2555) ที่ได้ดำเนินการวิจัยในช่วงเวลาเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบน้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999 (ต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	น้ำหนักฝักทั้งเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักฝักปอกเปลือก (กก./ไร่)	น้ำหนักเปลือกและซัง (กก./ไร่)	น้ำหนักเมล็ด (กก./ไร่)
T_1 = Control	ns	**	**	**
T_2 = $Compost_{500}$	**	**	*	*
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	**	**	**	**
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	**	**	*	**
T_5 = $Compost_{1000}$	**	**	ns	*
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	**	*	*	**
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	**	ns	**	**

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค999 (ต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน)

ตำรับทดลอง	น้ำหนัก1,000 เมล็ด (กรัม)
T_1 = Control	ns
T_2 = $Compost_{500}$	*
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	ns
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	*
T_5 = $Compost_{1000}$	**
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	*
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	**

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินบางประการ ภายหลังการใช้ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดต่อกันเป็นเวลา 1 ปี

4.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 25) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}+IF_{Compost500}$) มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด (pH 4.85) ถัดขึ้นไป คือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}+IF_{Compost250}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($IF_{Compost500}$) สำหรับการลดลงของค่า pH ของดินอาจเกิดจากปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ซึ่งในสภาพดินไร่ที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะส่งผลให้แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ที่เกิดจากการแปรสภาพของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ถูกออกซิไดซ์กระทั่งก่อให้เกิดไฮโดรเจนไอออน (H^+) จึงมีผลตกค้างทำให้ดินเป็นกรดได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2551) หรืออีกสาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่ถูกปลดปล่อยออกมาในขั้นตอนการย่อยสลายของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำก็เป็นได้ โดยผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลงานวิจัยของธนัตศรี (2552) ปาจรีย์ (2552) และ Thongjoo *et al.* (2005) อย่างไรก็ตาม ทุกตำรับทดลองมีผลให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย คือ อยู่ในช่วง pH 4.85-6.14

4.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 25) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}+IF_{Compost500}$) มีผลให้ค่า EC_e ของดินเท่ากับ 1.31 dS/m ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}+IF_{Compost250}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ของดินต่ำที่สุด (0.41 dS/m) โดยเป็นที่สังเกตว่าการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้ค่า EC_e ของดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อนำเกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองมีผลให้ค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม (0-4 dS/m) หรือไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืช

4.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 25) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเท่ากับ 1.52 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}+IF_{Compost500}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}+IF_{Compost250}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำที่สุด (0.69 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ (0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์) ถึงระดับปานกลาง (1.5-2.5 เปอร์เซ็นต์)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) และปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ภายหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดต่อกันเป็นเวลา 1 ปี

ตำรับทดลอง	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	Organic matter (%)
T_1 = Control	6.14^{a}	0.41^{d}	0.69^{c}
T_2 = $Compost_{500}$	6.08^{ab}	0.74^{bc}	1.40^{a}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	5.56^{c}	0.55^{cd}	0.75^{c}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	5.38^{d}	1.11^{a}	0.96^{b}
T_5 = $Compost_{1000}$	5.97^{b}	0.81^{b}	1.52^{a}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	5.55^{c}	0.62^{bcd}	0.79^{bc}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	4.85^{e}	1.31^{a}	0.97^{b}
F-test	**	**	**
CV (%)	14.64	15.45	10.22

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

5. การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ภายหลังการใช้ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดต่อกันเป็นเวลา 1 ปี

5.1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 26) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 61.83 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำที่สุด (37.06 mg/kg) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูง (25-45 mg/kg) ถึงสูงมาก (> 45 mg/kg)

5.2 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 26) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}+IF_{Compost500}$) มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 69.68 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}+IF_{Compost250}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด (46.85 mg/kg) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($IF_{Compost500}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำ (30-60 mg/kg) ถึงปานกลาง (60-90 mg/kg)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ภายหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดต่อกันเป็นเวลา 1 ปี

ตำรับทดลอง	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
T_1 = Control	37.06^{d}	46.85^{b}
T_2 = $Compost_{500}$	48.33^{bc}	60.39^{ab}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	45.57^{c}	50.32^{b}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	54.51^{ab}	60.70^{ab}
T_5 = $Compost_{1000}$	53.55^{bc}	60.45^{ab}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	46.22^{bc}	55.28^{b}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	61.83^{a}	69.68^{a}
F-test	**	*
CV (%)	9.02	12.45

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

5.3 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 27) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเท่ากับ 1,240.86mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($IF_{Compost1000}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำที่สุด (945.25 mg/kg) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง (> 400 mg/kg)

