



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน

ปฐพีวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมกับเถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต
ของมันสำปะหลัง

Effects of by-Product of Monosodium Glutamate (ami-ami) Mixing with Fly Ash
on Growth and Yield of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)

นามผู้วิจัย นายธีรยุทธ กล้าชื่น

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ศุภชัย อำคา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑามาศ ร่มแก้ว, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วัน เดือน พ.ศ.

สืบสังจิ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจี๊ด้าลอยต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของมันสำปะหลัง

Effects of by-Product of Monosodium Glutamate (ami-ami) Mixing with Fly Ash
on Growth and Yield of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)

โดย

นายธีรยุทธ กล้าชื่น

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน)

พ.ศ. 2556

ธีรยุทธ คล้าชื่น 2556: ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจี๋เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D. 69 หน้า

ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจี๋เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ผลการทดลอง พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ นอกจากนี้ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจี๋เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสด และเปอร์เซ็นต์แป้งน้อยที่สุด

ภายหลังการทดลอง พบว่า ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งคำรับควบคุม (control) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินดังนี้ คือ ค่า pH อยู่ในระดับเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย ค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงระดับค่อนข้างต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินใกล้เคียงกัน (44.69-49.33 mg/kg) ส่วนคำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด (40.36 mg/kg)

Teerayut Klumchaunt 2013: Effects of by-Product of Monosodium Glutamate (ami-ami)

Mixing with Fly Ash on Growth and Yield of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)

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. 69 pages.

The aim of this study was to investigate the effects of by-product of monosodium glutamate (ami-ami) mixing with fly ash on growth and yield components of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) var. Huay Bong 60. Experimental design was randomized complete block (RCBD). The study revealed that the application of ami-ami and fly ash mixture of 1,000 kg/rai in combination with chemical fertilizers equivalent to 1,000 kg/rai of the mixture effected on the highest of plant height, branch/plant, fresh root yields, root/plant, weight/root, concentrations of N, P and K in root yields of cassava, which was not different from the applications of chemical fertilizers equivalent to 2,000 kg/rai of the mixture. Further, it was found that all treatments that applied chemical fertilizers or ami-ami and fly ash mixture both single use or in combination with chemical fertilizers effected on starch contents nearly the same, and significantly different when comparing with the control treatment that effected on the lowest of plant height, branch/plant, fresh root yields, root/plant, weight/root, concentrations of N, P and K in root yields and starch contents of cassava.

After experiment, it was found that all treatments that applied chemical fertilizers or ami-ami and fly ash mixture 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 neutral to slightly alkaline; b) the electrical conductivity (EC_e) of soil was non-saline; c) the organic matter of soil was low to moderate low; d) the available P of soil was very high; e) the exchangeable K of soil was low to moderate; and f) the exchangeable Ca and Mg of soil were high. Further, it was found that all treatments that applied chemical fertilizers or ami-ami and fly ash mixture both single use or in combination with chemical fertilizers effected on the exchangeable Na of soil nearly the same (44.69-49.33 mg/kg). While the control treatment effected on the lowest of the exchangeable Na of soil (40.36 mg/kg).

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยสิทธิ์ ทองจู อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.ศุภชัย อำคา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จุฑามาศ ร่มแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ช่วยให้คำแนะนำ คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็น เรื่องการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ และอื่นๆ อีกมากมาย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ให้กับข้าพเจ้าเป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.นภาพร พันธุ์กมลศิลป์ ประธาน การสอบ และอาจารย์ ดร.วิสุทธิ วีรสาร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาวิชาการระหว่าง บริษัท เพชรสยาม พี อี โพน จำกัด และ สถาบันกัณควาและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านเงินทุนวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ออรัญ และคุณแม่สุนิสา คล้าชื่น พร้อมด้วย นางสาวจันทิมา คล้าชื่น และนางอุดม เพื่องสุวรรณ ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำ วิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วย

ธีรยุทธ คล้าชื่น
มีนาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	29
ผลและวิจารณ์	36
สรุปผลการทดลอง	58
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	60
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และปริมาณเศษเหลือของพืชบางชนิด ในปีการเพาะปลูก 2554	8
2	จำนวนสัตว์ และปริมาณมูลสัตว์บางชนิด ในปีการเพาะปลูก 2554	9
3	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละชนิดในประเทศไทย	10
4	สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินก่อนการทดลอง	26
5	สมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุเหลือใช้ที่ทำการทดลอง	27
6	รายละเอียดการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และซีเมนต์ลอย	31
7	ความสูงต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุต่างๆ	37
8	จำนวนกิ่งต่อต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุต่างๆ	38
9	ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุต่างๆ	39
10	น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน	40
11	ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น และน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน	44
12	ความกว้างของหัว ความยาวของหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน	45
13	ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน	46
14	ปริมาณความเข้มข้นธาตุอาหารในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน	49
15	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC _e) และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ของดิน ภายหลังการปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี	52
16	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ของดิน ภายหลังการปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ของดิน ภายหลังการปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี	56
18	ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Na) ของดิน ภายหลังการปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี	57

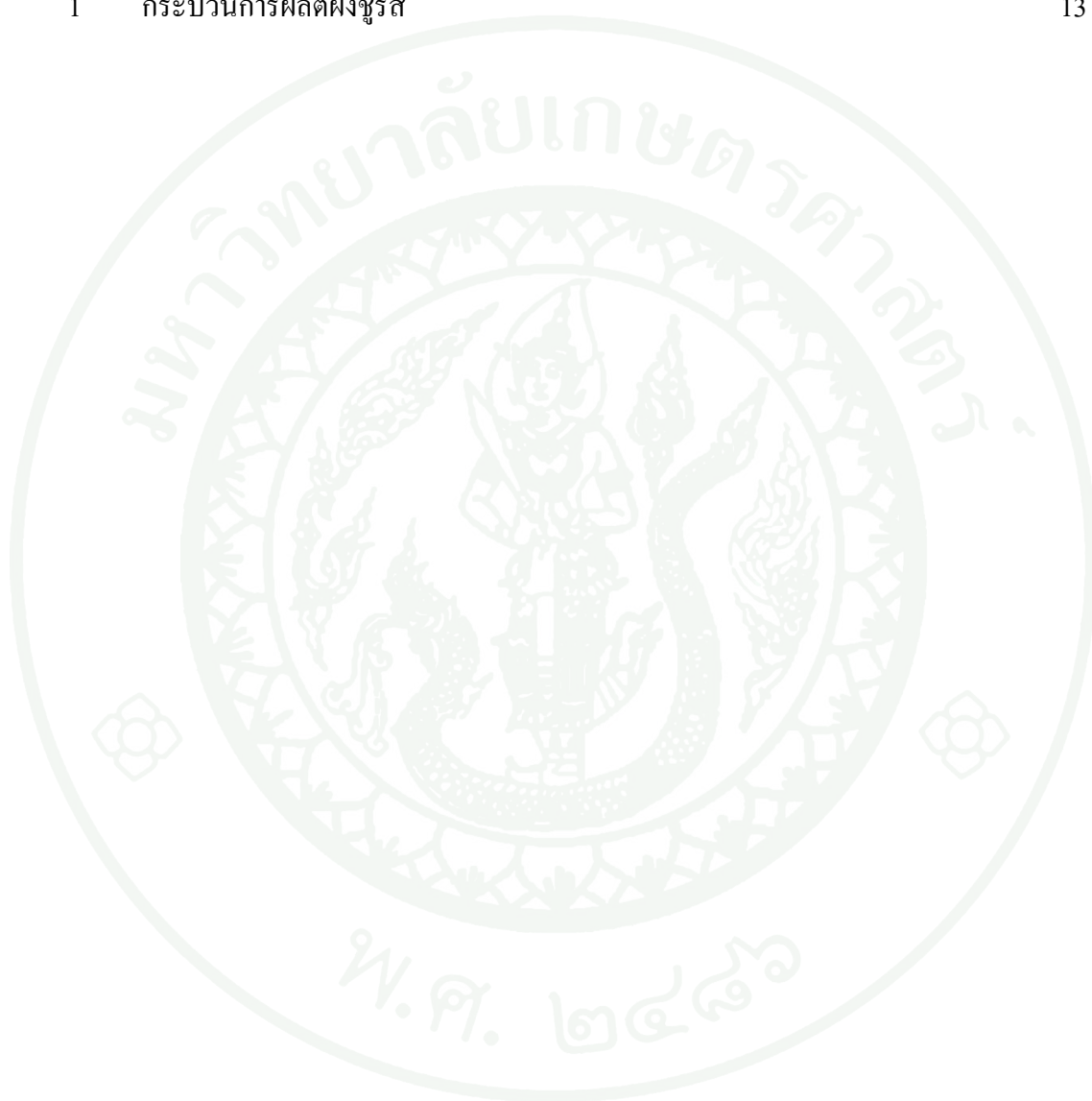
สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1 กระบวนการผลิตผงชูรส

13



**ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของมันสำปะหลัง**

**Effects of by-Product of Monosodium Glutamate (ami-ami) Mixing with
Fly Ash on Growth and Yield of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)**

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างมากในประเทศไทย โดยมีความสำคัญรองจากข้าว ยางพารา และอ้อย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) ประมาณการว่าในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังประมาณ 7.10 ล้านไร่ ผลผลิตหัวสด 21.91 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 3.09 ตัน/ไร่ ปัจจุบันมันสำปะหลังได้ขยายพื้นที่ปลูกเกือบทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากการขยายตัวของการส่งออกเพื่อเป็นอาหารสัตว์ในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป และการเปิดตลาดกับประเทศจีนซึ่งเป็นสมาชิกองค์การการค้าโลก ทำให้มีโอกาขยายการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไปยังจีนได้มากขึ้น นอกจากนี้ รัฐบาลไทยได้อนุมัติและสนับสนุนการสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิง ส่งผลให้ความต้องการผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

