



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ปริญญา

.....
ปฐพีวิทยา
.....
สาขา

.....
ปฐพีวิทยา
.....
ภาควิชา

เรื่อง การสะสมไนโตรเจนในถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด
สำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในกระถางในชุดดินปากช่อง

Nitrogen Accumulation of Mungbean, Soybean and Groundnut as Green Manure
for Baby Corn Grown in Pots on Pak Chong Soil Series

นามผู้วิจัย นางสาวณัฏฐา เฮงเจริญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, Dr.agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์จรัสกร จันทร์เจริญสุข, D.Agr.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อัญชลี สุทธิประการ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อากงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การสะสมไนโตรเจนในถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด
สำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในกระถางในชุดดินปากช่อง

Nitrogen Accumulation of Mungbean, Soybean and Groundnut as Green Manure
for Baby Corn Grown in Pots on Pak Chong Soil Series

โดย

นางสาวณัฐา เสงเจริญ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2550

ณัฐา เสงเจริญ 2550: การสะสมไนโตรเจนในถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เพื่อใช้เป็น
ปุ๋ยพืชสด สำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในกระถางในชุดดินปากช่อง
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, Dr.agr. 98
หน้า

ศึกษาการสะสมไนโตรเจนในถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด
สำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในกระถางในชุดดินปากช่อง โดยวางแผนการทดลองแบบ
Completely Randomized Design 8 ดำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ได้แก่ (1) ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและ
ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจน (2) ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง (3) ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว (4) ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง (5)
ปุ๋ยเคมี N (6) ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลืองร่วมกับปุ๋ยเคมี N (7) ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวร่วมกับปุ๋ยเคมี N และ (8)
ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงร่วมกับปุ๋ยเคมี N โดยถั่วทั้ง 3 ชนิดจะมีการปลูกเชื้อไรโซเบียมก่อนปลูก จากนั้น
ปลูกถั่วแต่ละชนิดโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมี N ทุกดำรับการทดลอง และสับกลบเมื่อถั่วออกดอกได้
ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ปลูกถั่วทั้งหมด 3 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งปล่อยให้ย่อยสลาย 30 วันก่อนที่
จะปลูกถั่วซ้ำในครั้งต่อไป หลังจากนั้นปลูกข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์แปซิฟิก 283 ตาม โดยมีการใส่
ปุ๋ยเคมี N ในดำรับการทดลองที่ (5), (6), (7) และ (8)

ผลการทดลองพบว่า ถั่วเขียวมีการสะสมไนโตรเจนรวมทั้งหมดในปริมาณมากที่สุด
รองลงมา ได้แก่ ถั่วลิสงและถั่วเหลือง ตามลำดับ เมื่อสับกลบถั่วทั้ง 3 ชนิดเป็นปุ๋ยพืชสด พบว่า
การใช้ปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณ
แอมโมเนียมรวมในดินสูงชันขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสด และส่งผลให้ข้าวโพดฝักอ่อนมี
ความสูง เส้นรอบวงลำต้น น้ำหนักฝัก น้ำหนักตอซัง ความเข้มข้นไนโตรเจนและปริมาณการดูด
ใช้ในโตรเจนทั้งในฝักและตอซัง เพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสด โดยการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว
และปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสด
ถั่วเหลือง ส่วนดำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี N และปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมี N มีแนวโน้ม
ให้ผลใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว

Nattha Hengcharoen 2007: Nitrogen Accumulation of Mungbean, Soybean and Groundnut as Green Manure for Baby Corn Grown in Pots on Pak Chong Soil Series.
Master of Science (Agriculture), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science.
Thesis Advisor: Assistant Professor Chairerk Suwannarat, Dr.agr. 98 pages.

A pot experiment on accumulation of nitrogen in mungbean, soybean and groundnut used as green manure crops for baby corn on Pak Chong soil series was conducted. The design of the experiment was a Completely Randomized Design with four replicates. The experimental treatments were (1) no green manure and no N fertilizer, (2) soybean green manure, (3) mungbean green manure, (4) groundnut green manure, (5) N fertilizer, (6) soybean green manure with N fertilizer, (7) mungbean green manure with N fertilizer and (8) groundnut green manure with N fertilizer treatments. The three legumes were inoculated with appropriate rhizobia before planting. Each legume was grown in the absence of N fertilizer and incorporated into the soil at 50 % flowering. These activities were repeated 3 times in which after each incorporation 30 days were allowed for the legume residue to decompose before subsequent planting. Then, baby corn hybrid (Pacific 283) was planted with N fertilizer applied in treatment numbers (5), (6), (7) and (8)

The results showed that N accumulation of mungbean was superior to groundnut and soybean, respectively. After incorporating the three legumes, the results revealed that all green manure treatments increased organic matter, total N, ammonium and nitrate in soil more than those without green manure. These resulted in increases in plant height, stem circumference, ear weight, straw weight, N content and total N uptake of the baby corn. However, mungbean and groundnut as green manure seemed to increase in both growth and yield of baby corn greater than soybean. In addition, growth and yield of baby corn in the N added treatments were similar to those applied with green manure without N.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. จงรักษ์ จันทรเจริญสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในเรื่องการเรียน การทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. อัญชลี สุทธิประการ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร. อัจฉรา นันทกิจ หัวหน้างานไรโซเบียม กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา และพี่ๆเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ตลอดจนสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดกิจกรรมการตรึงไนโตรเจน ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน บุคลากรและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำที่ดี รวมถึงพี่ๆ น้องๆสโมสรนิสิตบัณฑิตปฐพีวิทยาทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและกำลังใจตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ ป้าบุญส่ง เสงเจริญ แม่ฐิติรัตน์ เสงเจริญ น้องสาวจิราพร เสงเจริญ และน้องสาวกรกมล เสงเจริญ รวมทั้งญาติพี่น้องทุกท่าน ที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือในการศึกษาและเป็นกำลังใจที่ดีแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ ประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอบแต่ ป้า แม่ ครู อาจารย์ที่อบรมสั่งสอนให้ข้าพเจ้ามีความรู้มาจนถึงปัจจุบัน

ณัฐา เสงเจริญ

มีนาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	32
ผล	32
วิจารณ์	71
สรุปและข้อเสนอแนะ	79
สรุป	79
ข้อเสนอแนะ	80
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	81
ภาคผนวก	91
ประวัติการศึกษา	98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	น้ำหนักต้นสดของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ในการปลูก 3 ครั้ง 34
2	น้ำหนักต้นแห้งของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ในการปลูก 3 ครั้ง 34
3	ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด 36
4	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสมในพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด 36
5	ค่ากิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด 37
6	สมบัติของดินก่อนการทดลอง 38
7	สมบัติของดินหลังการสับกลบพืชปุ๋ยสด จำนวน 3 ครั้ง ที่มีผลต่อ ปริมาณไนโตรเจนในดิน 41
8	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีใน ไตรเจน และปุ๋ยเคมี ในไตรเจนต่อความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน 40 วัน และระยะเก็บเกี่ยว 46
9	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีใน ไตรเจน และปุ๋ยเคมี ในไตรเจนต่อเส้นรอบวงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน 40 วัน และระยะเก็บเกี่ยว 47
10	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีใน ไตรเจน และปุ๋ยเคมี ในไตรเจน ต่อน้ำหนักต่อชั่งข้าวโพดฝักอ่อน 50
11	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีใน ไตรเจน และปุ๋ยเคมี ในไตรเจนต่อน้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน ในฝักที่ 1 และฝัก 2 54
12	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีใน ไตรเจน และปุ๋ยเคมี ในไตรเจนต่อน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน ในฝักที่ 1 และฝักที่ 2 55
13	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีใน ไตรเจน และปุ๋ยเคมี ในไตรเจนต่อน้ำหนักฝักสดรวมก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือก ของข้าวโพดฝักอ่อน 56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจนต่อน้ำหนักฝักแห้งรวมก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน	59
15	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจนต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน	62
16	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจนต่อปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวโพดฝักอ่อน	64
17	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในดินกับผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน และปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน	67
18	แสดงเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนในดิน เมื่อสับกลบพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด	74
ตารางผนวกที่		
1	น้ำหนักรากสดของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ในการปลูก 3 ครั้ง	92
2	น้ำหนักรากแห้งของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ในการปลูก 3 ครั้ง	92
3	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสด	92
4	ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจนต่อความยาวฝักสดหลังปอกเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน	93
5	ข้อจำกัดของสมบัติทางเคมีที่ใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)	94
6	แสดงการเปลี่ยนแปลง non SI unit เป็น SI unit	97

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิดกับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน	43
2 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสดกับ ปริมาณไนโตรเจนในดิน	43
3 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณไนโตรเจนในดิน	44
4 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน ต่อความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน 40 วัน และระยะเก็บเกี่ยว	48
5 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน ต่อเส้นรอบวงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน 40 วัน และระยะเก็บเกี่ยว	48
6 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน ต่อน้ำหนักต่อชั่งข้าวโพดฝักอ่อน	51
7 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน ต่อน้ำหนักฝักสดรวมก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน	57
8 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน ต่อน้ำหนักฝักแห้งรวมก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน	60
9 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังสับกลบพืชปุ๋ยสดกับ ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนในส่วนต่างๆ	68
10 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังสับกลบพืชปุ๋ยสดกับ ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนในส่วนต่างๆ	69
11 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรดในดินหลังสับกลบ พืชปุ๋ยสดกับผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนในส่วนต่างๆ	70

**การสะสมไนโตรเจนในถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด
สำหรับข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในกระถางในชุดดินปากช่อง**

**Nitrogen Accumulation of Mungbean, Soybean and Groundnut as Green Manure
for Baby Corn Grown in Pots on Pak Chong Soil Series**

คำนำ

ดินเป็นปัจจัยในการทำการเกษตร ตั้งแต่อดีตมีการนำพื้นที่มาใช้ในการเพาะปลูกพืชอย่างต่อเนื่องโดยไม่ได้มีการปรับปรุงบำรุงดิน ส่งผลให้ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินค่อยๆหมดไป สาเหตุที่ทำให้ธาตุอาหารหมดไปอย่างรวดเร็ว คือติดไปกับผลผลิตที่นำออกนอกพื้นที่ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวโดยการเผาตอซัง การเขตกรรม หรือจากสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนที่มีอุณหภูมิสูง ปริมาณน้ำฝนมาก ซึ่งส่งผลให้ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไปได้ เนื่องจากการลดลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุและการชะล้างของธาตุอาหารออกไป ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการเพาะปลูก ได้ผลผลิตต่ำ แนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน คือ การเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารลงไปในดิน ซึ่งทางเลือกในการรักษาและฟื้นฟูสภาพดินให้อุดมสมบูรณ์นั้น คือ การใช้ปุ๋ยพืชสด โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว ซึ่งจะช่วยปรับปรุงดินและเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน

ปุ๋ยพืชสดเป็นที่รู้จักกันมานานและเป็นที่นิยมใช้กันหลายประเทศ ฉะนั้น ปุ๋ยพืชสดน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มระดับความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน เนื่องจากเป็นแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืช รวมถึงการปลูกพืชปุ๋ยสดนั้นไม่ต้องลงทุนมาก เพียงอาศัยเวลาและแรงงานในการจัดการดูแลที่เหมาะสม ซึ่งพืชที่นิยมนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสด คือ พืชตระกูลถั่ว เพราะเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว เจริญได้ในดินเกือบทุกชนิดที่สำคัญสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ โดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในปมรากหรือลำต้นถั่ว เมื่อมีการไถกลบจะสลายตัวเน่าเปื่อยเร็ว และสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนที่สะสมไว้ให้แก่ดิน (Ladha *et al.*, 1992; Graham and Vance, 2000) รวมถึงช่วยให้สมดุลการหมุนเวียนของธาตุอาหารภายในดินเกิดขึ้นด้วย นอกจากนี้ปุ๋ยพืชสดยังช่วยเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิตดินสูงขึ้น คือ เมื่อมีการปลูกพืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด และมีการปลูกพืชหลักตามหรือปลูกพืชหลักร่วมด้วย จะทำให้พืชหลักมีการเจริญเติบโตงอกงามและให้ผลผลิตสูงขึ้น (Giller, 2001; Gilbert *et al.*, 2002) โดยปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากการตรึงและสะสมอยู่ในพืชตระกูลถั่วแต่ละชนิดมีปริมาณแตกต่างกัน

ทั้งนี้ พืชตระกูลถั่วที่เกษตรกรรู้จักกันดีและนิยมปลูกอย่างแพร่หลาย ได้แก่ ถั่วเขียว ถั่วเหลืองและ ถั่วลิสง ซึ่งถั่วทั้ง 3 ชนิดนี้ เป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว หางเมล็ดพันธุ์ได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาไม่แพง สามารถเจริญและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นพืชปุ๋ยสดได้ แต่ ปัญหาเกี่ยวกับการใช้พืชตระกูลถั่วทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นปุ๋ยพืชสดยังมีการศึกษากันไม่มาก ดังนั้นเพื่อให้ ได้รับข้อมูลเพิ่มเติม จึงทำการศึกษาถั่วทั้ง 3 ชนิดมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสด สำหรับการปลูกข้าวโพด ฝักอ่อน โดยเลือกทดสอบในชุดดินปากช่อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสะสมไนโตรเจนในถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสงที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสด
2. เพื่อศึกษาผลของการสับกลบพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด ที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจนในชุดดินปากช่อง
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดที่มีต่อผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะบางประการของชุดดินปากช่อง (Pc: Pak Chong series)

ชุดดินปากช่องจัดอยู่ในอันดับออกซิซอลส์ (Oxisols) จำแนกในระดับวงศ์เป็น Rhodic Kandistox; very fine, kaolinitic, isohyperthermic เป็นดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของ หินปูนและหินดินดาน หรือเคลื่อนที่มาทับถมโดยแรงดึงดูดของโลกบนพื้นผิวที่เหลือค้างจากการ กัดกร่อน สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงพื้นที่ลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชันประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ ดินชุดนี้เป็นดินที่ลึก มีการระบายน้ำดี มีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านปานกลางถึง ชั่ว มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง ดินบนลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร มีลักษณะเนื้อดินเป็น ดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียว สีพื้นเป็นสีน้ำตาลแดงเข้มหรือสีแดง ปฏิกริยาเป็นกรดปานกลางถึง เป็นด่าง (pH 6.0-8.0) ส่วนดินชั้นล่างเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีแดงหรือสีแดงเข้ม ปฏิกริยา เป็นกรดแก่มากถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5-5.5) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

ผลจากการวิเคราะห์ดินที่เป็นตัวแทนของดินในกลุ่มนี้ โดยพิจารณาเฉพาะผิวดินระดับ ความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่า มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 5.8 ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยน แคตไอออน 15.0 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ค่าการอิ่มตัวเบส 48.71 เปอร์เซ็นต์ ค่าอินทรีย์วัตถุ 2.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ 79.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เป็นดินที่เหมาะสมในการ ปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด ฝ้าย ถั่ว ข้าวฟ่าง และผลไม้ ดินนี้อาจมีปัญหาในเรื่องการขาดแคลนน้ำ ถ้า ฝนทิ้งช่วงนานเกินไปดินมักจะแห้งและมีความชื้นไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (กรมพัฒนา ที่ดิน, 2548)

2. ปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งได้จากการไถกลบพืชและคลุกเคล้าลงสู่ดิน เพื่อ ปรับปรุงสมบัติต่างๆของดินให้ดีขึ้น ปุ๋ยพืชสดอาจได้จากการปลูกพืชบางชนิด เมื่อมีการ เจริญเติบโตถึงระยะที่พืชเริ่มออกดอกถึงระยะดอกบานจึงไถกลบลงในดิน หรืออาจได้จากการไถ กลบเศษพืชจากตอซังที่เหลือทิ้งในไร่นา (มุกดา, 2547) แล้วปล่อยให้เน่าเปื่อยผุพังย่อยสลายเป็น แหล่งธาตุอาหารแก่พืชที่ปลูกตามหลัง นอกจากนี้ ปุ๋ยพืชสดยังช่วยในเรื่องของการปรับปรุงบำรุง

ดิน ทั้งในด้านสมบัติทางเคมีและทางกายภาพให้ดีขึ้น รวมถึงช่วยเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกตามให้สูงขึ้นด้วย (Mandal *et al.*, 2003; Astier *et al.*, 2006)

การใช้ปุ๋ยพืชสดให้ได้ผลดีนั้น ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ วัตถุประสงค์ในการใช้ รวมทั้งความนิยม ชนิดและรูปแบบของการปลูกพืชในท้องถิ่นนั้นๆ ด้วย (ประชา และปรัชญา, 2535) ที่สำคัญ คือ ช่วงระยะเวลาปลูกและระยะเวลาในการไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด และต้องพิจารณาถึงพืชที่นำมาปลูกด้วย โดยลักษณะของพืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดนั้นควรเป็นพืชที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว ออกดอกในระยะเวลาสั้นประมาณ 30-60 วัน สามารถเจริญเติบโตได้ในดินทั่วไป ทนต่อสภาพต่างๆ และต้านทานโรคแมลงได้ดี หรือผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์และขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว (มุกดา, 2547) มีระบบรากลึก กว้าง ซึ่งสามารถดูดธาตุอาหารจากดินชั้นล่างมาสะสมในใบและลำต้นได้ ลำต้นอ่อนไถกลบได้ง่าย มีการสลายตัวผุพังอย่างรวดเร็ว เพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินสูง (ประชา และปรัชญา, 2535)

3. ชนิดของพืชปุ๋ยสด

พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดมีอยู่ด้วยกันมากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นพืชตระกูลถั่ว และที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่วที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังนี้

3.1 พืชตระกูลถั่ว เป็นพืชที่เหมาะสมจะนำมาเป็นปุ๋ยพืชสดมากที่สุด เพราะเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารพืชสูง เมื่อตัดล้มและไถกลบจะเน่าเปื่อย สลายตัวเร็ว เพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชที่ปลูกตามมาได้ดี โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืช เพราะในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชที่สูงขึ้นพืชจะต้องได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอ ซึ่งพืชตระกูลถั่วหลังจากการไถกลบและเน่าเปื่อยผุพังแล้ว ก็สามารถให้ธาตุอาหารแก่พืชที่ปลูกตามหลังได้ เนื่องจากพืชตระกูลถั่วมีความสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศได้โดยแบคทีเรียไรโซเบียม โดยกระบวนการตรึงก๊าซไนโตรเจนจะเกิดบริเวณรากของต้นถั่ว นอกจากนี้พืชตระกูลถั่วยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว ใช้ธาตุอาหารในดินน้อย มีราก ใบ ลำต้นมาก พืชตระกูลถั่วที่นำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการใช้งานและคุณสมบัติของพืชได้เป็น 4 ชนิด คือ 1) พืชปุ๋ยสดที่ใช้ปลูกเพื่อการไถกลบปรับปรุงบำรุงดินโดยตรง เมื่อไถกลบแล้วเปลี่ยนเป็นปุ๋ยได้รวดเร็ว เช่น ปอเทือง โสนอัฟริกัน ถั่วพราง เป็นต้น 2) พืชตระกูลถั่วที่ปลูกคลุมดินป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน เช่น คาโลโปโกเนียม ถั่วลาย ถั่วอัณฐิน เป็นต้น 3) พืชปุ๋ยสดที่ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจโดยสามารถเก็บผลผลิตไปจำหน่าย แล้วไถกลบเศษพืชที่เหลือเป็นปุ๋ยพืชสด เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วแดง เป็นต้น และ 4)

พืชตระกูลถั่วประเภทขึ้นต้นปลูกเป็นแนวป้องกันลม แล้วตัดเอากิ่งอ่อนใส่ลงดินไถเป็นปุ๋ยพืชสด เช่น กระถินยักษ์ ถั่วมะแฮะ เป็นต้น

3.2 พืชตระกูลหญ้า ส่วนใหญ่จะเพิ่มอินทรีย์วัตถุเพราะย่อยสลายตัวช้า ส่วนธาตุอาหารพืชมีปริมาณน้อยกว่าพืชตระกูลถั่ว

3.3 พืชน้ำ พืชจำพวกนี้อาศัยและเจริญเติบโตในน้ำ ส่วนใหญ่ลอยอยู่บนผิวน้ำ มีระบบรากไม่แข็งแรง และไม่ยึดเกาะกับดินจึงไม่มีปมที่ราก เช่น แหนแดง จอก ผักตบชวา เป็นต้น

การทดลองนี้ได้ศึกษาชนิดของพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่ว 3 ชนิด ที่ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษ คือปมราก ซึ่งเป็นที่อยู่ของไรโซเบียม ที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง

ถั่วเขียว มุกดา (2547) รายงานว่า ถั่วเขียว (*Phaseolus* spp.) จัดเป็นพืชในวงศ์ Leguminosae ชื่อสามัญและชื่อวิทยาศาสตร์ขึ้นกับชนิดของถั่วเขียว เป็นพืชล้มลุก สามารถขึ้นได้ในสภาพอากาศทั่วไป ทนต่อความแห้งแล้งแต่ไม่ทนต่อสภาพอากาศหนาวจัด มีทั้งพันธุ์ที่ไวต่อแสงและไม่ไวต่อแสง ในกรณีที่ปลูกเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดจะใช้พันธุ์ที่ไม่ไวต่อแสง โดยทั่วไปมักปลูกก่อนการปลูกพืชหลักหรือก่อนปักดำข้าวประมาณ 30-45 วัน ให้น้ำหนักสดประมาณ 1-4 ตันต่อไร่ ให้ธาตุไนโตรเจนประมาณ 10-20 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยยูเรียและแอมโมเนียมซัลเฟตจะได้ประมาณ 23-48 และ 47-95 กิโลกรัม ปริมาณไนโตรเจนที่ถั่วเขียวสามารถตรึงได้ในสภาพไร่ประมาณ 10-57 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (คณะกรรมการกำหนดมาตรการและจัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำและการจัดการดิน, 2540) โดยถั่วเขียวมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 1.85 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.23 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 3.00 เปอร์เซ็นต์ (ประเสริฐ, 2543) ซึ่งถั่วเขียวมีหลายชนิดดังนี้

ถั่วเขียวธรรมดา มีชื่อสามัญว่า mung bean มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus aureus* เป็นพืชไม่ไวต่อแสง เมล็ดไม่มีการพักตัว ออกดอกอายุประมาณ 30-35 วัน

ถั่วเขียวผิวดำ มีชื่อสามัญว่า black gram มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus mungo* ลำต้นเป็นพุ่มใหญ่ แตกกิ่งก้านสาขามาก ทอดยอดเลื้อยพันกัน มีใบหนา มีขนปกคลุม ลำต้น ก้าน ใบสีเขียว

อมเหลือง ฝักหนาแน่น ป้อมสั้น เมล็ดสีดำ มีขนาดใหญ่ ถ้าเป็นพันธุ์พื้นเมืองจะไวต่อแสง ออกดอก ติดฝักในช่วงเดือนตุลาคมหรือเดือนพฤศจิกายน

ถั่วเขียวเมล็ดแดง มีชื่อสามัญว่า green gram มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus radiatus* ลักษณะเหมือนถั่วเขียวธรรมดา แต่เมล็ดสีแดง อายุออกดอกประมาณ 40-50 วัน

ในการทดลองนี้ใช้ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 เป็นการนำพันธุ์กำแพงแสน 2 ไปฉายรังสีแกมมาขนาด 600 เกรย์ ผ่านการคัดเลือกทั้งในสภาพที่มีและไม่มีสารเคมีป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะลำต้น ต้นมีความสูง 65-75 เซนติเมตร อายุดอกแรกบาน 32 วัน อายุฝักแรกแก่ 50 วัน อายุเก็บเกี่ยว 63 วัน จำนวนฝักต่อต้น 12 ฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก 10 เมล็ด โคนต้นมีสีเขียว ใบสีเขียวอ่อน ก้านใบสีเขียว ดอกเป็นสีเหลืองอ่อน ฝักอ่อนสีเขียวอ่อน ฝักแก่มีสีดำ รูปร่างกลม เมล็ดสีเขียว มีรูปร่างค่อนข้างกลม ให้ผลผลิตเฉลี่ย 212 กิโลกรัมต่อไร่ มีความต้านทานต่อหนอนแมลงวันเจาะลำต้น ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาลปานกลาง สามารถปลูกในดินต่าง เช่น หาดดินด่าง โดยไม่มีผลต่อผลผลิต แต่ใบจะแสดงอาการเหลืองเล็กน้อยในระยะแรกที่เจริญเติบโต (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2543)

