ระบบการปลูกพืชแบบตามและแบบแซมที่มีทานตะวันเป็นพืชหลัก

นายกิตติ ศรีสะอาด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2545

ISBN……………………..

Sequential Cropping and Intercropping in Sunflower-Based Cropping System

Mr. Kitti Srisa-ad

This Thesis is Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Crop Production Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2002

ISBN……………………

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ระบบการปลูกพืชแบบตามและแบบแซมที่มีทานตะวันเป็นพืชหลัก

สภามหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

....
(อาจารย์ ดร. โสภณ วงศ์แก้ว)
ประธานกรรมการ

....
(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ)
อาจารย์ที่ปรึกษา

....
(ศาสตราจารย์ ดร. อารีย์ วรัญญูวัฒก์)
กรรมการ

....
(อาจารย์ ดร. ปิยะดา ทิพยผ่อง)
กรรมการ

....
(อาจารย์ ดร. วิริยะ ลิมปินันทน์)
กรรมการ

....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิช จิตรสมบูรณ์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กนก ผลารักษ์)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

กิตติ ศรีสะอาด : ระบบการปลูกพืชแบบตามและแบบแซมที่มีทานตะวันเป็นพืชหลัก (SEQUENTIAL CROPPING AND INTERCROPPING IN SUNFLOWER-BASED CROPPING SYSTEM)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ศ. ดร. ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 67 หน้า ISBN 974-533-201-1

ทำการทดลองสามการทดลองในปี 2542 – 2545 เพื่อศึกษาผลของระบบการปลูกพืชแบบตามและแบบแซมที่มีทานตะวันเป็นพืชหลัก **การทดลองที่หนึ่ง** ศึกษาผลของการปลูกทานตะวันแซมด้วยข้าวโพดและถั่วเขียว ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ และสัดส่วนการปลูกต่าง ๆ ผลปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่ออัตราส่วนพื้นที่สมมูล (Land Equivalent Ratio : LER) โดยแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ค่า LER เฉลี่ย 1.19 ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6 และ 12 กก./ไร่ การปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว ให้ค่า LER สูงกว่าแซมด้วยข้าวโพด คือให้ LER 1.11 และ 1.01 ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราส่วนทานตะวัน : ถั่วเขียว 50 : 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ค่า LER สูงสุด คือ 1.41 **การทดลองที่สอง** ได้ทำการทดลองปลูกพืชแบบตามเพื่อศึกษาผลผลิตและลักษณะอื่นๆ ของทานตะวัน เมื่อปลูกตามทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง โดยใช้ปุ๋ยตกค้างจากพืชแรกที่มีการใส่ปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ ทดสอบสองพื้นที่ ในการทดลองที่ 1 พบว่า ทานตะวันที่ปลูกตามหลังถั่วเหลืองให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ปลูกตามข้าวโพด ทานตะวัน ตามลำดับ ในขณะการทดลองที่ 2 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลของการใส่ปุ๋ยในแต่ละพืชนำทุกการทดลอง แสดงให้เห็นว่า ทานตะวันจากแปลงพืชนำที่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงพืชนำที่ไม่ใส่ปุ๋ย จึงสรุปได้ว่า การใส่ปุ๋ยแก่พืชนำมีความจำเป็นต่อทานตะวันที่ปลูกเป็นพืชตาม **การทดลองที่สาม** ศึกษาผลทางอัลลิโลพาธีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวัน ทดลองในกระถางเพื่อเป็นแนวทางการจัดระบบการปลูกพืชแบบตาม โดยได้ศึกษาผลทางอัลลิโลพาธีของทานตะวัน ข้าวโพดและถั่วเหลืองกับวิธีการให้ชนิดซากพืชและส่วนซากพืช พบว่า จากค่าสังเกตการเจริญเติบโตของทานตะวัน โดยความสูง น้ำหนักรากแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง ชีวมวลรวม และผลผลิตปรากฏว่าการเจริญเติบโตของทานตะวันถูกยับยั้งโดยซากส่วนรากมากกว่าซากส่วนอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะซากส่วนรากของทานตะวันและถั่วเหลืองในส่วนซากข้าวโพดให้ผลทางส่งเสริมการเจริญเติบโตของทานตะวันเพิ่มขึ้น

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ลายมือชื่อนักศึกษา..
ปีการศึกษา 2545 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.................................

KITTI SRISA-AD : SEQUENTIAL CROPPING AND INTERCROPPING IN SUNFLOWER-BASED CROPPING SYSTEM

THESIS ADVISOR : PROF. PAISAN LAOSUWAN, Ph.D. 67 PP.

ISBN 974-533-201-1

Three experiments were conducted during 1999-2002 to investigate the effect of intercropping and sequential cropping in a sunflower-based cropping system. **The first experiment** was an intercropping of sunflower with corn and mungbean. The results showed that the without nitrogen application gave the highest land equivalent ratio(LER) of 1.18 which was significantly higher than those receiving 6 and 12 kg N/rai. Intercropping of mungbean into sunflower gave higher LER than that into corn. The higest LER of 1.41 in this experiment was obtained from the 50 : 50 intercropping of sunflower and mungbean without nitrogen application. **The second experiment** was the sequential cropping of sunflower after sunflower, corn and soybean using the residual fertilizers applied to preceding crops. It was found that sunflower planted after soybean yielded higher than that after corn and sunflower, respectively. However, no difference in yield was found for this experiment. The experiment further showed that yield of sunflower planted to fertilized plot was higher than that from the control plot. It can be concluded that fertilizer application to preceding crop was necessary for sequential sunflower. **The third experiment** was a pot experiment to study the allelopathic effects of sunflower, corn and soybean on sunflower. The dry crop residues from root and stem of these crops were ground and mixed thoroughly with soil filled in pots. The experiment was arranged in a split-plot design using crop residues as the main plot and types of plant part (root, stem and root + stem) as the sub-plot. The experiment showed that the residue from the root suppressed the height, biomass, etc. of sunflower especially the root of sunflower and soybean and that the highest allelopathic effect was obtained from soil mixed with sunflower residues.

School of Crop Production Technology	Student……………………………………….
Academic Year 2002	Advisor……………………………………….

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ตลอดการทำวิทยานิพนธ์ผู้วิจัยได้รับประการหนึ่ง การให้คำแนะนำ อันได้แก่ แนวทางการวางแผนวิจัย การเก็บข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูล วิธีการเขียนวิทยานิพนธ์ ประการที่สอง ได้รับความช่วยเหลือปัจจัยการปลูกพืชทดลอง การตรวจเช็คงานทดลอง และการตรวจแก้วิทยานิพนธ์อันเหน็ดเหนื่อย (เวยยาวัจจะ) ประการที่สาม ได้รับถ้อยคำที่ให้กำลังใจ (ปิยวาจา) ประการสุดท้าย มีความเมตตาแก่ลูกศิษย์เสมอต้นเสมอปลาย (สมานัตตตา) สังคหวัตถุทั้ง 4 ดังกล่าวที่ได้รับจากอาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล เหล่าสุวรรณ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลและกลุ่มบุคคลที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือต่างๆ ดังต่อไปนี้

รองศาสตราจารย์ ดร. อภิพรรณ พุกภักดี อาจารย์ ดร. อัศจรรย์ สุขธำรง ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านวิชาการ อาจารย์ ดร. โสภณ วงศ์แก้ว ศาสตราจารย์ ดร. อารีย์ วรัญญูวัฒก์ อาจารย์ ดร. ปิยะดา ทิพยผ่อง อาจารย์ ดร. วิริยะ ลิมปินันทน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

คุณมารยาท พุ่มไพบูลย์ คุณฐิติพร มะชิโกวา คุณไพเราะ ทองนุช คุณจิตราวรรณ อารยะเลิศ ที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลและพิมพ์งาน

เกษตรกรจังหวัดสระบุรี ลพบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาสภาพการผลิตทานตะวันที่เป็นแหล่งผลิตแหล่งใหญ่ของประเทศไทย โดยเฉพาะเกษตรกรบ้านหนองบอน อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำงานทดลอง

โครงการปรับปรุงพืชน้ำมัน และบุคลากรที่ทำงานในฟาร์ม สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านแรงงาน ตลอดจนขอบคุณผองเพื่อน พี่และน้อง ทุกท่านที่มีส่วนช่วยทั้งกำลังกายและกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ-คุณแม่ ซึ่งเป็นพระอรหันต์ของผู้วิจัย ทำให้มีกำลังใจเต็มเปี่ยมตลอดการต่อสู้อุปสรรคทั้งปวง ท้ายสุด ขอบคุณศรีภรรยา คุณนัยนา ศรีสะอาด ที่แบกรับภาระครอบครัวตลอดช่วงการศึกษา โดยมีลูกอ้น – ลูกภพ – ลูกออม (สุกฤษฏิ์ – กิตติภพ – กมลนัทธ์ ศรีสะอาด) ผู้ให้กำลังใจคุณพ่อตลอดมา

กิตติ ศรีสะอาด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฏ
บทที่	
1. คำนำและการตรวจเอกสารทั่วไป	1
1. คำนำ	1
2. ความหมายของระบบการปลูกพืช	1
3. การปลูกพืชหลายชนิดในพื้นที่และเวลาเดียวกัน	2
4. การปลูกพืชตามกัน	3
5. ทานตะวันในระบบการปลูกพืช	3
6. วัตถุประสงค์	4
7. เอกสารอ้างอิง	4
2. ผลของการปลูกทานตะวันแซมข้าวโพดและถั่วเขียว	5
บทคัดย่อ	5
Abstract	6
คำนำ	7
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	8
ผลการทดลองและวิจารณ์	13
1. ผลการวิเคราะห์ดิน	13
2. ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน	13
3. อัตราส่วนพื้นที่สมมูล	13
4. ผลของการปลูกพืชแซมต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวัน	20
5. ผลของไนโตรเจนต่อลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน	21
6. ผลของระดับไนโตรเจนต่อพืชแซม	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7. ผลของสัดส่วนพื้นที่ต่อลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน	24
8. ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อลักษณะต่างๆ ของพืชที่ปลูกแซม	25
9. ผลของการปลูกพืชแซมต่อโรคของถั่วเขียว	27
10. สรุปผลการทดลอง	28
เอกสารอ้างอิง	28
3. ผลตกค้างของปุ๋ยจากพืชนำที่ตกทอดถึงทานตะวันในระบบการปลูกพืชตามกัน	30
บทคัดย่อ	30
Abstract	31
คำนำ	32
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	33
ผลการทดลองและวิจารณ์	36
ก. ผลการทดลองที่ อ.วังม่วง จ.สระบุรี	36
1. ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์	36
2. ผลผลิตและลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน	37
ข. ผลการทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	39
ค. สรุป	41
เอกสารอ้างอิง	42
4. ผลทางอัลลิโลพาธีของพืชบางชนิดที่มีต่อทานตะวัน	43
บทคัดย่อ	43
Abstract	44
คำนำ	45
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	48
ผลการทดลอง	50
1. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อความสูงทานตะวัน	50
2. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อน้ำหนักต้นแห้งของทานตะวัน	52

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อน้ำหนักรากแห้งของทานตะวัน 54
4. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อชีวมวลรวมของทานตะวัน 56
5. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อผลผลิตของทานตะวัน 58
สรุปและวิจารณ์การทดลอง 59
เอกสารอ้างอิง 60
5 สรุปการทดลอง 62
ภาคผนวก
-ผลของระดับไนโตรเจนต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว 65
-ผลของระดับไนโตรเจนต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยข้าวโพด 65
-ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว 66
-ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยข้าวโพด 66
ประวัติผู้เขียน 67

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. รายละเอียดของการปลูกพืชแต่ละชนิดในระบบปลูกพืชแบบแซม 9
2. ค่า mean squares ของการวิเคราะห์วาเรียนซ์ลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน เมื่อปลูกแซมด้วยถั่วเขียว และข้าวโพด 14
3. ค่า mean squares ของการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของทานตะวัน เมื่อปลูกแซมด้วยถั่วเขียว และข้าวโพด 15
4. ผลของระดับปุ๋ยไนโตรเจนต่อ LER 16
5. ผลของสัดส่วนพืชปลูกต่อ LER ของผลผลิตในการปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว และแซมด้วยข้าวโพด 18
6. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียวและข้าวโพด ในสัดส่วนต่างๆ กัน 19
7. เปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวันที่ปลูกแซมด้วยถั่วเขียวในสัดส่วนต่างๆ ที่ระดับไนโตรเจนต่างกัน 20
8. ลักษณะต่างๆ ของทานตะวันซึ่งปลูกแซมด้วยถั่วเขียวและข้าวโพดในระดับไนโตรเจนต่างๆ 22
9. ผลของระดับไนโตรเจนต่อลักษณะต่างๆ ของข้าวโพด 23
10. ผลของระดับไนโตรเจนต่อลักษณะต่างๆ ของถั่วเขียว 23

11ก. ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อผลผลิตของทานตะวัน 24

11ข. ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน 25

12. ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อผลผลิต และลักษณะต่างๆ ของถั่วเขียว 26
13. ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อผลผลิต และลักษณะต่างๆ ของข้าวโพด 26
14. คะแนนการระบาดของราแป้ง และโรคใบจุดในถั่วเขียวที่ปลูกแซมทานตะวันในสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่างๆ 27
15. รายละเอียดของการปลูกพืชนำแต่ละชนิดในระบบการปลูกพืชแบบตาม 35
16. ความแตกต่างทางสถิติของลักษณะต่างๆ ของทานตะวันที่ปลูกตามหลังข้าวโพดและถั่วเหลือง อ.วังม่วง จ.สระบุรี 36
17. ผลของวิธีการใส่ปุ๋ยพืชแรกต่อผลผลิตและลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน 38

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
18.	ผลผลิตของทานตะวันที่ปลูกตามข้าวโพด ถั่วเหลืองและทานตะวันโดยไม่มีการใส่ปุ๋ย	40
19.	ความสูงของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซากรากแห้ง ต้นแห้ง และรากรวมต้นแห้งของซากทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง	51
20.	น้ำหนักต้นแห้งของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซากรากแห้ง ต้นแห้ง และรากรวมต้นแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง	53
21.	น้ำหนักรากแห้งของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซากรากแห้ง ต้นแห้ง และรากรวมต้นแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง	55
22.	ชีวมวลรวมของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซาก รากแห้ง ต้นแห้ง และรากรวมต้นแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง	57
23.	ผลผลิตของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซากรากแห้ง ต้นแห้ง และรากรวมต้นแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง	58

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1. แผนผังแปลงและอัตราส่วนการปลูกพืชแซม 10
2. แผนผังแปลงปลูกพืชตามซึ่งแสดงตำแหน่งของพืชนำที่วางโดยการสุ่ม 34

บทที่ 1

คำนำและการตรวจเอกสารทั่วไป

1. คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการปลูกพืชหลากหลายชนิดตลอดปี ปลูกกันแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศ เป็นอาชีพหลักของประชาชนเป็นจำนวนมาก ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม พืชหลายชนิดได้ผลิตส่งเป็นสินค้าออก นำเงินตราเข้าประเทศปีละจำนวนมาก จึงอาจกล่าวได้ว่า แม้การปลูกพืชจะมีรายได้น้อย ไม่เหมือนอาชีพอื่น แต่เป็นอาชีพที่มั่นคง ในภาวะที่เศรษฐกิจผันผวน อาชีพทางการเกษตรได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

อย่างไรก็ดี เทคนิคการปลูกพืชต้องได้รับการศึกษา ปรับปรุงและพัฒนา หากปล่อยปละละเลยให้เป็นไปตามธรรมชาติดังที่เคยเป็นมา จะก่อให้เกิดความเสียหายและสูญเสียต่อระบบนิเวศน์ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวเป็นอย่างยิ่ง พืชสำคัญที่ปลูกในประเทศไทย เช่นข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง และอ้อย มีการปลูกอย่างแพร่หลาย มักปลูกแบบพืชเดี่ยว ต่อเนื่องเป็นระยะยาวนาน แม้จะมีการใส่ปุ๋ยตามปกติ ก็จะทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินไม่มากก็น้อย เช่น มีการดูดธาตุอาหารชนิดเดียวกันไปจากดินอย่างต่อเนื่อง ธาตุอาหารนั้นก็ย่อมหมดไป เกิดการสะสมของโรคแมลง และวัชพืช เกิดความเสื่อมโทรมในโครงสร้างของดิน ฯลฯ การใช้ระบบการปลูกพืชนับเป็นเทคนิคการผลิตพืชวิธีหนึ่งที่ควรนำมาใช้ประโยชน์ เพราะจะทำให้เกิดระบบการผลิตพืชที่ยั่งยืน ใช้ทรัพยากรในการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ มีการสูญเสียน้อย และได้ประโยชน์สูงสุด ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น และสามารถกระจายแรงงานในครัวเรือนไปได้เกือบตลอดปี

2. ความหมายของระบบการปลูกพืช

ระบบการปลูกพืช (multiple cropping system) คือระบบการผลิตพืชที่นำพืชสองชนิดหรือมากกว่า มาปลูกในพื้นที่เดียวกัน ในเวลา 1 รอบฤดูปลูก อาจเป็นเวลา 1 ปีหรือ 1 ฤดูก็ได้ อาจแยกระบบการปลูกพืชออกเป็น 2 ชนิด (1) การปลูกพืชแซม (intercropping) ซึ่งรวมถึงการปลูกพืชปนกัน (mixed cropping) และปลูกพืชเหลื่อมฤดู (relay cropping) และ (2) การปลูกพืชตามกัน (sequential cropping) (Beets, 1982) ระบบการปลูกพืชเป็นเทคนิคการผลิตพืชที่เก่าแก่ ในปี ค.ศ. 1888 Wallace ได้บรรยายถึงการปลูกพืชปนกันที่พบในอินเดียว่าเป็นระบบการปลูกพืชที่ดี คือพืชต่างชนิดที่ปลูกร่วมกัน ใช้ธาตุอาหารจากความลึกของดินระดับต่างกัน และธัญพืชสามารถใช้

ไนโตรเจนจากถั่ว (Wallace, 1888 – อ้างโดย Beets, 1982) การปลูกพืชปนกันเป็นวิธีการผลิตพืชในเขตร้อนและปฏิบัติแพร่หลายมาจนถึงปัจจุบัน พืชตระกูลถั่วหลายชนิดที่ปลูกในทวีปอเมริกาใต้มักได้มาจากการปลูกแซม (Francis, 1978) ไม่พบหลักฐานเก่าแก่ที่แสดงถึงการปลูกพืชตามกัน แต่เข้าใจว่าเกิดขึ้นในประเทศจีนเป็นครั้งแรก โดยมีการพัฒนาข้าวพันธุ์อายุสั้นในสมัยราชวงศ์หมิง (1368 – 1644) จึงมีการปลูกข้าวตามหลังพืชอื่น (Beets, 1982)

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า การใช้ระบบการปลูกพืชไม่ว่าวิธีใดก็ตาม นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นในระบบการผลิตพืชที่ยั่งยืน อย่างไรก็ดี การใช้ระบบการปลูกพืชให้สำเร็จยังมีปัจจัยหลายประการ คือปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม (socio – economic factor) ปัจจัยทางกายภาพ (physical factor) และปัจจัยทางชีวภาพ (biological factors) ซึ่งสรุปรายละเอียดโดย วินิจ เสรีประเสริฐ (2534) ปัจจัยเหล่านี้เป็นเหมือนตัวควบคุมและขับเคลื่อนระบบการปลูกพืชแต่ละวิธีให้เกิดขึ้นและดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