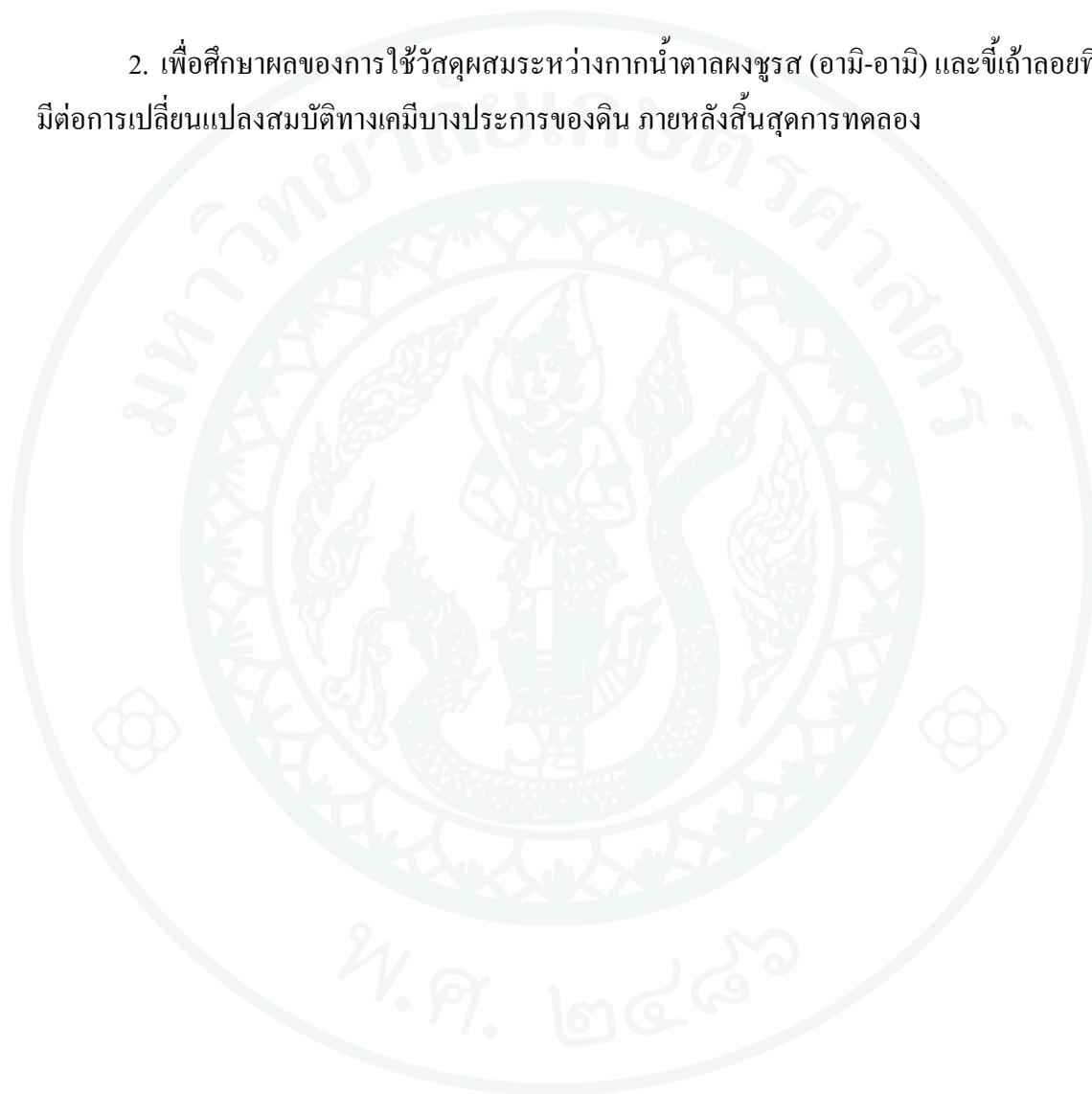
โรงงานอุตสาหกรรมโดยมากมักมีวัสดุเหลือใช้เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก เช่น กากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย เปลือกไม้ และขี้เถ้าลอยจากโรงงานอุตสาหกรรมเชื้อกระดาษ และกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) จากโรงงานผลิตผงชูรส โดยวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ (recycle) ก่อนข้างน้อย จึงมักถูกทิ้งไว้ในแหล่งผลิตหรือบริเวณข้างเคียง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al.*, 2005) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) จากโรงงานผลิตผงชูรส และขี้เถ้าลอยจากโรงงานอุตสาหกรรมเชื้อกระดาษมาศึกษาสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ย หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาจากผลของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลัง ใน

บริเวณใกล้เคียงกับแหล่งของวัสดุเหลือใช้ อีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะที่อาจเกิดจากวัสดุเหลือใช้
ดังกล่าวในระยะยาวได้อีกด้วย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และจี๊ด้าลอยที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และจี๊ด้าลอยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง



การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) จัดอยู่ในวงศ์ Euphobiaceae เป็นไม้พุ่มที่มีอายุอยู่ได้หลายปี (shrubby perennial crop) ความสูงของต้นมันสำปะหลังจะแตกต่างกันตามพันธุ์ และสภาพแวดล้อม ใบมันสำปะหลังเป็นแบบ simple leaf แผ่นใบ (lamina) ประกอบด้วยแฉกใบ (lobe) ลึกแบบรูปมือ (palmate) ตามปกติมีใบ 3-9 ใบ แฉกใบที่อยู่ใกล้ช่อดอกมีขนาดเล็กและมีจำนวนน้อย มีเพียง 1-3 แฉก รูปร่างของแฉกใบจะแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีทั้งดอกตัวผู้ (staminate flower) และดอกตัวเมีย (pistillate flower) เรียกว่า monoecious plant อยู่กันคนละดอก แต่อยู่ในช่อดอกเดียวกัน ช่อดอกเป็นแบบ panicle ช่อดอกเกิดที่จุดที่แตกกิ่งที่ยอดของต้น (apical branch) ดังนั้น พันธุ์ที่ไม่แตกกิ่งจึงไม่มีช่อดอก ส่วนผลของมันสำปะหลังเป็นแบบ capsule มันสำปะหลังมีระบบรากแบบ adventitious root คือ มีรากจริง (true หรือ wiry roots) และรากสะสม (modified หรือ storage roots) รากจริงจะเจริญเติบโตไปทางด้านลึกมากกว่าด้านข้าง ทำหน้าที่เป็นรากยึดเหนี่ยวและหาอาหารให้แก่ต้น ส่วนรากสะสมจะเจริญเติบโตไปทางด้านข้างรอบๆ ต้น (โสภณ, 2526; Alfredo Augusto Cunha Alves, 2002) มันสำปะหลังเป็นพืชที่เก็บสะสมอาหารในรูปของคาร์โบไฮเดรตหรือแป้งไว้ในราก โดยทั่วไปหัวมันสำปะหลังที่มีอายุ 12 เดือนที่ได้รับปริมาณน้ำฝนเพียงพอและไม่มีฝนตกชุกขณะเก็บเกี่ยว จะมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแป้งถึงร้อยละ 70-80 ดังนั้น มันสำปะหลังจึงเป็นพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานแก่คนและสัตว์ได้ดีที่สุด

มันสำปะหลังเป็นพืชหัวที่มีแหล่งกำเนิดอยู่ในเขตประเทศละตินอเมริกา เป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตคาร์โบไฮเดรตสำหรับประชากรโลกในเขตร้อน (Kawano, 1980) บริเวณที่ปลูกมันสำปะหลังจะอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 30 องศาเหนือ ถึง 30 องศาใต้ แต่บริเวณที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนมากมักอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศาเหนือ ถึง 15 องศาใต้ (Cock and Rosas, 1975) มันสำปะหลังสามารถขึ้นได้ดีในดินทั่วไป แม้ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำที่ไม่สามารถปลูกพืชอื่นได้ มีความทนทานต่อสภาพดินที่เป็นกรดและด่างได้ดี (Rogers and Appan, 1971; Putthacharoen *et al.*, 1998) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของมันสำปะหลังอยู่ระหว่าง 25-29 องศาเซลเซียส (Onwueme, 1978; Alves, 2002) แต่สามารถเจริญเติบโตได้ดีระหว่างอุณหภูมิ 16-38 องศาเซลเซียส (Cock, 1984) ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายตัวของปริมาณฝนดี นอกจากนี้ มันสำปะหลังยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีตั้งแต่

ระดับน้ำทะเลถึงระดับความสูง 2,300 เมตร (Onwueme, 1978; Alves, 2002) สำหรับประเทศไทย มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากในลำดับต้นๆ และถือเป็นประเทศที่สามารถส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก ซึ่งตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศในปี 2550/2551 ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมันสำปะหลังเป็นพืชทดแทนพลังงานเพื่อผลิตเอทานอล โดยไม่มีนโยบายเพิ่มพื้นที่การผลิต แต่ส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตหัวสดต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด และในทุกภาคของประเทศ ตั้งแต่ดินเหนียวจนถึงดินเหนียว ปฏิกิริยาของดินตั้งแต่กรดจัดถึงด่างปานกลาง (pH 4.5-8.0) สามารถปลูกได้ทั้งในดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำจนถึงระดับสูง แต่ดินที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลัง คือ ดินที่มีเนื้อหยาบ ตั้งแต่ดินร่วนปนทรายจนถึงดินเหนียวร่วนปนทราย เพราะสามารถระบายน้ำได้ดี มีปฏิกิริยาของดินเป็นกรดถึงเป็นกลาง (pH 5.0-7.0) หน้าดินมีความลึกตั้งแต่ 50 เซนติเมตรขึ้นไป (ชาญ และ โชติ, 2537) พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก คิดเป็นพื้นที่ปลูกถึงร้อยละ 88 ของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั่วประเทศ ลักษณะดินที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย

2. ธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับมันสำปะหลัง

จากการวิเคราะห์ส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง เช่น ต้น ใบ และหัว พบว่า มันสำปะหลังดูดใช้ธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากกว่าฟอสฟอรัส ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า มันสำปะหลังดูดใช้ในไนโตรเจนเพื่อการเจริญเติบโตในส่วนเหนือดิน และดูดใช้โพแทสเซียมเพื่อการสะสมแป้งในหัวใต้ผิวดิน (Hagens and Sittibusaya, 1990) นอกจากนี้ ปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลังขณะเก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือน พบว่า มันสำปะหลังใช้ธาตุอาหารไนโตรเจน และโพแทสเซียมสูงถึง 15.2 และ 12.4 กิโลกรัมไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่ใช้ธาตุฟอสฟอรัสเพียง 3.6 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่ (โชติ และคณะ, 2529) กอบเกียรติ และคณะ (2549) รายงานว่า มันสำปะหลังมีการดูดใช้โพแทสเซียมในส่วนของต้น ใบ และหัวสูงสุดรวมเฉลี่ย 11.7 กิโลกรัมโพแทสเซียมต่อไร่ มีการดูดใช้ในไนโตรเจนและฟอสฟอรัสรองลงมาเฉลี่ยเท่ากับ 9.6 และ 3.9 กิโลกรัมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่อไร่ ตามลำดับ โดยปริมาณไนโตรเจนจะสะสมในส่วนต้นและใบ 5.7 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ มากกว่าในส่วนของหัวซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.9 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ สำหรับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจะสะสมอยู่ใน

ส่วนหัวของมันสำปะหลังเฉลี่ย 2.3 และ 8.6 กิโลกรัมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อไร่ ตามลำดับ โดยการสะสมจะมากกว่าในส่วนของต้นและใบซึ่งเฉลี่ยเท่ากับ 1.6 และ 3.1 กิโลกรัมฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่อไร่ ตามลำดับ

ในโตรเจน เป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ในพืช ดังนั้น เมื่อมันสำปะหลังแสดงอาการขาดธาตุนี้ ในโตรเจนจากส่วนของใบล่างจะถูกเคลื่อนย้ายไปเลี้ยงส่วนยอดหรือส่วนอ่อนของต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; ชาญ และ โชติ, 2537) การใส่ปุ๋ยในโตรเจนจะให้ผลตอบแทนอย่างเด่นชัด ทั้งในด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของหัวสด โดยจะเพิ่มขึ้นในดินแทบทุกชนิด โชติ และคณะ (2519) พบว่า อัตราปุ๋ยในโตรเจนที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 8 ถึง 16 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ แต่ผลผลิตตอบสนองที่ได้รับจะมาน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และการกระจายตัวของฝนอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม เมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนในดินชุดสัดหีบในอัตราสูงเกินไป (32 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่) จะมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันลดลงจาก 26.4 เป็น 20.9 เปอร์เซ็นต์ (โชติ และคณะ, 2522)

