



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน

ปฐพีวิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมกับเถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของอ้อย

Effects of by-Product of Monosodium Glutamate (ami-ami) Mixing with Fly
Ash on Growth and Yield of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.)

นามผู้วิจัย นายปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(อาจารย์ศุภชัย อำลา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฑามาศ ร่มแก้ว, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบสถิติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของอ้อย

Effects of by-Product of Monosodium Glutamate (ami-ami) Mixing with Fly Ash on Growth
and Yield of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.)

โดย

นายปิยพงศ์ เจตปิยรัตน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการที่ดิน)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ 2556: ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมซีเฝ้าลอยต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยสิทธิ์ ทองจู, Ph.D. 78 หน้า

ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมซีเฝ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยพันธุ์ กำแพงแสน 01-4-29 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ปรากฏผล ดังนี้ คือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมซีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้น ค่าความเขียวของใบ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ ความสูงต้น ค่าความเขียวของใบ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ของอ้อยน้อย ที่สุด นอกจากนี้ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและซีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี เทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและซีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้ผลผลิต อ้อยสด น้ำหนักต่อลำ ผลผลิตของน้ำตาล ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด ในท่อนลำและเศษเหลือของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสม ระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและซีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและ ซีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักต่อลำ ผลผลิตของ น้ำตาล ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในท่อนลำและเศษเหลือของอ้อย น้อยที่สุด

ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมซีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง สมบัติทางเคมีของดินโดยภาพรวมดังนี้ คือ ค่า pH อยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง ค่า EC_e ของดิน อยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินอยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและซีเฝ้า ลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสม ระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและซีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและ ซีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและ ซีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด

Piyapong Katpiyarat 2013: Effects of by-Product of Monosodium Glutamate (ami-ami) Mixing with Fly Ash on Growth and Yield of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Master of Science (Soil Science and Management Technology), Major Field: Soil Science and Management Technology, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Chaisit Thongjoo, Ph.D. 78 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 sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) var. Kamphaeng Saen 01-4-29. Experimental design was randomized complete block (RCBD). The study revealed 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 height, leaf greenness, stalk heights, stalk diameters, number of internode/stalk and CCS of sugarcane nearly the same, and significantly different when comparing with the control treatment that effected on the lowest of height, leaf greenness, stalk heights, stalk diameters, number of internode/stalk and CCS of sugarcane. Further, 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 cane yield, weight/stalk, sugar yields, concentrations of N, P and K in stalk and straw of sugarcane, which was not different from the applications of chemical fertilizers equivalent to 2,000 kg/rai of the mixture and of the mixture of 2,000 kg/rai. While the control treatment effected on the lowest of cane yields, weight/stalk, sugar yields, concentrations of N, P and K in stalk and straw of sugarcane.

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 slightly acid to moderately 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 moderate; and f) the exchangeable Ca and Mg of soil were high. Further, the application of ami-ami and fly ash mixture of 2,000 kg/rai effected on the highest of the exchangeable Na of soil, which was not different from the application of ami-ami and fly ash mixture of 1,000 kg/rai and 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. While the control treatment effected on the lowest of the exchangeable Na of soil.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ทองจู อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.สุภชัย อำคา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาด้านการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ กระทั่งเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้ง อาจารย์ ดร.ปญฺญูศา ตระกูลยิ่งเจริญ ประธานการ สอบ และ อาจารย์ ดร.วิสูตร วีรสาร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบ คุณ โครงการพัฒนาวิชาการระหว่าง บริษัท เพชรสยาม พี อี ไลน์ จำกัด และสถาบันค้นคว้าและพัฒนากระบวนการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านเงินทุนวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ นิสิตปริญญาโทภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่าน โดยเฉพาะคุณธวัชชัย อินทร์บุญช่วย คุณชาลินี คงสุต คุณธีรยุทธ คล้าชื่น คุณกัญญ์ณัฐ ภรณ์สิริภัสร์ คุณสมเกียรติ ทองเครือ คุณบุญเลิศ อินทร์แสง คุณไพโรจน์ น้าใจอดทน และคุณ กษิธิศ ล้าเลิศ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ ด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว และญาติๆ เพื่อนๆ ทุกท่านที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจมาตลอด รวมทั้งอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้

ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์

กุมภาพันธ์ 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	30
อุปกรณ์	30
วิธีการ	33
ผลและวิจารณ์	42
สรุปผลการทดลอง	65
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	67
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	78

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และปริมาณเศษเหลือของพืชบางชนิดในปีการเพาะปลูก 2554	14
2	จำนวนสัตว์ และปริมาณมูลสัตว์บางชนิด ในปีการเพาะปลูก 2554	14
3	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละชนิดในประเทศไทย	15
4	สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินก่อนการทดลอง	30
5	สมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุเหลือใช้ที่ทำการทดลอง	31
6	รายละเอียดการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และจีแอลลอย	35
7	ความงอกในสภาพไร่ของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 2 เดือน	42
8	ความสูงต้นของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุต่างๆ	43
9	จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุต่างๆ	44
10	ค่าความเขียว (SPAD reading) ของใบอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุต่างๆ	45
11	ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักเศษเหลือ และจำนวนลำต่อไร่ของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน	47
12	ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน	49
13	เปอร์เซ็นต์บริกซ์ โพล ไฟเบอร์ และ CCS ของอ้อยพันธุ์ กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน	50
14	ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน	52
15	ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักที่สะสมในท่อน้ำและเศษเหลือของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน	55
16	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC _e) และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ของดินภายหลังการปลูกอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 เป็นเวลา 1 ปี	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ของดินภายหลังการปลูกอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 เป็นเวลา 1 ปี	60
18	ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ของดินภายหลังการปลูกอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 เป็นเวลา 1 ปี	62
19	ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Na) ของดินภายหลังการปลูกอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 เป็นเวลา 1 ปี	64

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1 กระบวนการผลิตผงชูรส

17



**ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจี๋เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของอ้อย**

**Effects of by-Product of Monosodium Glutamate (ami-ami) Mixing with Fly Ash
on Growth and Yield of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.)**

คำนำ

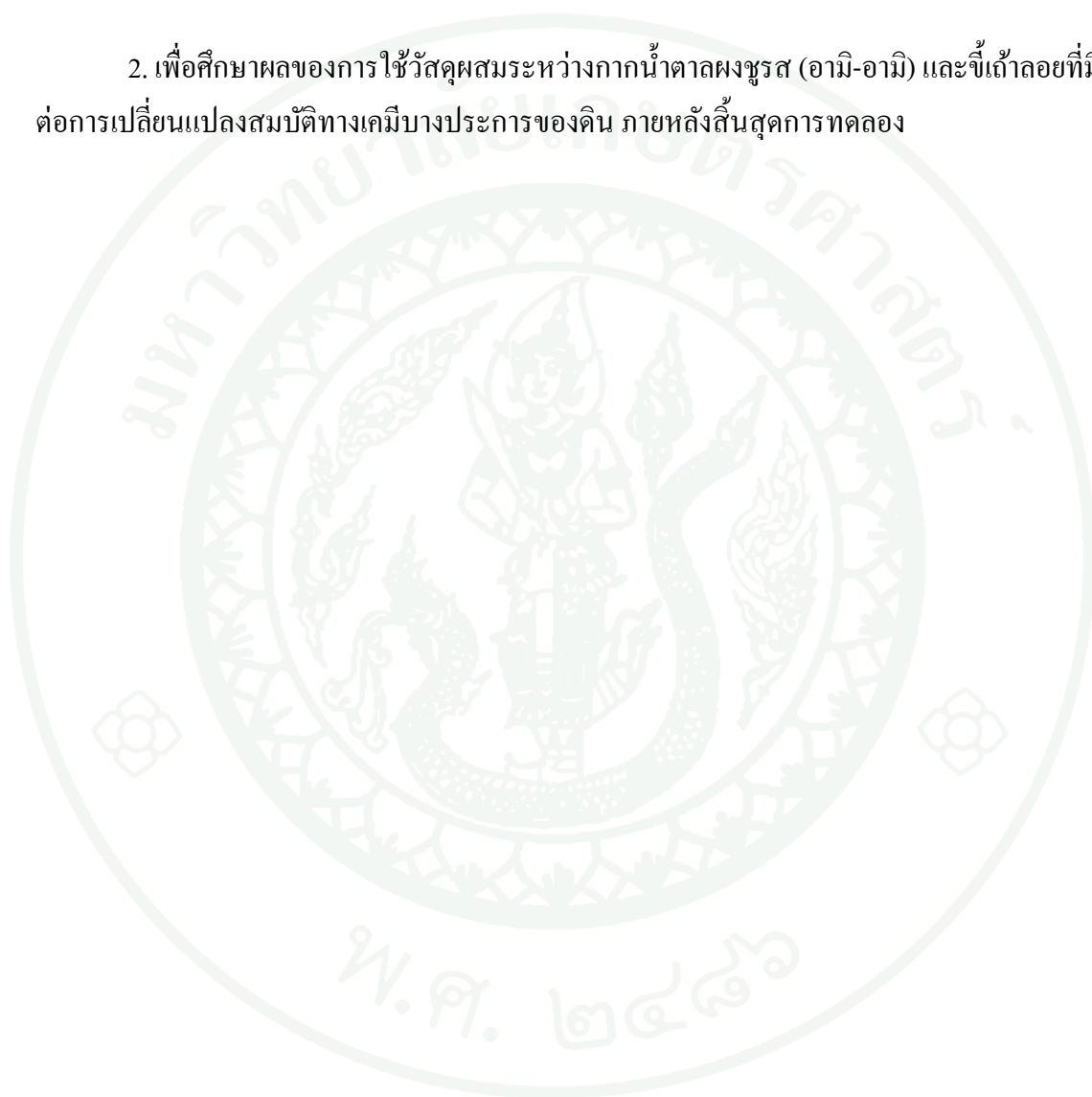
อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศ ซึ่งประเทศไทยส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากบราซิล โดยมีมูลค่าการผลิตน้ำตาล 70,000 ล้านบาท และมีรายได้จากการส่งออกน้ำตาลประมาณ 62,000 ล้านบาท นอกจากนี้ อุตสาหกรรมน้ำตาลยังสร้างงานให้ชาวไร่อ้อยและแรงงานเก็บเกี่ยวกว่า 600,000 ราย แต่ยังประสบกับปัญหาต้นทุนการผลิตที่มีแนวโน้มสูงขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555) ในปีเพาะปลูก 2554/55 พบว่าเนื้อที่เพาะปลูกอ้อยทั่วประเทศ 8.08 ล้านไร่ ผลผลิต 101.37 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 12.55 ตัน/ไร่ และผลผลิตน้ำตาล 10.11 ล้านตัน ซึ่งความต้องการอ้อยในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากสถานการณ์การผลิตอ้อยของประเทศไทยค่อนข้างแปรปรวน โดยสาเหตุหลักมาจากสภาพลมฟ้าอากาศ สภาพดินเสื่อมโทรม ต้นทุนการผลิตสูง และราคาผลผลิตที่ไม่แน่นอน ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตอ้อยในประเทศไทยให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตอ้อยต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น ซึ่ง สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงและการคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแหล่งปลูก การเลือกฤดูกาลปลูกที่เหมาะสม การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรที่มีคุณค่าทางธาตุอาหารสูงมาทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี (ชัยสิทธิ์ และปาจริย์, 2552; Thongjoo *et al.*, 2005) เป็นต้น ที่ผ่านมามีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้มาช่วยเพิ่มผลผลิตอ้อย เช่น การใช้กากตะกอนเยื่อกระดาษ (ปาจริย์และคณะ, 2552; จุฑามาศ และคณะ, 2553) การใช้กากตะกอนอ้อย (จักรินทร์ และคณะ, 2530) การใช้น้ำกากส่า (ทัศนีย์, 2551) การใช้กากน้ำตาลผงชูรสหรืออามิ-อามิ (เขวาลักษณ์ และคณะ, 2554; นพดล, 2555) เป็นต้น

โรงงานอุตสาหกรรมมักมีวัสดุเหลือใช้เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก เช่น กากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย เปลือกไม้ และจี๋เถ้าลอยจากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ

กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) จากโรงงานผลิตผงชูรส และกากตะกอนยีสต์ และน้ำวินัส (vinasses) จากโรงงานผลิตเอทานอล โดยวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ (recycle) ก่อนข้าง น้อย จึงมักถูกทิ้งไว้ในแหล่งผลิตหรือบริเวณข้างเคียง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al.*, 2005) จึงเกิดแนวคิดว่าหากมีการนำกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) จากโรงงานผลิตผงชูรส และขี้เถ้าลอยจากโรงงานอุตสาหกรรมเยือก ระบาย มาศึกษาสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการ และหาแนวทางการใช้ประโยชน์ในแง่การทดแทนปุ๋ย หรือ การใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยพิจารณาจากผลของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ อ้อย รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่ปลูกอ้อย ในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งของวัสดุเหลือใช้ อีกทั้งยังช่วยลดมลภาวะที่อาจเกิดจากวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวในระยะยาวได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของวัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และจี๊ด้าลอย ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และจี๊ด้าลอยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดิน ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง



การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อย

อ้อยเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอายุหลายปี อยู่ในวงศ์หญ้า (Gramineae หรือ Poaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharum officinarum* L. สามารถจัดเป็นลำดับต่างๆ ได้ ดังนี้ (Daniels and Roach, 1987)

Class: Monocotyledones

Order: Glumaceae

Family: Gramineae

Subfamily: Panicoideae

Tribe: Andropogoneae

Groups of Subtribe: Saccharinae

Subtribe: Saccharastrae

Genus: *Saccharum*

อ้อยมีถิ่นกำเนิดทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย และหมู่เกาะนิวกินีในมหาสมุทรแปซิฟิก (ปรีชา และคณะ, 2546; Bakker, 1999) มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังนี้ คือ รากเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) เป็นรากที่แข็งแรงและสามารถหยั่งลงไปดินได้ลึก ลำต้นสามารถแตกหน่อได้จากตาของข้อที่อยู่ติดดิน ใบจะเกิดสลับกันสองข้างของข้อที่หุ้มตาไว้ โดยมากจะมีไขและขนขึ้นบริเวณกาบใบและแผ่นใบ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2527)

2. การเจริญเติบโตและระยะการเจริญเติบโตของอ้อย

2.1 การเจริญเติบโตของอ้อยสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ (เกษม, 2540) คือ

2.1.1 การเจริญเติบโตทางปริมาณ เป็นการเจริญเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงภายนอกที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย เช่น ขนาด รูปร่าง จำนวน และน้ำหนัก เป็นต้น ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้อุปกรณ์ ชั่ง ตวง วัด เป็นต้น

2.1.2 การเจริญเติบโตทางคุณภาพ เป็นการวัดการเจริญเติบโตหรือการเปลี่ยนแปลงภายในที่สังเกตและวัดได้ยาก โดยก่อนที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงภายนอกในเชิงปริมาณนั้น ได้มีการเปลี่ยนแปลงหรือการเจริญเติบโตทางคุณภาพเกิดขึ้นภายในต้นอ้อยนั้นก่อน เช่น มีการเพิ่มจำนวนและขนาดของเซลล์ขึ้นก่อนที่ความสูงของลำต้นจะเพิ่มขึ้น เป็นต้น

