



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญญา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ปฐพีวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง ประสิทธิภาพของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพด
หวาน

Efficiency of Distillery Slop and Slop Ash as Sources of Potassium for Sweet Corn

นามผู้วิจัย นางสาวกิตติเมธ แจ่มศิริกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์จรัสภัย จันทร์เจริญสุข, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเทพ ทองแพ, วท.ค.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิบูลย์ กังแฮ, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวาน

Efficiency of Distillery Slop and Slop Ash as Sources of Potassium for Sweet Corn

โดย

นางสาวกิตติเมธ แจ่มศิริกุล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

พ.ศ. 2551

กิตจเมธ แจ่มศิริกุล 2551: ประสิทธิภาพของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวาน ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์จรงค์ จันท์เจริญสุข, D.Agr.
85 หน้า

ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวาน การทดลองแบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ศึกษาผลการใส่น้ำกากส่าและเถ้ากากส่า ต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองในกระถาง แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำกากส่า และเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง และศึกษาประสิทธิภาพของน้ำกากส่า และเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่ วางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial completely randomized design ทำ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ แหล่งของโพแทสเซียม ได้แก่ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ น้ำกากส่า และเถ้ากากส่า ปัจจัยที่ 2 คือ อัตราโพแทสเซียม ได้แก่ 0 75 และ 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม รวมดำเนินการทดลอง 9 ดำเนินการทดลอง

การทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า การใส่น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่จะช่วยเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินดังกล่าวอย่างเด่นชัด ประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินปากช่องและดินท่าใหม่ของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่า ใกล้เคียงกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ การทดลองในกระถางพบว่า การใส่น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าเป็นแหล่งของธาตุอาหารโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่มีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารโพแทสเซียมของข้าวโพดหวานอย่างเด่นชัด ประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้โพแทสเซียมของข้าวโพดหวานของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่า ใกล้เคียงกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ การใส่น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ไม่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าการนำไฟฟ้าของดินทั้งสองเปลี่ยนแปลง น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานได้

Kitjamate Jangsirikul 2008: Efficiency of Distillery Slop and Slop Ash as Sources of Potassium for Sweet Corn. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Associate Professor Jongruk Chanchareonsook, D.Agr. 85 pages.

The present work reported the efficiency of distillery slop and slop ash as sources of potassium for sweet corn. The investigation was divided into two experiments. The first experiment was carried out in the laboratory to study the effect of distillery slop, slop ash on available potassium content in Pak Chong and Tha Mai soil series. The second experiment was conducted in pot and it consisted of two parts using distillery slop and slop ash as source of potassium for sweet corn grown on Pak Chong soil series as the first part and on Tha Mai soil series as the second part. The experiment was performed in 3x3 Factorial in completely randomized design with 3 replication. Two factors which were potassium from three sources including potassium chloride, distillery slop and slop ash, and three rates of application at 0, 75 and 150 mg K₂O kg⁻¹ soil were investigated.

The results from laboratory experiment showed that application of distillery slop and slop ash to Pak Chong and Tha Mai soils increased available potassium content including rate of potassium release as did potassium chloride. The pot experiment using distillery slop and slop ash as source of potassium for sweet corn grown on Pak Chong and Thamai soil showed that growth, yield and total potassium uptake of sweet corn were increased significantly. The effectiveness of distillery slop, slop ash and potassium chloride on the increase of growth, yield and total uptake of sweet corn were similar. Utilization of distillery slop and slop ash as sources of potassium for sweet corn did not change soil pH and EC. Therefore, distillery slop and slop ash could be used efficiently as potassium fertilizer for sweet corn.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จรงค์ จันทรเจริญสุข อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ทองแพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ให้
คำแนะนำและความช่วยเหลือในเรื่องการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ
จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัญชลี
สุทธิประการ และ ดร.พิชิต พงษ์สกุล ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณกระวี ณ ป้อมเพ็ชร บริษัทสุราษฎร์ธานี จำกัด ที่อำนวยความสะดวกใน
การนำน้ำกากส่าและเถ้ากากส่ามาทดลอง ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน บุคลากรและ
เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่ได้
อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำ ขอขอบคุณพี่ๆ
เพื่อนๆ และน้องๆ สโมสรนิสิตบัณฑิตปฐพีวิทยาทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์
จนสำเร็จลุล่วง และเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณประพิศ แสงทอง หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยเคมีดินที่สนับสนุนและ
ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสศึกษาเล่าเรียนต่อตลอดจนความช่วยเหลือต่าง ๆ ที่มีให้ตลอดมา และ
ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มงานวิจัยเคมีดินทุกท่าน ตลอดจนความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก คุณสมพิศ
ไม้เรียง คุณลาวัณย์ จันทรอัมพร คุณมนัสนันท์ เกื้อหนูณ คุณวนิดา โนบรรเทา คุณศราริน กลิ่นโพธิ์
กลีบ คุณมิตรดา ชมบุตร คุณขวัญตา ขาวมี คุณกัณทิมา ทองศรี และคุณเมธา ศรีทองคำ และพี่ ๆ
เพื่อน ๆ น้อง ๆ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยาทุกคน จึงขอขอบพระคุณและขอบคุณ ณ โอกาสนี้ ประโยชน์
อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอบแต่ คุณพ่อ คุณแม่ คุณย่า ครู อาจารย์ที่อบรมสั่งสอนให้
ข้าพเจ้ามีความรู้มาจนถึงปัจจุบัน

กิตติเมธ แจ่มศิริกุล

ตุลาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
อุปกรณ์	13
วิธีการ	14
ผลและวิจารณ์	22
ผล	22
วิจารณ์	60
สรุปและข้อเสนอแนะ	63
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	65
ภาคผนวก	72
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	85

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์ข้าวโพดหวานที่นิยมปลูกในประเทศไทย	5
2	สมบัติบางประการของชุดดินปากช่องที่นำมาศึกษา	23
3	สมบัติบางประการของชุดดินท่าใหม่ที่นำมาศึกษา	24
4	สมบัติบางประการของน้ำกากส่า และเถ้ากากส่า	25
5	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 20 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	30
6	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 40 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	31
7	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 60 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	32
8	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 20 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	34
9	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 40 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	35
10	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 60 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	36
11	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักสดของฝัก (กรัม/กระถาง) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	39

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของฝัก (กรัม/กระถาง) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	40
13	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของตอซัง (กรัม/กระถาง) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	41
14	อิทธิพลของน้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) อัตราต่าง ๆ ที่มีต่อปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกระถาง) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	42
15	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 20 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	47
16	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 40 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	48
17	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 60 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	49
18	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 20 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	51
19	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 40 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 60 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	53
21	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักสดของฝัก (กรัม/กระถาง) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	55
22	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของฝัก (กรัม/กระถาง) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	56
23	ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของตอซัง (กรัม/กระถาง) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	57
24	อิทธิพลของน้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อัตราต่าง ๆ ที่มีต่อปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพดหวาน (มิลลิกรัม/กระถาง) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	58
ตารางผนวกที่		
1	ปริมาณโพแทสเซียม (mg K kg^{-1}) ที่ปลดปล่อยออกมาจากชุดดินปากช่องที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมจากแหล่ง และอัตราต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาบ่มดิน (incubate) ต่าง ๆ กัน	73
2	ปริมาณโพแทสเซียม (mg K kg^{-1}) ที่ปลดปล่อยออกมาจากชุดดินท่าใหม่ที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมจากแหล่ง และอัตราต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาบ่มดิน (incubate) ต่าง ๆ กัน	74

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าที่นำมาศึกษาทดลองซึ่งได้มาจาก ขั้นตอนการผลิตสุราโดยใช้ปลายข้าวเหนียวและกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ	7
2	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินปากช่องที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ที่ระยะบ่มดิน 4 สัปดาห์	26
3	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินปากช่อง ที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ที่ระยะเวลาบ่มดินต่าง ๆ	26
4	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินท่าใหม่ที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ที่ระยะบ่มดิน 4 สัปดาห์	27
5	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินท่าใหม่ที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCI) ที่ระยะเวลาบ่มดินต่าง ๆ	27
6	ผลการใส่น้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อความสูงต้นของข้าวโพด(เซนติเมตร) ที่ระยะต่างๆของ การเจริญเติบโตที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	33
7	ผลการใส่น้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดหวาน(เซนติเมตร) ที่ระยะต่างๆของ การเจริญเติบโตที่ปลูกในชุดดินปากช่อง	37
8	pH และ EC ของดินปากช่องที่มีการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตราต่าง ๆ หลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน	43
9	ผลการใส่น้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อความสูงต้นของข้าวโพด(เซนติเมตร) ที่ระยะต่างๆของ การเจริญเติบโตที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่	50

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
10 ผลการใส่น้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อเส้นรอบวงลำต้น ของข้าวโพดหวาน(เซนติเมตร) ที่ระยะต่างๆของ การเจริญเติบโตที่ปลูกในชุดดิน ทำใหม่	54
11 pH และ EC ของดินทำใหม่ที่มีการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตราต่าง ๆ หลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน	59

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

K	=	Potassium
N	=	Nitrogen
P	=	Phosphorus
EC	=	Electrical Conductivity
Ti	=	Tha Mai soil series
Pc	=	Pak Chong soil series
CRD	=	Completely Randomized Design
DMRT	=	Duncan's new multiple's range test
CV	=	Coefficient of variation

ประสิทธิภาพของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียม สำหรับข้าวโพดหวาน

Efficiency of Distillery Slop and Slop Ash as Sources of Potassium for Sweet Corn

คำนำ

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช เมื่อพืชขาดโพแทสเซียมหรือได้รับโพแทสเซียมไม่เพียงพอ การเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของพืชจะต่ำ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; Keeney, 1969; Brady and Weil, 1999) ปริมาณโพแทสเซียมในพืชโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 0.5-6.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง (Halvin *et al.*, 2005) มีรายงานเกี่ยวกับการขาดโพแทสเซียมของพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในดินหลายพื้นที่ของประเทศไทย (วิวัฒน์ และคณะ, 2523; ศิวพร, 2545; Kawaguchi and Kyuma, 1969) ซึ่งในการเพิ่มผลผลิตพืชจำเป็นต้องมีการเพิ่มธาตุอาหารหรือใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมให้แก่พืชที่ปลูกในดินดังกล่าว และเนื่องจากในสภาวะปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาแพง อีกทั้งได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มธาตุอาหารพืชในดินเพื่อทดแทนหรือลดการใช้ปุ๋ยเคมี การนำวัสดุเหลือทิ้ง (waste materials) ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงมาใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับพืช จึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารโพแทสเซียมในดินให้แก่พืชแล้วยังเป็นการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวซึ่งเป็นการลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานสุราที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูง อีกทั้งข้าวโพดหวานเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยซึ่งมีการปลูกกันหลายพื้นที่ จึงได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวาน โดยการศึกษาทำในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ซึ่งเป็นดินในอันดับออกซิซอลส์ และมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำ (เอิบ, 2533; สุรเชษฐ์, 2550) ผลการศึกษาน่าจะทำให้ทราบแนวทางการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวในการเพิ่มธาตุอาหารโพแทสเซียมในดินและเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดหวาน รวมทั้งการใช้ระบบดิน-พืชกำจัดวัสดุเหลือทิ้ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของน้ำกากส่า และเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่
2. เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานและแนวทางการใช้ประโยชน์น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งในการเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินและผลผลิตของข้าวโพดหวาน รวมทั้งการใช้ระบบดิน-พืชในการกำจัดวัสดุเหลือทิ้ง

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของดินที่นำมาศึกษา

จากรายงานของกองสำรวจและจัดจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2548ข) ได้อธิบายรายละเอียดของดินที่ใช้ในการทดลองไว้ดังนี้

1.1 ชุดดินปากช่อง (Pak Chong series:Pc)

ชุดดินปากช่องจัดอยู่ใน very fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandistox เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินปูนและหินดินดานที่อยู่กับที่หรือเคลื่อนที่มาทับถมโดยแรงดึงดูดของโลกบนพื้นผิวที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลดลาดเล็กน้อย มีความชันประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ ชุดดินนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ดินความสามารถให้น้ำซึมผ่านปานกลางถึงช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง ดินบนลึกไม่เกิน 30 ซม. มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีเข้มน้ำตาลปนแดงหรือสีแดง ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงกรดปานกลาง (pH 6.0-7.0) ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีแดงหรือสีแดงเข้มน้ำตาลปนแดง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก

1.2 ชุดดินท่าใหม่ (Tha Mai series:Ti)

ชุดดินท่าใหม่จัดอยู่ใน fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Hapludox เกิดจากหินบะซอลต์สลายตัวผุพัง สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนกว้าง มีความลาดชัน 3-8 เปอร์เซ็นต์ ดินชุดนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี คาดว่าดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ค่อนข้างเร็ว มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร ดินบนลึกไม่เกิน 13 ซม. มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีน้ำตาลคล้ำปนแดง ปฏิกริยาเป็นกลาง (pH 7.0) ส่วนดินล่างตอนบนลึกตั้งแต่ 13 ซม. ลงไป จนถึงประมาณ 50 ซม. มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีแดงคล้ำ ไม่มีจุดประ จากความลึก 50 ซม. ลงไป มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีแดงคล้ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัด (pH 5.5-6.5)

2. ความรู้เกี่ยวกับข้าวโพดหวานและข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ความสำคัญทางเศรษฐกิจ พื้นที่การผลิตการส่งออก และพันธุ์ของข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* var. *Saccharata*) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกข้าวโพดหวานในปัจจุบันประมาณ 86,412 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2549ก) ข้าวโพดหวานนอกจากจะใช้บริโภคเป็นข้าวโพดฝักสดแล้ว ยังมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมทั้งบรรจุกระป๋อง ส่งออกจำหน่ายต่างประเทศทำรายได้ให้แก่ประเทศ ซึ่งในปี พ.ศ. 2545 ปริมาณการส่งออกสูงมาราว 58,623.66 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,633.63 ล้านบาท เป็นอันดับ 3 ของประเทศผู้ส่งออกข้าวโพดหวานของโลก รองจากสหรัฐอเมริกาและฝรั่งเศส (ชงชาติ, 2546) และในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยส่งออกข้าวโพดหวานในรูปของฝักสด แช่เย็นและแช่แข็งประมาณ 168 ล้านบาท โดยมีประเทศคู่ค้าที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น ไต้หวัน และสหรัฐอเมริกา ส่วนการส่งออกข้าวโพดหวานในรูปของผลิตภัณฑ์แปรรูป มีมูลค่าประมาณ 3,015 ล้านบาท โดยมีประเทศคู่ค้าที่สำคัญได้แก่ สหราชอาณาจักร เนเธอร์แลนด์ รัสเซีย เยอรมนี เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น และไต้หวัน (วรรณภา, 2549)

พันธุ์ข้าวโพดหวานที่นิยมปลูกในประเทศไทย คือ พันธุ์ลูกผสมและพันธุ์ลูกผสมเปิด

1) พันธุ์ลูกผสม ได้แก่ พันธุ์เอทีเอส-2 หรือ ชูการ์ 74 พันธุ์ชูการ์ 73 พันธุ์ไฮ-บริดจ์ 10 และพันธุ์อินทรี 2 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากกว่าพันธุ์ผสมเปิด โดยมีลักษณะทางการเกษตรสม่ำเสมอ ได้แก่ ขนาดฝัก ความสูงฝัก ความสูงต้น อายุถึงวันออกไหมและเก็บเกี่ยว ให้ผลผลิตและคุณภาพสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิด เป็นที่ต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป และบริโภคฝักสด และ 2) พันธุ์ผสมเปิด ได้แก่ พันธุ์ฮาวายเอียนชูการ์ชูเปอร์สวีท ลักษณะทางการเกษตรไม่สม่ำเสมอ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ลูกผสม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2549ข) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์ข้าวโพดหวานที่นิยมปลูกในประเทศไทย

พันธุ์	อายุวัน ออกไหม	ผลผลิตฝักสด		ความหวาน (องศาบริกซ์)
		ทั้งเปลือก (กก./ไร่)	ปอกเปลือก (กก./ไร่)	
พันธุ์ลูกผสม				
เอทีเอส-2 หรือซูการ์ 74	50-52	2,000-3,000	1,400-1,800	15.0
ซูการ์ 73	55-57	2,500-3,500	1,800-2,400	14.0
ไฮ-บริกซ์ 10	51-54	2,500-2,950	1,600-2,200	14.0
อินทรี 2	48-50	1,800-2,300	1,200-1,400	14.5
พันธุ์ผสมเปิด				
ฮาวายเอียนซูการ์ซูเปอร์สวีท	45-48	1,500-1,900	900-1,200	14.0