ฟอสฟอรัส แม้ว่ามันสำปะหลังจะมีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสในปริมาณที่น้อยกว่าธาตุในโตรเจนและโพแทสเซียม แต่ธาตุฟอสฟอรัสก็มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิตที่สำคัญอย่างยิ่ง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมักขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) กล่าวคือ ถ้าดินมี pH ต่ำกว่า 5.5 ฟอสเฟตจะถูกตรึงโดยธาตุเหล็ก (Fe-P) และอะลูมิเนียม (Al-P) ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง ขณะเดียวกัน ถ้า pH ของดินมากกว่า 7 ฟอสเฟตจะถูกตรึงโดยธาตุแคลเซียม (Ca-P) ซึ่งมีผลให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลงเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ฟอสฟอรัสจะเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุดในช่วง pH 6-7 (ชาญ และ โชติ, 2537; Howeler, 2002) นอกจากนี้ โชติ และคณะ (2522) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8-16 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ก็เพียงพอสำหรับการยกระดับผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกในดินร่วนทรายได้

โพแทสเซียม มีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตจากส่วนใบและต้นไปยังราก พบว่า ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของธาตุโพแทสเซียมที่ดูดจากดินจะสะสมอยู่ในหัว หากดินที่ใช้เพาะปลูกเป็นดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำ เมื่อปลูกมันสำปะหลังติดต่อกัน อาจมีผลให้ธาตุโพแทสเซียมในดินไม่เพียงพอ (ชาญ และคณะ, 2537) โชติ และคณะ (2529) ทดลองการใส่ปุ๋ยเคมีกับมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินยโสธรติดต่อกัน 9 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ย N-P-K อย่างครบถ้วน มีผลให้มันสำปะหลังได้ผลผลิต 3.42 ตันต่อไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ย N-K และ N-P จะได้ผลผลิต 2.97 และ 1.95

ต้นทุนไร่ ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความรุนแรงของการขาดธาตุโพแทสเซียม ที่ส่งผลให้ผลผลิตของหัวมันสำปะหลังลดต่ำลงอย่างชัดเจน

3. ที่มาและปริมาณของวัสดุเหลือใช้ในประเทศไทย

วัสดุเหลือใช้ในประเทศไทยสามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ก) วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (agricultural wastes) ซึ่งประกอบด้วยเศษซากพืชจากไร่นา และสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ชนิดต่างๆ และ ข) วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial wastes) ซึ่งประกอบด้วยเศษพืชซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือเศษพืชที่เหลือภายหลังกระบวนการผลิต เช่น กากตะกอนอ้อย กากตะกอนหม้อกรอง กากสะพาน กากตะกอนน้ำเสีย อีเอ็มส ขี้เถ้าลอย กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) กากตะกอนยีสต์ เป็นต้น จากการประมาณและการสำรวจ พบว่าปริมาณของวัสดุเหลือใช้แต่ละประเภทมีดังนี้

3.1 ปริมาณเศษพืชจากไร่นา

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) รายงานว่า ในปีเพาะปลูก 2554 มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีและนาปรังทั้งหมดประมาณ 78.64 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 31.05 ล้านตัน/ปี มีปริมาณเศษพืชเหลือทั้งหมดประมาณ 53.70 ล้านตัน/ปี อ้อยมีพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น 8.08 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 101.37 ล้านตัน/ปี มีเศษเหลือทั้งหมดประมาณ 4.06 ล้านตัน/ปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น 7.03 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 4.61 ล้านตัน/ปี มีเศษเหลือทั้งหมดประมาณ 1.60 ล้านตัน/ปี มันสำปะหลังมีพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น 7.10 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 21.91 ล้านตัน/ปี มีเศษเหลือทั้งหมดประมาณ 8.76 ล้านตัน/ปี และปาล์มน้ำมันมีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 3.75 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 9.88 ล้านตัน/ปี มีปริมาณเศษเหลือทั้งหมดประมาณ 4.54 ล้านตัน/ปี (ตารางที่ 1) ซึ่งรวมกันแล้วมีเศษพืชจากไร่นาประมาณ 72.67 ล้านตัน โดยปริมาณเศษพืชนับล้านตันเหล่านี้ มีส่วนน้อยเท่านั้นที่จะถูกนำกลับไปใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมัก เลี้ยงสัตว์ หรือนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยมากยังคงถูกปล่อยทิ้งไว้หรือไม่ก็ถูกเผาทิ้งในไร่นา (Ongprasert, 1991)

3.2 ปริมาณสิ่งจับได้จากสัตว์

จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) ประเมินการว่ามีสิ่งจับได้ของ กระบือ โค สุกร และสัตว์ปีก ในปีการเพาะปลูก 2554 รวมกันเป็นจำนวนมากกว่า 60 ล้านตัน/ปี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 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 คำนวณจากผลผลิตของพืชแต่ละชนิดโดยใช้สัดส่วนของผลผลิตต่อต่อซัง

ที่มา: คัดแปลงจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

ตารางที่ 2 จำนวนสัตว์ และปริมาณมูลสัตว์บางชนิด ในปีการเพาะปลูก 2554

ชนิดสัตว์	จำนวน (ตัว)	ปริมาณมูลสัตว์ (ตัน/ปี) ^๑
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 ^๑ คำนวณจากจำนวนตัวสัตว์โดยใช้ค่าประมาณมูลสัตว์ที่ขับถ่ายออกมาต่อตัวต่อปี

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

3.3 ปริมาณวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันการขยายตัวทางภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมแปรรูปทางการเกษตรมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากการสำรวจของ Pintukanok *et al.* (1988) พบว่า ปริมาณวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวจะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันตามชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละชนิดในประเทศไทย

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

ที่มา: คัดแปลงจากสุริยา (2531)

4. สมบัติบางประการของวัสดุเหลือใช้ที่ทำการศึกษา

วัสดุเหลือใช้แต่ละชนิดมีสมบัติและองค์ประกอบที่แตกต่างกันตามประเภท และขั้นตอนการผลิตของแต่ละโรงงาน ดังนั้น สิ่งสำคัญในการพิจารณานำวัสดุเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร คือ สมบัติทางเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของคุณค่าทางธาตุอาหารพืช และปริมาณโลหะหนัก (heavy metals) ที่มีอยู่ในวัสดุเหลือใช้ชนิดนั้นๆ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกวัสดุเหลือใช้ 2 ชนิดมาทำการศึกษา โดยจะกล่าวแยกดังนี้

4.1 กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) จากโรงงานผลิตผงชูรส

วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส ได้แก่ GML (glutamic mother liquor) ฮิวมัส (humus) และกากตะกอนน้ำเสีย (activated sludge) จากข้อมูลในตารางที่ 3 พบว่า โรงงานผงชูรสมีวัสดุเหลือใช้ไม่น้อยกว่า 50,000 ตัน/ปี โดยวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวหากมีการจัดการที่ดีและเหมาะสม

ก็สามารถนำมาปรับปรุงบำรุงดินได้ เนื่องจากวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวมีปริมาณธาตุอาหาร สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน บางชนิดมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาใช้ปรับปรุงดินได้โดยตรง แต่บางชนิดต้องปรับสภาพบางประการให้เหมาะสมเสียก่อนจึงจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การปรับ pH ให้เหมาะสม หรือการทำให้แห้ง เป็นต้น (ธงชัย, 2550) โดยมุกดา (2547) รายงานว่า GML เป็นของเหลวสีน้ำตาล มีสภาพเป็นกรดจัดมาก (pH 4) มีค่าอัตราส่วนของ C/N = 4 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P_2O_5) 0.62 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) 2.02 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคลอไรด์ 8.41 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโซเดียม 2.13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เป็นของแข็งอินทรีย์ 18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เป็นของแข็งอนินทรีย์ 17 เปอร์เซ็นต์ ความถ่วงจำเพาะ 1.23 (ที่ 32.5 องศาเซลเซียส) ต่อเมื่อนำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มจะมีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาล มีน้ำหนักเบา และหากได้รับการปรับ pH ให้เท่ากับ 6 ก็จะเรียกว่ากากน้ำตาลผงขุรส หรืออามิ-อามิ

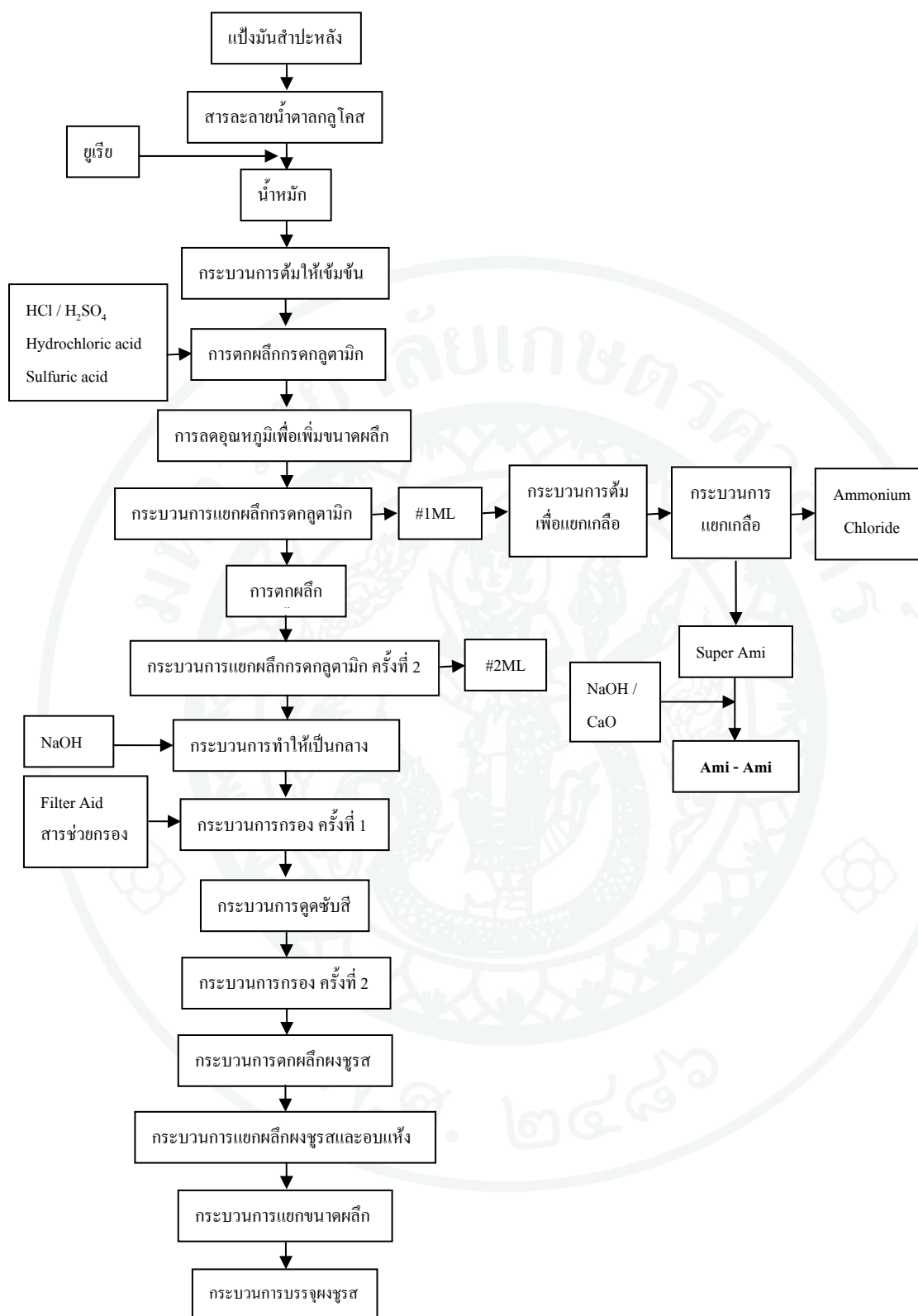
จากการศึกษาของสุภาพร และคณะ (2540) พบว่า ปริมาณธาตุอาหารของกากน้ำตาลผงขุรสมีปริมาณไนโตรเจนสูงถึง 5.27 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส 0.37 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียม 1.01 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 6.2 และค่าการนำไฟฟ้า 98 dS/m นอกจากนี้ยังพบธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียมและแมกนีเซียม 4.27 และ 0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่พบคลอรีนและโซเดียม การผลิตผงขุรสจะใช้แป้งมันสำปะหลังในกระบวนการผลิต มีการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ในบางขั้นตอนของการผลิต ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดหากมีการนำกากน้ำตาลผงขุรสมาใช้ทางการเกษตร นั่นคือ อาจมีปริมาณโซเดียมตกค้างในดินได้ หากมีการใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน สำหรับกระบวนการผลิตผงขุรสได้แสดงไว้ในภาพที่ 1