2.2 ระยะการเจริญเติบโตของอ้อยแบ่งเป็น 4 ระยะ (phase) ซึ่งแต่ละระยะมีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน (เกษม, 2540) ดังนี้

2.2.1 ระยะเริ่มงอก (germination phase) เป็นระยะนับตั้งแต่เริ่มปลูกด้วยท่อนพันธุ์จนกระทั่งหน่อโผล่พ้นพื้นดิน โดยมากใช้เวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ความสมบูรณ์ของท่อนพันธุ์ และปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ระยะเริ่มงอกจะเป็นตัวกำหนดจำนวนกอต่อไร่ ซึ่งมีผลต่อผลผลิตอ้อยเมื่อเก็บเกี่ยว ดังนั้น ระยะนี้จึงมีความสำคัญเป็นอันดับแรก

2.2.2 ระยะแตกกอ (tillering phase) การแตกกอของ อ้อย เริ่มตั้งแต่อายุประมาณ 2-4 เดือน การแตกกอจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม การแตกกอเป็นตัวกำหนดจำนวนลำต่อไร่ เป็นระยะที่ต้องการแสงแดดจัด และอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะบริเวณโคนต้นจะทำให้การแตกกอดีขึ้น ระยะนี้อ้อยมีความต้องการน้ำ และธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนมากขึ้น

2.2.3 ระยะย่างปล้อง (elongation phase) เป็นระยะที่ต่อเนื่องจากระยะแตกกอ เมื่ออ้อยมีอายุประมาณ 3-4 เดือน อ้อยจะมีการเพิ่มขนาดและความยาวของลำต้นเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในเดือนที่ 6-8 อ้อยจะมีการเจริญเติบโตเร็วที่สุด (grand period of growth หรือ boom stage) และไวต่อการขาดน้ำมากที่สุด ถ้าขาดน้ำจะมีผลให้อ้อยปล้องสั้น และผลผลิตลดลงกว่าที่ควรจะเป็น ระยะนี้อ้อยต้องการแสงแดด น้ำ และธาตุไนโตรเจนค่อนข้างมาก

2.2.4 ระยะสุกแก่ (maturity and ripening phase) ในสามระยะที่ผ่านมา น้ำตาลที่อ้อยสร้างขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต ต่อเมื่ออายุอ้อยประมาณ 8 เดือนจนถึงเก็บเกี่ยว อ้อยจะมีการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้น การสะสมน้ำตาลจะเริ่มจากโคนสู่ปลาย เมื่อสะสมน้ำตาลในลำต้นจนกระทั่งความหวานถึงส่วนยอดจะเรียกว่า ะยะสุกแก่ ซึ่งพร้อมเก็บเกี่ยวโดยสังเกตจากใบส่วนยอดจะอยู่ชิดกันมาก ปล้องที่ส่วนยอดจะสั้นลง ระยะนี้อ้อยต้องการอุณหภูมิต่ำ แสงแดดจัด นํ้าน้อย และธาตุไนโตรเจนน้อย

3. สมบัติของดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย

3.1 สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

3.1.1 สภาพพื้นที่ สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกอ้อยควรเป็นพื้นที่ราบเรียบความลาดชันของพื้นที่น้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ (สถาบันวิจัยพืชไร่ , 2526; Bakker, 1999) แต่หากพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ก็สามารถทำการปลูกอ้อยได้เช่นกัน แต่ควรทำการไถพรวนตามแนวระดับและมีระบบการให้น้ำที่เหมาะสม (Blackburn, 1984) อย่างไรก็ตาม ไม่ควรทำการปลูกอ้อยในสภาพพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง (เกษม และอุดม, 2521)

3.1.2 เนื้อดินและโครงสร้างของดิน อ้อยสามารถปลูกได้ในเนื้อดินทุกประเภท โดยเนื้อดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกอ้อยควรเป็นดังนี้ คือ เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) และดินร่วนเหนียว (clay loam) (Blackburn, 1984; Hunsigi, 1993) ส่วน โครงสร้างของดินควรมีโครงสร้างที่ดี ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบก้อนกลม (granular structure) จะทำให้ง่ายต่อการไถพรวน (เกษม, 2542) ดินที่มีความร่วนซุยจะมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง แต่ในปัจจุบันมีการนำเครื่องจักรกลการเกษตรเข้ามาใช้กันมาก หากใช้โดยไม่คำนึงถึงน้ำหนักรถและความชื้นของดินก็จะทำให้เกิดปัญหาโครงสร้างดินที่อัดแน่นเป็นแผ่น (Hunsigi, 1993) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ไม่พึงประสงค์ทางการเกษตร

Humbert (1963) รายงานว่า ในแหล่งปลูกอ้อยชายฝั่งทะเล Hilo ของฮาวาย ได้เคยมีการสำรวจพื้นที่ที่เคยใช้เครื่องจักรเก็บเกี่ยวอ้อยขณะที่ดินเปียกจำนวน 1, 2, 3 หรือมากกว่า 3 ครั้งขึ้นไป มีผลให้ผลผลิตของอ้อยลดลงมากขึ้นตามจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องจักรเข้าไปเก็บเกี่ยว และในไร่อ้อยที่ใช้เครื่องจักรเก็บเกี่ยว 3 ครั้งหรือมากกว่า จะมีผลให้ผลผลิตของอ้อยลดลง 20-36 เปอร์เซ็นต์/ไร่ ทั้งนี้เนื่องจากดินถูกอัดจนแน่นและโครงสร้างของดินถูกทำลาย ทำให้ดินบริเวณรากมีอากาศไม่เพียงพอ ซึ่งทำให้รากอ้อยเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร

Taylor (1949) รายงานว่า การฟุ้งกระจายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของดินและปริมาณความชื้นในดิน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างดินนั้นๆ

Trouse and Humbert (1961) รายงานว่า เมื่อรบบรรทุกอ้อยหนัก 25-40 ตัน วิ่งผ่านพื้นที่ จะทำให้เกิดความกดของดินในบริเวณใกล้เคียงได้ถึง 15.3 กก./ชม.² ทำให้ดินแน่นลึกลงไป 15 ซม. ในดินแห้ง และอาจลึกลงไป 50 ซม. ในดินเปียก อย่างไรก็ตาม เมื่อความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) การกระจายของช่อง (pore size distribution) และความคงทนของเม็ดดิน (aggregate stability) เกิดการเปลี่ยนแปลง จะมีผลให้การถ่ายเทอากาศในดิน (soil aeration) เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

3.1.3 ความลึกของดิน อ้อยสามารถขึ้นได้ดีในดินที่มีหน้าดินลึก (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2526) โดยมากดินที่ใช้ปลูกอ้อยควรมีความลึกของหน้าดินอย่างน้อย 50 ซม. และปราศจากชั้นดานในดินล่าง (Husz, 1972) อย่างไรก็ตาม ความลึกของหน้าดินที่เหมาะสมควรลึกมากกว่า 100 ซม. และควรเป็นดินที่ระบายน้ำดี เนื่องจากอ้อยเป็นพืชอายุหลายปี และมีรากหยั่งลึก (Blackburn, 1984; บัณฑิต และคำรณ, 2542)

3.1.4 ความชื้นในดิน อ้อยจะเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอต้องได้รับน้ำในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตอย่างเพียงพอ คือ ดินจะต้องมีความชื้นที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง 50-100 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ อ้อยจะขาดน้ำ ทำให้อ้อยเจริญเติบโตไม่ดี ส่งผลให้ผลผลิตของอ้อยลดลงในที่สุด (อรรถสิทธิ์, 2541) นอกจากนี้ ยังพบว่าความชื้นในดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ในลำต้นอ้อยอีกด้วย (Bakker, 1999)

3.1.5 ความหนาแน่นรวมของดิน อัตราการเจริญเติบโตของอ้อยจะลดลงเมื่อรากซอนไซเจริญผ่านดินที่แน่น และมีช่องว่าง ขนาดใหญ่อยู่ในดินน้อย โดยส่งผลให้รากแขนงสั้น ทำให้มีพื้นที่สำหรับดูดน้ำและธาตุอาหารน้อยลง (Humbert, 1968) อย่างไรก็ตาม ผลของความหนาแน่นรวมของดินต่อรากอ้อยจะมีค่าวิกฤตอยู่ที่ 1.8-1.9 ก./ชม.³ (Hunsigi, 1993)

Hunsigi (1993) รายงานว่า ดินปลูกอ้อยที่ดีควรมีความหนาแน่นรวมของชั้นดินบนและชั้นดินล่างเป็น 1.5 และ 1.6 ก./ชม.³ ตามลำดับ นอกจากนี้ อ้อยที่ปลูกในดินที่มีการไถระเบิดดินล่าง จะมีผลให้ระบบรากทั้งในแง่การหยั่งลึก การแผ่กระจายของราก รวมทั้งจำนวนรากที่เจริญในดินนั้น ดีกว่าดินที่ไม่ได้ทำการไถ (Evans, 1935 และ 1936)

3.1.6 อากาศในดิน อ้อยเป็นพืชที่มีความไวต่อการขาดก๊าซออกซิเจน ซึ่งมีผลให้พัฒนาการของรากในการดึงดูดธาตุอาหารลดลง (Hunsigi, 1993) ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนมีปฏิสัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมของดิน กล่าวคือ เมื่อความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นจะมีผลให้รากอ้อยมีความต้องการก๊าซออกซิเจนสูงขึ้น ทั้งนี้เพื่อรักษาระดับการเจริญเติบโตของรากให้เป็นปกติ (Banath and Moteith, 1966)

3.2 สมบัติทางเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

3.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) Husz (1972) รายงานว่าอ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ค่า pH 4.0-8.5 แต่เจริญเติบโตได้ดีที่ pH 6.5 (Blackburn, 1984) ในขณะที่ค่า pH สำหรับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของอ้อยจะอยู่ในช่วง 6.0-8.0 (Hunsigi, 1993) โดยส่วนใหญ่ดินที่ใช้ปลูกอ้อยจะมีค่า pH ประมาณ 5.0-6.5 (ธวัช, 2543) และค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อย คือ 5.6-7.3 (บัณฑิต และคำรณ, 2542)

3.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน พบว่า อินทรีย์วัตถุในดินมีอิทธิพลต่อการดูดซับธาตุอาหาร ช่วยเพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ช่วยปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน และยังสัมพันธ์กับความสามารถในการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนให้กับพืช โดยทั่วไป ดินที่ใช้ปลูกอ้อยควรมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในช่วง 1.5-4.5 เปอร์เซ็นต์ (ธวัช, 2543; Hunsigi, 1993)

3.2.3 ค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) พบว่า ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยควรมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนมากกว่า 15 มิลลิกรัมสมมูลย์ (me) ต่อ 100 กรัมของดิน (Blackburn, 1984; บัณฑิต และคำรณ, 2542)

3.2.4 ความเค็มของดิน ความเค็มของดินจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพน้ำตาลในอ้อย (Alexander, 1973) โดยระดับความเค็มของดินที่เหมาะสมกับการปลูกอ้อยควรมีค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) น้อยกว่า 2.5 dS/m (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2544) ส่วน Hunsigi (1993) รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของระดับความเค็มของดินจะมีผลกระทบต่อดัชนีศักย์น้ำรวมในดิน (total water potential) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการดูดน้ำและธาตุอาหารของพืช นอกจากนี้ ค่าความเค็มที่เพิ่มขึ้นยังมีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ของอ้อยต่อ 1 (อายุ 10 เดือน) เช่น ความสูง น้ำหนักลำที่เข้าหีบได้ต่อกอ จำนวนปล้องต่อลำ เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เปอร์เซ็นต์โพล ซีซีเอส ปริมาณคลอโรฟิลล์ และอัตราการสังเคราะห์แสงของอ้อยลดลงอีกด้วย (ทิวา, 2542)

3.2.5 ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นค่าคง (base saturation) ควรจะมีค่าสูงกว่าร้อยละ 75 (Blackburn, 1984)

3.2.6 ธาตุอาหารสำหรับอ้อย อ้อยเป็นพืชที่ใช้ธาตุอาหารจากดินในปริมาณค่อนข้างสูง โดยเฉพาะเมื่อปลูกอ้อยแบบพืชเดี่ยว นอกจากนี้ การนำผลผลิตและเศษเหลือออกจากพื้นที่เท่ากับการนำธาตุอาหารต่างๆ ออกไปอย่างถาวร จึงเป็นเหตุให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ (Hunsigi, 1993) โดย Barnes (1974) รายงานว่าเมื่อนำผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ 50 ตันออกไปจากพื้นที่จะทำให้ปริมาณของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดออกไปประมาณ 30.0-40.0, 22.7-27.2 และ 68.0 กิโลกรัม N, P_2O_5 และ K_2O ตามลำดับ

ก. อิทธิพลของธาตุอาหารหลักต่ออ้อย

ไนโตรเจน เป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงเป็นธาตุที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตและคุณภาพของอ้อยเป็นอย่างมาก ซึ่งในดินควรมีปริมาณไนโตรเจนรวมอย่างน้อย 2 ก./กก. (Blackburn, 1984) หรืออาจกล่าวได้ว่าอ้อยที่กำลังเจริญเติบโตต้องการไนโตรเจนอย่างสม่ำเสมอ (อรพินธ์, 2516) นอกจากนี้ ถ้าอ้อยได้รับปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไป อาจทำให้อ้อยแสดงอาการขาดธาตุโพแทสเซียมได้ (Jack, 1961)

ฟอสฟอรัส มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างน้ำตาลซูโครสจากแป้งและรีดิวซ์ซิงการที่สะสมภายในลำต้น มีผลทำให้อ้อยเจริญเติบโตและตั้งกอเร็ว การแตกกอสูง อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นการงอกของราก อย่างไรก็ตาม ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ยังมีอิทธิพลต่อการดูดซับธาตุฟอสฟอรัสของอ้อย (Ramos and Sousa, 1971; Barnes, 1953) Blackburn (1984) รายงานว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่เหมาะสมต่อการปลูกอ้อยควรมีค่ามากกว่า 25 มก./กก. และหากมีระดับธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันในอ้อยสูงจะมีผลให้ระดับของฟอสฟอรัสในอ้อยลดลง (Hartt, 1937)

โพแทสเซียม อ้อยเป็นพืชที่ต้องการธาตุโพแทสเซียมในปริมาณที่มากกว่าธาตุอาหารชนิดอื่น ซึ่งอาจต้องการในปริมาณมากถึง 145 กก./ไร่ โพแทสเซียมมีความจำเป็นต่อโครงสร้างของเซลล์ ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง การสร้างโปรตีน การเกิดของแป้ง การเคลื่อนย้ายโปรตีน และน้ำตาลต่างๆ ช่วยในการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าสู่ต้นพืช และช่วยให้รากเจริญเติบโตเป็นปกติ (เกษม, 2515) นอกจากนี้ โพแทสเซียมยังจำเป็นต่อการสังเคราะห์

คาร์โบไฮเดรต และน้ำตาลในใบ (Barnes, 1953) ช่วยในการสังเคราะห์แสง (Hartt, 1970) ควบคุมการดูดน้ำ และการคายน้ำของอ้อย (Burr *et al.*, 1957) โพแทสเซียมจึงเป็นธาตุที่อ้อยต้องการตลอดระยะการเจริญเติบโต โดยที่ดินควรจะมีโพแทสเซียมมากกว่า 60 มก./กก. (Blackburn, 1984)