2.2 ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2

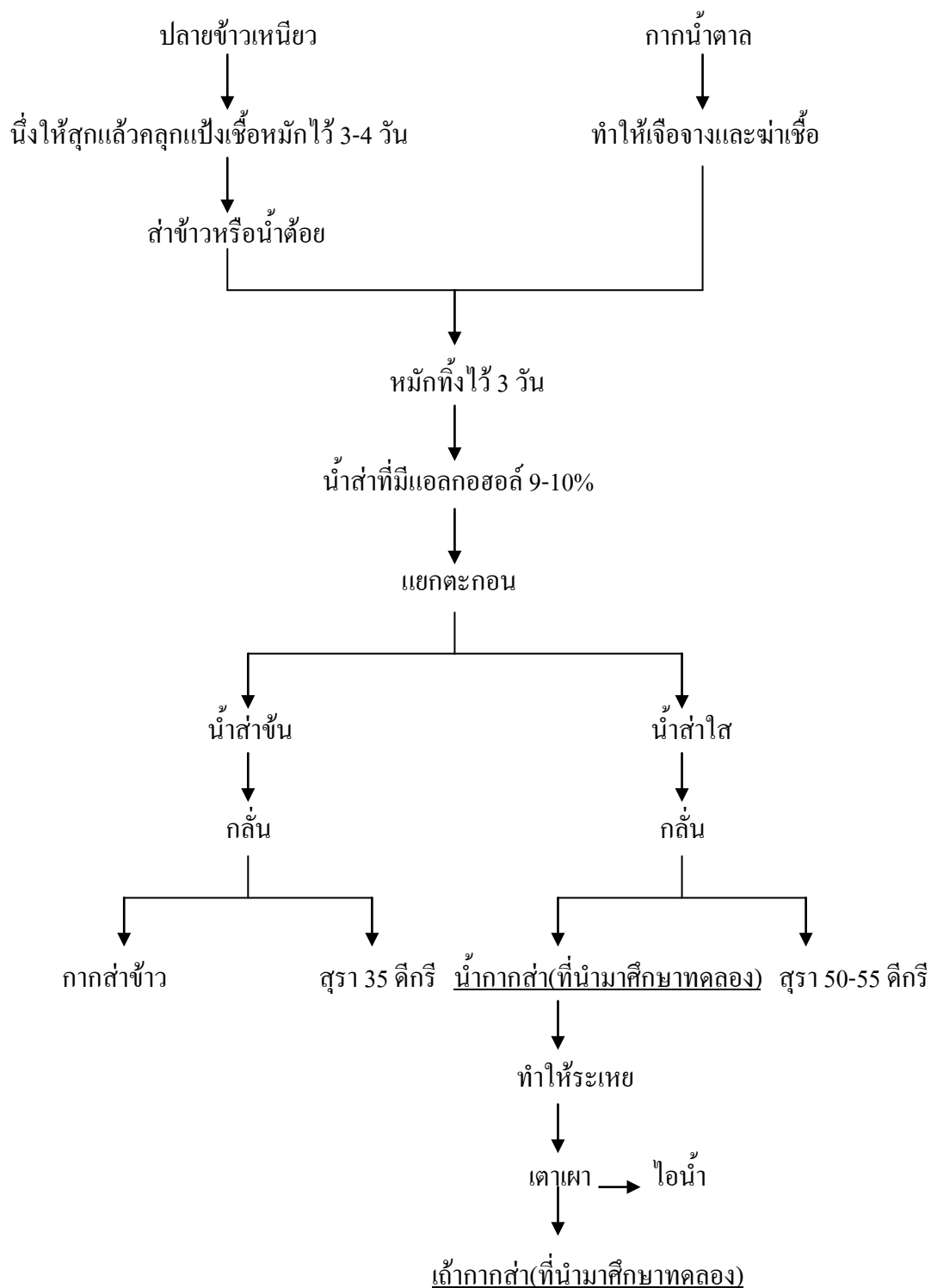
ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวานของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ โดยใช้สายพันธุ์แท้ SSWI 114 เป็นแม่ ผสมกับ KSei 14004 ซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อ จากผลการทดสอบพันธุ์ พบว่า ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ให้ผลผลิตฝักสดและลักษณะทางการเกษตรดีที่สุด ข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวพันธุ์อินทรี 2 มีความสูงของต้นปานกลาง ระบบรากและลำต้นแข็งแรงไม่หักล้มง่ายใบตั้ง ใบมีสีเขียวเข้ม ด้านทานต่อโรคราสนิม มีฝักเดี่ยวเปลือกหุ้มฝักปิดมิดชิด เปลือกหุ้มฝักหนาปานกลาง มีฝักขนาดใหญ่เป็นรูปทรงกระบอก เมล็ดมีสีเหลืองและเรียงตัวสม่ำเสมอ เมล็ดไม่ยุบตัวง่ายหลังการเก็บเกี่ยว 2-3 วัน ปลูกได้ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน เหมาะสำหรับตลาดฝักสดและอุตสาหกรรมแปรรูป (ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ, 2531)

ลักษณะของข้าวโพดหวานลูกผสมเดี่ยวพันธุ์อินทรี 2 มีน้ำหนักฝักสดทั้งเปลือก 2,097 กก./ไร่ น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก 1,422 กก./ไร่ ผลผลิตเมล็ดบรรจุกระป๋อง (%เนื้อ) 37% มีความหวาน 15 องศาบริกซ์ ความกว้างฝัก 4.5 เซนติเมตร ความยาวฝัก 17 เซนติเมตร จำนวนแถว 14-16

แถว อายุวันออกไหม 50% ในต้นฤดูฝน 48 วัน อายุเก็บเกี่ยวหลังปลูกในต้นฤดูฝน 68 วัน ความสูงของต้น 198 เซนติเมตร ความสูงฝัก 106 เซนติเมตร และจำนวนเมล็ดพันธุ์ 7,300-7,700 เมล็ด/กก.

3. ความรู้เกี่ยวกับน้ำกากส่าและเถ้ากากส่า

น้ำกากส่า (distillery slop) เป็น น้ำทิ้งจากโรงงานสุราที่ได้จากขั้นตอนการผลิตสุรา ส่วนเถ้ากากส่า (slop ash) เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานสุราที่ได้จากการนำน้ำกากส่ามาระเหยแล้วเผาในเตาเผา โดยขั้นตอนการผลิตสุราของโรงงานสุรา ซึ่งใช้วัตถุดิบ 2 ชนิด มีดังนี้ (ภาพที่ 1) วัตถุดิบชนิดแรก คือ กากน้ำตาลเตรียมให้เจือจางโดยผสมกับน้ำสะอาด และฆ่าเชื้อให้บริสุทธิ์ ผสมกับเชื้อยีสต์และเชื้อหมักเพื่อร่อนนำไปผสมกับส่ำข้าวหรือน้ำด้อย วัตถุดิบชนิดที่สอง คือ ปลายข้าวเหนียวเตรียมโดยการนำข้าวเหนียวไปนึ่งให้สุก คลุกกับแป้งเชื้อหมัก ประมาณ 3-4 วัน จะได้ส่ำข้าวหรือน้ำด้อย เมื่อเตรียมวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดพร้อมแล้ว นำมาผสมกันแล้วทิ้งไว้ 3 วัน จะได้น้ำส่ำที่มีแอลกอฮอล์ร้อยละ 9-10 แยกตะกอนน้ำส่ำออกจะได้น้ำส่ำสองชนิด คือ น้ำส่ำข้นและน้ำส่ำใส น้ำส่ำข้นเมื่อนำไปกลั่นจะได้สุรา 35 ดีกรี ส่วนน้ำส่ำใสใช้ผลิตสุราปรุงพิเศษ ผ่านการกลั่นถึง 3 ขั้นตอนได้สุราปรุงพิเศษ 50-55 ดีกรี ในขั้นตอนการกลั่นขั้นแรกจะแยกน้ำกากส่าออกมา และเมื่อนำน้ำกากส่าดังกล่าวมาทำให้ระเหย แล้วนำไปเผาในเตาเผา จะได้เถ้ากากส่า น้ำกากส่าและเถ้ากากส่ามีธาตุอาหารพืชหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ อาทิไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยเฉพาะโพแทสเซียมพบว่ามีในปริมาณสูง (โรงงานสุราบางยี่ขัน 2, 2542) ขั้นตอนการได้มาซึ่งน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าที่ใช้ในการทดลองแสดงอยู่ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงน้ำกากสำและเอ็กากสำที่นำมาศึกษาทดลองซึ่งได้มาจาก ขั้นตอนการผลิตสุราโดยใช้ปลายข้าวเหนียวและกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ (โรงงานสุราบางยี่ขัน 2, 2542)

4. ธาตุอาหารโพแทสเซียม

4.1 บทบาทของโพแทสเซียมต่อการเจริญเติบโตของพืช

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ปริมาณโพแทสเซียมในพืชโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 0.5-6.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง โพแทสเซียมเมื่อเข้าไปในพืชแล้วไม่ได้เปลี่ยนเป็นสารประกอบอินทรีย์เหมือนไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม แต่จะอยู่ในรูปเกลืออินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ละลายได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; ชงยุทธ, 2546; Halvin *et al.*, 2005) บทบาทของโพแทสเซียมในพืชมีหลายประการ ได้แก่ 1) ในกระบวนการสร้างแป้งและน้ำตาล ซึ่ง Hawker *et al.*, (1974) รายงานว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้งในใบกับความเข้มข้นของโพแทสเซียมในใบเป็นความสัมพันธ์ทางบวก คือถ้ามีโพแทสเซียมอยู่ในปริมาณมากขึ้น กิจกรรมของการสร้างแป้งก็จะเพิ่มขึ้น 2) ในการสร้างโปรตีนจากสารประกอบไนโตรเจน โดย Prattley and Stanley (1982) พบว่าพืชที่มีโปรตีนสูงในระยะเก็บเกี่ยวจะมีโพแทสเซียมสูงด้วย เพราะธาตุนี้จะไปช่วยในการเคลื่อนย้ายและขนส่งสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนเพื่อนำไปสังเคราะห์โปรตีน 3) ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ โดยโพแทสเซียมจะควบคุมให้ปากใบเปิดเมื่อมีแสงจึงช่วยให้คาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ใบได้สะดวก Peaslee (1966) พบว่าเมื่อใส่โพแทสเซียมให้กับข้าวโพดที่ขาดโพแทสเซียม อัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มจากเดิม 2.5 เท่าภายในเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เพราะพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะทำให้การเปิดปากใบลดลง นอกจากนั้นในกระบวนการสังเคราะห์แสงโพแทสเซียมยังมีบทบาทในการคงสภาพโครงสร้างของคลอโรพลาสต์และโปรพลาสต์ (proplastids) ที่เหมาะสมกับกิจกรรมการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 4) ในด้านพลังงานโพแทสเซียมส่งเสริมการสังเคราะห์ ATP ในกระบวนการโฟโตฟอสโฟริเลชัน (photophosphorelation) อีกทั้งโพแทสเซียมยังช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการขนส่งไอออนที่เชื้อและเอนไซม์อื่น ๆ และส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นพืชที่ยังอ่อน ทำให้ต้นพืชแข็งแรงมีความต้านทานโรคและแมลง นอกจากนี้โพแทสเซียมยังทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตของพืชสูงขึ้น คุณภาพของผลไม้ที่สูงขึ้นนี้รวมทั้งสี ขนาด ความเป็นกรด และคุณภาพในการเก็บรักษา (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2541; ชงยุทธ, 2546)

4.2 อาการขาดโพแทสเซียมของพืช

เมื่อพืชขาดโพแทสเซียมขอบใบจะมีสีเขียว (chlorosis) แล้วกลายเป็นสีน้ำตาลและแห้งไปในที่สุด อาการเริ่มจากปลายใบสู่โคนใบ ระหว่างเส้นใบอาจจะมีจุดสีน้ำตาลแห้ง โพแทสเซียมเป็นธาตุที่เคลื่อนที่ได้ (mobile) ในพืช ลักษณะอาการขาดจะเกิดขึ้นที่ใบแก่ก่อนใบอ่อน อาการขาดโพแทสเซียมจะเห็นได้ชัดกับข้าวโพดและพืชตระกูลหญ้า พืชชนิดนี้มักจะให้เมล็ดลีบและน้ำหนักเบาผิดปกติ พืชที่ให้หัวที่รากจะมีแป้งน้อยแต่น้ำมาก ข้าวโพดจะให้ฝักที่เมล็ดไม่เต็มจนถึงปลายฝัก ฝักจะเล็กและรูปร่างผิดปกติ ใบยาสูบจะมีคุณภาพในการติดไฟต่ำ ผลไม้จะมีสีไม่สวย และเนื้อฟาม พืชให้น้ำมันก็จะมีน้ำมันน้อย นอกจากนั้น การขาดโพแทสเซียมยังทำให้พืชล้ม (lodging) ได้ง่าย เพราะพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีลำต้นอ่อน พืชพวกฝ้ายใบจะมีสีน้ำตาลปนแดง สมอจะไม่อ้าเต็มที่เมื่อแก่ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; Halvin *et al.*, 2005)

4.3 อิทธิพลของโพแทสเซียมต่อข้าวโพด

ข้าวโพดต้องการโพแทสเซียมในการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับการขาดธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในดินแม้จะมีโพแทสเซียมอยู่มากแต่ข้าวโพดสามารถนำไปใช้ได้เพียงร้อยละ 1-2 เท่านั้น โพแทสเซียมมีบทบาทในการสร้างน้ำตาล แป้ง เซลลูโลส และโปรตีนในข้าวโพด นอกจากนี้โพแทสเซียมยังทำหน้าที่โดยตรงเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของเซลล์ต่าง ๆ ที่มีหน้าที่ควบคุมการหายใจของข้าวโพด ป้องกันการสูญเสียน้ำเมื่ออากาศแห้งแล้ง ข้าวโพดจะดูดธาตุอาหารโพแทสเซียมเข้าไปในรูปของโพแทสเซียมไอออน (K^+) เมื่อข้าวโพดขาดโพแทสเซียม ข้าวโพดจะมีต้นเตี้ย ปล้องสั้น ต้นแก่จะล้มง่ายใบยาวผิดปกติ ริมใบของใบแก่มีสีเหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตายในที่สุด ระหว่างเส้นใบของใบแก่มีสีเหลือง ปลายฝักเรียว ผลผลิตต่ำ (สนิท, 2527; สุนันทา, 2531; ราเชนทร์, 2539)

สำหรับความต้องการโพแทสเซียมของข้าวโพดจะเริ่มตั้งแต่ระยะเริ่มงอก โดยจะมีความต้องการสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 6-8 หลังจากงอก หลังจากนั้นจะลดลง(ราเชนทร์, 2539) ปริมาณการสะสมโพแทสเซียมในส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพดจากมากไปหาน้อยมี ดังนี้ ต้น > กาบใบ > ใบ > ช่ง และ กาบฝัก > เมล็ด (สรสิทธิ์ และคณะ, 2511; Curtis and Clark, 1950; Miller *et al.*, 1976) ยุกดี (2510) พบว่า จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพดจะอยู่ระหว่าง 0.243-0.286 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในคอกช่อยู่ระหว่าง 0.723-1.125 เปอร์เซ็นต์

5. งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมกับข้าวโพด

Munson (1968) รายงานว่าข้าวโพดตอบสนองต่อโพแทสเซียมอย่างเด่นชัดในช่วงออกใหม่ จนถึงระยะที่แก่เต็มที่ กล่าวคือโพแทสเซียมทำให้ข้าวโพดมีลำต้นแข็งแรง น้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้น ถ้าขาดธาตุโพแทสเซียมจะทำให้ต้นข้าวโพดอ่อนแอและผลผลิตต่อไร่ต่ำ การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตที่แข็งแรงและมีการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นสูงขึ้น (Stromberger *et al.*, 1994) นอกจากนี้ Jayaram and Allen (1994) ยังรายงานว่าอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนกับโพแทสเซียม มีความสำคัญมากในช่วงการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยถ้ามีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณสูงร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมในปริมาณที่ต่ำจะทำให้เกิดการหักล้มของต้นข้าวโพดได้ง่ายเพราะจะทำให้ลำต้นอ่อนแอ อีกทั้งอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนกับโพแทสเซียมยังส่งผลถึงคุณภาพของโปรตีน คุณค่าทางอาหารสัตว์ และน้ำหนักเมล็ดข้าวโพดด้วย