ถั่วเหลือง มุกดา (2547) รายงานว่า ถั่วเหลืองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์หลายชื่อ ทั่วไปเรียกว่า *Glycine max* มีชื่อสามัญต่างๆกันไป เช่น Soja bean, Chinese pea, soybean ซึ่ง soybean เป็นชื่อที่ยอมรับกันมากที่สุด มีลักษณะเป็นพุ่มตรงมีใบมาก แต่บางพันธุ์จะเป็นเถาเลื้อยไม่มากนักน้อย สูงประมาณ 30-120 เซนติเมตร เป็นพืชที่ต้องการความชื้นพอสมควร ขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิดที่มีการระบายน้ำดี เป็นพืชชอบอุณหภูมิต่ำและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีเมื่อมีการปรับปรุงพันธุ์ ไม่ชอบสภาพพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยอุณหภูมิสูง มีทั้งประเภทไวต่อแสงและไม่ไวต่อช่วงแสง สามารถปลูกเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดได้ ในขณะที่ถั่วเหลืองออกดอกหรือออกฝักอ่อนที่เมล็ดยังไม่แก่ จะให้น้ำหนักต้นสดประมาณ 600-1400 กิโลกรัมต่อไร่และเมื่อใช้เมล็ดปลูก 8 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถให้ปริมาณไนโตรเจน 5 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองประมาณ 10-55 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (คณะกรรมการกำหนดมาตรการและจัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำและการจัดการดิน, 2540) โดยถั่วเหลืองมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน 2.71 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.56 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 2.47 เปอร์เซ็นต์ (ประเสริฐ, 2543)

ในการทดลองนี้ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์สง. 1 เป็นพันธุ์ที่คัดเลือกมาจากต่างประเทศ รับรองพันธุ์เมื่อปี 2508 โดยกรมกสิกรรม ลักษณะเด่นจะให้ผลผลิตที่สูง โดยเฉลี่ย 276 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำมัน

18.4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 37.0 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะประจำพันธุ์ ลำต้นจะมีลักษณะที่ทอดยอด ต้นอ่อนสีม่วง ใบค่อนข้างบางมีสีเขียว ออกดอกเมื่ออายุประมาณ 35 วัน เก็บเกี่ยวอายุ 94 วัน น้ำหนัก 100 เมล็ด 12.7 กรัม เมล็ดสีเหลืองค่อนข้างกลม ขั้วเมล็ดแก่มีสีดำ ขนสีน้ำตาล ฝักแก่แตกง่าย (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2547)

ถั่วลิสง เป็นพืชตระกูลถั่วเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน มีถิ่นกำเนิดทางทวีปอเมริกาใต้แถบบราซิลและโบลิเวีย มูกดา (2547) รายงานว่า ถั่วลิสงมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Arachis hypogaea* L. มีชื่อสามัญว่า groundnut เป็นพืชฤดูเดียวหรือข้ามปี ทรงพุ่มเตี้ย สูงประมาณ 10-20 นิ้ว ลำต้นตรงไม่มีแก่น แตกกิ่งก้านทำมุมต่างๆมากมาย ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ ใบมีลักษณะเป็นใบรวม มีใบย่อยสองคู่ ใบกว้างรูปไข่ มีสีเขียวถึงเขียวเข้ม ออกดอกจากมุมก้านใบเป็นดอกเดี่ยว หรือกลุ่ม 2-3 ดอก สีเหลืองเข้มสีแดง เป็นพืชผสมตัวเอง หลังจากผสมเกสร เมื่อกลิบรองดอกร่วง ก้านดอกหรือก้านรังไข่จะยึดตัวอย่างรวดเร็วและแทงลงในดิน รังไข่จะเจริญเติบโตเป็นกระจุกอยู่ใต้ลำต้นหรือกอ ฝักหนึ่งจะมี 1-3 เมล็ดหรือมากกว่านั้น ขึ้นอยู่กับพันธุ์หรือสภาพดินฟ้าอากาศ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่มีอากาศร้อน ปริมาณน้ำฝนปานกลางหรือมีน้ำชลประทาน ดินที่ปลูกเป็นดินร่วนซุยหรือดินปนทราย มีการระบายน้ำดี ขึ้นได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ถั่วลิสงสามารถปลูกเป็นพืชหมุนเวียนหรือใช้เป็นปุ๋ยพืชสดได้ หลังจากเก็บเกี่ยวฝักของถั่วลิสงแล้ว ส่วนต้นและใบสามารถไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด หรืออาจมีการไถกลบเมื่อถั่วอายุ 45 วัน จะให้น้ำหนักสดประมาณ 542 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณไนโตรเจนที่ถั่วลิสงสามารถตรึงได้ประมาณ 12-50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (คณะกรรมการกำหนดมาตรการและจัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำและการจัดการดิน, 2540) ซึ่งถั่วลิสงมีธาตุอาหารต่างๆเป็นองค์ประกอบ คือ ไนโตรเจน 2.86 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.24 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 1.46 เปอร์เซ็นต์ (วัลลีย์, 2542)

การทดลองนี้ใช้ถั่วลิสงพันธุ์สุโขทัย 38 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับการรวบรวมพันธุ์ถั่วลิสงพื้นเมืองที่ปลูกในประเทศ แล้วนำไปปลูกคัดเลือกและเปรียบเทียบผลผลิตที่สถานีการทดลองร้อยเอ็ด ตั้งแต่ปี 2502 แนะนำพันธุ์โดยกรมกสิกรรมในปี 2505 เป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงและเมล็ดโต ใช้ประโยชน์ในรูปฝักสด ลักษณะประจำพันธุ์ ทรงต้นเป็นพุ่มตรง ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น อายุออกดอกแรก 28 วันหลังออก ดอกสีเหลืองเข้ม เก็บเกี่ยวฝักสดเมื่ออายุ 85-90 วัน อายุถึงวันเก็บเกี่ยว ฝักแก่เต็มที่ 95-105 วัน ฝักเรียวยาวมี 2-4 เมล็ดต่อฝัก เส้นลายบนฝักและจอยฝักเห็นได้ชัดเจน เนื้อหุ้มเมล็ดสีแดง และเมื่อเก็บรักษาไว้เกิน 1 เดือน จะเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำ น้ำหนัก 100 เมล็ดหนัก 39 กรัม ผลผลิตและคุณภาพได้ 509 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตฝักแห้ง 247 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่ต้านทานต่อโรคราสนิมและโรคใบจุด (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2541)

4. การตรึงไนโตรเจน

การตรึงก๊าซไนโตรเจน (nitrogen fixation) เป็นการเปลี่ยนรูปจากก๊าซไนโตรเจน (N_2) ในบรรยากาศหรืออากาศในดินหรือน้ำ ให้อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) ซึ่งตำแหน่งในการตรึงก๊าซไนโตรเจนนั้นจะเกิดในปมรากหรือลำต้นของพืชตระกูลถั่ว (สมศักดิ์, 2541; Streeter, 1972)

4.1 การตรึงก๊าซไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่ว

พืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่นิยมนำมาใช้เป็นพืชปุ๋ยสด เนื่องจากเป็นพืชที่มีลักษณะเด่น คือ ปลุกง่าย โตเร็ว ลำต้นมีใบจำนวนมาก หามล็ดพันธุ์ได้ง่าย เมื่อสับกลบลงดินเน่าเปื่อยเร็ว ซึ่งบริเวณรากและลำต้นของพืชตระกูลถั่ว สามารถนำก๊าซไนโตรเจนจากอากาศมาใช้โดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในปม (nodule) ของรากและลำต้น นั่นคือ แบคทีเรียในสกุล “ไรโซเบียม” (*Rhizobium*) โดยกิจกรรมการนำก๊าซไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ เรียกว่า การตรึงก๊าซไนโตรเจน (nitrogen fixation) (สมศักดิ์, 2541; Havlin *et al.*, 2005)

อัตราการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วตามช่วงเวลาที่ผ่านไปนั้น จะเป็นแบบ sigmoid คือ ระยะแรกจะเป็นแบบ lag phase โดยมีอัตราการตรึงไนโตรเจนและอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ซึ่งเป็นไปอย่างช้าๆ ระยะที่สองเป็นแบบ exponential phase มีอัตราการตรึงไนโตรเจนสูง การเคลื่อนย้ายสารประกอบอินทรีย์ที่ได้จากการตรึงไนโตรเจนจากปมให้แก่พืชตระกูลถั่วเกิดขึ้นมาก และมีอัตราการเจริญเติบโตของส่วนยอดมากกว่าส่วนรากและปม และระยะสุดท้าย อัตราการตรึงไนโตรเจนจะเริ่มลดลงตามลำดับจนกระทั่งสุกแก่ (Hardy *et al.*, 1971) ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้จากกิจกรรมของไรโซเบียมและพืชตระกูลถั่วที่ปลูกทั่วโลกจะมีค่าประมาณ 35 ล้านตัน โดยปริมาณไนโตรเจนของถั่วแต่ละชนิดที่ตรึงได้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ชนิดของถั่ว พันธุ์ และสายพันธุ์ของไรโซเบียม เป็นต้น (ธงชัย, 2546) ซึ่งในพืชตระกูลถั่ว 3 ชนิด คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสงนั้น ได้มีการศึกษาปริมาณการตรึงไนโตรเจนใช้เทคนิค ^{15}N พบว่าถั่วลิสง สามารถตรึงไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมา คือ ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ได้ 23.2, 19.2, 6.4 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ตามลำดับ (อานัฐ, 2528) ซึ่งสอดคล้องกับ ศุภมาส (2529) พบว่า ถั่วลิสงตรึงไนโตรเจนได้สูงสุด ตามด้วยถั่วเหลืองและถั่วเขียว โดยสามารถตรึงไนโตรเจนได้ 24.8, 18.9, 5.6 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ตามลำดับ

จิตินา (2535) รายงานว่า ถั่วลิสงในระบบการปลูกถั่วลิสง 2 แถว แซมข้าวโพดแถวคู่ สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ถึง 8.3 กิโลกรัมต่อไร่

Shah *et al.* (2003) รายงานว่า ถั่วเขียวที่ปลูกหลังจากมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตของพืชที่ปลูกก่อนหน้านี้ สามารถตรึงไนโตรเจนได้ 112 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์

Chikowo *et al.* (2004) ได้ศึกษาการสะสมไนโตรเจนของถั่วเหลือง ในระบบการปลูกพืชถั่วเหลืองกับข้าวโพด พบว่า ถั่วเหลืองสามารถตรึงไนโตรเจนได้ 76 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนที่สะสมได้ คือ 82 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

การตรึงก๊าซไนโตรเจน โดยไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่วจะช่วยให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้น (People *et al.*, 1995; Mandal *et al.*, 2003) ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชหลักเพิ่มมากขึ้น

4.2 วิธีการวัดปริมาณการตรึงไนโตรเจน

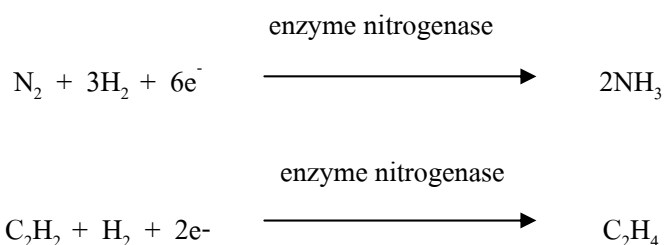
ในการศึกษาการตรึงไนโตรเจนมีอยู่หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และความสะดวกของการศึกษา โดยศุภมาส (2529) จำแนกวิธีการวัดการตรึงไนโตรเจนเป็น 4 วิธี ดังนี้

1. Kjeldahl method เป็นวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธีทางเคมี วิธีนี้ไม่สามารถแยกได้ว่าไนโตรเจนในพืชมาจากการตรึงจากอากาศ มาจากดินหรือมาจากปุ๋ย ดังนั้นจึงต้องหาวิธีเปรียบเทียบเพื่อหาค่าไนโตรเจนที่ตรึงมาจากอากาศ โดยอาจต้องใช้ดินที่ไม่มีเชื้อแบคทีเรียปมถั่ว และเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพื่อใช้ค่าวิเคราะห์พืชเป็นค่าไนโตรเจนที่มาจากดินและปุ๋ย โดยไม่มีการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ หรืออาจใช้ถั่วพันธุ์ที่ไม่มีการสร้างปมเป็นตัวแทนเปรียบเทียบ พบว่าการใช้วิธีนี้ เป็นวิธีที่ต้องใช้เวลามาก มีความไว้น้อยกว่าวิธีอื่น ค่าวิเคราะห์การตรึงไนโตรเจนจะไม่แน่นอนในระดับการตรึงปริมาณต่ำ

2. Gasometric measurement โดยใช้การวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนที่หายไปจากบรรยากาศของภาชนะทดลอง วิธีนี้มีข้อจำกัดตรงความยุ่งยาก สิ้นเปลืองเวลามาก

3. ^{15}N stable isotope technique เป็นการใช้นิวเคลียส โดยไนโตรเจน-15 เพื่อติดตามแหล่งที่มาของไนโตรเจนในพืช อานาจ (2531) กล่าวถึง วิธีการวัดการตรึงไนโตรเจนเป็น 2 วิธี คือ วิธีทางตรง และวิธีทางอ้อม ซึ่งวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ วิธีทางอ้อม ซึ่งการวัดโดยวิธีทางอ้อมที่ใช้ไนโตรเจน-15 ทำโดยใช้ ^{15}N -Dilution Technique มี 2 วิธี คือ การวัดโดยใช้ปุ๋ยที่ติดราด้วย ^{15}N ลงไปในดิน ในการศึกษานั้น จะทำในสภาพที่มีการตรึง ซึ่งไนโตรเจนจะได้จากดินและจากการตรึง และสภาพที่ไม่มีการตรึงไนโตรเจนนั้น ไนโตรเจนจะได้จากดิน ซึ่งการติดราไนโตรเจนที่มีอยู่แล้วในดินหรือที่พืชดูดจากดินด้วยไนโตรเจน-15 เพื่อจะทำให้สามารถคำนวณได้ว่า ไนโตรเจนที่พืชดูดเข้าไปมาจากปุ๋ยและจากดินมากน้อยเพียงใด เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนที่ถูกตรึงจากอากาศ ซึ่งวิธีการวัดการตรึงไนโตรเจน โดยวิธีนี้จะได้ค่าที่ถูกต้องควรใช้พืชมาตรฐานที่ไม่มีการตรึงไนโตรเจน และเป็นวิธีที่ให้ผลแม่นยำ แต่ต้องมีเทคนิคค่อนข้างสูง การเตรียมการต้องใช้เวลานาน มีค่าใช้จ่ายสูงมาก โดยเฉพาะแหล่งที่ให้ไนโตรเจน-15

4. Acetylene reduction assays เป็นวิธีการวัดการตรึงไนโตรเจนโดยทางอ้อม ใช้วัดกิจกรรมของเอนไซม์ไนโตรจีเนส (nitrogenase enzyme) ในปมรากถั่ว (Hardy *et al.*, 1973) โดยเอนไซม์ไนโตรจีเนสจะปรีดิษฐ์ ก๊าซอะเซทิลีนไปเป็นก๊าซเอทิลีน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้เครื่อง gas chromatography โดยกิจกรรมของเอนไซม์ไนโตรจีเนสหรือปริมาณก๊าซเอทิลีนที่เกิดขึ้นนั้นคำนวณออกมาในรูปของไมโครโมลต่อต้นต่อชั่วโมง ซึ่งวิธีนี้จัดเป็นวิธีที่มีความไวมากที่สุด การรีดิษฐ์ก๊าซอะเซทิลีนของเอนไซม์ไนโตรจีเนส มีความคล้ายคลึงกับการรีดิษฐ์ก๊าซไนโตรเจนไปเป็นสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เนื่องจากเอนไซม์ไนโตรจีเนสจะจับก๊าซอะเซทิลีนที่ active site เดียวกับการรีดิษฐ์ก๊าซไนโตรเจน แต่เอนไซม์ไนโตรจีเนสรีดิษฐ์ก๊าซอะเซทิลีน 1 โมล ไปเป็นก๊าซเอทิลีน ต้องใช้อิเล็กตรอนในการเปลี่ยนแปลง 2 ตัว ในขณะที่เอนไซม์ไนโตรจีเนสรีดิษฐ์ก๊าซไนโตรเจน 1 โมล ไปเป็นก๊าซแอมโมเนียในปมถั่ว จะต้องใช้อิเล็กตรอนในการเปลี่ยนแปลง 6 ตัว ดังสมการ



กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนหรือปริมาณก๊าซเอทิลีนที่เกิดขึ้นนั้น สามารถเปลี่ยนเป็นค่าปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้ โดยการแปลค่าปริมาณการตรึงไนโตรเจนจากปริมาณอะเซทิลีนที่ถูกรีดิวซ์ จึงต้องมีค่า C_2H_2/N_2 Conversion factor ซึ่งทางทฤษฎีเป็น 3:1 อย่างไรก็ตาม Schubert and Evan (1976) ได้รายงานว่าการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วมีการใช้อิเล็กตรอนในการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนเพียง 40-60 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนที่เหลือสูญเสียไปทางอื่นๆ ดังนั้นการทดลองจึงมีค่า Conversion factor ได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง อานัฐ (2528) พบว่าค่า Conversion factor ของถั่วเหลืองและถั่วลิสง มีค่าประมาณ 1 ในขณะที่ค่าของถั่วเขียวมีค่า 0.9 คำนวณหาปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้ ดังนี้

กรัมไนโตรเจนที่ตรึงได้

$$= \frac{\text{จำนวนโมล } C_2H_4 \text{ ที่เกิดขึ้น/ต้น/ชั่วโมง} \times 28 \text{ (น้ำหนักโมเลกุลของ } N_2)}{\text{Conversion factor}}$$

การวัดโดยวิธีนี้ มีผู้นิยมใช้มากเนื่องจากมีความไวสูงทำได้รวดเร็ว จึงเป็นที่นิยมนำในงานทดลองการตรึงไนโตรเจนเป็นอย่างมาก (เบญจวรรณ, 2532; Hansen, 1994)

5. การสับกลบและการสลایตัวของพืชปุยสด

การใช้พืชปุยสดร่วมในระบบการปลูกพืชนั้น มักใช้วิธีการสับและไถกลบลงไปในพื้นที่นั้นเลย ก่อนที่จะมีการปลูกพืชหลัก ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาถึงอายุของพืชปุยสดเป็นสำคัญ ควรจะสับกลบเมื่อพืชปุยสดมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดและให้น้ำหนักพืชสูงสุดด้วย ฉะนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการตัดสับและการไถกลบ จึงควรกระทำเมื่อต้นถั่วเริ่มออกดอกไปถึงระยะที่ดอกบานเต็มที่หรือเริ่มติดฝัก ในทางปฏิบัติมักไถกลบเมื่อพืชออกดอกได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ (ธงชัย, 2546) เพราะในช่วงนี้ต้นถั่วเจริญงอกงามสูงสุด และเป็นระยะที่เนื้อเยื่อพืชสลایตัวได้ง่าย โดยเมื่อทำการไถกลบแล้วจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณธาตุไนโตรเจนในดินสูงขึ้น ซึ่งถ้าต้นถั่วมีอายุมากหรือแก่เลยระยะนี้ไป จะทำให้ปริมาณธาตุอาหารในพืชลดลง (ประชา และคณะ, 2545; Fabre and Planchon, 2000) จากการทดลองของ Astier *et al.* (2006) พบว่าหลังจากที่มีการไถกลบพืชปุยสดที่ระยะออกดอกประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัส และไนโตรเจนในดินเพิ่มสูงขึ้น

ประพุดิ (2535) ได้ศึกษาปริมาณไนโตรเจนของถั่วเหลือง พบว่า ปริมาณการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 จะสูงที่ระยะเริ่มติดฝักและที่ระยะเริ่มติดเมล็ด ต่อจากนั้น ปริมาณการตรึงไนโตรเจนจะลดลงเมื่อถั่วเริ่มแก่ ส่วนน้ำหนักลำต้นแห้งและรากแห้งของถั่วเหลือง จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในระยะแรกของการเจริญเติบโต และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อถึงระยะเริ่มติดเมล็ด

หลังจากที่มีการสับกลบพืชปุ๋ยสดลงไปในดิน การสลายตัวและเน่าเปื่อยของพืชปุ๋ยสดจะใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องคือ ชนิดของพืชปุ๋ยสด อายุของพืชปุ๋ยสด อุณหภูมิ ความชื้น อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เป็นต้น โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินจะย่อยสลายเศษพืชที่สับกลบลงไป ซึ่งในระยะเวลาที่เริ่มต้นการย่อยสลายนี้ อุณหภูมิจะสูงขึ้นจนถึง 45-55 องศาเซลเซียส จนประมาณ 2-3 สัปดาห์ อุณหภูมิดินจะเริ่มลดลง นอกจากนี้ระหว่างการย่อยสลายจะมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซีต เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจึงไม่เหมาะที่จะปลูกเมล็ดพืชลงไปในดิน (สมศักดิ์, 2541) จากการทดลองของ เสียงแก้ว และคณะ (2532) พบว่า ช่วงระหว่างการไถกลบพืชปุ๋ยสด 10-30 วัน กิจกรรมของจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเกิดกระบวนการย่อยสลายพืชปุ๋ยสด ดังนั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชจึงควรเป็นระยะหลังจากไถกลบไปแล้ว 30 วัน กิจกรรมของเอนไซม์จะลดน้อยลง ส่วนปริมาณของอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนจะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเหมาะกับการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกตาม

6. ประโยชน์ของพืชปุ๋ยสดด้านธาตุอาหารพืชในดิน

การไถกลบพืชปุ๋ยสด จะทำให้ปริมาณธาตุอาหารต่างๆที่พืชปุ๋ยสดนำมาใช้กลับลงสู่ดินใหม่อีกครั้ง ซึ่งเป็นประโยชน์แก่พืชหลักที่ปลูกในฤดูถัดมา พร้อมทั้งยังช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินให้สูงขึ้นด้วย

6.1 การเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์

การใช้พืชปุ๋ยสดทำให้ธาตุอาหารต่างๆในดินเป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น เนื่องจากพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วบางชนิดที่มีระบบรากลึก สามารถดึงธาตุอาหารพืชที่อยู่ลึกในดินขึ้นมา เมื่อมีการไถกลบจึงช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินบนได้ (มุกดา, 2547) โดยธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นนั้นมาจากการย่อยสลายของเศษซากพืชต่างๆ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นในดิน (People *et al.*, 1995) Hanly and Gregg (2004) ทำการทดลองผลของการใช้พืชปุ๋ยสด 4 ชนิด คือ lupin, mustard, mustard /lupin

mix, ryegress ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินร่วนปนทรายแข็ง พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 4 ชนิดจะช่วยเพิ่มไนโตรเจนทั้งหมดในดินให้สูงขึ้น โดยการใช้ lupin และ mustard /lupin mix จะสามารถเพิ่มไนโตรเจนทั้งหมดในดินให้สูงขึ้นถึง 34 เปอร์เซ็นต์ และ 31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด

นอกจากธาตุไนโตรเจนแล้ว การใช้ปุ๋ยพืชสดยังช่วยเพิ่มธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมของดินให้สูงขึ้นด้วย (ปรีชา และคณะ, 2536; Sangakkara *et al.*, 2004; Astier *et al.*, 2006) Randhawa *et al.* (2005) ได้ศึกษาถึงการใช้น้ำปุ๋ยพืชสดในการปรับปรุงดินพบว่า สามารถเพิ่มฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินได้ จากการทดลองของ Hunter *et al.* (1997) ได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพุ่มในดิน Oxisol ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่า การใช้ถั่วพุ่มเป็นปุ๋ยพืชสด ทำให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมของดินเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าปฏิกิริยาดิน (pH) ที่ทำการทดลองนี้สูงขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยพืชสด โดยจะเพิ่มจาก 5.2 เป็น 5.4 และ 5.6 เมื่อมีการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วพุ่มในอัตรา 7.5 และ 15 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และยังส่งผลให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) สูงขึ้นด้วย เช่นเดียวกับการทดลองของ Nakapraves *et al.* (2002) พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดปอเทือง โสน และถั่วพุ่ม ในระบบการปลูกพืชแซมร่วมกับข้าวโพดในชุดดินโคราชเป็นเวลา 2 ปี สามารถเพิ่มค่า pH ของดิน จาก 4.8 เป็น 5.67 และ 6.41 ในปีที่ 1 และปีที่ 2 ตามลำดับ และยังช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันให้สูงขึ้นด้วย

6.2 การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน

การใช้ปุ๋ยพืชสดเป็นการช่วยรักษาระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งการยกระดับอินทรีย์วัตถุในดินให้สูงขึ้นนั้นเป็นไปได้ยาก แต่หากมีการไถกลบติดต่อกันในระยะยาวก็สามารถยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุได้ในระดับหนึ่ง (กอบเกียรติ, 2534) การใช้ปุ๋ยพืชสดและสับกลบลงในดินนั้น สามารถเพิ่มปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ให้แก่ดินได้ (Hunter *et al.*, 1997; Singh *et al.*, 2006) โดยปริมาณคาร์บอนอินทรีย์นั้นก็แสดงถึงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินได้