ข. อิทธิพลของธาตุอาหารรองต่ออ้อย

ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม เป็นธาตุที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้อปล้องและลำอ้อย (Evans, 1959) ส่วนกำมะถันเป็นธาตุที่ช่วยส่งเสริมให้อ้อยมีการแตกกอมากขึ้น และยังช่วยให้ลำอ้อยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ขึ้นด้วย (Ghosh *et al.*, 1990)

4. ปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของอ้อย

4.1 ปริมาณและการกระจายของน้ำฝน

อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 500-2,500 มม./ปี (Hunsigi, 1993) หรือในเขตที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยหรือมีปริมาณน้ำฝนไม่แน่นอนร่วมกับการใช้น้ำชลประทาน ซึ่งความต้องการน้ำของอ้อยตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวมีปริมาณไม่น้อยกว่า 1,000 มม. (ประเสริฐ, 2542) บัณฑิต และคำธณ (2542) กล่าวว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกอ้อยควรมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 1,600-2,500 มม./ปี สำหรับความต้องการน้ำของอ้อยจะมีปริมาณมากหรือน้อยแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตของอ้อย กล่าวคือ อ้อยที่เริ่มงอกใหม่มักต้องการน้ำปริมาณน้อยมาก แต่เมื่ออ้อยเจริญเติบโตมากขึ้นก็ต้องการน้ำปริมาณมากขึ้น ดังนั้น การปลูกอ้อยในเขตอาศัยน้ำฝนควรจัดการช่วงเวลาในการปลูกอ้อยให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำฝน (ประเสริฐ, 2542)

กองพีชไร (2523) รายงานว่า การปลูกอ้อยในเดือนที่แตกต่างกันทั้งในเขตและนอกเขตชลประทาน จะมีผลต่อร้อยละของการงอกและการเจริญเติบโตของอ้อยที่ต่างกัน ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของความชื้นในอากาศ และปริมาณน้ำฝนที่มีต่อการเจริญเติบโตของอ้อย โดยอ้อยที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอจะมีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตสูง ส่วนอ้อยที่ขาดน้ำหรือได้รับน้ำมากเกินไปจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยลดลง เนื่องจากความชื้นในดินไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาของราก อุทัย และคณะ (2532) ได้ศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ต่อผลผลิตอ้อย พบว่า อ้อยที่ให้น้ำตลอดฤดูปลูกมีผลผลิตใกล้เคียงกับอ้อยที่ขาด

น้ำในช่วงหลังแตกกอ 30 วัน และอ้อยที่ให้น้ำทั้ง 2 แบบนี้จะให้ผลผลิตสูงกว่าอ้อยที่ขาดน้ำในระยะ
 ย่างปล้อง

4.2 แสงแดด

ในสภาพที่มีปริมาณแสงแดดและความยาวของช่วงแสงมากจะทำให้อ้อยเจริญเติบโต
 ได้ดี โดยเฉพาะระยะที่อ้อยกำลังแตกกอและระยะย่างปล้อง (ประเสริฐ, 2542) การสร้างและสะสม
 น้ำตาลมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณหรือความเข้มของแสง แดด (เกษม, 2542) ซึ่งจะมีผลให้
 ผลผลิตและคุณภาพของอ้อยสูง โดยทั่วไปประเทศไทยจะมีแสงแดดเพียงพอกับความต้องการของ
 อ้อย แต่จะแตกต่างกันบ้างในเรื่องปริมาณเมฆหมอกและจำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดในแต่ละวัน
 (ประเสริฐ, 2542; Bakker, 1999)

4.3 อุณหภูมิ

ในช่วงตั้งแต่ปลูกจนถึงระยะย่างปล้องอุณหภูมิมีผลต่อการงอก ความยาว และเส้นผ่าน
 ศูนย์กลางลำของอ้อย (ประเสริฐ, 2542; Bakker, 1999; Hunsigi, 1993) โดยช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม
 คือ 24-27 องศาเซลเซียส (กองวางแผนการใช้ที่ดิน, 2542) เกษม (2542) รายงานว่า ถ้าอุณหภูมิต่ำ
 กว่า 15-16 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส อ้อยจะมีการเจริญเติบโตช้ามาก Dillewijn
 (1952) พบว่า ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่มีผลให้อ้อยหยุดชะงักการเจริญเติบโต
 ถึงแม้ว่าที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส อาจมีอ้อยบางพันธุ์งอกได้ก็ตาม ทั้งนี้อุณหภูมิที่เหมาะสม
 ในช่วงการเจริญเติบโตอาจแตกต่างกันตามพันธุ์อ้อย (เกษม, 2542) เมื่ออ้อยเข้าสู่ระยะสุกแก่ (อายุ
 มากกว่า 7 เดือน) อ้อยต้องการอุณหภูมิต่ำประมาณ 18-24 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย
 4-6 สัปดาห์ เพื่อการสะสมน้ำตาล และเพิ่มความหวาน ซึ่งเกิดจากการที่อุณหภูมิตอนกลางคืนต่ำจะ
 ช่วยทำให้การเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบสู่ลำต้นได้ดีขึ้น (ประเสริฐ, 2542)

4.4 ลม

ลมมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของ
 อ้อย โดยลมมีอิทธิพลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง และการเคลื่อนย้ายสารที่ได้จากการสังเคราะห์
 แสงไปยังส่วนต่างๆ ของอ้อย (Hunsigi, 1993) ลมยังช่วยพาความชื้น ความร้อนหรือความเย็น และ
 คาร์บอนไดออกไซด์เข้าหรือออกจากแปลง ซึ่งจะมีผลกับอ้อยในทางลบหรือทางบวกแล้วแต่กรณี

เช่น เมื่อลมพัดอ่อนๆ จะช่วยเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่อ้อยทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น บางกรณีอ้อยมีการคายน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อมีลมพัดแรง ส่งผลให้การคายน้ำมากกว่าปกติ กระทั่งทำให้การเจริญเติบโตของอ้อยลดลง (เกษม, 2542; Humbert, 1963) ในทางกลับกันในระยะสุกแก่จะทำให้อ้อยหวานยิ่งขึ้น เนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำออกจากลำต้นนั่นเอง (เกษม, 2542)

4.5 ความสูงจากระดับน้ำทะเล

อ้อยมักเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับ ความสูงต่ำกว่าระดับน้ำทะเล 1,500 เมตร โดยในบริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากขึ้น และมีเมฆหมอกมากมักมีอุณหภูมิลดลง ซึ่งอ้อยเป็นพืชที่ต้องการอากาศอบอุ่นหรือร้อนตลอดช่วงระยะการเจริญเติบโต และต้องการสภาพแห้งและเย็นเมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่ จึงมีผลทำให้การเจริญเติบโตของอ้อยลดลงและทำให้อ้อยสุกแก่ช้า เช่น บริเวณทวีปแอฟริกาตะวันออก ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,350 เมตร พบว่า อ้อยที่ปลูกในบริเวณนี้มีอายุสุกแก่เฉลี่ยเพิ่มขึ้นอีก 7 เดือน (Humbert, 1968)

4.6 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อย โดย Hartt and Burr (1965) รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 0.01 เปอร์เซ็นต์ ไปเป็น 0.07 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงของอ้อยเพิ่มขึ้น ซึ่งในแต่ละพันธุ์ของอ้อยจะแตกต่างกันออกไป เช่น ในอ้อยพันธุ์ H37-1993 มีจุดสูงสุดของการสังเคราะห์แสง เมื่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 0.06 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อ้อยพันธุ์ H38-2915 มีจุดสูงสุดของการสังเคราะห์แสง เมื่อความเข้มข้นของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียง 0.03 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

5. ที่มาและปริมาณของวัสดุเหลือใช้ในประเทศไทย

วัสดุเหลือใช้ในประเทศไทยสามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ก) วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (agricultural wastes) ซึ่งประกอบด้วยเศษซากพืชจากไร่นาและสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ชนิดต่างๆ และ ข) วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial wastes) ซึ่งประกอบด้วยเศษพืชซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือเศษพืชที่เหลือภายหลังกระบวนการ

ผลิต เช่น กากตะกอนอ้อย กากตะกอนหม้อกรอง กากละหุ่ง กากตะกอนน้ำเสีย ชีวมัส จีเถ้าลอย กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) กากตะกอนยีสต์ เป็นต้น จากการประมาณและการสำรวจ พบว่า ปริมาณของวัสดุเหลือใช้แต่ละประเภทมีดังนี้

5.1 ปริมาณเศษพืชจากไร่นา

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) รายงานว่า ในปีเพาะปลูก 2554 มีพื้นที่ปลูกข้าว นาปีและนาปรังทั้งหมดประมาณ 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) ซึ่งรวมกันแล้วมี เศษพืชจากไร่นาประมาณ 72.67 ล้านตัน โดยปริมาณปริมาณเศษพืชนับล้านตันเหล่านี้ มีส่วนน้อยเท่านั้นที่จะถูกนำกลับไปใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมัก เลี้ยงสัตว์ หรือนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยมากยังคงถูกปล่อยทิ้งไว้หรือไม่ก็ถูกเผาทิ้งในไร่นา (Ongprasert, 1991)

5.2 ปริมาณสิ่งขับถ่ายจากสัตว์

จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) ประเมินการว่ามีสิ่งขับถ่ายของ 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/} คำนวณจากผลผลิตของพืชแต่ละชนิดโดยใช้สัดส่วนของผลผลิตต่อต่อชั่ง

ที่มา: คัดแปลงจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

ตารางที่ 2 จำนวนสัตว์และปริมาณมูลสัตว์บางชนิด ในปีการเพาะปลูก 2554

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

หมายเหตุ ^{1/} คำนวณจากจำนวนตัวสัตว์โดยใช้ค่าประมาณมูลสัตว์ที่ขับถ่ายออกมาต่อตัวต่อปี

ที่มา: คัดแปลงจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

5.3 ปริมาณวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันการขยายตัวทางภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมแปรรูปทางการเกษตรมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากการสำรวจของ Pintukanok *et al.* (1988) พบว่า ปริมาณวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวจะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันตามชนิดของ โรงงานอุตสาหกรรม 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
เชื้อกระดาศ	44	activated sludge	16,200
น้ำมันละหุ่ง	1	กากเมล็ดละหุ่ง	197,100
น้ำมันมะพร้าว	76	กากมะพร้าว	9,855
รวม			7,395,561

ที่มา: ดัดแปลงจากสุริยา (2531)

6. สมบัติบางประการของวัสดุเหลือใช้ที่ทำการศึกษา

วัสดุเหลือใช้แต่ละชนิดมีสมบัติและองค์ประกอบที่แตกต่างกันตามประเภท และขั้นตอนการผลิตของแต่ละโรงงาน ดังนั้น สิ่งสำคัญในการพิจารณานำ วัสดุเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร คือ สมบัติทางเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของคุณค่าทางธาตุอาหารพืช และปริมาณ

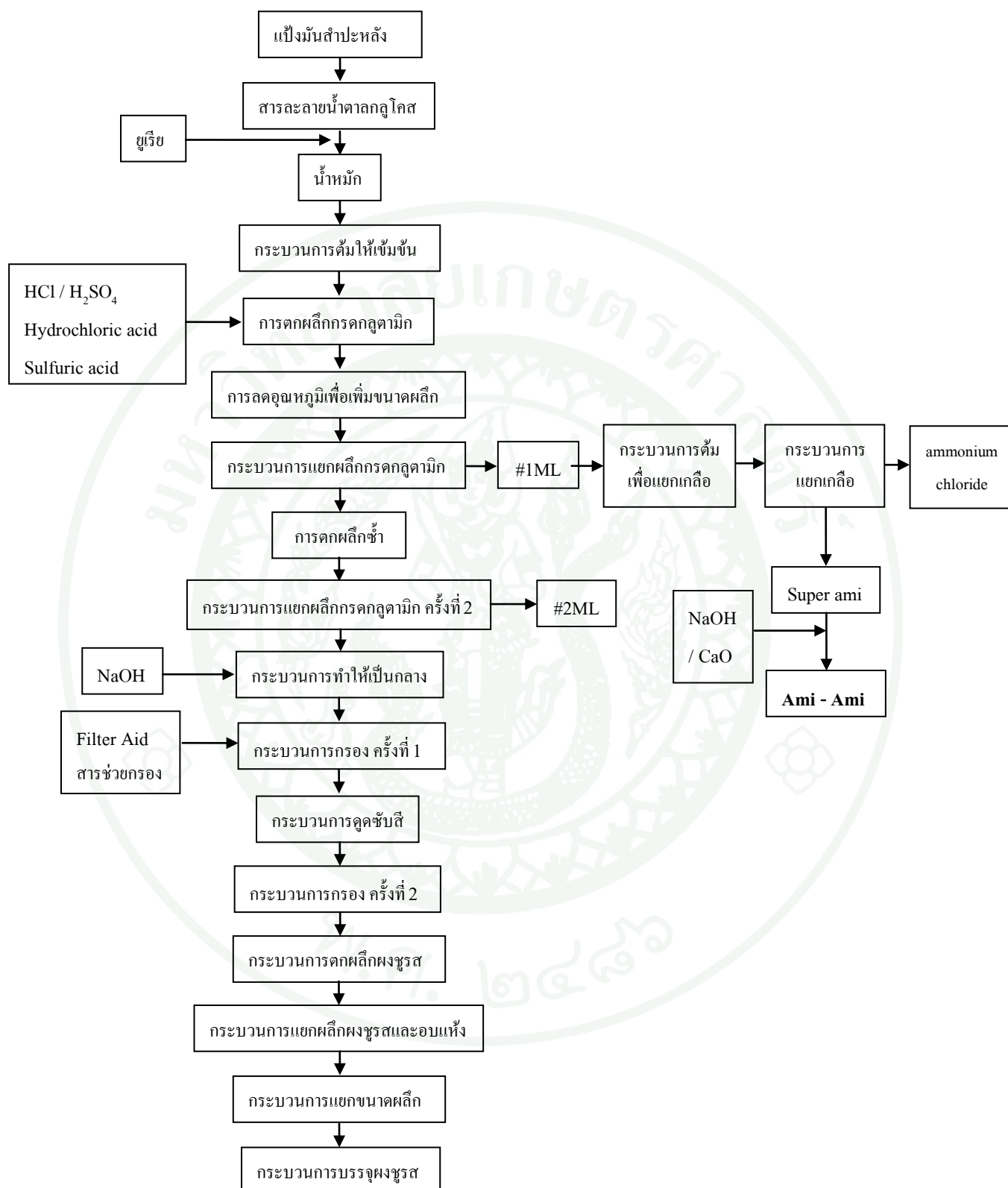
โลหะหนัก (heavy metals) ที่มีอยู่ในวัสดุเหลือใช้ชนิดนั้นๆ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกวัสดุเหลือใช้ 2 ชนิดมาทำการศึกษา โดยจะกล่าวแยกดังนี้