Keeney (1969) ศึกษาบทบาทของโพแทสเซียมต่อเมล็ดข้าวโพดลูกผสม 4 พันธุ์ พบว่านอกจากโพแทสเซียมจะทำให้กรดอะมิโนในเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักต้น และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดเพิ่มขึ้นอีกด้วย และการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจะช่วยเพิ่มความต้านทานของกล้าข้าวโพดต่อสภาพอากาศหนาวเย็น (Zou Guoyuan, 2001)

Zhang Kuan (2001) ศึกษาวงจรโพแทสเซียมภายใต้ระบบการปลูกข้าวโพดต่อเนื่องในดินสีดาที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงและที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง พบว่าใน 2 ปีแรก ข้าวโพดไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม แต่ 4 ปีต่อมา การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจะทำให้ผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้นทั้งในดินสีดาความอุดมสมบูรณ์สูงและดินสีดาที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง โดยมีค่าโพแทสเซียมอยู่ในระหว่างร้อยละ 1.3-15.9 และ 5.4-25.6 ตามลำดับ

มณฑนีย์ (2532) ได้ทำการทดลองในชุดดินปากช่อง พบว่าแม้ว่ามีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมทางดินให้กับข้าวโพดอย่างเพียงพอแล้วก็ตาม เมื่อมีการพ่นปุ๋ยโพแทสเซียมในรูปโพแทสเซียมไนเตรทเพียงครั้งเดียวในระยะที่ข้าวโพดออกดอกตัวผู้ครบร้อยละ 50 และ 10 วันหลังการออกดอกตัวผู้ครบร้อยละ 50 จะช่วยเพิ่มผลผลิต และความหวานของข้าวโพด โดยโพแทสเซียมไนเตรทที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ที่พ่นทั่วส่วนเหนือดินทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงที่สุดคือร้อยละ 75 ส่วนการพ่นใบ

เหนือฝักทั้งหมด พันเฉพาะใบที่ติดกับฝัก และใส่ในดิน ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 52.42 และ 23 ตามลำดับ การที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นน่าจะเป็นเพราะโพแทสเซียมทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มขึ้น

ประสาน และคณะ (2541) ได้ทำการทดลองพบว่าข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกในชุดดินปากช่องโดยมีการให้น้ำชลประทานมีการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 5 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ สอดคล้องกับการรายงานของ ประดิษฐ์ (2542) พบว่าข้าวโพดที่ปลูกในกลุ่มดินร่วนปนทราย เช่น ชุดดินโคราช และวาริน ซึ่งเป็นดินที่มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำ (น้อยกว่า 100 มิลลิกรัม K ต่อ กิโลกรัม) มีการตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 5 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ในทั้ง 2 ชุดดิน

วนิดา (2544) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์และน้ำทิ้งจากการผลิตกระดาษสา เป็นแหล่งโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด พบว่า การใส่โพแทสเซียมคลอไรด์และน้ำทิ้งจากการผลิตกระดาษสาจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดดึงธาตุอาหารโพแทสเซียมอย่างเด่นชัด เมื่อเทียบกับดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่โพแทสเซียม

ปวีณา (2549) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนและโพแทสเซียมต่อผลผลิตและความหวานของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง พบว่า การใส่ไนโตรเจนเพียงอย่างเดียวจะทำให้ข้าวโพดมีความหวานต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับในดำรับที่มีการใส่โพแทสเซียมร่วมด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโพแทสเซียมมีความสัมพันธ์กับความหวานของข้าวโพด แต่การใส่โพแทสเซียมในปริมาณมากเกินไปไม่ทำให้ความหวานของข้าวโพดเพิ่มขึ้นอีก และการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ทำให้ข้าวโพดมีความหวาน 15.63 องศาบริกซ์ ซึ่งสูงกว่าในดำรับอื่น รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 30 และ 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ มีความหวาน 15.41 และ 15.35 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ซึ่งไม่ต่างจากการใส่ 20 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมในการปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง โดยอัตราที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองนี้ คือ ใส่ไนโตรเจน 45 กิโลกรัม N ต่อไร่ และโพแทสเซียม 10 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่

สมบุญ (2539) เก็บตัวอย่าง slop ash (43% K_2O) จากโรงงานสุรา Filter Cake (6% P_2O_5) จากโรงงานน้ำตาล และ Activated Sludge Cake (5% N) จากโรงงานผงชูรส นำมาทำเป็นปุ๋ยโดยเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีในสภาพอัดเม็ดและบดผงโดยใช้ข้าวโพดเป็นพืชทดสอบ พบว่าผลผลิตน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดจากการใช้วัสดุเหลือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในสภาพอัดเม็ดมี

แนวโน้มน>ปุ๋ยเคมีร่วมกับวัสดุเหลือใช้บดผง>ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว>วัสดุเหลือใช้อัดเม็ด>วัสดุเหลือใช้บดผง>ไม่ใช้ปุ๋ยเลย

Meesook *et al.*, (1998) ได้ทดลองใช้เถาสำเห้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียม พบว่า การใช้เถาสำเห้คุณภาพสูง จะทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินวารินทร์สูงกว่าการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตราเดียวกัน การใช้เถาสำเห้คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ พบว่าเถาสำเห้มีอัตราสูงขึ้น น้ำหนักแห้งของข้าวโพดยิ่งสูงขึ้น สำหรับเถาสำเห้คุณภาพต่ำนั้น จากการทดลองพบว่าการใส่โดยตรงในดินไม่ก่อให้เกิดปัญหา และยังทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของข้าวโพดสูงสุดด้วย

สุจินต์ (2541) รายงานการใช้กากสำสด กากสำปรับสภาพ และกากสำแห้งเป็นปุ๋ยในข้าวโพดฝักอ่อน พบว่า การใส่กากสำสดและกากสำแห้งจะช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน

ก่อเกียรติ (2544) ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้น้ำคั้นเยื่อกระดาษสาและน้ำกากสำเป็นแหล่งโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ที่ปลูกในชุดดินสันทราย พบว่า สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูดซับโพแทสเซียม ในโตรเจนและฟอสฟอรัสของข้าวโพดได้ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์และสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

ศิวพร (2545) ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้น้ำคั้นเยื่อกระดาษสาและน้ำกากสำเป็นแหล่งโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินอุบล พบว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมจะมีการดูดซับโพแทสเซียมได้มากกว่าข้าวโพดที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม โดยข้าวโพดจะดูดซับโพแทสเซียมจากน้ำคั้นเยื่อกระดาษสาและน้ำกากสำ ได้ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ และการดูดซับโพแทสเซียมจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์พืชทดลอง

1.1 เมล็ดข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2

2. ปุ๋ยเคมี

2.1 ยูเรีย (urea: NH_2CONH_2 ; 46% N)

2.2 ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (Triple superphosphate: TSP; 46% P_2O_5)

2.3 โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride: KCl; 60% K_2O)

3. น้ำกากส่าและเถ้ากากส่า จากโรงงานผลิตสุรา จ.ปทุมธานี

4. ดินที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุคดินปากช่อง เก็บจากศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ จ. นครราชสีมา และชุคดินท่าใหม่ เก็บจากแปลงเกษตรกร จ.จันทบุรี

5. เครื่องมือใช้ในการเก็บตัวอย่างดินและพืช

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

6.1 Atomic absorption spectrophotometer

6.2 Spectrophotometer

6.3 Micro Kjeldahl distillation apparatus

6.4 pH meter

6.5 Electric conductivity

6.6 Digestion apparatus

6.7 ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ

6.8 เครื่องชั่ง 2 และ 3 ตำแหน่ง

6.9 เครื่องบดตัวอย่างดิน และตะแกรงร่อนดิน ขนาด 2 มิลลิเมตร

6.10 เครื่องบดตัวอย่างพืช

6.11 อุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิเคราะห์ดินและพืชและในการปลูกพืชทดสอบในเรือน
ทดลอง

6.12 สารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

วิธีการ

1. การศึกษาและการทดลองในห้องปฏิบัติการ

1.1 การศึกษาสมบัติของดินที่ใช้ในการทดลองก่อนปลูกข้าวโพดหวาน

นำตัวอย่างดินชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ที่เก็บที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร
จากศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติจังหวัดนครราชสีมาและจากแปลงของเกษตรกรในจังหวัด

จันทบุรี ตามลำดับ มาผึ่งให้แห้งในที่ร่มเลือกก้อนหินและเศษซากพืชออก เก็บดินมาทำการวิเคราะห์ บดให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และนำมาทำการวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของดิน

1.1.1 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

(1) ปฏิกริยาดิน (pH) วัดโดยใช้เครื่อง pH meter อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (Foth *et al.*, 1996)

(2) สภาพการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ด้วยเครื่อง Electric Conductometer อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 (Richards, 1945)

(3) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934; Walkley, 1935)

(4) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) สกัดโดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี colorimetric (Bray and Kurtz, 1945) และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี colorimetric method (ทัศนีย์และจรงักษ์, 2551)

(5) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K, Ca, Mg) โดยสกัดด้วย 1N NH_4OAc pH 7.0 และวิเคราะห์ด้วย Atomic absorption spectrophotometer (จรงักษ์, 2550)

(6) ปริมาณจุลธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ (available Zn, Mn, Fe, Cu) โดยสกัดด้วย 0.005 M DTPA pH 7.3 และวิเคราะห์ด้วย Atomic absorption spectrophotometer (จรงักษ์, 2550)

1.1.2 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

เนื้อดินวิเคราะห์โดยวิธี Pipette method (Blake, 1980)

1.2 การศึกษาสมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าที่ใช้ในการทดลอง

โดยทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าดังนี้

1.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดย pH meter อัตราส่วนระหว่างเถ้ากากส่าต่อน้ำเท่ากับ 1:5

1.2.2 สภาพการนำไฟฟ้า (EC) โดย Electric conductometer อัตราส่วนระหว่างเถ้ากากส่าต่อน้ำเท่ากับ 1:5

1.2.3 ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) โดยวัดปริมาตรน้ำกากส่าที่แน่นอนแล้วนำไปชั่ง

1.2.4 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total potassium) ย่อยสลายโดย HNO_3 - H_2SO_4 - HClO_4 mixture และวัดด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2551)

1.3 การศึกษาอิทธิพลของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินท่าใหม่และชุดดินปากช่อง

นำตัวอย่างดินชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำตัวอย่างดินดังกล่าวจำนวน 10 กรัม มาผสมกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ น้ำกากส่า และเถ้ากากส่า ในอัตรา 0 75 และ 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม แล้วทำการบ่มดิน (incubate) ที่ระดับความชื้นที่ความจุความชื้นสนามเป็นเวลา 1 2 และ 4 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดแล้วทำการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) โดยสกัดดินด้วย 1N NH_4OAc pH 7 แล้ววิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

2. การทดลองในกระถาง

แบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

2.1 การทดลองที่ 1 : ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำกากส่า และเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ย
โพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

2.1.1 การเตรียมตัวอย่างดิน น้ำกากส่าและเถ้ากากส่า

ตัวอย่างดินปากช่องที่เก็บที่ความลึก 0-15 ซม. นำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มแล้วย่อยดินให้เป็นก้อนเล็กลง เลือกก้อนกรวด เศษหินและซากพืชขนาดใหญ่ออก ผสมดินให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอ เตรียมดินไว้สำหรับปลูกข้าวโพดหวาน ส่วนน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าใส่ภาชนะที่มีฝาปิดสนิท เตรียมไว้สำหรับผสมกับดิน

2.1.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial experiment in completely randomized design ทำ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ แหล่งของโพแทสเซียม ได้แก่ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ น้ำกากส่า และเถ้ากากส่า ส่วนปัจจัยที่ 2 คือ อัตราโพแทสเซียม ได้แก่ 0 75 และ 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม รวมดำเนินการทดลอง 9 ดำรับ (treatment combination)

2.1.3 การทดลองปลูกข้าวโพดหวาน

นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ซึ่งให้ได้กระถางละ 8 กิโลกรัม จากนั้นทำการผสมดินกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ น้ำกากส่า และเถ้ากากส่าตามอัตราที่กำหนด คือ 75 และ 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันกับดิน ใส่ปุ๋ยยูเรียอัตรา 250 มิลลิกรัม N ต่อดิน 1 กิโลกรัม และทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตอัตรา 150 มิลลิกรัม P_2O_5 ต่อดิน 1 กิโลกรัม ในทุกดำเนินการทดลอง คลุกเคล้าให้เข้ากันกับดิน แล้วบ่มดินไว้ภายใต้ความชื้นสภาพความจุความชื้นสนามเป็นเวลา 1 สัปดาห์

2.1.4 การดูแลรักษา

หลังจากบ่มดินครบ 1 สัปดาห์ ทำการปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 จำนวน 5 เมล็ดต่อกระถาง เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 14 วันถอนต้นกล้าออกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง ให้น้ำและกำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือตลอดการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน

2.1.5 การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1) วัดการเจริญเติบโต โดยวัดความสูงและเส้นรอบวงของต้น (จากโคนต้นขึ้นมา 2.5 เซนติเมตร) ข้าวโพดหวานที่ระยะข้าวโพดอายุ 20 40 และ 60 วัน

2) การเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานที่อายุประมาณ 75 วัน ชั่งน้ำหนักสดของตอซังข้าวโพดหวานและน้ำหนักฝักในทุกกระถางที่ปลูก นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งของตอซังและฝักข้าวโพดหวาน

3) การวิเคราะห์พืช บดตัวอย่างตอซังและฝักที่อบแห้งแล้ว ด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืช แล้วนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยย่อยสลายด้วย digestion mixture (H_2SO_4 - Na_2SO_4 -Se mixture) วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

4) เก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์ดิน

เก็บตัวอย่างดินหลังจากทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเสร็จแล้ว โดยในทุก ๆ กระถางทำการผสมดินให้เข้ากันแล้วทำการสุ่มเก็บประมาณ ครึ่งกิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติก นำดินมาผึ่งในที่ร่มจนแห้ง แล้วบดดิน ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร นำมาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC)

2.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-value และค่าทางสถิติอื่น ๆ ไว้สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple's Range Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติของ IRRRI

2.2 การทดลองที่ 2 : ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำกากส่า และเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ย โพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

2.2.1 การเตรียมตัวอย่างดิน น้ำกากส่าและเถ้ากากส่า

ตัวอย่างดินท่าใหม่ที่เก็บที่ความลึก 0-15 ซม. นำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มแล้วย่อยดินให้เป็นก้อนเล็กลง เลือกก้อนกรวด เศษหินและซากพืชขนาดใหญ่ออก ผสมดินให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอ เตรียมดินไว้สำหรับปลูกข้าวโพดหวาน ส่วนน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าใส่ภาชนะที่มีฝาปิดสนิท เตรียมไว้สำหรับผสมกับดิน

2.2.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial experiment in completely randomized design ทำ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ แหล่งของโพแทสเซียม ได้แก่ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ น้ำกากส่า และเถ้ากากส่า ส่วนปัจจัยที่ 2 คือ อัตราโพแทสเซียม ได้แก่ 0 75 และ 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม รวมดำเนินการทดลอง 9 ดำรับ (treatment combination)

2.2.3 การทดลองปลูกข้าวโพดหวาน

นำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ซึ่งให้ได้กระถางละ 8 กิโลกรัม จากนั้นทำการผสมดินกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ น้ำกากส่า และเถ้ากากส่าตามอัตราที่กำหนด คือ 75 และ 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันกับดิน ใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 250 มิลลิกรัม N ต่อดิน 1 กิโลกรัม และทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต อัตรา 150 มิลลิกรัม P_2O_5 ต่อดิน 1 กิโลกรัม ในทุกดำเนินการทดลอง คลุกเคล้าให้เข้ากันกับดิน แล้วบ่มดินไว้ภายใต้ความชื้นสภาพความจุความชื้นสนามเป็นเวลา 1 สัปดาห์

2.2.4 การดูแลรักษา

หลังจากบ่มดินครบ 1 สัปดาห์ ทำการปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2 จำนวน 5 เมล็ดต่อกระถาง เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 14 วันถอนต้นกล้าออกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง ให้น้ำ และกำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือตลอดการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน

2.2.5 การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1) วัดการเจริญเติบโต โดยวัดความสูงและเส้นรอบวงของต้น (จากโคนต้น ขึ้นมา 2.5 เซนติเมตร) ข้าวโพดหวานที่ระยะข้าวโพดอายุ 20 40 และ 60 วัน

2) การเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานที่อายุประมาณ 75 วัน ชั่งน้ำหนักสดของตอซังข้าวโพดหวานและน้ำหนักฝักในทุกกระถางที่ปลูก นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งของตอซังและฝักข้าวโพดหวาน

3) การวิเคราะห์พืช บดตัวอย่างตอซังและฝักที่อบแห้งแล้ว ด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืช แล้วนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารโดยย่อยสลายด้วย digestion mixture ($\text{H}_2\text{SO}_4\text{-Na}_2\text{SO}_4\text{-Se}$ mixture) วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

4) เก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์ดิน

เก็บตัวอย่างดินหลังจากทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเสร็จแล้ว โดยในทุก ๆ กระถาง ทำการผสมดินให้เข้ากันแล้วทำการสุ่มเก็บประมาณ ครึ่งกิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติก นำดินมาผึ่งในที่ร่มจนแห้ง แล้วบดดิน ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร นำมาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC)

2.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-value และค่าทางสถิติอื่น ๆ ไว้สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple's Range Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติของ IRRRI

3. สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการและเรือนทดลอง ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

4. ระยะเวลาในการทดลอง

เดือน มิถุนายน 2550 ถึง เดือน กรกฎาคม 2551

ผลและวิจารณ์

ผล

1. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

1.1 สมบัติของชุดดินปากช่อง

สมบัติของชุดดินปากช่องที่นำมาศึกษา แสดงอยู่ในตารางที่ 2 พบว่าชุดดินปากช่องมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) ปฏิกริยาดินเป็นกลาง pH 6.8 มีค่าการนำไฟฟ้า 0.13 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 34 กรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำเท่ากับ 48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ 4,684 และ 401 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณสังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดงที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 1.95, 26, 3.43 และ 0.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

1.2 สมบัติของชุดดินท่าใหม่

สมบัติของชุดดินท่าใหม่ที่นำมาศึกษา แสดงอยู่ในตารางที่ 3 พบว่าชุดดินท่าใหม่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) ปฏิกริยาดินเป็นกรด pH 4.7 มีค่าการนำไฟฟ้า 0.32 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 20 กรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ปานกลางเท่ากับ 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ 148 และ 53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณสังกะสี แมงกานีส เหล็ก และทองแดงที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 0.80, 19, 32 และ 0.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 2 สมบัติทางประการของชุดดินปากช่องที่นำมาศึกษา

สมบัติทางประการของดิน	Analysis
Soil texture ^{1/}	clay
pH ^{2/}	6.8
EC (dS m ⁻¹) ^{3/}	0.13
Organic matter (g kg ⁻¹) ^{4/}	34
Available phosphorus (mg kg ⁻¹) ^{5/}	7
Available potassium (mg kg ⁻¹) ^{6/}	48
Available calcium (mg kg ⁻¹) ^{6/}	4,684
Available magnesium (mg kg ⁻¹) ^{6/}	401
Available zinc (mg kg ⁻¹) ^{7/}	1.95
Available manganese (mg kg ⁻¹) ^{7/}	26
Available iron (mg kg ⁻¹) ^{7/}	3.43
Available copper (mg kg ⁻¹) ^{7/}	0.85

^{1/} Pipette method

^{2/} pH meter (Soil : H₂O; 1:1)

^{3/} Electric conductometer 1:5 H₂O

^{4/} Walkley and Black method (Walkley and Black , 1934)

^{5/} Bray 2 method (Bray and Kurtz, 1945)

^{6/} Extracted with 1M NH₄OAc pH 7.0 (Brown and Warnke, 1988)

^{7/} Extracted with 0.005 M DTPA pH 7.3 (Lindsay and Norvell, 1978)

ตารางที่ 3 สมบัติทางประการของชุดดินทำใหม่ที่นำมาศึกษา

สมบัติทางประการของดิน	Analysis
Soil texture ^{1/}	clay
pH ^{2/}	4.7
EC (dS m ⁻¹) ^{3/}	0.32
Organic matter (g kg ⁻¹) ^{4/}	20
Available phosphorus (mg kg ⁻¹) ^{5/}	91
Available potassium (mg kg ⁻¹) ^{6/}	75
Available calcium (mg kg ⁻¹) ^{6/}	148
Available magnesium (mg kg ⁻¹) ^{6/}	53
Available zinc (mg kg ⁻¹) ^{7/}	0.80
Available manganese (mg kg ⁻¹) ^{7/}	19
Available iron (mg kg ⁻¹) ^{7/}	32
Available copper (mg kg ⁻¹) ^{7/}	0.88

^{1/} Pipette method

^{2/} pH meter (Soil : H₂O; 1:1)

^{3/} Electric conductometer 1:5 H₂O

^{4/} Walkley and Black method (Walkley and Black , 1934)

^{5/} Bray 2 method (Bray and Kurtz, 1945)

^{6/} Extracted with 1 M NH₄OAc pH 7.0 (Brown and Warnke, 1988)

^{7/} Extracted with 0.005 M DTPA pH 7.3 (Lindsay and Norvell, 1978)

1.3 สมบัติของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าที่นำมาศึกษา

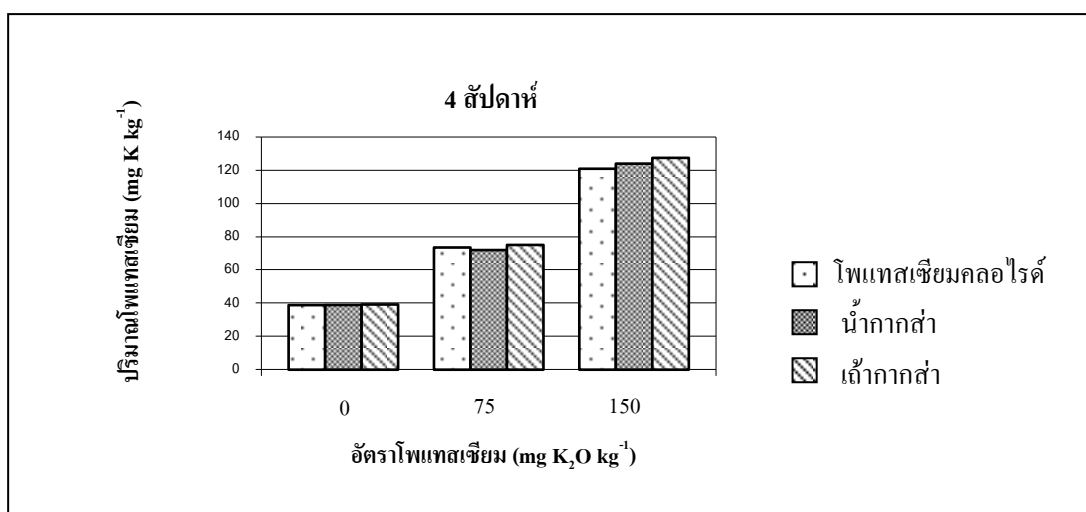
สมบัติบางประการของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าที่นำมาศึกษาแสดงอยู่ในตารางที่ 4 พบว่าน้ำกากส่ามีปฏิกิริยาเป็นกรดรุนแรง pH เท่ากับ 3.9 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 17 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) 1.12 มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 9,724 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนเถ้ากากส่ามีปฏิกิริยาเป็นเบสรุนแรง pH เท่ากับ 12.6 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 156 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงมาก เท่ากับ 258,894 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4 สมบัติบางประการของน้ำกากส่า และเถ้ากากส่า

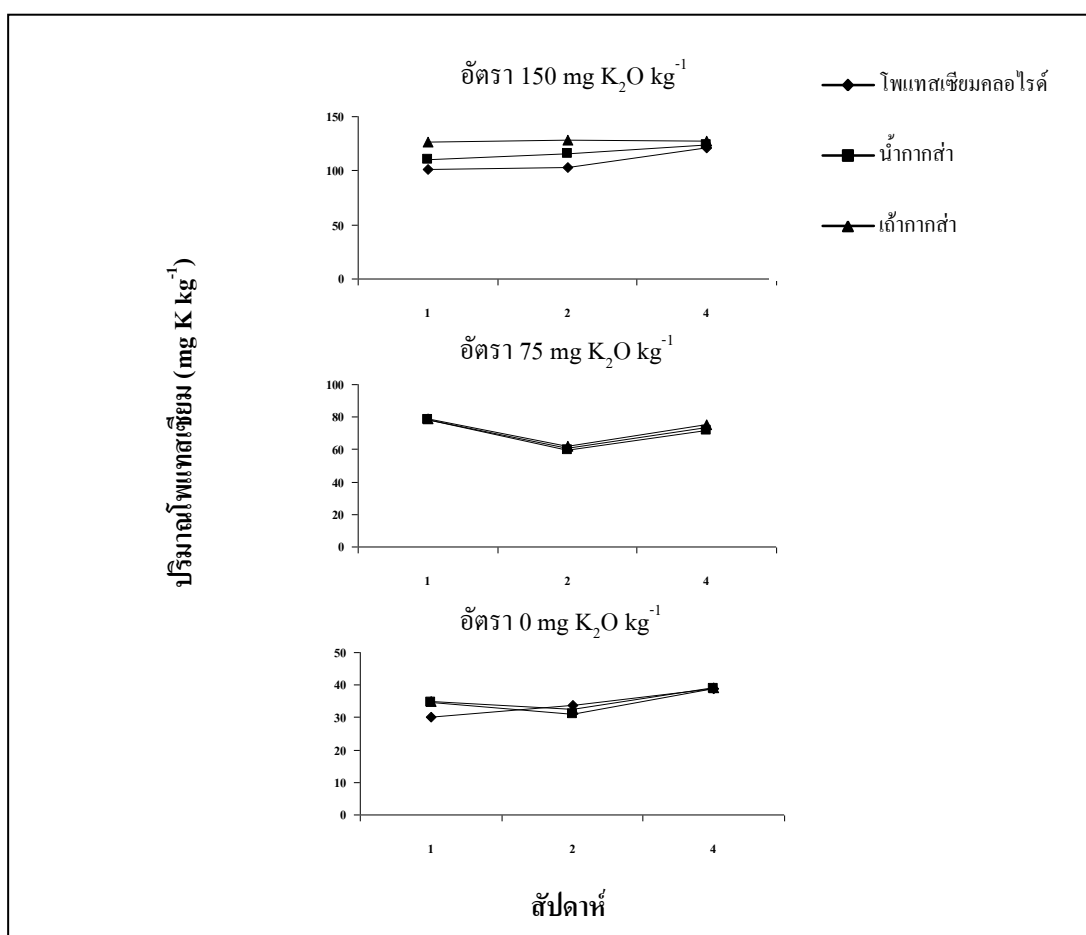
Items	น้ำกากส่า	Items	เถ้ากากส่า
pH	3.9	pH	12.6
EC (dS m ⁻¹)	17	EC (dS m ⁻¹)	156
Specific gravity	1.12	Total K (mg kg ⁻¹)	258,894
Total K (mgL ⁻¹)	9,724		

1.4 อิทธิพลของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าต่อปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินท่าใหม่และชุดดินปากช่อง

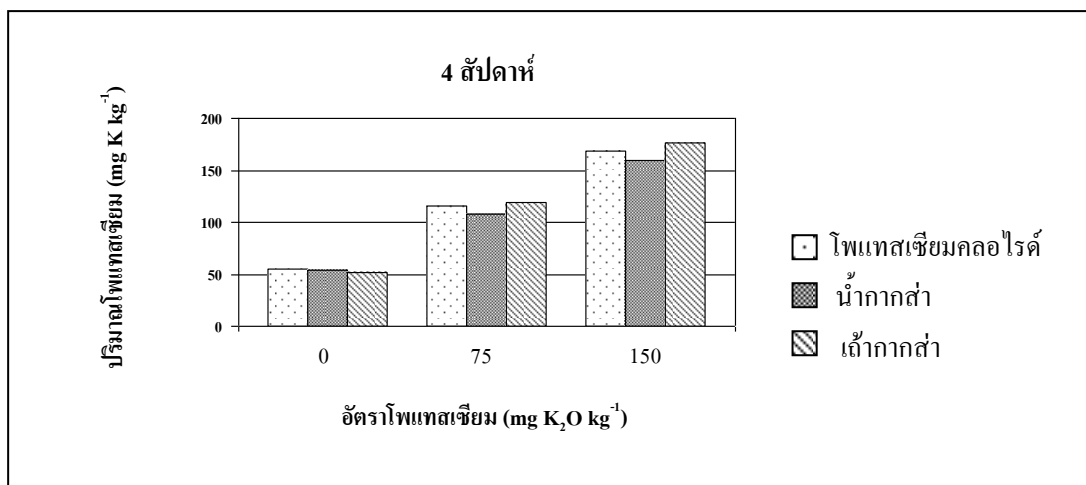
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ในอัตรา 0 75 และ 150 มิลลิกรัม K₂O ต่อดิน 1 กิโลกรัม ที่ระยะเวลาการบ่มดิน 1 2 และ 4 สัปดาห์ แสดงอยู่ในภาพที่ 2, 3, 4 และ 5 พบว่าทั้งในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ให้ผลสอดคล้องกัน การใส่น้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์จะช่วยเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินดังกล่าว เมื่ออัตราการใส่น้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์สูงขึ้น ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินจะเพิ่มขึ้น ดินที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ในอัตราที่เท่ากันจะปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาในปริมาณที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุกอัตรา ทั้งในช่วงเวลาการบ่มดิน 1 2 และ 4 สัปดาห์



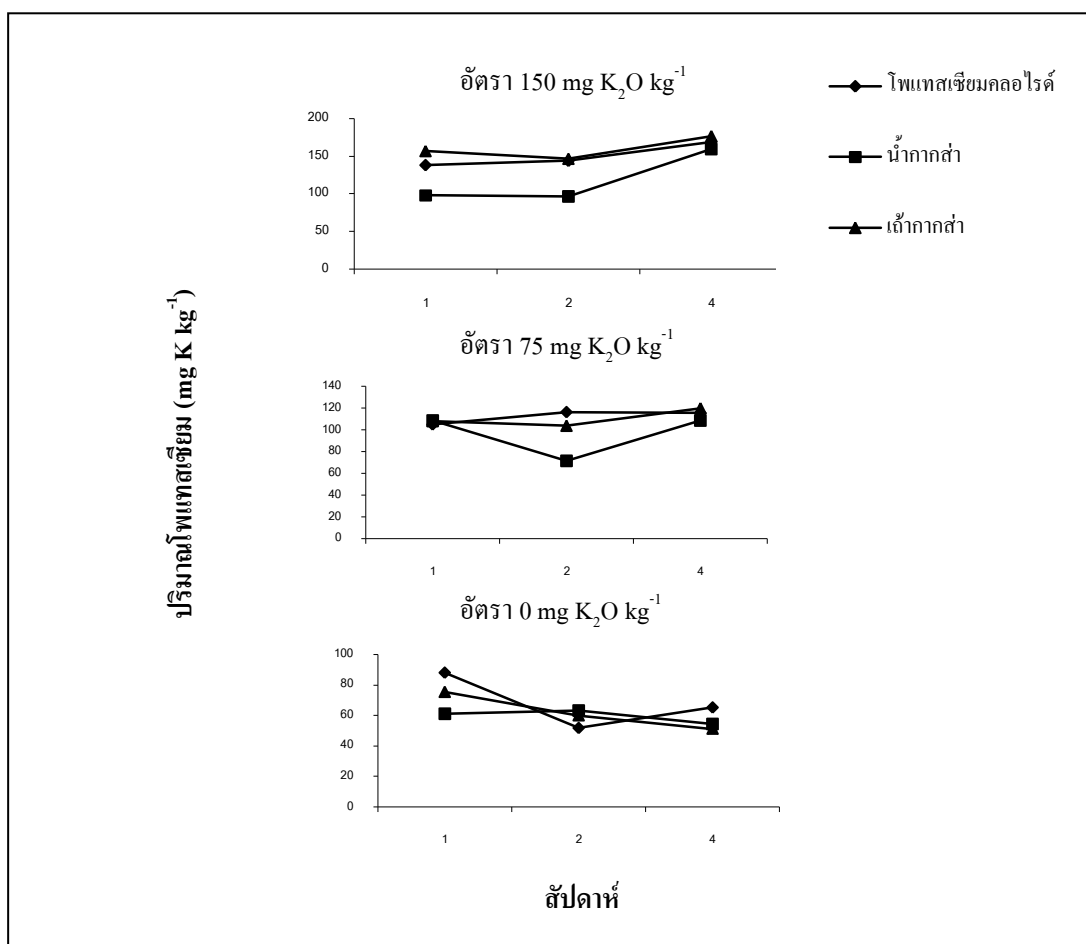
ภาพที่ 2 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินปากช่องที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า (Slop) ถ่านกากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ระยะบ่มดิน 4 สัปดาห์