4.2 จี๊ถั่วลลวย (fly ash)

จี๊ถั่วลลวย เป็นเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ของถ่านหินลิกไนต์ โดยเถ้าจะถูกแยกออกจากลมร้อนที่พัดออกไปสู่ปล่องควัน และถูกจับไว้ที่เครื่องตกตะกอนโดยใช้ไฟฟ้า (electrostatic precipitator) แล้วถูกรวบรวมไว้ในที่เก็บจี๊ถั่ว (ash hopper) ปริมาณของจี๊ถั่วลลวยที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านลิกไนต์มีประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักถ่านหินที่เผา จี๊ถั่วลลวยที่ออกจากเตาใหม่นั้นจะมีสีเทาอมแดง เมื่อปล่อยให้เย็นลงจะมีสีเทาเข้มขึ้น สีของถ่านหินจะขึ้นอยู่กับปริมาณเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) และปริมาณของคาร์บอนที่มีอยู่ในถ่านหิน จากการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของจี๊ถั่วลลวย พบว่า รูปร่างของจี๊ถั่วลลวยมีลักษณะค่อนข้างกลมหรือกลม มีขนาดตั้งแต่ 0.03

ถึง 0.42 มิลลิเมตร ค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 2.23 ถึง 2.48 (วิจิตอัจนรา และคณะ, 2536) ส่วนปริมาณธาตุอาหารของซีเมนต์พบว่ามีธาตุแคลเซียม (Ca) มากที่สุดประมาณร้อยละ 15.6 รองลงมา ได้แก่ ซิลิกอน (Si) และอลูมิเนียม (Al) ประมาณร้อยละ 10.5 และ 6.13 ตามลำดับ และสารประกอบที่ทำให้เกิดสภาพต่างของซีเมนต์ ได้แก่ CaO , K_2O และ MgO (สุวิชา, 2546)





ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตผงชูรส

ที่มา: บริษัท อายิโนะโมะไต่ จำกัด (ม.ป.ป.)

5. ผลของวัสดุเหลือใช้ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

การนำวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์ในแง่ปุ๋ย มีรายงานการทดลองที่ยืนยันความเป็นประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

อรรวรรณ และคณะ (2549) ทดลองใช้เถ้าลอยลิกไนต์เพื่อปรับปรุงคุณภาพและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัด พบว่า การใช้เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ ส่งผลให้เมล็ดข้าวกลี้ยงมีขนาดความยาวของเมล็ดชั้น 1 (ค่ามาตรฐานความยาวเมล็ดชั้น 1 มากกว่า 7.0 มม.) ส่วนคุณภาพทางเคมีเชิงพาณิชย์ พบว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งปริมาณอะมิโลส ค่าคงตัวแป้งสุก และค่าการสลายตัวในค้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยส่งผลให้ข้าวมีความเหนียวนุ่มมากขึ้นเมื่อหุงสุก และมีแนวโน้มในการใช้เวลาในการหุงต้มที่น้อยลง นอกจากนี้ การใส่เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 20 กก./ไร่ และ 46-0-0 อัตรา 10 กก./ไร่ มีผลทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกมากที่สุด (690.71 กก./ไร่)

ธนุชัย (2550) ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในชุดดินไทรงามเป็นเวลา 2 ปี พบว่า การปลูกปีที่ 2 การใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ร่วมกับกากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 150 ลิตร/ไร่ ให้ผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 600 ลิตร/ไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศศิธร และคณะ (2552) ศึกษาวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตกล้าพืช โดยนำวัสดุเหลือใช้ 5 ชนิด ได้แก่ กากตะกอนเยื่อกระดาษ (AS) ขุยมะพร้าว (CD) ถ่านแกลบ (RCC) จีเถ้าลอย (FA) และกากตะกอนอ้อย (FC) มาผสมเป็นวัสดุเพาะกล้าสูตรต่างๆ เพื่อใช้เป็นวัสดุเพาะกล้าสำหรับดาวเรือง โหระพา และมะเขือเทศ พบว่า วัสดุเพาะกล้าสูตรที่ 3 (AS : CD : RCC : FA : FC เท่ากับ 40 : 30 : 5 : 5 : 20 % โดยปริมาตร) สูตรที่ 4 (AS : CD : RCC : FC เท่ากับ 50 : 30 : 10 : 10 % โดยปริมาตร) สูตรที่ 7 (AS : CD : RCC : FC เท่ากับ 60 : 20 : 10 : 10 % โดยปริมาตร) สูตรที่ 8 (AS : CD : FA : FC เท่ากับ 60 : 20 : 5 : 15 % โดยปริมาตร) สูตรที่ 10 (AS : CD : RCC : FC เท่ากับ 70 : 20 : 5 : 5 % โดยปริมาตร) และสูตรที่ 11 (AS : CD : FA : FC เท่ากับ 70 : 20 : 5 : 5 % โดยปริมาตร) มีผลให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าแต่ละชนิดในภาพรวมที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก เช่น ความสูง จำนวนใบต่อต้น ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักแห้ง

ส่วนต้น และน้ำหนักแห้งส่วนราก ตลอดจนเปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นกล้าใกล้เคียงกัน และดีกว่าวัสดุเพาะกล้าพีทมอส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ธนัตศรี และคณะ (2552) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ต่อมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษ อัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในกากตะกอนเยื่อกระดาษ อัตรา 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 ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสต่ำที่สุด

ปาจริย์ และคณะ (2552) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ต่อองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ส่วนดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 และ 4 ตัน/ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 และ 4 ตัน/ไร่ หรือการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 1 และ 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 1 และ 2 ตัน/ไร่ มีผลต่อผลผลิตของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับดำรับควบคุม (control) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักใน

วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ส่วนดำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด

จันจิรา และคณะ (2552) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน จำนวน 3 ถูปลูก 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 ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำที่สุด

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 ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสต่ำที่สุด

จุฑามาศ และคณะ (2553) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ต่อองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยต่อปีที่ 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 ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิต จำนวนลำ ความยาวลำ น้ำหนักต่อลำ และน้ำหนักเศษเหลือ

ของอ้อยดำที่สุด นอกจากนี้ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมจีเฝ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ส่วนค่ารับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด

เขาวลักษณะ 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 มีผลให้ความยาวลำเส้นผ่านศูนย์กลางลำและน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด 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 ส่วนค่ารับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำเส้นผ่านศูนย์กลางลำ 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 มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักฟาง น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 500 ลิตร/ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 500 ลิตร/ไร่ ขณะที่ค่ารับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยและกากน้ำตาลผงชูรส) ให้ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักฟาง น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวต่ำที่สุด

ธนสมณท์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจี๋เถาลอย (1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ แปซิฟิก 999 พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอยอัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น ความสูงกอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบ ข้าวโพดโดยภาพรวมมากที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงกอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบ ข้าวโพดต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอยอัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและซัง น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดต่ำที่สุด

6. ผลของวัสดุเหลือใช้ต่อสมบัติของดิน

การใส่วัสดุเหลือใช้ลงไปในดินนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชแล้ว วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี และทางฟิสิกส์ของดินอีกด้วย ดังรายงานการศึกษาต่อไปนี้

จามีกร (2537) ทดลองใช้กากกะหล่ำ กากตะกอนน้ำเสีย ปุ๋ยหมักฟางข้าว และน้ำทิ้งจากการผลิตก๊าซชีวภาพกับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี พบว่า การใส่วัสดุเหลือใช้และปุ๋ยเคมีไม่มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้า ค่า pH ของดิน ปริมาณโซเดียม และโพแทสเซียมในดินแตกต่างกัน การใช้กากตะกอนน้ำเสียแบบใส่เดี่ยวยังมีผลให้ปริมาณแคลเซียมและ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวทั้งที่ใส่เดี่ยวและใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ชัยสิทธิ์ (2538) ศึกษาการใช้อินทรีย์วัตถุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยในโตรเจนสำหรับกวางตุ้ง และข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใช้อินทรีย์วัตถุเหลือใช้ทั้งที่ใส่เดี่ยวและใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินเพียงเล็กน้อย เช่น ค่า pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และทองแดง นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มให้สมบัติทางฟิสิกส์ของดินดีขึ้น เช่น ความหนาแน่นรวมของดินลดลง และปริมาณของเม็ดดินที่มีขนาดโตกว่า 0.25 มิลลิเมตรเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ชัย และคณะ (2543) รายงานว่าจีเถ้าลอยมีลักษณะเป็นสารปอซโซลาน (pozzolan) ตั้งคราห์ เมื่ออยู่ในสภาพแห้งจะมีลักษณะเป็นผงฝุ่น ไม่มีสมบัติเชื่อมเกาะกันระหว่างอนุภาคต่อเมื่อสัมผัสกับน้ำหรือความชื้นภายใต้สภาพอุณหภูมิปกติ จะสามารถทำปฏิกิริยากับปูนแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เกิดเป็นสารใหม่ที่มีสมบัติในการเชื่อมประสาน โดยจีเถ้าลอยอนุภาคหยาบจะมีพื้นที่ผิวจำเพาะน้อยและทำปฏิกิริยาปอซโซลานิก (pozzolanic) ได้ช้ากว่าจีเถ้าลอยอนุภาคละเอียด นอกจากนี้ จีเถ้าลอยอนุภาคหยาบจะมีโอกาสอุดช่องว่างเม็ดดิน (pore space) ได้น้อยกว่า จึงมีส่วนในการส่งเสริมให้สมบัติทางฟิสิกส์ของดินดีขึ้น