6.1 กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) จากโรงงานผลิตผงชูรส

วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส ได้แก่ GML (glutamic mother liquor) ฮิวมัส (humus) และกากตะกอนน้ำเสีย (activated sludge) จากข้อมูลในตารางที่ 3 พบว่า โรงงานผงชูรสมีวัสดุเหลือใช้ไม่น้อยกว่า 50,000 ตัน/ปี โดยวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวหากมีการจัดการที่ดีและเหมาะสมก็สามารถนำมาปรับปรุงบำรุงดินได้ นอกจากนี้ วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวมีปริมาณธาตุอาหาร สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน บางชนิดมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาใช้ปรับปรุงดินได้โดยตรง แต่บางชนิดต้องปรับสภาพบางประการให้เหมาะสมเสียก่อนจึงจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การปรับ pH ให้เหมาะสม หรือการทำให้แห้ง เป็นต้น (ธงชัย, 2550) โดยมีกดา (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 ก็จะเรียกว่า กากน้ำตาลผงชูรส หรืออามิ-อามิ

จากการศึกษาของสุภาพร และคณะ (2540) พบว่า ปริมาณธาตุอาหารของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) มีปริมาณไนโตรเจนสูงถึง 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

การผลิตผงชูรสจะใช้แป้งมันสำปะหลังในกระบวนการผลิต มีการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ในบางขั้นตอนของการผลิต ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดหากมีการนำกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) มาใช้ทางการเกษตร นั่นคือ อาจมีปริมาณโซเดียมตกค้างในดินได้ หากมีการใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน (ธนสมณท์ และคณะ, 2555) สำหรับกระบวนการผลิตผงชูรส ได้แสดงไว้ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตผงชูรส

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

6.2 จีเถ้าลอย (fly ash, FA)

จีเถ้าลอย เป็นเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ของถ่านหินลิกไนต์ โดยเถ้าจะถูกแยกออกจากลมร้อนที่พัดออกไปสู่ปล่องควัน และถูกจับไว้ที่เครื่องตกตะกอนโดยใช้ไฟฟ้า (electrostatic precipitator) แล้วถูกรวบรวมไว้ในที่เก็บจีเถ้า (ash hopper) ปริมาณของจีเถ้าลอยที่เหลือจากการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์มีประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักถ่านหินที่เผา จีเถ้าลอยที่ออกจากเตาใหม่ๆ จะมีสีเทาอมแดง เมื่อปล่อยให้เย็นลงจะมีสีเทาเข้มขึ้น สีของเถ้าถ่านหินจะขึ้นอยู่กับปริมาณเฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) และปริมาณของคาร์บอนที่มีอยู่ในเถ้าถ่านหิน จากการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของจีเถ้าลอย พบว่า รูปร่างของจีเถ้าลอยมีลักษณะค่อนข้างกลมหรือกลม มีขนาดตั้งแต่ 0.03 ถึง 0.42 มิลลิเมตร ค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 2.23 ถึง 2.48 (วิจิตอัจฉรา และคณะ, 2536) ส่วนปริมาณธาตุอาหารของจีเถ้าลอย พบว่า มีธาตุแคลเซียม (Ca) มากที่สุดประมาณร้อยละ 15.6 รองลงมา ได้แก่ ซิลิกอน (Si) และอลูมิเนียม (Al) ประมาณร้อยละ 10.5 และ 6.13 ตามลำดับ และสารประกอบที่ทำให้เกิดสภาพต่างของจีเถ้าลอย ได้แก่ CaO , K_2O และ MgO (สุวิชา, 2546) โดยค่า pH ของจีเถ้าลอยที่สูงมาก (pH 8-10) ถือเป็นข้อจำกัด ในการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ ชนิดนี้ (ธนสมณฑ์ และคณะ, 2555)

7. ผลของวัสดุเหลือใช้ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

การนำวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์ในแง่ปุ๋ย ซึ่งมีรายงานการทดลองที่ยืนยันความเป็นประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

อรวรรณ และคณะ (2549) ทดลองใช้เถ้าลอยลิกไนต์เพื่อปรับปรุงคุณภาพและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัด พบว่า การใช้เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ ส่งผลให้เมล็ดข้าวกล้องมีขนาดความยาวของเมล็ดชั้น 1 (ค่ามาตรฐานความยาวเมล็ดชั้น 1 มากกว่า 7.0 มม.) ส่วนคุณภาพทางเคมีเชิงพาณิชย์ พบว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งปริมาณ อะมิโนส ค่าคงตัวแป้งสุก และค่าการสลายตัวในค้างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยส่งผลให้ข้าวมีความเหนียวนุ่มมากขึ้นเมื่อหุงสุก และมีแนวโน้มในการใช้เวลาในการหุงต้มที่น้อยลง นอกจากนี้ การใช้เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 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) ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับกากน้ำตาลผงขุรต (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 ร่วมกับกากน้ำตาลผงขุรตอัตรา 150 ลิตร/ไร่ ให้ผลผลิตมากกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงขุรตอัตรา 600 ลิตร/ไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กานต์ และคณะ (2552) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด พบว่า การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400 กก./ไร่ ตามลำดับ รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสต่ำที่สุด

จันจิรา และคณะ (2552) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง) ต่อองค์ประกอบ ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน จำนวน 3 ฤดูปลูก ปรากฏผลโดยภาพรวมดังนี้ คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ จำนวนฝักต่อต้น และเปอร์เซ็นต์ฝักสมบูรณ์สูงสุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่ำที่สุด

ธนัตศรี และคณะ (2552) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่

ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400 กก./ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400 กก./ไร่ ตามลำดับ รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักใน กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้มวลชีวภาพสดและแห้งรวมของยูคาลิปตัสต่ำที่สุด

ปาจริย์ และคณะ (2552) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 5:1 โดยน้ำหนัก) ต่อองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่าง กับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ส่วนดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 และ 4 ตัน/ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักใน วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 และ 4 ตัน/ไร่ หรือการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 1 และ 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักใน วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 1 และ 2 ตัน/ไร่ มีผลต่อผลผลิตของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับ ดำรับควบคุม (control) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด ไม่แตกต่าง กับการใส่กาก ตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักใน วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ส่วนดำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด

ศศิธร และคณะ (2552) ศึกษาวัสดุเพาะกล้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตกล้าพืช โดยนำวัสดุเหลือใช้ 5 ชนิด ได้แก่ กากตะกอนเยื่อกระดาษ (AS) ขุยมะพร้าว (CD) ถ่านแกลบ (RCC) ขี้เถ้าลอย (FA) และกากตะกอนอ้อย (FC) มาผสมเป็นวัสดุเพาะกล้าสูตรต่างๆ เพื่อใช้เป็นวัสดุเพาะกล้าสำหรับดาวเรือง โหระพา และมะเขือเทศ พบว่า วัสดุเพาะ

กล้าสูตรที่ 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

จุฑามาศ และคณะ (2553) ศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 5:1 โดยน้ำหนัก) ต่อองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้ คือ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ผลผลิต จำนวนลำ ความยาวลำ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักใน วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ และการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ขณะที่การควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิต จำนวนลำ ความยาวลำ น้ำหนักต่อลำ และน้ำหนักเศษเหลือของอ้อยต่ำที่สุด นอกจากนี้ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษผสมขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักใน วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักใน วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ส่วนการควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลต่ำที่สุด

เขาวลัษณ์ และคณะ (2554) ศึกษาผลของการใส่กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ปรากฏผลดังนี้ คือ การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) เทียบเท่ากากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ มีผลให้ความสูงต้นของอ้อยที่อายุ 8 เดือนหลังปลูกมากที่สุด ส่วนที่อายุ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี หรือการใส่กากน้ำตาลผงชูรสทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลให้ความสูงต้นของอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุม (control) ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย พบว่า การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่า

กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักต่อลำ ของอ้อยมากที่สุด นอกจากนี้ การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมี ปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากับกากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ยังมีผลให้ผลผลิตอ้อยสดมาก ที่สุด (26.79 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากับกากน้ำตาล ผงชูรสอัตรา 800 ลิตร/ไร่ นอกจากนี้ การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่ง มีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากับกากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 400 ลิตร/ไร่ มีผลให้ค่า CCS และผลผลิต น้ำตาลของอ้อยมากที่สุด คือ 10.99% และ 2.94 ตัน/ไร่ ตามลำดับ รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมี ปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากับกากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 800 ลิตร/ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรส อัตรา 800 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ ส่วนตัวรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ ผลผลิตอ้อยสด ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด

ชัยสิทธิ์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวนาดำพันธุ์พิษณุโลก 2 พบว่า การใส่กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 250 ลิตร/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) เทียบเท่ากับกากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 250 ลิตร/ไร่ มีผลให้ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนัก ฟาง น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ การใส่ปุ๋ยเคมีซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารหลักเทียบเท่ากับกากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 500 ลิตร/ไร่ และการใส่ กากน้ำตาลผงชูรสอัตรา 500 ลิตร/ไร่ ขณะที่ตัวรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยและกากน้ำตาลผงชูรส) ให้ ความสูงต้น จำนวนแขนงต่อกอ ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักรวมทั้งหมด น้ำหนักฟาง น้ำหนักเมล็ด ทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวต่ำที่สุด

ธนสมณท์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอย (1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิต ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ แปซิฟิค 999 พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผงชูรส และขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผงชูรส และ ขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น ความสูงกอ ใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบ ข้าวโพดโดยภาพรวมมากที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุ อาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุ ผสมระหว่าง กากน้ำตาลผงชูรส และขี้เถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ตัวรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น ความสูงกอใบสุดท้าย และค่าความเขียวของใบ ข้าวโพดต่ำที่สุดทุก ระยะการเจริญเติบโต ในด้านผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด พบว่า การใส่วัสดุผสม

ระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส และจีเถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ มีผลให้จำนวนฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเปลือกและขั้ว น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ของข้าวโพดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสม ระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,200 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาล ผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 300 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ค่าควบคุม (control) มีผลให้ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักสมบูรณ์ น้ำหนักฝักทั้งเปลือก น้ำหนักฝักปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และ น้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวโพดต่ำที่สุด

8. ผลของวัสดุเหลือใช้ต่อสมบัติของดิน

การใส่วัสดุเหลือใช้ลงไปดินนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชแล้ว วัสดุเหลือใช้ดังกล่าวยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี และทางฟิสิกส์ของดินอีกด้วย ดัง รายงานการศึกษาต่อไปนี้

ชัย และคณะ (2543) รายงานว่าจีเถ้าลอยมีลักษณะเป็นสารปอซโซลาน (Pozzolan) สังเคราะห์ เมื่ออยู่ใน สภาพแห้งจะมีลักษณะเป็นผงฝุ่น ไม่มีสมบัติเชื่อมเกาะกันระหว่างอนุภาค ต่อเมื่อสัมผัสกับน้ำหรือความชื้นภายใต้สภาพอุณหภูมิปกติ จะสามารถทำปฏิกิริยากับปูนแคลเซียม ไฮดรอกไซด์ เกิดเป็นสารใหม่ที่มีสมบัติในการเชื่อมประสาน โดยจีเถ้าลอยอนุภาคหยาบจะมีพื้นที่ ผิวจำเพาะ น้อยและทำปฏิกิริยาปอซโซลานิก (Pozzolanitic) ได้ช้ากว่าจีเถ้าลอยอนุภาคละเอียด นอกจากนี้ จีเถ้าลอยอนุภาคหยาบจะมีโอกาสอุดช่องว่างเม็ดดิน (pore space) ได้น้อยกว่า จึงมีส่วน ในการส่งเสริมให้สมบัติทางฟิสิกส์ของดินดีขึ้น

สันติ และคณะ (2543) รายงานการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการใช้วัสดุ เหลือใช้จากโรงงานผงชูรสเป็นปุ๋ยสำหรับข้าวโพดฝักอ่อนและถั่วเหลืองรับประทานฝักสดเป็นเวลา 3 ปี พบว่า ทุกค่ารับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยและวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส มีผลให้ค่า pH ค่าการ นำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ ดินก่อนปลูก อย่างไรก็ตาม ค่า EC ที่เพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยและวัสดุเหลือใช้ทั้ง 3 ชนิด ไม่ส่งผล กระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อนและถั่วเหลืองแต่อย่างใด

ดิสสพันท์ และชลวดี (2544) รายงานการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรสเป็นปุ๋ยสำหรับข้าวโพด-ข้าวฟ่างเป็นเวลา 2 ปี พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินในตำรับทดลองที่มีการใช้วัสดุเหลือใช้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในดินชุดลพบุรี และลดลงในชุดวังไฮ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม)

ธนชัย (2550) รายงานการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการใช้กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) เป็นปุ๋ยสำหรับมันสำปะหลังเป็นเวลา 2 ปี พบว่า การใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่ และการใส่กากน้ำตาลผงชูรส ทุกอัตรา มีผลให้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น ค่า pH ของดินลดลง ขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณโพแทสเซียม และปริมาณแมกนีเซียมในดินมีค่าไม่ต่างกันในทุกกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย โดยมีค่าลดลงภายหลังสิ้นสุดการปลูกมันสำปะหลังในปีที่ 2

ธนัตศรี (2552) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH ของดินสูงที่สุด การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) 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 ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

ปาจริย์ (2552) ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ส่วนการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความจุสนาม และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ขณะที่ค่าควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความจุสนาม และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

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

กานต์ (2553) การศึกษาผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่ากากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา

1,600 กก./ไร่ มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินต่ำที่สุด ไม่แตกต่าง จากการใส่กาก
ตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักของ กากตะกอนเยื่อ
กระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH ของดินสูงที่สุด การใส่กาก
ตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักของ กากตะกอนเยื่อ
กระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การ ใส่
ปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักของ กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ และการใส่กาก
ตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ ตามลำดับ การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./
ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม
ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่กากตะกอน
เยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษ
อัตรา 800 กก./ไร่ ส่วนการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ มีผลให้ค่าจุดเหี่ยวถาวรของ
ดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า
ธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800 กก./ไร่ ขณะที่การใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษ
อัตรา 400 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักของกากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 400
กก./ไร่ มีผลให้ค่าจุดเหี่ยวถาวรต่ำที่สุด ส่วนการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 1,600 กก./ไร่ มีผล
ให้ค่าความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่กากตะกอนเยื่อกระดาษ
อัตรา 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักของ กากตะกอนเยื่อกระดาษอัตรา 800
กก./ไร่ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัส
ที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

จันจิรา (2553) ศึกษาผลของวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา
5:1 โดยนำหน้ากแห้ง ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ปลูกในชุดดิน
กำแพงแสน พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือ
การใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงด่าง
เล็กน้อย และมีค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษ
และขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง ที่สุด ไม่แตกต่างกับ การใส่วัสดุ
ผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหาร
หลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ขณะที่การใส่วัสดุ
ผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหาร
หลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ ปริมาณ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ส่วนการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อ กระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าความหนาแน่นรวม ความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ดีที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ขณะที่ ดำริบควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความจุสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด

จุฬามาศ (2553) ศึกษาผลของวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 5:1 โดยน้ำหนักแห้ง ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่า การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ มีผลให้ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 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 มีผลให้ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 2 ตัน/ไร่ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 1 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 1 ตัน/ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากตะกอนเยื่อกระดาษและขี้เถ้าลอยอัตรา 4 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ดำริบควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ปริมาณโพแทสเซียมแลกเปลี่ยน และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินต่ำที่สุด