3. การปลูกพืชหลายชนิดในพื้นที่และเวลาเดียวกัน

การปลูกพืชหลายชนิดในพื้นที่เดียวกันและเวลาเดียวกันโดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะจัดเป็นระบบการปลูกพืชวิธีหนึ่ง ซึ่งอาจแบ่งย่อยออกเป็นชนิดย่อย ๆ ได้ 3 ชนิด คือ การปลูกพืชปนกัน (mixed cropping) การปลูกพืชแซม (intercropping) และการปลูกพืชเหลื่อมฤดู (relay cropping) (Beets, 1982) การปลูกพืชปนกัน เช่นการปลูกถั่วปนกับหญ้าอาหารสัตว์ เป็นต้น (วินิจ เสรีประเสริฐ, 2534) การปลูกพืชแซมนับเป็นระบบการผลิตพืชหลายชนิดในเวลาเดียวกันที่นิยมกันมากที่สุด อภิพรรณ พุกภักดี (2544) ได้ให้ความหมายว่า การปลูกพืชแซมหรือสลับ หมายถึง การปลูกพืชชนิดหนึ่งลงไปในแถวของพืชอีกชนิดหนึ่ง สำหรับจำนวนแถวที่ปลูกแซมนั้นไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในลักษณะของแถวหนึ่งสลับกับอีกแถวหนึ่งก็ได้ อาจปลูกแซมหรือสลับในลักษณะของสองแถวพืชแซมระหว่างหนึ่งแถวของพืชหลักหรืออาจปลูกพืชแซมสี่แถวของพืชหลักก็ได้ สัดส่วนจำนวนแถวที่มีการปลูกพืชแซมจึงไม่แน่นอนเสมอไปสามารถกระทำได้หลายแบบ Harwood (1973) ได้แนะนำวิธีการประเมินผลของการปลูกแซมโดยใช้อัตราส่วนพื้นที่สมมูล (Land Equivalent Ratio : LER) ถ้าอัตราส่วนพื้นที่สมมูลมากกว่า 1 แสดงว่าพืชที่ปลูกร่วมกันให้ผลผลิตต่อพื้นที่มากกว่าเมื่อนำพืชแต่ละชนิดมาปลูกเดี่ยว ๆ มีการพบว่าพืชบางชนิดเมื่อปลูกแซมกันให้ LER ถึง 2.0 (Andrews and Kassam, 1976) หลักในการนำพืชมาปลูกแซมกันคือ (1) พืชต้องไม่แข่งขันกันในเรื่องใช้ปัจจัยการผลิต (2) พืชควรสนับสนุนกันและกัน เช่นเพิ่มมวลชีวะแก่ดิน การถ่ายทอดอาหารแก่กัน และทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น (3) ควรช่วยกันในการป้องกันโรค แมลง และวัชพืช และ (4) กระจายการใช้ปัจจัยการผลิตและแรงงานได้อย่างเหมาะสม (Crookston,1976) เช่น มีการพบว่าในการปลูกพืชตระกูลถั่ว

แซมทานตะวัน ทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวันเพิ่มขึ้น (Narwal and Malik, 1985) จากการทดลองปลูกถั่วพูแซมข้าวโพด Hikam และคณะ (1992) พบว่าสามารถเพิ่มทั้งมวลชีวะและโปรตีนแก่อาหารหมักที่ได้จากการเก็บเกี่ยวพืชนี้ปนกัน

4. การปลูกพืชตามกัน (Sequential Cropping)

การปลูกพืชตามกัน หมายถึง การปลูกพืชมากกว่าหนึ่งชนิดในพื้นที่เดียวกันในเวลาต่างกันในที่เดียวกัน (Beets, 1982) จำนวนพืชอาจเป็น 2 ชนิด (double cropping) หรือ 3 ชนิด (triple cropping) การจัดพืชเข้าสู่ลำดับ (cropping pattern) ให้เป็นไปตามความเหมาะสมของฤดูปลูกแต่ละพืช และแรงงานที่ใช้ จากการปริทรรศน์ผลงานวิจัยระบบการปลูกพืชในสหรัฐอเมริกาพบว่า การปลูกข้าวสาลีและข้าวบาร์เล่ย์ตามหลังถั่วเหลืองเป็นระบบที่ดีที่สุด ระบบการปลูกพืชตามกันที่ดีต้องดูผลของอาหารธาตุที่ตกค้างในดิน เช่น มีการพบว่าพืชตามอาจใช้ธาตุฟอสฟอรัสที่ตกค้างจากพืชแรก ดังนั้น พืชแรกควรใช้ฟอสฟอรัสแต่น้อย

5. ทานตะวันในระบบการปลูกพืช

ทานตะวัน (sunflower) เป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus annuus* Linn. อยู่ในวงศ์ Compositae (Asteraceae) วงศ์เดียวกับ เบญจมาศ คำฝอย ดาวเรือง เป็นพืชล้มลุกใบเลี้ยงคู่ ไม่ไวแสง สามารถออกดอกติดเมล็ดได้ในทุกสภาพช่วงแสง ระบบรากแก้วหยั่งลึกประมาณ 150-270 เซนติเมตร รากแขนงค่อนข้างแข็งแรงแผ่ขยายไปด้านข้าง สามารถใช้ความชื้นระดับผิวดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลำต้นใหญ่ไม่มีแขนง ความสูงของลำต้นอยู่ระหว่าง 50-200 เซนติเมตร ใบเป็นใบเดี่ยวเกิดแบบตรงข้ามใน 5 คู่แรก ส่วนใบที่เกิดหลังจากนั้นจะมีการเรียงตัวรอบลำต้นแบบเวียนรอบต้น (spiral) จำนวนใบต่อต้นมีตั้งแต่ 8-70 ใบ รูปร่างใบแตกต่างกันตามพันธุ์ ดอกออกเป็นช่อรูปจาน เกิดจากตาดอกของลำต้นหรือแขนงลำต้น เส้นผ่าศูนย์กลางดอกอยู่ระหว่าง 6-37 เซนติเมตร ขึ้นกับพันธุ์ ประกอบด้วยดอกย่อย 700-3,000 ดอก ดอกที่อยู่รอบนอกจะเป็นหมัน ส่วนดอกที่อยู่ด้านในจะเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เป็นพืชผสมข้าม มีการผสมตัวเองน้อยมาก เมล็ดและผลเป็นแบบเอคิน (achene) (กฤษฎา สัมพันธารักษ์, 2521)

ทานตะวันนับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ของไทย ปัจจุบันนี้มีพื้นที่ปลูกประมาณ 500,000 ไร่ เป็นที่น่าสนใจว่าการผลิตพืชชนิดนี้กว่า 90 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากการผลิตพืชในเชิงระบบ คือได้จากทานตะวันที่ปลูกตามหลังพืชอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวโพด ดังนั้น การศึกษาระบบการปลูกทานตะวันจึงเป็นความจำเป็นอย่างรีบด่วน เพราะจะได้ทราบผลกระทบหรือผลสนับสนุนที่เกิดจากพืชทั้งสองนี้

6. วัตถุประสงค์

6.1 เพื่อศึกษาผลและการแข่งขันระหว่างพืช โดยปลูกทานตะวันแซมกับถั่วเขียว และข้าวโพด ในสัดส่วนและอัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน

6.2 เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และผลผลิตของทานตะวัน เมื่อปลูกตามข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน ภายใต้สภาวะการให้ปุ๋ยแก่พืชแรกที่แตกต่างกัน

6.3 เพื่อศึกษาผลทางอัลลิโลพาธีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวัน เมื่อปลูกตามข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน

7. เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. (2521). พืชไร่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. แปลจาก S.C. Litzenberger (ed). Guide for field crops in the tropics and the subtropics. Agency for International Development, Washington, D.C.

วินิจ เสรีประเสริฐ. (2534). ระบบการปลูกพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 174 น.

อภิพรรณ พุกภักดี. (2544). ระบบการปลูกพืช และการวิจัยพัฒนาระบบการทำฟาร์มสู่ถาวรภาพของเกษตรกรรม. ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 163 น.

Andrews, D.J., and Kassam, H.A. (1976). The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. in Multiple Cropping. ASA Madison, Wisonsin. pp. 17 – 45.

Beets, W. C. (1982). Multiple cropping and tropical farming systems. Gower Publishing Co. Ltd.

Crookston, R. K. (1976). Intercropping, a new version of an old idea. Crops and Soils Magnazine, August – September. pp. 7 – 9.

Francis, C. A. (1978). Multiple cropping system potentials of beans and maize. Hort Science 13:12 –17.

Harwood, R. R. (1973). Crop interrelationships in intensive cropping systems. IRRI Seminar, Philippines.

Hikam, S., Poneleit, C.G., MacKown, C.T. and Hildebrand, D. F. (1992). Intercropping of maize and winged bean. Crop Sci. 32:195 – 198.

Narwal, S.S., and Malik, D.S. (1985). Influence of intercropping on the yield and food value of rainfed sunflower and companion legumes. Exp. Agric. 21 : 304 – 401.

บทที่ 2

ผลของการปลูกทานตะวันแซมข้าวโพดและถั่วเขียว

บทคัดย่อ

ทานตะวันเป็นพืชที่ปลูกห่าง จึงให้ชีวมวล (biomass) น้อย และปลูกในช่วงปลายฤดูฝนต่อฤดูแล้ง ทำให้ผลผลิตต่ำ ถ้าสามารถขยับวันปลูกเข้ามาปลายฤดูฝน โดยการปลูกแซมกับพืชหลักคือข้าวโพด และถั่วเหลือง อาจทำให้ผลผลิตสูงขึ้น การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของการปลูกแซมทานตะวันด้วยข้าวโพดและถั่วเขียว โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราส่วนต่าง ๆ และสัดส่วนการปลูกต่าง ๆ โดยใช้แผนการทดลองแบบ split-split plot ผลปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อค่าพื้นที่สมมูล (Land Equivalent Ratio : LER) โดยที่แปลงซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ค่า LER เฉลี่ย 1.19 ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6 และ 12 กก./ไร่ ให้ LER 0.95 และ 0.99 ตามลำดับ ซึ่งแปลง N 0 และ N 6, 12 นี้แตกต่างกันทางสถิติ ทานตะวันแซมถั่วเขียว และข้าวโพดให้ LER 1.11 และ 0.97 ตามลำดับ และแตกต่างกับทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของพืชแซมพบว่า สัดส่วนของการปลูกแซมต่าง ๆ ให้ค่า LER ไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าพิจารณาเฉพาะพืชแซมปรากฏว่าการปลูกแซมถั่วเขียว สัดส่วนต่าง ๆ แตกต่างกับทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่อัตราส่วนทานตะวัน : ถั่วเขียว 50 : 50 เปอร์เซ็นต์ ให้ LER สูดสุด คือ 1.24 และแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ค่า LER สูงสุด คือ 1.41 การปลูกแซมทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวันเพิ่มขึ้น โดยการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้อัตราเพิ่มสูงกว่าการใส่ปุ๋ย เมื่อพิจารณาจากผลของการปลูกแซมต่อลักษณะอื่น ๆ ของถั่วเขียวและข้าวโพด ปรากฏว่า การปลูกแซมที่มีอัตราส่วนของถั่วเขียวและข้าวโพดสูงขึ้น ๆ ทำให้ผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ บางลักษณะของพืชทั้งสองสูงขึ้นไปด้วย

Effects of Intercropping of Sunflower with Mungbean and Corn

Abstract

Sunflower is grown in wide spacings which results in low biomass. The yield of the crop is low as it is being grown at the end of rainy season. Therefore, if sunflower is intercropped with other main crops such as mungbean and corn in rainy season, the yield potential of sunflower may be improved. This experiment was aimed to study the effect of sunflower-corn and sunflower-mungbean intercropping by using different rates of nitrogen application and crop proportions. The results showed that the LER (Land Equivalent Ratio) of the control plot (0 N) was 1.19 and higher than that of fertilized plots, 6 and 12 N, of 0.95 and 0.99, respectively. Sunflower intercropped with mungbean gave LER of 1.11 which was higher than that with corn (LER 0.97). The average proportions of intercropping were not different in LER. However, the LER of sunflower intercropped with mungbean in different proportions was significantly different. For this system, the proportion of 50% sunflower and 50% mungbean gave the LER of 1.24. At the same proportion, the highest LER of 1.41 was obtained from the control plot without nitrogen application. It was found also that intercropping affected companion crops. In this experiment, seed yield and certain characters of mungbean and corn increased with the increase of the proportions of the crop.

คำนำ

การปลูกพืชแซมคือการนำพืชสองชนิดหรือมากกว่ามาปลูกร่วมกันในพื้นที่เดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตรวมของพืชต่อหน่วยพื้นที่ หรือเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดิน การปลูกพืชแซมเป็นวิธีการปฏิบัติที่เก่าแก่ ซึ่งเกษตรกรใช้ในการเพิ่มผลผลิตและรายได้จากการผลิตพืชในพื้นที่ขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกษตรกรมีพื้นที่จำกัด จากการค้นคว้าวิจัยพบว่า การปลูกพืชแซมเป็นวิธีการที่ใช้แรงงานให้มีประสิทธิภาพ คือเกษตรกรในไร่นาขนาดเล็กสามารถปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี (Willey, 1979a, b)

การที่นำพืชสองชนิดมาปลูกร่วมกันพบว่า พืชที่ปลูกร่วมอาจให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อปลูกพืชใดพืชหนึ่งเดี่ยวๆ ซึ่งจะเห็นได้จากการที่ทำให้อัตราส่วนพื้นที่สมมูล (Land equivalent ratio, LER) มากกว่า 1 หรือมากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ Sarkar และ Kundu (2001) ได้ทำการทดสอบพืชแซมหลายชนิด คือ งาแซมถั่วเขียว ถั่วเขียวผิวดำ ถั่วลิสง และทานตะวัน พบว่า การแซมถั่วลิสงให้ผลดีที่สุดคือให้ LER 1.35 และพบว่าพืชทั้งคู่เจริญเติบโตงอกงามดีกว่าระบบอื่นๆ

ชนิดของพืชที่นำเข้าสู่ระบบการปลูกแซม มักประกอบด้วยพืชหลักที่นิยมปลูกในท้องที่นั้นและพืชตระกูลถั่วซึ่งใช้เป็นพืชบำรุงดิน ตัวอย่างเช่น การปลูกข้าวโพดและข่าวฟ่างแซมด้วยถั่วเหลือง (Monta and De, 1980), ข้าวโพดแซมด้วยถั่วเหลือง (Dalal, 1977), ข้าวฟ่างแซมด้วยถั่วลันเตา (Natarajan and Willey, 1980) ปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วพู (Hikam et al., 1992) การปลูกพืชแซมนอกจากเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่เพื่อให้ผลสูงสุดโดยพิจารณาจาก LER แล้ว ยังก่อให้เกิดผลดีอื่นๆ เช่น มีผลในการลดความเสียหายที่เกิดจากศัตรูพืช เช่น IRRI (1975) พบว่า การปลูกถั่วลิสงแซมข้าวโพดทำให้หนอนเจาะต้นข้าวโพดระบาดน้อยลง และเมื่อปลูกข้าวแซมข้าวโพด ทำให้การระบาดของโรคราน้ำค้างของข้าวโพดลดลง Beets (1982) แนะนำว่าการปลูกแซมพืชต้นสูงจะป้องกันพืชต้นเตี้ยจากโรคและแมลง

การปลูกถั่วแซมทานตะวันยังผลช่วยให้มีการตรึงไนโตรเจนในถั่วจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูก ป้องกันการชะล้าง กรณีพืชบังร่มเงา อาจทำให้ถั่วเจริญเติบโตลดลงและตรึงไนโตรเจนไม่ดี (Morris and Garrity, 1993) การใส่ไนโตรเจนแก่ถั่ว ทำให้พืชร่วมเจริญเติบโตดีขึ้น แต่ลดการตรึง-ไนโตรเจนของถั่วลง (Davis and Woolley, 1993; Midmore, 1993) ไนโตรเจนที่ตรึงไว้จะเป็นประโยชน์ต่อพืชตาม (Jordan et al., 1993)

การปลูกพืชแซมอาจมีความมุ่งหมายเพื่อเพิ่มชีวมวลให้แก่ดิน ทานตะวันเป็นพืชที่มีชีวมวลต่ำ เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะมีส่วนอินทรีย์เหลือในดินน้อย ในขณะเดียวกันเป็นพืชที่มีระยะปลูกห่าง เวลามีฝนมักมีการชะล้างสูง ดังนั้น การปลูกพืชแซมทานตะวันจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมวลชีวแก่ดินและลดการชะล้าง (Kandel et al., 2000) การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาอัตราการปลูกแซมที่เหมาะสม และผลกระทบในการปลูกถั่วเขียวและข้าวโพดแซมทานตะวัน

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ในการทดลองครั้งนี้ ทำการปลูกทานตะวันเป็นพืชหลักและแซมด้วยถั่วเขียวและข้าวโพด ในสัดส่วนการปลูกแซมและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกัน โดยทดลองในแปลงพืชไร่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในระหว่างเดือนเมษายน – กรกฎาคม 2543 ใช้แผนทดลองแบบ Split-split plots ประกอบด้วยวิธีการต่อไปนี้

1. ปัจจัยหลัก (Main plot treatment) เป็นระดับปุ๋ยไนโตรเจน 3 ระดับ สำหรับปลูก ดังต่อไปนี้

1.1 ข้าวโพดแซมทานตะวัน

1.1.1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสพร้อมปลูกสูตร 0-46-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยพอแตสเซียมพร้อมปลูกสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเท่ากับ N, P_2O_5 และ K_2O อัตรา 0, 6 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

1.1.2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนพร้อมปลูกสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสและพอแตสเซียมระดับเดิม ซึ่งเท่ากับ N, P_2O_5 และ K_2O อัตรา 6, 6 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

1.1.3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แบ่งใส่ 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ใส่พร้อมปลูกสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่

ครั้งที่ 2 ใส่หลังปลูก 30 วัน สูตร 46-0-0 (ยูเรีย) อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเท่ากับ Total N, P_2O_5 และ K_2O อัตรา 12, 6 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่

1.2 ถั่วเขียวแซมทานตะวัน

1.2.1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสพร้อมปลูกสูตร 0-46-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยพอแตสเซียมพร้อมปลูกสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเท่ากับ N, P_2O_5 และ K_2O อัตรา 0, 6 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่

1.2.2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนพร้อมปลูกสูตร 46-0-0 (ยูเรีย) อัตรา 65 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัสสูตร 0-46-0 อัตรา 13 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยพอแตสเซียมสูตร 0-0-60 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเท่ากับ N, P_2O_5 และ K_2O อัตรา 3, 6 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่

1.2.3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสูตร 15-15-15 แบ่งใส่ 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1 ใส่พร้อมปลูก อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่

ครั้งที่ 2 ใส่หลังปลูก 30 วัน อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเท่ากับ N , P_2O_5 และ K_2O อัตรา 6, 6 และ 6 กิโลกรัมต่อไร่

โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า การทดลองเกี่ยวกับปุ๋ยคือการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 0, 6 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสและพอแตสเซียมคงที่ในทุกการทดลง

2. ปัจจัยรอง (Sub plot treatment) เป็นระบบการปลูกพืชมี 2 ระบบ ได้แก่

ระบบที่ 1 ปลูกทานตะวันแซมด้วยข้าวโพด

ระบบที่ 2 ปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว

3. ปัจจัยย่อย (Sub–sub plot treatment) เป็นสัดส่วนของพืชที่ปลูกแซม มีทั้งหมด 5 สัดส่วน ดังนี้

สัดส่วนที่ 1 ปลูกทานตะวัน 100%

สัดส่วนที่ 2 ปลูกทานตะวัน 75% ข้าวโพดหรือถั่วเขียว 25%

สัดส่วนที่ 3 ปลูกทานตะวัน 50% ข้าวโพดหรือถั่วเขียว 50%

สัดส่วนที่ 4 ปลูกทานตะวัน 25% ข้าวโพดหรือถั่วเขียว 75%

สัดส่วนที่ 5 ปลูกข้าวโพดหรือถั่วเขียว 100%

โดยมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

4. ขนาดแปลงย่อยและระยะปลูก

แต่ละวิธีการทำ 3 ซ้ำ (replication) มีทั้งหมด 90 แปลงย่อย (plot) ขนาดแปลงย่อยเท่ากับ 5.6 x 6 ตารางเมตร โดยมีระยะปลูก จำนวนต้นต่อหลุม จำนวนแถวต่อแปลงย่อย ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1)

ตารางที่ 1 รายละเอียดของการปลูกพืชแต่ละชนิดในระบบปลูกพืชแบบแซม

พืชปลูก	ระยะปลูก (เซนติเมตร)	จำนวนต้นต่อหลุม	จำนวนแถวต่อแปลงย่อย
ทานตะวัน	70x30	1	8
ข้าวโพด	70x30	1	8
ถั่วเขียว	70x20	3	8