สันติ และคณะ (2543) รายงานการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรสเป็นปุ๋ยสำหรับข้าวโพดฝักอ่อนและถั่วเหลืองรับประทานฝักสดเป็นเวลา 3 ปี พบว่า ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยและวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส มีผลให้ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก อย่างไรก็ตาม ค่า EC_e ที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยและวัสดุเหลือใช้ทั้ง 3 ชนิด ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อนและถั่วเหลืองแต่อย่างใด

ดิสสพันธุ์ และชลวุฒิ (2544) รายงานการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรสเป็นปุ๋ยสำหรับข้าวโพด-ข้าวฟ่างเป็นเวลา 2 ปี พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินในคำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุเหลือใช้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในดินชุดลพบุรี และลดลงในชุดวังไฮ เมื่อเปรียบเทียบกับคำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยหรือคำรับควบคุม (control)

ธนุชัย (2550) รายงานการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการใส่กากน้ำตาลผงขุรส (อามิ-อามิ) เป็นปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังเป็นเวลา 2 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงขุรสทุกอัตรา มีผลให้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น ค่า pH ของดินลดลง ขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณโพแทสเซียม และปริมาณแมกนีเซียมในดินมีค่าไม่ต่างกันในทุกกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย โดยมีค่าลดลงภายหลังสิ้นสุดการปลูกมันสำปะหลังในปีที่ 2

ธนัตศรี (2552) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH ของดินสูงที่สุด การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ส่วนการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC, ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

ปาจริย์ (2552) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ส่วนการใส่วัสดุผสม

ระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอย อัตรา 2 ตัน/ไร่ นอกจากนี้ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณ แคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่าง กากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อ กระดาษและจีเฝ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความจุสนาม และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและจีเฝ้าลอย อัตรา 2 ตัน/ไร่ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็น ประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความ จุสนาม และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

เรวัตร และคณะ (2552) ศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอนโรงงานผลิตผงชูรส (GML) และกากตะกอนหมักกรองจากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย (FPC) โดยทดลองหมักปุ๋ยอินทรีย์ ทั้ง 5 ดำรับทดลอง คือ GML เพียงอย่างเดียว GML ผสม FPC สัดส่วน 3:1, 1:1 และ 1:3 โดย ปริมาตร และ FPC เพียงอย่างเดียว พบว่า ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 5 สูตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการ นำไฟฟ้า อัตราคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกสัปดาห์ โดยระยะเวลาที่ เหมาะสมในการหมักปุ๋ยอินทรีย์ของทุกดำรับทดลอง คือ สัปดาห์ที่ 4 ของการหมัก

กานต์ (2553) การศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพ ของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กาก ตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ของ กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH ของดินสูง ที่สุด การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของ กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ และการ

ใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ นอกจากนี้ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ส่วนการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลให้ค่าจุดเหี่ยวถาวรของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ขณะที่การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400 กก./ไร่ มีผลให้ค่าจุดเหี่ยวถาวรต่ำที่สุด ส่วนการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ขณะที่ค่ารับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

จุฑามาศ (2553) ศึกษาผลของวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอย (อัตรา 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยดอ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ส่วนการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุ

ผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 1 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 1 ตัน/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ได้รับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินต่ำที่สุด

จันจิรา (2553) ศึกษาผลของวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอย (อัตรา 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงด่างเล็กน้อย และมีค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ขณะที่การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ส่วนการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความหนาแน่นรวม ความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ดีที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ขณะที่ได้รับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

เขาวลัยลักษณ์ และคณะ (2554) ศึกษาผลของการใช้กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการปลูกอ้อยเป็นเวลา 1 ปี สามารถสรุปผลการทดลองโดยภาพรวมได้ดังนี้ คือ ค่า pH ของดินอยู่ในระดับกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ปริมาณ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลาง

ชัยสิทธิ์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวนาดำพันธุ์พิษณุโลก 2 พบว่า การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 250 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) เทียบเท่ากับกากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 250 ลิตร/ไร่ มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 500 ลิตร/ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 125 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากับกากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 125 ลิตร/ไร่ นอกจากนี้ การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 500 ลิตร/ไร่ มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่สกัดได้ของดินมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 250 ลิตร/ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 250 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากับกากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 250 ลิตร/ไร่

ธนสมณท์ (2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมซีเถ้าลอย (1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 999 พบว่า ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมซีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งคำรับควบคุม (control) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินดังนี้ คือ ค่า pH อยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างเล็กน้อย ค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและซีเถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและซีเถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและซีเถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและซีเถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ส่วนคำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด

Chang *et al.* (1977 และ 1989) รายงานว่า ถ้ำลอยลิกไนต์ เมื่อเติมหรือผสมคลุกเคล้าในดินทรายหรือดินเหนียว จะมีส่วนในการปรับสภาพเนื้อดิน (soil texture) ส่งผลให้โครงสร้างของดินดีขึ้นได้



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินก่อนการทดลอง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินก่อนการทดลอง

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้	ความหมาย
pH (1:1)	7.70	เป็นด่างเล็กน้อย
EC _e (dS/m)	0.56	ไม่เค็ม
Organic Matter (%) ^{1/}	0.82	ต่ำ
Available P (mg/kg) ^{2/}	47.00	สูงมาก
Exchangeable K (mg/kg) ^{3/}	60.18	ปานกลาง
Exchangeable Ca (mg/kg) ^{3/}	2,197.04	สูง
Exchangeable Mg (mg/kg) ^{3/}	128.32	สูง
Exchangeable Na (mg/kg)	51.63	-
Sand (%) ^{4/}	65.36	-
Silt (%) ^{4/}	19.53	-
Clay (%) ^{4/}	15.11	-
Texture ^{4/}	sandy loam	ร่วนปนทราย

หมายเหตุ ^{1/} = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934)

^{2/} = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

^{3/} = Extracted with NH₄OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)

^{4/} = Hydrometer method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554)

2. วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเชื้อกระดาษ ได้แก่ จี๊เถ้าลอย (fly ash) และวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส ได้แก่ กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) สำหรับการเตรียมวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๊เถ้าลอย (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ทำโดยตวงกากน้ำตาลผงชูรส 2,000 ลิตร และชั่งจี๊เถ้าลอย 2,000 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และหมักทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน จากนั้น ผึ่งให้แห้ง (air dry) บด และร่อนโดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 5 มิลลิเมตร (ชนสมนธ์ และคณะ, 2555) โดยมีค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุเหลือใช้แต่ละชนิด และวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๊เถ้าลอย ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุเหลือใช้ที่ทำการทดลอง

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้		
	กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ)	จี๊เถ้าลอย (fly ash)	วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๊เถ้าลอย (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก)
pH (3:50)	4.03	10.59	7.93
EC 1:10 (dS/m)	32.93	4.35	10.84
Organic matter (%)	17.56	4.11	6.49
Total N (%)	4.63	0.07	0.96
Total P ₂ O ₅ (%)	0.74	0.66	1.03
Total K ₂ O (%)	4.27	0.85	1.01
Total Ca (%)	0.02	5.52	1.46
Total Mg (%)	0.13	0.85	0.77
Total Na (%)	2.297	0.555	1.915

3. ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ใช้พันธุ์ห้วยบง 60

4. ปุ๋ยเคมี (inorganic fertilizer, IF) ที่ใช้ในการทดลอง

4.1 ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N)

4.2 ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46 %P₂O₅)

4.3 ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %K₂O)

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

6. อุปกรณ์สำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่ เหล็กง่ามสำหรับจับหัวมันสำปะหลัง มีด เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้งโดยใช้เครื่องชั่งแบบ Remain Scale เครื่องชั่งน้ำหนักพืชในสนาม ถุงพลาสติก และถุงกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่าง

7. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ พลั่วตักดินหรือขุดดิน (spades) ท่อเก็บตัวอย่างดิน (core sampling) 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 ± 0.001 กรัม

8.7 ตู้อบ (WTB Binder: EED 240 model)

9. อุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์ดินทางเคมีและกายภาพในห้องปฏิบัติการ

วิธีการ

ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (ามิ-ามิ) ผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2554-เดือนเมษายน พ.ศ. 2555

1. แผนการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ 7 ดำรับทดลอง โดยมีดำรับทดลองดังนี้

ดำรับทดลองที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอย (control)

ดำรับทดลองที่ 2 ใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀]

ดำรับทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [IF_{(ami-ami + fly ash)1000}]

ดำรับทดลองที่ 4 ใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₅₀₀+IF_{(ami-ami + fly ash)500}]

ดำรับทดลองที่ 5 ใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀]

ดำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่

$$[IF_{(ami-ami + fly ash)2000}]$$

ดำรับทดลองที่ 7 ใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่

$$[(ami-ami+fly ash)_{1000} + IF_{(ami-ami + fry ash)1000}]$$

2. ขนาดของแปลงทดลอง

พื้นที่ปลูกทั้งหมด 18 x 71 ตารางเมตร แบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 6 เมตร และยาว 9 เมตร จำนวน 5 แถว ใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ซึ่งมีความยาวของท่อนพันธุ์ประมาณ 20 ซม. ปักลงไปในดินให้มีระยะห่างระหว่างแถว 1 เมตร และระยะระหว่างต้น 1 เมตร ทำการเก็บเกี่ยวเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4 x 8 ตารางเมตร

3. การปลูก

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์ปรับพื้นที่ปลูกให้มีความสม่ำเสมอ จากนั้น ใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์หัวบง 60 ซึ่งมีความยาวของท่อนพันธุ์ประมาณ 20 เซนติเมตร ปักลงไปในดินให้มีระยะห่างระหว่างแถว 1 เมตร และระยะระหว่างต้น 1 เมตร โดยในแปลงย่อยแต่ละแปลงจะใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังจำนวน 50 ท่อน

4. การใส่ปุ๋ยเคมี

4.1 ดำรับทดลองที่ 3 และ 7 ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 9.60, 10.30 และ 10.10 กิโลกรัม N, P₂O₅ และ K₂O ต่อไร่ ตามลำดับ โดยทำการแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละดำรับทดลองที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก รายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 6

4.2 ดำรับทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ทรีปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 4.80, 5.15 และ 5.05 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่ดำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ทรีปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 19.20, 20.60 และ 20.20 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ โดยทำการแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละดำรับทดลองที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก รายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 6

5. การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอย

การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอย ใส่เพียงครั้งเดียว ที่อายุ 2 เดือน หลังปลูก จากนั้น ใช้จอบสับและคลุกเคล้าวัสดุผสมดังกล่าวให้เข้ากับดิน โดยดำรับทดลองที่ 2 และ 5 ใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยในอัตรา 1,000 และ 2,000 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนดำรับทดลองที่ 4 และ 7 ใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยในอัตรา 500 และ 1,000 กก./ไร่ ตามลำดับ โดยรายละเอียดการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยได้แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายละเอียดการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอย

ดำรับทดลอง	ปริมาณที่ใส่			
	วัสดุผสม ^{1/}	21-0-0 ^{2/}	0-46-0 ^{2/}	0-0-60 ^{2/}
T ₁ = Control	-	-	-	-
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	33.75	-	-	-
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	-	1,543	756	568
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami + fry ash)500}	16.88	771	378	284
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	67.50	-	-	-
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	-	3,086	1,512	1,136
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	33.75	1,543	756	568