พินิจ (2534) ศึกษาผลตกค้างของธาตุอาหาร ในระบบการปลูกพืชแบบต่อเนื่องของ ถั่วลิสง ถั่วเขียวและถั่วเหลือง กับข้าวโพด ทำการปลูก 3 ถั่วต่อเนื่องกัน พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่มีการใช้ถั่วลิสง ถั่วเขียว และถั่วเหลือง ในฤดูปลูกที่ 1 จะเพิ่มจาก 2.77, 2.95 และ 2.77 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3.09, 3.19 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับวัลลีย์ (2542) ศึกษาการปลูก

ข้าวโพดแล้วใช้ถั่วลิสงเป็นปุ๋ยพืชสดและสับกลบ 4 ครั้ง ในชุดดินห้วยโป่ง ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุสะสมในดินเพิ่มมากขึ้น และยังมีแนวโน้มทำให้ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มมากขึ้น และการทดลองของพีรพงษ์ (2543) ให้ผลทำนองเดียวกัน โดยผลตกค้างของการปลูกถั่วปุ๋ยพืชสด คือ ถั่วแปเป ไมยราบไร้หนาม ถั่วมะแฮะ และถั่วพริ้วแซมข้าวโพด พบว่าสามารถช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่าการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว

6.3 เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เกิดขึ้น

ดินที่พืชเจริญเติบโตอยู่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 0.05-0.28 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่บริเวณที่อยู่เหนือดินมีเพียง 0.03 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกจากรากพืช จากจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่บริเวณรากพืช และจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน จะทำให้ค่า pH ของดินลดลง ทำให้ธาตุอาหารบางธาตุละลายได้ดีขึ้น (Allison, 1973) นอกจากนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังสามารถใช้ประเมินศักยภาพของจุลินทรีย์ดินในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุได้ (Blair *et al.*, 1995) โดยการเพิ่มคาร์บอนอินทรีย์ในดินจะเป็นการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ซึ่งส่งผลทำให้มีการหายใจและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน (Yusran *et al.*, 2002)

กมลภา (2549) พบว่า ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะเปลี่ยนแปลงมากในช่วง 7-49 วัน โดยเฉพาะในช่วงหลังสับกลบพืชปุ๋ยสด 28-42 วัน จะมีปริมาณก๊าซเกิดสูงในวิธีการที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงดิน ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนของจุลินทรีย์ดินที่มีปริมาณเพิ่มสูงในช่วง 7-14 วันแรก เช่นเดียวกับการทดลองของ N' Dayegamiye and Tran (2001) ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดจะช่วยเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ให้เกิดขึ้น ดังนั้น การใช้ปุ๋ยพืชสดปรับปรุงดิน เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งบริเวณที่อยู่เหนือดินและใต้ดิน ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ด้วย (ธงชัย, 2546)

7. ประโยชน์ของปุ๋ยพืชสดด้านสมบัติทางกายภาพของดิน

ประโยชน์ที่สำคัญประการหนึ่งของปุ๋ยพืชสด ก็คือ รากพืช โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วที่มีระบบรากลึก เช่น alfalfa, sweet clover และ lupines ซึ่งมักมีรากที่ลึกหลายฟุตและลึกกว่ารากพืชหลักที่นิยมปลูกหมุนเวียนกัน รากพืชตระกูลถั่วมีรากขนาดใหญ่ เมื่อตายไปจะถูกย่อยสลายกลายเป็นอาหารให้แก่พืชที่ปลูกตามมา และรากของพืชที่ตายทำให้เกิดเป็นช่องทางเดินของรากพืชที่ปลูกตามในฤดูถัดมา นอกจากนี้รากพืชยังสามารถทำให้เกิดเม็ดดินได้เป็นอย่างดี (Allison, 1973)

การย่อยสลายของปุ๋ยพืชสด จะช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน ทำให้ดินร่วนซุย และอุ้มน้ำได้ดีขึ้น (MacRae and Mehuys, 1985) และการใช้ปุ๋ยพืชสดยังทำให้ความหนาแน่นของดินลดลง เพิ่มช่องว่างในดินได้ (Mandal *et al.*, 2003) นอกจากนี้ยังช่วยให้ค่าความต้านทานต่อการแทงทะลุของดินลดลงด้วย (วัลลีย์, 2542) สอดคล้องกับการทดลองของ Singh *et al.* (2006) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด โสน ตอซังข้าวสาลี ตอซังข้าว และปุ๋ยคอก ต่อสมบัติทางกายภาพของดินที่ใช้ระบบการปลูกข้าวและข้าวสาลีในดินทรายปนร่วน พบว่าทุกการทดลองนั้นจะทำให้การเกิดเม็ดดิน ขนาดของเม็ดดิน ความสามารถในการเก็บกักน้ำของดินเพิ่มมากขึ้น และทำให้ความหนาแน่น ความแข็งของดินลดลง โดยเฉพาะการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสด

8. ประโยชน์ของปุ๋ยพืชสดในการเพิ่มผลผลิตพืช

การใช้ปุ๋ยพืชสดในการเพิ่มผลผลิตให้กับพืช เป็นวิธีการที่เหมาะสมในด้านการปรับปรุงดิน เพราะเป็นแหล่งที่ให้ธาตุไนโตรเจน และยังช่วยในการเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน (Soil productivity) มากขึ้นอีกด้วย

กอบเกียรติ (2534) ศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดที่มีต่อมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินยโสธร ผลของการไถกลบพืชตระกูลถั่ว คือ ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ ปอเทือง เป็นปุ๋ยพืชสดและไม่มีการปลูกพืชตระกูลถั่ว ก่อนปลูกมันสำปะหลัง พบว่า ผลผลิตและการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในแปลงที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดสูงกว่าแปลงที่ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด

พินิจ (2534) ศึกษาผลตกค้างของธาตุอาหารจากการปลูกพืชตระกูลถั่ว คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสงกับข้าวโพดในระบบการปลูกพืชแบบต่อเนื่องกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ในชุดดินปากช่อง โดยปลูกถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสงในฤดูปลูกที่ 1 ตามด้วยการปลูกข้าวโพดในฤดูปลูกที่ 2 ผลการทดลองพบว่า ข้าวโพดในฤดูที่ 2 ที่ปลูกตามหลังถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสงร่วมกับการใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดต่อไร่ และจำนวนเมล็ดต่อฝัก สูงขึ้นกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยเคมี สอดคล้องกับการทดลองของ เทียนชัย (2543) ศึกษาการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชปุ๋ยสดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพด โดยการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ให้แก่ถั่วพุ่มและถั่วแปบที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ทำให้ต้นถั่วมีการเจริญเติบโตและสร้างมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผลตกค้างของปุ๋ยเคมีส่วนที่อยู่ในดินและส่วนที่อยู่ในปุ๋ยพืชสด ยังมีปริมาณเพียงพอที่จะทำให้ข้าวโพดที่ปลูกตามมามีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้นด้วย

ฟิรพงษ์ (2543) ได้ศึกษาผลตกค้างของการปลูกถั่วลิสงและถั่วปุยพืชสดแซมข้าวโพดซ้ำ 4 ครั้ง ต่อสมบัติและความสามารถในการให้ผลผลิตของดินในชุดดินปากช่อง โดยได้มีการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว ในพื้นที่ที่เคยมีการปลูกข้าวโพดแซมด้วยไมยราบไร้หนาม ปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วมะแฮะ ปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วแปป ปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วพริ้ว และปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วลิสง แล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด พบว่า การปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วมะแฮะ ช่วยเพิ่มน้ำหนักเมล็ดข้าวโพดเป็น 849 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักแห้งรวมของข้าวโพดเป็น 1,436 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณธาตุอาหารที่ข้าวโพดดูดทั้งหมดได้มากที่สุด รองลงมาได้แก่ การปลูกไมยราบไร้หนาม ถั่วแปป และถั่วลิสงแซมข้าวโพดตามลำดับ

Fischler *et al.* (1999) ศึกษาผลของปอเทืองที่นำมาเป็นปุ๋ยพืชสด เพื่อเพิ่มผลผลิตในระบบการปลูกข้าวโพด-ถั่ว ในแถบแอฟริกาตะวันออก พบว่า ในฤดูแรกหลังจากปลูกปอเทืองผลผลิตเมล็ดของข้าวโพดที่มีการตอบสนองสูงสุดนั้นจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 39 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูที่ 2 ก็เช่นกัน ผลผลิตเมล็ดของถั่วและข้าวโพดจะเพิ่มขึ้น 23 และ 19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเป็นผลตกค้างมาจากปุ๋ยพืชสด

Onyango *et al.* (2001) ศึกษาการใช้ถั่วแปป Velvet bean และ ปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด ในระบบการปลูกข้าวโพดแซมพืชตระกูลถั่ว พบว่า ในฤดูปลูกที่ 2 การใช้ถั่วแปปเป็นปุ๋ยพืชสด ทำให้ผลผลิตข้าวโพดสูงที่สุด คือ 8.5 ตันต่อเฮกตาร์ ตามด้วย ปอเทืองและ Velvet bean ที่ให้ผลผลิตเท่ากัน คือ 6.3 ตันต่อเฮกตาร์ เทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด จะให้ค่าเพียง 5.4 ตันต่อเฮกตาร์ ส่วนในฤดูปลูกที่ 3 ก็ให้ผลผลิตข้าวโพดในทำนองเดียวกับฤดูปลูกที่ 2

Gilbert *et al.* (2002) ศึกษาการใช้ถั่วพุ่มเป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตของข้าว พบว่า ผลตกค้างจากการใช้ถั่วพุ่มนั้นทำให้ จำนวนกอ น้ำหนักแห้งของต้น เปอร์เซ็นต์ในโตรเจน และผลผลิตเมล็ดของข้าวเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ผลตกค้างของถั่วพุ่มยังช่วยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจนสูงขึ้นด้วย

Prasad *et al.* (2002) ได้ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยพืชสด คือ โสน ปอเทือง และปุยคอกในการเพิ่มผลผลิตของข้าว และให้ผลตกค้างถึงถั่วลิสงที่ปลูกตามหลังมา ผลแสดงว่าการใช้โสนและปอเทือง เป็นปุ๋ยพืชสดที่อัตรา 10 ตันต่อเฮกตาร์ เปรียบเทียบกับไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด พบว่าปุ๋ยพืชสดโสนและปอเทือง ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มมากขึ้นเป็น 1.6 และ 1.1 ตันต่อเฮกตาร์ตามลำดับ และยังช่วยให้ผลผลิตต่อชั่ง จำนวนกอต่อพื้นที่และเมล็ดต่อรวงข้าวเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ ปุ๋ยพืชสด

โสนและปอเทืองยังมีผลตกค้างให้ผลผลิตฝักของถั่วลิสงที่ปลูกต่อจากข้าวเป็น 0.25 และ 0.16 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ

Mandal *et al.* (2003) ได้ศึกษาการใช้โสนและถั่วเขียวเป็นปุ๋ยพืชสดที่มีผลต่อสมบัติของดิน ร่วนเหนียว และการเจริญเติบโตของพืชในระบบการปลูกข้าวกับข้าวสาลีที่ประเทศอินเดีย พบว่า การใช้โสนและถั่วเขียวร่วมกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในระบบการปลูกพืชจะให้ผลผลิตเมล็ดของข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 5.18 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ และ 5.12 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยพืชสดให้ค่าเพียง 4.32 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ ส่วนข้าวสาลีก็ให้ผลเช่นเดียวกัน คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดให้ค่าผลผลิตเมล็ดข้าวสาลี 3.57 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์เมื่อใส่ปุ๋ยพืชสดปอเทืองและถั่วเขียวจะให้ค่า 4.26 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์และ 4.17 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ดินมีอินทรีย์วัตถุและปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น ความหนาแน่นของดินลดลง

Bergstrom and Kirchmann (2004) ศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดและการดูดกินไนโตรเจนโดยข้าวบาร์เลย์ ในดินร่วนปนทรายที่ประเทศสวีเดน ในปี ค.ศ. 1991-1994 ซึ่งมีการใช้ red clover เป็นปุ๋ยพืชสด และมีการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรด โดยเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้ปุ๋ย พบว่า ผลผลิตเมล็ดแห้งของข้าวบาร์เลย์ เมื่อมีการใช้ red clover เป็นปุ๋ยพืชสดจะให้ผลผลิตเป็น 3,600 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรด ให้ผลผลิตเป็น 3,310 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ซึ่งสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด

Astier *et al.* (2006) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยพืชสด Vetch และ Oat เมื่อมีการไถกลบลงในดิน Andisols ในประเทศเม็กซิโก ที่มีต่อผลผลิตของข้าวโพดและคุณภาพของดิน โดยพบว่าผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดทำให้ผลผลิตเมล็ด ตอซัง และน้ำหนักแห้งทั้งหมดของข้าวโพดเพิ่มมากขึ้น โดยการไถกลบ Vetch เป็นปุ๋ยพืชสดจะให้น้ำหนักแห้งของตอซังและเมล็ดข้าวโพดเป็น 5,534 และ 1,782 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับ ขณะที่ การไถกลบ Oat เป็นปุ๋ยพืชสด จะให้น้ำหนักแห้งของตอซังและเมล็ดข้าวโพดเป็น 4,270 และ 984 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับ โดยให้ค่าสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด ซึ่งให้ค่าเพียง 1,960 และ 514 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

Kaizzi *et al.* (2006) ศึกษาการใช้ Velvet bean เป็นปุ๋ยพืชสดในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดที่ Uganda หลังจากปลูก 22 ตัปดาห์ Velvet bean มีน้ำหนักแห้ง 2.6-7.9 ตันต่อเฮกตาร์ มีการสะสมไนโตรเจน 80-200 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ และไนโตรเจนที่ตรึงได้จากบรรยากาศ 34-108 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ พบว่าเมื่อมีการใช้ Velvet bean เป็นปุ๋ยพืชสดใน

พื้นที่ที่มีศักยภาพให้ผลผลิตต่ำ สามารถให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกตามเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.3 ตันต่อเฮกตาร์ ส่วนในพื้นที่ที่มีศักยภาพให้ผลผลิตสูงสามารถทำให้ผลผลิตเฉลี่ยข้าวโพดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.9 ตันต่อเฮกตาร์

9. ข้าวโพดฝักอ่อน

9.1 ความสำคัญของข้าวโพดฝักอ่อน

ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนมากเป็นอันดับ 1 ของโลก ในปี พ.ศ. 2546 ส่งออกในรูปข้าวโพดฝักสดหรือแช่แข็ง 8,445 ตัน คิดเป็นมูลค่า 198 ล้านบาท และแปรรูปบรรจุกระป๋อง 62,847 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,646 ล้านบาท มีพื้นที่ปลูกปีละประมาณ 2.3 แสนไร่ และยังมีแนวโน้มจะสามารถส่งออกเพิ่มขึ้นอีก แหล่งปลูกข้าวโพดฝักอ่อน สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทยและปลูกปีละ 4-5 ครั้ง (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

9.2 ลักษณะของข้าวโพดฝักอ่อน

ข้าวโพดฝักอ่อน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. วงศ์ (family) : Gramineae เป็นพืชที่มีระบบรากฝอย ไม่มีรากแก้ว ลำต้นแข็ง สูงตั้งแต่ 60 เซนติเมตรขึ้นไปแล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ใบประกอบด้วยกาบใบและหูใบ ดอกจะมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่คนละดอกในต้นเดียวกัน ดอกตัวผู้รวมกันเป็นช่อ เรียกว่า ช่อดอกตัวผู้ อยู่ตอนบนสุดของลำต้น มีอับละอองเกสร 3 อัน ดอกตัวเมีย มีลักษณะเป็นช่อ มักอยู่ที่ฝักบริเวณซอกกลางๆของลำต้น ประกอบด้วยรังไข่และเส้นไหม ในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ปลูกจนเก็บเกี่ยวฝักอ่อนประมาณ 50-65 วัน ทำการถอดยอดเมื่อต้นข้าวโพดฝักอ่อนอายุประมาณ 40-45 วันหลังจากปลูก หลังจากนั้นประมาณ 3-5 วันจึงเริ่มเก็บเกี่ยวได้ ขึ้นอยู่กับพันธุ์และฤดูกาลที่ปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

9.3 ลักษณะของข้าวโพดฝักอ่อนที่ซื้อขายในท้องตลาด แบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ คือ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

- (1) ข้าวโพดฝักอ่อนทั้งเปลือก 1 กิโลกรัมจะมีฝักอ่อนประมาณ 20-22 ฝัก

(2) ข้าวโพดฝักอ่อนที่ปอกเปลือก โดยเหลือส่วนของเปลือกสีเขียวติดอยู่ที่โคนหรือข้าวฝัก ซึ่งเรียกว่าข้าวโพดฝักอ่อนหัวเขียว มีสัดส่วนของฝักทั้งเปลือกกับเนื้อเท่ากับ 4.5:1 คือ ข้าวโพดฝักอ่อนทั้งเปลือก 4.5 กิโลกรัม จะมีข้าวโพดฝักอ่อนหัวเขียว 1 กิโลกรัม

(3) ข้าวโพดฝักอ่อนปอกเปลือกมีข้าวหรือข้าวโพดฝักอ่อนเกล็ดข้าว คือ ข้าวโพดฝักอ่อนที่ปอกเปลือกทั้งหมดออกจากฝักแล้ว แต่ยังเหลือข้าวติดกับฝักอยู่ประมาณ 1-2 เซนติเมตร มีสัดส่วนของฝักทั้งเปลือกกับเนื้อเท่ากับ 3.5:1

(4) ข้าวโพดฝักอ่อนปอกเปลือกตัดข้าว คือ ข้าวโพดฝักอ่อนที่ปอกเปลือกทั้งหมดและตัดข้าวทั้งหมด เหลือแต่ส่วนของฝักเท่านั้น ซึ่งประเภทนี้จะถูกนำไปใช้ในโรงงานแปรรูป ซึ่งโดยทั่วไปมาตรฐานของข้าวโพดฝักอ่อนเมื่อปอกเปลือกแล้ว ควรมีลักษณะ ดังนี้ ฝักตรงไม่งอคด ปลายฝักไม่หัก ฝักมีสีเหลืองอ่อน หรือสีเหลืองครีม ฝักสด ไม่เก็บไว้นานจนเกินไป และไม่ผ่านการแช่น้ำมาก่อน การเรียงของไขปลาดตรงและแถวชิด ไม่แยกเป็นร่อง ขนาดของฝักปอกเปลือกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-1.5 เซนติเมตร ความยาวของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปอกเปลือกแล้ว แบ่งเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ความยาวฝัก 4-7 เซนติเมตร ขนาดกลาง ความยาวฝัก 7-10 เซนติเมตร และขนาดใหญ่ ความยาวฝัก 10-13 เซนติเมตร

9.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ข้าวโพดฝักอ่อนสามารถปลูกได้ดีในดินทุกชนิดที่มีการระบายน้ำดี ถ้าอากาศดี ไม่ชอบดินเหนียวหรือดินที่มีน้ำขัง ดินที่เหมาะสมมีความอุดมสมบูรณ์สูง ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 5.5-6.8 เป็นพืชที่ต้องการน้ำมาก ความชื้นมาก อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตประมาณ 24-30 องศาเซลเซียส ระยะปลูกที่เหมาะสมคือระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร หรือระยะปลูก 40 x 40 เซนติเมตร หยอด 2-3 เมล็ดต่อหลุม (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

9.5 ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน พันธุ์แปซิฟิก 283 (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์แปซิฟิก 283 เป็นข้าวโพดพันธุ์ลูกผสมเปิดที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก มีความสม่ำเสมอ ลักษณะดังนี้

น้ำหนักทั้งเปลือก (กิโลกรัม)	2,350
น้ำหนักปอกเปลือก (กิโลกรัม)	380
อัตราแลกเปลี่ยน	6:1
จำนวนฝักต่อต้น	2-3
สีฝัก	เหลือง
ความสม่ำเสมอของฝัก	ดีมาก
ความยาวไหมขณะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)	5-8
วันถอดดอกตัวผู้ (วัน)	45-47
จำนวนวันหลังเก็บเกี่ยว (วัน)	5-7
การต้านทานโรค	ดีมาก
คุณภาพรากและลำต้น	แข็งแรง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์พืชทดลอง

1.1 เมล็ดถั่วเขียว พันธุ์ชัณนาท 72

1.2 เมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์สจ.1

1.3 เมล็ดถั่วลิสง พันธุ์สุโขทัย 38

1.4 เมล็ดข้าวโพดฝักอ่อน พันธุ์แปซิฟิก 283

2. ปุ๋ยเคมี

2.1 ไนโตรเจน ใช้ปุ๋ยยูเรีย (46% N)

2.2 ฟอสฟอรัส ใช้ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46% P_2O_5)

2.3 โพแทสเซียม ใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O)

3. เชื้อไรโซเบียม จากตึกไรโซเบียม กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

3.1 ถั่วเขียว เชื้อสายพันธุ์ DASA 02007, DASA 02010

3.2 ถั่วเหลือง เชื้อสายพันธุ์ DASA 01001, DASA 01059

3.3 ถั่วลิสง เชื้อสายพันธุ์ DASA 03018, DASA 03066

4. ดินที่ใช้ในการทดลอง คือ ดินชุดปากช่อง จากแปลงเกษตรกรที่ตำบลเขาสามยอด อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

5. สารเคมีที่ใช้สำหรับป้องกันกำจัดโรคและแมลง

6. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินและพืช

7. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดการตรึงก๊าซไนโตรเจน

8. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

8.1 Atomic absorption spectrophotometer

8.2 Spectrophotometer

8.3 pH meter

8.4 Micro Kjeldahl distillation apparatus

8.5 Digestion apparatus

8.6 ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ

8.7 เครื่องชั่ง 3 และ 4 ตำแหน่ง

8.8 ครอบบดตัวอย่างดิน และตะแกรงร่อนดิน ขนาด 2 และ 0.5 มิลลิเมตร

8.9 เครื่องบดตัวอย่างพืช

9. อุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

วิธีการ

การวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน

วิเคราะห์สมบัติบางประการของตัวอย่างดินก่อนปลูก เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร นำมาผึ่งในที่ร่ม เลือกวัสดุที่ไม่ใช่ดินออก บดให้ละเอียด แล้วร่อนดินผ่านตะแกรงขนาด 2 และ 0.5 มิลลิเมตร เก็บไว้ในภาชนะที่แห้งและสะอาด นำไปวิเคราะห์หา ปฏิริยาของดิน ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์

1. ปฏิริยาของดิน (pH) วัดโดยใช้เครื่อง pH meter (Electrometric method) โดยใช้ อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (Thomas, 1996; ทศนีย์ และจรงค์, 2542)
2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934; ทศนีย์ และจรงค์, 2542)
3. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Bremner, 1996; ทศนีย์ และจรงค์, 2542)
4. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) สกัดดินโดยวิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณ โดยวิธี molybdenum blue (ทศนีย์ และจรงค์, 2542)
5. ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K, Ca, Mg) ทำการสกัดด้วยสารละลาย 1 N NH_4OAc pH 7.0 และวิเคราะห์ปริมาณโดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer (ทศนีย์ และจรงค์, 2542)

การทดลองปลูกพืชในกระถาง

ดินที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นชุดดินปากช่อง เก็บมาจากแปลงเกษตรกร บริเวณจังหวัด ลพบุรี

1. แผนการทดลอง

ศึกษาการใช้ถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสงเป็นปุ๋ยพืชสด ในสภาพที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี ทุกการทดลอง โดยการปลูกพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด และเมื่อครบอายุจึงสับกลบลงในดินแล้ว ปล่อยให้ย่อยสลาย จากนั้นปลูกข้าวโพดฝักอ่อนตามหลัง ในสภาพที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี N และไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี N โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 8 การทดลอง ทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

- การทดลองที่ 1 ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N (C)
- การทดลองที่ 2 ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง (S)
- การทดลองที่ 3 ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว (M)
- การทดลองที่ 4 ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง (G)
- การทดลองที่ 5 ปุ๋ยเคมี N (F)
- การทดลองที่ 6 ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลืองร่วมกับปุ๋ยเคมี N (S+F)
- การทดลองที่ 7 ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวร่วมกับปุ๋ยเคมี N (M+F)
- การทดลองที่ 8 ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงร่วมกับปุ๋ยเคมี N (G+F)

2. การปลูกถั่ว

ปลูกถั่วเหลือง ถั่วเขียวและถั่วลิสง เป็นปุ๋ยพืชสด ตามการทดลอง โดยในทุก การทดลองนั้นปลูกถั่วแต่ละชนิด ในสภาพที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี N ดังนี้

- | | |
|---------------------|----------------|
| การทดลองที่ 1 และ 5 | ไม่ปลูกถั่ว |
| การทดลองที่ 2 และ 6 | ปลูกถั่วเหลือง |
| การทดลองที่ 3 และ 7 | ปลูกถั่วเขียว |
| การทดลองที่ 4 และ 8 | ปลูกถั่วลิสง |

2.1 การปลูก

นำตัวอย่างดิน ซึ่งใส่กระถางขนาด 14 นิ้ว กระถางละ 15 กิโลกรัม ปลูกถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง จำนวน 30 เมล็ดต่อกระถาง ที่ระดับความลึก 2-3 เซนติเมตร เมื่อต้นถั่วออก