ทั้งนี้ใช้ทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 33, ข้าวโพดพันธุ์ DK 888 และ ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1

ก. แผนผังแปลงทดลอง (Layout)

	56 m (80 Rows)											
Block I	SC	P1	P5	P2	P4	P3	P2	P1	P3	P5	P4	SM N2
	SC	P3	P4	P5	P2	P1	P4	P5	P2	P1	P3	SM N0
	SM	P5	P1	P3	P4	P2	P1	P2	P4	P3	P5	SC N1
	SC	P2	P5	P1	P4	P3	P5	P3	P1	P4	P2	SM N0
Block II	SM	P5	P2	P4	P3	P1	P4	P1	P3	P2	P5	SC N1
	SC	P1	P3	P2	P4	P5	P3	P4	P5	P1	P2	SM N2
	SM	P5	P1	P4	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	SC N1
Block III	SC	P2	P3	P1	P5	P4	P1	P3	P5	P4	P2	SM N2
	SM	P4	P5	P2	P3	P1	P3	P4	P2	P1	P5	SC N0

S = sunflower, C = corn, M = mungbean, N0 = 0 kg N/rai, N1 = 6 kg N/rai, N2 = 12 kg N/rai

ข. อัตราส่วนการปลูกแซม

P-1	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)
P-2	(.)	X	(.)	(.)	(.)	(.)	X	(.)
P-3	(.)	X	X	(.)	(.)	X	X	(.)
P-4	X	X	X	(.)	(.)	X	X	X
P-5	X	X	X	X	X	X	X	X

(.) = Sunflower X = Corn, Mungbean

รูปที่ 1 แผนผังแปลงและอัตราส่วนการปลูกพืชแซม

5. การเตรียมพื้นที่ การปลูก และการดูแลรักษา

ไถเตรียมดิน 2 ครั้ง และพรวน 1 ครั้ง เปิดร่องแถวปลูกลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 70 เซนติเมตร แบ่งแปลงย่อยตามขนาดที่กำหนด ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมตามวิธีการที่กำหนด ปลูกโดยหยอดเมล็ดทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเขียว ตามวิธีการและระยะปลูกที่กำหนด หลังเมล็ดงอก 5-7 วัน ปลูกซ่อมและถอนแยกให้เหลือจำนวนต้นต่อหลุมตามที่กำหนด กำจัดวัชพืช 1-2 ครั้ง ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ตามวิธีการกำหนด กำจัดศัตรูพืช 1-2 ครั้ง

6. การบันทึกลักษณะของทานตะวัน

การเก็บข้อมูลต่างๆ และผลผลิตของทานตะวันใช้พื้นที่แถวกลาง ข้อมูลที่เก็บมีดังต่อไปนี้

6.1 ความสูงของลำต้น ความสูงวัดจากระดับพื้นดินถึงคอดอกก่อนเก็บเกี่ยว สุ่มวัดจำนวน 10 ต้น แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย

6.2 เส้นผ่าศูนย์กลางของจานดอก วัดเมื่อจานดอกแก่เต็มที่

6.3 ดรรชนีเก็บเกี่ยว ดรรชนีเก็บเกี่ยวสุ่มวัด 5 ต้นต่อแปลงย่อย โดยเข้าตู้อบ 70°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วคำนวณ ดังนี้

$$\text{ดรรชนีเก็บเกี่ยว} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักเมล็ด} + \text{น้ำหนักต้นแห้ง}}$$

6.4 ผลผลิต การเก็บผลผลิตดำเนินการดังนี้ คือ เก็บเกี่ยวดอกแต่ละแปลงรวมกัน ตากแดดให้แห้ง นวด ทำความสะอาดแยกเมล็ดลีบออกไป ชั่งน้ำหนัก (เป็นกรัม) พร้อมกับวัดความชื้น แล้วคำนวณผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่ ดังนี้

$$\text{ผลผลิต (กก./ไร่)} = \frac{\text{ผลผลิต กรัม/แปลง}}{1{,}000} \times \frac{1{,}600 \text{ ตารางเมตร}}{\text{พท. เก็บเกี่ยวตารางเมตร}} \times \frac{100-12}{100-X}$$

ทั้งนี้ X = เปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดที่วัดได้

6.5 น้ำหนักเมล็ดต่อดอก

6.6 น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด ใช้แสดงขนาดเมล็ด นับเมล็ดแต่ละแปลงมา 100 เมล็ด แล้วชั่งน้ำหนักเป็นกรัม

6.7 เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี

6.8 เปอร์เซ็นต์โปรตีน

6.9 อัตราส่วนพื้นที่สมมูล (Land Equivalent Ratio : LER)

อัตราส่วนพื้นที่สมมูล คำนวณดังนี้

$$LER = \frac{Yij}{Yii} + \frac{Yji}{Yjj}$$

ในที่นี้

Yij = ผลผลิต (กก./ไร่) ของทานตะวันในอัตรส่วนที่ปลูกร่วม

Yii = ผลผลิต (กก./ไร่) ของทานตะวันในอัตรส่วน 100 เปอร์เซ็นต์

Yji = ผลผลิต (กก./ไร่) ของพืชแซม (ข้าวโพดหรือถั่วเขียว) ในอัตราส่วนที่ปลูกร่วม

Yjj = ผลผลิต (กก./ไร่) ของพืชแซม (ข้าวโพดหรือถั่วเขียว) ในอัตราส่วน 100 เปอร์เซ็นต์

7. การบันทึกลักษณะของข้าวโพดและถั่วเขียว

การเก็บข้อมูลต่าง ๆ และผลผลิตของพืชแซม (ข้าวโพดและถั่วเขียว) ใช้พื้นที่แถวกลาง ข้อมูลที่เก็บมีดังต่อไปนี้

7.1 ความสูงของลำต้น ความสูงวัดจากระดับพื้นดิน สุ่มวัดจำนวน 10 ต้น แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย

7.2 ผลผลิต การเก็บผลผลิตดำเนินการดังนี้ คือ เก็บเกี่ยวฝักแต่ละแปลงรวมกัน ตากแดดให้แห้ง นวด ทำความสะอาดแยกเมล็ดลีบออกไป ชั่งน้ำหนัก (เป็นกรัม) พร้อมกับวัดความชื้น แล้วคำนวณผลผลิตเป็นกิโลกรัมต่อไร่ เช่นเดียวกับทานตะวัน

7.3 น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด น้ำหนักเมล็ด 100 เมล็ด ใช้แสดงขนาดเมล็ด นับเมล็ดแต่ละแปลงมา 100 เมล็ด แล้วชั่งน้ำหนักเป็นกรัม

7.4 ดรรชนีเก็บเกี่ยว ดรรชนีเก็บเกี่ยวสุ่มวัด 5 ต้นต่อแปลงย่อย แล้วเข้าตู้อบ 70°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วคำนวณดังนี้

$$\text{ดรรชนีเก็บเกี่ยว} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ด}}{\text{น้ำหนักเมล็ด} + \text{น้ำหนักต้นแห้ง}}$$

7.5 จำนวนฝักต่อต้น จำนวนฝักต่อต้นใช้วัดเฉพาะถั่วเขียว โดยวัดจำนวนฝักทั้งหมดของจำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละแปลงย่อย แล้วนำมาเฉลี่ยต่อต้น.

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการวิเคราะห์ดิน

ผลจากการวิเคราะห์ดินในพื้นที่ทำการทดลอง พบว่า มีสารอินทรีย์ 3.2 %, ฟอสฟอรัส 29 ppm, พอแตสเซียม 300 ppm, แคลเซียม 2400 ppm และ แมกนีเซียม 1160 ppm ซึ่งพบว่ามีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นพื้นที่ทำการปลูกพืชไร่และใส่ปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ดีในการทดลองได้ดำเนินการใส่ปุ๋ยตามวิธีการที่กำหนดไว้

2. ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน

ค่า mean squares ของผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน แสดงไว้ในตารางที่ 2 และ 3 เมื่อปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว และข้าวโพดในระดับปุ๋ยไนโตรเจน (total nitrogen) อัตรา 0, 6 และ 12 กิโลรัมต่อไร่ ในสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่างๆ พบว่า ระดับปุ๋ยไนโตรเจนรวมที่ใส่มีผลต่ออัตราส่วนพื้นที่สมมูลหรือ LER (Land Equivalent Ratio : LER) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อความสูง ขนาดดอก ดรรชนีเก็บเกี่ยว ผลผลิต น้ำหนักเมล็ดต่อดอก น้ำหนัก 100 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ชนิดของพืชที่ปลูกแซม (ข้าวโพด, ถั่วเขียว) มีผลต่อค่า LER ขนาดดอก ดรรชนีเก็บเกี่ยว ผลผลิต น้ำหนักเมล็ดต่อดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้นความสูงและเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี สัดส่วนพื้นที่ปลูก มีผลต่อขนาดดอก ดรรชนีเก็บเกี่ยว ผลผลิต และน้ำหนัก 100 เมล็ดของทานตะวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดต่อดอก เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และค่า LER ไม่พบปฏิกิริยาระหว่างระดับปุ๋ยไนโตรเจน และสัดส่วนพื้นที่ปลูกในลักษณะใด ๆ ยกเว้นค่า LER ปฏิกิริยาระหว่างชนิดพืชปลูก และสัดส่วนพื้นที่ปลูกแซมมีความแตกต่างทางสถิติในลักษณะขนาดของดอก ดรรชนีเก็บเกี่ยว ผลผลิต และน้ำหนักเมล็ดต่อดอก แต่ไม่แตกต่างในลักษณะอื่น ๆ ส่วนปฏิกิริยาทั้ง 3 ปัจจัยมีความแตกต่างกันทางสถิติ 3 ลักษณะ คือ ผลผลิต น้ำหนัก 100 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี

3. อัตราส่วนพื้นที่สมมูล

การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้อัตราส่วนพื้นที่สมมูลมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P < 0.05$) การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้อัตราส่วนพื้นที่สมมูลสูงสุด คือ 1.19 (ตารางที่ 4) แตกต่างทางสถิติกับ LER ของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6 และ 12 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยทำให้ LER ลดลง การทดลองที่สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติพบว่าในการทดลองปลูกถั่วเหลืองแซมข้าวโพดนั้นการใส่ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทำให้ LER ลดลง (IRRI, 1975 อ้างโดย Willey, 1979b) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการแซมถั่วเขียวและข้าวโพดพบว่า ถั่วเขียวให้ค่า LER เฉลี่ย 1.11 (ตารางที่ 4) ซึ่งสูงกว่าการแซมด้วยข้าวโพด

ตารางที่ 2 ค่า mean squares ของการวิเคราะห์วาเรียนซ์ลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน เมื่อปลูกแซมด้วยถั่วเขียว และข้าวโพด

Sources of Variation	df	LER[(1)]	ความสูง	เส้นผ่าศูนย์กลางดอก	ดรรชนีเก็บเกี่ยว
Replications	2	0.08	1,074.99	3.31	0.03
Main plots (N-level) : N	2	0.50*	2,646.91	2.96	0.02
Error (a)	4	0.06	899.39	0.55	0.02
Sub plots (Crops) : C	1	0.42*	5.40	18.77*	0.07*
N x C	2	0.12	760.33	3.91	0.05
Error (b)	6	0.04	201.75	1.77	0.01
Sub – sub plots (proportion) : P	3	0.03	50.63	1.88*	0.009*
N x P	6	0.09*	201.35	0.87	0.005
C x P	3	0.08	167.83	2.97**	0.014**
N x C x P	6	0.04	77.24	0.85	0.003
Error (c)	36	0.03	127.31	0.58	0.002
Total	71				
CV (a) (%)		23.5	16.1	6.8	24.9
CV (b) (%)		19.9	7.6	12.2	17.6
CV (c) (%)		17.6	6.0	7.0	8.4

[(1)] LER = Land Equivalent Ratio

*, ** = แตกต่างในทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่า mean squares ของการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ของทานตะวัน เมื่อปลูกแซมด้วยถั่วเขียว และข้าวโพด

Sources of Variation	**df**	**ผลผลิต**	**น้ำหนักเมล็ดต่อดอก**	**น้ำหนัก 100 เมล็ด**	**เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี**
Replications	2	47,616	9,824	1.79	28.34
Main plots (N-level) : N	2	5,957	422	0.03	1.08
Error (a)	4	7,579	1,637	0.40	3.83
Sub plots (Crops) : C	1	215,387*	40,384*	4.97*	56.23
N x C	2	61,024	8,028	1.17	23.59
Error (b)	6	31,653	3,285	0.71	13.10
Sub – sub plots (proportion) : P	3	17,579*	3,312	1.52**	2.76
N x P	6	11,384	833	0.12	1.59
C x P	3	45,294**	4,446*	0.44	5.67
N x C x P	6	13,624*	2,564	0.81**	7.95
Error (c)	36	4,082	1,506	0.17	2.43
Total	71				
CV (a) (%)		58.8	37.5	10.8	2.2
CV (b) (%)		43.9	51.1	14.4	4.0
CV (c) (%)		15.8	36.0	7.1	1.7

ตารางที่ 4. ผลของระดับปุ๋ยไนโตรเจนต่อ LER

ระดับปุ๋ยไนโตรเจน (กก./ไร่)	ค่า LER S + M	ค่า LER S + C	ค่าเฉลี่ย
0	1.19	1.17	1.18
6	1.07	0.89	0.98
12	1.07	0.98	1.03
เฉลี่ย	1.11	1.01	1.06

lsd ($P < 0.05$)

ระหว่างพืชแซมในระดับปุ๋ยเดียวกัน = 0.18

ระหว่างระดับปุ๋ยในพืชแซมเดียวกัน = 0.17

ระหว่างค่าเฉลี่ยระดับปุ๋ย = 0.06

ระหว่างค่าเฉลี่ยพืชแซม = 0.09

S = ทานตะวัน, M = ถั่วเขียว, C = ข้าวโพด

ผลการทดลองไนโตรเจนและชนิดของพืชแซมมีผลต่อ LER เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทั้งถั่วเขียวและข้าวโพดทำให้ LER สูงกว่า 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพืชทั้งสองหรือพืชใดพืชหนึ่งให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงกว่าเมื่อปลูกพืชหนึ่งเดี่ยว ๆ ในการทดลองนี้พบว่า ทานตะวันเมื่อปลูกแซมด้วยถั่วเขียว ให้ผลผลิตต่อพื้นที่ในอัตราสูงกว่าเมื่อปลูกเดี่ยว (ตารางที่ 8) โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีอัตราส่วนสูงกว่า จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ LER ของทานตะวันแซมถั่วเขียวสูงกว่า LER ของทานตะวันแซมข้าวโพด ซึ่งผลผลิตของทานตะวันแซมข้าวโพดเป็นไปในทางตรงกันข้าม ในกรณีนี้ทานตะวันสามารถใช้ไนโตรเจนจากพื้นที่ของถั่วเขียว เพราะถั่วเขียวใช้ไนโตรเจนน้อยกว่าและบางส่วนใช้จากตรึงไนโตรเจนและไนโตรเจนบางส่วนก็ให้ประโยชน์แก่ทานตะวัน Jordan และคณะ (1993 อ้างโดย Kondel et al., 2000) พบว่าในฤดูปลูกเดียวกันนั้น พืชร่วมอาจใช้ไนโตรเจนจากถั่วพืชแซม 8 - 10 เปอร์เซ็นต์ที่พืชตรึงได้ ในกรณีของทานตะวันแซมข้าวโพด อาจเกิดจากการแย่งการใช้ไนโตรเจนในดินในอัตราส่วนที่ใช้ในแต่ละพืชเดี่ยว ๆ อย่างไรก็ดี การใส่ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ LER ลดลง เช่นนี้เพราะขาดการแข่งขันระหว่างพืชในด้านการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

เมื่อพิจารณาถึง LER ของสัดส่วนปลูกแซมต่าง ๆ ของทานตะวัน : ถั่วเขียว และทานตะวัน : ข้าวโพด โดยเฉลี่ยจาก 2 ระบบแล้ว สัดส่วนไม่ให้ความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 5) แต่การพิจารณาแต่ละชุดพบว่า สัดส่วนปลูกแซมของทานตะวัน : ถั่วเขียว ทำให้ LER แตกต่างกันในทางสถิติ คือทานตะวัน 50 : ถั่วเขียว 50 เปอร์เซ็นต์ ให้ LER 1.24 ซึ่งเป็นอัตราสูงสุด จากการสังเกตผลผลิตของพืชทั้ง 2 ชนิด พบว่า ในอัตราส่วนนี้ผลผลิตของทานตะวันให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงสุดและถั่วเขียวสูงเป็นอันดับที่สาม อัตราส่วน 50 : 50 เปอร์เซ็นต์ให้การบังร่มเงาปานกลางแก่ถั่วเขียว จึงทำให้ถั่วเขียวให้ผลผลิตสูง ในทำนองเดียวกัน ทานตะวันก็ใช้ประโยชน์จากพื้นที่ว่างในการรับแสงเพิ่มขึ้น และใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนจากการตรึงของถั่วเขียว

เมื่อพิจารณาถึงผลของไนโตรเจนต่อสัดส่วนการปลูกแซมต่าง ๆ (ตารางที่ 6) พบว่า แปลงที่ไม่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งการแซมด้วยทานตะวัน ด้วยถั่วเขียว และแซมด้วยข้าวโพดพบว่า ให้ค่า LER สูง และสัดส่วนแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีเฉพาะแปลงทานตะวันแซมด้วยข้าวโพดเท่านั้นที่แตกต่างกันทางสถิติ ในการทดลองนี้ การปลูกทานตะวันแซมถั่วเขียวอัตราส่วน 50 : 50 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ LER สูงสุด คือ 1.41 รองลงมาคือ การปลูกทานตะวัน 25 แซมข้าวโพด 75 เปอร์เซ็นต์ และไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเช่นเดียวกัน ให้ LER 1.35 ผลการทดลองนี้แสดงว่า ในสภาพการแข่งขันเพื่อที่จะใช้ไนโตรเจนที่มีอยู่ในดินอย่างจำกัดนั้น ทำให้พืชแต่ละชนิดให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อปลูกเดี่ยว ๆ เป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การทดแทนที่สูง จึงทำให้ได้ LER สูง ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน พืชไม่ได้แข่งขันกันแย่งธาตุอาหาร ทำให้พืชปลูกเดี่ยวและปลูกแซมไม่แตกต่างกัน จึงทำให้ได้ค่า LER ต่ำ

ตารางที่ 5 ผลของสัดส่วนพืชปลูกต่อ LER ของผลผลิต ในการปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว และแซมด้วยข้าวโพด

สัดส่วนพื้นที่ปลูก (%)	ค่า LER[1] S – M	ค่า LER[1] S – C	ค่าเฉลี่ย
S 100	1.00b	1.00	1.00
S 75 + Intercrop 25	1.18ab	1.00	1.09
S 50 + Intercrop 50	1.24a	0.98	1.11
S 25 + Intercrop 75	1.13ab	1.08	1.11
Intercrop 100	1.00b	1.00	1.00
ค่าเฉลี่ย	1.11	1.01	
F-test	*	Ns	ns

(1) ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรชนิดเดียวกันไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT
S = ทานตะวัน, M = ถั่วเขียว, C = ข้าวโพด

ตารางที่ 6 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว และข้าวโพด ในสัดส่วนต่าง ๆ กัน

สัดส่วนพื้นที่ปลูก (%)	**ระดับปุ๋ยไนโตรเจนรวม (กก./ไร่)** [1]					
	0		**6**		**12**	
	S+M	**S+C**	**S+M**	**S+C**	**S+M**	**S+C**
S100	1.00b	1.00b	1.00a	1.00a	1.00a	1.00a
S 75 + Intercrop 25	1.27ab	1.22a	1.14a	0.72ab	1.14a	1.07a
S 50 + Intercrop 50	1.41a	1.26ab	1.09a	0.80ab	1.20a	0.89a
S 25 + Intercrop 75	1.26ab	1.35a	1.12a	0.92b	1.02a	0.96a
Intercrop 100	1.00b	1.00b	1.00a	1.00a	1.00a	1.00a
ค่าเฉลี่ย	1.19	1.17	1.07	0.89	1.07b	0.98