เขาวลัถณ์ และคณะ (2554) ศึกษาผลของการใช้กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการปลูกอ้อยเป็นเวลา 1 ปี สามารถสรุปผลการทดลองโดยภาพรวมได้ดังนี้ คือ ค่า pH ของดินอยู่ในระดับกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลาง

ชัยสิทธิ์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวนาดีพันธุ์พิษณุโลก 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) ผสมขี้เถ้าลอย (1:1 โดยน้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิก 999 พบว่า ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งคำรับควบคุม (control) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินดังนี้ คือ ค่า pH อยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อยถึงด่างเล็กน้อย ค่า EC_e ของดินอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำถึงระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ การใส่วัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผงชูรส และขี้เถ้าลอย อัตรา 1,200 กก./ไร่ มีผลให้

ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงที่สุด รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผง ชุรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับการ ใส่วัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผง ชุรส และขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธา ดุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผง ชุรส และขี้เถ้าลอยอัตรา 600 กก./ไร่ ส่วนดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณ โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด

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

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตร
ศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ บางประการของดิน
ก่อนการทดลอง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของดินก่อนการทดลอง

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้	ความหมาย
pH (1:1)	7.65	ต่ำเล็กน้อย
EC _e (dS/m)	0.45	ไม่เค็ม
Organic Matter (%) ^{1/}	0.80	ต่ำ
Available P (mg/kg) ^{2/}	47.95	สูงมาก
Exchangeable K (mg/kg) ^{3/}	51.40	ต่ำ
Exchangeable Ca (mg/kg) ^{3/}	2,417.51	สูง
Exchangeable Mg (mg/kg) ^{3/}	130.58	สูง
Exchangeable Na (mg/kg)	46.42	-
Sand (%) ^{4/}	69.09	-
Silt (%) ^{4/}	19.54	-
Clay (%) ^{4/}	11.37	-
Texture ^{4/}	sandy loam	ร่วนปนทราย

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

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

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

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

2. วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ได้แก่ จี๊ถั่วลอย (fly ash) และวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส ได้แก่ กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) สำหรับการ เตรียมวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๊ถั่วลอย (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร / น้ำหนัก) ทำโดย ตวงกากน้ำตาลผงชูรส 2,000 ลิตร และชั่งจี๊ถั่วลอย 2,000 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และหมักทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน จากนั้น ผึ่งให้แห้ง (air dry) บด และร่อนโดยผ่านตะแกรงร่อนขนาด 5 มม. (รณสมณท์ และคณะ, 2555) ซึ่งค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุเหลือใช้ แต่ละชนิด และวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๊ถั่วลอย ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมบัติทางเคมีบางประการของวัสดุเหลือใช้ที่ทำการทดลอง

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้		
	กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ)	จี๊ถั่วลอย (fly ash)	วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจี๊ถั่วลอย (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. พันธุ์อ้อย ใช้พันธุ์ก้านแพงแสน 01-4-29

4. ปุ๋ยเคมี (inorganic fertilizer, IF) ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

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. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างพืช ได้แก่ ถุงตาข่ายสำหรับเก็บตัวอย่าง ไม้เมตรสำหรับวัดความสูง เครื่องชั่งน้ำหนักพืชในสนาม

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

8. เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของดิน ได้แก่

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 (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร / น้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย พันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ณ แปลงทดลองของ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอ กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2554-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555

1. แผนการทดลอง

ดำเนินการทดลองโดยใช้ แผนการทดลองแบบ 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 $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}]$

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

ตำรับทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$

ตำรับทดลองที่ 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 27 x 82 ตารางเมตร แบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 7.5 เมตร ยาว 10 เมตร จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร ทำการเก็บเกี่ยวเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4.5 x 8 ตารางเมตร

3. การปลูก

เตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์และปรับพื้นที่ปลูกให้เป็นร่อง ซึ่งมีสันร่องสูงประมาณ 30 เซนติเมตร ประกอบด้วย 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีจำนวนร่อง 5 แถว ส่วนการปลูกกระทำโดยการเตรียมท่อนพันธุ์ โดยตัดท่อนพันธุ์ย่อยให้มีจำนวน 3 ตา และแช่ในน้ำซึ่ง ผสมสารป้องกันกำจัดเชื้อราเป็นเวลา 30 นาที จากนั้น นำไปปลูกโดยมีระยะปลูกระหว่างท่อนห่างกัน 30-50 เซนติเมตร ซึ่งวัดจากกึ่งกลางท่อนหนึ่งถึงกึ่งกลางของอีกท่อนหนึ่ง

4. การใส่ปุ๋ยเคมี

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46%P₂O₅) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K₂O) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลอง ที่อายุ 2 และ 4 เดือน หลังปลูก โดยตำรับทดลองที่ 3 และ 7 ใส่อัตรา 9.60, 10.30 และ 10.10 กิโลกรัม N, P₂O₅ และ K₂O ต่อไร่ ตามลำดับ ตำรับทดลองที่ 4 ใส่อัตรา 4.80, 5.15 และ 5.05 กิโลกรัม N, P₂O₅

และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ และดำรับทดลองที่ 6 ใส่อัตรา 19.20, 20.60 และ 20.20 กิโลกรัม N , P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ โดยรายละเอียดการใส่ปุ๋ยเคมีได้แสดงไว้ในตารางที่ 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	46.88	-	-	-
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	-	2,142.86	1,049.59	789.06
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)500}	23.44	1,071.43	524.80	394.53
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	93.75	-	-	-
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	-	4,285.72	2,099.18	1,578.12
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	46.88	2,142.86	1,049.59	789.06

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 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (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 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง 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, Na สกัดดินด้วยสารละลาย 1N. $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ pH 7 แล้วนำไปวัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

6.1.1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

การวิเคราะห์เนื้อดิน (texture) โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดิน (% sand, % silt, % clay) โดยวิธี Hydrometer (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554)

6.1.2 การศึกษาสมบัติของดินในแปลงทดลองหลังการเก็บเกี่ยว

ทำการเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ตามที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 6.1.1

6.2 การเก็บข้อมูลของวัสดุเหลือใช้สำหรับการทดลอง

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุเหลือใช้ แต่ละชนิดก่อนการทดลอง และวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) และซีเมนต์ลอย (อัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ดังนี้

6.2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุผสมต่อน้ำ เท่ากับ 1:1

6.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัด จากวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุผสม โดยใช้อัตราส่วนระหว่าง วัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุผสม ต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 จากนั้น วัดด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

6.2.3 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมทั้งหมด 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 (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

6.3 ข้อมูลพืช

6.3.1 การเจริญเติบโตของอ้อย

6.3.1.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก ทำการตรวจนับความงอกเมื่ออ้อยอายุได้ 2 เดือน โดยตรวจนับความงอกของอ้อยทุกแถวในแต่ละแปลงย่อย แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอก} = \frac{\text{จำนวนท่อนพันธุ์ที่งอกทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย} \times 100}{\text{จำนวนท่อนพันธุ์ทั้งหมดในแต่ละแปลงย่อย}}$$

6.3.1.2 ความสูงของลำต้นอ้อย วัดความสูงเมื่ออ้อยอายุได้ 3, 6, 8 และ 9 เดือน โดยวัดจากผิวดินถึงคอใบสูงสุด (top visible dewlap) ซึ่งตำแหน่งของต้นที่วัดในแต่ละแปลงย่อยจะได้มาจากการสุ่มแปลงย่อยละ 10 ต้นเท่า ๆ กัน

6.3.1.3 จำนวนลำใน 1 แถวเมตร ทำการนับจำนวนลำที่ปรากฏในระยะ 1 เมตร โดยใช้ต้นที่สุ่มวัดความสูงของแต่ละแปลงย่อยเป็นศูนย์กลาง ซึ่งกระทำในช่วงเวลาเดียวกับการวัดความสูงในข้อ 6.3.1.2

6.3.1.4 ค่าความเขียวใบ (SPAD reading) ของใบอ้อย โดยวัดด้วยเครื่อง Chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ในตำแหน่งใบที่ 3-5 นับจากยอด ซึ่งสุ่มวัดจาก 5 ต้นๆ ละ 6 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ย กระทำในช่วงเวลาเดียวกับการวัดความสูงในข้อ 6.3.1.2

6.3.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

เมื่ออ้อยอายุครบ 12 เดือน ก่อนการเก็บเกี่ยว 1 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างอ้อยในแต่ละแปลงย่อยจำนวน 5 ลำ จากนั้น แยกลำอ้อยจากส่วนใบและกาบใบ (เศษเหลืออ้อย) โดยอ้อยแต่ละลำ นำมาบันทึกน้ำหนักสด ความยาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และจำนวนปล้อง

6.3.2.1 ผลผลิตอ้อยต่อไร่ ทำโดยชั่งน้ำหนักอ้อยสดในแต่ละแปลงย่อยที่เก็บเกี่ยว หลังจากตัดยอด ณ จุดหักธรรมชาติ และกำจัดใบและกาบออกให้หมด จากนั้น นำไปรวมกับ น้ำหนักอ้อยจำนวน 5 ลำ ที่สุ่มเลือกเป็นตัวอย่าง แล้วคำนวณเป็นผลผลิตอ้อยต่อไร่

6.3.2.2 น้ำหนักเศษเหลือในแปลง (trash) ชั่งน้ำหนักส่วนของใบยอด (top leaves) รวมกับส่วนของใบที่เหลือ (remaining leaves) จากตัวอย่างต้นอ้อยที่สุ่มมาจากแต่ละแปลงย่อย นำมาคำนวณเป็นน้ำหนักเศษเหลือต่อแปลงย่อย โดยเทียบจากน้ำหนักผลผลิตอ้อยสด ทั้งหมดของแต่ละแปลงย่อยนั้นๆ

6.3.2.3 จำนวนลำต่อไร่ ทำการตรวจนับจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวจากแต่ละแปลงย่อย รวมกับจำนวนลำ 5 ลำ ที่สุ่มเลือกเป็นตัวอย่าง แล้วคำนวณเป็นจำนวนลำต่อไร่

6.3.2.4 ความยาวลำ ทำการวัดความยาวของลำอ้อยที่สุ่มเป็นตัวอย่างจากแต่ละแปลงย่อย โดยวัดจากโคนถึงจุดหักธรรมชาติ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

6.3.2.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องอ้อยที่อยู่กลางลำ จากอ้อยที่สุ่มเป็นตัวอย่างจากแต่ละแปลงย่อย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

6.3.2.6 น้ำหนักสดต่อลำอ้อย คำนวณจากน้ำหนักสดของผลผลิตอ้อยต่อแปลงย่อยหารด้วยจำนวนลำต่อแปลงย่อยเดียวกัน

6.3.2.7 จำนวนปล้องต่อลำ ทำการนับจำนวนปล้องในแต่ละลำอ้อยจากอ้อยที่สุ่มเลือกเป็นตัวอย่างจากแต่ละแปลงย่อย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

6.3.3 องค์ประกอบผลผลิตของน้ำตาล ทำการสุ่มตัวอย่างอ้อยในแต่ละแปลงย่อยจำนวน 5 ลำ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิตของน้ำตาล ดังนี้

6.3.3.1 CCS (commercial cane sugar) ทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โพลิน น้ำอ้อยที่หีบออกมา (P) เปอร์เซ็นต์บrikซ์ในน้ำอ้อยที่หีบออกมา (B) และเปอร์เซ็นต์ไฟเบอร์ในอ้อย (F) จากนั้น นำไปคำนวณเป็นค่า CCS โดยอาศัยสมการของ Meade and Chen (1977) ที่อ้างโดย Hunsigi (1993) ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$CCS = \frac{3}{2}P \left[1 - \frac{F+5}{100} \right] - \frac{1}{2}B \left[1 - \frac{F+3}{100} \right]$$

เมื่อ P = ค่าโพล (ปริมาณร้อยละ โดยน้ำหนักของน้ำตาลซูโครสที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย)

B = ค่าบริกซ์ (ปริมาณร้อยละ โดยน้ำหนักของของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย)

F = เปอร์เซ็นต์เส้นใยอ้อย

6.3.3.2 ผลผลิตของน้ำตาล คำนวณจากค่า CCS ของอ้อยและน้ำหนักของอ้อยสดของแต่ละแปลงย่อย โดยใช้สมการ

$$\text{ผลผลิตของน้ำตาล} = \frac{CCS \times \text{ผลผลิตอ้อยสด (ตันต่อไร่)}}{100}$$

6.3.4 การเก็บตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร

การเก็บตัวอย่างลำอ้อย นำลำอ้อยจากข้อ 6.3.2 ที่บันทึกความยาว จำนวนปล้อง และเส้นผ่านศูนย์กลางแล้ว มาตัดออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน คือ ส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลาย ในแต่ละส่วนเก็บตัวอย่างที่มีความยาวประมาณ 1.5 นิ้ว จากกึ่งกลางของความยาวในส่วนนั้นๆ แล้ว นำมาผ่าตามความยาวผ่านแกนกลางเป็น 8 ส่วนเท่าๆ กัน เก็บไว้เพียง 1 ส่วน ดังนั้น ในแต่ละลำจะมีชิ้นตัวอย่าง 3 ชิ้น แต่ละชิ้นจะเป็นตัวแทนของส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายลำ ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าในแต่ละแปลงย่อยจะมีตัวอย่างชิ้นส่วนลำอ้อย 15 ชิ้น จากนั้น นำตัวอย่างดังกล่าวมาบันทึกทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง (อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน) และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณทั้งหมดของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามลำดับ

6.3.5 การวิเคราะห์พืช

การย่อยสลายตัวอย่างพืช กระทำโดยนำตัวอย่างพืชจากข้อ 6.3.4 มาทำการย่อยสลายด้วยวิธี wet digestion โดยการชั่งน้ำหนักพืชแห้งจำนวน 0.2 กรัม ลงในหลอดทดลอง ขนาด 75 มิลลิลิตร เติม digestion mixture [conc. H_2SO_4 (ml) : Na_2SO_4 (g) : Se (g) เท่ากับ 1000 : 100 : 1] ลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยสลายใน block digester (300-350 องศาเซลเซียส) ภายใต้อุณหภูมิ

fume hood กระทั่งสารละลายใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าสารละลายให้เข้ากัน กรอง และเก็บสารละลายไว้ในขวดพลาสติก เพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่อไป สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมดของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในสารละลายที่ย่อยสลายแล้ว มีวิธีการดังนี้

ก) วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ด้วยวิธี Micro-Kjeldahl

ข) วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสด้วยวิธี Vanado-molybdate yellow color โดยใช้เครื่อง spectrophotometer รุ่น Spectronic 21 โดยวัดที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร (ทศนิยมและจังก์ทรี, 2542)

ค) วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมด้วย Atomic absorption spectrometer รุ่น SpectrAA 220 Fast sequential โดยวัดที่ความยาวคลื่น 767 นาโนเมตร

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ 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

จากการศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอย (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย พันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินภายหลังการทดลอง ปรากฏผลดังนี้

1. ความงอกในสภาพไร่

จากการตรวจนับความงอกในสภาพไร่ของอ้อยที่อายุ 2 เดือนหลังการปลูก พบว่า อ้อยในทุกคำรับทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ มีค่าความงอกในช่วง 88.13 - 94.43 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 7) แสดงให้เห็นว่าสภาพดินของอ้อยในแต่ละแปลงย่อยมีความสม่ำเสมอเหมาะสมที่จะใช้เพื่อการทดลองได้