ดอกได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ (ถั่วลิสงอายุ 32 วัน ถั่วเขียว 37 วัน และถั่วเหลือง 42 วันหลังปลูก) จึงตัดและสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสด แล้วคลุกให้เข้ากับดินที่ระดับความลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ปล่อยทิ้งไว้ให้ย่อยสลายประมาณ 30 วัน ต่อจากนั้นจึงปลูกถั่วแต่ละชนิดซ้ำลงไปเป็นครั้งที่ 2 จำนวน 20 เมล็ดต่อกระถาง สับกลบเมื่อถั่วออกดอกและปล่อยให้ย่อยสลาย 30 วัน และปลูกถั่วครั้งที่ 3 จำนวน 15 เมล็ดต่อกระถาง สับกลบและปล่อยให้ย่อยสลาย 60 วัน โดยเป็นการปลูกซ้ำของถั่วชนิดเดียวกันในแต่ละกระถางของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามแต่ละตำรับการทดลอง ซึ่งกระทำเช่นเดียวกันทั้ง 3 ครั้ง

2.2 การคลุกเชื้อไรโซเบียม

นำเมล็ดถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง มาคลุกกับเชื้อไรโซเบียมตามสายพันธุ์ที่เหมาะสมของถั่วแต่ละชนิด โดยใช้น้ำเป็นตัวช่วยให้เชื้อไรโซเบียมติดที่ผิวเมล็ดอย่างทั่วถึง จากนั้นนำไปปลูกทันที

2.3 การดูแลรักษา

รดน้ำทุกวัน เช้าและเย็นตามความเหมาะสมของดิน กำจัดแมลงโดยฉีดสารป้องกันกำจัดแมลง (คาร์บาริล) และกำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือ

2.4 การเก็บข้อมูลพืช

2.4.1 นำหนักสดและนำหนักแห้งของพืชปุ๋ยสดแต่ละชนิด ซึ่งนำหนักสดเฉพาะส่วนของนำหนักดินสดในทุกกระถางที่ปลูกถั่ว ก่อนที่จะสับกลบพืชปุ๋ยสดลงในกระถาง สุ่มเก็บตัวอย่างพืชปุ๋ยสดจำนวน 4 ต้นต่อกระถาง แยกชั่งนำหนักสดของดินและราก นำไปอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ประมาณ 7 วัน ซึ่งนำหนักแห้งแยกเป็นส่วนของดินและราก จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนในพืช

2.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนในถั่ว ด้วยวิธี Micro-Kjeldahl method (Bremner, 1996; ทศนีย์ และจรงค์, 2542) โดยย่อยสลายตัวอย่างพืช 0.4 กรัม ด้วย digestion mixture (H_2SO_4 : Na_2SO_4 : Se อัตราส่วน 1000 มิลลิกรัม : 100 กรัม : 1 กรัม) จนได้สารละลายใส ปรับปริมาตร จากนั้นกลั่นสารละลายตัวอย่าง โดยสารละลายตัวอย่างทำปฏิกิริยากับ 40 % NaOH

แล้วจับก๊าซแอมโมเนียที่เกิดขึ้นด้วยกรด H_3BO_3 ไตเตรทด้วย 0.005 N HCl จำนวนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยใช้สูตร

$$\% \text{ N ในพืช} = \frac{\text{ml. acid used (sample-blank titration)} \times \text{Normality of std. acid} \times 0.014 \times 50 \times 100}{\text{Weight of plant sample (g)} \times \text{ml. of aliquot}}$$

และคำนวณไนโตรเจนทั้งหมดที่ถั่วดูดขึ้นไปสะสมไว้ (N accumulation) สูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{ปริมาณ N ที่สะสมในถั่ว (กรัมต่อกระถาง)} = \frac{\% \text{ N ในพืช} \times \text{น้ำหนักแห้งของถั่ว (กรัมต่อกระถาง)}}{100}$$

2.4.3 การวัดปริมาณการตรึงไนโตรเจนในถั่ว การวัดการตรึงไนโตรเจนโดยวิธี Acetylene Reduction Assays (Hardy *et al.*, 1973) โดยชุดเก็บรากถั่วซึ่งมีปมรากเกาะติดอยู่จากดินนำมาใส่ลงใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกยางจนแน่นสนิท เปลี่ยนอากาศที่ใช้บ่มปมรากให้มีก๊าซอะเซทิลีน 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เข็มฉีดยา (syringe) ดูดอากาศออกจาก flask 25 มิลลิลิตร แล้วฉีดก๊าซอะเซทิลีนลงไปแทนที่ 25 มิลลิลิตร ก๊าซอะเซทิลีนที่หนักกว่าอากาศจะไปแทนที่อากาศในภาชนะ เขย่าก๊าซผสมให้เข้ากันแล้ว บ่มปมรากที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง จากนั้นใช้เข็มฉีดยา ดูดก๊าซออกประมาณ 10 มิลลิลิตร เก็บไว้ในหลอดเก็บก๊าซสุญญากาศเพื่อนำก๊าซตัวอย่างไปฉีดเข้าเครื่อง gas chromatography ซึ่งมีดีเทคเตอร์เป็นแบบ FID (Hydrogen Flame Ionization Detector) โดยก๊าซที่ต้องการวิเคราะห์เป็นก๊าซเอทิลีนที่เกิดจากการรีดิวซ์ก๊าซอะเซทิลีน ซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ไนโตรจีเนส โดยสามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซเอทิลีนที่ได้ โดยเปรียบเทียบกับพื้นที่ใต้กราฟของเอทิลีนมาตรฐานจากสูตร

$$\text{อัตราการตรึงไนโตรเจนของพืชตัวอย่าง} = \frac{10^3 \times B \times V}{2200 \times \text{Std.} \times A \times 22.4}$$

หน่วยเป็นไมโครโมลของเอทิลีน (C_2H_4) ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง เมื่อใช้เอทิลีนมาตรฐานที่ทราบปริมาตรที่แน่นอนเป็น 2200 มิลลิลิตร

B = พื้นที่ใต้กราฟของพืชตัวอย่าง

V = ปริมาตรของขวดกรวยแก้วที่ใช้เก็บตัวอย่างเป็นมิลลิลิตร

Std. = พื้นที่ใต้กราฟเฉลี่ยของก๊าซอะเซทิลีนมาตรฐาน

A = เวลาที่ใช้ในการรีดิวซ์ก๊าซอะเซทิลีนเป็นชั่วโมง

2.5 การเก็บข้อมูลดิน

หลังจากปลูกถั่วและสับกลบพืชปุ๋ยสดลงในดินติดต่อกัน 3 ครั้ง แล้วปล่อยให้ย่อยสลายประมาณ 60 วัน ทำการเก็บตัวอย่างดินแต่ละกระถางมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน

2.5.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934; ทศนีย์ และจรงักษ์, 2542)

2.5.2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl method (Bremner, 1996; ทศนีย์ และจรงักษ์, 2542)

2.5.3 ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรด ($\text{NH}_4^+\text{-N}$ และ $\text{NO}_3^-\text{-N}$) โดยวิธีการสกัดดินด้วย 2 N KCl และวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรดโดยการกลั่นด้วย MgO และ Devarda alloy (ทศนีย์ และจรงักษ์, 2542)

3. การปลูกข้าวโพด

ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์แปซิฟิก 283 หลังจากปลูกถั่วและสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดแล้ว เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน ในสภาพที่มีและไม่มีการใช้ปุ๋ยพืชสด ร่วมกับการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยเคมี N ให้กับข้าวโพดฝักอ่อน

3.1 การปลูก

ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์แปซิฟิก 283 ทุกคำรับการทดลอง จำนวน 5 เมล็ดต่อกระถาง จากนั้นเมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 10 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง

3.2 การใส่ปุ๋ยเคมี

ใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) จำนวน 0.4 กรัมต่อกระถาง และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) จำนวน 0.25 กรัมต่อกระถางเป็นปุ๋ยรองพื้นทุกดำรับการทดลอง การใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในดำรับการทดลองที่ 5, 6, 7 และ 8 โดยครั้งที่ 1 ใส่เมื่อข้าวโพดอายุ 16 วันหลังปลูก ในดำรับการทดลองที่ 5 ใส่อัตรา 3 กรัมN ต่อกระถาง ในดำรับการทดลองที่ 6, 7 และ 8 ใส่อัตรา 2 กรัมN ต่อกระถาง และครั้งที่ 2 ใส่เมื่อข้าวโพดอายุ 29 วันหลังปลูก โดยในดำรับการทดลองที่ 5 ใส่อัตรา 3 กรัมN ต่อกระถาง และในดำรับการทดลองที่ 6, 7 และ 8 ใส่อัตรา 2 กรัมN ต่อกระถาง

3.3 การดูแลรักษา

รดน้ำเช้า เย็น ตามความเหมาะสม

3.4 การเก็บข้อมูล

3.4.1 วัดการเจริญเติบโต วัดความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อน จากข้อล่างสุดของลำต้นเหนือดินถึงคอใบ (leaf collar) ที่อยู่บนสุดของลำต้น ที่อายุ 20 วัน, 40 วัน และระยะเก็บเกี่ยว

3.4.2 การเก็บเกี่ยว ทำการเก็บเกี่ยวข้าวโพดฝักอ่อน โดยก่อนเก็บเกี่ยวถอดยอดเกสรตัวผู้ที่อายุ 50-53 วัน หลังจากนั้น 5-7 วัน เก็บผลผลิตฝักอ่อนของข้าวโพดและต่อช่วงข้าวโพด จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักสด อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และชั่งหาน้ำหนักแห้งของผลผลิตฝักและต่อช่วงข้าวโพด

3.4.3 ปริมาณธาตุอาหารที่ข้าวโพดดูดใช้ โดยการวิเคราะห์พืช การเตรียมตัวอย่างพืช บดตัวอย่างฝักและต่อช่วงข้าวโพดที่อบแห้งแล้วด้วยเครื่องบดพืชที่ผ่านตะแกรงมาตรฐานขนาด 40 เมช และนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

(1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen, %) ย่อยสลายตัวอย่างพืชด้วย digestion mixture ($\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_4 - \text{Se mixture}$) แล้ววิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Kjeldahl method (Bremner, 1996; ทศนีย์ และจรงค์, 2542)

(2) ปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณการดูดใช้ในโตรเจน (กรัมต่อกระถาง)} = \frac{\% \text{ไนโตรเจนทั้งหมด} \times \text{น้ำหนักแห้ง}}{100}$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ และการทดลองปลูกพืชในกระถาง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-value และค่าทางสถิติอื่นๆ สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยวิธี DMRT (Duncan's multiple rang test) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติของ IRRI

นำค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสด หาสหสัมพันธ์ (correlation analysis) กับปริมาณไนโตรเจนในดินหลังสับกลบพืชปุ๋ยสด คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณแอมโมเนียม ปริมาณไนเตรต และปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดิน และหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในดินหลังสับกลบพืชปุ๋ยสด กับผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน จากนั้นประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) และวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (linear regression analysis)

5. สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

5.1 สถานที่ทำการทดลอง

ปลูกพืชทดลอง ที่โรงเรียนทดลองภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

วิเคราะห์ทางเคมีของดินและพืช ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

วิเคราะห์กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่ว ห้องปฏิบัติการ
ไรโซเบียม กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน ดิ็กไรโซเบียม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์

5.2 ระยะเวลาในการทดลอง

ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550

ผลและวิจารณ์

ผล

พืชปุ๋ยสด

จากการทดลองปลูกพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง โดยไม่ได้มีการใช้ปุ๋ยเคมี N เพื่อสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดในชุดดินปากช่อง ทำการปลูกติดต่อกัน 3 ครั้ง ผลการศึกษาสามารถแยกกล่าวได้ดังนี้

1. น้ำหนักสดของพืชปุ๋ยสด

น้ำหนักสดของพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด ในส่วนเหนือดินที่ปลูกทั้ง 3 ครั้งก่อนสับกลบแสดงดังตารางที่ 1 มีผลการทดลอง ดังนี้ การปลูกพืชปุ๋ยสดแต่ละชนิดให้ค่าน้ำหนักต้นสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยครั้งที่ 1 ใช้จำนวนเมล็ดปลูก 30 เมล็ดต่อกระถาง พบว่า ถั่วเขียวมีน้ำหนักต้นสดสูงสุด คือ 302.74 กรัมต่อกระถาง รองลงมาได้แก่ ถั่วลิสง 274.12 กรัมต่อกระถาง และถั่วเหลืองให้น้ำหนักน้อยที่สุด คือ 197.59 กรัมต่อกระถาง ในการปลูกพืชปุ๋ยสดครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ก็ให้ผลไปทางเดียวกับครั้งที่ 1 ซึ่งครั้งที่ 2 ใช้จำนวนเมล็ดปลูก 20 เมล็ดต่อกระถาง พบว่า ถั่วเขียวมีน้ำหนักต้นสด 260.41 กรัมต่อกระถาง ถั่วลิสงมีน้ำหนักต้นสด 210.06 กรัมต่อกระถาง และถั่วเหลืองมีน้ำหนัก 103.95 กรัมต่อกระถาง ส่วนในครั้งที่ 3 ใช้จำนวนเมล็ดปลูก 15 เมล็ดต่อกระถาง พบว่าถั่วเขียวมีน้ำหนักต้นสด 196.82 กรัมต่อกระถาง ถั่วลิสงและถั่วเหลืองมีน้ำหนักต้นสด 165.90 กรัมต่อกระถาง และ 123.51 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ เมื่อรวมน้ำหนักสดของถั่วที่ปลูกทั้ง 3 ครั้ง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ คือ ถั่วเขียวมีน้ำหนักต้นสดสูงสุด คือ 759.96 กรัมต่อกระถาง รองลงมาได้แก่ ถั่วลิสง 650.08 กรัมต่อกระถาง และถั่วเหลืองมีน้ำหนักต้นสดน้อยที่สุด คือ 425.05 กรัมต่อกระถาง

2. น้ำหนักแห้งของพืชปุ๋ยสด

ผลการใช้ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสงเป็นพืชปุ๋ยสดในส่วนของน้ำหนักแห้ง แสดงดังตารางที่ 2 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในครั้งที่ 1 ถั่วเขียวให้ค่าน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 63.76 กรัมต่อกระถาง รองลงมาได้แก่ ถั่วเหลือง 35.02 กรัมต่อกระถาง และถั่วลิสง 46.32 กรัมต่อกระถาง ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 ถั่วเขียวมีค่าน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 46.01 กรัมต่อกระถาง ตามด้วยถั่วลิสงและถั่วเหลือง คือ 34.10 และ 27.72 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ และครั้งที่ 3 ถั่วเขียวและถั่วเหลืองให้ค่าน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ถั่วเขียวมีแนวโน้มให้ค่าสูงกว่าถั่วเหลือง คือ 39.06 และ 34.79 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ถั่วลิสงมีน้ำหนักแห้งต่ำสุด คือ 29.69 กรัมต่อกระถาง เมื่อรวมน้ำหนักแห้งของการปลูกพืชทั้ง 3 ครั้ง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถั่วเขียวให้ค่าน้ำหนักแห้งสูงสุด 148.83 กรัมต่อกระถาง ในขณะที่ถั่วเหลืองและถั่วลิสงให้ค่าน้ำหนักต้นแห้งใกล้เคียงกัน คือ 117.56 และ 110.11 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ

ตารางที่ 1 น้ำหนักต้นสดของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ในการปลูก 3 ครั้ง

ชนิดพืชปุ๋ยสด	น้ำหนักสด (กรัมต่อกระถาง)			รวม
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ถั่วเหลือง	197.59 c	103.95 c	123.51 c	425.05 c
ถั่วเขียว	302.74 a	260.41 a	196.82 a	759.96 a
ถั่วลิสง	274.12 b	210.06 b	165.90 b	650.08 b
F-test	**	**	**	**
CV (%)	8.7	11.4	16.3	8.4

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 2 น้ำหนักต้นแห้งของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ในการปลูก 3 ครั้ง

ชนิดพืชปุ๋ยสด	น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อกระถาง)			รวม ^{1/}
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3 ^{1/}	
ถั่วเหลือง	55.02 b	27.72 c	34.79 a	117.56 b
ถั่วเขียว	63.76 a	46.01 a	39.06 a	148.83 a
ถั่วลิสง	46.32 c	34.10 b	29.69 b	110.11 b
F-test	**	**	**	**
CV (%)	7.5	15.8	14.0	6.7

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

3. ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในพืชปุยสด

ผลการวิเคราะห์ไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในพืชปุยสด (N content) ทั้ง 3 ชนิด แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ในการปลูกพืชแต่ละครั้ง พืชปุยสดทั้ง 3 ชนิด มีค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในปริมาณที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถั่วลิสงมีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงที่สุด คือ 2.70-2.97 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถั่วเขียวและถั่วเหลืองจะมีปริมาณธาตุไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ใกล้เคียงกัน คือ 2.16-2.43 และ 2.18-2.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสมในพืชปุยสด

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบของพืชปุยสด จากตารางที่ 3 เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสมในพืชปุยสด (N accumulation) แสดงในตารางที่ 4 พบว่า ในการปลูกพืชปุยสดทั้ง 3 ชนิด ครั้งที่ 1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสมในพืชปุยสดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ในการปลูกพืชปุยสดครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ถั่วเขียวมีปริมาณการสะสมไนโตรเจนสูงสุด รองลงมาได้แก่ ถั่วลิสง และถั่วเหลือง ตามลำดับ เมื่อนำปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุยสดทั้ง 3 ครั้งมารวมกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยถั่วเขียวและถั่วลิสง มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสมใกล้เคียงกัน คือ 3.42 และ 3.12 กรัมต่อกระถาง ส่วนถั่วเหลืองมีปริมาณต่ำกว่า คือ 2.70 กรัมต่อกระถาง

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด

ชนิดพืชปุ๋ยสด	ไนโตรเจน (%)			เฉลี่ย ^{1/}
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2 ^{1/}	ครั้งที่ 3 ^{1/}	
ถั่วเหลือง	2.43 b	2.25 b	2.18 b	2.29 b
ถั่วเขียว	2.16 c	2.41 ab	2.43 b	2.33 b
ถั่วลิสง	2.85 a	2.70 a	2.97 a	2.84 a
F-test	**	*	**	**
CV (%)	10.5	12.2	10.7	8.0

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสมในพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด

ชนิดพืชปุ๋ยสด	ไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสม (กรัม N ต่อกระถาง)			รวม ^{1/}
	ครั้งที่ 1 ^{1/}	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3 ^{1/}	
ถั่วเหลือง	1.33 a	0.61 c	0.76 b	2.70 b
ถั่วเขียว	1.38 a	1.10 a	0.94 a	3.42 a
ถั่วลิสง	1.32 a	0.92 b	0.88 ab	3.12 a
F-test	< 1	**	*	**
CV (%)	14.1	16.4	13.8	9.6

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์
 * แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

5. กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสด

ผลการวิเคราะห์การวัดกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิดที่ปลูก ในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า ในการปลูกพืชปุ๋ยสดครั้งที่ 2 กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยถั่วลิสงมีกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนสูงสุด คือ 1.29 ไมโครโมลต่อดินต่อชั่วโมง ขณะที่ถั่วเขียวและถั่วเหลืองมีกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนที่ใกล้เคียงกัน คือ 0.64 และ 0.60 ไมโครโมลต่อดินต่อชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนการปลูกพืชปุ๋ยสดครั้งที่ 3 กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยถั่วเขียวมีแนวโน้มให้ค่ากิจกรรมการตรึงที่สูงกว่าถั่วลิสงและถั่วเหลือง ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่ากิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด

ชนิดพืชปุ๋ยสด	กิจกรรมการตรึงไนโตรเจน (ไมโคร โมล/ดิน/ชั่วโมง)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2 ^{1/}	ครั้งที่ 3 ^{1/}
ถั่วเหลือง	-	0.60 b	3.08 a
ถั่วเขียว	-	0.64 b	4.68 a
ถั่วลิสง	-	1.29 a	3.46 a
F-test	-	*	ns
CV (%)	-	57.5	40.7

หมายเหตุ ^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

ผลของปุ๋ยพืชสดต่อคุณสมบัติบางประการของดิน

ดินที่ศึกษาเป็นชุดดินปากช่อง (Pak Chong series) กลุ่มชุดดินที่ 29 จากการวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลอง พบว่า ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.6) เนื้อดินเป็นดินเหนียว มีอนุภาคทราย 300 กรัมต่อกิโลกรัม อนุภาคทรายแป้ง 240 กรัมต่อกิโลกรัม อนุภาคดินเหนียว 460 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณอินทรีย์วัตถุก่อนข้างต่ำ 15.9 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินต่ำ 0.7 กรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก 48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ 108, 1,759 และ 213 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สมบัติของดินก่อนการทดลอง

สมบัติของดิน	ผลวิเคราะห์
pH (H ₂ O 1:1)	6.6
เนื้อดิน	clay
Sand (กรัมต่อกิโลกรัม)	300
Silt (กรัมต่อกิโลกรัม)	240
Clay (กรัมต่อกิโลกรัม)	460
อินทรีย์วัตถุ (กรัมต่อกิโลกรัม)	15.9
ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (กรัมต่อกิโลกรัม)	0.7
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	48
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	108
แคลเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	1,759
แมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	213

หลังจากปลูกพืชปุ๋ยสดถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง สับกลบครบทั้ง 3 ครั้ง แล้วปล่อยให้ย่อยสลายประมาณ 60 วัน ทำการวิเคราะห์ดินหลังจากสับกลบพืชปุ๋ยสด ที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนในดิน โดยวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณแอมโมเนียมและปริมาณไนเตรตในดิน แสดงดังตารางที่ 7 มีผลการทดลอง ดังนี้

1. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

หลังจากสับกลบพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิดลงในดินและปล่อยให้ย่อยสลาย พบว่า ในดินทุกตำรับการทดลองที่ใช้ปุ๋ยพืชสด มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยพืชสด ทั้งนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ดินที่ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 16.27 กรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อใช้ปุ๋ยพืชสดจะเพิ่มขึ้นเป็น 18.35-19.92 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่าใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าสูงสุด คือ 19.92 กรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาเป็นปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง ให้ค่าวิเคราะห์ดังกล่าวเป็น 18.85 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปุ๋ยพืชสดถั่วเหลืองให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุด คือ 18.35 กรัมต่อกิโลกรัม

2. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

จากการทดลองพบว่า การใช้และไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด มีผลให้ค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในทุกตำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดทำให้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้นกว่าดินที่ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด ที่มีค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน 0.76 กรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่การใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิดให้ค่าวิเคราะห์ดังกล่าวเพิ่มขึ้นเป็น 0.93-0.99 กรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวมีแนวโน้มทำให้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงสุด รองลงมาได้แก่ ถั่วเหลืองและถั่วลิสง คือ 0.99, 0.95 และ 0.93 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

3. ปริมาณแอมโมเนียมในดิน ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมในดิน หลังจากที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวให้ปริมาณแอมโมเนียมสูงที่สุด คือ 11.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาได้แก่ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง คือ 9.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลืองจะให้ปริมาณแอมโมเนียมในดินใกล้เคียงกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด คือ 7.99 และ 7.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

4. ปริมาณไนเตรตในดิน (NO_3^- -N)

ผลการทดลองหลังการใช้ปุ๋ยพืชสด พบว่า ปริมาณไนเตรตในดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวและปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงทำให้มีไนเตรตในดินสะสมอยู่ในปริมาณที่มากกว่า คือ 70.77 และ 69.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง และการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด ทำให้มีไนเตรตในดินปริมาณใกล้เคียงกัน คือ 44.47 และ 41.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

5. ปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดิน (NH_4^+ -N+ NO_3^- -N)

ปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดินหลังจากใช้ปุ๋ยพืชสด พบว่า ค่าวิเคราะห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งนี้ให้ผลเป็นไปในแนวทางเดียวกับปริมาณไนเตรตอย่างเดียวนั่นคือ ซึ่งการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวและปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงให้ผลดีกว่า คือ ให้ค่าวิเคราะห์ 82.60 และ 79.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลืองและการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด ให้ค่าวิเคราะห์ 51.86 และ 49.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 7 สมบัติของดินหลังการสับกลบพืชปุ๋ยสด จำนวน 3 ครั้ง ที่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในดิน

คำรับการทดลอง	OM ¹	Total N ¹	NH ₄ ⁺ -N ¹	NO ₃ ⁻ -N ¹	NH ₄ ⁺ -N + NO ₃ ⁻ -N ¹
	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)
ไม่ปลูกพืชปุ๋ยสด	16.27 c	0.76 c	7.94 b	41.61 b	49.55 b
ปลูกพืชปุ๋ยสดถั่วเหลือง	18.35 b	0.95 ab	7.99 b	44.72 b	51.86 b
ปลูกพืชปุ๋ยสดถั่วเขียว	19.92 a	0.99 a	11.83 a	70.77 a	82.60 a
ปลูกพืชปุ๋ยสดถั่วลิสง	18.85 ab	0.93 b	9.94 ab	69.37 a	79.31 a
F-test	**	**	**	**	**
CV (%)	5.9	6.0	20.5	14.4	13.1