หมายเหตุ ^{1/} = กิโลกรัม/แปลงย่อย

^{2/} = กรัม/แปลงย่อย

6. การเก็บข้อมูล

6.1 การเก็บข้อมูลของดิน

6.1.1 การศึกษาสมบัติของดินในแปลงทดลองก่อนปลูก

6.1.1.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

นำดินที่เก็บจากแปลงทดลอง ที่ระดับความลึก 0–30 เซนติเมตร ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้น บดให้ละเอียดและผสมคลุกเคล้าดินให้มีความสม่ำเสมอ นำดินส่วนหนึ่งมา ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 และ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

6.1.1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

6.1.1.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

6.1.1.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated extract) วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

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

6.1.1.2.4 Available P โดยวิธี Bray II ($0.1\text{ N HCl} + 0.03\text{ N NH}_4\text{F}$) แล้วนำไปวัดค่า absorbance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

6.1.1.2.5 Exchangeable K, Ca, Mg และ Na สกัดดินด้วยสารละลาย 1N. $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ pH 7 แล้วนำไปวัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทักษิณีย์ และจงรักษ์, 2542)

6.1.1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูก จากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดิน (% sand, % silt, % clay) ซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี Hydrometer (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554)

6.1.2 การศึกษาสมบัติของดินในแปลงทดลองหลังการเก็บเกี่ยว

วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ตามที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 6.1.1

6.2 การเก็บข้อมูลของวัสดุเหลือใช้สำหรับการทดลอง

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุเหลือใช้แต่ละชนิดก่อนการทดลอง และวัสดุผสม ระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และน้ำเกลือ (อัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ดังนี้

6.2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุผสมต่อน้ำ เท่ากับ 3:50

6.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุผสม โดยใช้อัตราส่วนระหว่างวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุผสมต่อน้ำ เท่ากับ 1:10 จากนั้น วัดด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทักษิณีย์ และจงรักษ์, 2542)

6.2.3 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ โซเดียมทั้งหมด โดยการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลาย digestion mixture ($\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Se}$ mixture) แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนโดยการกลั่นด้วยอุปกรณ์ (N-determination apparatus) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธีการเทียบสี (colorimetric method) และวัดปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมทั้งหมด ด้วยเครื่อง Atomic Absorption spectrophotometer (ทักษิณีย์ และจงรักษ์, 2542)

6.3 ข้อมูลพืช

6.3.1 ข้อมูลการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือน โดยข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) โดยวัดตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากยอด จำนวน 15 ใบต่อต้น ด้วยเครื่อง Chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) สำหรับน้ำหนักสดของต้นส่วนเหนือดินดำเนินการเก็บข้อมูลที่อายุ 12 เดือน

6.3.2 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในหัวมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามที่ได้อธิบายไว้โดยทศนีย์ และจรัญ (2542) ดังนี้

ก. การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ใช้วิธีของ Micro Kjeldahl

ข. การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส ใช้เครื่อง Spectrophotometer

ค. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม ใช้เครื่อง Atomic Absorption /Flame Emission Spectrophotometer

6.3.3 ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือน โดยข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ น้ำหนักสดของหัว จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว เส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งของหัวสด

6.3.4 ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) ที่อายุ 12 เดือน โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\text{harvest index} = \frac{\text{นน. ผลผลิตหัวสด}}{\text{นน. ผลผลิตหัวสด} + \text{นน. เหนือดิน (ได้แก่ นน. ส่วนใบ ลำต้น และเหง้า)}}$$

หมายเหตุ การเก็บข้อมูลมันสำปะหลังในแต่ละแปลงย่อย กระทำโดยการสุ่มต้นมันสำปะหลังจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

8. สถานที่ทำการทดลอง

1. แปลงทดลองและวิจัยของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
3. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินทางฟิสิกส์ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และจี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง ในช่วงเดือน พฤษภาคม พ.ศ.2554-เดือนเมษายน พ.ศ. 2555 ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

1.1 ความสูงต้น

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกค่ารับ ทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังใกล้เคียงกันในช่วง 100.17-112.43 ซม. (ยกเว้น การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀]) ส่วนที่อายุ 6 และ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀+IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังโดยภาพรวมไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [IF_{(ami-ami + fly ash)2000}] ส่วนที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀+IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] มีผลให้ความสูงต้นของมันสำปะหลังมากที่สุด (262.17 ซม.) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [IF_{(ami-ami + fly ash)2000}] ขณะที่ค่าควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้นของต้นมันสำปะหลังต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ตารางที่ 7 ความสูงต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุต่างๆ

คำรับทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)			
	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
T ₁ = Control	77.53 ^c	121.17 ^d	148.50 ^e	168.33 ^d
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	96.10 ^b	143.57 ^c	162.17 ^{de}	202.50 ^c
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	100.17 ^{ab}	146.50 ^c	181.50 ^{cd}	202.83 ^c
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	103.80 ^{ab}	152.50 ^c	188.67 ^c	208.33 ^{bc}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	105.30 ^{ab}	163.17 ^{bc}	203.33 ^{bc}	227.17 ^{bc}
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	107.10 ^{ab}	176.67 ^{ab}	214.83 ^{ab}	232.33 ^b
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	112.43 ^a	187.00 ^a	229.00 ^a	262.17 ^a
F-test	*	**	**	**
CV (%)	9.43	13.47	14.28	12.52

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

1.2 จำนวนกิ่งต่อต้น

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวนั้น มีผลให้จำนวนกิ่งต่อต้นของมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวนั้น มีผลให้จำนวนกิ่งต่อต้นของมันสำปะหลังใกล้เคียงกันในช่วง 3.00-3.73 กิ่ง (ยกเว้น การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀] และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [IF_{(ami-ami + fly ash)1000}]) ส่วนที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly

ash)₁₀₀₀ + IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] มีผลให้จำนวนกึ่งต่อต้นของมันสำปะหลังมากที่สุด (3.85 กิ่ง) ส่วนที่อายุ 9 และ 12 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀ + IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] มีผลให้จำนวนกึ่งต่อต้นของมันสำปะหลังไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [IF_{(ami-ami + fly ash)2000}] และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀] ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนกึ่งต่อต้นของต้นมันสำปะหลังต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ตารางที่ 8 จำนวนกึ่งต่อต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุต่างๆ

ดำรับทดลอง	จำนวนกึ่งต่อต้น			
	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
T ₁ = Control	1.97 ^c	2.03 ^c	2.22 ^d	2.30 ^c
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	2.73 ^b	2.85 ^d	3.41 ^c	3.46 ^d
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	2.90 ^b	3.11 ^{cd}	3.50 ^c	3.62 ^d
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	3.00 ^{ab}	3.24 ^{bc}	3.75 ^{bc}	3.83 ^{cd}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	3.20 ^{ab}	3.42 ^{bc}	4.10 ^{ab}	4.16 ^{bc}
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	3.30 ^{ab}	3.51 ^b	4.23 ^{ab}	4.32 ^{ab}
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	3.73 ^a	3.85 ^a	4.52 ^a	4.62 ^a
F-test	*	**	**	**
CV (%)	13.74	11.72	14.76	11.34

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

1.3 ค่าความเขียวของใบ

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสหสมจีเฝ้าลอยอย่างเดี่ยว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดี่ยว มีผลให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงขุรสหสมจีเฝ้าลอยอย่างเดี่ยว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดี่ยว มีผลให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ตารางที่ 9 ค่าความเขียวของใบมันสำปะหลังพันธุ์หัวยวง 60 ที่อายุต่างๆ

ตำรับทดลอง	ค่าความเขียวของใบ (SPAD reading)			
	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
T ₁ = Control	40.04 ^b	37.32 ^b	35.03 ^b	33.14 ^b
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	42.73 ^{ab}	43.82 ^a	42.82 ^a	42.41 ^a
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	43.67 ^a	44.32 ^a	42.93 ^a	42.61 ^a
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	44.11 ^a	44.50 ^a	43.25 ^a	43.00 ^a
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	44.13 ^a	44.88 ^a	44.10 ^a	43.23 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	44.40 ^a	45.20 ^a	44.11 ^a	43.54 ^a
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	45.16 ^a	46.95 ^a	45.91 ^a	44.67 ^a
F-test	*	**	*	**
CV (%)	3.64	10.76	15.76	14.00

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

1.4 น้ำหนักสดส่วนเนื้อดิน

การใส่กากน้ำตาลผงขุรผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเนื้อดินของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเนื้อดินของมันสำปะหลังมากที่สุด (6.74 ตัน/ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ ส่วนดำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักสดส่วนเนื้อดินของมันสำปะหลังน้อยที่สุด คือ 3.78 ตัน/ไร่

ตารางที่ 10 น้ำหนักสดส่วนเนื้อดินของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน

ดำรับทดลอง	น้ำหนักสดส่วนเนื้อดิน (ตัน/ไร่)
$T_1 = \text{Control}$	3.78 ^c
$T_2 = (ami-ami+fly\ ash)_{1000}$	5.66 ^d
$T_3 = IF_{(ami-ami+fly\ ash)1000}$	5.76 ^{cd}
$T_4 = (ami-ami+fly\ ash)_{500} + IF_{(ami-ami+fly\ ash)500}$	6.00 ^c
$T_5 = (ami-ami+fly\ ash)_{2000}$	6.32 ^b
$T_6 = IF_{(ami-ami+fly\ ash)2000}$	6.41 ^b
$T_7 = (ami-ami+fly\ ash)_{1000} + IF_{(ami-ami+fly\ ash)1000}$	6.74 ^a
F-test	**
CV (%)	12.44

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง

2.1 ผลผลิตหัวสด

การใส่กากน้ำตาลผงขุสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 11) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเท่ากับ 11.23 ตัน/ไร่ ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (4.36 ตัน/ไร่) สำหรับเหตุผลที่ดำรับควบคุมให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังสูงกว่าค่าเฉลี่ยของมันสำปะหลังทั้งประเทศ (3.09 ตัน/ไร่; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) อาจเนื่องมาจากปริมาณฝนที่ตกสม่ำเสมอตลอดการทดลอง อีกทั้งพื้นที่แปลงก่อนการทดลองมีสภาพเป็นทุ่งหญ้าและมีการไถกลบในขั้นตอนการเตรียมแปลง ทำให้เกิดการย่อยสลายของเศษซากพืชและมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชในภายหลัง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Howeler (1981) เกี่ยวกับการหมุนเวียนของสารประกอบอินทรีย์จากเศษพืชที่เหลือตกค้างในดิน

2.2 จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น

การใส่กากน้ำตาลผงขุสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 11) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นของมันสำปะหลังเท่ากับ 11.21 หัว ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้จำนวนหัวต่อต้นเท่ากับ 8.03

หัว ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}]$

2.3 น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของม้าน้ำปลาหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของม้าน้ำปลาหลังเท่ากับ 0.63 กก./หัว ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของม้าน้ำปลาน้อยที่สุด (0.30 กก./หัว)

2.4 ความกว้างของหัว

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความกว้างของหัวม้าน้ำปลาหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้ความกว้างของหัวม้าน้ำปลาหลังมากที่สุด (5.08 ซม.) ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความกว้างของหัวม้าน้ำปลาน้อยที่สุด (3.90 ซม.)