ตารางที่ 7 ความงอกในสภาพไร่ของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 2 เดือน

คำรับทดลอง	ความงอก (%)
$T_1 = \text{Control}$	88.13
$T_2 = (\text{ami-ami+fly ash})_{1000}$	89.60
$T_3 = \text{IF}_{(\text{ami-ami + fly ash})1000}$	89.73
$T_4 = (\text{ami-ami+fly ash})_{500} + \text{IF}_{(\text{ami-ami + fry ash})500}$	90.27
$T_5 = (\text{ami-ami+fly ash})_{2000}$	90.67
$T_6 = \text{IF}_{(\text{ami-ami + fly ash})2000}$	93.77
$T_7 = (\text{ami-ami+fly ash})_{1000} + \text{IF}_{(\text{ami-ami + fry ash})1000}$	94.43
F-test	ns
CV (%)	5.55

หมายเหตุ ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. การเจริญเติบโตของอ้อย

2.1 ความสูงของต้น

การใส่กากน้ำตาลผงขุยมะพร้าวผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงขุยมะพร้าวผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงของต้น อ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งผลให้ความสูงของต้นอ้อยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ตารางที่ 8 ความสูงต้นของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุต่างๆ

ตำรับทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)			
	3 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	9 เดือน
T ₁ = Control	54.23 ^b	173.67 ^b	229.03 ^b	255.57 ^b
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	74.03 ^a	194.89 ^a	247.80 ^a	304.00 ^a
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	78.20 ^a	196.56 ^a	286.63 ^a	310.00 ^a
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)500}	78.87 ^a	196.98 ^a	292.50 ^a	319.67 ^a
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	80.50 ^a	198.77 ^a	296.33 ^a	323.83 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	80.97 ^a	200.90 ^a	299.07 ^a	324.50 ^a
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	84.77 ^a	201.33 ^a	303.33 ^a	331.83 ^a
F-test	**	*	*	*
CV (%)	11.96	12.56	12.75	15.86

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

2.2 จำนวนลำใน 1 แถวเมตร

การใส่กากน้ำตาลผงขุรศผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อย ที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9) กล่าวคือ ทุกคำรับทดลองมีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยใกล้เคียงกันในทุกระยะการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่ออ้อยมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงเพิ่มขึ้น จึงมีผลให้เกิดการบังแสงทำให้แสงแดดที่ส่องผ่านเข้าไปในกออ้อยมีปริมาณลดลง ดังนั้นเมื่อหน่ออ้อยที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้รับแสง ก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง หรืออาจเป็นผลจากการสะสมของโรคและแมลงจึงทำให้หน่อใหม่ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไป ได้ (ปาจริย์ และคณะ, 2552; จุฑามาศ และคณะ, 2553; เขวลักษณ์ และคณะ, 2554)

ตารางที่ 9 จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุต่างๆ

คำรับทดลอง	จำนวนลำใน 1 แถวเมตร			
	3 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	9 เดือน
$T_1 = \text{Control}$	9.47	8.74	8.51	8.23
$T_2 = (\text{ami-ami+fly ash})_{1000}$	10.27	10.02	9.67	9.56
$T_3 = \text{IF}_{(\text{ami-ami + fly ash})1000}$	10.45	10.22	9.87	9.77
$T_4 = (\text{ami-ami+fly ash})_{500} + \text{IF}_{(\text{ami-ami + fry ash})500}$	10.57	10.32	10.03	9.97
$T_5 = (\text{ami-ami+fly ash})_{2000}$	10.64	10.40	10.12	10.00
$T_6 = \text{IF}_{(\text{ami-ami + fly ash})2000}$	10.68	10.53	10.23	10.10
$T_7 = (\text{ami-ami+fly ash})_{1000} + \text{IF}_{(\text{ami-ami + fry ash})1000}$	11.31	11.20	11.00	10.83
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.07	12.07	13.77	9.39

หมายเหตุ ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2.3 ค่าความเขียว (SPAD reading)

การใส่กากน้ำตาลผงหุรผสมจี๋ถั่วลยอย่างเดีว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดีว มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงหุรผสมจี๋ถั่วลยอย่างเดีว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดีว มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ตารางที่ 10 ค่าความเขียว (SPAD reading) ของใบอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุต่างๆ

ตำรับทดลอง	ค่าความเขียว (SPAD reading)			
	3 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	9 เดือน
T ₁ = Control	32.60 ^b	32.12 ^b	30.24 ^b	24.43 ^b
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	36.10 ^a	40.56 ^a	39.44 ^a	34.43 ^a
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	36.56 ^a	41.36 ^a	40.12 ^a	34.43 ^a
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)500}	37.11 ^a	42.14 ^a	40.56 ^a	34.72 ^a
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	37.56 ^a	43.12 ^a	41.58 ^a	35.07 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	37.57 ^a	43.56 ^a	42.14 ^a	35.20 ^a
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	38.20 ^a	44.35 ^a	42.39 ^a	35.64 ^a
F-test	*	*	**	**
CV (%)	4.52	9.43	8.66	13.84

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

3.1 ผลผลิตอ้อยสด

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดมากที่สุด (23.31 ตัน/ไร่) 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) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดน้อยที่สุดเพียง 9.92 ตัน/ไร่

3.2 น้ำหนักเศษเหลือของอ้อย

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักเศษเหลือของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้น้ำหนักเศษเหลือของอ้อยมากที่สุด (4.40 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักเศษเหลือของอ้อยน้อยที่สุดเพียง 3.71 ตัน/ไร่

3.3 จำนวนลำต่อไร่

การใส่กากน้ำตาลผงขุรผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการ ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการ ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง ที่ 11) โดยทุกตำรับทดลองมีผลให้จำนวนลำต่อไร่ใกล้เคียงกันในช่วง 8,063-8,764 ลำ

ตารางที่ 11 ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักเศษเหลือ และจำนวนลำต่อไร่ของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน

ตำรับทดลอง	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	น้ำหนักเศษเหลือ (ตัน/ไร่)	จำนวนลำ ต่อไร่
T ₁ = Control	9.92 ^c	3.71 ^d	8,063
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	16.71 ^b	3.86 ^{cd}	8,231
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	19.16 ^{ab}	4.06 ^{bc}	8,296
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)500}	19.72 ^{ab}	4.10 ^{abc}	8,356
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	20.04 ^{ab}	4.28 ^{ab}	8,457
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	20.97 ^a	4.32 ^{ab}	8,489
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	23.31 ^a	4.40 ^a	8,764
F-test	**	**	ns
CV (%)	14.54	9.96	10.09

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

3.4 ความยาวลำ

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความยาวลำของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มี การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผล ให้ความยาวลำของอ้อย ใกล้เคียงกัน ในช่วง 272.40-304.87 เซนติเมตร และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ ตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความยาวลำของอ้อยน้อยที่สุดเพียง 234.67 เซนติเมตร

3.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผล ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยที่ ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผล ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยใกล้เคียงกันในช่วง 2.92-3.16 เซนติเมตร และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยน้อยที่สุดเพียง 2.50 เซนติเมตร

3.6 น้ำหนักต่อลำ

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12) กล่าวคือ การ ใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀+IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] มีผลให้น้ำหนักต่อลำ ของอ้อยมากที่สุด (2.66 กิโลกรัม) ไม่แตกต่างกับ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 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}] และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาล

ผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}]$ ขณะที่ควบคุม (control) มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยน้อยที่สุดเพียง 1.23 กิโลกรัม

3.7 จำนวนปล้องต่อลำ

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้จำนวนปล้องต่อลำของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 12) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผล ให้จำนวนปล้องต่อลำ ของอ้อยใกล้เคียงกันในช่วง 25.67-27.93 ปล้อง และ แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ ตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้จำนวนปล้องต่อลำของอ้อยน้อยที่สุดเพียง 20.00 ปล้อง

ตารางที่ 12 ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน

ตำรับทดลอง	ความยาวลำ (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางลำ (ซม.)	น้ำหนักต่อลำ (กก.)	จำนวน ปล้องต่อลำ
T ₁ = Control	234.67 ^b	2.50 ^b	1.23 ^c	20.00 ^b
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	272.40 ^a	2.92 ^a	2.03 ^b	25.67 ^a
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	281.07 ^a	2.97 ^a	2.31 ^{ab}	26.13 ^a
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fly ash)500}	294.60 ^a	3.07 ^a	2.36 ^{ab}	26.27 ^a
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	295.20 ^a	3.10 ^a	2.37 ^{ab}	27.00 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	298.33 ^a	3.12 ^a	2.47 ^a	27.07 ^a
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	304.87 ^a	3.16 ^a	2.66 ^a	27.93 ^a
F-test	**	**	**	**
CV (%)	13.86	10.42	9.18	11.90

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

4. คุณภาพผลผลิตและผลผลิตน้ำตาล

4.1 คุณภาพผลผลิต

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีแอลอย่างเดียวก หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผล ให้ค่า CCS ของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองที่มี การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีแอลอย่างเดียวก หรือ การใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมี อย่างเดียวก มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยใกล้เคียงกัน (10.45-11.69 เปอร์เซ็นต์) และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ค่า CCS ของอ้อยต่ำที่สุด (8.85 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลอง มีผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์บrix โพล และไฟเบอร์ ใกล้เคียงกัน ในช่วง 16.28-18.51, 12.64-15.60 และ 10.93-11.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 เปอร์เซ็นต์บrix โพล ไฟเบอร์ และ CCS ของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน

ตำรับทดลอง	Brix (%)	Pol (%)	Fiber (%)	CCS (%)
T ₁ = Control	16.28	12.64	10.93	8.85 ^b
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	17.63	14.38	11.00	10.45 ^a
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	17.90	14.74	11.03	10.78 ^a
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)500}	17.59	14.63	11.37	10.87 ^a
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	17.94	14.89	11.57	11.05 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	18.27	15.14	11.63	11.14 ^a
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	18.51	15.60	11.77	11.69 ^a
F-test	ns	ns	ns	*
CV (%)	9.28	13.80	6.59	8.41

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ผลผลิตน้ำตาล

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 14) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000} + IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (2.72 ตัน/ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 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) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุดเพียง 0.88 ตัน/ไร่

ตารางที่ 14 ผลผลิตน้ำตาของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน

ตำรับทดลอง	ผลผลิตน้ำตาล (ตัน/ไร่)
T ₁ = Control	0.88 ^c
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	1.75 ^d
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	2.07 ^c
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)500}	2.14 ^{bc}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	2.21 ^{bc}
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	2.34 ^b
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	2.72 ^a
F-test	**
CV (%)	13.46

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยร่วมกับปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่วัสดุผสมแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Ripusudan *et al.* (2000) ชัยสิทธิ์และปาจริย์ (2552) จุฑามาศ และคณะ (2553) และเขวลักษณ์ และคณะ (2554) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับอ้อยได้อย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่วัสดุผสมจะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลาผ่านไป ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุผสม (control) มีผลต่อการเจริญเติบโตของอ้อยต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ ปริมาณ ธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช (ชัยสิทธิ์และปาจริย์, 2552; จุฑามาศ และคณะ, 2553; เขวลักษณ์ และคณะ, 2554)

นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุผสมอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุยเคมี และการใส่ปุย เคมีอย่างเดียวในอัตราที่สูงขึ้น (ตำรับทดลองที่ 5-7) จะมีผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยโดยภาพรวมสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุผสมอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับปุยเคมี และการใส่ปุยเคมีอย่างเดียวในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2-4) ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์และปาจริย์ (2552) จุฑามาศ และคณะ (2553) และเขาวลัษณ์ และคณะ (2554)

5. ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในท่อนลำ และเศษเหลือของ อ้อยที่อายุ 12 เดือน

5.1 ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนทั้งหมด

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมซีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการ ใส่ร่วมกับปุยเคมี และการ ใส่ปุยเคมีอย่างเดียว มีผล ให้ความเข้มข้นของธาตุ ไนโตรเจนทั้งหมดใน ท่อนลำและเศษเหลือของ อ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 15) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสม ระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและซีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก ในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและซีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀+IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในท่อนลำและเศษเหลือ ของอ้อยมากที่สุด (0.147 และ 0.633 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับ การใส่ปุยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและซีเถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [IF_{(ami-ami + fly ash)2000}] การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและซีเถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀] และการ ใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและซีเถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับ ปุยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและซีเถ้าลอยอัตรา 500 กก./ ไร่ [(ami-ami+fly ash)₅₀₀+IF_{(ami-ami + fry ash)500}] ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของ ธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในท่อนลำและเศษเหลือของอ้อยต่ำที่สุด (0.065 และ 0.402 เปอร์เซ็นต์)

5.2 ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมด

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมซีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการ ใส่ร่วมกับปุยเคมี และการ ใส่ปุยเคมีอย่างเดียว มีผล ให้ความเข้มข้นของธาตุ ฟอสฟอรัสทั้งหมดใน ท่อนลำและเศษเหลือของ อ้อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 15) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่าง

กากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami+fly\ ash)1000}]$ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในท่อนลำและเศษเหลือของอ้อย มากที่สุด (0.058 และ 0.141 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami+fly\ ash)2000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในท่อนลำและเศษเหลือของอ้อยต่ำที่สุด (0.036 และ 0.087 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}]$

5.3 ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมทั้งหมด

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดใน ท่อนลำและเศษเหลือของอ้อย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 15) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami+fly\ ash)1000}]$ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุ โพแทสเซียม ทั้งหมดใน ท่อนลำและเศษเหลือของอ้อย มากที่สุด (0.534 และ 1.435 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการ ใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami+fly\ ash)2000}]$ รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและ ขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami+fly\ ash)500}]$ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami+fly\ ash)1000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุ โพแทสเซียม ทั้งหมดใน ท่อนลำและเศษเหลือของอ้อยต่ำที่สุด (0.265 และ 0.741 เปอร์เซ็นต์)

อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับปาลิธี และคณะ (2552) จุฑามาศ และคณะ (2553) นริรัตน์ และคณะ (2553) และเขวาลักษณ์ และคณะ (2554) ซึ่งรายงาน ว่าความ

เข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งหมด ในท่อนลำของอ้อยมีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งหมด ในส่วนของเศษเหลือ อีกทั้งการใส่กากน้ำตาลผงขุรผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตราสูง (ตำรับทดลองที่ 5-7) มีแนวโน้มให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดในท่อนลำและเศษเหลือของอ้อยสูงกว่าการใส่กากน้ำตาลผงขุรผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2-4)

ตารางที่ 15 ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักที่สะสมในท่อนลำและเศษเหลือของอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 ที่อายุ 12 เดือน