ภาพที่ 3 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินปากช่อง ที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า (Slop) ถ่านกากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ระยะเวลายบ่มดินต่าง ๆ



ภาพที่ 4 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินท่าใหม่ที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ระยะบ่มดิน 4 สัปดาห์



ภาพที่ 5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินท่าใหม่ที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ระยะเวลาบ่มดินต่าง ๆ

2. การทดลองในกระถาง

2.1 ประสิทธิภาพของน้ำกากส่า และเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

2.1.1 ผลการใส่น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

ก. ความสูง

พบว่า เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 20 วัน ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมจะมีความสูงมากกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 6) เมื่ออัตราการใส่โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นความสูงของข้าวโพดหวานจะเพิ่มขึ้น ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มีความสูงใกล้เคียงกันในทุกอัตราการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกันทั้งเมื่อใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม จะมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 75 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม

เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 40 วัน และ 60 วัน พบว่าข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมทั้งในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีความสูงมากกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม (ตารางที่ 6, 7 และ ภาพที่ 6) การใส่โพแทสเซียมในอัตราที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ความสูงของข้าวโพดหวานสูงขึ้น ค่าเฉลี่ยความสูงของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีแนวโน้มมากกว่าที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 75 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกอัตราการใส่โพแทสเซียม

ข. เส้นรอบวงลำต้น

พบว่า เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 20 วัน ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมทั้งในรูปน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ จะมีเส้นรอบวงลำต้นมากกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 7) การใส่โพแทสเซียมในอัตราสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้เส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีแนวโน้มสูงกว่าที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมอัตรา 75 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม พบว่าข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มีเส้นรอบวงลำต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 40 และ 60 วัน พบว่าผลการทดลองสอดคล้องกับเมื่อข้าวโพดหวานอายุ 20 วัน (ตารางที่ 9, 10 และภาพที่ 7)

2.1.2 ผลการใส่น้ำกากส่าและถ้ำกากส่าต่อผลผลิตฝักและน้ำหนักต่อชั่งของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

ก. ผลผลิตฝักของข้าวโพดหวาน

น้ำหนักผลผลิตฝักสดและฝักแห้งของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องแสดงอยู่ในตารางที่ 11 และ ตารางที่ 12 พบว่า ผลผลิตน้ำหนักฝักสดและน้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมทั้งในรูปน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์สูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่ออัตราการใส่โพแทสเซียมสูงขึ้นน้ำหนักฝักของข้าวโพดหวานจะเพิ่มขึ้น โดยข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม มีผลผลิตน้ำหนักฝักมากกว่าข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมอัตรา 75 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัมอย่างเด่นชัด ผลผลิตน้ำหนักฝักของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในทุกอัตราการใส่โพแทสเซียม

ตารางที่ 5 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 20 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	ความสูง (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	14.17	18.50	19.67	17.44
Slop	14.17	18.33	20.37	17.62
Slop ash	14.14	18.77	20.03	17.66
เฉลี่ย	14.14c	18.53b	20.02a	17.57
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	2.5			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 40 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	ความสูง (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	64.50	80.00	83.50	76.00
Slop	67.67	82.00	83.33	77.67
Slop ash	65.50	80.33	83.33	76.39
เฉลี่ย	65.89b	80.78a	83.39a	76.69
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	4.8			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

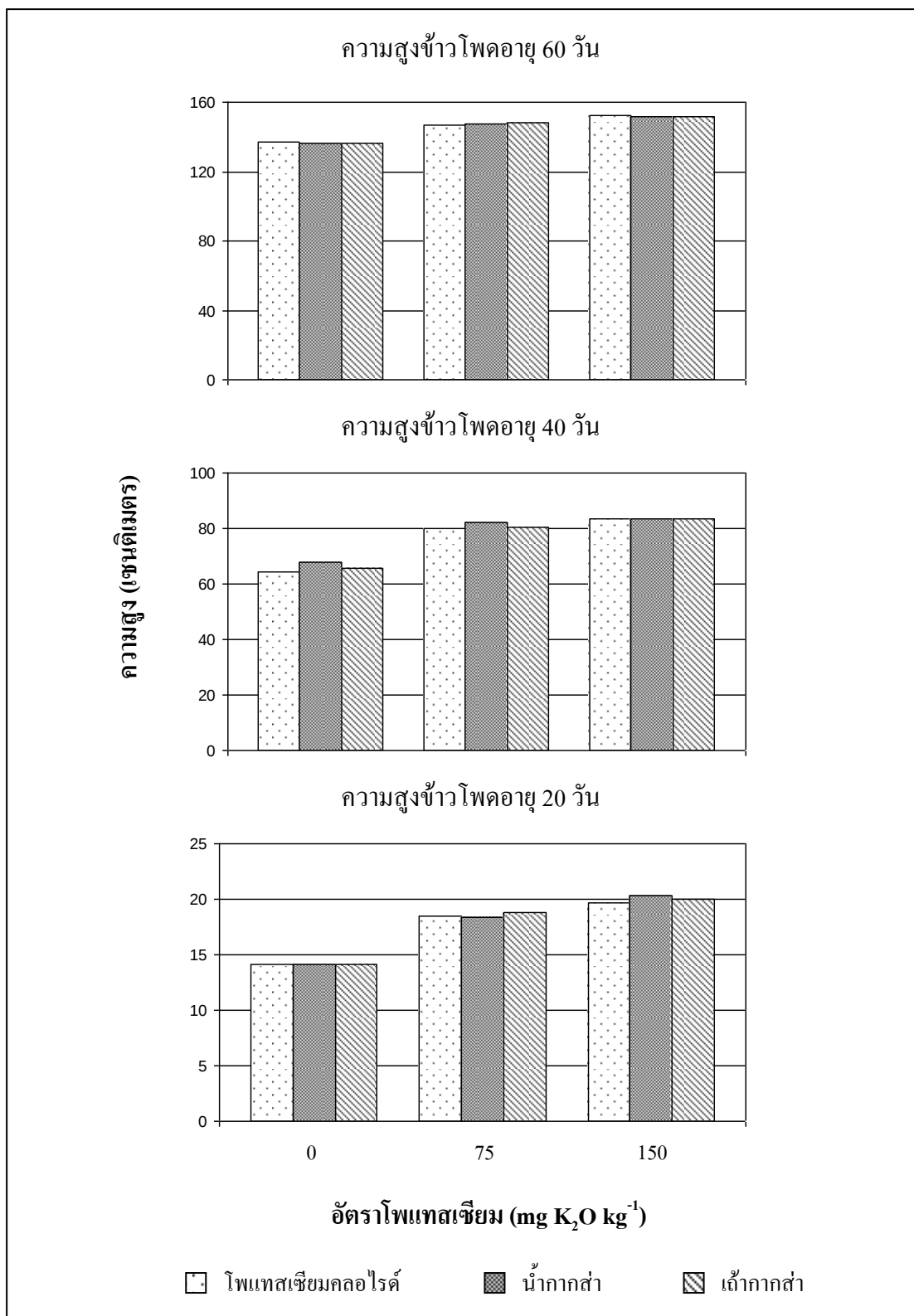
ตารางที่ 7 ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 60 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	ความสูง (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	136.67	147.33	152.33	145.44
Slop	137.00	147.33	152.00	145.44
Slop ash	136.33	148.00	152.00	145.44
เฉลี่ย	136.67b	147.56ab	152.11a	145.44
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	3.9			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 6 ผลการให้น้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อความสูงต้นของข้าวโพดหวาน (เซนติเมตร) ที่ระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

ตารางที่ 8 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 20 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	3.27	3.70	3.93	3.63
Slop	3.40	3.60	3.83	3.61
Slop ash	3.30	3.57	4.00	3.62
เฉลี่ย	3.32b	3.62ab	3.92a	3.62
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	9.9			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 40 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	6.07	6.60	7.03	6.57
Slop	6.13	6.63	7.00	6.59
Slop ash	6.13	6.67	7.03	6.61
เฉลี่ย	6.11b	6.63ab	7.02a	6.59
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	7.2			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

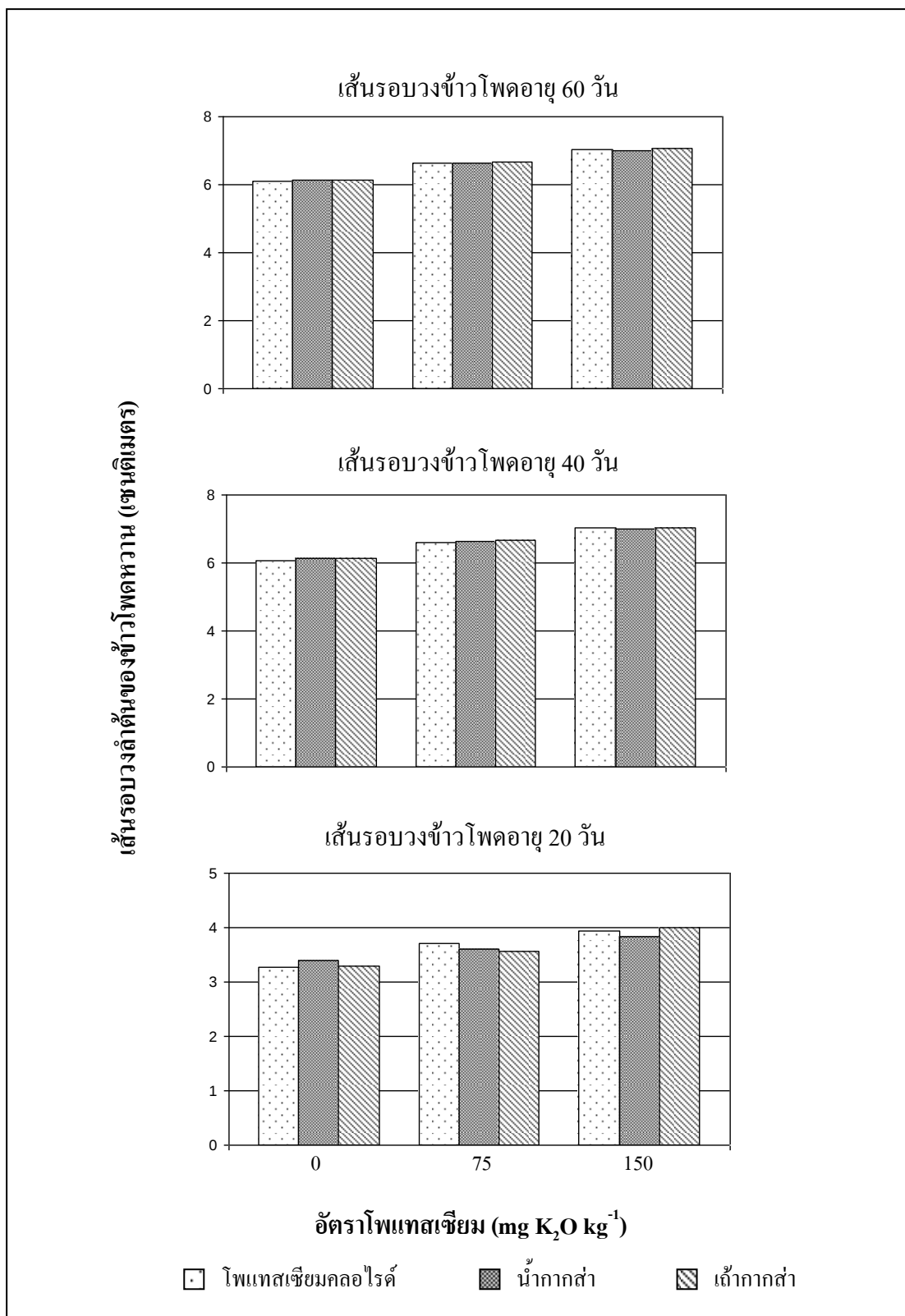
ตารางที่ 10 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 60 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	6.10	6.63	7.03	6.59
Slop	6.13	6.63	7.00	6.59
Slop ash	6.13	6.67	7.07	6.62
เฉลี่ย	6.12b	6.64ab	7.03a	6.60
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	7.1			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 7 ผลการให้น้ำกากส่า ถั่วกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดหวาน (เซนติเมตร) ที่ระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

ข. น้ำหนักต่อชั่งของข้าวโพดหวาน

น้ำหนักแห้งต่อชั่งของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมทั้งในรูปน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์สูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 13) ที่อัตราการใช้โพแทสเซียม 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม ข้าวโพดหวานมีน้ำหนักแห้งต่อชั่งสูงสุด พบว่าน้ำหนักแห้งต่อชั่งของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ไม่แตกต่างกันในทุกอัตราการใช้โพแทสเซียม

2.1.3 ผลการใส่น้ำกากส่าและถ้ำกากส่าต่อปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

ปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพดหวาน แสดงอยู่ในตารางที่ 14 พบว่า ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมมีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดสูงกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม โดยข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม มีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือ ที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 75 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม ผลการทดลองสอดคล้องกันทั้งในข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ พบว่าปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 11 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักรากของฝัก (กรัม/กระถาง) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	น้ำหนักรากสด (กรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	156.070	211.620	225.393	197.694
Slop	151.700	190.710	243.953	195.454
Slop ash	142.337	208.380	231.027	193.914
เฉลี่ย	150.036c	203.570b	233.458a	195.688
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	6.4			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 12 ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของฝัก (กรัม/กระถาง) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	น้ำหนักฝักแห้ง (กรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	36.357	55.637	62.203	51.399
Slop	36.970	50.430	66.500	51.300
Slop ash	32.817	53.820	65.193	50.610
เฉลี่ย	35.381c	53.296b	64.632a	51.103
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	5.8			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางกันสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 13 ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของตอซัง (กรัม/กระถาง) ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	น้ำหนักแห้งตอซัง (กรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	47.473	53.710	58.927	53.370
Slop	48.647	53.493	61.923	54.688
Slop ash	44.903	53.800	62.090	53.598
เฉลี่ย	47.008c	53.668b	60.980a	53.885
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	7.7			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 14 อิทธิพลของน้ำกากส่า (Slop) แก้วกากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อัตราต่าง ๆ ที่มีต่อปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกระถาง) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	ปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	377.80	922.47	1323.58	874.62
Slop	381.38	910.77	1297.89	863.35
Slop ash	393.11	872.66	1321.33	862.37
เฉลี่ย	384.10c	901.97b	1314.26a	866.78
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	4.8			

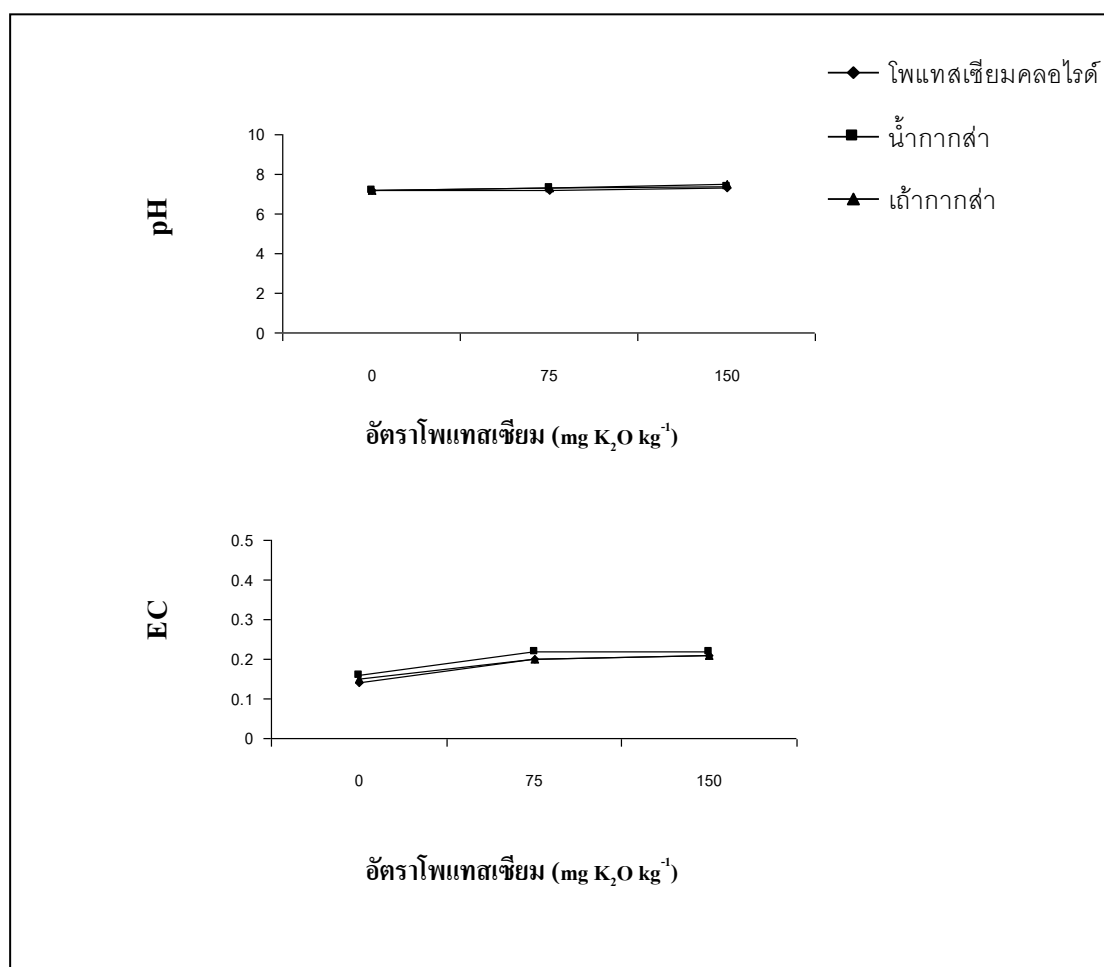
หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางกันสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