5.4 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 27) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$+$IF_{Compost500}$) มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเท่ากับ 132.11 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 250 กก./ไร่ ($Compost_{250}$+$IF_{Compost250}$) การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 1,000 กก./ไร่ ($Compost_{1000}$) และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา 500 กก./ไร่ ($Compost_{500}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด (93.63 mg/kg) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลาง (60-120 mg/kg) ถึงระดับสูง (>120 mg/kg)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ภายหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดต่อกันเป็นเวลา1 ปี

ตำรับทดลอง	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
T_1 = Control	945.25^{c}	93.63^{d}
T_2 = $Compost_{500}$	1,119.86^{ab}	118.56^{abc}
T_3 = $IF_{Compost\ 500}$	1,063.35^{bc}	103.54^{cd}
T_4 = $Compost_{250}$+$IF_{Compost\ 250}$	1,234.63^{a}	126.35^{ab}
T_5 = $Compost_{1000}$	1,154.37^{ab}	121.65^{ab}
T_6 = $IF_{Compost\ 1000}$	1,111.38^{ab}	110.23^{bc}
T_7 = $Compost_{500}$+$IF_{Compost\ 500}$	1,240.86^{a}	132.11^{a}
F-test	*	**
CV (%)	14.04	7.75

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน พ.ศ.2554 (ต้นฤดูฝน) และช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554-เดือนมีนาคม พ.ศ.2555 (ปลายฤดูฝน) สามารถสรุปผลโดยภาพรวมได้ดังนี้

1. การใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา500 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น ความสูงคอใบสุดท้าย ค่าความเขียวของใบข้าวโพด น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก1,000 เมล็ดของข้าวโพดโดยภาพรวมมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา1,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอัตรา1,000 กก./ไร่

2. ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินโดยภาพรวมดังนี้ คือค่า pH อยู่ในระดับเป็นกรดจัดมากถึงกรดเล็กน้อย ค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำปุ๋ยหมักกากสบู่ดำมาใช้เพื่อทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตาม ควรทำการศึกษาต่อไปอีก 2-3 ปี เพื่อยืนยันผลของการใช้ปุ๋ยหมักกากสบู่ดำในแง่การทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งผลตกค้างของสารพิษ phorbol esters ในเมล็ดข้าวโพด และผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ**กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กานต์ การะเวก. 2553. **การใช้ประโยชน์ของกากตะกอนเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กานต์ การะเวก, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด, *ใน* **การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ** ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2548. **เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่องระบบข้อมูลและธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2554. **คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์** คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา. 2547. **พืชเศรษฐกิจ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

จุฑามาศ กล่อมจิตร. 2553. **การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฑามาศ กล่อมจิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู และ จุฑามาศ ร่มแก้ว. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, *ใน* **การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ.** ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม

จันจิรา แสงสีเหลือง. 2553. **การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันจิรา แสงสีเหลือง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และ เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน*ใน* **การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ.** ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จังหวัดนครปฐม

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ และ วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ 2540. การใช้ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน, *ใน* **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่อง การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

ชัยสิทธิ์ ทองจู, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ, ระวิวรรณ โชติพันธ์, ธีรยุทธ คล้ำชื่น และ รุจิกร ศรีแม้นม่วง. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส(อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก2. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 30 (1): 99-107.

ชัยสิทธิ์ ทองจู และ ปาจรีย์ แน่นหนา. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี80 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน(ปีที่ 1). **วารสารดินและปุ๋ย**31 (1) : 6-26.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธนัตศรี สอนจิตร. 2552. **การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนัตศรี สอนจิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโต และการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. *ใน* **การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน**. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ธนศมณฑ์ กุลการัณย์เลิศ. 2555. **การใช้ประโยชน์ของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนศมณฑ์ กุลการัณย์เลิศ, ชัยสิทธิ์ ทองจู และ ศุภชัย อำคา. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค999. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 1 (1) : 29-41.