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

¹ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดกับไนโตรเจนในดินหลังจากสับกลบ

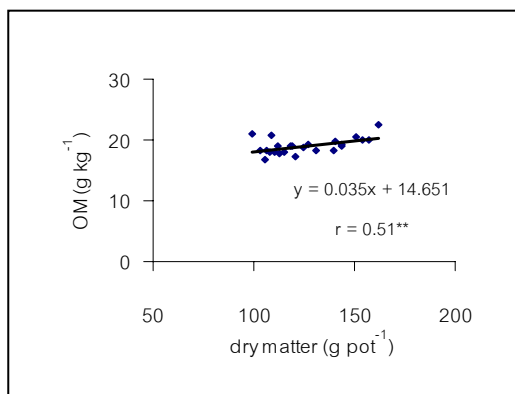
จากค่าการสะสมน้ำหนักรากแห้งและการสะสมปริมาณไนโตรเจนในพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด และการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในดินหลังจากสับกลบพืชปุ๋ยสด นำมาหาสหสัมพันธ์กันได้ดังนี้

1. สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรากแห้งของพืชปุ๋ยสดกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

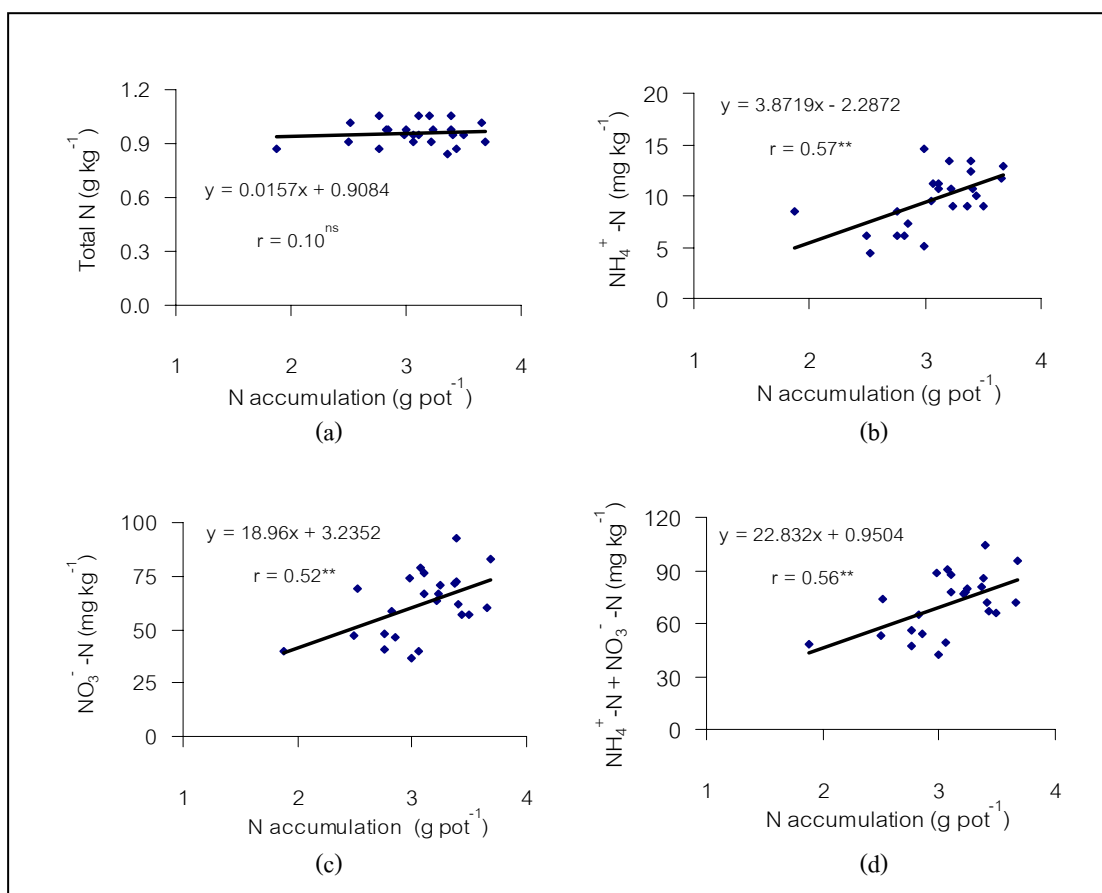
สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรากแห้งของพืชปุ๋ยสดรวมทั้ง 3 ครั้งของถั่วเขียว ถั่วเหลือง และ ถั่วลิสงกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน แสดงดังภาพที่ 1 พบว่า น้ำหนักรากแห้งของถั่ว 3 ชนิด มีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ($r = 0.51^{**}$)

2. สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสดกับปริมาณไนโตรเจนในดิน

เมื่อนำปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสด (N accumulation) มาหาสหสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total N) พบว่าไม่มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติ ดังภาพที่ 2 (a) และพบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสดมีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแอมโมเนียมในดิน ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) ($r = 0.57^{**}$) ดังภาพที่ 2 (b) และปริมาณไนเตรตในดิน ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) ($r = 0.52^{**}$) ดังภาพที่ 2 (c) และยังพบว่ามีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดิน ($\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{NO}_3^- - \text{N}$) ($r = 0.56^{**}$) ดังภาพที่ 2 (d)



ภาพที่ 1 สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิดกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

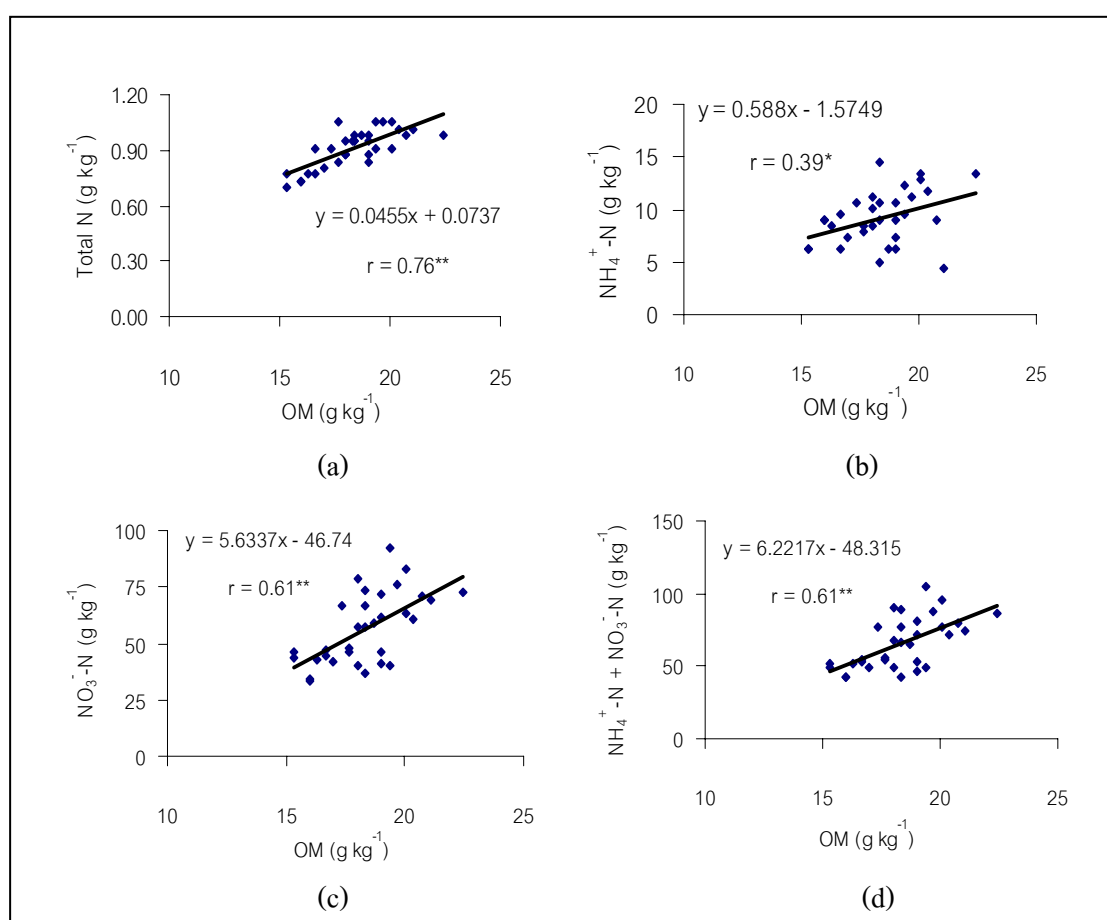


ภาพที่ 2 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสดกับปริมาณไนโตรเจนในดิน

- ไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสดกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน
- ไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสดกับปริมาณแอมโมเนียมในดิน
- ไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสดกับปริมาณไนเตรดในดิน
- ไนโตรเจนที่สะสมในพืชปุ๋ยสดกับปริมาณแอมโมเนียมรวมกับปริมาณไนเตรดในดิน

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณไนโตรเจนในดิน

จากการทดลองเมื่อนำปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมาหาสหสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน พบว่า มีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($r = 0.76^{**}$) แสดงดังภาพที่ 3 (a) และยังพบว่า มีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณไนโตรเจนส่วนที่เป็นประโยชน์โดยตรงในดิน คือ ปริมาณแอมโมเนียมในดิน ($r = 0.39^*$) ปริมาณไนเตรตในดิน ($r = 0.61^{**}$) และปริมาณแอมโมเนียมรวมไนเตรตในดิน ($r = 0.61^{**}$) ดังภาพที่ 3 (b), (c) และ (d)



ภาพที่ 3 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณไนโตรเจนในดิน

- (a) อินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน
- (b) อินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณแอมโมเนียมในดิน
- (c) อินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณไนเตรตในดิน
- (d) อินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณแอมโมเนียมรวมกับปริมาณไนเตรตในดิน

การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน

ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์แปซิฟิก 283 แยกกล่าวได้ดังนี้

1. ความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อน

การเจริญเติบโตทางความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อน แสดงดังตารางที่ 8 และภาพที่ 4 โดยความสูงข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน และ 40 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตำรับการทดลอง ส่วนความสูงของข้าวโพดฝักอ่อนที่ระยะเก็บเกี่ยว 60 วัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ คือ การใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนเพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียวโดยเฉพาะถั่วเขียวหรือถั่วลิสงและการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน ทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีความสูงมากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลืองและการไม่ใช้ทั้งปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน

2. เส้นรอบวงของต้นข้าวโพดฝักอ่อน

เส้นรอบวงของต้นข้าวโพดฝักอ่อน แสดงดังตารางที่ 9 และภาพที่ 5 พบว่า ข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน เส้นรอบวงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนที่อายุ 40 วัน และที่ระยะเก็บเกี่ยว อายุ 60 วัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนเพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียวโดยเฉพาะถั่วเขียวและถั่วลิสงและการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีเส้นรอบวงมากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง และการไม่ใช้ทั้งปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน

ตารางที่ 8 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน 40 วัน และระยะเก็บเกี่ยว

ดำรับการทดลอง	ความสูงเฉลี่ยข้าวโพดฝักอ่อน (เซนติเมตร)		
	20 วัน ^{1/}	40 วัน ^{1/}	ระยะเก็บเกี่ยว ^{1/}
C	14.50 a	49.63 a	129.50 d
S	10.88 a	46.00 a	135.88 cd
M	13.40 a	53.25 a	148.63 abc
G	14.53 a	54.50 a	144.63 abc
F	13.03 a	59.43 a	158.13 a
S+F	12.35 a	50.33 a	138.75 bcd
M+F	12.18 a	53.55 a	151.75 ab
G+F	14.30 a	55.35 a	151.00 ab
F-test	ns	ns	**
CV (%)	15.7	11.5	6.5

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์
^{ns} ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

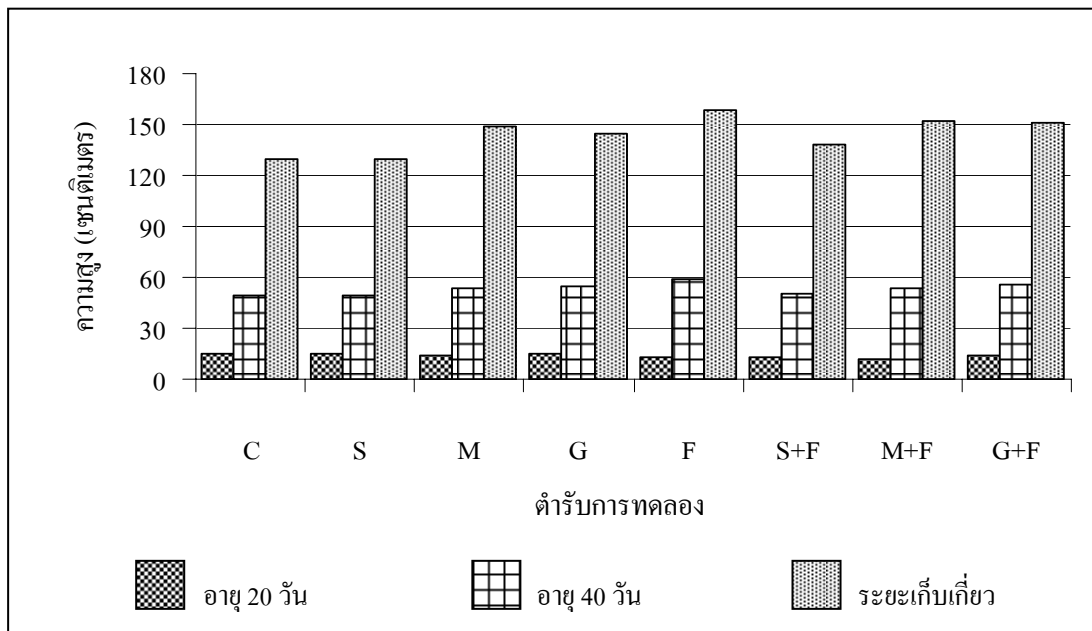
C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N
S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง
M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว
G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง
F คือ ปุ๋ยเคมี N
S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N
M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N
G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N

ตารางที่ 9 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน ต่อเส้นรอบวงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน 40 วัน และระยะเก็บเกี่ยว

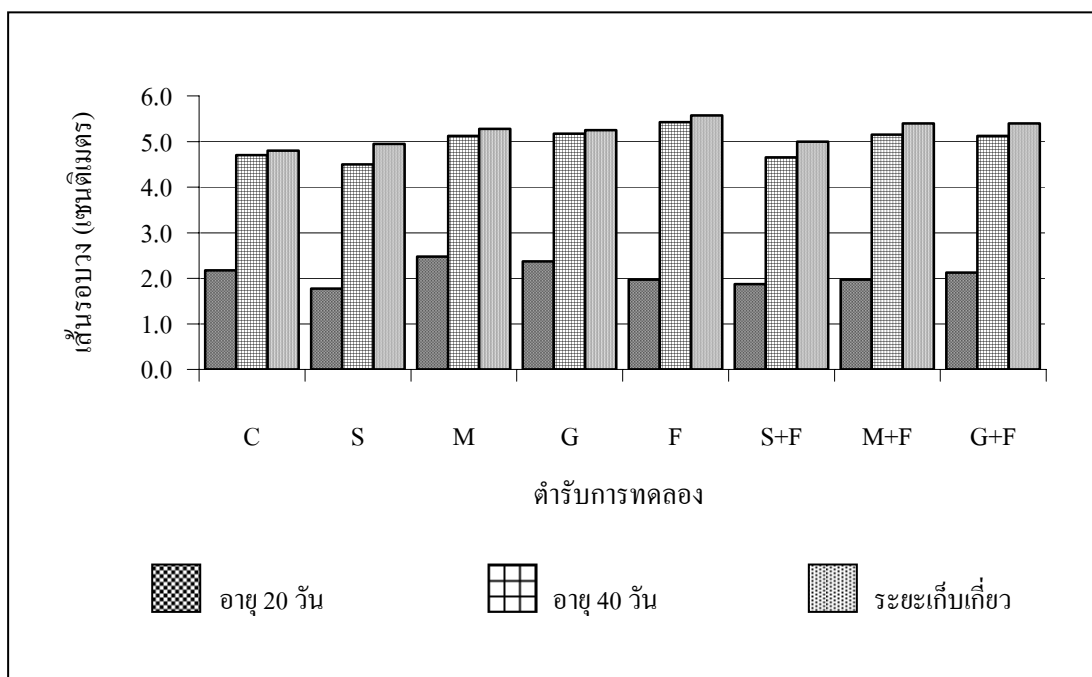
ดำรับการทดลอง	เส้นรอบวงเฉลี่ยข้าวโพดฝักอ่อน (เซนติเมตร)		
	20 วัน ^L	40 วัน ^L	ระยะเก็บเกี่ยว ^L
C	2.18 a	4.70 bc	4.80 d
S	1.78 a	4.50 c	4.93 cd
M	2.48 a	5.13 ab	5.28 abc
G	2.38 a	5.18 ab	5.25 abc
F	1.98 a	5.43 a	5.58 a
S+F	1.88 a	4.65 bc	5.05 bcd
M+F	1.98 a	5.15 ab	5.40 ab
G+F	2.13 a	5.13 ab	5.40 ab
F-test	ns	**	**
CV (%)	18.9	6.8	4.3

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์
^{ns} ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
^L ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N
S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง
M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว
G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง
F คือ ปุ๋ยเคมี N
S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N
M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N
G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N



ภาพที่ 4 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน และปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ต่อความสูงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน 40 วัน และระยะเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 5 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน และปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ต่อเส้นรอบวงของต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 20 วัน 40 วัน และระยะเก็บเกี่ยว

3. น้ำหนักต่อชั่งของข้าวโพดฝักอ่อน

3.1 น้ำหนักต่อชั่งสดของข้าวโพดฝักอ่อน

ผลจากการใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจนที่มีต่อน้ำหนักต่อชั่งสด แสดงดังตารางที่ 10 และภาพที่ 6 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนเพียงอย่างเดียวให้ผลดีที่สุด รองลงมาได้แก่ การใช้ปุ๋ยพืชสดโดยเฉพาะถั่วเขียวหรือถั่วลิสงร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน ตามด้วยการใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 2 ชนิดเพียงอย่างเดียว ส่วนการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลืองทั้งที่ใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจนทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีน้ำหนักต่อชั่งสดน้อยที่สุด

3.2 น้ำหนักต่อชั่งแห้งของข้าวโพดฝักอ่อน

ในสภาพที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียว ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน การใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนอย่างเดียว และการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 10 และภาพที่ 6 โดยให้ผลเป็นไปในแนวทางเดียวกับน้ำหนักต่อชั่งสด

ตารางที่ 10 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อน้ำหนักต่อซังข้าวโพดฝักอ่อน

ดำรับการทดลอง	น้ำหนักต่อซัง (กรัมต่อกระถาง)	
	ต่อซังสด ^{1/}	ต่อซังแห้ง ^{1/}
C	176.44 e	41.70 d
S	238.96 d	52.27 cd
M	281.27 cd	65.67 abc
G	254.65 d	60.73 bc
F	388.02 a	77.69 a
S+F	259.60 d	55.04 cd
M+F	323.52 bc	66.73 abc
G+F	334.21 b	74.15 ab
F-test	**	**
CV (%)	11.3	14.9

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่
ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N

S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง

M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว

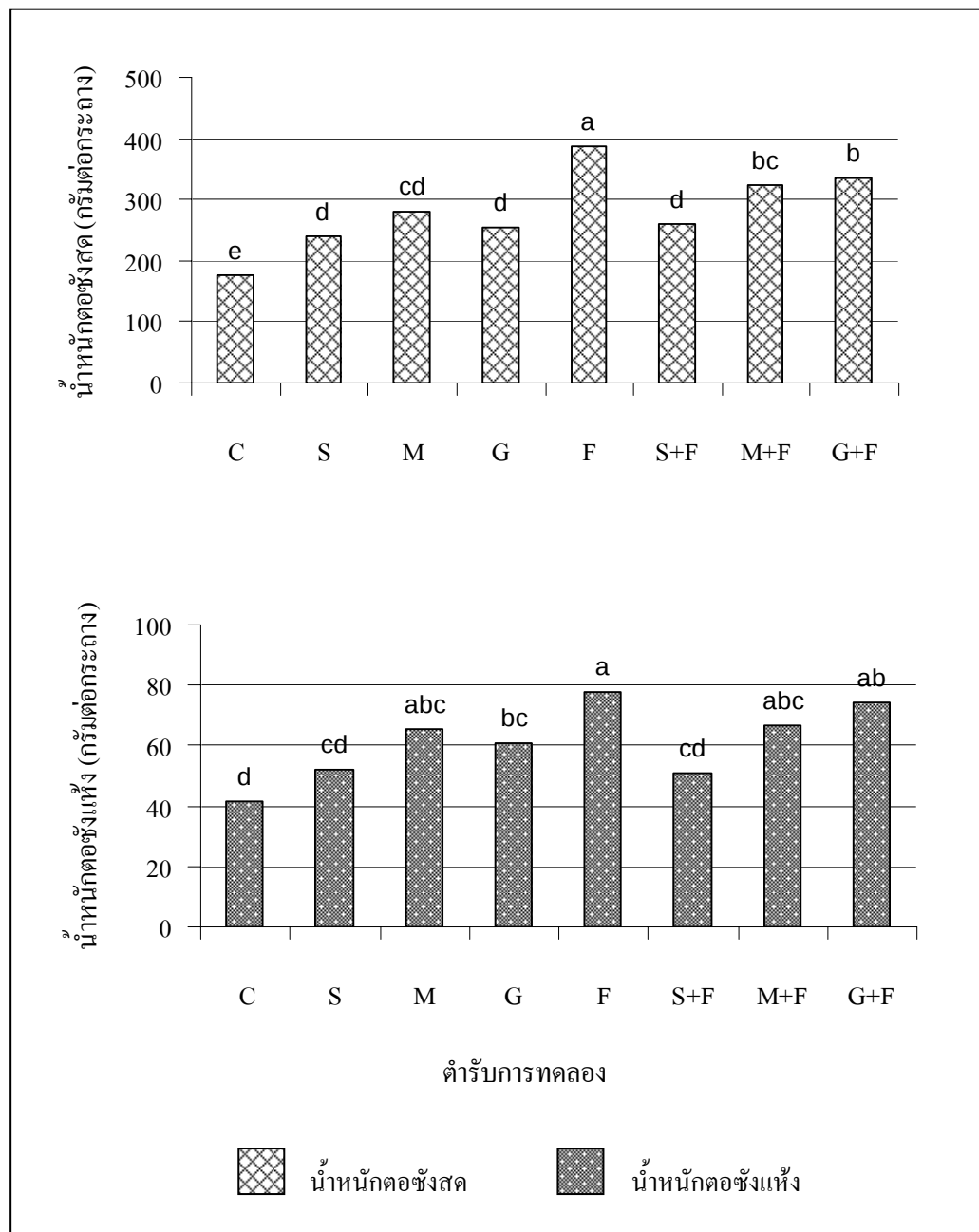
G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง

F คือ ปุ๋ยเคมี N

S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N

M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N

G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N



ภาพที่ 6 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อน้ำหนักรากตอซังข้าวโพดฝักอ่อน

4. น้ำหนักฝักสดของข้าวโพดฝักอ่อน

4.1 น้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน

จากผลการทดลองน้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือก (เปลือก+ฝักสด) แยกเป็นน้ำหนักฝักที่ 1 และฝักที่ 2 แสดงดังตารางที่ 11 พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนอย่างเดียว ทำให้น้ำหนักฝักที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ให้ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน ส่วนน้ำหนักฝักที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยพืชสดโดยเฉพาะถั่วเขียวและถั่วลิสงร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน การใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนอย่างเดียว และการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวอย่างเดียวให้ค่าที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงหรือถั่วเหลืองแต่เพียงอย่างเดียว ในขณะที่ดำเนินการทดลองที่ไม่ใช้ทั้งปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจนให้ค่าน้ำหนักฝักดังกล่าวต่ำสุด ซึ่งน้ำหนักฝักสดที่ 2 มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักน้อยกว่าในฝักที่ 1

เมื่อพิจารณาน้ำหนักฝักสดรวม 2 ฝักของข้าวโพดฝักอ่อนก่อนปอกเปลือก แสดงดังตารางที่ 13 และภาพที่ 7 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจน การใช้ปุ๋ยพืชสดแต่ละชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวเพียงอย่างเดียวให้ค่าน้ำหนักฝักสดรวมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงและถั่วเหลืองอย่างเดียว ส่วนการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจนให้ค่าต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิดแต่เพียงอย่างเดียว พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวให้ค่าน้ำหนักฝักสดรวมดีที่สุด รองลงมาได้แก่ การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงและการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง ตามลำดับ