(1) ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรชนิดเดียวกัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความแตกต่าง 0.05 โดยใช้วิธี DMRT

S = ทานตะวัน, M = ถั่วเขียว, C = ข้าวโพด

4. ผลของการปลูกพืชแซมต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวัน

จากผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวันที่ได้จากการปลูกถั่วเขียวแซมในสัดส่วนต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่าการใส่ไนโตรเจนทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนเพิ่มจาก 18.42 เป็น 21.56 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของโปรตีนนั่นเอง ดังนั้นการปลูกทานตะวันเพื่อใช้ประโยชน์ของโปรตีนเป็นอาหารสัตว์ ก็จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสัดส่วนของการปลูกแซมพบว่า การเพิ่มสัดส่วนของพืชแซม คือถั่วเขียวจาก 0 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวันเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ แสดงให้เห็นว่าพืชแซมมีผลโดยตรงต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวัน ผลอันนี้แสดงให้เห็นว่ามีการย้ายไนโตรเจนจากแปลงพืชแซม คือถั่วเขียวมายังแปลงทานตะวัน Narwal และ Malik (1985) ทดลองปลูกถั่วต่าง ๆ แซมทานตะวันก็พบผลเช่นนี้เช่นกัน และให้ความเห็นว่าปมไนโตรเจนที่ตรึงโดยพืชพวกถั่วจะเน่าเปื่อย และปลดปล่อยไนโตรเจนให้แก่ทานตะวันที่ปลูกในฤดูเดียวกัน

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวันที่ปลูกแซมด้วยถั่วเขียวในสัดส่วนต่าง ๆ ที่ระดับไนโตรเจนต่างกัน(1)

สัดส่วนปลูกแซม	อัตราปุ๋ยไนโตรเจน (กก./ไร่)	
	0	12
(%)	(%)	(%)
S 100 + M 0	14.57	20.69
S 75 + M 25	18.82	21.88
S 50 + M 50	19.07	22.08
S 25 + M 75	21.22	(2)
เฉลี่ย	18.42	21.50

(1) ข้อมูลได้จากการเฉลี่ยของการวิเคราะห์ 2 ตัวอย่าง ไม่มีการเปรียบเทียบทางสถิติ

(2) ไม่มีข้อมูล

S = ทานตะวัน, M = ถั่วเขียว

5. ผลของไนโตรเจนต่อลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน

ผลของไนโตรเจนระดับต่าง ๆ ต่อทานตะวันที่ปลูกแซมถั่วเขียวและข้าวโพด แสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่าผลผลิตทานตะวันแซมถั่วเขียวสูงกว่าทานตะวันแซมข้าวโพด ทั้งนี้เพราะทานตะวันได้รับประโยชน์หลายอย่างจากการปลูกแซมถั่วเขียว เช่นได้รับไนโตรเจนส่วนเกินจากแปลงถั่วเขียว และไม่แข่งขันกันในเรื่องของแสง อย่างไรก็ดี พืชแซมไม่ทำให้ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางของดอก และดรรชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่ทำให้น้ำหนักเมล็ดต่อดอกแตกต่างกัน และน้ำหนักเมล็ดต่อดอกในแปลงที่ปลูกแซมถั่วเขียวสูงกว่าแปลงที่ปลูกแซมข้าวโพด

6. ผลของระดับไนโตรเจนต่อพืชแซม

ลักษณะต่าง ๆ ของพืชแซมปรวนแปรไปตามอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (ตารางที่ 9 และ 10) จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงขึ้น ก็ทำให้ลักษณะต่าง ๆ บางลักษณะเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตและความสูงของข้าวโพด ทั้งนี้เนื่องจากข้าวโพดเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจนสูง ดังนั้น ถึงแม้ในดินมีไนโตรเจนอยู่ระดับหนึ่ง และมีอินทรีย์วัตถุสูงก็ยังไม่เพียงพอ อย่างไรก็ดีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนไม่ทำให้ลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเขียวเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด ทั้งนี้เพราะในดินมีธาตุไนโตรเจนเพียงพอสำหรับถั่วเขียว และปมที่รากของถั่วเขียวสามารถตรึงไนโตรเจนได้ด้วย

ตารางที่ 8 ลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันซึ่งปลูกแซมด้วยถั่วเขียวและข้าวโพดในระดับไนโตรเจนต่าง ๆ

ลักษณะของทานตะวัน	พืชแซม	ระดับปุ๋ยไนโตรเจน (กก./ไร่)			เฉลี่ย	lsd
		0	6	12		(P>0.05)
1. ผลผลิต (ก.ก./ไร่)[1]	ถั่วเขียว	399	509	473	460	ns
	ข้าวโพด	385	294	373	351	ns
	lsd (P<0.05)		……… 178……………		103	
2. ความสูง (ซม.)	ถั่วเขียว	180	190	190	187	ns
	ข้าวโพด	172	188	203	187	ns
	ns					
3. เส้นผ่าศูนย์กลางดอก (ซม.)	ถั่วเขียว	11.19	11.63	11.45	11.42	ns
	ข้าวโพด	10.33	9.74	11.14	10.40	ns
	lsd (P<0.05)		………..1.33……………		ns	
4. ดรรชนีเก็บเกี่ยว	ถั่วเขียว	0.60	0.64	0.61	0.62	ns
	ข้าวโพด	0.64	0.51	0.52	0.57	ns
5. น.น. เมล็ด/ดอก (กรัม)	ถั่วเขียว	114.20	156.26	124.26	131.57	…….
	ข้าวโพด	92.51	67.01	93.01	84.21	ns
	lsd (P<0.05)		……….57………………			
6. น.น. 100 เมล็ด (กรัม)	ถั่วเขียว	5.91	6.64	6.10	6.14	ns
	ข้าวโพด	5.78	5.41	5.61	5.60	ns
	ns					

(1) ผลผลิตจากทุกสัดส่วนปลูกแซมคิดเป็นอัตราเต็มพื้นที่

ตารางที่ 9 ผลของระดับไนโตรเจนต่อลักษณะต่าง ๆ ของข้าวโพด

ระดับปุ๋ยไนโตรเจน	ผลผลิต[1]	ความสูง	ดรรชนี เก็บเกี่ยว	น้ำหนัก 100 เมล็ด
(กก./ไร่)	(กก./ไร่)	(ซม.)	(%)	(กรัม)
0	274	168	53	28.85
6	348	194	52	27.15
12	440	211	25	29.33
lsd (0.05)	ns	28.2	16	ns

[1]ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกสัดส่วนพื้นที่ปลูก

ตารางที่ 10 ผลของระดับไนโตรเจนต่อลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเขียว

ระดับปุ๋ยไนโตรเจน	ผลผลิต[1]	ความสูง	จำนวน ฝัก/ต้น	ดรรชนี เก็บเกี่ยว	น้ำหนัก 100 เมล็ด
(กก./ไร่)	(กก./ไร่)	(ซม.)	-	(%)	(กรัม)
0	90.42	78	15	67	6.58
6	90.51	74	14	68	6.63
12	85.04	75	15	66	6.63
lsd (0.05)	ns	ns	ns	ns	ns

[1]ผลผลิตเฉลี่ยจากทุกสัดส่วนพื้นที่ปลูก

7. ผลของสัดส่วนพื้นที่ต่อลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน

จากตารางที่ 11 พบว่า เมื่อปลูกทานตะวันแซมถั่วเขียวและทานตะวันแซมข้าวโพด ผลผลิตจะปรวนแปรไปในทิศทางตรงกันข้ามคือเมื่อปลูกแซมถั่วเขียวเมื่อสัดส่วนของทานตะวันลดลงผลผลิตต่อพื้นที่จะเพิ่มขึ้นในทางตรงกันข้ามเมื่อปลูกแซมข้าวโพด เมื่อสัดส่วนของทานตะวันลดลงผลผลิตจะลดลงไปด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ทานตะวันมีศักยภาพในการแข่งขันต่ำ ดังนั้นอัตราการจัดแถว เมื่อปลูกแซมข้าวโพดไม่ควรน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับลักษณะอื่น ๆ พบว่า เมื่อปลูกแซมถั่วเขียวความสูงไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่เมื่อปลูกแซมข้าวโพด เมื่อสัดส่วนของทานตะวันลดลง ความสูงจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ขนาดของดอกแตกต่างกันเฉพาะพวกที่แซมข้าวโพด และดรรชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกันเฉพาะแปลงที่ปลูกแซมถั่วเขียว

ตารางที่ 11ก ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อผลผลิตของทานตะวัน(1)

สัดส่วนพื้นที่ปลูก	**ผลผลิต**			
	S+M	**S+M**	**S+C**	**S+C**
(%)	**(กก./ไร่)**	**(กรัม/ต้น)**	**(กก./ไร่)**	**(กรัม/ต้น)**
S 100	351c	46.07	384a	50.40
S 75 + Intercrop 25	364 b	63.70	276a	48.30
S 50 + Intercrop 50	267a	70.09	168b	44.10
S 25 + Intercrop 75	117b	61.43	79b	41.48
ค่าเฉลี่ย	275		227	

(1) ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรชนิดเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้ DMRT

ตารางที่ 11ข ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน(1)

สัดส่วนพื้นที่ปลูก	ความสูง		เส้นผ่าศูนย์กลางดอก		ดรรชนีเก็บเกี่ยว	
	S+M	S+C	S+M	S+C	S+M	S+C
(%)	(ซม.)		(ซม.)		(%)	
S 100	187	182c	10.48	10.45a	56b	57
S 75 + Intercrop 25	188	189a	11.58	10.51a	60b	53
S 50 + Intercrop 50	184	192a	11.70	10.74a	65b	53
S 25 + Intercrop 75	185	187b	11.93	9.90b	65a	53
ค่าเฉลี่ย	186	187	11.42	10.40	62	55

(1) ค่าเฉลี่ยที่ตามอักษรชนิดเดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้ DMRT

8. ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อลักษณะต่าง ๆ ของพืชที่ปลูกแซม

ในการปลูกข้าวโพดและถั่วเขียวแซมทานตะวันนั้น พบว่าผลผลิตและลักษณะต่าง ๆ ของพืชทั้งสองบางลักษณะอาจปรวนแปรไปตามสัดส่วนของการปลูกแซม (ตารางที่ 12 และ 13) พบว่าเมื่อสัดส่วนของการแซมเพิ่มขึ้น ทำให้ผลผลิตของถั่วเขียวเพิ่มขึ้นไปด้วย ผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มจาก 57.75 กรัม/ต้น เมื่อสัดส่วนเป็นข้าวโพด 25 เปอร์เซ็นต์ เป็น 68.78 และ 80.15 กรัม/ต้น เมื่อข้าวโพดมีสัดส่วนเป็น 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ความสูงของข้าวโพดก็เพิ่มขึ้นตามสัดส่วน แต่ดรรชนีเก็บเกี่ยว และน้ำหนัก 100 เมล็ดไม่แตกต่างกันแต่อย่างใด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อปลูกแซมทานตะวันข้าวโพดมีการแข่งขันจนกระทบผลผลิตและความสูง

สัดส่วนของการปลูกแซมก็มีผลต่อถั่วเขียวเช่นเดียวกัน เมื่อสัดส่วนของถั่วเขียวเพิ่มขึ้น ก็ทำให้ผลผลิต ความสูง จำนวนฝักต่อต้น และดรรชนีเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นด้วย โดยเฉพาะผลผลิตเพิ่มขึ้นค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถั่วเขียวมีความสามารถในการแข่งขันน้อย

ตารางที่ 12 ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อผลผลิต และลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเขียว

สัดส่วนพื้นที่ปลูก	ผลผลิต		ความสูง	จำนวนฝัก/ต้น	ดรรชนีเก็บเกี่ยว	น้ำหนัก 100 เมล็ด
(%)	(กก./ไร่)	(กรัม/ต้น)	(ซม.)	-	(%)	(กรัม)
S 75 + M 25	20	7.00	73.77	9.21	590	6.65
S 50 + M 50	68	11.90	74.63	14.25	701	6.63
S 25 + M 75	120	14.00	79.06	16.55	716	6.62
M 100	150	13.13	76.94	18.38	619	6.55
F-test	**		ns	**	**	ns
lsd (P<0.05)	15.31	-	-	3.13	0.06	-

S = ทานตะวัน, M = ถั่วเขียว

(1) ผลผลิตถั่วเขียวคำนวณตามสัดส่วนพื้นที่ปลูก

ตารางที่ 13 ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อผลผลิต และลักษณะต่างๆ ของข้าวโพด

สัดส่วนพื้นที่ปลูก	ผลผลิต		ความสูง	ดรรชนีเก็บเกี่ยว	น้ำหนัก 100 เมล็ด
(%)	(กก./ไร่)(1)	(กรัม/ต้น)	(ซม.)	(%)	(กรัม)
S 75 + C 25	110	57.75	185	50	28.52
S 50 + C 50	262	68.78	192	53	27.40
S 25 + C 75	458	80.15	191	53	29.17
C 100	587	77.04	196	52	28.67
F-6est	*	-	ns	ns	ns
lsd (0.05)	101.3	-	-	-	-

S = ทานตะวัน, M = ถั่วเขียว

(1) ผลผลิตข้าวโพดคำนวณตามสัดส่วนพื้นที่ปลูก

9. ผลของการปลูกพืชแซมต่อโรคของถั่วเขียว

ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อโรคใบจุด (cercospora leafspot เกิดจากเชื้อรา *Cercospora canescens*) และโรคราแป้ง (powdery mildew เกิดจากเชื้อรา *Erysiphe polygoni*) เมื่อนำมาปลูกแซมทานตะวันในสัดส่วนต่าง ๆ กัน ปรากฏว่า อัตราการเป็นโรคมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งพบว่าผลของอัตราส่วนต่อการเกิดโรคทั้งสองชนิดไปในทางเดียวกัน คือเมื่อสัดส่วนของทานตะวันมากขึ้นโรคถั่วเขียวก็จะรุนแรงน้อยลง (ตารางที่ 14) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า พืชแซมมีส่วนต่อการลดความรุนแรงของโรค ซึ่งอาจป้องกันการแพร่ขยายของสปอร์ของโรค หรือทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการระบาดของโรค

ตารางที่ 14 คะแนนการระบาดของราแป้ง และโรคใบจุดในถั่วเขียวที่ปลูกแซมทานตะวันในสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่าง ๆ(1)

สัดส่วนพื้นที่ปลูก (%)	ราแป้ง	ใบจุด
S 75 + M 25	1.50	1.56
S 50 + M 50	1.67	1.94
S 25 + M 75	1.67	2.33
M 100	1.94	2.50
เฉลี่ย	1.69	2.08
F- test	**	**
lsd (P < 0.05)	0.21	0.17

(1) คะแนนการบันทึกโดย

1 = ไม่ปรากฏโรค,

1 = มีจุดโรคปรากฏ 1-25% ของพื้นที่ใบ

2 = มีจุดโรค 26-50% ของพื้นที่ใบ

3 = มีจุดโรค 51-75% ของพื้นที่ใบ

4 = มีจุดโรค 76-100% ของพื้นที่ใบ

10. สรุปผลการทดลอง

การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การศึกษาผลของไนโตรเจนต่อระบบการปลูกพืชที่ใช้ถั่วเขียวและข้าวโพดแซมทานตะวันนั้น การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะให้ค่า LER สูงกว่าการใช้ปุ๋ย แต่ผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ของทานตะวันดีกว่าการไม่ใช้ปุ๋ย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการแซมด้วยถั่วเขียวและข้าวโพดแล้ว การปลูกแซมด้วยถั่วเขียวให้ LER เฉลี่ย 1.11 ในขณะที่ข้าวโพดให้ LER เฉลี่ยเพียง 0.97 จึงสรุปได้ว่าถั่วเขียวเป็นพืชแซมที่ดีกว่าข้าวโพด ในการทดลองครั้งนี้ LER สูงสุดเท่ากับ 1.41 ได้จากการปลูกแซม S 50 : M 50 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ผลการทดลองพบต่อไปว่าการปลูกพืชแซมทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวันเพิ่มขึ้น และลดความรุนแรงของโรค

เอกสารอ้างอิง

Beets, W.C. (1982). Multiple cropping and tropical farming systems. Gower Publishing Company.

Dalal, R.C. (1977). Effect of intercropping of maize with soybean on grain yields. Trop. Agric. (Trinidad) 54 : 189-191.

Davis, J.H.C., and Wooley, J.N. (1993). Genotypic requirement for intercropping. Field Crops Res. 34 : 407 – 430.

Hikam, S., Poneleit, C.G., MacKown, C.T. and Hildebrand, D. F. (1992). Intercropping of maize and winged bean. Crop Sci. 32:195 – 198.

Internation Rice Research Institute (IRRI). (1975). Annual Report 1975. Cropping research system program, IRRI, Los Banos, Philippines.

Jordan, D., Rice C.W., and Tiedji. J.M. (1993). The effect of suppression treatments on the uptake of ^{15}N by intercropped corn from labeled alfalfar (Medicage sativa.) Biol. Fertil. Soils 16 : 221 : 226.

Kandel, H.J., Johnson, B.L. and Schneiter, A.A. (2000). Hard red spring wheat response following the intercropping of legumes into sunflower. Crop Sci. 40 : 731 – 736.

Midmore, D.J. (1993). Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. Field Crops Res. 34 : 357 – 380.

Monta, N.K. and De, R. (1980). Intercropping maize and sorghum with soybeans. J. Agric. Sci. Camb. 95 : 117- 122.

Morris, R.A., and Garrity, D. P. (1993). Resource capture and utilization in intercropping : Water. Field Crops Res. 34 : 303 – 317.

Norwel, S.S., and Malik, D.S. (1985). Influence of intercropping on the yield and food value of rainfed sunflower and companion legumes. Exp. Agric. 21 : 304 – 401.

Natarajan, M. and Willey, R.W. (1980). Sorghum-pigeon pea intercropping and the effects on plant population density. I. Growth and yield. J. Agric. Sci. Camb. 95 : 51-58.

Sarkar, R.K. and Kundu, C. (2001). Sustainable intercropping system of sesame (*sesamum indicum*) with pulse and oilseed crops on rice fallow land. Indian J. agric. Sci. **On line.**

Willey, R.W. (1979a). Intercropping : Its importance and research needs. Part I. Competition and yield advantages. Field Crop Abstracts. 32 : 1-10.

Willey, R.W. (1979b). Intercropping : Its importance and research needs. Part II. Agronomy and research approaches. Field Crop Abstracts. 32 : 73-85.

บทที่ 3

ผลตกค้างของปุ๋ยจากพืชนำที่ตกทอดถึงทานตะวันในระบบการปลูกพืชตามกัน

บทคัดย่อ

การปลูกทานตะวันในประเทศไทย มักปลูกในตอนปลายฤดูฝนตามพืชหลักบางชนิด เช่น ข้าวโพด และถั่วเหลือง โดยเกษตรกรไม่ได้ใส่ปุ๋ยแก่ทานตะวัน จึงทำให้ทานตะวันได้ผลผลิตต่ำ การทดลองนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยที่ใส่แก่ข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน ที่มีต่อทานตะวันซึ่งเป็นพืชที่ปลูกตาม โดยทำการทดลองที่ อ.วังม่วง จ. สระบุรี และในฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ใช้แผนการทดลองแบบ group balanced block ทำการใส่ปุ๋ยสูตรต่าง ๆ แก่พืชนำ (ข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน) ตามชนิดและอัตราที่เหมาะสม เมื่อเก็บเกี่ยวพืชนำแล้ว ทำการปลูกทานตะวันลงในแปลงที่ใช้ปุ๋ยแต่ละชนิดโดยไม่ใส่ปุ๋ยใด ๆ แก่ทานตะวัน ผลปรากฏว่า การทดลองที่ จ. สระบุรี ทานตะวันที่ปลูกตามถั่วเหลืองให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ปลูกตามข้าวโพดในขณะที่การปลูกในมหาวิทยาลัย ไม่ให้ผลแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลของปุ๋ยในแต่ละพืชนำ ทุกการทดลองแสดงให้เห็นว่า ทานตะวันจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย เช่นแปลงปลูกที่ อ. วังม่วง จ. สระบุรี ทานตะวันซึ่งปลูกตามข้าวโพด แปลงใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงไม่ใส่ปุ๋ยตั้งแต่ 56 ถึง 108 เปอร์เซ็นต์ การสังเกตลักษณะอื่น ๆ ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าการใส่ปุ๋ยแก่พืชนำมีความจำเป็นต่อทานตะวันซึ่งปลูกเป็นพืชตาม

Residual Effects of Fertilizers Applied to Preceding Crops On Sunflower in a Sequential Cropping System

Abstract

In Thailand, sunflower is usually grown after certain crops such as corn and soybean at the end of rainy season without fertilizer application. Therefore, low yield of sunflower is expected. This experiment was aimed to evaluate the residual effects of fertilizers applied to preceeding crops : corn, soybean and sunflower, on sunflower in a sequential cropping system. The experiments were conducted at Wang Muang, Saraburi and at the experimental farm, Suranaree University of Technology using a group balanced block design with four replications. Different fertilizers and rates were applied to proceding crops (corn, soybean and sunflower). After harvesting proceeding crops, sunflower was planted to each plot without tillage and fertilizer applications. At Saraburi, sunflower harvested from soybean–plot gave a higher yield than that from corn–plot. However, these yields at the university were not different. For each proceding crop, it was found at Saraburi that seed yield of sunflower in fertilized plots planted after corn was 56 to 108% higher than unfertilized plot. The response of other characters was similar to yield. Therefore, it can be concluded that fertilizer application to proceding crops is necessary for sunflower in a sequential cropping involving the crop.