2.1.4 ผลการให้น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าต่อสมบัติบางประการของชุดดินปากช่อง หลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน

จากการวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน พบว่า pH ของชุดดินปากช่อง ที่ปลูกข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปแบบของน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 75 และ 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมเลยมีค่าใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 8) ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินปากช่องที่ปลูกข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปแบบของน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ใกล้เคียงกับที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมเลย (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 pH และ EC ของดินปากช่องที่มีการใส่โพแทสเซียมในรูปแบบน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตราต่าง ๆ หลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน

2.2 ประสิทธิภาพของน้ำกากส่า และเถ้ากากส่าในการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

2.2.1 ผลการใส่น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

ก. ความสูง

พบว่า เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 20 วัน ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ จะมีความสูงเฉลี่ยมากกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม (ตารางที่ 15 และ ภาพที่ 9) โดยเด่นชัดที่อัตราการใส่โพแทสเซียม 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม ผลการทดลองสอดคล้องกันทั้งเมื่อใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในทุกอัตราการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 40 และ 60 วัน พบว่าข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มีความสูงมากกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม (ตารางที่ 16, 17 และ ภาพที่ 9) ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในทุกอัตราการใส่โพแทสเซียม

ข. เส้นรอบวงลำต้น

พบว่า เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 20 วัน ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมมีเส้นรอบวงลำต้นไม่แตกต่างกับข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม (ตารางที่ 18 และ ภาพที่ 10) เส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในทุกอัตราการใส่โพแทสเซียม

เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 40 วัน พบว่าผลการทดลองสอดคล้องกับ เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 20 วัน ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมจะมีเส้นรอบวงลำต้นไม่แตกต่างกับที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม (ตารางที่ 19 และ ภาพที่ 10) เส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า ถั่วกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อข้าวโพดหวานอายุ 60 วัน พบว่า ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมทั้งในรูปน้ำกากส่า ถั่วกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ จะมีเส้นรอบวงลำต้นมากกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 20 และภาพที่ 10) พบว่าการใส่โพแทสเซียมในอัตราสูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้เส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีแนวโน้มสูงกว่าที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมอัตรา 75 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า ถั่วกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มีเส้นรอบวงลำต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในทุกอัตราการใส่โพแทสเซียม

2.2.2 ผลการใส่น้ำกากส่าและถั่วกากส่าต่อผลผลิตฝักและน้ำหนักต่อชั่งของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

ก. ผลผลิตฝักของข้าวโพดหวาน

น้ำหนักผลผลิตฝักสดและฝักแห้งของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่ แสดงอยู่ในตารางที่ 21 และตารางที่ 22 พบว่า ผลผลิตน้ำหนักฝักสดและน้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมทั้งในรูปน้ำกากส่า ถั่วกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์สูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่โพแทสเซียมในอัตราที่สูงขึ้นทำให้น้ำหนักฝักของข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้น โดยข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในอัตรา 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม มีผลผลิตน้ำหนักฝักมากกว่าข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมอัตรา 75 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัมอย่างเด่นชัด ผลผลิตน้ำหนักฝักของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า ถั่วกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในทุกอัตราการใส่โพแทสเซียม

ข. น้ำหนักต่อชั่งของข้าวโพดหวาน

น้ำหนักต่อชั่งแห้งของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมทั้งในรูปน้ำกากส่า แฉกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์สูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 23) โดยเด่นชัดที่อัตราการใส่โพแทสเซียม 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม พบว่าน้ำหนักแห้งต่อชั่งของข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า แฉกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ไม่แตกต่างกันในทุกอัตราการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม

2.2.3 ผลการใส่น้ำกากส่าและแฉกากส่าต่อปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

ปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพดหวาน แสดงอยู่ใน ตารางที่ 24 พบว่า ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมทั้งในรูปน้ำกากส่า แฉกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดมากกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม มีปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดสูงสุด โดยมากกว่าการใส่โพแทสเซียมในอัตรา 75 มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม อย่างเด่นชัด ข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า แฉกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ในทุกอัตราการใส่โพแทสเซียม

ตารางที่ 15 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 20 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	ความสูง (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	16.50	19.10	19.30	18.30
Slop	17.10	18.83	20.27	18.73
Slop ash	18.67	19.00	19.83	19.17
เฉลี่ย	17.42b	18.98ab	19.80a	18.73
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	*			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	9.9			

หมายเหตุ * แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 16 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 40 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	ความสูง (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	61.00	80.00	80.67	73.89
Slop	64.33	75.67	81.00	73.67
Slop ash	68.00	78.67	82.00	76.22
เฉลี่ย	64.44b	78.11a	81.22a	74.59
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	*			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	17.1			

หมายเหตุ * แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

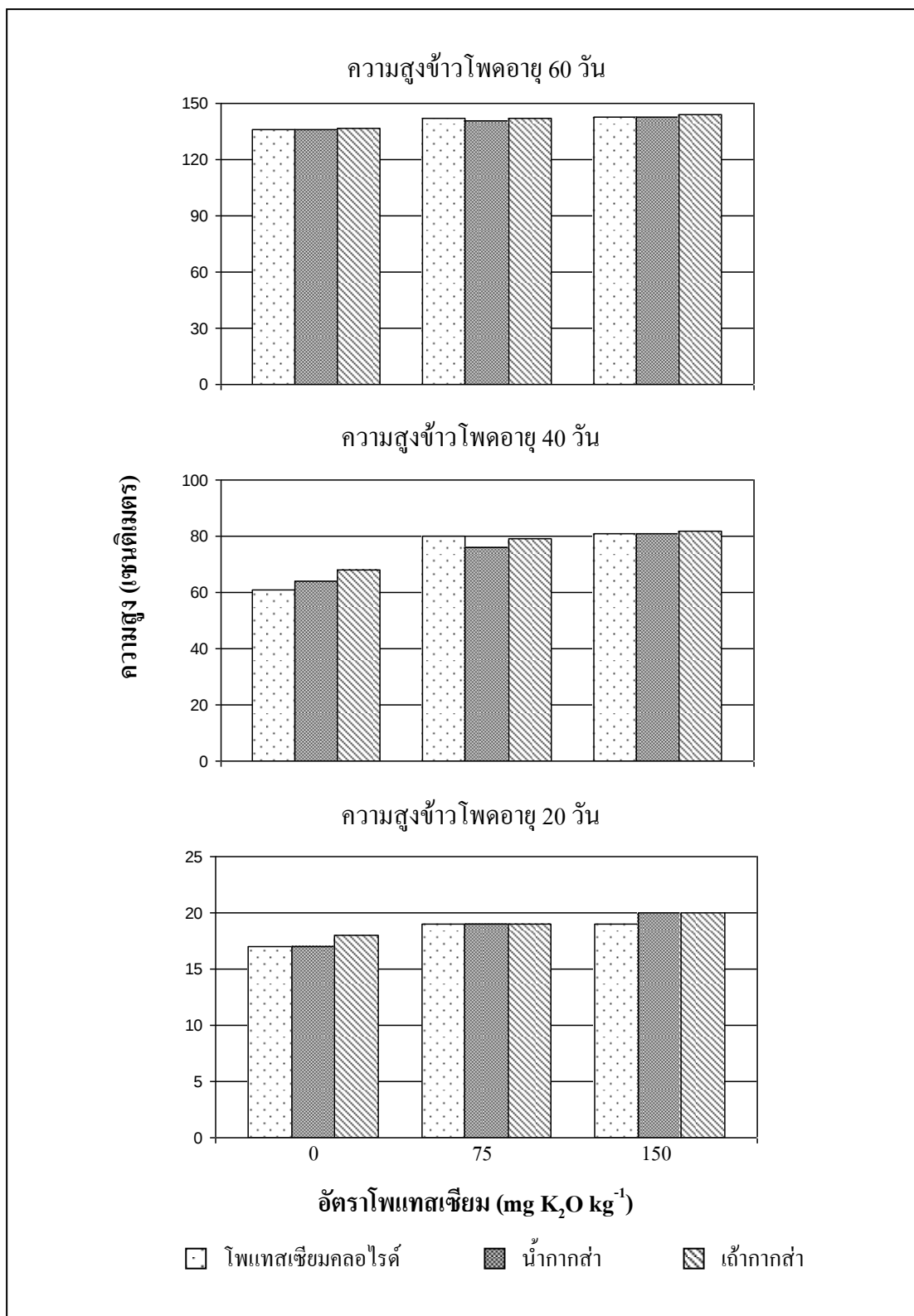
ตารางที่ 17 ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) ถ้ำกากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อความสูงของต้นข้าวโพดที่อายุ 60 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	ความสูง (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	136.00	142.33	142.67	140.33
Slop	136.00	140.68	143.33	140.00
Slop ash	137.00	142.33	144.33	141.22
เฉลี่ย	136.33b	141.78ab	143.44a	140.52
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	*			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	3.9			

หมายเหตุ * แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 9 ผลการให้น้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อความสูงต้นของข้าวโพดหวาน (เซนติเมตร) ที่ระยะต่างๆของการเจริญเติบโตที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

ตารางที่ 18 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 20 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	3.33	3.93	3.80	3.69
Slop	3.27	3.87	4.17	3.77
Slop ash	3.33	3.67	3.90	3.63
เฉลี่ย	3.31	3.82	3.96	3.70
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	ns			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	18.7			

หมายเหตุ ns ไม่แตกต่างทางกันสถิติ

ตารางที่ 19 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 40 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	6.50	7.37	7.10	6.99
Slop	6.47	6.77	7.57	6.93
Slop ash	6.50	6.70	7.50	6.90
เฉลี่ย	6.49	6.94	7.39	6.94
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	ns			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	11.9			

หมายเหตุ ns ไม่แตกต่างทางกันสถิติ

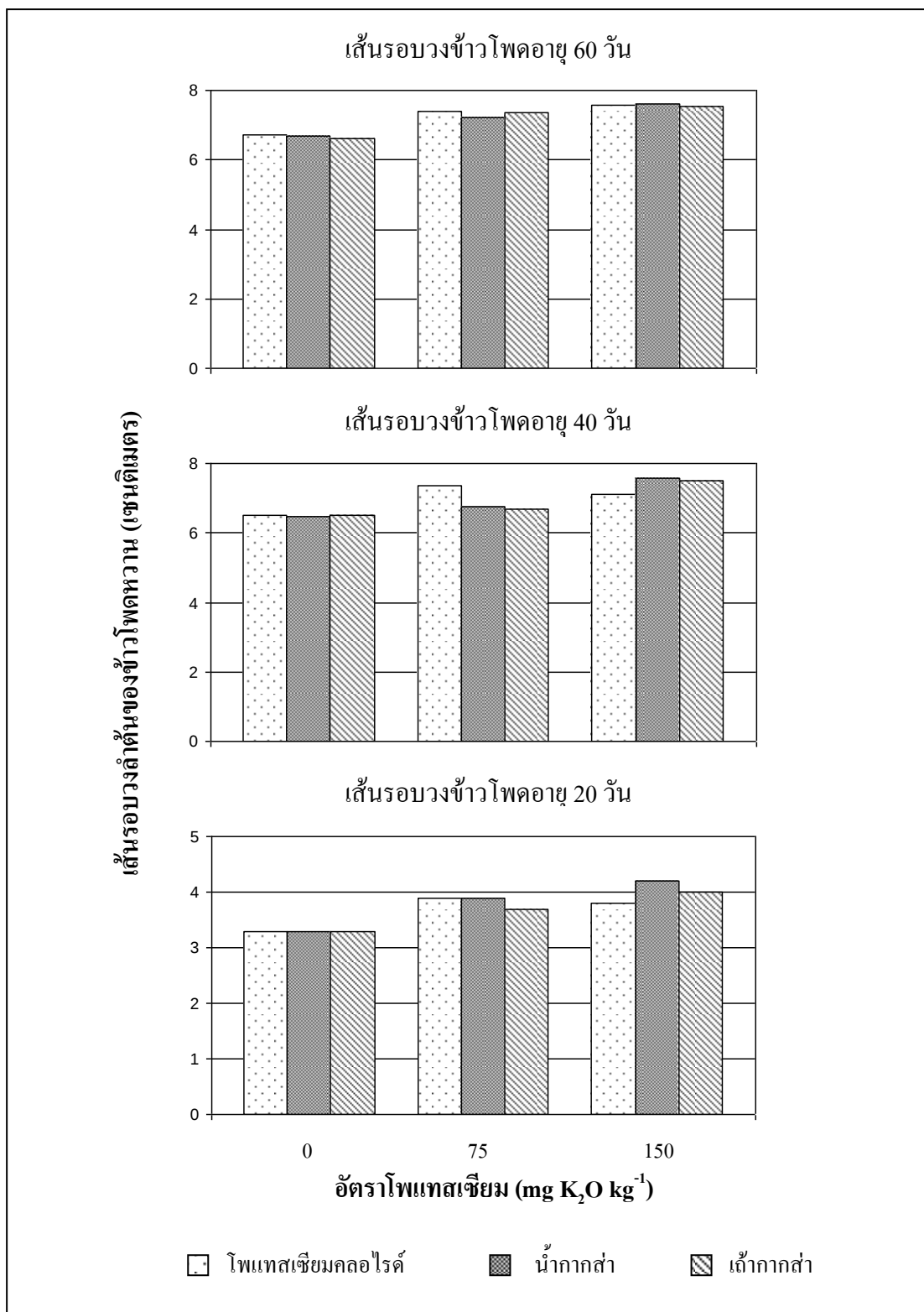
ตารางที่ 20 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 60 วัน (เซนติเมตร) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	6.73	7.40	7.57	7.23
Slop	6.67	7.23	7.60	7.17
Slop ash	6.63	7.37	7.53	7.18
เฉลี่ย	6.68b	7.33ab	7.57a	7.19
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	*			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	8.1			

หมายเหตุ * แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างทางกันสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 10 ผลการให้น้ำกากส่า เล้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อเส้นรอบวงลำต้นของข้าวโพดหวาน(เซนติเมตร) ที่ระยะต่างๆของการเจริญเติบโตที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

ตารางที่ 21 ผลการให้น้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักสดของฟัก (กรัมต่อกระถาง) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	น้ำหนักฟักสด (กรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	142.090	170.970	220.997	178.019
Slop	159.063	155.930	230.583	181.859
Slop ash	146.163	205.513	233.147	194.941
เฉลี่ย	149.106c	177.471b	228.242a	184.94
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	13.4			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 22 ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของฝัก (กรัมต่อกระถาง) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	น้ำหนักฝักแห้ง (กรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	24.523	35.230	52.170	37.308
Slop	34.123	36.033	54.487	41.548
Slop ash	28.853	48.277	56.600	44.577
เฉลี่ย	29.167c	39.847b	54.419a	41.144
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	16.5			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 23 ผลการใส่น้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งของตอซัง (กรัมต่อกระถาง) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	น้ำหนักตอซังแห้ง (กรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	49.157	58.050	64.300	57.169
Slop	53.387	61.827	66.783	60.666
Slop ash	56.983	61.273	68.933	62.397
เฉลี่ย	53.176b	60.383ab	66.672a	60.077
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	*			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	13.9			

หมายเหตุ * แสดงต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 24 อิทธิพลของน้ำกากส่า (Slop) แก่กากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อัตราต่าง ๆ ที่มีต่อปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพดหวาน (มิลลิกรัมต่อกระถาง) ที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	ปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	348.41	901.12	1778.74	1009.42
Slop	419.79	1014.44	1750.22	1061.48
Slop ash	372.22	1189.68	1743.75	1101.88
เฉลี่ย	380.14c	1035.08b	1757.57a	1057.60
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	8.8			