ตำรับทดลอง	ท่อนลำอ้อย			เศษเหลือของอ้อย		
	Total N	Total P	Total K	Total N	Total P	Total K
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
T ₁ = Control	0.065 ^c	0.036 ^d	0.265 ^c	0.402 ^d	0.087 ^e	0.741 ^c
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	0.123 ^b	0.042 ^{cd}	0.423 ^b	0.523 ^c	0.097 ^{de}	1.123 ^b
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	0.127 ^{ab}	0.046 ^{bcd}	0.436 ^b	0.542 ^{bc}	0.105 ^{cd}	1.127 ^b
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ + IF _{(ami-ami + fry ash)500}	0.136 ^{ab}	0.047 ^{bc}	0.442 ^b	0.562 ^{abc}	0.115 ^c	1.132 ^b
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	0.141 ^{ab}	0.052 ^{abc}	0.448 ^b	0.575 ^{abc}	0.121 ^{bc}	1.137 ^b
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	0.142 ^{ab}	0.053 ^{ab}	0.521 ^a	0.611 ^{ab}	0.132 ^{ab}	1.420 ^a
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ + IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	0.147 ^a	0.058 ^a	0.534 ^a	0.633 ^a	0.141 ^a	1.435 ^a
F-test	**	**	**	**	**	**
CV (%)	8.97	11.56	8.67	12.01	9.79	10.74

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6. สมบัติทางเคมีของดินบางประการ ภายหลังจากการใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสนผสมขี้เถ้า ลอยสำหรับการปลูกอ้อยเป็นระยะเวลา 1 ปี

6.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสนผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 16) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสนและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀] มีผลให้ค่า pH ของดินมากที่สุด (pH 7.90) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสนและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀] ดำรับควบคุม (control) และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสนและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่า ธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสนและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₅₀₀+IF_{(ami-ami + fry ash)500}] สำหรับเหตุผลที่ทำให้ค่า pH ของดินค่อนข้างสูงอาจเป็นเพราะวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสนและขี้เถ้าลอยมีค่า pH อยู่ในระดับเป็นด่างปานกลาง (ตารางที่ 5) ขณะที่ดินก่อนการทดลองมีค่า pH อยู่ในระดับเป็นด่างเล็กน้อย (ตารางที่ 4)

นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสนและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [IF_{(ami-ami + fly ash)2000}] มีผลให้ค่า pH ของดินต่ำที่สุด (pH 6.49) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสนและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [IF_{(ami-ami + fly ash)1000}] สำหรับเหตุผลที่ทำให้ค่า pH ของดินค่อนข้างต่ำอาจเป็นเพราะว่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดลองเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ซึ่งในสภาพดินไร่ที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะส่งผลให้แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ที่เกิดจากการแปรสภาพของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ถูกออกซิไดซ์กระทั่งก่อให้เกิดไฮโดรเจนไอออน (H^+) จึงมีผลตกค้างทำให้ดินเป็นกรดได้ (ขงยุทธ และคณะ, 2551) โดยสอดคล้องกับผลงานวิจัยของชนสมณต์ (2555) อย่างไรก็ดี ตามทุกคำรับทดลองที่มี การใส่กากน้ำตาลผงขุรสนผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับเป็นกรด เล็กน้อยถึงด่างปานกลาง (FAO Project Staff and Land Classification Division, 1973) คือ อยู่ในช่วง pH 6.49-7.90

6.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน

การใส่กากน้ำตาลผงขุสผสมจี๋เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) ของดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 16) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀] มีผลให้ค่า EC_e ของดินมากที่สุด (1.034 dS/m) รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀+IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀] ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ของดินต่ำที่สุด (0.426 dS/m) โดยเป็นที่สังเกตว่า การใส่วัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผงขุส และจี๋เถ้าลอย อย่างเดียว มีแนวโน้มให้ค่า EC_e ของดินสูงกว่าการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุส และจี๋เถ้าลอยร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะกาก น้ำตาลผงขุสมีค่า EC หรือค่าความเค็มในระดับเค็มมากที่สุด (FAO Project Staff and Land Classification Division, 1973) (ตารางที่ 5) จึงส่งผลให้ค่า EC_e ของดินเพิ่มขึ้นได้ (ชนสมณท์, 2555) อย่างไรก็ตาม เมื่อนำเกณฑ์การประเมินจากคณะกรรมการภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงขุสผสมจี๋ เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า EC_e ของดินเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับที่ไม่เค็ม (0-4 dS/m) หรือไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืช

6.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

การใส่กากน้ำตาลผงขุสผสมจี๋เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผล ให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 16) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀] มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงที่สุด (1.223 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀] การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀+IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุสและจี๋เถ้า

ลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}]$ และการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำที่สุด (0.694 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวก่อนดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับต่ำ (0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์) ถึงค่อนข้างต่ำ (1.0-1.5 เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 16 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC_e) และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ของดินภายหลังการปลูกอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 เป็นเวลา 1 ปี

ดำรับทดลอง	pH (1:1)	EC_e (dS/m)	Organic matter (%)
$T_1 = \text{Control}$	7.61 ^{ab}	0.426 ^d	0.694 ^c
$T_2 = (ami-ami+fly\ ash)_{1000}$	7.69 ^a	0.578 ^c	0.983 ^b
$T_3 = IF_{(ami-ami + fly\ ash)1000}$	6.71 ^{cd}	0.442 ^{cd}	0.828 ^{bc}
$T_4 = (ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}$	7.46 ^{ab}	0.541 ^{cd}	0.893 ^b
$T_5 = (ami-ami+fly\ ash)_{2000}$	7.90 ^a	1.034 ^a	1.223 ^a
$T_6 = IF_{(ami-ami + fly\ ash)2000}$	6.49 ^d	0.548 ^{cd}	0.863 ^b
$T_7 = (ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}$	7.15 ^{bc}	0.838 ^b	0.910 ^b
F-test	**	**	**
CV (%)	14.84	12.37	9.04

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. ปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ภายหลังการใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบผสมจีเถ้า ลอย สำหรับการปลูกอ้อยเป็นระยะเวลา 1 ปี

7.1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสบผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami+fly\ ash)1000}]$ มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด (63.22 mg/kg) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบและจีเถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบและจีเถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบและจีเถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami+fly\ ash)500}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}]$ ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด (48.36 mg/kg) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงขุรสบผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับสูงมาก (> 45 mg/kg)

7.2 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสบผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami+fly\ ash)1000}]$ มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด (84.15 mg/kg) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสบและจีเถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่าง

กากน้ำตาลผงขุรตและขี้เถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₅₀₀+IF_{(ami-ami + fry ash)500}] และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรตและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀] ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำที่สุด (57.09 mg/kg) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงขุรตผสมขี้เถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เปลี่ยนแปลง อยู่ในระดับปานกลาง (60-90 mg/kg) ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เปลี่ยนแปลง อยู่ในระดับต่ำ (30-60 mg/kg)

ตารางที่ 17 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. K) ของดินภายหลังการปลูกอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 เป็นเวลา 1 ปี

ดำรับทดลอง	Avail. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
T ₁ = Control	48.36 ^c	57.09 ^c
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	56.44 ^{ab}	66.78 ^{bc}
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	53.21 ^{bc}	62.34 ^{bc}
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)500}	57.41 ^{ab}	78.26 ^{ab}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	58.13 ^{ab}	68.99 ^{abc}
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	55.26 ^{bc}	64.85 ^{bc}
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	63.22 ^a	84.15 ^a
F-test	*	*
CV (%)	13.86	12.87

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7.3 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผล ให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 18) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินมากที่สุด (2,712.37 mg/kg) ไม่แตกต่างกับ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}]$ ขณะที่ควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินน้อยที่สุด (2,555.51 mg/kg) และเมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาพบว่า ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้ง ควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับสูง (> 400 mg/kg)

7.4 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่กากน้ำตาลผงขุรสผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 18) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{2000}]$ มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมากที่สุด (165.31 mg/kg) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}]$ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{1000}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)1000}]$ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรสและจีเถ้าลอยอัตรา 500 กก./ไร่ $[(ami-ami+fly\ ash)_{500}+IF_{(ami-ami + fry\ ash)500}]$

ash)500] ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำที่สุด (134.30 mg/kg) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินจาก FAO Project Staff and Land Classification Division (1973) มาพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ทุกดำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาหลวงขุรสผสมจีเถ้า ลอยอย่างเดียว หรือการ ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวก รวมทั้ง ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับ สูง (> 120 mg/kg)

ตารางที่ 18 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Ca) และปริมาณ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Mg) ของดินภายหลังการปลูกอ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 เป็นเวลา 1 ปี

ดำรับทดลอง	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)
T ₁ = Control	2,555.51 ^{abc}	134.30 ^c
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	2,656.43 ^{ab}	156.44 ^{ab}
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	2,412.37 ^c	145.35 ^{bc}
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)500}	2,563.26 ^{abc}	152.38 ^{ab}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	2,712.37 ^a	165.31 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	2,456.16 ^{bc}	148.24 ^b
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	2,631.53 ^{ab}	153.32 ^{ab}
F-test	*	**
CV (%)	9.61	14.76

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ DMRT.

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

7.5 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้

การใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ปริมาณ โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 19) กล่าวคือ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₂₀₀₀] มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน สูงที่สุด (51.21 mg/kg) ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀] และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ [(ami-ami+fly ash)₁₀₀₀ + IF_{(ami-ami + fry ash)1000}] ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด (38.54 mg/kg)

จากสมบัติทางเคมีของดินบางประการและปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ภายหลังการใช้วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอย สำหรับการปลูก อ้อยเป็นระยะเวลา 1 ปี สามารถสรุปโดยภาพรวมได้ว่าสมบัติทางเคมีของดินบางประการดีขึ้น และปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติทางเคมีของดินและปริมาณธาตุอาหารพืชในดินก่อนการทดลอง (ตารางที่ 4) อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าดำรับทดลองที่มีการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงขึ้น (ดำรับทดลองที่ 5 หรือ 7) มีผลให้ปริมาณ โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ของดิน โดยภาพรวมสูงกว่าดำรับทดลองที่มีการใส่ วัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผงชูรส และจีเฝ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่ำกว่า (ดำรับทดลองที่ 2 หรือ 4) นั่นเป็นข้อจำกัดด้านสมบัติทางเคมี (ตารางที่ 5) ที่ควรเฝ้าระวังเป็นพิเศษ หากนำวัสดุผสมดังกล่าวไปใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรในระยะยาว (ธนสมณท์, 2555)

ตารางที่ 19 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch. Na) ของดินภายหลังการปลูกอ้อย
พันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 เป็นเวลา 1 ปี

ตำรับทดลอง	Exch. Na (mg/kg)
T ₁ = Control	38.54 ^d
T ₂ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀	47.90 ^{ab}
T ₃ = IF _{(ami-ami + fly ash)1000}	42.56 ^{cd}
T ₄ = (ami-ami+fly ash) ₅₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)500}	44.28 ^{bc}
T ₅ = (ami-ami+fly ash) ₂₀₀₀	51.21 ^a
T ₆ = IF _{(ami-ami + fly ash)2000}	43.36 ^{bc}
T ₇ = (ami-ami+fly ash) ₁₀₀₀ +IF _{(ami-ami + fry ash)1000}	47.12 ^{abc}
F-test	**
CV (%)	11.50

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
โดยใช้ DMRT.

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของกากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ อ้อยพันธุ์กำแพงแสน 01-4-29 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้น ค่าความเขียวของใบ ความยาวลำ เส้นผ่าน ศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS (commercial cane sugar) ของอ้อยใกล้เคียงกัน และ แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความสูงต้น ค่าความเขียว ของใบ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ของอ้อยน้อยที่สุด

2. การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักต่อลำ และผลผลิตของน้ำตาลมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ ขณะที่ คำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด น้ำหนักต่อลำ และผลผลิตของน้ำตาลน้อยที่สุด

3. การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งหมดใน ท่อนลำ และเศษเหลือของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหาร หลักในวัสดุผสม ระหว่างกากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ และการ ใส่วัสดุผสมระหว่าง กากน้ำตาลผงชูรสและจีเถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ ขณะที่คำรับควบคุม (control) มีผลให้ความ เข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ทั้งหมดใน ท่อนลำและเศษเหลือของอ้อย ต่ำที่สุด

4. ทุกคำรับทดลองที่มีการใส่กากน้ำตาลผงชูรสผสมจีเถ้าลอยอย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับ ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว รวมทั้งคำรับควบคุม (control) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติ ทางเคมีของดินโดยภาพรวมดังนี้ คือ ค่า pH อยู่ในระดับเป็น กรดเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง ค่า EC_e ของดินอยู่ใน ระดับที่ไม่เค็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับ ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ ปริมาณ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ การใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรตและขี้เถ้าลอยอัตรา 2,000 กก./ไร่ มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรตและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ และการใส่วัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรตและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในวัสดุผสมระหว่างกากน้ำตาลผงขุรตและขี้เถ้าลอยอัตรา 1,000 กก./ไร่ ขณะที่การควบคุม (control) มีผลให้ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำที่สุด

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำกากน้ำตาลผงขุรตผสมขี้เถ้าลอย (1:1 โดยปริมาตร/น้ำหนัก) มาใช้เพื่อทดแทนปุ๋ยหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูก อ้อย อย่างไรก็ตาม ควรทำการศึกษาต่อไปอีก 2-3 ปี เพื่อยืนยันผลของการใช้กากน้ำตาลผงขุรตผสมขี้เถ้าลอยในแง่การทดแทนปุ๋ยหรือ ใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย อีกทั้งผลของวัสดุผสมดังกล่าวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2527. การปลูกอ้อย. กรมส่งเสริมการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองพืชไร่. 2523. อ้อย. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กองวางแผนการใช้ที่ดิน. 2542. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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.

เกษม สุขสถาน. 2515. คำบรรยายอ้อย. ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เกษม สุขสถาน. 2540. คู่มือการทำไร่อ้อย. เอกสารเผยแพร่. บริษัทมิตรผลวิชัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด, กรุงเทพฯ.

เกษม สุขสถาน. 2542. ภูมิศาสตร์และพฤกษศาสตร์ของอ้อย, ใน สหวิทยาการของอ้อยและน้ำตาล. บริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด, กรุงเทพฯ.

เกษม สุขสถาน และอุดม พูลเกษม. 2521. การเลือกทำเลและที่ดินสำหรับปลูกอ้อย, ใน หลักการทำไร่อ้อย. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จุฑามาศ กล่อมจิตร. 2553. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษใน
แง่การเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยต่อปีที่ 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

จักรินทร์ ศรัทธาพร, สุรวิทย์ สุริยพันธ์, มนัส ปทุมทอง และ สุนทร แสงศิลา. 2530. การใช้ปุ๋ย
หมักจากกากอ้อยบำรุงดินเพื่อปลูกอ้อย, ใน รายงานผลการวิจัยปี 2527. กรมวิชาการ
เกษตร, กรุงเทพฯ.

จันจิรา แสงสีเหลือง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผล
ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและ
องค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, ใน การประชุม
ทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและ
เทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ชัย จารุพิทักษ์กุล, สุรเชษฐ์ จิงเกษมโชคชัย และวราภรณ์ คุณาวานากิจ. 2543. คุณสมบัติพื้นฐาน
ทางเคมีและทางกายภาพของถ้ำลอย, ใน เอกสารทางวิชาการ การสัมมนาเรื่องการใช้ถ้ำ
ลอยในงานคอนกรีต ครั้งที่ 5. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และสมาคมวิศวกรรม
สถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

ชัยสิทธิ์ ทองจู และปาจิรีย์ เน้นหนา. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเชื้อ
กระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูก
ในชุดดินกำแพงแสน (ปีที่ 1). วารสารดินและปุ๋ย. 31 (1): 6-26.