4.2 น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน

น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก แสดงดังตารางที่ 12 พบว่า ในฝักที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดแต่เพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนและการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนอย่างเดียว ให้น้ำหนักสดของฝักที่สูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน ส่วนฝักที่ 2 การใช้ปุ๋ยพืชสดแต่เพียงอย่างเดียว ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนและปุ๋ยเคมีในโตรเจนเพียงอย่างเดียว ให้ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน โดยการใส่ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียวให้ผลใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนเพียงอย่างเดียว

นำนักฝึกสดหลังปอกเปลือกรวม 2 ฝัก แสดงดังตารางที่ 13 และภาพที่ 7 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยพืชสด 2 ชนิดเพียงอย่างเดียว คือ ถั่วเขียวหรือถั่วลิสง การใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนและการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนเพียงอย่างเดียว ให้ค่าน้ำหนักฝักสดมากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน เมื่อเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิดแต่เพียงอย่างเดียว พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวให้ผลดีที่สุด รองลงมา คือ การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง และการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อน้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อนในฝักที่ 1 และฝักที่ 2

ดำรับการทดลอง	น้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือก (กรัมต่อฝัก)	
	ฝักที่ 1 ^๑	ฝักที่ 2 ^๑
C	28.25 b	20.08 e
S	44.87 a	33.34 d
M	51.16 a	48.38 abc
G	45.34 a	42.28 cd
F	57.20 a	59.31 a
S+F	51.78 a	46.35 bc
M+F	54.73 a	53.74 abc
G+F	55.26 a	56.07 ab
F-test	**	**
CV (%)	19.5	16.5

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

^๑ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N

S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง

M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว

G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง

F คือ ปุ๋ยเคมี N

S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N

M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N

G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N

ตารางที่ 12 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อนในฝักที่ 1 และฝักที่ 2

ดำรับการทดลอง	น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก (กรัมต่อฝัก)	
	ฝักที่ 1 ^u	ฝักที่ 2 ^u
C	6.73 a	4.57 b
S	8.19 a	6.98 ab
M	9.38 a	9.69 a
G	9.04 a	8.48 a
F	10.62 a	9.73 a
S+F	9.22 a	8.81 a
M+F	9.41 a	9.28 a
G+F	9.78 a	9.98 a
F-test	ns	**
CV (%)	17.6	22.4

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^u ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N

S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง

M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว

G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง

F คือ ปุ๋ยเคมี N

S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N

M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N

G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N

ตารางที่ 13 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อน้ำหนักฝักสดรวมก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน

ดำรับการทดลอง	น้ำหนักฝักสดรวม (กรัมต่อกระถาง)	
	ก่อนปอกเปลือก ^u	หลังปอกเปลือก ^u
C	48.33 d	11.30 c
S	78.21 c	15.17 bc
M	99.53 abc	19.06 ab
G	87.62 bc	17.51 ab
F	116.51 a	20.35 a
S+F	98.13 abc	18.03 ab
M+F	108.44 ab	18.69 ab
G+F	111.30 a	19.76 ab
F-test	**	**
CV (%)	14.6	17.1

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

^u ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่
ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N

S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง

M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว

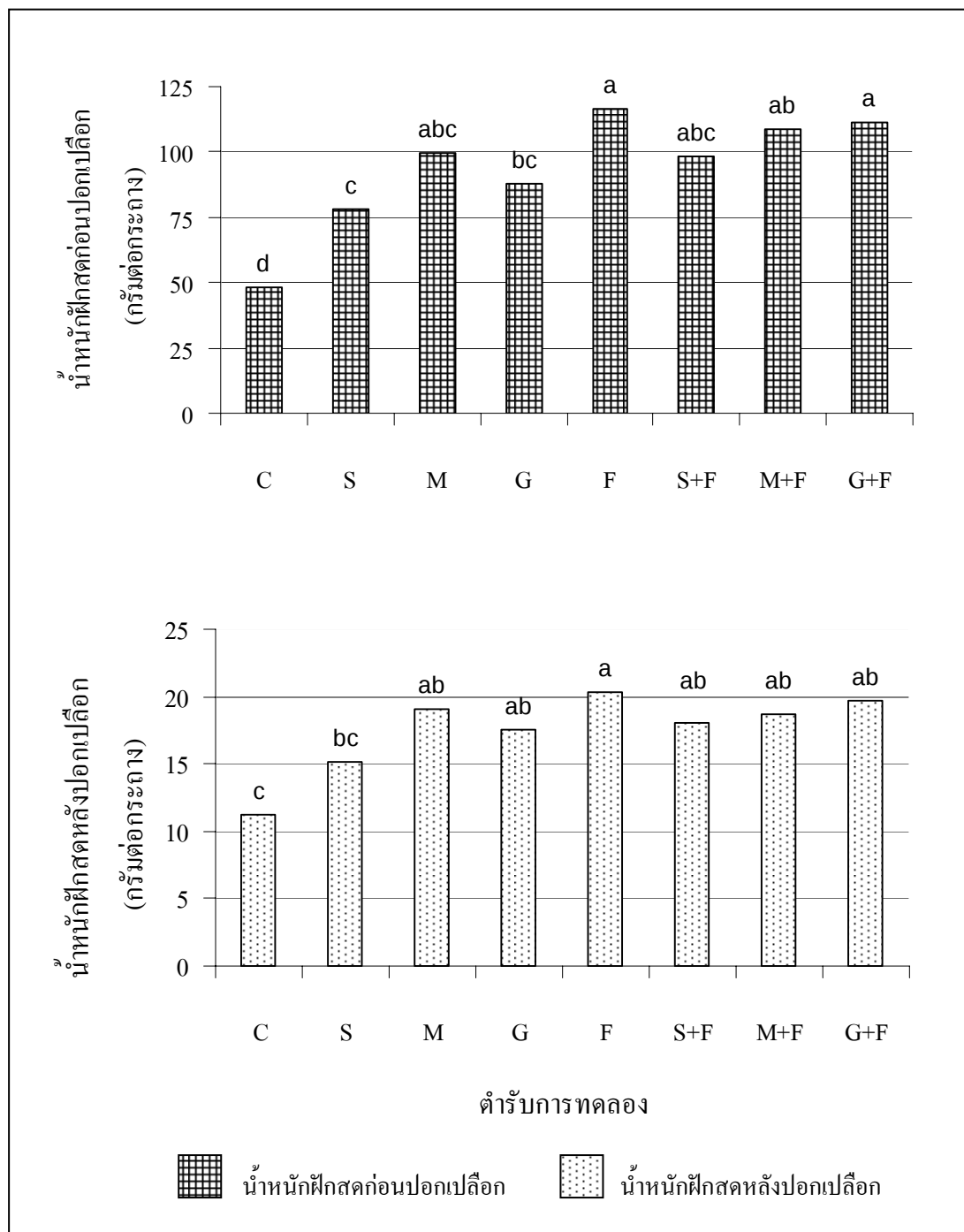
G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง

F คือ ปุ๋ยเคมี N

S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N

M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N

G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N



ภาพที่ 7 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อน้ำหนักรวมก่อนออกเปลือกและหลังออกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน

5. น้ำหนักฝักแห้งของข้าวโพดฝักอ่อน

5.1 น้ำหนักฝักแห้งก่อนปอกเปลือก

น้ำหนักฝักแห้งก่อนปอกเปลือก รวม 2 ฝัก แสดงดังตารางที่ 14 ภาพที่ 8 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนและการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนอย่างเดียว ให้น้ำหนักฝักแห้งรวม มากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน ซึ่งการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวและถั่วลิสงให้ค่าที่มากกว่าปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง

5.2 น้ำหนักฝักแห้งหลังปอกเปลือก

น้ำหนักฝักแห้งหลังปอกเปลือก รวม 2 ฝัก แสดงดังตารางที่ 14 และภาพที่ 8 พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนและการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนอย่างเดียวให้ค่าไม่แตกต่างทางสถิติ แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ให้ค่าที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน

ตารางที่ 14 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อน้ำหนักฝักแห้งรวมก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน

ดำรับการทดลอง	น้ำหนักฝักแห้งรวม (กรัมต่อกระถาง)	
	ก่อนปอกเปลือก ^{1/}	หลังปอกเปลือก ^{1/}
C	6.32 c	1.23 b
S	10.53 b	1.71 a
M	12.88 ab	2.02 a
G	11.95 ab	1.88 a
F	14.44 a	2.13 a
S+F	12.39 ab	1.96 a
M+F	13.59 a	1.97 a
G+F	14.25 a	2.04 a
F-test	**	*
CV (%)	15.5	17.5

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N

S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง

M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว

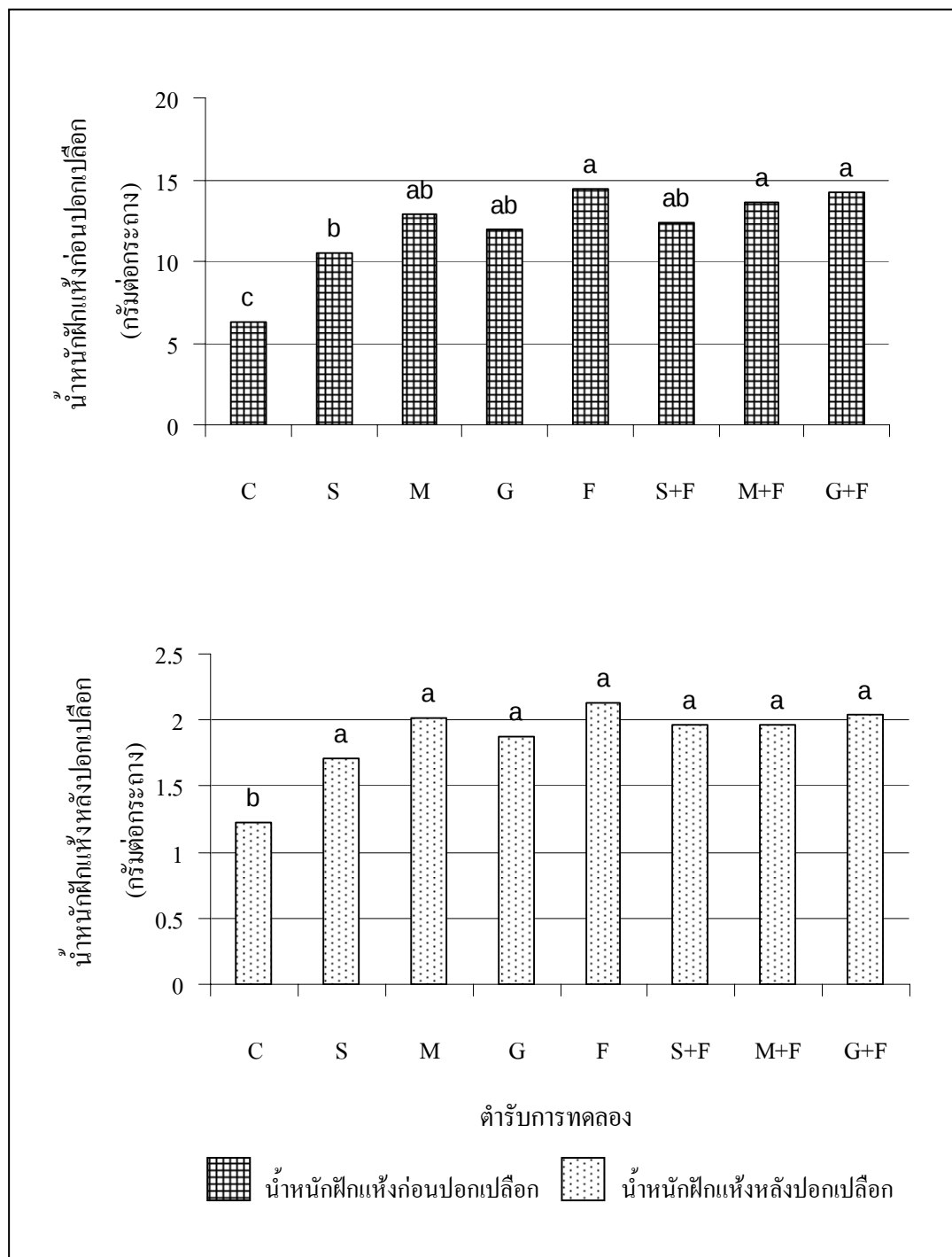
G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง

F คือ ปุ๋ยเคมี N

S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N

M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N

G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N



ภาพที่ 8 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน และปุ๋ยเคมีไนโตรเจน
ต่อน้ำหนักรวมก่อนพอกเปลือกและหลังพอกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน

ธาตุอาหารไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน

1. ความเข้มข้นของไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน

ผลจากการใช้ปุ๋ยพืชสด และหรือปุ๋ยเคมีในโตรเจนต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนของตอซังข้าวโพดฝักอ่อน แสดงดังตารางที่ 15 พบว่า ความเข้มข้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยข้าวโพดฝักอ่อนที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียว ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนและปุ๋ยเคมีในโตรเจนอย่างเดียวให้ค่าสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน ซึ่งการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนอย่างเดียวให้ค่าที่สูงกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียว

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนฝักของข้าวโพดฝักอ่อนที่เป็นผลมาจากดำรับการทดลองต่างๆ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงตารางที่ 15 กลุ่มดำรับการทดลองที่ให้ค่าวิเคราะห์ดังกล่าวสูงกว่า คือ การใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนและการใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มดำรับการทดลองที่ใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิดแต่เพียงอย่างเดียว และดำรับการทดลองที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน

ตารางที่ 15 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน

ดำรับการทดลอง	ความเข้มข้นไนโตรเจน (%)	
	ตอซัง ^{1/}	ฝัก ^{1/}
C	0.56 d	1.33 c
S	1.27 cd	1.44 bc
M	1.35 c	1.64 b
G	1.11 cd	1.54 bc
F	1.95 ab	2.07 a
S+F	2.25 a	2.03 a
M+F	2.10 ab	2.10 a
G+F	1.78 b	2.17 a
F-test	**	**
CV (%)	17.6	7.7

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่
ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N

S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง

M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว

G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง

F คือ ปุ๋ยเคมี N

S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N

M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N

G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N

2. ปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวโพดฝักอ่อน

ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดและหรือปุ๋ยเคมีในโตรเจน ที่มีต่อปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวโพดฝักอ่อนและสะสมอยู่ในส่วนของตอซัง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 16 โดยการใช้น้ำปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนหรือการใช้น้ำปุ๋ยเคมีในโตรเจนแต่เพียงอย่างเดียว ทำให้การดูดใช้ในโตรเจนมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาได้แก่ การใช้ปุ๋ยพืชสดแต่เพียงอย่างเดียว ขณะที่การไม่ใช้ทั้งปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจนให้ผลต่ำที่สุด

เมื่อพิจารณาในส่วนของฝัก แสดงดังตารางที่ 16 พบว่า ปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวโพดฝักอ่อนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งให้ผลในทางเดียวกับในส่วนตอซัง โดยการใช้น้ำปุ๋ยเคมีในโตรเจนเพียงอย่างเดียวหรือการใช้น้ำปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนมีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนในฝักปริมาณมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้น้ำปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว ส่วนการไม่ใช้ทั้งปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจนให้ผลต่ำที่สุดเช่นเดียวกัน

สำหรับปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนรวมทั้งหมดของข้าวโพดฝักอ่อน ดังตารางที่ 16 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งสภาพที่มีการใช้น้ำปุ๋ยพืชสดและหรือปุ๋ยเคมีในโตรเจน ให้ผลดีกว่าการไม่ใช้น้ำปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน โดยการใช้น้ำปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนจะให้ค่าการดูดใช้ในโตรเจนที่มากกว่าการใช้น้ำปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ การใช้น้ำปุ๋ยพืชสดล้วนหรือปุ๋ยพืชสดล้วนให้ผลดีกว่าการใช้น้ำปุ๋ยพืชสดล้วนเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 16 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน
ต่อปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวโพดฝักอ่อน

คำรับการทดลอง	ปริมาณการดูดใช้ในโตรเจน (มิลลิกรัมต่อกระถาง)		
	ตอซัง ^{1/}	ฝัก ^{1/}	รวมทั้งหมด ^{1/}
C	346 e	84 e	430 e
S	662 d	150 d	812 d
M	879 cd	209 c	1,089 cd
G	680 d	181 cd	862 d
F	1,502 a	299 a	1,802 a
S+F	1,143 bc	250 b	1,394 bc
M+F	1,396 ab	284 ab	1,681 ab
G+F	1,333 ab	309 a	1,642 ab
F-test	**	**	**
CV (%)	21.3	12.6	18.4

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N

S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง

M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว

G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง

F คือ ปุ๋ยเคมี N

S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N

M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N

G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในดินหลังสับกลบพืชปุ๋ยสดกับผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน และไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนในดิน หลังจากสับกลบพืชปุ๋ยสดแล้วเหลือ หัวเขียว และหัวสีง (ก่อนการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน) โดยใช้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน และปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดิน กับผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน คือ น้ำหนักสดในส่วนของฝัก ต่อชั่ง และฝักรวมต่อชั่ง น้ำหนักแห้งในส่วนของฝัก ต่อชั่ง และฝักรวมต่อชั่ง และปริมาณการดูดใช้ใน ไตรเจนในฝัก ต่อชั่ง และฝักรวมต่อชั่ง โดยหา สหสัมพันธ์กันในเฉพาะดำรับการทดลองที่ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีใน ไตรเจน ใช้ปุ๋ยพืชสดแล้ว เหลือ หัวเขียว และหัวสีงแล้วสีงเท่านั้น (ดำรับการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4) ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน และไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน แสดงดัง ตารางที่ 17 และภาพที่ 9 พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีสหสัมพันธ์ทางสถิติกับน้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือก $r = 0.61^*$ น้ำหนักสดฝักรวมต่อชั่ง $r = 0.52^*$ น้ำหนักฝักแห้งก่อนปอกเปลือก $r = 0.53^*$ และพบว่า มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณการดูดใช้ใน ไตรเจนทั้งใน ฝัก ต่อชั่ง และฝักรวมต่อชั่งในข้าวโพดฝักอ่อน เป็น $r = 0.59^*$, $r = 0.63^{**}$ และ $r = 0.63^{**}$ ตามลำดับ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินกับผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน และไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน

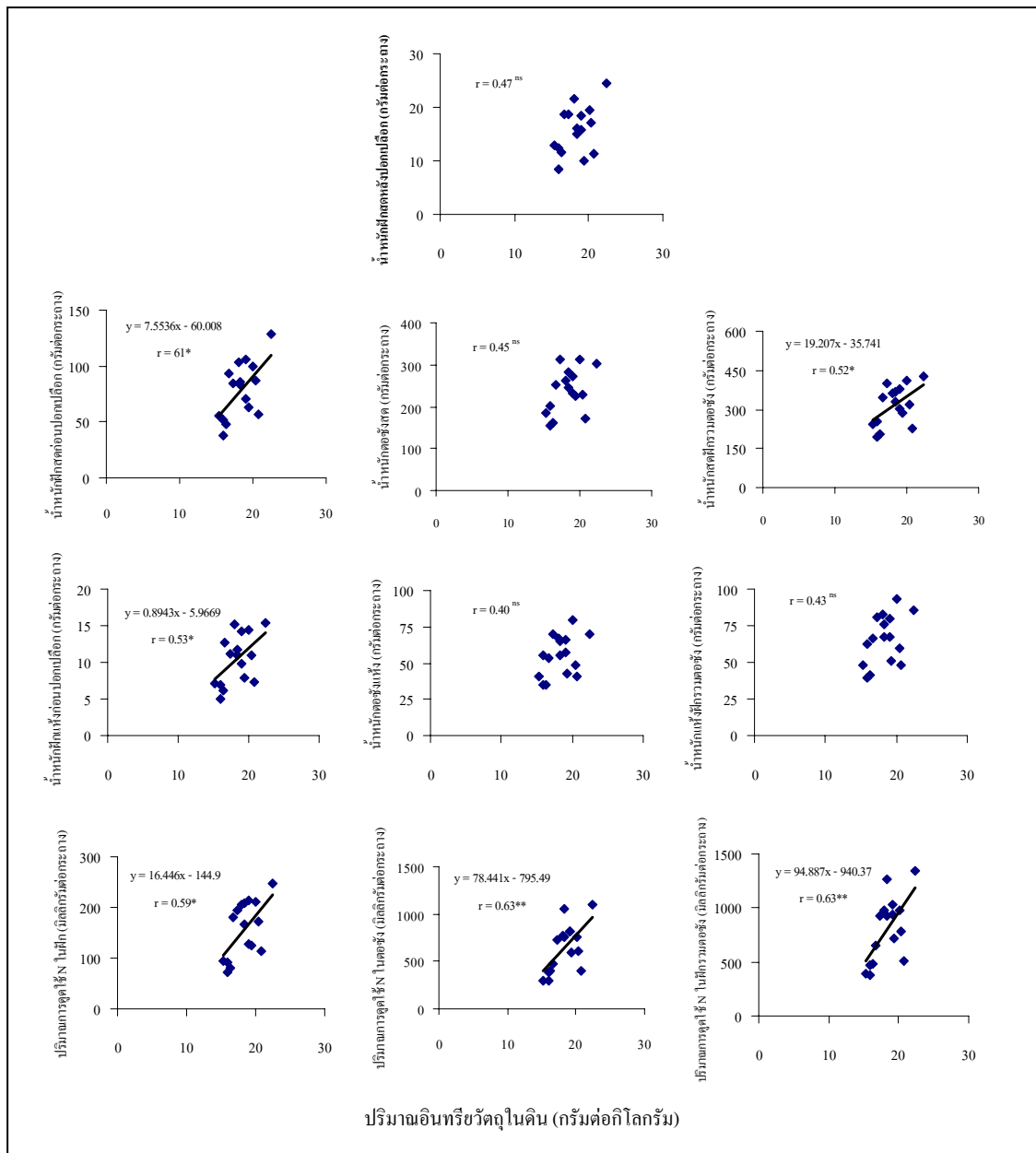
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ได้จากการใช้ปุ๋ยพืชสดมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน ดังตารางที่ 17 และภาพที่ 10 พบว่า มีสหสัมพันธ์กับน้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือก $r = 0.60^*$ น้ำหนักต่อชั่งสด $r = 0.53^*$ น้ำหนักสดฝักรวมต่อชั่ง $r = 0.56^*$ และน้ำหนักฝักแห้งก่อนปอกเปลือก $r = 0.55^*$ ส่วนปริมาณการดูดใช้ใน ไตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน พบว่า มี สหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในส่วนส่วนของฝัก ต่อชั่ง และฝักรวมต่อชั่ง $r = 0.64^{**}$, $r = 0.59^*$ และ $r = 0.62^{**}$ ตามลำดับ

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดิน ($\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{NO}_3^- - \text{N}$) กับผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนและไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน

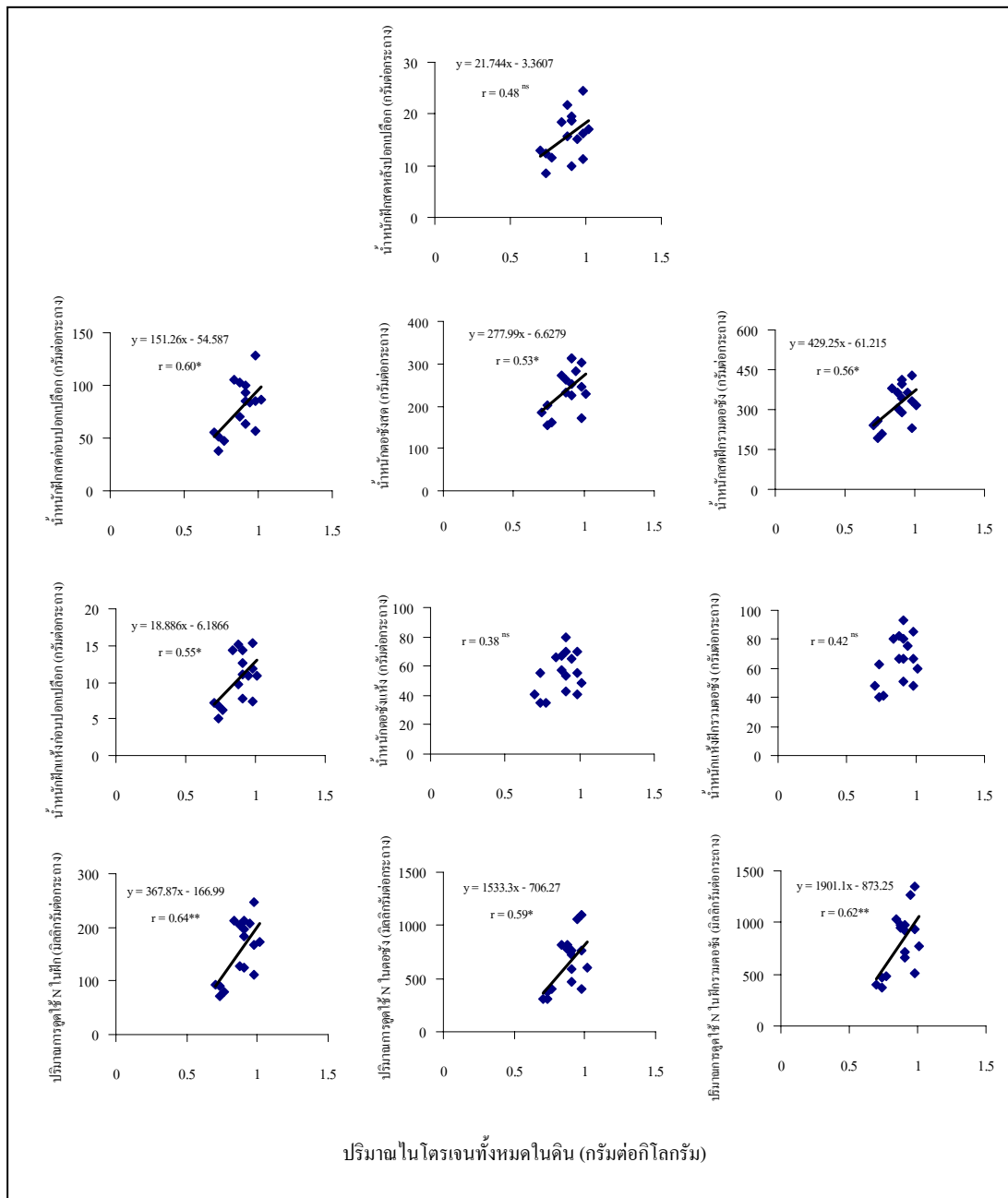
ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนมีสหสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดิน แสดงดังตารางที่ 17 และภาพที่ 11 พบว่า ปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดิน มีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก $r = 0.61^*$ มีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับน้ำหนักสดทั้งในฝัก ต่อซัง และฝักรวมต่อซัง $r = 0.66^{**}$, $r = 0.62^{**}$ และ $r = 0.65^{**}$ ตามลำดับ และมีสหสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งในส่วนฝัก ต่อซัง และฝักรวมต่อซัง คือ $r = 0.63^{**}$, $r = 0.63^{**}$ และ $r = 0.65^{**}$ ตามลำดับ ส่วนปริมาณการดูดใช้ในโตรเจน พบว่า มีสหสัมพันธ์กันทางสถิติกับปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนในฝัก ต่อซัง และฝักรวมต่อซัง $r = 0.71^{**}$, $r = 0.50^*$ และ $r = 0.55^*$ ตามลำดับ

ตารางที่ 17 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในดินกับผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน
และปริมาณไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน

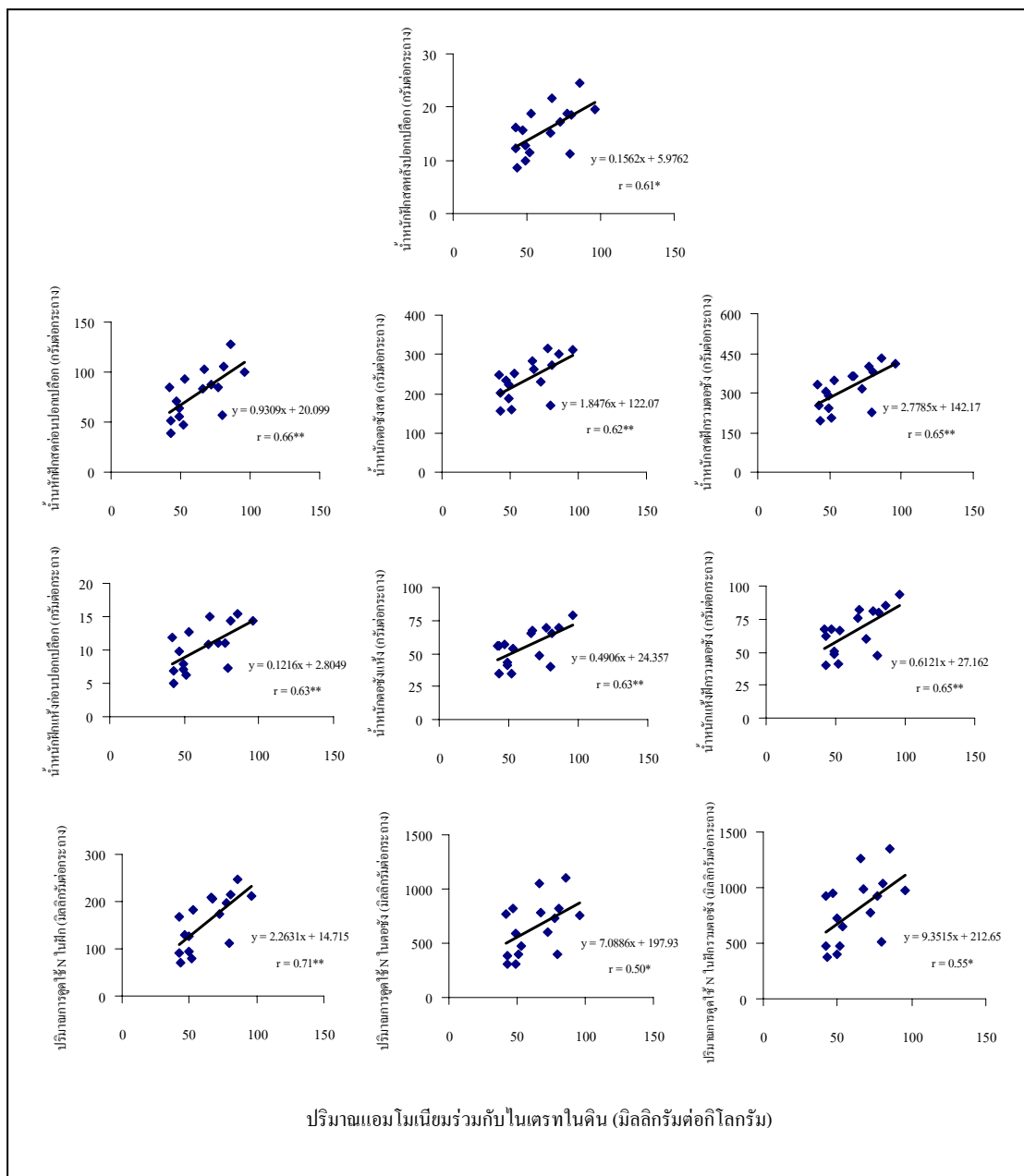
ผลผลิตและปริมาณการดูดใช้ N ของข้าวโพดฝักอ่อน	ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ	ปริมาณ N ทั้งหมดในดิน	ปริมาณแอมโมเนียม รวมกับไนเตรตในดิน
น้ำหนักฝักสดหลังปอกเปลือก	0.47 ^{ns}	0.48 ^{ns}	0.61*
น้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือก	0.61*	0.60*	0.66**
น้ำหนักตอซังสด	0.45 ^{ns}	0.53*	0.62**
น้ำหนักสดทั้งหมด	0.52*	0.56*	0.65**
(ฝักรวมตอซัง)			
น้ำหนักฝักแห้งก่อนปอกเปลือก	0.53*	0.55*	0.63**
น้ำหนักตอซังแห้ง	0.40 ^{ns}	0.38 ^{ns}	0.63**
น้ำหนักแห้งทั้งหมด	0.43 ^{ns}	0.42 ^{ns}	0.65**
(ฝักรวมตอซัง)			
ปริมาณการดูดใช้ N ในฝัก	0.59*	0.64**	0.71**
ปริมาณการดูดใช้ N ในตอซัง	0.63**	0.59*	0.50*
ปริมาณการดูดใช้ N ทั้งหมด	0.63**	0.62**	0.55*
(ฝักรวมตอซัง)			



ภาพที่ 9 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังสับกลบพืชปุ๋ยสดกับผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนในส่วนต่างๆ



ภาพที่ 10 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังสับกลบพืชปุ๋ยสดกับ
ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนในส่วนต่างๆ



ภาพที่ 11 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอมโมเนียมร่วมกับไนโตรเจนในดินหลังสับกลบพืชปุ๋ยสดกับผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนในส่วนต่างๆ

วิจารณ์

พืชปุ๋ยสด

1. น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของพืชปุ๋ยสด

ในการปลูกพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ครั้ง พบว่า ถั่วเขียวให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมดสูงที่สุด เนื่องจากถั่วเขียวมีการงอกและเจริญเติบโตดี ใบใหญ่แข็งแรง จึงทำให้มีการสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งได้สูงสุด ขณะที่ถั่วลิสงและถั่วเหลืองให้น้ำหนักที่น้อยกว่าถั่วเขียว โดยถั่วลิสงจะมีน้ำหนักสดสูงกว่าถั่วเหลืองแต่น้ำหนักแห้งที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากถั่วลิสงเป็นพืชที่อวบน้ำมากกว่าถั่วเหลือง รวมทั้งถั่วเหลืองมีลักษณะต้นทอดยอดและไม่อวบน้ำจึงมีการสะสมมวลชีวภาพได้ดีกว่า นอกจากนี้ อาจเนื่องมาจากกระบวนการตรึงไนโตรเจน โดยแบคทีเรียไรโซเบียม ซึ่งมีผลต่อการได้รับธาตุไนโตรเจนที่มีผลต่อการสะสมน้ำหนักของถั่วได้ (นันทกร และคณะ, 2536)

2. ธาตุไนโตรเจนและปริมาณการสะสมไนโตรเจนในพืชปุ๋ยสด

ผลการทดลองพบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสงของการปลูกทั้ง 3 ครั้ง มีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบที่ใกล้เคียงกัน คือมีค่าอยู่ระหว่าง 2.16-2.97 เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้เมื่อนำปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในพืชปุ๋ยสด มาคำนวณเป็นปริมาณการสะสมไนโตรเจนในพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด จากการทดลองพบว่า การปลูกถั่วทั้ง 3 ครั้ง ถั่วเขียวและถั่วลิสง จะมีการสะสมไนโตรเจนรวมทั้งหมดสูงสุดและใกล้เคียงกัน โดยถั่วเขียวมีการสะสมไนโตรเจนมากกว่าถั่วลิสง คือ 3.42 และ 3.12 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ ตามด้วยถั่วเหลืองที่มีการสะสมไนโตรเจนต่ำที่สุด คือ 2.70 กรัมต่อกระถาง เนื่องจากการสะสมไนโตรเจนในพืชปุ๋ยสดนั้น มีผลจากปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในพืชปุ๋ยสดกับน้ำหนักแห้งของพืชปุ๋ยสด Schmitt *et al.* (2001) ได้พบว่า ทั้งน้ำหนักแห้งและไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบในพืชจะมีผลต่อปริมาณการสะสมไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่ว ซึ่งจากการทดลองเห็นได้ว่า พืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบใกล้เคียงกัน โดยถั่วลิสงมีแนวโน้มว่ามีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงกว่าถั่วเขียว แต่ถั่วเขียวมีน้ำหนักแห้งที่สูงกว่าอย่างเด่นชัด จึงทำให้การสะสม

ไนโตรเจนในถั่วเขียวสูงกว่าถั่วลิสง ทำนองเดียวกับ สมพร และคณะ (2550) ได้พบว่า น้ำหนักแห้งของถั่วปุยพืชสดมากก็จะทำให้มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนสูงขึ้นด้วย

3. กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของพืชปุยสด

จากการทดลอง พบว่า การปลูกพืชปุยสดทั้ง 3 ชนิด มีกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียไรโซเบียมที่คลุกไปกับเมล็ดตอนปลูก ทำการวัดกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนในการปลูกถั่วครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 โดยกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของพืชปุยสดทั้ง 3 ชนิดนั้นจะใกล้เคียงกัน ซึ่งการปลูกพืชปุยสดในครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 นั้นมีค่ากิจกรรมการตรึงไนโตรเจนที่แตกต่างกัน โดยในครั้งที่ 3 มีค่ากิจกรรมการตรึงไนโตรเจนที่สูงกว่าครั้งที่ 2 5-6 เท่า ทั้งนี้เป็นผลมาจากเชื้อไรโซเบียมที่นำมาใช้ในทุก 2 ครั้ง มาจากคนละแหล่งกัน โดยครั้งที่ 2 เป็นเชื้อไรโซเบียมจากโรงงานผลิตเพื่อจำหน่ายทั่วไป ส่วนครั้งที่ 3 เป็นเชื้อไรโซเบียมที่ได้จากการเตรียมโดยตรงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะมีจำนวนเชื้อไรโซเบียมอยู่ในปริมาณที่มากกว่าและมีประสิทธิภาพดีกว่า รวมถึงจำนวนต้นที่ปลูกมีปริมาณน้อยกว่าจึงทำให้การปลูกถั่วในครั้งที่ 3 มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนได้ดีกว่าในการปลูกถั่วครั้งที่ 2 โดยการปลูกถั่วครั้งที่ 2 นั้นมีกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งถั่วลิสงสามารถตรึงไนโตรเจนได้สูงสุด เช่นเดียวกับอานัฐ (2528) และศุภมาส (2529) ที่พบว่า ถั่วลิสงสามารถตรึงไนโตรเจนได้สูงสุดเมื่อเทียบกับถั่วเขียวและถั่วเหลือง ตามลำดับ ส่วนการปลูกในครั้งที่ 3 พบว่าการตรึงไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าถั่วเขียวจะมีค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ถั่วลิสงและถั่วเหลือง ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเขียวมีการสะสมน้ำหนักทั้งในส่วนต้นและส่วนราก (ตารางผนวกที่ 1 และ 2) สูงที่สุดจึงน่าจะมีผลทำให้มีการสร้างปมรากและมีศักยภาพการตรึงไนโตรเจนได้สูง ซึ่งสอดคล้องกับนันทกร และคณะ (2536) ที่กล่าวว่า การตรึงไนโตรเจนที่ดีขึ้นอยู่กับน้ำหนักแห้งของถั่ว

ผลของปุยพืชสดต่อคุณสมบัติบางประการของดิน

ผลการทดลองใช้ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสงเป็นปุ๋ยพืชสดกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด ที่มีต่อสมบัติบางประการของดิน สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

การใช้ปุ๋ยพืชสดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มมากขึ้นกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด เนื่องจากการสลายตัวของเศษซากชิ้นส่วนของพืชปุ๋ยสด ซึ่งจากการทดลอง พบว่ามีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างน้ำหนักแห้งของพืชปุ๋ยสดกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน แสดงดังภาพที่ 1 โดยสอดคล้องกับพินิจ (2534) อรพินท์ (2541) และประสิทธิ์ (2545) ที่ศึกษาผลตกค้างจากการปลูกพืชตระกูลถั่ว แล้วพบว่าช่วยให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มสูงขึ้น และจากการทดลองหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิดนั้น แสดงดังตารางที่ 18 พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวสามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินได้สูงสุด คือ เพิ่มขึ้น 22.43 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงและถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้น 15.86 และ 12.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด ทั้งนี้เนื่องจากถั่วเขียว มีน้ำหนักสะสมมากที่สุด ซึ่งปริมาณอินทรีย์วัตถุจะขึ้นอยู่กับปริมาณมวลชีวภาพของพืชแต่ละชนิด ขึ้นอยู่กับอายุและปริมาณเยื่อใย (fiber) ของพืชนั้นด้วย เช่นเดียวกับการทดลองของ กมลภา (2549)

2. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

จากการทดลอง พบว่า ไนโตรเจนทั้งหมดในดินเมื่อไม่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดมีค่าวิเคราะห์อยู่ในระดับต่ำ แต่เมื่อมีการใช้ปุ๋ยพืชสดทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้น จัดอยู่ในระดับปานกลาง โดยการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง สามารถเพิ่มปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินได้ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการปลูกพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด ก่อนปลูกได้มีการคลุมเชื้อไรโซเบียม จึงมีกระบวนการตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้น เนื่องจากมีปมที่รากเกิดขึ้นและสามารถวัดค่ากิจกรรมการตรึงไนโตรเจนของถั่วทั้ง 3 ชนิดได้ ดังนั้นเมื่อสับกลบดิน ใบและรากลงในดินจึงทำให้มีไนโตรเจนสะสมอยู่ในดินมากขึ้น โดยสอดคล้องกับวัลลีย์ (2542) และกมลภา (2549) ที่พบว่า หลังการสับกลบพืชปุ๋ยสดทำให้ไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวสามารถเพิ่มปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน 30.26 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถั่วเหลืองและถั่วเขียวสามารถเพิ่มขึ้น 25.00 และ 22.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด แสดงดังตารางที่ 18

3. ปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรดในดิน

ปริมาณแอมโมเนียมและปริมาณไนเตรดในดิน คือปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์โดยตรง จากการทดลองพบว่า ในดินมีปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรดเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสง ซึ่งปริมาณแอมโมเนียมและไนเตรดในดินที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวจะมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ถั่วลิสงและถั่วเหลือง ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 18 เนื่องจากเมื่อมีการสับกลบพืชปุ๋ยสดลงในดิน ถั่วทั้ง 3 ชนิดมีค่าวิเคราะห์สัดส่วนของคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจนมีค่าต่ำ (ตารางผนวกที่ 3) ทำให้เกิดการย่อยสลายได้ง่ายและเกิดการปลดปล่อยแอมโมเนียมและไนเตรดออกมาได้มาก (ชัยฤกษ์, 2536) โดยปริมาณแอมโมเนียมที่เกิดขึ้นที่ระยะ 60 วันหลังจากสับกลบนี้มีปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณไนเตรด เนื่องจาก ปริมาณแอมโมเนียมได้เปลี่ยนไปเป็นไนเตรดโดยกระบวนการ Nitrification ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของอรพินท์ (2541) ที่พบว่า หลังการไถกลบพืชปุ๋ยสดเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์มีปริมาณมากขึ้น โดยมีปริมาณไนเตรดมากกว่าปริมาณแอมโมเนียม

ตารางที่ 18 แสดงเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนในดิน เมื่อสับกลบพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด

ดำเนินการทดลอง	OM	Total N	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N+ NO ₃ ⁻ -N
	------(%)-----				
ไม่ปลูกพืชปุ๋ยสด	-	-	-	-	-
พืชปุ๋ยสดถั่วเหลือง	12.78	25.00	0.63	7.47	4.66
พืชปุ๋ยสดถั่วเขียว	22.43	30.26	48.99	70.08	66.70
พืชปุ๋ยสดถั่วลิสง	15.86	22.37	25.19	66.71	60.06

สหสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดกับไนโตรเจนในดินหลังจากสับกลบ

จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสมในพืชปุ๋ยสด (N accumulation) มีสหสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดิน ดังภาพที่ 2 โดย Hanly and Gregg (2004) อธิบายว่า เนื่องจากพืชปุ๋ยสดมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบมาก เมื่อสับกลบสามารถช่วยเพิ่มไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินให้เพิ่มมากขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะว่าการสะสมไนโตรเจนในพืชปุ๋ยสดที่มาก เป็นผลมาจากองค์ประกอบของไนโตรเจนที่มากและการสะสมน้ำหนักรากของพืชปุ๋ยสดนั้น ซึ่งจะมีผลต่อไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดิน สอดคล้องกับการ

ทดลองของ Mohammed (2005) พบว่า เมื่อมีการใช้ปุ๋ยพืชสดในอัตราที่สูงขึ้นก็จะทำให้ดินมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินสูงขึ้นตามไปด้วย

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปริมาณไนโตรเจนในดิน

จากการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณไนโตรเจนในดิน เมื่อนำมาหาสหสัมพันธ์กัน พบว่า มีสหสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณแอมโมเนียมในดิน ปริมาณไนเตรตในดิน และปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดิน แสดงดังภาพที่ 3 เนื่องจาก อินทรีย์วัตถุในดินนั้นเกิดการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้มีไนโตรเจนในดินเพิ่มปริมาณมากขึ้น เมื่อมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมาก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Suwanarit *et al.* (1995) และ Mengesha (2004) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของวิธีการต่างๆ ที่ประเมินความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน พบว่า การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณแอมโมเนียม และปริมาณไนเตรตในดิน

การเจริญเติบโต ผลผลิต และธาตุไนโตรเจนในข้าวโพดฝักอ่อน

1. การเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อน

ผลจากการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่า ข้าวโพดฝักอ่อนมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นรอบวงเพิ่มมากขึ้นกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน แสดงให้เห็นว่า ดินที่ใช้ในการทดลองมีค่าวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนจัดอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ทำให้ปุ๋ยพืชสดที่ใช้ในการทดลองมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของนิภา (2540) และประสิทธิ์ (2545) โดยการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนให้การเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เพราะปุ๋ยพืชสดมีการปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ ออกมาให้ข้าวโพดฝักอ่อน เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ ในสภาพที่ข้าวโพดฝักอ่อนได้รับปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว และปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงให้ค่าการเจริญเติบโตที่สูงกว่าการได้รับปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง เพราะถั่วเขียวและถั่วลิสงมีการสะสมน้ำหนักรากและปริมาณไนโตรเจนที่มากกว่าถั่วเหลือง เมื่อมีการย่อยสลายจึงทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของเทียนชัย (2543) พบว่า ดินข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยพืชสดที่มีการสะสมมวลชีวภาพมากกว่าจะให้ความ

สูงของต้นมากกว่าข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยพืชสดที่มีการสะสมมวลชีวภาพน้อย นอกจากนี้ข้าวโพดฝักอ่อนที่ได้รับปุ๋ยพืชสดถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากแอลลิโพาธิค (allolopathic) เป็นสารที่ปลดปล่อยออกมาจากส่วนต่างๆของถั่วโดยเฉพาะในส่วนราก โดยได้มีการทดลองถึงผลของการไถกลบถั่วเหลืองลงในดินแล้วปลูกข้าวโพดตามจะมีผลยับยั้งความสูงและน้ำหนักของต้นข้าวโพด (Sarobol and Anderson, 1992)

2. ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน

ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อมีการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจน ในส่วนน้ำหนักต่อชั่ง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจน สอดคล้องกับจักรินทร์ (2534) พบว่า ผลตกค้างของปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว ส่งผลให้น้ำหนักแห้งต่อชั่งของข้าวฟ่างสูงกว่าข้าวฟ่างที่ไม่ได้ใช้ปุ๋ยพืชสด ในส่วนผลผลิตน้ำหนักฝักสดรวมก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือก พบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน และปุ๋ยเคมีในโตรเจนให้น้ำหนักฝักสดที่มากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจนเช่นเดียวกัน ส่วนการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวและปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง มีแนวโน้มให้น้ำหนักฝักสดรวมทั้งก่อนปอกเปลือกและหลังปอกเปลือกมากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง สอดคล้องกับพินิจ (2534) ที่พบว่า ผลผลิตข้าวโพดที่ปลูกตามหลังถั่วลิสงและถั่วเขียวสูงกว่าข้าวโพดที่ปลูกตามหลังถั่วเหลือง ประกอบกับถั่วเขียวและถั่วลิสงมีการสะสมน้ำหนักแห้ง และมีกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนที่มากกว่าถั่วเหลือง จึงทำให้มีผลตกค้างถึงน้ำหนักฝักสดของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของขนาดฝักสดหลังปอกเปลือก เมื่อพิจารณาจากความยาวของฝัก ในการทดลองนี้ การใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสงทั้งที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจน และไม่ใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจน พบว่า ให้ผลเป็นไปในแนวทางเดียวกับน้ำหนักฝักสด (ตารางผนวกที่ 4) โดยทุกค่ารับการทดลองได้ฝักขนาดปานกลางเมื่อเทียบกับความยาวฝักมาตรฐานที่มีขนาดปานกลาง 7-10 เซนติเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

3. ความเข้มข้นและปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวโพดฝักอ่อน

จากผลการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิด ส่งผลทำให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในส่วนของฝักและต่อชั่งข้าวโพดฝักอ่อน มีความเข้มข้นสูงกว่าข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่ได้รับปุ๋ยพืชสด ทั้งนี้เนื่องจาก การปลูกพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด และสับกลบลงในดินนั้น ทำให้มีธาตุไนโตรเจนสะสมในดินปริมาณสูงขึ้น จึงทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีการดูดไนโตรเจนขึ้นมาสะสมไว้

ได้มากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด ซึ่งความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนของฝักจะสูงกว่าตอซัง และเมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนร่วมด้วย ทำให้ความเข้มข้นในตอซังของข้าวโพดฝักอ่อนที่ใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจนและปุ๋ยเคมีในโตรเจน มีความเข้มข้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับการทดลองของ จักรินทร์ (2534) และวัลลีย์ (2542) ที่กล่าวว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีให้กับข้าวโพดหรือข้าวฟ่างจะทำให้มีธาตุไนโตรเจนสะสมอยู่ที่ดินและผลผลิตในความเข้มข้นที่สูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยเคมี

ส่วนปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนทั้งในส่วนฝักและตอซัง พบว่า ข้าวโพดฝักอ่อนที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดจะมีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด และเมื่อใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนร่วมด้วย หรือใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจนเพียงอย่างเดียวทำให้ข้าวโพดฝักอ่อน มีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว และปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนรวมทั้งหมดคือ ตอซังรวมฝัก ก็ให้ผลในทางเดียวกัน โดยการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจน การใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีในโตรเจน มีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ การใช้ปุ๋ยพืชสดเพียงอย่างเดียว ส่วนการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในโตรเจนมีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนน้อยที่สุด เนื่องจากผลตกค้างของปุ๋ยพืชสดในดินที่มีต่อปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวโพดฝักอ่อนขึ้นไปสะสม สอดคล้องกับจักรินทร์ (2534) วัลลีย์ (2542) และกมลภา (2549)

ข้าวโพดฝักอ่อนที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวและปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงมีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง ทั้งนี้เพราะถั่วลิสงและถั่วเขียวมีการตรึงไนโตรเจนที่มากกว่าถั่วเหลืองทำให้มีการสะสมไนโตรเจนไว้ได้มาก เมื่อสับกลบถั่วจึงมีผลตกค้างของการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวและถั่วลิสงปริมาณที่มากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง ทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนเจริญเติบโตสะสมน้ำหนักแห้งมากกว่า และมีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนที่มากกว่าด้วย สอดคล้องกับการทดลอง Phoomthaisong *et al.* (2003) พบว่า การเจริญเติบโตของข้าวโพดหลังจากมีการใช้ปุ๋ยพืชสดที่มีการตรึงไนโตรเจนได้มากกว่าและมีน้ำหนักรากแห้งมากกว่า ทำให้การสะสมน้ำหนักรากแห้งและการดูดใช้ในโตรเจนทั้งหมดของข้าวโพดสูงกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดที่มีการตรึงไนโตรเจนและสะสมน้ำหนักรากแห้งน้อยกว่า นอกจากนี้ในการทดลองข้าวโพดฝักอ่อนที่ใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลืองยังมีการเจริญเติบโตช้า และมีการสะสมน้ำหนักรากแห้งน้อย เป็นเพราะผลจากแอลลีโลพาธิคดังกล่าวมาแล้ว จึงมีผลต่อปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนของข้าวโพดฝักอ่อนด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในดินหลังสับกลบพืชปุ๋ยสดกับผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน

จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในดินกับผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังจากสับกลบพืชปุ๋ยสด มีสหสัมพันธ์กับน้ำหนักฝักสดก่อนปอกเปลือก และน้ำหนักสดฝักรวมต่อชั่ง น้ำหนักฝักแห้ง ปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนทั้งในฝัก ต่อชั่ง และทั้งหมด (ฝักรวมต่อชั่ง) ของข้าวโพดฝักอ่อน เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่เพิ่มขึ้นนั้น มาจากผลตกค้างของพืชปุ๋ยสดจึงมีผลต่อผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินก็ให้สหสัมพันธ์เช่นเดียวกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ส่วนปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดินมีสหสัมพันธ์กันทางสถิติกับน้ำหนักสดทั้งฝักก่อนปอกเปลือก หลังปอกเปลือก ต่อชั่งสด และฝักรวมต่อชั่งสด น้ำหนักแห้งทั้งในฝัก ต่อชั่งและฝักรวมต่อชั่ง รวมถึงปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนในฝัก ต่อชั่ง และฝักรวมต่อชั่งด้วย เพราะแอมโมเนียมและไนเตรตในดินเป็นรูปที่พืชสามารถดูดไปสะสมและใช้ประโยชน์ได้ง่าย ทำให้มีการเจริญเติบโตส่งผลถึงผลผลิตที่สูงด้วย คือ ถ้ามีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มมากขึ้น ก็จะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดี สอดคล้องกับการทดลองของทรงศักดิ์ (2528) ปิยะ(2535) และ Mengesha (2004) ที่พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน และปริมาณแอมโมเนียมรวมกับไนเตรตในดินมีสหสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. จากผลการทดลอง พืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง สามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสดได้ เนื่องจากมีการเจริญเติบโตค่อนข้างดี มีการสะสมธาตุไนโตรเจน เมื่อพิจารณาจากการทดลอง สรุปได้ว่าถั่วเขียวและถั่วลิสง มีปริมาณการสะสมไนโตรเจนได้สูงกว่าถั่วเหลือง โดยถั่วเขียวมีแนวโน้มการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในปริมาณมากกว่าถั่วลิสง นอกจากนี้พืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด ยังมีกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้นด้วย โดยถั่วเขียวและถั่วลิสงมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนได้ดีกว่าถั่วเหลือง

2. ผลของการสับกลบพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง ลงในชุดดินปากช่อง มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดิน คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ปริมาณแอมโมเนียม ปริมาณไนเตรตและปริมาณแอมโมเนียมรวมไนเตรตในดินเพิ่มขึ้น มากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด โดยการสับกลบพืชปุ๋ยสดถั่วเขียวและพืชปุ๋ยสดถั่วลิสงมีผลให้ปริมาณไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้นมากกว่าการสับกลบพืชปุ๋ยสดถั่วเหลือง

3. ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์แปซิฟิก 283 พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดทั้ง 3 ชนิดทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง เส้นรอบวงลำต้น น้ำหนักตอซัง และน้ำหนักฝักเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสด ในส่วนปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนในฝักและตอซังพบว่า มีปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดเช่นเดียวกัน ซึ่งการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียวและการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสงมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อน รวมถึงปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนมากกว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง

ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลดังกล่าวเป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานที่จะเป็นประโยชน์ ในการเลือกชนิดของพืชปุ๋ยสด ที่จะนำมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตให้ข้าวโพดฝักอ่อน หากจะเป็นประโยชน์และได้ข้อมูลมากกว่านี้ ต้องมีการทดสอบในภาคสนามต่อไปในอนาคต

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กมลภา วัฒนประพัฒน์. 2549. ผลของปุ๋ยพืชสดตระกูลถั่วต่อสมบัติทางเคมีและชีวภาพของดิน และผลผลิตข้าวโพดหวานในชุดดินปากช่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2: ดินบนที่ดอน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เอกสารวิชาการ ข้าวโพดฝักสด. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. 2534. ผลของการใช้ปุ๋ย NPK ปุ๋ยพืชสด และวัสดุอินทรีย์ที่มีต่อมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินยโสธร, น. 161-172 ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29 สาขาพืช, 4-7 กุมภาพันธ์ 2534. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการกำหนดมาตรการและจัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำและการจัดการดิน. 2540. พืชตระกูลถั่วเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จักรินทร์ ศรีท้าวพร. 2534. การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในระบบการปลูกพืชข้าวฟ่างกับถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตติมา ขณานุรักษ์. 2535. ผลของระยะปลูกและปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตของพืช การตรึงไนโตรเจนของถั่วลิสง และการถ่ายทอดไนโตรเจนจากถั่วให้กับข้าวโพดในระบบการปลูกพืชแซม ข้าวโพด-ถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย มาลา. 2546. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์**. พิมพ์ครั้งที่ 1
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทรงศักดิ์ ไชโย. 2528. **ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ไนโตรเจนในดินโดยวิธีเคมีต่างๆ กับ
การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณไนโตรเจนที่ต้นข้าวโพดดูดจากดินชนิดต่างๆ.**
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์
ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เทียนชัย สุวรรณเวช. 2543. **การศึกษาวิธีการปลูกและการใช้ปุ๋ยสำหรับปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มผลผลิต
ข้าวโพด**. วารสารดินและปุ๋ย 22(3) : 130-138.

นันทกร บุญเกิด, ปรีชา วดีศิริศักดิ์, อัจฉรา นันทกิจ, เสธฐา ศิริพันธ์ และ Toshifumi Murakami.
2536. **การใช้เทคนิคทางด้านนิวเคลียร์และวิธีการอื่นๆ เพื่อการคัดเลือกถั่วเขียวและเชื้อไร
โซเบียม เพื่อการตรึงไนโตรเจนและเพิ่มผลผลิตถั่วเขียว**. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 27:
162-176.

นิภา เลขสุนทรากกร. 2540. **ผลของการปลูกถั่วลิสง และถั่วปุ๋ยพืชสดแซมข้าวโพดต่อผลผลิต
ข้าวโพด และสมบัติของดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2532. **คู่มือวิจัยภาคสนาม: วิธีวัดการตรึงไนโตรเจนในถั่ว**. แปลและเรียบ
เรียงจาก Peoples, M.B., A.W. Faizah, B. Rerkasem and D.F. Herridge. 1989. **Methods
for Evaluating Nitrogen Fixation by Nodulated Legumes in the Field**. Australian
Centre for International Agricultural Research. Canberra, Australia.

ประชา นาคะประเวช และ ปรัชญา รัชญาดี. 2535. **พืชปุ๋ยสดบำรุงดิน**. กลุ่มอินทรีย์วัตถุและ
วัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,
กรุงเทพฯ.

ประหา นาคะประเวช, รัชมน ภัสราเอียงยงค์ และ กมลภา วัฒนประพัฒน์. 2545. ปุ๋ยพืชสด, น. 113-128. ใน คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

ประพุดิ พรหมสมบุญ. 2535. ผลการใช้ปุ๋ยอัตราต่ำกับข้าวโพดที่มีต่อการตรึงไนโตรเจนของ ถั่วเหลืองในระบบการปลูกพืชร่วม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์ ชุตินุเดช. 2545. การเพิ่มผลผลิตข้าวโพดฝักอ่อนโดยใช้ปุ๋ยพืชสด. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 24(3): 381-390.

ประเสริฐ สองเมือง. 2543. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ปรีชา พรหมณีย์, อรรถสิทธิ์ บุญธรรม, จักรินทร์ ศรีทราพร และ จักรานพคุณ ทองใหญ่, มล. 2536. การศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีก่อนการปลูกอ้อย เพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อย, น. 238-247. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2535. สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินโดยวิธี เคมีต่างๆ กับการเจริญเติบโต ผลผลิต ปริมาณการดูดใช้ในไนโตรเจนและการตอบสนองต่อ ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พินิจ ดำรงเลาหพันธ์. 2534. ผลตกค้างของธาตุอาหารพืชจากการปลูกพืชตระกูลถั่วกับข้าวโพดใน ระบบการปลูกพืชต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิรพงษ์ เขาวนพงษ์. 2543. การศึกษาผลตกค้างของการปลูกถั่วลิสง และถั่วปุ๋ยพืชสดแซม ข้าวโพดซ้ำ 4 ครั้งต่อสมบัติและความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. **ปุ๋ยอินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กรุงเทพฯ.

วัลลีย์ สังขารา. 2542. **การใช้ถั่วลิสงเป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิตของชุดดินห้วยโป่ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา. 2529. **จุลชีววิทยาของดินเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2541. **เอกสารคำแนะนำ พันธุ์ถั่วลิสง**. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2543. **เอกสารคำแนะนำ ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72**. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2547. **เอกสารวิชาการถั่วเหลือง**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมพร คำยศ, อภินันท์ กำเนิดรัตน์ และวิเชียร จาญพจน์. 2550. ผลผลิตมวลชีวภาพและการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของถั่วปุ๋ยพืชสดบางชนิด, น. 342-350. ใน **เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 สาขาพืช, 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2550**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ วังใน. 2541. **การตรึงไนโตรเจน : ไรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว**. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสียงแก้ว พิริยพจน์ต์, พิตยากร ลิ่มทอง, นวิวรรณ เหลืองวุฒิโรจน์, วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ และ ประชา นาคประเวช. 2532. ระยะเวลาที่เหมาะสมของการย่อยสลายหลังการไถกลบ โสนอัฟริกันและปอเทืองเพื่อปลูกถั่วเหลือง, น. 293-303. ใน **รายงานการค้นคว้าวิจัยปี พ.ศ. 2532**. ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ขอนแก่น.

- อรพินท์ สุริยพันธุ์. 2541. ผลของพืชตระกูลถั่วที่ใช้ไถกลบและตัดคลุมดินที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของธาตุไนโตรเจนในดิน. *วารสารดินและปุ๋ย* 20(1): 16-23.
- อานัฐ ตันโช. 2528. การศึกษาการเปรียบเทียบวิธีวัดปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้ โดยใช้วิธีอะเซทิลีนรีดักชัน กับวิธีที่ใช้ไนโตรเจน-15 ในถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วลิสงที่ได้รับฟอสเฟตต่างระดับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2531. หลักและวิธีการใช้ในโตรเจน-15 ในการวิจัยเกี่ยวกับดิน ปุ๋ย และพืช เล่มที่ 1. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Allison, F.E. 1973. **Soil Organic Matter and Its Role in Crop Production.** Elsevier Scientific Publ. Co., New York.
- Astier, M., J.M. Maass, J.D. Etchevers-Barra, J.J. Pena and F. de León. Gonzalez. 2006. Short-term green manure and tillage management effects on maize yield and soil quality in an Andisol. **Soil Tillage Res.** 88: 153-159.
- Bergstrom, L. and H. Kirchmann. 2004. Leaching and crop uptake of nitrogen from nitrogen-15-labeled green manures and ammonium nitrate. **J. Environ. Qual.** 33: 1786-1792.
- Blair, G., A. Conteh and R.D.B. Lefroy. 1995. Fate of Organic Matter for Nutrients in Upland Agricultural Systems , pp. 41-49. *In Soil Organic Matter Management for Sustainable Agriculture.* Australian Centre for International Agricultural Research Canberra. (ACIAR PROCEEDINGS) No. 56.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total, pp.1085-1121. *In* D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner, ed. **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.** SSSA Inc., ASA Inc., Madison, Wisconsin, USA.

- Chikowo, R., P. Mapfumo, P. Nyamugafata and K. E. Giller. 2004. Maize productivity and mineral N dynamics following different soil fertility management practices on a depleted sandy soil in Zimbabwe. **Agr. Ecosys. Environ.** 102: 119-131.
- Fabre, F. and C. Planchon. 2000. Nitrogen nutrition, yield and protein content in soybean. **Plant Sci.** 152: 51-58.
- Fischler, M., C.S. Wortmann, and B. Feil. 1999. *Crotalaria (C. ochroleuca G. Don.)* as a green manure in maize-bean cropping systems in Uganda. **Field Crops Res.** 61: 97-107.
- Gilbert, O., E. Samuel and N. Peter. 2002. Effect of cowpea organic residues and fertilizer N on soil fertility, growth and yield of upland rice. vol. II Symp. no.13 pp. 449. **In 17th World Congress of Soil Science, 14-21 August 2002.** Bangkok, Thailand.
- Giller, K.E. 2001. **Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems.** 2nd ed. CABI, New York.
- Graham, P.H. and C.P. Vance. 2000. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. **Field Crops Res.** 65(2-3): 93-106.
- Hanly, J.A. and P.E.H. Gregg. 2004. Green manure impacts on nitrogen availability to organic sweet corn (*Zea mays*). **N. Z. J. Crop Hort. Sci.** 32: 295-307.
- Hansen, A.P. 1994. **Symbiotic N₂ Fixation of Crop Legumes: Achievements and Perspectives.** Center for Agriculture in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Germany.
- Hardy, R.W.F., R.C. Burns, R.R. Hebert, R.D. Holsten and E.K. Jackson. 1971. Biological nitrogen fixation: A key to world protein. **Plant Soil, Special Volume:** 561-590.

- Hardy, R.W.F., R.C. Burns and R.S. Holsten. 1973. Applications of the acetylene-ethylene assay for measurement of nitrogen fixation. **Soil Biol. Biochem** 5: 47-81.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management**. 7th ed. Pearson Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Hunter, D.J., L.G.G. Yapa and N.V. Hue. 1997. Effect of green manure and coral lime on corn growth and chemical properties of an acid Oxisol in Western Samoa. **Biol. Fert. Soils** 24: 266-273.
- Kaizzi, C.K., H. Ssali and P.L.G. Vlek. 2006. Differential use and benefits of Velvet bean (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) and N fertilizers in maize production in contrasting agro-ecological zones of E. Uganda. **Agr. Syst.** 88: 44-60.
- Ladha, J.K., T. George and B.B. Bohlool. 1992. **Biological Nitrogen Fixation for Sustainable Agriculture**. IRRI. Los Banos, Philippines.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand**. Dept. of Land Development, Min. of Agri. And Coop., Bangkok.
- MacRae, R.J. and G.R. Mehuys. 1985. The effect of green manuring on the physical properties of temperate-area soils. **Adv. Soil Sci.** 3: 71-94.
- Mandal, U.K., G. Singh, U.S. Victor and K.L. Sharma. 2003. Green manuring: its effect on soil properties and crop growth under rice-wheat cropping system. **Europ. J. Agron.** 19: 225-237.
- Mengesha, Y.G.S. 2004. **Modeling of nitrogen and phosphorus fertilizer recommendations for maize (*Zea Mays* L.) grown on Alfisols of Northwestern Ethiopia**. Ph.D. dissertation, Kasetsart University.

- Mohammed, T.E. 2005. **Influence of soil moisture content, soil texture and quantity of plant residues applied to soils on nitrogen mineralization**. Ph.D. dissertation, Kasetsart University.
- Nakaprades, P., S. Piriyaaprin and T. Patsarayeangyong. 2002. Effect of green manure crops intercropping with corn on Korat soil series. vol. II Symp. no. 13. pp. 445. *In* **17th World Congress of Soil Science, 14-21 August 2002**. Bangkok, Thailand.
- N' Dayegamiye, A. and Thi Sen Tran. 2001. Effects of green manures on soil organic matter and wheat yields and N nutrition. **Can. J. Soil Sci.** 81: 371-382.
- Onyango, R.M.A., T.K. Mwangi, J.M. N' geny, E. Lunzalu and J.K. Barkutwo. 2001. Effect of relaying green manure legumes on yields of intercropped maize in smallholder farms of Trans Nzoia district, Kenya, pp. 330-334. *In* **Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference, 11th-15th February 2001**.
- People, M.B., D.F. Herridge and J.K. Ladha. 1995. Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agriculture. **Plant Soil** 174: 3-18.
- Phoomthaisong, J., B. Toomsan, V. Limpinuntana, G. Cadisch and A. Patanothai. 2003. Attributes affecting residual benefits of N₂-fixing mungbean and groundnut cultivars. **Biol. Fert. Soils** 39: 16-24.
- Prasad, P.V.V., V. Satyanarayana, V.R.K. Murthy and K.J. Boote. 2002. Maximizing yields in rice-groundnut cropping sequence through integrated nutrient management. **Field Crops Res.** 75: 9-21.
- Randhawa, P., L. Condron, D. Hong, S. Sinaj and R. McLenaghan. 2005. Effect of green manure addition on soil organic phosphorus mineralisation. **Nutri. Cycl. Agroecosys.** 73: 181-189.

- Sarobol, E. and I.C. Anderson. 1992. Improving yield of corn-soybean rotation: role of allelopathy, pp. 87-100. *In* S.J.H Rizvi and V. Rizvi, ed. **Allelopathy : Basic and applied aspects**. Chapman and Hall, London.
- Sangakkara, U.R., M. Liedgens, A. Soldati and P. Stamp. 2004. Root and shoot growth of maize (*Zea mays*) as affected by incorporation of *Crotalaria juncea* and *Tithonia diversifolia* as green manures. **J. Agron. Crop Sci.** 190: 339-346.
- Schmitt, M.A., J.P. Schmidt, G.W. Randall, J.A. Lamb, J.H. Orf and H.T. Gollany. 2001. Effect of manure on accumulation of dry matter, nitrogen and phosphorus by soybean. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 32: 1931-1941.
- Schubert, K.R. and H.J. Evans. 1976. Hydrogen evolution: a major factor affecting the efficiency of nitrogen fixation in nodulated symbiosis. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.** 73: 1207-1211.
- Shah, Z., S.H. Shah, M.B. Peoples, G.D. Schwenke and D.F. Herridge. 2003. Crop residue and fertilizer N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fertility. **Field Crops Res.** 83: 1-11.
- Singh, G., S.K. Jalota and Y. Singh. 2006. Manuring and residue management effects on physical properties of a soil under the rice wheat system in Punjab, India. **Soil Tillage Res. (in press)**.
- Streeter, J.C. 1972. Nitrogen nutrition of field grown soybean plant. II. Seasonal variation in nitrate reductase, glutamate dehydrogenase and nitrogen constituents of plant parts. **Agron. J.** 64: 315-319.
- Suwanarit, A., P. Chalermglin and J. Rungchung. 1995. Equations for calculating N fertilizer rates for maize from soil analysis. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 29: 347-357.

- Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity, pp. 475-490. *In* D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner, ed. **Method of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods**. SSSA Inc., ASA Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-38.
- Yusran, F.H., A.W. Rate and L.K. Abbott 2002. Transformation of organic matter in Ultisols. vol. I Symp. no 05, pp. 185. *In* **Proceedings of the 17th World Congress of Soil Science, 14-21 August 2002**. Bangkok, Thailand.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักรากสดของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ในการปลูก 3 ครั้ง

ชนิดพืชปุ๋ยสด	น้ำหนักรากสด (กรัมต่อกระถาง)			รวม
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ถั่วเหลือง	21.33 b	9.57 b	13.15 b	44.05
ถั่วเขียว	31.61 a	19.73 a	17.42 a	68.76
ถั่วลิสง	19.52 b	10.51 b	9.18 c	39.21
F-test	**	**	**	
CV (%)	22.0	17.5	22.3	

ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนักรากแห้งของพืชปุ๋ยสด 3 ชนิด ในการปลูก 3 ครั้ง

ชนิดพืชปุ๋ยสด	น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อกระถาง)			รวม
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
ถั่วเหลือง	7.07 a	3.21 b	3.36 b	13.64
ถั่วเขียว	7.94 a	9.92 a	4.40 a	22.26
ถั่วลิสง	4.88 b	2.42 b	2.17 c	9.47
F-test	**	**	**	
CV (%)	21.3	15.2	20.5	

ตารางผนวกที่ 3 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของพืชปุ๋ยสด

ชนิดพืชปุ๋ยสด	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	เฉลี่ย
ถั่วเหลือง	13.50	14.86	15.71	15.17	14.81
ถั่วเขียว	15.74	12.42	12.34	13.77	13.57
ถั่วลิสง	11.06	10.92	9.94	10.66	10.65

ตารางผนวกที่ 4 ผลของการใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน และปุ๋ยเคมีไนโตรเจน
ต่อความยาวฝักสดหลังปอกเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน

ตำรับการทดลอง	ความยาวฝักสดหลังปอกเปลือก (เซนติเมตรต่อฝัก)	
	ฝักที่ 1 ^u	ฝักที่ 2 ^u
C	7.57 c	6.50 c
S	9.50 ab	7.98 b
M	9.63 ab	9.52 a
G	9.07 b	9.13 a
F	10.50 a	10.20 a
S+F	9.60 ab	9.50 a
M+F	9.93 ab	9.43 a
G+F	10.13 ab	10.03 a
F-test	**	**
CV (%)	7.0	8.4

หมายเหตุ ** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์
^{ns} ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
^u ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์โดยวิธี DMRT

C คือ ไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดและไม่ใช้ปุ๋ยเคมี N
S คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง
M คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว
G คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง
F คือ ปุ๋ยเคมี N
S+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเหลือง+ปุ๋ยเคมี N
M+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วเขียว+ปุ๋ยเคมี N
G+F คือ ปุ๋ยพืชสดถั่วลิสง+ปุ๋ยเคมี N

ตารางผนวกที่ 5 ข้อจำกัดของสมบัติทางเคมีที่ใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน
(Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

1. ปฏิกริยาดิน (Soils reation), pH (ดินต่อน้ำ = 1:1)

ระดับ (rating)		พิสัย (range)
กรดจัดมาก	Extremely acid	< 4.5
กรดจัด	Very strong acid	4.5-5.0
กรดแก่	Strongly acid	5.1-5.5
กรดปานกลาง	Moderately acid	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย	Slightly acid	6.1-6.5
กลาง	Neutral	6.6-7.3
ด่างอ่อน	Mildly alkaline	7.4-7.8
ด่างปานกลาง	Moderately alkaline	7.9-8.4
ด่างแก่	Strong alkaline	8.5-9.0
ด่างจัด	Extremely 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

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

6. ค่าที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable base) (NH_4OAc)

ระดับ (rating)	พิสัย (range) (cmol (c+) 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 (Moderately)
	MH = ค่อนข้างสูง (Moderately high)
	H = สูง (High)
	VH = สูงมาก (Very high)

ตารางผนวกที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลง non SI unit เป็น SI unit

Quantity	SI unit	Conversion equation
Electrical conductivity	dS m ⁻¹	1 mS/cm = dS m ⁻¹ 1 μ / 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	1 ppb = 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	1 ppb = 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
Rate, Yield	kg ha ⁻¹	1 kg/10a = 10 kg ha ⁻¹
	Mg ha ⁻¹	1t/10a = 10 Mg ha ⁻¹

ประวัติการศึกษา

ชื่อ –นามสกุล

นางสาวณัฐา เสงเจริญ

วัน เดือน ปี ที่เกิด

วันที่ 16 มีนาคม 2526

สถานที่เกิด

อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี

ประวัติการศึกษา

วท.บ. (เคมีเกษตร)