ธีระพงษ์ พรมสวัสดิ์. 2554. **ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระพงษ์ พรมสวัสดิ์, ชัยสิทธิ์ ทองจู และ จุฑามาศ ร่มแก้ว. 2553. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. *ใน* **การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ.** ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

นพดล การดี. 2555. **ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งผลต่อสมบัติของดินและรายได้สุทธิ** การศึกษาค้นคว้าอิสระ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิธาน ทองโคตร. 2551. **การใช้ประโยชน์ของกากเมล็ดสบู่ดำเป็นวัสดุบำรุงดินในการปลูกคะน้า (*Brassica alboglabra* Bailey).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ปาจรีย์ แน่นหนา. 2552. **การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปาจรีย์ แน่นหนา, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์ 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน *ใน* **การประชุมทางวิชาการดิน และปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน** ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

ผดาชไม สว่างอารมย์ และ วรพจน์ สุนทรสุข. 2554. การหมักกากเมล็ดสบู่ดำแบบอาหารหลวด้วยเชื้อราเพื่อลดสารพิษในกากเมล็ดสบู่ดำและผลิตสารเร่งการเจริญเติบโตของพืช *ใน* **เรื่องเต็ม การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่49 สาขาวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เยาวลักษณ์ เนตรสิงห์, ชัยสิทธิ์ ทองจู และ รัฐชา ชัยชนะ. 2554. การใช้ประโยชน์ของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในดินชุดดินกำแพงแสน **วิทยาสารกำแพงแสน** 9 (3): 1-13.

ระพีพันธุ์ ภาสบุตร และ สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์. 2543. การใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซลในไร่นา. **วารสารเคหการเกษตร** 24 (9): 161-165.

รยากร นกแก้ว และ วิทยา ปั้นสุวรรณ 2552. **การวิเคราะห์สารฟอร์โบลเอสเทอร์ที่ตกค้างในดินและพืชผักโดยการใช้กากสบู่ดำเป็นปุ๋ย**แหล่งที่มา http://www.scisoc.or.th.stt/35/sec_j/paper/STT35_J_J0006.pdf, 2 สิงหาคม 2555.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรวัตร จินดาเจี่ย, สุนทร ดุริยะประพันธ์, สายันต์ ตันพานิช และวิเชียน ดวงสา. 2552. **ศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอนจากโรงงานผลิตผงชูรสและกากหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลทราย.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

วิทยา ปั้นสุวรรณ, รยากร นกแก้ว และพิลาณี ไวยถนอมสัตย์. 2551. **การกำจัดสารพิษฟอร์โบลเอสเทอร์ในน้ำมันและกากสบู่ดำ.** คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2531. **การประเมินประสิทธิภาพของอินทรียวัสดุเหลือใช้บางอย่างในการใช้เป็นปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว** วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไสว พงษ์เก่า. 2534. **พืชเศรษฐกิจ**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2552-2554.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

แอนนา สายมณีรัตน์, สุขุม โชติช่วงมณีรัตน์ และ พจนีย์ สุภามงคล. 2553. ผลการใช้กากเมล็ดสบู่ดำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อผลผลิตข้าวโพดหวาน*ใน* **การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยแม่บทข้าวโพดและข้าวฟ่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่4: เรื่องการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดและข้าวฟ่างเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Azmal, A.K.M., T. Marumoto, H. Shindo and M. Nishiyama. 1996. Mineralization and microbial biomass formation in upland soil amended with some tropical plant residues at different temperatures. **Soil Sci. Plant Nutr.** 42(3): 463-473.

Berendse, F. 1990. Organic matter accumulation and nitrogen mineralization during secondary succession in heath land ecosystems. **J. Ecol.** 78: 413-427.

Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59: 39-45.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

FAO Project Staff and Land Classification Division. 1973. **Soil interpretation handbook for Thailand.** Dept. of Land Development, Min. of Agri. and Coop., Bangkok.

Ongprasert, S. 1991. Utilization of waste material from soybean and peanut for soil improvement, *In* Dynamics and its control of soils in tropical monsoon regions. **Report of survey and research in Thailand.**

Pintukanok, A., M. Fukami and H. Wada. 1988. Organic waste materials in Thailand, *In* S.Vacharotayan, S. Panichsakpatana, C. Chanchareonsook and H.Wada (eds.). **Sustained soil fertility in a tropical region as affected by organic waste materials**. Kasetsart Univ. and Dep. Agr., Bangkok.

Pratt, P.F. 1965. Potassium. *In:* C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis. Part II. **Amer. Soc. of Agron**, Inc. Madison, Wisconsin.

Thongjoo, C., S. Miyagawa and N. Kawakubo. 2005. Effect of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. **Plant Prod.Sci.** 8(4): 475-481.

Walkley, A and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-38.

Washington State University. 2002. **An industry and market study on six plant products in Southern Africa: Jatropha or physic nut.** Available source: http:// oregonstate.edu/international/outreach/rlc/resources/Jatropha/pdf, October 1, 2012.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวกัญณัฏฐ์ ภรณ์สิริภัสร์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่28 เมษายน พ.ศ. 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานทางวิชาการ	ผลของปุ๋ยหมักกากสบู่ดำต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์น. 1235-1247. *ใน* การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่9 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์