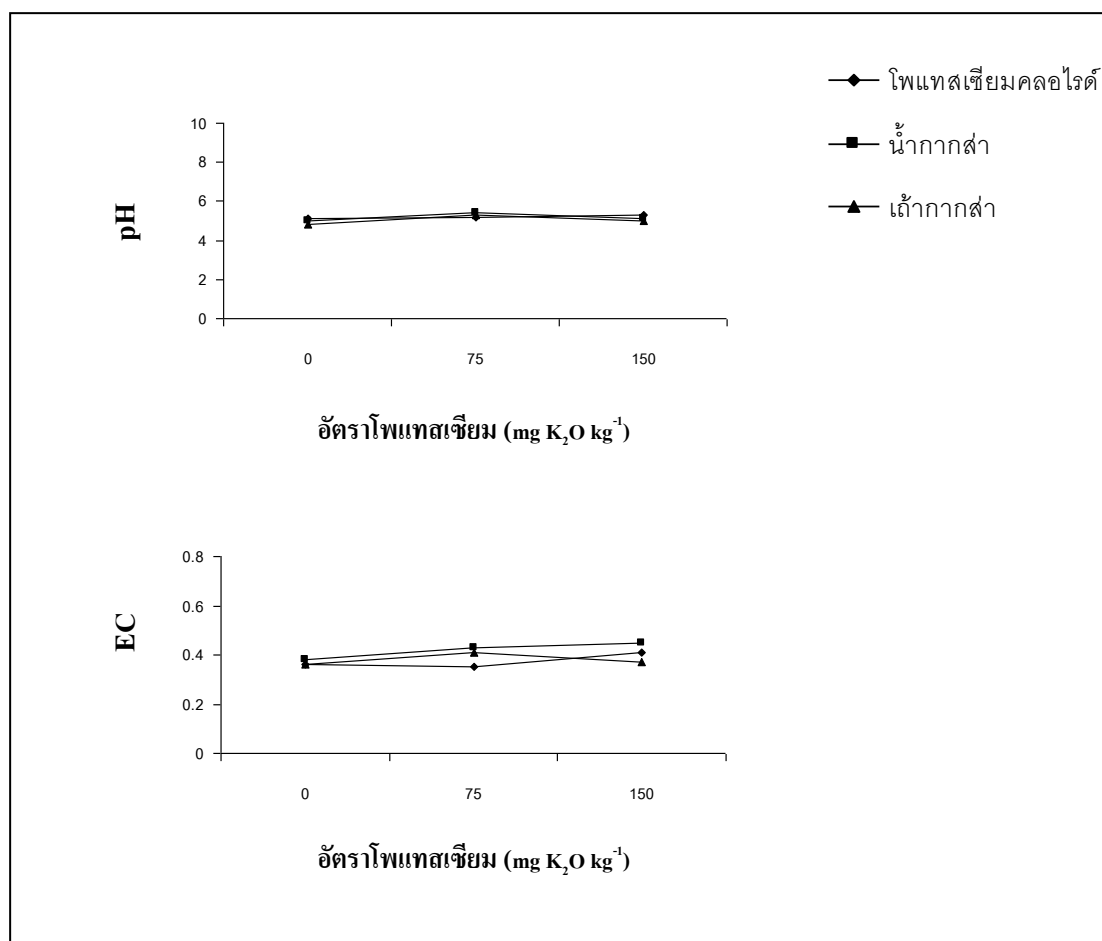
หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

2.2.4 ผลการใส่น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าต่อสมบัติบางประการของชุดดินท่าใหม่หลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน

จากการวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน พบว่า pH ของชุดดินท่าใหม่ที่ปลูกข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปของน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตรา 75 และ 150 มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม และที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมเลยมีค่าใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 11) ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินท่าใหม่ที่ปลูกข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปของน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ใกล้เคียงกับที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมเลย (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 pH และ EC ของดินท่าใหม่ที่มีการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์อัตราต่าง ๆ หลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน

วิจารณ์

1. สมบัติของชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ที่นำมาศึกษา

จากการศึกษาพบว่าชุดดินปากช่องมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) (ตารางที่ 2) ปฏิกริยาดินเป็นกลาง pH 6.8 มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน 48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำ (Land Classification Division and Project Staff, 1973) ส่วนชุดดินท่าใหม่พบว่า มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) (ตารางที่ 3) ปฏิกริยาดินเป็นกรด pH 4.7 มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเท่ากับ 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Land Classification Division and Project Staff, 1973) ผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ที่นำมาศึกษาซึ่งเป็นดินในอันดับออกซิซอลส์ (เอิบ, 2533) มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุรเชษฐ์ (2550) ที่พบว่าชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด เมื่อมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมในดินดังกล่าวข้าวโพดจะตอบสนองอย่างเด่นชัด

2. สมบัติของน้ำากาส่าและเ้าากาส่าที่นำมาศึกษา

น้ำากาส่า มีปฏิกริยาเป็นกรดรุนแรง (pH 3.9) ค่าการนำไฟฟ้าสูง (ตารางที่ 4) มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงเท่ากับ 9,724 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของกานดา (2545) ที่รายงานว่าน้ำากาส่ามีปฏิกริยาเป็นกรดรุนแรงมีปริมาณโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบสูง ส่วนเ้าากาส่าที่นำมาศึกษาพบว่า มีปฏิกริยาเป็นเบสรุนแรง (pH 12.6) ค่าการนำไฟฟ้าสูงมาก มีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดสูงมาก เท่ากับ 258,894 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เ้าากาส่าได้จากการนำน้ำากาส่าไประเหยแล้วนำไปเผา (ภาพที่ 1) ปริมาณโพแทสเซียมในเ้าากาส่าจึงสูงกว่าในน้ำากาส่ามาก

3. ประสิทธิภาพของน้ำากาส่าและเ้าากาส่าในการเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่

การให้น้ำกากสำและเถ้ากากสำในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่พบว่า จะช่วยเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินดังกล่าวอย่างเด่นชัด (ภาพที่ 2, 3, 4 และ 5) และเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์พบว่า ประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ของน้ำกากสำ และเถ้ากากสำใกล้เคียงกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ผลการศึกษายังพบว่า ชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ที่ได้รับการให้น้ำกากสำเถ้ากากสำ และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมาในปริมาณที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุกอัตราทั้งในช่วงการบ่มดินที่ 1 2 และ 4 สัปดาห์ แสดงว่า อัตราการปลดปล่อยโพแทสเซียมของน้ำกากสำ และเถ้ากากสำรวดเร็วใกล้เคียงกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

4. ประสิทธิภาพของน้ำกากสำ และเถ้ากากสำในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่

4.1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมและที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากสำและเถ้ากากสำ

ข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมทั้งในรูปน้ำกากสำเถ้ากากสำ และโพแทสเซียมคลอไรด์ มีการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณการดูดใช้โพแทสเซียมทั้งหมดสูงกว่าข้าวโพดหวานที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมเลย (ตารางที่ 5-24 และ ภาพที่ 6, 7, 9, 10)

ผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของประธานและคณะ (2541) และสุรเชษฐ์ (2550) รวมทั้งผลการวิเคราะห์ดิน ซึ่งพบว่าดินปากช่องมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำเท่ากับ 48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชุดดินท่าใหม่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ปานกลาง 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อมีการใส่โพแทสเซียมให้แก่ข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินดังกล่าวทั้งในรูปน้ำกากสำเถ้ากากสำและปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินจะเพิ่มขึ้น ข้าวโพดหวานจะดูดใช้โพแทสเซียมไปใช้ได้มากขึ้น ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมจึงสูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม ซึ่งส่งผลให้ข้าวโพดหวานมีการเจริญเติบโต

น้ำหนักแห้งต่อชั่ง และให้ผลผลิตฝักสูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียมอย่างเด่นชัด (คณาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; Keeney, 1969; Havlin *et al.*, 2005)

4.2 ประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตน้ำหนักฝักข้าวโพดหวานของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าเปรียบเทียบกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

จากผลการทดลอง(ตารางที่ 11, 12, 21 และ 22) พบว่า ข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ตอบสนองต่อการใส่โพแทสเซียมอย่างเด่นชัด ผลผลิตน้ำหนักฝักที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมสูงกว่าที่ไม่ได้รับการใส่โพแทสเซียม เมื่ออัตราการใส่โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นผลผลิตน้ำหนักฝักของข้าวโพดหวานจะเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกันไม่ว่าจะใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าเป็นแหล่งโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่จะช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำหนักฝักของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินดังกล่าวได้อย่างเด่นชัด เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์เป็นแหล่งโพแทสเซียม พบว่าข้าวโพดหวานที่ได้รับการใส่น้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีผลผลิตน้ำหนักฝักใกล้เคียงกัน แสดงว่าประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตฝักของข้าวโพดหวานของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าใกล้เคียงกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

5. ผลข้างเคียงของการใส่น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าต่อสมบัติบางประการของชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่

ผลการวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และค่าการนำไฟฟ้าของชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ที่ได้รับการใส่โพแทสเซียมในรูปน้ำกากส่า เถ้ากากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มีค่าใกล้เคียงกับที่ไม่ได้รับการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเลย (ภาพที่ 8 และ 11) น้ำกากส่ามีค่าการนำไฟฟ้าสูง และมีปฏิกิริยาเป็นกรดรุนแรง ส่วนเถ้ากากส่ามีปฏิกิริยาเป็นด่างรุนแรง และมีค่าการนำไฟฟ้าสูงมาก แต่เนื่องจากอัตราการใส่วัสดุเหลือทิ้งทั้งสองให้แก่ข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ต่ำมาก เมื่อใช้วัสดุเหลือทิ้งทั้งสองเป็นแหล่งของโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานจึงไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินและค่าการนำไฟฟ้าของดินเปลี่ยนแปลงลดลงหรือเพิ่มขึ้นจนเป็นอันตรายกับพืชที่ปลูก (Brady and Weil, 1999)

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการใช้น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าเป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ชุดดินปากช่องที่นำมาศึกษามีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกลาง pH 6.8 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำเท่ากับ 48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ชุดดินท่าใหม่ที่นำมาศึกษามีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรด pH 4.7 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เท่ากับ 91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ปานกลางเท่ากับ 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
2. น้ำกากส่ามีสมบัติเป็นกรด pH 3.9 ค่าการนำไฟฟ้า 17 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบสูง 9,724 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนเถ้ากากส่ามีสมบัติเป็นด่าง pH 12.6 ค่าการนำไฟฟ้า 156 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบสูงมาก 258,894 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
3. น้ำกากส่าและเถ้ากากส่ามีปริมาณโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบสูง เมื่อนำมาใช้ในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำ พบว่าจะช่วยเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินดังกล่าวได้อย่างเด่นชัด ประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าใกล้เคียงกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์
4. เมื่อนำน้ำกากส่าและเถ้ากากส่ามาใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ พบว่าจะมีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตและการดูใช้ธาตุอาหารโพแทสเซียมของข้าวโพดหวานได้อย่างเด่นชัด โดยประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูใช้โพแทสเซียมของข้าวโพดหวานของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าใกล้เคียงกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

5. การใส่น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าเป็นแหล่งโพแทสเซียมให้กับข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่องและชุดดินท่าใหม่ ไม่มีผลข้างเคียงที่ทำให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินดังกล่าวเปลี่ยนแปลงจนเป็นอันตรายกับพืช

6. น้ำกากส่าและเถ้ากากส่าซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานสุราสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดหวานได้ ซึ่งประสิทธิภาพในการเพิ่มธาตุอาหารโพแทสเซียมในดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวานของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าใกล้เคียงกับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

7. ควรศึกษาประสิทธิภาพของน้ำกากส่าและเถ้ากากส่าในการใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับพืชชนิดอื่น ๆ ต่อไป รวมทั้งการศึกษาในสภาพไร่นาเกี่ยวกับประสิทธิภาพและอัตราการใช้ที่เหมาะสมสำหรับในแต่ละชนิดพืชและในดินชนิดต่าง ๆ ต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กานดา ฉัตรไชยศิริ, จงรักษ์ จันท์เจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา.

2546. การใช้น้ำทิ้งจากการผลิตเยื่อกระดาษและน้ำกากส่า เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมสำหรับ
ข้าวที่ปลูกในดินสนทราย. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่14

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร 3-7 กุมภาพันธ์
2546. น.26-33.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548ข. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่ม
ชุดดินเล่ม 2 ดินบนที่ดอน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2549ก. การผลิตข้าวโพดหวาน. ฐานความรู้ด้านพืช กรมวิชาการเกษตร.

แหล่งที่มา : http://www.doa.go.th/pl_data/BA_CORN/4tech/tec02.html, 18 ธันวาคม
2550

_____. 2549ข. ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2. ฐานความรู้ด้านพืช กรมวิชาการเกษตร.

แหล่งที่มา : http://www.doa.go.th/pl_data/BA_CORN/3var/var02-4.html, 18 ธันวาคม
2550.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549ก. ข้อมูลเนื้อที่เพาะปลูก. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้าน

การเกษตร. แหล่งที่มา : http://production.doae.go.th/index_all.php, 18 ธันวาคม 2550.

_____. 2549ข. ข้าวโพดหวาน. ห้องสมุดความรู้การเกษตร. แหล่งที่มา :

http://www.doae.go.th/library/html/2549/0709/Sweet_corn/U1.htm, 18 ธันวาคม 2550.

ก่อเกียรติ ฉายรัศมีกุล. 2544. ประสิทธิภาพการใช้น้ำตมเยื่อกระดาษและน้ำกากส่าเป็นแหล่ง

โพแทสเซียมสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินสนทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการจัดทำพินิจกรมปฐพีวิทยา. 2551. **พินิจกรมปฐพีวิทยา**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรงค์ จันทน์เจริญสุข. 2550. **การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันทน์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธงชาติ รักษากุล. 2546. **แปลงข้าวข้าวโพดหวาน โครงการส่งเสริมการผลิตข้าวโพดหวานชุมชน**. งานวันรณรงค์และแปลงข้าวข้าวโพดหวาน. 27 สิงหาคม 2546. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ประดิษฐ์ บุญอำพล. 2542. การศึกษาการใช้ปุ๋ยข้าวโพด. น. 36-54. ใน **รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่อง การจัดการดินไร่ และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่** กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ

ประธาน พรหมสูงวงศ์, ประดิษฐ์ บุญอำพล, สันติ ชีราภรณ์ และ มงคล พานิชกุล. 2541. การประเมินระดับการตอบสนองของข้าวโพดต่อปุ๋ยฟอสเฟต และโพแทส ที่ปลูกในดินชุดต่าง ๆ ในเขตปลูกข้าวโพด. น. 3-5. ใน **บทความย่อผลงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปุ๋ยพืชไร่ ปี พ.ศ.2541**. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ปวีณา ทองเหลือง. 2549. **ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนและโพแทสต่อผลผลิตและความหวานของข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มัทนีย์ เศรษฐภักดี. 2532. การใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมทางใบเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพด
วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยุพดี อุ่นสมบัติ. 2510. การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียมต่าง ๆ ที่มีต่อการดูดซึม
ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในเมล็ดและตอซังข้าวโพดพันธุ์แก้วเตมาลาที่ปลูกในบริเวณไร่นา
ฝักนิสิตสุวรรณวาทกสิกิจและไร่นาสีกรในบริเวณนิคมสร้างตนเองพระพุทธบาท.
วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ขงยุทธ โอสดสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ราเชนทร์ ธีรพร. 2539. ข้าวโพด. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

โรงงานสุราบางยี่ขัน 2. 2542. บริษัท สุรากรมหาราชวร จำกัด (มหาชน). ม.ป.ป. กรมโรงงาน
อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

วนิดา โนบรรเทา. 2543. การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งจากการผลิตกระดาษสาเป็นแหล่งโพแทสเซียม
สำหรับข้าวโพดและผักคะน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

วิวัฒน์ อิงคประดิษฐ์, ชยงค์ นามเมือง และกรรณิกา นากลาง. 2529. อัตราฟอสฟอรัสและ
โพแทสเซียมที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าวในดินนาปนทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
, น.23-28. ใน ข่าวสารปฐพีวิทยา ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2529.

วรรณภา เสนาคี. 2549. อุตสาหกรรมข้าวโพดหวานของไทยไปไกลกว่า 5,000 ล้านบาทแล้ว.
เคหการเกษตร 30 (3): 197-205.