ชัยสิทธิ์ ทองจู, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ธนสมนต์ กุลการณย์เลิศ, ระวีวรรณ โชติพันธ์, ชีรยุทธ คล้า
ชื่น และรุจิกร ศรีแมนม่วง. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการ
เจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30 (1):
99-107.

ดิสสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์ และ ชลวดี ละเอียด. 2544. การใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส 2 ปี ที่มี
ต่อผลผลิตข้าวโพด-ข้าวฟ่าง และสมบัติทางเคมีของดินไร่ 2 ชนิด. (อัคราณา).

ทัศนีย์ อัครนันท์ และจรัญ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์
ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ ดิฐกมล. 2551. การใช้ประโยชน์ของน้ำกากส่าสำหรับการผลิตอ้อยเพื่อลดมลพิษ
สิ่งแวดล้อม : กรณีอ้อยปลูกปีแรก. วิจัยรามคำแหง ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 11
(1): 11-29.

ทิวา พาโคกทม. 2542. อิทธิพลของระดับความเค็มของดินต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบ
ผลผลิตและอัตราการสังเคราะห์แสงของอ้อยปลูกและอ้อยต่อ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย มาลา. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธนสมนต์ กุลการณย์เลิศ. 2555. การใช้ประโยชน์ของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจี๊ด
ลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รณสมณฑ์ กุลการณย์เลิศ, ชัยสิทธิ์ ทองจู และศุภชัย อำคา. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมจีเฝ้าลออต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์แปซิฟิค 999. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1 (1): 29-41.

รวิษ ดินนังวัฒนะ. 2543. การทำไร้อ้อยยุคใหม่. ศูนย์เกษตรอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

รณัตศรี สอนจิตร. 2552. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รณัตศรี สอนจิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโต และการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, ใน การประชุมทางวิชาการ ดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

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

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

นริรัตน์ ชูช่วย, ชัยสิทธิ์ ทองจู และศุภชัย อำคา. 2553. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

บริษัท อายิโนะโมะไต่ะ จำกัด. ม.ป.ป. กระบวนการผลิตผงชูรส. (อค์สำเนา).

บัณฑิต ต้นศิริ และคำรณ ไทรพิภ. 2542. คู่มือการประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ.
กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ นัตวชิรวงษ์. 2542. อ้อย. ใน พืชเศรษฐกิจ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปาจริย์ แน่นหนา. 2552. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้โรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่
การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปาจริย์ แน่นหนา, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2552. ผลของ
วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในแง่การเจริญเติบโต และ
องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, ใน การประชุมทางวิชาการ
ดิน และปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน ณ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ปรีชา พรหมณีย์, ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ จักรินทร์ ศรีทชาพร. 2546. การตอบสนองของ
อ้อยต่อวัสดุปรับปรุงดิน, ใน การประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลทราย ครั้งที่ 5. สมาคม
นักวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งประเทศไทย และสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและ
น้ำตาลทราย, กรุงเทพฯ.

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

ขงยุทธ โอสดสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์นิโรจน์ และชวลิต สงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตร
ยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เขาวลัทธิ เนตรสิงห์, ชัยสิทธิ์ ทองจู และรัฐชา ชัยชนะ. 2554. การใช้ประโยชน์ของกากน้ำตาล
ผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน.
วิทยาสารกำแพงแสน. 9 (3): 1-13.

เรวัตร จินดาเจีย, สุนทร คุริยะะประพันธ์, สายันต์ ต้นพานิช และวิเชน ดวงสา. 2552. **ศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอนจากโรงงานผลิตผงชูรสและกากหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาลทราย**. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

วิจิตอจันรา สรรพกิจจานง, ธนศักดิ์ ไฟกระโทก และบุญเลิศ พัดลวี. 2536. คุณสมบัติพื้นฐานของถั่วลยถิกไนต์. ใน เอกสารการสัมมนาทางวิชาการ เรื่องศักยภาพการนำถั่วลยถิกไนต์มาใช้ประโยชน์. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

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

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2526. **คำแนะนำการปลูกพืชไร่**. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2544. **เอกสารวิชาการเรื่องพันธุ์อ้อยและการปลูกดูแลรักษาอ้อย**. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

สุภาพร จันรุ่งเรือง, ทรวงสุดา ลิปิยมงคล และปรีชา โพธิ์ปาน. 2540. **ศึกษาผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรส (อมิ-อมิ) อัตราต่างๆ ต่อการผลิตปุ๋ยหมัก**. (อัดสำเนา).

สุริยา ศาสนรักกิจ. 2531. **การประเมินประสิทธิภาพของอินทรีย์วัสดุเหลือใช้บางอย่างในการใช้เป็นปุ๋ยในโตรเจนในนาข้าว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิชา อัสวเรืองชัย. 2546. การบำบัดนิกเกิลในน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรมโดยการดูดติดผิวซีเมนต์ลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2551-2553. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2553-2555. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อรพินท์ สุริยพันธ์. 2516. อาการขาดธาตุอาหารของอ้อย. กสิกร 46 (5): 24-27.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2541. เทคนิคการปลูก การดูแลรักษาอ้อย เพื่อเพิ่มผลผลิตและ CCS ของอ้อย, ใน เอกสารประกอบการบรรยายฝึกอบรม: อ้อยและการควบคุมวัชพืชในไร่อ้อย ให้แก่พนักงานบริษัท ไชนามิค (ประเทศไทย) จำกัด. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อรรณณ ศิริรัตน์พิริยะ, ทวี คุปต์กาญจนากุล และสุธีรา สุนทรารักษ์. 2549. การปรับปรุงคุณภาพและผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ในพื้นที่ดินเปรี้ยวด้วยเถ้าลอยลิกไนต์, ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44: สาขาพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุทัย อารมณรัตน์, บุญเลิศ คันทอุลิส, ประชา ถ้ำทอง, สุนทร แสงศิลา และสุรวิทย์ สุริยพันธ์. 2532. อิทธิพลของการขาดน้ำในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ต่อผลผลิตอ้อย, ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2532 “อ้อย”. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Alexander, A.G. 1973. **Sugarcane Physiology**. Agr. Exp. Stat., Univ. of Puerto Rico
Amterdam.

- Bakker, H. 1999. **Sugarcane cultivation and management**. Kluwer Academic/Plenum Publishers. USA.
- Banath, L.L. and M.H. Monteith. 1966. Soil oxygen deficiency and sugarcane root growth. **Plant Soil** 25: 143-149.
- Barnes, A.C. 1953. **Agriculture of Sugarcane**. Leonard Hill Ltd., London.
- Barnes, A.C. 1974. **Sugarcane**. Leonard Hill Ltd., London.
- Blackburn, F. 1984. **Sugarcane**. Longman, Inc., New York.
- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59: 39-45.
- Burr, G.O., C.E. Hartt, H.W. Brodie, T. Tanimoto, H.P. Kostschak, D. Takahashi, F.M. Ashton and R.E. Coleman. 1957. The sugarcane plant. **Ann. Rev. of Plant Physiol.** 8: 275-308.
- 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.
- Daniels, J. and B.T. Roach. 1987. Taxonomy and evaluation, *In* Heinz D. J., ed. **Sugarcane Improvement through Breeding**. Elsevier, Amsterdam.
- Dillewijn, C. 1952. **The Botany of Sugarcane**. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass.

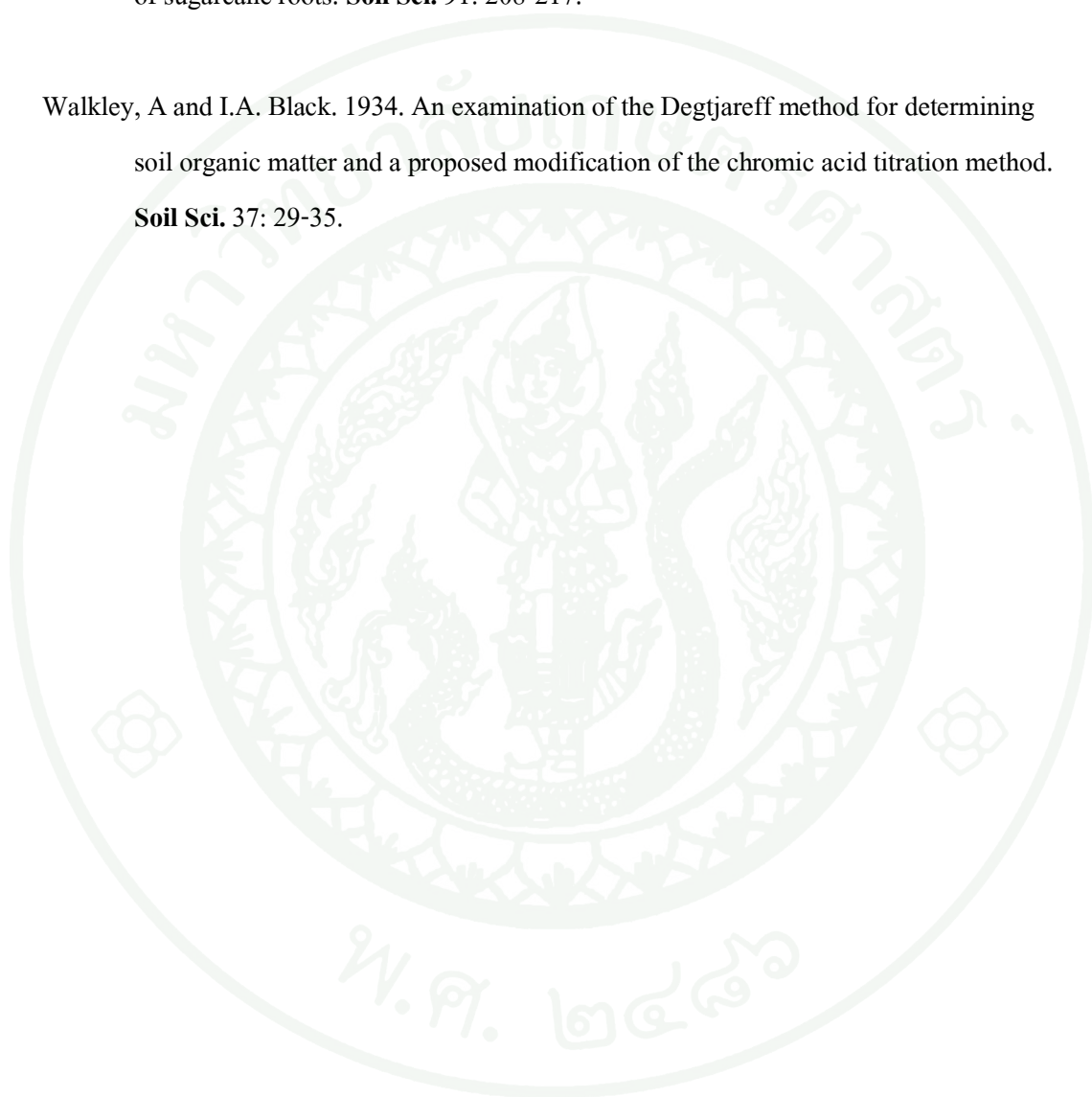
- Evans, H. 1935. **Investigation on the Root System of Sugarcane Varieties.** Sugarcane Research Sta. Mauritius, Bull.
- Evans, H. 1936. **Some Data on the Effect of Late Heavy Dressing of Nitrogenous Fertilizer on the Growth and Metabolism of Sugarcane in Mauritius.** Sugarcane Research Sta. Mauritius, Bull.
- Evans, H. 1959. **Element other than Nitrogen, Potassium and Phosphorous in the Mineral Nutrition on Sugarcane.** Research Sta. Mauritius, Bull.
- FAO Project Staff and Land Classification Division. 1973. **Soil interpretation handbook for Thailand.** Dept. of Land Development, Min. of Agri. and Coop., Bangkok.
- Ghosh, A.K., R.K. Rai, Y.R. Saxena and A.K. Shrivastava. 1990. Effect of sulphur application on the nutritional status, yield and quality of sugarcane. **J. Indian Soc. Soil Sci.** 38: 73-76.
- Hartt, C.E. 1937. The sugarcane plant. **Ann. Rev. of Plant Physiol.** 8: 275-308.
- Hartt, C.E. 1970. Effect of potassium deficiency upon translocation of C^{14} in detached blades of sugarcane. **Plant Physiol.** 45: 183-187.
- Hartt, C.E. and G.O. Burr. 1965. Factors affecting photosynthesis in sugarcane. **Int. Soc. Sugarcane Technol. Proc.** 12: 590-609.
- Humbert, R.P. 1963. **The Growing of Sugarcane.** Elsevier Publishing Co., London-New York.
- Humbert, R.P. 1968. **The Growth of Sugarcane.** Elsevier, Amsterdam.
- Hunsigi, G. 1993. **Production of Sugarcane.** Theory and Practice Springer-Verlag., Berlin.

- Husz, G.S. 1972. **Sugarcane**. Ruhr-Stickstoff A.G., Bochum, Germany.
- Jack, R.C.M. 1961. Nutrient imbalance in sugarcane as revealed by foliar analysis. **Trop. Agr.** 38: 231-233.
- Meade, G.P. and J.C.P. Chen. 1977. **Cane Sugar Handbook** 10th ed. John Wiley and Sons, New York.
- Ongprasert, S. 1991. Utilization of waste material from soybean and peanut for soil improvement. *In* Dynamics and its control of soils in tropical monsoon regions. **Report of survey and research in Thailand.**
- Pintukanok, A., M. Fukami and H. Wada. 1988. Organic waste materials in Thailand, *In* S.Vacharotayan, S. Panichsakpatana, C. Chanchareonsook and H.Wada (eds.). **Sustained soil fertility in a tropical region as affected by organic waste materials.** Kasetsart Univ. and Dep. Agr., Bangkok.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium. *In* C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis. Part II. **Amer. Soc. of Agron, Inc.** Madison, Wisconsin.
- Ramos, M.F. and M.J. Sousa. 1971. Result of NPK factorial trial on sugarcane carried out at the Sociedade Agricola do Incomati. **Agron. Mocambicano.** 5: 261-269.
- 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.
- 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.

Taylor, S.A. 1949. Oxygen diffusion in porous media as affected by compaction and moisture content. **Soil. Sci. Soc. Am. Proc.** volume 14-55.

Trouse, A.C. and R.P. Humbert. 1961. Some effects of soil compaction on the development of sugarcane roots. **Soil Sci.** 91: 208-217.

Walkley, A and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-35.



ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดแพร่
ประวัติการศึกษา	- วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พัฒนาการเกษตร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง - วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานทางวิชาการ	- ผลของกากตะกอนเชื้อกระดาศต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด. วารสารดินและปุ๋ย. 32 (3): 170-179. - ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30 (1): 99-107. - ผลของกากตะกอนเชื้อกระดาศต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในดินชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1 (1) : 14-28. - ผลของกากตะกอนเชื้อกระดาศต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด. วารสารแก่นเกษตร. 40 (3): 217-228. - ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย, น. 1209-1221. ในการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ.
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ฝ่ายการตลาด
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	- บริษัท ก้าวหน้าทั่วไทยเพื่อการเกษตร จำกัด - บริษัท ภิรมย์พรการเกษตร จำกัด
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-