2.5 ความยาวของหัว

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความยาวของหัวมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้ความยาวของหัวมันสำปะหลังเท่ากับ 27.08 ซม. ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}]$ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวของหัวมันสำปะหลังน้อยที่สุด (19.01 ซม.)

2.6 เปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสด

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) กล่าวคือ ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งของหัวสดใกล้เคียงกันในช่วง 28.77-29.70 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งของหัวสดน้อยที่สุดเพียง 23.70 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น และน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลัง
พันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน

ตำรับทดลอง	ผลผลิตหัวสด (ตัน/ไร่)	จำนวนหัวเฉลี่ย ต่อต้น	น้ำหนักเฉลี่ย ต่อหัว (กก.)
T ₁ = Control	4.36 ^c	8.03 ^c	0.30 ^c
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	8.12 ^d	8.65 ^{de}	0.45 ^b
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	8.56 ^{cd}	9.12 ^d	0.51 ^b
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	9.14 ^{bcd}	9.47 ^{cd}	0.52 ^{ab}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	10.12 ^{abc}	10.22 ^{bc}	0.53 ^{ab}
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	10.65 ^{ab}	10.56 ^{ab}	0.55 ^{ab}
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	11.23 ^a	11.21 ^a	0.63 ^a
F-test	**	**	**
CV (%)	15.18	12.88	12.29

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
โดยใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ตารางที่ 12 ความกว้างของหัว ความยาวของหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง
พันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน

ตำรับทดลอง	ความกว้างของหัว (ซม.)	ความยาวของหัว (ซม.)	เปอร์เซ็นต์แป้ง (%)
T ₁ = Control	3.90 ^c	19.01 ^c	23.70 ^b
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	4.34 ^b	23.51 ^b	28.77 ^a
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	4.40 ^b	25.57 ^{ab}	29.33 ^a
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	4.55 ^b	25.60 ^{ab}	29.53 ^a
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	4.58 ^b	26.44 ^a	29.63 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	4.70 ^b	26.89 ^a	29.70 ^a
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	5.08 ^a	27.08 ^a	29.70 ^a
F-test	**	**	*
CV (%)	14.04	11.82	13.24

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
โดยใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

2.7 ดัชนีเก็บเกี่ยว

การใส่กากน้ำตาดผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองมีผลให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังใกล้เคียงกันในช่วง 0.54-0.62

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน

ตำรับทดลอง	ค่าดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index)
$T_1 = \text{Control}$	0.54
$T_2 = (\text{ami-ami+fly ash})_{1000}$	0.59
$T_3 = \text{IF}_{(\text{ami-ami+fly ash})1000}$	0.60
$T_4 = (\text{ami-ami+fly ash})_{500} + \text{IF}_{(\text{ami-ami+fly ash})500}$	0.60
$T_5 = (\text{ami-ami+fly ash})_{2000}$	0.62
$T_6 = \text{IF}_{(\text{ami-ami+fly ash})2000}$	0.62
$T_7 = (\text{ami-ami+fly ash})_{1000} + \text{IF}_{(\text{ami-ami+fly ash})1000}$	0.62
F-test	ns
CV (%)	7.05

หมายเหตุ ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. ความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง

3.1 ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวนั้น มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 14) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเท่ากับ 0.276 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}]$ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ ขณะที่ได้รับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (0.136 เปอร์เซ็นต์)

3.2 ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวนั้น มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 14) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเท่ากับ 0.165 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ ขณะที่ได้รับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (0.091 เปอร์เซ็นต์)

3.3 ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง

การใส่กากน้ำตาลผงขุสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 14) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเท่ากับ 1.563 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fly\ ash)500}]$ ขณะที่ได้รับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังน้อยที่สุด (0.810 เปอร์เซ็นต์)

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและขี้เถ้าลอยร่วมกับปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่วัสดุผสมแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Ripusudan *et al.* (2000) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับมันสำปะหลังได้อย่างอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่วัสดุผสมจะค่อยๆปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลาผ่านไป ในทางตรงกันข้ามพบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุผสม (control) มีผลต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช (ชัยสิทธิ์และปาจริย์, 2552; จุฑามาศ และคณะ, 2553; เขวลักษณ์ และคณะ, 2554)

นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าได้รับทดลองที่มีการใส่วัสดุผสมอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่สูงขึ้น (ได้รับทดลองที่ 5-7) จะมีผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง

โดยภาพรวมสูงกว่าค่ารับทดลองที่มีการใส่วัสดุผสมอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวนในอัตราที่ต่ำกว่า (ค่ารับทดลองที่ 2-4) ซึ่งผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของรณสมนต์ และคณะ (2555) ที่ทดลองกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และป๊อพงส์ และคณะ (2555) ที่ทดลองกับอ้อย

ตารางที่ 14 ปริมาณความเข้มข้นธาตุอาหารในผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ที่อายุ 12 เดือน

ค่ารับทดลอง	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
T ₁ = Control	0.136 ^c	0.091 ^d	0.810 ^d
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	0.234 ^b	0.122 ^c	1.321 ^c
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	0.253 ^{ab}	0.136 ^{bc}	1.365 ^{bc}
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	0.254 ^{ab}	0.142 ^{bc}	1.426 ^{abc}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	0.254 ^{ab}	0.146 ^{ab}	1.456 ^{abc}
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	0.266 ^{ab}	0.153 ^{ab}	1.523 ^{ab}
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	0.276 ^a	0.165 ^a	1.563 ^a
F-test	**	**	**
CV (%)	13.87	13.57	14.32

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินบางประการ ภายหลังการใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอย สำหรับการปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี

4.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 15) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ มีผลให้ค่า pH ของดินเท่ากับ 6.84 ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}]$ ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ซึ่งในสภาพดินไร่ที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะส่งผลให้แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ที่เกิดจากการแปรสภาพของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ถูกออกซิไดซ์กระทั่งก่อให้เกิดไฮโดรเจนไอออน (H^+) จึงมีผลตกค้างทำให้ดินเป็นกรดได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2551) โดยสอดคล้องกับผลงานวิจัยธนสมณต์ (2555) ที่ทดลองกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย

4.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 15) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ มีผลให้ค่า EC_e ของดินมากที่สุด (1.79 dS/m) รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ของดินเท่ากับ 0.41 dS/m

ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ โดยเป็นที่สังเกตว่าการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจี้เถ้าลอยอย่างเดียว มีแนวโน้มให้ค่า EC_e ของดินสูงกว่าการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจี้เถ้าลอยร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะกากน้ำตาลผงชูรสมีค่า EC หรือค่าความเค็มในระดับเค็มมากที่สุด (ตารางที่ 5) จึงอาจส่งผลให้ค่า EC_e ของดินเพิ่มขึ้นได้ (ธนสมณต์, 2555; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2555) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งคำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม (0-4 dS/m) หรือไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืช

4.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 15) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 1.46 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000} + IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ ขณะที่คำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500} + IF_{(ami-ami + fly\ ash)500}]$ อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งคำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ (0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์) ถึงค่อนข้างต่ำ (1.0-1.5 เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 15 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ของดิน ภายหลังจากปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี

ตำรับทดลอง	pH (1:1)	EC _e (dS/m)	Organic matter (%)
T ₁ = Control	7.67 ^a	0.41 ^d	0.85 ^d
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	7.30 ^{bc}	0.99 ^c	1.19 ^{bc}
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	7.04 ^{cd}	0.53 ^d	0.89 ^d
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	7.10 ^{cd}	0.55 ^d	0.98 ^{cd}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	7.47 ^{ab}	1.797 ^a	1.46 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	6.84 ^d	0.77 ^c	0.96 ^{cd}
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	7.26 ^{bc}	1.39 ^b	1.32 ^{ab}
F-test	**	**	**
CV (%)	14.59	13.65	11.66

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ภายหลังจากใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอย สำหรับการปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี

5.1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 16) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀] มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด (67.09 mg/kg) รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀ + IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀] การใส่วัสดุผสม

ระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}]$ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 46.40 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงมาก (> 45 mg/kg)

5.2 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 16) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 80.03 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami+fly\ ash)_{1000}}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 59.42 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำ (30-60 mg/kg) ถึงปานกลาง (60-90 mg/kg)

ตารางที่ 16 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ของดิน ภายหลังจากปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี

ดำรับทดลอง	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
T ₁ = Control	46.40 ^c	59.42 ^c
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	55.42 ^b	72.02 ^{ab}
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	50.83 ^{bc}	65.05 ^{bc}
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	54.68 ^b	71.11 ^b
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	67.09 ^a	80.03 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	53.28 ^b	68.64 ^b
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	56.83 ^b	73.59 ^{ab}
F-test	**	**
CV (%)	16.85	16.15

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.3 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่กากน้ำตาลผงขุรผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรผสมและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀] มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเท่ากับ 2,642 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรผสมและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรผสมและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀ + IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรผสมและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀] การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรผสมและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรผสมและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₅₀₀ + IF_{(ami-ami + fry ash)500}] และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรผสมและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000

กก./ไร่ [$IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}$] ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 1,927 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [$IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}$] อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาพบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่การใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง (> 400 mg/kg)

5.4 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [$[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$] มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเท่ากับ 162.35 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [$[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$] การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [$[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}]$] และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ [$[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fly\ ash)500}]$] ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเท่ากับ 132.22 mg/kg ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [$IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}$] และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [$IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}$] อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาพบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง (>120 mg/kg)

ตารางที่ 17 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ของดิน ภายหลังจากการปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี

ดำรับทดลอง	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
T ₁ = Control	1,972 ^b	132.22 ^c
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	2,420 ^{ab}	146.56 ^{abc}
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	2,014 ^b	139.56 ^{bc}
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	2,182 ^{ab}	144.89 ^{abc}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	2,642 ^a	162.35 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	2,175 ^{ab}	142.36 ^{bc}
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	2,568 ^a	152.32 ^{ab}
F-test	*	*
CV (%)	12.76	13.52

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.5 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่กากน้ำตาลผงขุรผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 18) กล่าวคือ ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงขุรผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินใกล้เคียงกันในช่วง 44.69-49.33 mg/kg และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุดเพียง 40.36 mg/kg

จากสมบัติทางเคมีของดินบางประการและปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ภายหลังจากใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรและขี้เถ้าลอย สำหรับการปลูกมันสำปะหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี สามารถสรุปโดยภาพรวมได้ว่าสมบัติทางเคมีของดินบางประการดีขึ้น และปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติทางเคมีของดินและปริมาณธาตุอาหารพืชในดินก่อนการ

ทดลอง (ตารางที่ 4) อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจี๋เข้า
 ลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงขึ้น (ตำรับทดลองที่ 5 หรือ 7) มีผลให้ปริมาณ
 โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน โดยภาพรวมสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสม
 จี๋เข้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2 หรือ 4) นั้นอาจ
 เป็นข้อจำกัดด้านสมบัติทางเคมี (ตารางที่ 5) ที่ควรระวังเป็นพิเศษหากนำวัสดุผสมดังกล่าวไปใช้
 ประโยชน์เพื่อการเกษตรในระยะยาว (ชนสมณต์, 2555)

ตารางที่ 18 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Na) ของดิน ภายหลังการปลูกมันสำปะหลัง
 เป็นระยะเวลา 1 ปี