ศิวพร ศิลเตโช. ประสิทธิภาพของน้ำต้มเยื่อกระดาษและน้ำกากส่าที่ใช้เป็นปุ๋ยโพแทสเซียม
สำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินอุบล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ. 2531. ผลงานวิจัยการผลิตข้าวโพดลูกผสมในประเทศไทย
พ.ศ. 2521-2531. ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์, จันทิรา อริรัช และลัดดาวัลย์ มีสุข. 2539. อิทธิพลของการใช้
Activated Sludge Cake Filter Cake และ Slop Ash ในรูปของปุ๋ยอัดเม็ดต่อการเจริญเติบโต
และการให้ผลผลิตของข้าวโพดในชุดดินมาบปอน, น. 11-17. ใน การประชุมวิชาการ
ประจำปี 2539. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
กรุงเทพฯ.

สนิท ลวดทอง. 2527. ข้าวโพดและการจัดการ. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, สมเจตน์ จันทวัฒน์, ปิยะ ดวงพัตรา และ ยงยุทธ โอสภสกา. 2511. การรักษา
ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตกับการสะสมน้ำหนักรากและอาหารธาตุของ
ข้าวโพดแก้วเตมาลา. รายงานประจำปี 2511-2512. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุจินต์ พนาปวุฒิกุล. 2541. การทดลองใช้น้ำกากส่าเพื่อการปลูกข้าวและข้าวโพด บริษัทวอเตอร์
แอนด์เอ็นไวรอนเม้นท์คอนซัลแทนท์ จำกัด.

สุนันทา สมพงษ์. 2531. การปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเพื่ออุตสาหกรรม, น. 17-43. ใน ข้าวโพด
อุตสาหกรรม. คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยและพัฒนาพืชผัก สภาวิจัยแห่งชาติ,
กรุงเทพฯ.

สุรเชษฐ์ อร่ามรักษ์. 2550. ประสิทธิภาพของน้ำยาสกัดเมล็ดคัสตามและแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตดี
ทีพีเอ ในการประเมิน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในบางชุดดินของ
ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรีนรมณ์. 2533. ดินของประเทศไทย. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Blake, G.R. 1980. Proposed standards and specifications for quality of sand for sand-soil-peat
mixes, pp. 195-203. *In* J.B. Beard, ed. **Proceedings of the Third International Turf
grass Research Conference**. Soil Science Society of America Inc. and American
Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.

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

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

Brown, J.R. and D. Warnke. 1988. Recommended cation tests and measures of cation exchange
Capacity, pp. 15-16. *In* W.C. Dahnke, ed. **Recommended Chemical Soil Test
Procedures for the North Central Region**. North Dakota Agric. Exp. Stn. Bull. 499.

Curtis, O.F. and D.G. Clark. 1950. **An Introduction to Plant Physiology**. 1st ed. McGraw-Hill
Book Co. Inc., New York.

Epstien, E. 1965. Mineral metabolism. pp. 438-461. *In* J.Bonner and J.E. Vaner, eds. **Plant
Biochemistry**, Academic Press, New York.

Foth, H.D. and B.G. Ellis. 1996. **Soil Fertility**. 2nd ed. Crop and Soil Sciences, Michigan state

University, East Lansing, Michigan.

Havlin, J.L., S.L. Tisdale, J.D. Beaton And W.L. Nelson. 2005. **Soil Fertility and Fertilizers : An Introduction to Nutrient Management**. 7th ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey.

Hawker, J.S., H. Marehner and W.J.S. Downton. 1974. **Effect of sodium and potassium on starch synthesis in leaves**. Aust. J. Plant Physiol. 1:491-501.

Jayaram, D. and V.B. Allen. 1994. Potassium Fractions with Other Nutrients in Crop: A Review Focusing on The Tropics. J. **Plant Nurt.** 17(11): 1859-1886.

Kawaguchi, K. and K. Kyuma. 1969. **Lowland Rice Soils in Thailand**. Natural Science series N. 4. Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University.

Keeney, D.R. 1969. Potassium builds corn grain quality. **Better Crops with Plant Food**. 53(4):22-23.

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

Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 42: 421-428.

Meesook, L., Y. Soravisutra, N. Choovoravech, S. Prapapangpong, C. Arriyathaj, R. Deemark. 1998. Evaluation of the quality of fertilizer, N P K production process in small scale plant and slop ash as fertilizer raw material in Thailand, pp. 50-60. *In Agro-Chemical News in Brief*, Special Issue, December 1998.

Miller, H.J., W.H. Leonard and D.L. Stamp. 1976. **Corn and Crops**. Macmillan Publishing co., New York.

- Munson, R. D. 1968. Potassium builds corn quality. **Better Crop Plant Food**. 52(1):22-23
- Peeslee, D.E. and D.N. Muss. 1966. Photosynthesis in K-and Mg-deficient maize(*Zea mays* L.) leaves. **Soil Sci J**. 30:220-223.
- Prattley, C.A. and D.W. Stanley. 1982. Protein-phytate interaction in soybean : I. Localization of phytate in protein bodies and globodies. **J. Food Biochem**. 6:243-253.
- Richard, L.A. 1945. **Diagnostic and Improvement of Saline Alkaline Soils**. U.S. Salinity Laboratory, U.S. Dept. Agr. Hbk. 60.
- Stromberger, J.A., C.Y. Tsai and D.M. Huber. 1994. Interaction of Potassium with Nitrogen and Their Influence on Growth and Yield Potential in Maize. **J. Plant Nutr**. 17(1): 19-34.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. **Soil Sci**. 37: 29-38.
- Kuan, Z. 2001. Cycle of potassium continuous cropping of maize and its balanced regulation and control. **Jilin Academy of Agricultural Sciences**. No.6.
- Guoyan, Z. 2001. **Effect of Potassium on Chilling Resistance of Maize Seedling**. Inst. of Plant Nutr. and Resou., Beijing.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณโพแทสเซียม (mg K kg^{-1}) ที่ปลดปล่อยออกมาจากชุดดินปากช่องที่ได้รับ
การใส่โพแทสเซียมจากแหล่ง และอัตราต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาดบ่มดิน (incubate)
ต่าง ๆ กัน

อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)	ระยะเวลาดบ่มดิน (สัปดาห์)		
	1	2	4
<u>โพแทสเซียมคลอไรด์</u>			
0	30.20	33.75	38.79
75	78.05	60.73	73.60
150	101.33	102.95	121.15
<u>น้ำกากส่า</u>			
0	34.65	31.1	38.95
75	78.52	59.58	71.85
150	110.22	115.22	124.24
<u>เถ้ากากส่า</u>			
0	35.02	32.42	39.11
75	78.99	61.87	75.27
150	126.20	127.92	127.34

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณโพแทสเซียม (mg K kg^{-1}) ที่ปลดปล่อยออกมาจากชุดดินทำไหมที่ได้รับ
การใส่โพแทสเซียมจากแหล่ง และอัตราต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาดบ่มดิน (incubate)
ต่าง ๆ กัน

อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)	ระยะเวลาดบ่มดิน (สัปดาห์)		
	1	2	4
<u>โพแทสเซียมคลอไรด์</u>			
0	68.23	61.64	55.26
75	104.74	116.08	115.21
150	137.94	143.62	168.54
<u>น้ำกากส่า</u>			
0	71.83	63.32	54.42
75	108.34	109.85	108.19
150	147.23	144.90	159.10
<u>ถ้ำกากส่า</u>			
0	75.43	59.95	51.14
75	107.81	103.62	119.59
150	156.51	146.18	176.56

ตารางผนวกที่ 3 แสดงปริมาณน้ำกากส่า ถ้ำกากส่า และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ได้ในแต่ละ
 ดำรับการทดลอง

ดำรับการ ทดลอง	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม)	น้ำกากส่า (มิลลิลิตร ต่อกระถาง)	ถ้ำกากส่า (มิลลิกรัม ต่อกระถาง)	ปุ๋ยKCl (มิลลิกรัม ต่อกระถาง)
1	0	0	0	0
2	75	51.2	1.923	0.955
3	150	102.4	3.846	1.910

ตารางผนวกที่ 4 อิทธิพลของน้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อัตราต่างๆ ที่มีต่อปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมด ในฝัก (มิลลิกรัมต่อกระถาง) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในฝัก (มิลลิกรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	119.350	365.283	544.357	342.997
Slop	129.683	363.130	543.210	345.341
Slop ash	125.563	360.807	541.503	342.624
เฉลี่ย	124.866c	363.073b	543.023a	343.654
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	9.8			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางกันสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 5 อิทธิพลของน้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อัตราต่าง ๆ ที่มีต่อปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมด ในตอซัง (มิลลิกรัมต่อกระถาง) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

แหล่งโพแทสเซียม	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในตอซัง (มิลลิกรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K_2O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	258.450	557.190	779.217	531.619
Slop	251.683	547.637	754.680	518.000
Slop ash	267.543	511.857	779.827	519.742
เฉลี่ย	259.226c	538.894b	771.241a	523.120
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	9.2			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 6 อิทธิพลของน้ำกากส่า (Slop) เถ้ากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อัตราต่างๆ ที่มีต่อปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมด ในฝัก (มิลลิกรัมต่อกระถาง) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในฝัก (มิลลิกรัมต่อกระถาง) อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	135.670	277.323	624.987	345.993
Slop	154.873	283.547	579.550	339.323
Slop ash	140.283	336.193	550.207	342.228
เฉลี่ย	143.609c	299.021b	584.914a	342.515
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	12.5			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 7 อิทธิพลของน้ำกากส่า (Slop) แฉกากากส่า (Slop ash) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) อัตราต่าง ๆ ที่มีต่อปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมด ในตอซัง (มิลลิกรัมต่อกระถาง) ของข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินท่าใหม่

แหล่งโพแทสเซียม	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในตอซัง (มิลลิกรัมต่อกระถาง)			
	อัตราโพแทสเซียม (มิลลิกรัม K ₂ O ต่อดิน 1 กิโลกรัม)			
	0	75	150	เฉลี่ย
KCl	212.74	623.79	1210.55	682.36
Slop	264.92	730.89	1170.67	722.16
Slop ash	231.94	853.48	1193.54	759.65
เฉลี่ย	236.53c	736.06b	1191.59a	721.39
F-test (แหล่งโพแทสเซียม)	ns			
F-test (อัตราโพแทสเซียม)	**			
F-test (แหล่งxอัตราโพแทสเซียม)	ns			
CV (%)	13.1			

หมายเหตุ ** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99
เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 8 ข้อจำกัดของสมบัติทางเคมีที่ใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์

(คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปลูกพืชวิทยา, 2551; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

1. ปฏิกริยาดิน (soils reaction), pH (ดินต่อน้ำ = 1:1)

ระดับ (rating)		พิสัย (range)
กรดรุนแรงมากที่สุด	Ultra acid	< 3.5
กรดรุนแรงมาก	Extremely acid	3.5-4.5
กรดจัดมาก	Very strongly acid	4.5-5.0
กรดจัด	Strongly acid	5.1-5.5
กรดปานกลาง	Moderately acid	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย	Slightly acid	6.1-6.5
เป็นกลาง	Neutral	6.6-7.3
ด่างเล็กน้อย	Slightly alkaline	7.4-7.8
ด่างปานกลาง	Moderately alkaline	7.9-8.4
ด่างจัด	Strongly alkaline	8.5-9.0
ด่างจัดมาก	Very strongly alkaline	> 9.0

2. อินทรีย์วัตถุ (organic matter) (organic carbon x 1.724)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (g kg ⁻¹)
ต่ำมาก	(VL)	< 5
ต่ำ	(L)	5-10
ค่อนข้างต่ำ	(ML)	10-15
ปานกลาง	(M)	15-25
ค่อนข้างสูง	(MH)	25-35
สูง	(H)	35-45
สูงมาก	(VH)	> 45

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

3. ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (g kg ⁻¹)
ต่ำมาก	(VL)	< 0.25
ต่ำ	(L)	0.50-0.75
ปานกลาง	(M)	0.75-1.25
สูง	(H)	1.25-1.75
สูงมาก	(VH)	> 2.25

4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray II)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (g kg ⁻¹)
ต่ำมาก	(VL)	< 3
ต่ำ	(L)	3-6
ค่อนข้างต่ำ	(ML)	6-10
ปานกลาง	(M)	10-15
ค่อนข้างสูง	(MH)	15-25
สูง	(H)	25-45
สูงมาก	(VH)	> 45

5. ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) (NH₄OAc)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (g kg ⁻¹)
ต่ำมาก	(VL)	< 30
ต่ำ	(L)	30-60
ปานกลาง	(M)	60-90
สูง	(H)	90-120
สูงมาก	(VH)	> 120

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

6. ค่าที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable base) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย (range) ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)			
	Exch.Ca	Exch.Mg	Exch.K	Exch.Na
ต่ำมาก (VL)	< 2	< 0.3	< 0.2	< 0.1
ต่ำ (L)	2-5	0.3-1.0	0.2-0.3	0.1-0.3
ปานกลาง (M)	5-10	1.0-3.0	0.3-0.6	0.3-0.7
สูง (H)	10-20	3.0-8.0	0.6-1.2	0.7-2.0
สูงมาก (VH)	> 20	> 8.0	> 1.2	> 2.0

7. ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity)

ระดับ (rating)	พิสัย (range) (cmol (+) kg^{-1})
ต่ำมาก (VL)	< 3
ต่ำ (L)	3-5
ค่อนข้างต่ำ (ML)	5-10
ปานกลาง (M)	10-15
ค่อนข้างสูง (MH)	15-20
สูง (H)	20-30
สูงมาก (VH)	> 30

หมายเหตุ	VL = ต่ำมาก (Very low)
	V = ต่ำ (Low)
	ML = ค่อนข้างต่ำ (Moderately low)
	M = ปานกลาง (Moderate)
	MH = ค่อนข้างสูง (Moderately high)
	H = สูง (High)
	VH = สูงมาก (Very high)

ตารางผนวกที่ 9 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช ซึ่งเป็นระดับที่คาดว่าจะเพียงพอสำหรับพืชทั่วไป

ธาตุ	ความเข้มข้นคิดต่อน้ำหนักแห้ง	
	ไมโครโมลต่อกรัม	mg kg ⁻¹ หรือ %
		mg kg ⁻¹
Mo	0.001	0.1
Cu	0.01	6
Zn	0.3	20
Mn	1.0	50
Fe	2.0	100
B	2.0	20
Cl	3.0	100
		%
S	30	0.1
P	60	0.2
Mg	80	0.2
Ca	125	0.5
K	250	1.0
N	1,000	1.5
O	30,000	45
C	40,000	45
H	60,000	6

ที่มา: ยงยุทธ (2546); Epstein (1965)

ตารางผนวกที่ 10 แสดงการเปลี่ยน non SI unit เป็น SI unit

Quantity	SI unit	Conversion equation
Electrical conductivity	dS m ⁻¹	1 mS/cm = dS m ⁻¹ 1 μS/cm = 0.001 dS m ⁻¹
Cation exchange capacity	cmol (+) kg ⁻¹	1 meq/100g = cmol (+) kg ⁻¹
Anion exchange capacity	cmol (-) kg ⁻¹	1 meq/100g = cmol (-) kg ⁻¹
Exchange cation	cmol (+) kg ⁻¹	1 meq/100g = cmol (+) kg ⁻¹
Mass ratio	g/kg ⁻¹	1% = 10 mg kg ⁻¹
	mg kg ⁻¹	1 ppm = 1 mg kg ⁻¹ 1 mg/100g = 10 mg kg ⁻¹
	μg kg ⁻¹	1ppb = 1 μg kg ⁻¹
	mg kg ⁻¹	1 ppt = 1 ng kg ⁻¹
Mass concentration	g L ⁻¹	1% = 10 g L ⁻¹
	mg L ⁻¹	1 ppm = 1 mg L ⁻¹
	μg L ⁻¹	1ppb = 1 μg L ⁻¹
Density	Mg m ⁻³	1g/ cm ³ = 1 Mg m ⁻³
Specific surface	m ² kg ⁻¹	1 m ² /g = 1000 m ² kg ⁻¹
Pressure	kPa, Mpa	1 bar = 0.1 MPa
Radioactivity	Bq	1 Ci = 3.7 x 10 ¹⁰ Bq
Rate, Yield	kg ha ⁻¹	1 kg/10a = 10 kg ha ⁻¹
	Mg ha ⁻¹	1 t/10a = 10 Mg ha ⁻¹

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวกิตติเมธ แจ่มศิริกุล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	28 เมษายน 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดเพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีการเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	