คำนำ

ระบบการปลูกพืชที่นำพืชชนิดหนึ่งมาปลูกตามหลังพืชอีกชนิดหนึ่ง ในพื้นที่เดียวกันใน 1 ฤดู นับว่าเป็นวิธีการที่ใช้ศักยภาพพื้นที่ปลูกได้สูง และเพิ่มความเข้มข้นในการใช้พื้นที่ เป็นวิธีการปลูกพืชที่แพร่หลายในเขตร้อน เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ขนาดเล็ก มีแรงงานพอเพียง และมีปัจจัยสนับสนุนพร้อม อย่างไรก็ดี ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดระบบการผลิตพืชแบบนี้ คือ ปริมาณความชื้นที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต หรือมีการชลประทาน และอายุของพืชที่นำมาเข้าระบบควรเป็นพืชอายุสั้น จำนวนพืชที่ใช้ในระบบอาจมีมากกว่า 2 ชนิดก็ได้

ชาวนาจีน นับเป็นเกษตรกรกลุ่มแรกที่ใช้วิธีการปลูกพืชแบบเข้มข้น เพื่อการเพิ่มผลผลิต (Ling, 1911 อ้างโดย Riley and Mernegay, 1979) เกษตรกรของไต้หวันได้นำวิธีการดังกล่าวนั้นมาดัดแปลงพร้อมใช้เทคนิคใหม่ ๆ เข้าช่วย เช่น การใช้ปุ๋ย สารเคมีกำจัดแมลง วัชพืช เพื่อยกระดับผลผลิตให้สูงขึ้น การนำพืชหลายชนิดมาปลูกต่อเนื่องในฤดูเดียวกันนับว่าเป็นวิธีเพิ่มความเข้มข้นการผลิตพืชวิธีหนึ่ง (FFTC, 1972). Mernegay (1976) ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีประเมินผลของระบบปลูกพืชวิธีนี้ พบว่า แต่ละวิธีมีข้อดี-ข้อเสีย ต่าง ๆ กัน

ระบบการปลูกพืชตามกันที่ดี พืชที่ปลูกในระบบต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมของฤดูปลูก และสนับสนุนซึ่งกันและกันในการใช้ปัจจัยการผลิต เช่น Crabtree and Rupp (1980) พบว่าการปลูกถั่วเหลืองและข้าวสาลีตามกัน ให้ผลผลิตรวมสูงกว่าการปลูกพืชสองชนิดเดี่ยว ๆ

แหล่งปลูกทานตะวันที่สำคัญของประเทศไทยได้แก่ จังหวัด ลพบุรี สระบุรี เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ ฯลฯ ส่วนมากเป็นการปลูกตามหลังพืชไร่ต่าง ๆ จากการสำรวจเกษตรที่ปลูกทานตะวันในแหล่งปลูกต่าง ๆ ในปี 2544 จำนวน 79 ราย พบว่าปลูกตามข้าวโพด 45 ราย ตามถั่วเหลือง 32 ราย ตามถั่วเขียว 1 ราย และไม่ตามพืชใดเลย 1 ราย (งานพืชน้ำมัน, 2544) เกษตรกรเหล่านี้มักปลูกทานตะวันโดยไม่ใส่ปุ๋ย แต่ใช้ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งตกค้างจากพืชนำ ดังนั้น การใส่ปุ๋ยแก่พืชนำในอัตราและชนิดที่เหมาะสมน่าจะมีผลทำให้ทานตะวันให้ผลผลิตสูงขึ้น

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวันที่ปลูกตามข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวันได้รับปุ๋ยชนิดและอัตราต่าง ๆ กัน

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. เวลาและสถานที่ทดลอง

ทำการทดลองจำนวน 2 การทดลอง ดังนี้

(1) ทดลองในแปลงเกษตรกร อ.วังม่วง จ.สระบุรี
ระหว่างเดือน มิถุนายน 2542 ถึงเดือน มกราคม 2543

(2) ทดลองในฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ 2543 ถึงเดือน กันยายน 2543

2. วิธีการทดลอง

ทำการทดลองเพื่อทดสอบผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ของทานตะวัน ที่ปลูกตามหลัง (1) ข้าวโพด (2) ถั่วเหลือง และ (3) ทานตะวัน ที่ทำการใส่ปุ๋ยชนิดและอัตราต่าง ๆ ในพืช นำโดยใส่แปลงข้าวโพด และถั่วเหลืองอย่างละ 4 อัตรา ทำการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ group balanced block โดยใช้แปลงข้าวโพด และถั่วเหลืองเป็นกลุ่มใหญ่ (group) และอัตราปุ๋ย 4 อัตรา เป็นกลุ่มเล็ก (sub-group) ทั้งนี้ไม่รวมแปลงทานตะวัน (เพราะมีจำนวนกลุ่มย่อยน้อยกว่า) โดยมีรายละเอียดในกลุ่มย่อย ดังนี้

พืชหลักที่ปลูกในฤดูแรก ประกอบด้วย

(1) ข้าวโพด มี 4 วิธีการ ได้แก่

วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย

วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยพร้อมปลูกสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ (วิธีของเกษตรกร)

วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยพร้อมปลูกสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ หินฟอสเฟต อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยพร้อมปลูกสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ตอนปลูก ครั้งที่สองใส่หลังปลูก 30 วัน

(2) ถั่วเหลือง มี 4 วิธีการ ได้แก่

วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย

วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปลูก 15 วัน (วิธีของเกษตรกร)

วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปลูก 15 วัน และใส่ หินฟอสเฟตอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่พร้อมปลูก

วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 33 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่พร้อมปลูก ครั้งที่สองใส่หลังปลูก 30 วัน

(3) ทานตะวัน มี 2 วิธีการ ได้แก่

วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย

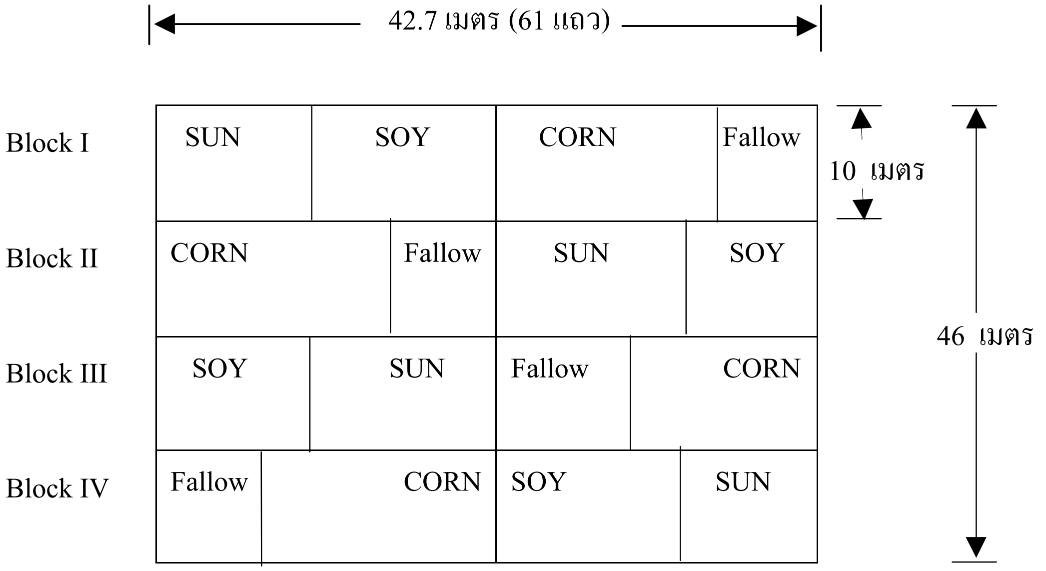
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่พร้อมปลูก ครั้งที่สองใส่หลังปลูก 30 วัน

(4) ไม่มีการปลูกพืชในฤดูแรก (แปลงเปรียบเทียบ)

พืชตามที่ปลูกในฤดูที่สอง ได้แก่ ทานตะวันพันธุ์แปซิฟิก 33 โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ และรายละเอียด ดังนี้

ขนาดแปลงทดลองและระยะปลูก

แต่ละวิธีการทำ 4 ซ้ำ (replication) มีทั้งหมด 44 แปลงย่อย (plot) โดยมีระยะปลูกจำนวนต้นต่อหลุม ขนาดแปลงย่อย (plot size) และจำนวนแถวต่อแปลงย่อย ดังรูปที่ 1 และตารางที่ 15



รูปที่ 2. แผนผังแปลงปลูกพืชตามซึ่งแสดงตำแหน่งของพืชนำที่วางโดยการสุ่ม (ระหว่าง Block เว้น 2 เมตร)

ตารางที่ 15 รายละเอียดของการปลูกพืชนำแต่ละชนิดในระบบการปลูกพืชแบบตาม

พืชปลูก	**ระยะปลูก (เซนติเมตร)**	**จำนวนต้นต่อหลุม**	**ขนาดแปลงย่อย (เมตร x เมตร)**	**จำนวนแถวต่อแปลงย่อย**
ข้าวโพด	70 x 30	1	4.20 x 10	6
ถั่วเหลือง	70 x 20	2	2.80 x 10	4
ทานตะวัน	70 x 30	1	4.90 x 10	7
ไม่ปลูกพืชฤดูแรก	-	-	4.90 x 10	-

3. การเตรียมพื้นที่ การปลูก และการดูแลรักษา

3.1 ฤดูปลูกที่ 1 ไถเตรียมดิน 2 ครั้ง และพรวน 1 ครั้ง ไถเปิดร่องแถวปลูกลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 70 เซนติเมตร แบ่งแปลงย่อยตามขนาดที่กำหนด ใส่ปุ๋ยรองพื้นปลูก โดยหยอดเมล็ดข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน ตามวิธีการและระยะปลูกที่กำหนด หลังเมล็ดงอก 5-7 วัน ปลูกซ่อมและถอนแยกให้เหลือจำนวนต้นต่อหลุมตามที่กำหนด กำจัดวัชพืช 1 ครั้ง ใส่ปุ๋ยครั้งที่สองตามวิธีการที่กำหนด เมื่ออายุ 30 วัน หลังปลูกเก็บเกี่ยวเฉพาะผลผลิต ส่วนเศษต้นที่เหลือใช้มีดสับไว้ในแปลง

3.2 ฤดูปลูกที่ 2 ดายหญ้าให้วัชพืชตายแล้วใช้จอบสับ ทำการปลูกทานตะวันโดยวิธีไม่เตรียมดิน หยอดเมล็ดตรงแถวเดิมกับฤดูปลูกที่ 1 ใช้ระยะปลูก 70 x 30 เซนติเมตร ไม่มีการใส่ปุ๋ย

4. การบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลทานตะวันโดยใช้แถวกลาง ลักษณะที่บันทึกได้แก่ผลผลิต ความสูงของลำต้น เส้นผ่าศูนย์กลางของดอก และน้ำหนัก 100 เมล็ด นำข้อมูลที่เก็บได้ไปวิเคราะห์วาเรียนซ์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT

ผลการทดลองและวิจารณ์

ก. ผลการทดลองที่ อ.วังม่วง จ.สระบุรี

1. ผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์

จากผลการวิเคราะห์วาเรียนซ์ของข้อมูลที่ดำเนินการวิจัยที่ อ.วังม่วง จ.สระบุรี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 16 พบว่า การปลูกตามข้าวโพด และถั่วเหลืองทำให้ทานตะวันให้ผลผลิตและความสูงแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่น้ำหนัก 100 เมล็ด และเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกไม่มีความแตกต่างกันแต่อย่างใด เมื่อพิจารณาเฉพาะภายในกลุ่ม พบว่า การใส่ปุ๋ย 4 อัตราในข้าวโพดทำให้ผลผลิต น้ำหนักต่อ 100 เมล็ด ความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ทานตะวันที่ปลูกตามถั่วเหลืองให้ผลผลิตและลักษณะอื่นไม่แตกต่างกันยกเว้นเฉพาะความสูงเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพืชทั้งสองชนิดนี้มีผลต่อทานตะวันซึ่งเป็นพืชตามที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 16 ความแตกต่างทางสถิติของลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันที่ปลูกตามหลังข้าวโพดและถั่วเหลือง อ.วังม่วง จ.สระบุรี

Sources of Variation	df	ผลผลิต	น้ำหนัก 100 เมล็ด	ความสูง	เส้นผ่าศูนย์-กลางดอก
Replications	3	ns	ns	ns	ns
Groups (Corn/Soybean)	1	*	ns	*	ns
Corn	3	**	**	*	*
Soybean	3	ns	ns	*	ns

2. ผลผลิตและลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวัน

จากการปลูกทานตะวันตามข้าวโพด และถั่วเหลือง โดยไม่ใช้ปุ๋ย นอกจากใช้ปุ๋ยตกค้างจากพืชนำ ปรากฏว่าการปลูกตามข้าวโพดให้ผลผลิตเฉลี่ย 253 กก./ไร่ แต่การปลูกตามถั่วเหลืองให้ผลผลิต 301 กก./ไร่ (ตารางที่ 17) ซึ่งแสดงว่าชนิดของพืชนำมีผลต่อผลผลิตของทานตะวัน ซึ่งเป็นพืชตาม นอกจากนั้นข้าวโพดและถั่วเหลืองซึ่งเป็นพืชนำทำให้ความสูงของทานตะวันแตกต่างกันทางสถิติ การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การปลูกถั่วเหลืองนำทานตะวัน ทำให้ผลผลิตของทานตะวันสูงกว่าการปลูกตามข้าวโพด ซึ่งพบว่าในระบบการปลูกพืชนั้นควรมีพืชตระกูลถั่วร่วมด้วยเสมอ ทั้งนี้เพราะพืชตระกูลถั่วเป็นพืชบำรุงดิน ที่รากมีปมสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศเมื่อเหลือจากการใช้ประโยชน์โดยถั่วเอง แล้วก็จะตกค้างเป็นประโยชน์แก่พืชที่ปลูกตาม (Jordan et al., 1993 อ้างโดย Kandel et al., 2000) Sanford et al. (1973) ได้ทำการศึกษาผลของการปลูกข้าวสาลีตามถั่วเหลือง และตามข้าวฟ่างเป็นเวลาหลายปี ทุก ๆ ปีพบว่าผลผลิตของข้าวสาลีจากแปลงถั่วเหลืองสูงกว่าจากแปลงข้าวฟ่างทุกปี และบางปีผลผลิตจากแปลงถั่วเหลืองสูงเกือบ 2 เท่าจากแปลงข้าวฟ่าง

เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตและลักษณะต่าง ๆ ของทานตะวันที่ปลูกตามข้าวโพด และทานตะวันที่ได้รับปุ๋ยระดับต่าง ๆ พบว่า ในการปลูกตามข้าวโพด เมื่อได้รับปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ทำให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ แปลงข้าวโพดที่ไม่ได้รับปุ๋ย ทานตะวันให้ผลผลิตเพียง 151 กก./ไร่ แต่แปลงที่ได้รับปุ๋ยให้ผลผลิตโดยเฉลี่ย 287 กก./ไร่ หรือสูงกว่าทานตะวันจากแปลงไม่ใส่ปุ๋ยถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลของปุ๋ยตกค้างเป็นอย่างดี แปลงซึ่งใส่ปุ๋ย NPK สูตร 15-15-15 อัตรา 20 กก./ไร่ และใส่หินฟอสเฟต 100 กก./ไร่ ทานตะวันให้ผลผลิตสูงสุด คือ 315 กก./ไร่ หรือสูงกว่าแปลงไม่ใส่ปุ๋ย 108 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีผลตกค้างทั้งด้านปุ๋ยของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อทานตะวัน จากการศึกษาผลตกค้างของฟอสฟอรัสอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงเพียงครั้งเดียวสามารถปลูกพืชต่อเนื่องได้หลายฤดู (Halvorson and Black, 1985).