ตำรับทดลอง	Exch. Na (mg/kg)
T ₁ = Control	40.36 ^b
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	47.25 ^a
T ₃ = IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	44.69 ^{ab}
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)500}	46.32 ^a
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	49.33 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami+fly ash)2000}	45.26 ^a
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami+fly ash)1000}	48.56 ^a
F-test	*
CV (%)	14.61

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
 โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 สามารถสรุปผลการทดลองโดยภาพรวมได้ดังนี้

1. การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น และน้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของมันสำปะหลังมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ ขณะที่ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เปอร์เซ็นต์แป้งใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัว และเปอร์เซ็นต์แป้งน้อยที่สุด

2. การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ ขณะที่คำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลผลิตหัวสดน้อยที่สุด

3. ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งคำรับควบคุม (control) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินดังนี้ คือ ค่า pH อยู่ในระดับเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย ค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงระดับค่อนข้างต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอย่างเดียว

หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินใกล้เคียงกัน (44.69-49.33 mg/kg) ส่วนตัวควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจี๋เถาลอย (1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) มาใช้เพื่อทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง อย่างไรก็ตาม ควรทำการศึกษาต่อไปอีก 2-3 ปี เพื่อยืนยันผลของการใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๋เถาลอย ในแง่การทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง อีกทั้งผลของวัสดุผสมดังกล่าวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กานต์ การะเวก. 2553. การใช้ประโยชน์ของกากตะกอนเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กานต์ การะเวก, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด, ใน การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ, ชุมพล นาวิโรจน์ และไพโรจน์ พันธุ์พฤษ. 2549. การจัดการดินและปุ๋ยในระบบปลูกพืชมันสำปะหลังในดินชุดแม่ริมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารดินและปุ๋ย 28 (1) : 30-41.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่องระบบข้อมูลและธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

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

จามิกร ศรีสุมล. 2537. การใช้อินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันจิรา แสงสีเหลือง. 2553. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันจิรา แสงสีเหลือง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, ใน การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

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

จุฑามาศ กล่อมจิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ชาญ ถิรพร และโชติ สิทธิบุศย์. 2537. ดินและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพกับมันสำปะหลัง, ใน เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ระยอง.

ชัย จารุพิทักษ์กุล, สุรเชษฐ์ จีงเกษมโชคชัย และวราภรณ์ คุณวานากิจ. 2543. คุณสมบัติพื้นฐานทางเคมีและทางกายภาพของถ่านล่อย, ใน เอกสารทางวิชาการ การสัมมนาเรื่องการใช้ถ่านล่อยในงานคอนกรีต ครั้งที่ 5. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

ชัยสิทธิ์ ทองจู. 2538. การใช้อินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางชนิดเป็นปุ๋ยในโตรเจนสำหรับกวางตุ้งและข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยสิทธิ์ ทองจู และปาริย์ แนนหนา. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน (ปีที่ 1). วารสารดินและปุ๋ย. 31 (1) : 6-26.

ชัยสิทธิ์ ทองจู, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ธนสมนต์ กุลการณย์เลิศ, ระวีวรรณ โชติพันธ์, ชีรยุทธ คล้าชื่น และรุจิกร ศรีเมื่อนม่วง. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30 (1) : 99-107.

โชติ สิริบุษย์, ชุมพล นาควิโรจน์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2519. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง, ใน รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2519. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

โชติ สิริบุษย์, ชุมพล นาควิโรจน์, กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และ ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ชัย. 2529. การปลูกพืชหมุนเวียนและการใช้ปุ๋ยเพื่อการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว, ใน เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 4 เรื่อง “เราจะพัฒนาดินอีสานกันอย่างไร” สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

โชติ สิริบุษย์, วิชัย นพอมรบดี, สนั่น รัตนานุกูล และ ชุมพล นาควิโรจน์. 2522. อิทธิพลของการใส่ไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่มีต่อปริมาณแป้งและผลผลิตมันสำปะหลัง, ใน รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2522. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

คิสสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์ และ ชลวดี ละเอียด. 2544. การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส 2 ปี ที่มีต่อผลผลิตข้าวโพด-ข้าวฟ่าง และสมบัติทางเคมีของดินไร่ 2 ชนิด. (อัคราณา).

ทักษิณี อัครนันท์ และจรงค์ จันทน์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธงชัย มาลา. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธนสมณท์ กุลการณย์เลิศ. 2555. การใช้ประโยชน์ของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจี๋แก้
 ลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วิทยานิพนธ์
 ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนสมณท์ กุลการณย์เลิศ, ชัยสิทธิ์ ทองจู และศุภชัย อำคา. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส
 (อามิ-อามิ) ผสมจี๋แก้ลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด
 เลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 999. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1 (1) : 29-41.

ธนัตศรี สอนจิตร. 2552. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่
 การเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนัตศรี สอนจิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผล
 ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโต และการเพิ่ม
 มวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, ใน การประชุมทางวิชาการดินและ
 ปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. ณ
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ธนูชัย กองแก้ว. 2550. การประยุกต์ใช้กากน้ำตาลผงชูรส (น้ำอามิ-อามิ) เป็นปุ๋ยสำหรับมัน
 ลำปะหุ่ง. เกษตร 35 (4) : 411-418.

บริษัท อายิโนะโมะไต จำกัด. ม.ป.ป. กระบวนการผลิตผงชูรส. (อัดสำเนา).

ปาจริย์ แน่นหนา. 2552. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่
 การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปาจริย์ เน้นหนา, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, ใน การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา และชาลินี คงสุต. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย, ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2551. คู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินทางฟิสิกส์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. ปุ๋ยอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 3. สายธุรกิจโรงพิมพ์ บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

ขงยุทธ โอสดสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต สงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เรวัตร จินดาเจีย, สุนทร คุริยะประพันธ์, สายันต์ ดันพานิช และวิเชน ดวงสา. 2552. ศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอนจากโรงงานผลิตผงชูรสและกากหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลทราย. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

เขวลักษณ์ เนตรสิงห์, ชัยสิทธิ์ ทองจู และรัชชา ชัยชนะ. 2554. การใช้ประโยชน์ของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในดินชุดดินกำแพงแสน. วิทยาสารกำแพงแสน 9 (3) : 1-13.

วิจิตอำจรา สรรพกิจจานง, ธนศักดิ์ ไร่กระโทก และบุญเลิศ พัดฉวี. 2536. คุณสมบัติพื้นฐานของเถ้าลอยลิกไนต์. ใน เอกสารการสัมมนาทางวิชาการ เรื่องศักยภาพการนำเถ้าลอยลิกไนต์มาใช้ประโยชน์. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ศศิธร หว่องเจริญพานิช, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. การศึกษาวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตกล้าพืช, ใน การประชุมทางวิชาการดิน และปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สันติ ธีราภรณ์, ดิสสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์, มงคล พานิชกุล และสุทัย วุฑฒา. 2543. การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรสต่อเนื่อง 3 ปีที่มีผลต่อคุณสมบัติของดินและผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน- ถั่วเหลืองรับประทานฝักสด, ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการกองปฐพีวิทยา 2543. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุภาพร จันรุ่งเรือง, ทรวงสุดา ลิปมมงคล และ ปรีชา โพธิ์ปาน. 2540. ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส (อมี-อมี) อัตราต่างๆ ต่อการผลิตปุ๋ยหมัก. (อัดสำเนา).

สุริยา ศาสนรักกิจ. 2531. การประเมินประสิทธิภาพของอินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางอย่างในการใช้เป็นปุ๋ยในโตรเจนในนาข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิษา อัสวเรืองชัย. 2546. การบำบัดดินกิลในน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมโดยการดูดติดผิวขี้เถ้าลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โสภณ สันธูประมา. 2526. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์, ใน เอกสารวิชาการ เล่ม 7 มั่นสำปะหลัง. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2549-2551. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

อรรณณ ศิริรัตน์พิริยะ, ทวี คุปต์กาญจนากุล และสุธีรา สุนทรารักษ์. 2549. การปรับปรุงคุณภาพ และผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ในพื้นที่ดินเปรี้ยวด้วยเถ้าลอยถิกไนต์, ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Alves, A.A.C. 2002. Cassava botany and physiology, *In* Hillocks, R.J., Thresh J.M. and Bellotii, A.C. **Cassava: Biology, Production and Utilization.** CAB International.

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

Chang, A.C., L.J. Lund, A.L. Page and J.E. Warneke. 1977. Physical properties of fly ash-amended soils. **J. Env. Qua.** 6: 267–270.

Chang, A.C., L.J. Lund, A.L. Page, J.E. Warneke and C.O. Nelson. 1989. Municipal sludge and utility ashes in California and the effects on soils, *In* Bar-Yosef, B et al. (eds.) Inorganic contaminants in the vadose zone. **Ecological Studies.** Vol. 74. **Springer-Verlag, Berlin.**

Cock, J.H. 1984. Cassava, pp. 529-549. *In* Goldsworthy, P.R. and Fisher, N.M. (eds) **The physiology of Tropical Field Crops.** John Wiley & Sons, Chichester.

Cock, J.H. and S. Rosas. 1975. Ecophysiology of cassava, *In* **Symposium on Ecophysiology of tropical Crops.** Communications Division of CEPLAC, Ilheus, Bahia Brazil.

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

- Hagens, P. and C. Sittibusaya. 1990. Short and long term aspect of fertilizer applications on cassava in Thailand. *In* **Howeler, R.H. (ed) Proceedings 8th Symposium International Society of Tropical Root Crops**, Bangkok, Thailand.
- Howeler, R.H. 1981. **Mineral nutrition and fertilization of cassava**. Series 09EC-4. CIAT, Cali, Colombia.
- Howeler, R.H. 2002. Cassava Mineral Nutrition and Fertilization, *In* Hillocks, R.J., Thresh J.M., and Bellotii, A.C. **Cassava: Biology, Production and Utilization**. CAB International.
- Kawano, K. 1980. Cassava in Hybridization of crop plants. **American Society of Agronomy-Crop Science Society of America**.
- 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.
- Onwueme, I.C. 1978. Botany of Cassava, *In* **The Tropical Tuber Crops Yams, Cassava Sweet Potato, and Cocoyams**. John Wiley and Sons Chichester. New York. Brisbane. Toronto.
- 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.

Putthachareon, S., R.H. Howeler, S. Jantawat and V. Vichukit. 1998. Nutrient uptake and soil erosion losses in cassava and six other crops in a Psamment in eastern Thailand. **Field Crops Research** 57(1) : 113-126.

Ripusudan, L.P., G. Gonzalo, R.L. Honor, and D.V. Alejandro. 2000. Tropical maize improvement and production. **FAO plant production and protection series** No. 28.

Rogers, D.J. and S.G. Appan. 1971. What's so great about cassava? **World Farming** 3(6) : 13-32.

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 Science** 37 : 29-38.

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายธีรยุทธ คล้าชื่น
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร) มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผลงานทางวิชาการ	- ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด. วารสารดินและปุ๋ย. 32 (3): 170-179. - ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30 (1): 99-107. - ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในดินชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1 (1) : 14-28. - ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง, น. 1222-1234. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-