การปลูกทานตะวันตามถั่วเหลืองให้ผลผลิตในระดับสูงใกล้เคียงกันทุกระดับปุ๋ย แปลงที่ได้รับปุ๋ย 12-24-12 อัตรา 33 กก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 311 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างจากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ที่ให้ผลผลิต 292 กก./ไร่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แม้ไม่มีการใส่ปุ๋ย ถั่วเหลืองก็สามารถทำให้ดินมีธาตุอาหารตกค้างมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนที่ได้รับการตรึงจากถั่วเหลือง

ตารางที่ 17 ผลของวิธีการใส่ปุ๋ยพืชแรกต่อผลผลิตและลักษณะต่างๆ ของทานตะวัน [1]

พืชแรก	วิธีการใส่ปุ๋ย	ผลผลิต (กก./ไร่)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางดอก (ซม.)
ข้าวโพด	1) ไม่ใส่ปุ๋ย	151 b	4.80 b	105b	8.19 b
	2) ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กก./ไร่	268 a	5.61 a	129a	9.30 ab
	3) ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กก./ไร่ หินฟอสเฟต 100 กก./ไร่	315 a	5.84 a	124a	9.55 a
	4) ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กก./ไร่	279 a	5.86 a	132a	9.94 a
	เฉลี่ย	**253**	**5.53**	**123**	**9.25**
	F-test	**	**	*	*
ถั่วเหลือง	1) ไม่ใส่ปุ๋ย	292	5.49	128b	9.04
	2) ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 16 กก./ไร่	296	5.77	144a	10.47
	3) ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 16 กก./ไร่ หินฟอสเฟต 100 กก./ไร่	303	5.87	150a	10.20
	4) ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 33 กก./ไร่	311	5.83	152a	9.84
	เฉลี่ย	**301**	**5.74**	**144**	**9.89**
	F-test	**ns**	**ns**	*	**ns**
ทานตะวัน	1) ไม่ใส่ปุ๋ย	252	5.32	113	9.17
	2) ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กก./ไร่	303	5.71	128	9.55
	เฉลี่ย	**278**	**5.52**	**120.50**	**9.36**
	F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**
ไม่ปลูกพืชแรก[2]		216	5.02	136	8.34

(1) ค่าเฉลี่ยผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ ของทานตะวันที่ปลูกตามพืชชนิดเดียวกัน แต่ปุ๋ยชนิดต่างกัน ที่ตามด้วยอักษรต่างกัน แตกต่างกันในทานสถิติที่ระดับ 0.05

ผลของปุ๋ยตกค้างต่อลักษณะอื่น ๆ มีปรากฏให้เห็นในทุกระบบการปลูก (ข้าวโพด ทานตะวัน, ถั่วเหลือง ทานตะวัน และ ทานตะวัน - ทานตะวัน) มีทั้งถึงระดับแตกต่างและไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อปลูกทานตะวันตามข้าวโพด ทานตะวันจากแปลง (ข้าวโพด) ที่ใส่ปุ๋ยทุกสูตรให้ขนาดเมล็ด ความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลางของดอก สูงกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนทานตะวันที่ปลูกตามถั่วเหลืองมีแนวโน้มว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยให้น้ำหนักเมล็ด ความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกสูงกว่าแปลงไม่ใส่ปุ๋ย และแปลงที่ทานตะวันปลูกตามทานตะวันก็ให้ผลเช่นเดียวกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ความแตกต่างเหล่านี้เกิดจากปุ๋ยที่ตกค้างจากพืชนำ

ข. ผลการทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นำผลการทดลองในฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ไปวิเคราะห์ โดยใช้วิธี group balanced block แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จึงนำข้อมูลชุดเดียวกันไปวิเคราะห์แบบ randomized complete block เฉพาะผลผลิต ดังผลแสดงไว้ในตารางที่ 18 ทานตะวันซึ่งปลูกในแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยทุกแปลงให้ผลผลิตต่ำ ถึงแม้ทานตะวันปลูกตามข้าวโพด (255 กก./ไร่) สูงกว่าทานตะวันที่ปลูกตามถั่วเหลือง (229 กก. /ไร่) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาโดยทั่วไปพบว่าในทุกระบบการปลูก (ข้าวโพด–ทานตะวัน, ถั่วเหลือง–ทานตะวัน และทานตะวัน–ทานตะวัน) ทานตะวันที่ปลูกในแปลง (ที่พืชนำ) ได้รับปุ๋ยให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีผลตกค้างของปุ๋ยและความอุดมสมบูรณ์ของดินจากข้าวโพดและถั่วเหลือง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อทานตะวัน เมื่อพิจารณาถึงผลของปุ๋ยแต่ละชนิดโดยเฉพาะพบว่า แปลงที่ใส่หินฟอสเฟตมักให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งแสดงว่าเป็นผลตกค้างของหินฟอสเฟต

ตารางที่ 18 ผลผลิตของทานตะวันที่ปลูกตามข้าวโพด ถั่วเหลืองและทานตะวันโดยไม่มีการใส่ปุ๋ย

พืชนำ	สูตรปุ๋ย	ผลผลิต[1] (กก./ไร่)
ข้าวโพด	1) ไม่ใส่ปุ๋ย	203 c
	2) ใส่ปุ๋ย 15 – 15 –15 อัตรา 20 กก./ไร่	243 b
	3) ใส่ปุ๋ย 15 – 15 –15 อัตรา 20 กก./ไร่ + หินฟอสเฟต 100 กก./ไร่	283 a
	4) ใส่ปุ๋ย 15 – 15 –15 อัตรา 40 กก./ไร่	292 a
	เฉลี่ย	255
ถั่วเหลือง	1) ไม่ใส่ปุ๋ย	209 c
	2) ใส่ปุ๋ย 46 – 0 – 0 อัตรา 16 กก./ไร่	239 bc
	3) ใส่ปุ๋ย 46 – 0 – 0 อัตรา 16 กก./ไร่ + หินฟอสเฟต	251 b
	4) ใส่ปุ๋ย 12 – 24 –12 อัตรา 33 กก./ไร่	247 b
	เฉลี่ย	229
ทานตะวัน	1) ไม่ใส่ปุ๋ย	236 bc
	2) ใส่ปุ๋ย 15 – 15 –15 อัตรา 40 กก./ไร่	253 b
	เฉลี่ย	245
ไม่มีการปลูกพืชแรก		212 c

(1) ค่าเฉลี่ยผลผลิตทานตะวันที่ปลูกตามพืชนำชนิดเดียวกัน แต่ปุ๋ยต่างชนิดกัน ที่ตามด้วยอักษรต่างกันแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยวิธี DMRT

ค. สรุป

การปลูกทานตะวันในประเทศไทย เกษตรกรมักปลูกตามพืชหลักที่สำคัญ คือข้าวโพดและถั่วเหลือง โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยทานตะวันแต่อย่างใด ดังนั้น ทานตะวันต้องใช้ธาตุอาหารและความอุดมสมบูรณ์ที่ตกค้างมาจากพืชนำ ผลจากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ในทุกระบบการปลูกพืชที่ได้ศึกษา การใส่ปุ๋ยในพืชนำทำให้ผลผลิตของทานตะวันสูงขึ้นกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย นอกจากนั้นลักษณะอื่น ๆ เช่นความสูง ขนาดเมล็ด และเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกสูงขึ้นเช่นกัน อาจกล่าวได้ว่า การเพิ่มของลักษณะเหล่านี้เกิดจากผลของปุ๋ยและความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ตกค้างจากข้าวโพดและถั่วเหลือง ผลตกค้างประการแรก คือซากพืชที่เน่าเปื่อยลงสู่ดิน เพราะแปลงพืชนำที่ใส่ปุ๋ยจะให้มวลรวมสูงกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ผลตกค้างประการสำคัญคือ ธาตุอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือฟอสฟอรัส เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วธาตุฟอสฟอรัสจะอยู่ในดินเป็นเวลานาน พืชปลูกจะนำไปใช้เป็นบางส่วนเท่านั้น ที่เหลือจะเป็นประโยชน์แก่พืชที่ปลูกตาม (Read et al., 1973). ยิ่งกว่านั้น เป็นที่ทราบกันแล้วว่าหินฟอสเฟตจะปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาอย่างช้า ๆ การใส่ปุ๋ยชนิดนี้ลงไปในดินจะมีผลต่อพืชที่ปลูกตาม Tisdale และคณะ (1985) พบว่า การใส่หินฟอสเฟต นอกจากจะเพิ่มธาตุอาหารฟอสฟอรัสแล้ว ยังช่วยยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้อีกด้วย จากการทดลองของพฤกษ์ ยิบมันตะศิริ (2532, ติดต่อส่วนตัว) พบว่า การใส่หินฟอสเฟตแก่ข้าว ทำให้มีผลตกค้างถึงถั่วเหลืองซึ่งปลูกตามทานตะวัน

ผลจากการทดลองนี้สรุปได้ว่า ในการปลูกทานตะวันตามพืชอื่น ๆ โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยทานตะวันนั้น ควรมีการใส่ปุ๋ยในพืชนำ ชนิดและระดับที่เหมาะสม การใส่หินฟอสเฟตเพื่อเป็นแหล่งของฟอสฟอรัสในพืชนำเป็นวิธีการที่ควรแนะนำ

เอกสารอ้างอิง

งานพืชน้ำมัน. (กันยายน 2545). การผลิต การตลาดทานตะวัน. ใน การประชุมวิชาการ. รายงานสถานการณ์การปลูกทานตะวันปลายฤดูฝน ปี 2544-2545. นครราชสีมา : กลุ่มพืชน้ำมัน กองส่งเสริมพืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร.

Crabtree, R.J. and Rupp, R.N. (1980). Double and monocropped wheat and soybeans under different tillage and row spacing. Agron. J. 72: 445-448.

Food and Fertilizer Technology Center FFTC. (1974). Multiple cropping system in Taiwan. Huai Ming St., Taipei, Taiwan.

Halvorson, A.D. and Black, A.L. (1985). Long-term dryland response to residual phosphorus fertilizers. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 928-932.

Jorden, D., Rice, C.W. and Tiedje, J.M. (1993). The effect of suppression treatments on the uptake of ^{15}N by intercropped corn from labeled alfalfa (*Midicago sativa*). Biol. Fertil. Soils. 26: 221-226.

Kandel, H.J., Johnson, B.L. and Schneiter, A.A. (2000). Hard red spring wheat response following the intercropping of legumes into sunflower. Crop Sci. 40 : 731 – 736.

Menegay, M.R. (1976). Farm management research on cropping system. Asian Vegetable Research and Development Center, Technical Bulletin no. 2, AVRDC, Shanhua, Taiwan, R.O.C.

Read, D.W.L., Spratt, E.D., Bailey, L.D., Warder, F.G. and Ferguson, W.S. (1973). Residual value of phosphate fertilizer on chernozemic soils. Can. J. Soil Sci. 53: 389-398.

Riley, J.J. and Menegay, M.R. (1978). Intensive agricultural practice in Asia. Journal of Food Processing and Preservation 2 : 197-202.

Sanford, J.O., Myhre, D.L. and Merwine, M.C. (1973). Double cropping systems involving no-tillage and conventional tillage. Agron. J. 65: 978-980.

Tisdale, S.L., Beaton, J.D., Nelson, W.L. and Mavlin, J.L. (1993). Soil Fertility and Fertilizers. pp. 176-299. *In* Tisdale, S.L. et al. (ed.). Soil and fertilizer phosphorus. Macmillan, New York, 634 p.

บทที่ 4

ผลทางอัลลิโลพาธีของพืชบางชนิดที่มีต่อทานตะวัน

บทคัดย่อ

ระบบการปลูกพืชแบบตามกัน พืชที่ปลูกนำอาจมีผลทางการยับยั้ง หรือผลทางอัลลิโลพาธี (Allelopathy) ต่อพืชที่ปลูกตามเป็นผลทางเสื่อมที่พืชชนิดอีกชนิดหนึ่งที่ปลูกต่อเนื่องกัน ได้ทำการศึกษาผลทางอัลลิโลพาธีต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน เมื่อปลูกทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง ทำการทดลอง 2 ครั้ง โดยทดลองในกระถาง จัดระเบียบการทดลองแบบ split-plot ให้ชนิดซากพืช ได้แก่ ซากทานตะวัน ข้าวโพดและถั่วเหลืองเป็น main plot และให้ส่วนของซากพืชได้แก่ ซากราก ต้น และรากรวมกับลำต้น เป็น sub-plot จำนวน 4 ซ้ำ (ซ้ำละ 1 กระถาง) ก่อนการทดลองนำซากมาบดใช้ 100 กรัมต่อกระถาง โดยคลุกกับดินใส่กระถางก่อนปลูก 1 สัปดาห์ การทดลองครั้งที่ 1 วัดผลเมื่อทานตะวันอายุ 60 วัน โดยไม่รอเก็บเกี่ยว ค่าสังเกตที่เป็นน้ำหนักรากแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง และมวลรวมของทานตะวัน ปรากฏว่าถูกยับยั้งโดยซากส่วนรากมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของซากทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาชนิดซาก ปรากฏว่าซากทานตะวันยับยั้งการเจริญเติบโตทานตะวันมากที่สุด ได้มวลรวม 8.49 กรัมต่อต้น รองลงมาคือถั่วเหลือง 11.49 กรัมต่อต้น ในส่วนซากข้าวโพดไม่ว่าส่วนใดของซากไม่ยับยั้งการเจริญเติบโตทานตะวัน ค่าสังเกตความสูงให้ผลทำนองเดียวกัน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การทดลองที่ 2 วัดผลเมื่อทานตะวันอายุเก็บเกี่ยว ค่าสังเกตที่เป็นน้ำหนักรากแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง และมวลรวมทานตะวัน ปรากฏผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 กล่าวคือ ซากส่วนรากยับยั้งการเจริญเติบโตมากกว่าส่วนอื่น และเมื่อพิจารณาชนิดรากของซากพืช ก็พบว่ารากทานตะวันให้มวลรวมทานตะวันต่ำที่สุด และพบว่าซากส่วนของรากข้าวโพดทำให้มวลรวมทานตะวันลดลงมากกว่าซากส่วนต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาชนิดซากพืช ปรากฏว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในส่วนของซากข้าวโพดมีผลในทางส่งเสริม ทำให้ทานตะวันได้มวลรวมเพิ่มขึ้น

Abstract

In a sequential cropping system, the preceding crop may exhibit suppressive or allelopathic effects on the successive crop. A pot experiment was conducted twice to evaluate the allelopathic effect of sunflower, corn and soybean on growth and development of sunflower using a split plot design with four replications. The sources of crop residue from sunflower, corn and soybean were used as the main plot and types of crop residue including root, stem and root plus stem as the sub plot. The crop residue was ground and mixed thoroughly with soil one week before filling into the pots. The data from the first experiment measured 60 days after planting showed the suppressive effects on dry root, dry stem and biomass of the successive crop. The most deleterious effect was from the root residue which was significantly different from the other plant parts ($P<0.05$) Among the three crops, sunflower exhibited higher suppressive effect than soybean, but no effect was found from corn. In the second experiment, the data collected at maturity showed that sunflower crop residue tended to give the suppressive effect on all characters observed including plant height, dry root, dry stem and biomass of successive sunflower. Among the plant parts, the root gave the highest suppressive effect than others. For example, among the three crops sunflower root gave the lowest biomass of 41.83 g/plant. When the three crops were compared, sunflower exhibited the highest suppressive effect on successive sunflower followed by soybean.

คำนำ

การจัดระบบการปลูกพืช เป็นแนวทางการผลิตพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่เกษตรต่อเวลาให้สูงขึ้น โดยใช้การปลูกพืชตาม (sequential cropping) และการปลูกพืชแซม (intercropping) โดยพิจารณาพืชที่ปลูกร่วมให้เหมาะสม แนวทางนี้ได้พิจารณาควบคู่ไปกับการพัฒนาด้านต่าง ๆ ได้แก่ การอนุรักษ์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเลือกวันปลูกที่เหมาะสม รวมถึงทางด้านอัลลิโลพาธี (allelopathy)

อัลลิโลพาธี (allelopathy) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก 2 คำ คือ alleon หมายถึง ซึ่งกันและกัน และ pathos หมายถึง ความเดือดร้อนหรือทำให้เกิดอันตราย (Molish, 1937 อ้างโดย Rice, E.L., 1984) ได้ให้ความหมายว่า เป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีระหว่างพืชทุกชนิด รวมทั้งจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลทางด้านยับยั้งและกระตุ้นปฏิกิริยาทางชีวเคมี นั่นคือ อัลลิโลพาธี จึงเป็นปรากฏการณ์ของการปลูกพืชร่วมกันที่พืชหนึ่งแสดงอาการตอบสนองอันเนื่องมาจากได้รับสารที่พืชอีกชนิดหนึ่งปลดปล่อยออกมา สารนั้นเรียกว่า สารอัลลิโลพาธิก (allelopathic substances) ซึ่งเป็นสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) มีอยู่หลายกลุ่ม ได้แก่ สารกลุ่ม alkaloids ประมาณ 7,000 ชนิด มาจาก amino acid สารกลุ่ม terpenoids ประมาณ 5,000 ชนิด มาจาก mevalonate สารกลุ่ม flavonoids ประมาณ 1,000 ชนิด กับกลุ่ม phenylpropanes ประมาณ 5,000 ชนิด มาจาก cinnamic acid และสารกลุ่ม polyketides กับกลุ่ม polyacethylenes มากกว่า 1,350 ชนิด มาจาก acetyl coA (Roshchina, 1993)

การจัดระบบการปลูกพืชจึงต้องพิจารณาผลทางอัลลิโลพาธีในการเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมมาปลูกร่วม โดยเฉพาะระบบการปลูกพืชแบบตาม ซึ่งหมายถึง การปลูกพืชหลายชนิดตามกันในพื้นที่เดียวกันในช่วงเวลาหนึ่งปี เป็นระบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติกันมากกว่าระบบอื่น ๆ เนื่องจากเป็นแนวทางใช้ประโยชน์สูงสุดจากพื้นที่เกษตร เช่น เกษตรกรในเขตน้ำฝนหลายท้องที่ปลูกข้าวโพดแล้วตามด้วยถั่วเขียว หรือตามด้วยทานตะวัน (สถาบันวิจัยการทำฟาร์ม, 2535)

จากการศึกษาของ Pandey และคณะ (1993) พบว่า พืชต่างชนิดกันจะสร้างสารอัลลิโลพาธิกต่างกัน Chang-Yeon และคณะ(1995) พบว่า ข้าวไรย์พันธุ์ Paldang มีสารประกอบ phenolic มากกว่าพันธุ์ Singi ชอุ่ม เปรมัษเฐียร (2537) พบว่า ส่วนของฝักที่มีเมล็ดติดของงา (*Sesamum indicum*) จะมีปริมาณสารอัลลิโลพาธิกมากที่สุด รองลงมาคือ ใบและลำต้น ตามลำดับ ผักปอดนา (*Sphenoclea zeylanica*) จะมีสารอัลลิโลพาธิกมากที่สุดในส่วนของช่อดอก รองลงมาคือ ที่ใบและลำต้น สำหรับข้าวสาลี ข้าวไรย์ ข้าวฟ่าง มันฝรั่ง จะมีการสังเคราะห์และปลดปล่อยสารอัลลิโลพาธิกออกมาจากรากเป็นส่วนใหญ่ (Viles and Reese, 1996) ผักปอดนาเมื่ออายุมากขึ้นจะมีสารอัลลิโลพาธิกมากขึ้น ยาสูบและทานตะวันที่ปลูกในสภาพธาตุอาหาร อุณหภูมิ และแสง ไม่เหมาะสมต่อ

การเจริญเติบโต พบว่ามีการสร้างสารอัลลิโลพาธิกเพิ่มขึ้น (Premasthira and Zungsonthiporn, 1995) Koeppe และคณะ (1976) พบว่า การปลูกข้าวบาร์เลย์ในดินที่ขาดฟอสฟอรัสจะผลิตสารอัลลิโลพาธิกเพิ่มขึ้น

อัลลิโลพาธีกับระบบการปลูกพืช

การพัฒนาระบบการปลูกพืชได้พิจารณาปัจจัยร่วมอื่น ๆ เช่น การอนุรักษ์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การหาวันปลูกที่เหมาะสม การทดสอบอัตราปุ๋ยที่ใส่ เป็นต้น แต่ปัจจัยทางด้านอัลลิโลพาธีมีรายงานวิจัยค่อนข้างน้อย

สารอัลลิโลพาธิก (allelopathic substances) ที่สะสมอยู่ในดินเกิดจากพืชปลดปล่อยทางรากโดยตรง หรือจากการย่อยสลายของเศษซากพืชที่เหลือตกค้างในดิน มีผลทั้งยับยั้งและกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชปลูกตามหลัง (Rice, 1984) Sarobol (1986) ได้ศึกษาผลทางอัลลิโลพาธีของข้าวโพดที่ปลูกตามหลังข้าวโพด และปลูกตามหลังถั่วเหลือง พบว่า ปลูกตามหลังข้าวโพดผลผลิตลดลงเนื่องจากสาเหตุหลัก คือ ผลทางอัลลิโลพาธีจากข้าวโพด Kimbler (1973) พบว่า ข้าวสาลีมี autotoxicity คือ เศษซากของข้าวสาลีที่หลงเหลือมีผลทำให้ข้าวสาลีที่ปลูกตามผลผลิตลดลง ในทางกลับกันพืชตระกูลถั่วหลายชนิดมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ปลูกตาม Rakhteenko และคณะ (1973, อ้างโดย Rizvi และคณะ, 1982) พบว่า สารที่ปลดปล่อยออกมาจากรากถั่ว (pea) จะกระตุ้นการสังเคราะห์แสง และการดูดซับธาตุฟอสฟอรัสในข้าวบาร์เลย์ที่ปลูกตาม แสดงให้เห็นว่า ผลทางอัลลิโลพาธีในระบบการปลูกพืชนั้นมีความสำคัญไม่น้อยทั้งทางบวกและทางลบต่อขบวนการเจริญเติบโตของพืชอื่นๆ ในระบบการปลูกพืช

ผลทางอัลลิโลพาธีของทานตะวันต่อพืชปลูก พบว่า ใบแห้งทานตะวันคลุกลงไปในดินที่เพาะข้าวฟ่างปริมาณ 2 กรัมต่อดิน 80 กรัม จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวฟ่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดเวลา 2 สัปดาห์ของการทดลอง และใบที่แก่เต็มที่บดละเอียดคลุกในดินอัตราที่เท่ากับหรือมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักใบต่อน้ำหนักเดิม) จะลดการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและทานตะวัน ในส่วนของลำต้นและกิ่งก้านของทานตะวันมีผลเช่นนั้น แต่เกิดขึ้นในระดับน้อยกว่าใบ สารที่ปลดปล่อยออกทางรากของทานตะวันนอกจากยับยั้งการงอกแล้วยังมีผลต่อการยับยั้งความสูง ยับยั้งมวลรวมของถั่วเหลือง ทานตะวัน (Iron and Burnside, 1982) ถั่วเหลืองที่เพาะในสารละลายที่สกัดจากลำต้นของทานตะวันที่สกัดด้วยน้ำที่ระดับความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เปอร์เซ็นต์งอกของถั่วเหลืองลดลง ถ้าเพิ่มความเข้มข้นเป็น 2 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ถั่วเหลืองสร้างปมลดลง (Mallik and Tesfai, 1988) ในการศึกษาเศษซากทานตะวัน 12 พันธุ์ที่หลงเหลืออยู่ แล้วปลูกข้าวสาลี พบว่า เปอร์เซ็นต์งอกของข้าวสาลีที่ปลูกตามหลังทานตะวันแต่ละพันธุ์

แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ทานตะวันแต่ละพันธุ์มีศักยภาพทางอัลลิโลพาธีที่ต่างกัน (Purvis, 1990) Leather (1983) รายงานว่า ในแปลงที่มีเศษซากทานตะวันอยู่ 16,000 – 32,000 กิโลกรัมต้นสดต่อเฮกตาร์ และปลูกฝ้ายตามโดยไม่กำจัดวัชพืช จะให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ยังไม่มีเศษซากทานตะวัน (ไม่มีการกำจัดวัชพืชเหมือนกัน)

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลทางอัลลิโลพาธีของพืช 3 ชนิด คือ ทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อทานตะวันซึ่งปลูกตามพืชเหล่านี้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอัลลิโลพาธีของซากทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง ต่อทานตะวัน โดยใช้แหล่งของสารอัลลิโลพาธี 3 ส่วน คือ รากแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งรวมลำต้นแห้ง นำมาบดผสมดินปลูกทานตะวัน ซึ่งมีวิธีการโดยละเอียด ดังนี้

1. ชนิดของซากพืช
   1.1 ทานตะวัน
   1.2 ข้าวโพด
   1.3 ถั่วเหลือง
2. ส่วนของพืช
   2.1 ราก
   2.2 ลำต้นรวมทั้งกิ่ง ใบ ดอก (ส่วนเหนือดิน)
   2.3 ทั้งรากและลำต้น (ส่วนของลำต้นได้แก่ ส่วนเหนือดิน)
3. ไม่ใส่ซากพืช เพื่อเป็นค่าเปรียบเทียบมาตรฐาน
4. ขั้นตอนการทดลอง

ทำการทดลองในกระถาง โดยใช้กระถางขนาด 10 นิ้ว จัดระเบียบการทดลองแบบ split – plot โดยชนิดของซากพืช เป็น main plot และส่วนของซากพืชเป็น sub – plot จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กระถาง การให้สารกระทำโดยการคลุกดิน ดังนี้

4.1 การคลุกดิน นำรากแห้ง ลำต้นแห้ง และรากแห้งรวมต้นแห้งของทานตะวัน ข้าวโพดและถั่วเขียวมาบดและคลุกดิน ในอัตรา 100 กรัมต่อกระถาง ก่อนปลูก 1 สัปดาห์

4.2 การปลูกทดลอง นำดินที่เตรียมไว้ใส่ลงกระถางในน้ำหนักเท่ากัน (6.9 กิโลกรัมต่อกระถาง) แล้วทำการปลูกเมล็ดทานตะวัน กระถางละ 3-4 เมล็ด เมื่อทานตะวันครบ 12 วัน ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง

5. การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมเพื่อการเปรียบเทียบผลทางอัลลิโลพาธีจากพืชหลักทั้งสามชนิดที่มีต่อพืชทดสอบ (ทานตะวัน) จะเป็นลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชทดสอบ ได้แก่

5.1 ความสูงของลำต้น

5.2 องค์ประกอบผลผลิต ประกอบด้วย เส้นผ่าศูนย์กลางของจาน จำนวนเมล็ดต่อจาน น้ำหนักต่อจาน น้ำหนัก 100 เมล็ด

5.3 ลักษณะอื่น ๆ โดยการนำเข้าตู้อบ 70 °ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อวัดน้ำหนักแห้งต้นแห้ง มวลรวม อัตราส่วนรากต่อต้น

5.4 วิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมสำหรับการเปรียบเทียบผล นำไปวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) หรือ lsd (least significant difference) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IRRISTAT

ผลการทดลอง

1. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อความสูงทานตะวัน

ตารางที่ 19 แสดงความสูงทานตะวันที่ได้รับแหล่งซากแห้ง ได้แก่ ราก ต้น รากบวกต้น ของชนิดซากพืช ทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองที่บดแล้วคลุกดินปลูกทานตะวัน มีผลต่อความสูง กล่าวคือ ในฤดูที่ 2 เมื่อทานตะวันอายุ 60 วัน ความสูงของทานตะวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าของความสูงเมื่อพิจารณาแหล่งซากพืชโดยเฉลี่ย ปรากฏว่า แหล่งซากพืชจากรากของทั้ง 3 ซากพืช ยับยั้งความสูงทานตะวันมากกว่าแหล่งซากพืชจากต้น โดยแหล่งซากพืชจากรากให้ความสูง 54.80 เซนติเมตร ในขณะที่แหล่งซากพืชจากต้นให้ความสูง 63.80 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาถึงชนิดของราก ปรากฏว่า แหล่งซากพืชจากรากทานตะวันยับยั้งความสูงทานตะวันมากที่สุด ทำให้ทานตะวันสูง 49.00 เซนติเมตร ซึ่งเตี้ยที่สุด

ในงานทดลองฤดูที่ 2 วัดความสูงทานตะวันที่ได้รับแหล่งซากพืชมีทั้งราก ต้น และรากบวกต้นของพืชทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว เมื่ออายุเก็บเกี่ยว ปรากฏว่า เป็นไปในทำนองใกล้เคียงกันกับงานทดลองฤดูที่ 1 กล่าวคือ แหล่งซากพืชจากรากมีผลยับยั้งความสูงทานตะวันมากที่สุด คือให้ความสูง 90.80 เซนติเมตร รองลงมาคือ รากรวมต้น และต้น ตามลำดับ เมื่อพิจารณาชนิดรากก็ยังเป็นรากทานตะวันยับยั้งความสูงมากที่สุด ทำให้ทานตะวันสูง 85.30 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาถึงชนิดของพืชที่เป็นแหล่งซากพืช ปรากฏว่า ซากทานตะวันและถั่วเหลืองยับยั้งความสูงของทานตะวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยยับยั้งความสูงทานตะวันได้มากกว่าซากข้าวโพด ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติในขณะที่ซากข้าวโพดกระตุ้นความสูงของทานตะวัน ทำให้ทานตะวันสูง 100.00 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าค่าเปรียบเทียบมาตรฐาน (98.50 ซม.)

โดยสรุป แสดงว่า ทานตะวันมีผลยับยั้งความสูงของทานตะวันมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งรากของทานตะวัน

ตารางที่ 19 ความสูงของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซากรากแห้ง ต้นแห้งและรากรวมต้นแห้งของซากทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง

ฤดู	แหล่งซากพืช	ชนิดซากพืช			ค่าเฉลี่ย	ค่าเปรียบเทียบมาตรฐาน (1)
		ทานตะวัน	ข้าวโพด	ถั่วเหลือง		
ฤดูที่ 1		(ซม.)				
(ความสูงเมื่อ 60 วัน)	ราก	49.00	62.80	52.50	54.80	
	ต้น	59.50	67.00	65.00	63.80	
	เฉลี่ย	54.25	64.90	58.75	59.30	56.25
	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย				lsd (P > 0.05)	
	ระหว่างชนิดซากพืชในแหล่งซากพืชเดียวกัน				ns	
	ระหว่างแหล่งซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน				ns	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยชนิดซากพืช				ns	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยแหล่งซากพืช				ns	
ฤดูที่ 2	ราก	85.30	96.00	91.00	90.80	
(ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยว)	ต้น	94.00	103.80	90.50	96.10	
	ราก+ลำต้น	91.30	100.30	89.00	93.50	
	ค่าเฉลี่ย	90.20	100.00	90.20	93.40	98.50
	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย				lsd (P < 0.05)	
	ระหว่างชนิดซากพืชในแหล่งซากพืชเดียวกัน				11.90	
	ระหว่างแหล่งซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน				ns	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยชนิดซากพืช				6.50	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยแหล่งซากพืช				ns	

(1) ความสูงของทานตะวันที่ปลูกในดินซึ่งไม่มีซากส่วนใด ๆ ของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง

2. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อน้ำหนักต้นแห้งของทานตะวัน

ตารางที่ 20 แสดงน้ำหนักต้นแห้งของทานตะวันที่ได้รับซากแห้ง ส่วนต่าง ๆ ของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง ที่ทำการทดลองใน 2 ฤดู ในฤดูที่ 1 พบว่าโดยเฉลี่ย ส่วนรากของซากพืชมีผลต่อน้ำหนักแห้งของทานตะวันมากที่สุด คือให้น้ำหนัก 9.09 กรัม/ต้น ส่วนต้นให้น้ำหนัก 12.74 กรัมต่อต้น ซึ่งทั้งสองส่วนนี้แตกต่างกันในทางสถิติ แต่รากถั่วเหลืองมีผลในทางยับยั้งสูงสุด โดยให้น้ำหนักต้นแห้ง 5.69 กรัมต่อต้น รองลงมาคือรากของทานตะวัน ซึ่งให้น้ำหนักต้นแห้ง 7.03 กรัมต่อต้น เมื่อพิจารณาถึงชนิดของพืชพบว่า ซากของทานตะวันมีผลในทางยับยั้งสูงสุด โดยให้น้ำหนักแห้ง 7.77 กรัมต่อต้น รองลงมาคือซากของถั่วเหลือง โดยให้น้ำหนัก 10.26 กรัมต่อต้น ส่วนซากของข้าวโพดให้ผลในทางตรงกันข้าม คือให้น้ำหนักต้นแห้งสูงสุด 14.72 กรัมต่อต้น ส่วนน้ำหนักต้นแห้งมาตรฐานหนัก 13.78 กรัมต่อต้น

การทดลองในฤดูที่ 2 ให้ผลในทำนองเดียวกัน คือส่วนของรากมีผลในทางยับยั้งสูงสุด รองลงมาเป็นต้นและรากรวมต้น เมื่อพิจารณาถึงชนิดของแหล่งของราก ปรากฏว่า รากของทานตะวันมีผลในการยับยั้งสูงสุด คือน้ำหนักต้นแห้ง 39.05 กรัมต่อต้น เมื่อพิจารณาถึงชนิดของพืชซึ่งเป็นแหล่งของซาก ปรากฏว่า ทั้งถั่วเหลืองและทานตะวันมีผลในทางยับยั้งเท่า ๆ กัน ส่วนซากข้าวโพดไม่มีผลในทางยับยั้งแต่ประการใด

จากการทดลองนี้สามารถกล่าวได้ว่า ซากแห้งจากทานตะวันและถั่วเหลืองมีผลในทางยับยั้งการเจริญเติบโตของทานตะวัน แต่ข้าวโพดไม่แสดงผลกระทบต่อทานตะวันแต่อย่างใด

ตารางที่ 20 น้ำหนักต้นแห้งของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซากรากแห้ง ต้นแห้งและรากรวมต้นแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง

ฤดู	แหล่งซากพืช	ชนิดซากพืช ทานตะวัน	ชนิดซากพืช ข้าวโพด	ชนิดซากพืช ถั่วเหลือง	ค่าเฉลี่ย	ค่าเปรียบเทียบมาตรฐาน (1)
ฤดูที่ 1		(กรัมต่อต้น)				
(อายุ 60 วัน)	ราก	7.03	14.54	5.69	9.09	
	ต้น	8.51	14.90	14.83	12.74	
	เฉลี่ย	7.77	14.72	10.26	10.92	13.78
	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย				lsd (P < 0.05)	
	ระหว่างชนิดซากพืชในแหล่งซากพืชเดียวกัน				2.35	
	ระหว่างแหล่งซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน				4.56	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยชนิดซากพืช				3.31	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยแหล่งซากพืช				2.63	
ฤดูที่ 2	ราก	39.05	40.90	42.09	40.68	
(วันเก็บเกี่ยว)	ต้น	45.84	52.18	42.03	46.68	
	ราก+ลำต้นแห้ง	47.44	48.57	45.90	47.30	
	ค่าเฉลี่ย	44.11	47.21	43.34	44.89	46.57
	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย				lsd (P < 0.05)	
	ระหว่างชนิดซากพืชในแหล่งซากพืชเดียวกัน				-	
	ระหว่างแหล่งซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน				10.57	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยชนิดซากพืช				-	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยแหล่งซากพืช				6.10	

(1) น้ำหนักต้นแห้งของทานตะวันที่ปลูกในดินซึ่งไม่มีซากส่วนใด ๆ ของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง

3. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อน้ำหนักรากแห้งของทานตะวัน

ตารางที่ 21 แสดงน้ำหนักรากแห้งของทานตะวันที่ปลูกในสภาพแหล่งซากพืชที่เป็นราก ต้น และรากรวมต้น ของชนิดซากพืชทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง พบว่า น้ำหนักรากแห้งเมื่ออายุ 60 วัน พบว่า แหล่งรากให้น้ำหนักราก 0.97 กรัมต่อต้น ส่วนแหล่งต้นให้น้ำหนักราก 1.41 กรัมต่อต้น เมื่อพิจารณาชนิดรากพบว่า รากของถั่วเหลืองมีผลในทางยับยั้งสูงสุด รองลงมาคือรากของทานตะวัน แต่ทั้งสองแหล่งรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบชนิดของพืช พบว่า ซากของทานตะวันมีผลในทางยับยั้งสูงสุด คือให้น้ำหนักรากแห้ง 0.72 กรัมต่อต้น

การทดลองที่ 2 ให้ผลในทำนองเดียวกัน น้ำหนักแห้งของรากทานตะวัน เมื่ออายุเก็บเกี่ยวจากการได้รับแหล่งซากพืชที่เป็นราก ต้น และรากรวมลำต้น ของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง พบว่า โดยเฉลี่ยแหล่งซากพืชที่เป็นรากมีผลต่อ น้ำหนักรากแห้งมากกว่าส่วนอื่น ๆ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยแหล่งซากพืชที่เป็นรากให้น้ำหนักเฉลี่ย 2.87 กรัมต่อต้น และแหล่งที่มีผลกระทบมากที่สุด คือรากของทานตะวัน เมื่อพิจารณาถึงชนิดของพืช ปรากฏว่าทานตะวันมีผลในทางยับยั้งสูงสุด คือให้น้ำหนักรากแห้ง 3.00 กรัมต่อต้น ส่วนข้าวโพดมีผลต่อการยับยั้งน้อยที่สุด

การทดลองนี้แสดงว่า ทานตะวันมีผลต่อการยับยั้งน้ำหนักแห้งของรากทานตะวันสูงสุด รองลงมาคือ ถั่วเหลือง ส่วนข้าวโพดมีผลในทางยับยั้งน้อยที่สุด

ตารางที่ 21 น้ำหนักรากแห้งของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซากรากแห้ง ต้นแห้ง และรากรวมต้นแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง

ฤดู	แหล่งซากพืช	ชนิดซากพืช			ค่าเฉลี่ย	ค่าเปรียบเทียบมาตรฐาน [1]
		ทานตะวัน	ข้าวโพด	ถั่วเหลือง		
ฤดูที่ 1		(กรัมต่อต้น)				
(อายุ 60 วัน)	ราก	0.63	1.75	0.52	0.97	
	ต้น	0.81	1.47	1.95	1.41	
	เฉลี่ย	0.72	1.61	1.23	1.19	2.03
	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย				lsd (P < 0.05)	
	ระหว่างชนิดซากพืชในแหล่งซากพืชเดียวกัน				0.90	
	ระหว่างแหล่งซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน				0.78	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยชนิดซากพืช				0.71	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยแหล่งซากพืช				-	
ฤดูที่ 2	ราก	2.78	2.80	3.04	2.87	
(วันเก็บเกี่ยว)	ต้น	3.21	3.87	3.11	3.39	
	ราก+ต้น	3.00	4.58	4.47	4.02	
	ค่าเฉลี่ย	3.00	3.75	3.54	3.43	4.47
	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย				lsd (P < 0.05)	
	ระหว่างชนิดซากพืชในแหล่งซากพืชเดียวกัน				-	
	ระหว่างแหล่งซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน				1.19	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยชนิดซากพืช				-	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยแหล่งซากพืช				0.69	

(1) น้ำหนักรากแห้งของทานตะวันที่ปลูกในดินซึ่งไม่มีส่วนใด ๆ ของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง

4. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อชีวมวลรวมของทานตะวัน

ตารางที่ 22 แสดงชีวมวลรวมของทานตะวันที่ได้รับแหล่งซากพืชจากราก ต้น รากรวมต้นของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง โดยฤดูปลูกที่ 1 เมื่อทานตะวันอายุ 60 วัน พบว่า โดยเฉลี่ยทานตะวันที่ได้รับแหล่งซากพืชจากรากให้ชีวมวลรวมน้อยกว่าต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะชีวมวลรวมทานตะวันที่ปลูกในแหล่งซากรากถั่วเหลืองให้มวลรวม 6.21 กรัมต่อต้น ซึ่งต่ำที่สุด รองลงมาคือรากของทานตะวันให้ชีวมวลรวม 7.66 กรัมต่อต้น เมื่อพิจารณาชนิดของซากพืช โดยเฉลี่ยทานตะวันให้ชีวมวลรวมต่ำสุดคือ 8.49 กรัมต่อต้น ถั่วเหลืองรองลงมา และข้าวโพดสูงสุด 16.33 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ

ในการทดลองฤดูที่ 2 มวลรวมเมื่อวันเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าส่วนของซากพืชได้แก่ ราก ต้น และรากรวมต้นของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเขียว มีผลต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน โดยเฉลี่ยส่วนของซากพืชมีผลต่อชีวมวลรวมทานตะวันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยรากให้ชีวมวลรวมทานตะวัน 43.55 กรัมต่อต้น ซึ่งต่ำที่สุด ในขณะที่ส่วนของซากพืชที่เป็นต้นและรากรวมต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในงานทดลองนี้ พบว่า โดยเฉลี่ยไม่ว่าจะเป็นซากทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง ให้ชีวมวลรวมเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแก่ทานตะวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาส่วนซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน ปรากฏว่า แตกต่างกันทางสถิติ เฉพาะรากข้าวโพดที่ยับยั้งการเจริญเติบโตให้ชีวมวลรวมทานตะวัน 43.70 กรัมต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าส่วนอื่นของซากข้าวโพด

กล่าวโดยสรุป การปลูกทานตะวันตามหลังทานตะวัน หรือปลูกในสภาพที่มีซากทานตะวัน จะถูกยับยั้งการเจริญเติบโต ทำให้ชีวมวลรวมลดลง โดยเฉพาะส่วนซากพืชที่เป็นรากทานตะวันให้ชีวมวลรวมทานตะวันลดลงมากที่สุด การทดลองทั้ง 2 ฤดู เมื่อพิจารณาซาก ข้าวโพดต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน พบว่า ซากข้าวโพดไม่ได้ทำให้ชีวมวลรวมของทานตะวันลดลงแต่อย่างไร กลับกระตุ้นการเจริญเติบโตของทานตะวันทำให้ชีวมวลรวมทานตะวันเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 22 ชีวมวลรวมของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซาก รากแห้ง ต้นแห้ง และรากรวมต้นแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง

ฤดู	แหล่งซากพืช	ชนิดซากพืช ทานตะวัน	ข้าวโพด	ถั่วเหลือง	ค่าเฉลี่ย	ค่าเปรียบเทียบมาตรฐาน (1)
ฤดูที่ 1		(กรัมต่อต้น)				
(อายุ 60 วัน)	ราก	7.66	16.29	6.21	10.05	
	ต้น	9.31	16.37	16.78	14.15	
	เฉลี่ย	8.49	16.33	11.49	12.10	15.80
	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย				lsd ($P < 0.05$)	
	ระหว่างชนิดซากพืชในแหล่งซากพืชเดียวกัน				5.34	
	ระหว่างแหล่งซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน				5.17	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยชนิดซากพืช				3.90	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยแหล่งซากพืช				2.98	
ฤดูที่ 2	ราก	41.83	43.70	45.14	43.55	
(วันเก็บเกี่ยว)	ต้น	49.05	56.05	45.13	50.07	
	ราก+ต้น	50.45	53.15	50.37	51.32	
	ค่าเฉลี่ย	47.11	50.96	46.88	48.32	50.81
	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย				lsd ($P < 0.05$)	
	ระหว่างชนิดซากพืชในแหล่งซากพืชเดียวกัน				-	
	ระหว่างแหล่งซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน				11.25	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยชนิดซากพืช				-	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยแหล่งซากพืช				6.49	

(1) น้ำหนักชีวมวลรวมของทานตะวันที่ปลูกในดินซึ่งไม่มีส่วนใด ๆ ของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง

5. ผลของซากแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลืองต่อผลผลิตของทานตะวัน

เนื่องจากทานตะวันที่ปลูกในกระถางมีการเจริญเติบโตที่ไม่สมบูรณ์ จึงไม่เก็บเกี่ยวผลผลิตจากการทดลองที่ 1 ในการทดลองที่ 2 แม้การเจริญเติบโตของทานตะวันในกระถางไม่เป็นไปตามธรรมชาติ คือให้ดอกเล็กกว่าปกติ แต่ก็สามารถเก็บผลผลิตได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 23 ซึ่งพบว่าชนิดส่วนของซากพืช (ราก ลำต้น และราก + ลำต้น) แตกต่างกันไม่ถึงระดับนัยสำคัญ คือส่วนรากมีแนวโน้มที่จะยับยั้งผลผลิต ส่วนชนิดของพืชให้ผลไม่แตกต่าง ในการทดลองนี้พบว่ารากข้าวโพดมีผลในทางยับยั้งผลผลิต ซึ่งตรงกับผลของรากข้าวโพดต่อลักษณะอื่น ๆ ของทานตะวัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะทานตะวันไม่เจริญเติบโตเป็นปกติและเป็นค่าเฉลี่ยจากเพียง 4 ดอก ซึ่งน้อยเกินไปสำหรับการสรุปเกี่ยวกับลักษณะปริมาณ เช่นผลผลิต เพราะมักมีการปรวนแปรจากสภาพแวดล้อมสูงมาก

ตารางที่ 23 ผลผลิตของทานตะวันที่ปลูกในดินที่ผสมด้วยซากรากแห้ง ต้นแห้ง และรากรวมต้นแห้งของทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง

ฤดู	แหล่งซากพืช	ชนิดซากพืช ทานตะวัน	ชนิดซากพืช ข้าวโพด	ชนิดซากพืช ถั่วเหลือง	ค่าเฉลี่ย	ค่าเปรียบเทียบมาตรฐาน [1]
ฤดูที่ 2		(กรัมต่อต้น)				
(อายุเก็บเกี่ยว)	ราก	15.96	14.25	16.60	15.60	
	ต้น	17.48	19.58	16.91	17.99	
	ราก+ลำต้น	18.12	17.76	20.42	18.77	
	เฉลี่ย	17.19	17.20	17.98	17.45	19.83
	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย				lsd (P > 0.05)	
	ระหว่างชนิดซากพืชในแหล่งซากพืชเดียวกัน				ns	
	ระหว่างแหล่งซากพืชในชนิดซากพืชเดียวกัน				ns	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยชนิดซากพืช				ns	
	ระหว่างค่าเฉลี่ยแหล่งซากพืช				ns	

สรุปและวิจารณ์การทดลอง

จากการศึกษาอิทธิพลของซากพืช ได้แก่ ทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง จากส่วนของซากพืชที่เป็นราก ต้น และรากรวมต้น ต่อการเจริญเติบโตของทานตะวันที่เป็นพืชตาม โดยวัดจากค่าสังเกต ความสูง น้ำหนักรากแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง ชีวมวลรวม และผลผลิต ปรากฏว่า ซากพืชที่ได้จากราก โดยเฉพาะอย่างยิ่งรากของทานตะวันและถั่วเหลืองมีผลในทางยับยั้ง คือลดความสูง น้ำหนักรากแห้ง ต้นแห้ง ชีวมวลรวมและผลผลิตของทานตะวัน Iron และ Burnside (1982) รายงานว่า สารที่ปลดปล่อยออกจากรากทานตะวัน นอกจากยับยั้งการงอกแล้ว ยังมีผลต่อการยับยั้งความสูงและมวลรวมของทานตะวัน เมื่อพิจารณาถึงชนิดของพืช ปรากฏว่าซากของทานตะวัน และซากของถั่วเหลืองมีผลยับยั้งต่อทานตะวันที่เป็นพืชตาม Schon และ Einhellig (1982)ได้ศึกษาการปลูกทานตะวันในดินที่ผสมซากแห้งทานตะวัน 0.5-2.0 กรัมต่อดิน 80 กรัม พบว่า น้ำหนักแห้งชีวมวลรวมของทานตะวันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่า ซากทานตะวัน เมื่ออยู่ในดินจะปลดปล่อยสารอัลลิโลพาธิกออกมาในช่วงย่อยสลาย มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของทานตะวันที่ปลูกตาม โดยรากมี phytotoxin มากกว่าส่วนต้น

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าพืชเหล่านี้อาจปลดปล่อยสารบางชนิดออกมาเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกตาม (Nielson et al., 1960; Lawrence and Kilcher, 1962). Iron และ Burnside (1982) กล่าวว่าส่วนรากมีสารพวก phytotoxin มากกว่าส่วนต้น ดังนั้นผลการทดลองนี้จึงสอดคล้องกับการทดลองดังกล่าว

ในการทดลองนี้ยังพบว่าซากของถั่วเหลือง โดยเฉพาะส่วนรากมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของทานตะวัน ซึ่งโดยปกติเป็นที่ทราบกันว่า ถั่วเหลืองเป็นพืชที่สนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกตาม แต่มีหลายการทดลองที่รายงานว่า สารที่ปลดปล่อยจากรากของพืชตระกูลถั่วยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกตาม (Newman and Rovira, 1975; Nicollier and Thomposon, 1982). และ Tsuzoka และ Kawapa (1984) รายงานว่า รากถั่วเหลืองปลดปล่อยสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแรดดัช (radish - *Raphanus sutivus* L.) และเทอร์นิบ (turnip : *Brassica rapa* L.)

พิจารณาทั้งซากข้าวโพด พบว่า มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของทานตะวัน (ความสูง, น้ำหนักราก, น้ำหนักต้น และมวลรวม) แต่ให้ผลผลิตแก่ทานตะวันไม่แตกต่างจากซากทานตะวันและซากถั่วเหลือง เพราะซากส่วนรากข้าวโพดมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของทานตะวัน (ตารางที่ 19, 20, 21 และ 22) ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ (ตารางที่ 23)

เอกสารอ้างอิง

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร. (2537). การควบคุมวัชพืชโดยใช้สารจากพืช. เอกสารการประชุมวิชาการการอารักขาพืชเพื่อความปลอดภัยและเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร ณ โรงแรมเพชรงาม จ.เชียงใหม่. กลุ่มงานวิทยาการวัชพืช กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช. 79-85 น.

สถาบันวิจัยการทำฟาร์ม. (2535). ระบบการปลูกพืชในเขตภูมิอากาศเกษตรของประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 296 น.

Chang-Ycon, Y., Kim. E.H. and Hur. J.H. (1995). *In vivo* and *In vitro* system for bioassay of allelopathic substance in rye (*Secale cereale* L.), pp. 321-325. *In* Proc. (A) 15th Asian Pacific Weed Science Society Conference, Tsukuba, Japan.

Iron, S.M. and Burnside, O.C. (1982). Competitive and allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*.) Weed Sci. 30 : 372-377.

Kimbler, R. W. L. (1973). Phytotoxicity from plant residues. III. The relative effect of toxins and nitrogen immobilization on the germination and growth of wheat. Plant and Soil. 38 : 543-55.

Koeppe, D.E., Southwick. L.M. and Bittell. J.E. (1976). The relationship of tissue chlogenic and concentration and leaching of phenolic from sunflowers grown under varying phosphate nutrient condition.

Lawrence, T. and Kilcher, M.R. (1962). The effect of fourteen root extracts upon germination and seedling length of fifteen plant species. Can. J. Plant Sci. 42 : 308-313.

Leather. G.R. (1983). Sunflowers (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds. Weed Sci. 31 : 37-42.

Mallik, M.A.B. and Tesfai. K. (1988). Allelopathic effect of common weeds on soybean growth and soybean-bradyrhizobium symbiosis. Plant and Soil 122 (2) : 177-182.

Newman, E.I. and Rovira, A.D. (1975). Allelopathy among some British grassland species. J. Ecol. 63 : 727-737.

Nicollier, G.F. and Thompson, A.C. (1982). Phytotoxic compounds from *Melilotus alba* (white sweet clover) and isolation and identification of two new flavoids. J. Agric. Foodchem. 80 : 760-764.

Nielson, K.F., Cuddy, T.F. and Woods. W.B. (1960). The influence of the extract of some crops and soil residue on germination and growth. Can. J. Plant Sci. 40 : 188-193.

Pandey, D.K., Kauraw L.P. and Bhan. V.M. (1993). Inhibitory effect of parthenium (*Parthenium hysterophorus* L.) residue on growth of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) I. Effect of leaf residue. J. Chem. Ecol. 19 (11) : 2651-2662.

Premasthira, C. and Zungsonthiporn, S. (1995). Allelopathic substance contained in gooseweed (*Sphenoclea zeylanica* Gaerth.), pp. 311-313. *In* Proc. (A) 15th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Tsukuba, Japan.

Purvis, C.E. and Jones, G.P.D.(1990). Differential response of wheat to retained crop stubbles. II. Other factors influencing allelopathic potential; intraspecific variation, soil type and stubble quantity. Aust. J. Agri. Res. 41 (2) : 243-251.

Rice, E.L. (1984). Allelopathy 2nd ed. Academic Press, Inc., Orlando. 422 p.

Rizvi, S.J.H. and Rizvi, V. (1982). Exploitation of allelochemicals in improving crop production ductivity, pp. 443-472. *In* S.J.H. Rizvi and V. Rizvi. (eds.) Allelopathy Basic and Their Applied Aspects. Chapman & Hall, London. 480 p.

Roshchina, V.V. and Roshchina. V.D. (1993). In the excretory function of higher plant.

Sarobol, E. (1987). Allelopathic effect of corn and soybean on subsequent corn crop. Ph.D. Thesis, Iowa State Univ., Ames, Iowa.

Schon, M.K. and Einhellig, F.A. (1982). Allelopathic effect of cultivated sunflower on grain sorghum. Bot. Gaz. 143 (4) : 505-510.

Tsuzuki, E. and Kawagoe, M. (1984). Studies on allelopathy among higher plants. IV. On allelopathy in leguminous crops. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Miyazaki University. 31 : 189-195.

Viles, A.L. and Reese, R.N. (1996). Allelopathic potential of *Echinacea angustiforia* D.C. Env. Exp. Bot. 36 (1) : 39-43.

บทที่ 5

สรุปการทดลอง

ผลของการปลูกทานตะวันแซมข้าวโพดและถั่วเขียว

การปลูกแซมทานตะวันด้วยข้าวโพดและถั่วเขียว โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราส่วนต่าง ๆ และสัดส่วนการปลูกต่าง ๆ ผลปรากฏว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อค่าพื้นที่สมมูล (LER) โดยที่แปลงซึ่งไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ค่า LER เฉลี่ย 1.19 ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6 และ 12 กก./ไร่ ให้ LER 0.95 และ 0.99 ตามลำดับ ซึ่งแปลง N 0 และ N 6, 12 นี้แตกต่างกันทางสถิติ ทานตะวันแซมถั่วเขียว และข้าวโพดให้ LER 1.11 และ 1.01 ตามลำดับ และแตกต่างกับทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของพืชแซมพบว่า สัดส่วนของการปลูกแซมต่าง ๆ ให้ค่า LER ไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าพิจารณาเฉพาะพืชแซมปรากฏว่าการปลูกแซมถั่วเขียว สัดส่วนต่าง ๆ แตกต่างกับทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่อัตราส่วนทานตะวัน : ถั่วเขียว 50 : 50 เปอร์เซ็นต์ ให้ LER สูดสุด คือ 1.24 และแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้ค่า LER สูงสุด คือ 1.41 การปลูกแซมทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนของทานตะวันเพิ่มขึ้น โดยการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้อัตราเพิ่มสูงกว่าการใส่ปุ๋ย เมื่อพิจารณาจากผลของการปลูกแซมต่อลักษณะอื่น ๆ ของถั่วเขียวและข้าวโพด ปรากฏว่า การปลูกแซมที่มีอัตราส่วนของถั่วเขียวและข้าวโพดสูงขึ้น ๆ ทำให้ผลผลิตและลักษณะอื่น ๆ บางลักษณะของพืชทั้งสองสูงขึ้นไปด้วย

ผลตกค้างของปุ๋ยจากพืชนำที่ตกทอดถึงทานตะวัน ในระบบการปลูกพืชตามกัน

การศึกษาผลตกค้างของปุ๋ยที่ใส่แก่ข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน ที่มีต่อทานตะวันซึ่งเป็นพืชที่ปลูกตาม ทำการใส่ปุ๋ยสูตรต่าง ๆ แก่พืชนำ (ข้าวโพด ถั่วเหลือง และทานตะวัน) ตามชนิดและอัตราที่เหมาะสม เมื่อเก็บเกี่ยวพืชนำแล้ว ทำการปลูกทานตะวันลงในแปลงที่ใช้ปุ๋ยแต่ละชนิดโดยไม่ใส่ปุ๋ยใด ๆ แก่ทานตะวัน ผลปรากฏว่า ทานตะวันที่ปลูกตามถั่วเหลืองให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ปลูกตามข้าวโพด เมื่อพิจารณาผลของปุ๋ยในแต่ละพืชนำ ทุกการทดลองแสดงให้เห็นว่าทานตะวันจากแปลงที่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ทานตะวันซึ่งปลูกตามข้าวโพด

แปลงใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงไม่ใส่ปุ๋ยตั้งแต่ 56 ถึง 108 เปอร์เซ็นต์ จึงสรุปได้ว่าการใส่ปุ๋ยแก่พืชนำมีความจำเป็นต่อทานตะวันซึ่งปลูกเป็นพืชตาม

ผลทางอัลลิโลพาธีของพืชบางชนิดที่มีต่อทานตะวัน

การศึกษาผลทางอัลลิโลพาธีต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน เมื่อปลูกทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง โดยทดลองในกระถาง ให้ชนิดซากพืช ได้แก่ ซากทานตะวัน ข้าวโพดและถั่วเหลือง และให้ส่วนของซากพืชได้แก่ ซากราก ต้น และรากรวมกับต้น โดยคลุกกับดินใส่กระถางก่อนปลูก 1 สัปดาห์ พบว่า เมื่อทานตะวันอายุ 60 วัน โดยไม่รอเก็บเกี่ยว ค่าสังเกตที่เป็นน้ำหนักรากแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง และมวลรวมของทานตะวัน ปรากฏว่าถูกยับยั้งโดยซากส่วนรากมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของซากทานตะวัน ข้าวโพด และถั่วเหลือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาชนิดซาก ปรากฏว่าซากทานตะวันยับยั้งการเจริญเติบโตทานตะวันมากที่สุด ได้มวลรวม 8.49 กรัมต่อต้น รองลงมาคือถั่วเหลือง 11.49 กรัมต่อต้น เมื่อทานตะวันอายุเก็บเกี่ยว ค่าสังเกตที่เป็นน้ำหนักรากแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง และมวลรวมทานตะวัน ปรากฏผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 กล่าวคือ ซากส่วนรากยับยั้งการเจริญเติบโตมากกว่าส่วนอื่น และเมื่อพิจารณาชนิดรากของซากพืช ก็พบว่ารากทานตะวันให้มวลรวมทานตะวันต่ำที่สุด และพบว่าซากส่วนของรากข้าวโพดทำให้มวลรวมทานตะวันลดลงมากกว่าซากส่วนต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ผ. ผลของระดับไนโตรเจนต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว

ระดับปุ๋ยไนโตรเจน	ค่า LER		ค่า LER รวม
(กก./ไร่)	S	M	
0	0.659	0.529	1.188
6	0.619	0.451	1.070
12	0.620	0.452	1.072

S = Sunflower M = Mung bean

ตารางที่ 2 ผ. ผลของระดับไนโตรเจนต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยข้าวโพด

ระดับปุ๋ยไนโตรเจน	ค่า LER		ค่า LER รวม
(กก./ไร่)	S	M	
0	0.622	0.543	1.165
6	0.444	0.445	0.889
12	0.422	0.563	0.985

S = Sunflower M = Corn

ตารางที่ 3 ผ. ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยถั่วเขียว

สัดส่วนพื้นที่ปลูก	ค่า LER		ค่า LER รวม
(%)	S	M	
S 100	1	0	1
S 75 + M 25	1.052	0.130	1.18
S 50 + M 50	0.772	0.463	1.24
S 25 + M 75	0.339	0.794	1.13
M 100	0	1	1

ตารางที่ 4 ผ. ผลของสัดส่วนพื้นที่ปลูกต่อค่า LER ของการปลูกทานตะวันแซมด้วยข้าวโพด

สัดส่วนพื้นที่ปลูก	ค่า LER		ค่า LER รวม
(%)	S	M	
S 100	1	0	1
S 75 + C 25	0.752	0.251	1.00
S 50 + C 50	0.490	0.494	0.98
S 25 + C 75	0.238	0.841	1.08
C 100	0	1	1

ประวัติผู้เขียน

นายกิตติ ศรีสะอาด เกิดที่บ้านเลขที่ 001 บ้านสะพุง หมู่ที่ 6 ตำบลตูม อำเภอกันทรลักษณ์ (ปัจจุบัน 001 ตำบลสะพุง อำเภอศรีรัตนะ) จังหวัดศรีสะเกษ เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2502 เป็นบุตรคนสุดท้องของคุณแม่สุด-คุณพ่อพรหมมี ศรีสะอาด มีพี่ชาย 2 คน พี่สาว 1 คน ปัจจุบันพักที่บ้านเลขที่ 123/820 หมู่ที่ 16 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

การศึกษา ประถมต้นรุ่น 2509 โรงเรียนบ้านสะพุง (ราษฎร์ผดุงวิทย์) ประถมปลาย รุ่นที่ 1 โรงเรียนบ้านตูม (กรป. กลางอุปถัมภ์) มัธยมการศึกษาตอนต้น รุ่นที่ 1 โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม มัธยมการศึกษาตอนปลาย รุ่น 2519 โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล ในช่วงการเรียนได้เป็นลูกศิษย์วัด และภาคภูมิใจที่ได้ที่ 1 ของโรงเรียนในระดับประถมตอนต้น ประถมตอนปลาย และมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนดังกล่าว โดยบรรพบุรุษเป็นชาวนา มีแรงดลใจอยากเรียนสายเกษตร ซึ่งได้จบปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชศาสตร์) 2526 และปริญญาโทวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตพืชไร่) ปี 2534 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การวิจัย ระบบการปลูกงาก่อนข้าวของเกษตรกรบุรีรัมย์ ผลของการเตรียมดินและจำนวนครั้งของการกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโตของข้าวนาหยอด การวิเคราะห์พื้นที่เพื่อการวางแผนพัฒนาการเกษตร วิธีการปลูกข้าวนาหว่านในพื้นที่นาดอนโดยอาศัยน้ำฝนของเกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การทำงาน ปี 2527-2534 ผู้ช่วยวิจัยโครงการวิจัยระบบการทำฟาร์ม (Farming System Research Project : FSR) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี พ.ศ. 2535-2536 นักวิจัยโครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของเกษตรกรรายย่อยเพื่อการพัฒนาการเกษตร (Small Farmer Participate Project : SFPP) กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ปี 2537-ปัจจุบัน ตำแหน่งอาจารย์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม