

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การจัดการระบบการปลูกอ้อยเพื่อเพิ่มผลกำไร
และการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ”

โดย ผศ.ดร.ธนัชสิทธิ์พูนไพบูลย์พัฒน์ และคณะ

พฤษภาคม 2562

สัญญาเลขที่ RDG60T0172

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การจัดการระบบการปลูกอ้อยเพื่อเพิ่มผลกำไร และการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ผศ.ดร.ธวัชสิทธิ์พูนไพบูลย์พัฒน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ดร.อนุพงศ์ วงศ์ตามี	มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ดร.ครรชิต สุขนาค	มหาวิทยาลัยนเรศวร
4. ดร.เทพสุตา รุ่งรัตน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ชุดโครงการ RDG60T0172	

พฤษภาคม 2562

สนับสนุนโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกสว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

คณะนักวิจัย ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่สนับสนุนโครงการวิจัยนี้
ขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินโครงการ รวมทั้งการแนะนำ ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ของ
โครงการวิจัย
ขอขอบคุณ คุณวรชัย มโนมัส บริษัท ธาอัส จำกัด ที่ให้การสนับสนุนจัดหาพื้นที่วิจัย รวมทั้ง
บุคลากรประสานงานโครงการ รถแทรกเตอร์ พร้อมเครื่องมือ
ขอขอบคุณ บริษัท น้ำตาลพิษณุโลก จำกัด ที่ให้ความร่วมมือในการประสานงานหาชาวไร่อ้อย
เพื่อรับการถอดทอดเทคโนโลยี

คณะนักวิจัย

บทสรุปผู้บริหาร

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 สัญญาเลขที่ RDG60T0172

1.2 ชื่อโครงการ

แผนวิจัย (ภาษาไทย) การจัดการระบบปลูกอ้อยเพื่อเพิ่มผลกำไรและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ

(ภาษาอังกฤษ) Cropping System Management of Sugarcane for Profitability and Land Use Efficiency

โครงการย่อยที่ 1 (ภาษาไทย) การปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยเพื่อเพิ่มผลกำไรและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ

(ภาษาอังกฤษ) Crop Rotations in Sugarcane for Profitability and Land Use Efficiency

โครงการย่อยที่ 2 (ภาษาไทย) การปลูกพืชแซมอ้อยเพื่อเพิ่มผลกำไรและจัดการวัชพืช

(ภาษาอังกฤษ) Intercropping in Sugarcane for Profitability and Weed Management Option

1.3 ชื่อคณะผู้วิจัย

1.3.1 ผศ.ดร.ธัชสิทธิ์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (ผู้อำนวยการแผนงานและหัวหน้าโครงการย่อยที่ 2) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร โทร 062-892-3551 E-mail: thanatchasanhap@nu.ac.th

1.3.2 ดร.อนุพงศ์ วงศ์ดำมี (หัวหน้าโครงการย่อยที่ 1) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร โทรศัพท์เคลื่อนที่ 085-324-6651 E-mail: anupongw@nu.ac.th

1.3.3 นาย ครรชิต สุขนาค (นักวิจัยร่วมโครงการ) ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร

โทรศัพท์ 055-964-854 E – mail: kanchitsook@hotmail.com

1.3.4 ดร.เทพสุตา รุ่งรัตน์ (นักวิจัยร่วมโครงการ) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร โทรศัพท์เคลื่อนที่ 081-952-2663 E-mail: tepsudar@nu.ac.th

1.4 งบประมาณ 2,497,600 บาท

ระยะเวลา 12 เดือน

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

การปลูกอ้อยในเขตภาคเหนือตอนล่าง ส่วนใหญ่จะปลูกเป็นอ้อยข้ามแล้งมากกว่าปลูกต้นฝน เนื่องจากสามารถดูแลบริหารจัดการอ้อยง่ายกว่า การเปิดเข้าหีบอ้อยโรงงานน้ำตาลเปิดช่วงเดือน พฤศจิกายนถึงต้นเมษายนของทุกปี หากพื้นที่ใดเป็นอ้อยต่อ 3 หรือ 4 เกษตรกรมักจะรื้อต่อหลังเก็บเกี่ยว เพื่อเตรียมปลูกเป็นอ้อยปลูกช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน หรือหลังฝนสุดท้ายของฤดูกาล ดังนั้นช่วงระหว่างเดือนเมษายนถึงตุลาคม เป็นช่วงฤดูฝนที่เหมาะสมแก่การปลูกพืชหมุนเวียนระยะสั้น เช่น พืชตระกูลถั่วเพื่อบำรุงดิน เป็นต้น นอกจากนี้อาจเป็นรายได้ของเกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย

อ้อยเป็นพืชหลายฤดู โดยปกติแล้วการตัดอ้อยเข้าสู่โรงงานจะตัดอ้อยอายุ 8 – 14 เดือน ขึ้นอยู่ฤดูกาลปลูกของเกษตรกร ปัจจุบันระยะปลูกของอ้อยส่งเสริมให้ใช้ระยะ 165 – 185 เซนติเมตร เพื่อให้สอดคล้องกับขนาดของเครื่องจักรกลที่เข้าไปจัดการในแถวอ้อย ในช่วงอ้อยอายุ 4 เดือนแรกนั้น เป็นช่วงของการงอก ตั้งตัว และเริ่มแตกกอ ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าวนี้ ช่องว่างระหว่างแถวอ้อยจะไม่ถูกปกคลุมโดยใบอ้อยซึ่งเหมาะแก่การปลูกแซมในแถวอ้อยเป็นอย่างยิ่ง การปลูกแซมที่มีอายุไม่เกิน 4 เดือน อาจทำให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรรายเล็กที่มีพื้นที่ถือครองน้อย (ต่ำกว่า 25 ไร่) และมีแรงงานภายในครอบครัว เป็นต้น

ดังนั้น การปลูกพืชหมุนเวียนและพืชแซมในระบบการปลูกอ้อยเพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพิ่มผลกำไรให้แก่เกษตรกรชาวไร่อ้อย ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เกษตรกรหรือฝ่ายใดของโรงงานจะนำไปเผยแพร่ เกิดความยั่งยืนในระบบการปลูกอ้อยทั้งในมิติทางวิทยาศาสตร์และสังคม

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาผลของการปลูกพืชหมุนเวียนชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย
- 2) เพื่อศึกษาอิทธิพลของการปลูกพืชแซมชนิดต่างๆ ร่วมกับใช้สารกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย
- 3) เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบการปลูกหมุนเวียนและการปลูกพืชแซมอ้อย
- 4) เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร

4. ระเบียบวิธีวิจัยโดยย่อ

โครงการย่อยที่ 1

ทดลองปลูกพืชหมุนเวียนสลับอ้อยในไร่อ้อยดำเนินการทดลองที่แปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรรายใหม่ ต.บ่อทอง อ.บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 8 ไร่ ในช่วงเวลาเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 พืชหมุนเวียนที่ใช้ปลูก ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 และพันธุ์อ้อยที่ใช้ปลูกทดลอง คือ พันธุ์ขอนแก่น 3 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) มี 4 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 การปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช

กรรมวิธีที่ 2 การปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและไม่กำจัดวัชพืช

กรรมวิธีที่ 3 การปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียนก่อนปลูกอ้อย

กรรมวิธีที่ 4 การปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนก่อนปลูกอ้อย

ทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดินและการย่อยสลายเศษซากพืช ทำการประเมินการเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อยในแต่ละกรรมวิธี และศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกพืชหมุนเวียนและอ้อย เปรียบเทียบระหว่างการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยวและการปลูกพืชหมุนเวียนสลับกับอ้อย

โครงการย่อยที่ 2

ทดลองปลูกพืชแซมระหว่างแถวอ้อย ดำเนินการทดลองที่แปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรรายใหม่ ต.บ่อทอง อ.บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 8 ไร่ ในช่วงเวลาเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 พืชแซมที่ใช้ปลูก ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 และพันธุ์อ้อยที่ใช้ปลูกทดลอง คือ พันธุ์ขอนแก่น 3 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) มี 4 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

1) อ้อยอย่างเดียวระยะปลูก 1.5 เมตร (กรรมวิธีควบคุม 1 อ้างอิงจากระยะปลูกที่ชาวไร่นิยมปลูกใน จ.พิษณุโลก และเป็นระยะที่โรงงานส่งเสริมการปลูก))

2) อ้อยอย่างเดียวระยะปลูก 1.8 เมตร (กรรมวิธีควบคุม 2)

3) อ้อยแซมถั่วเขียวแซมระหว่างแถวอ้อยจำนวน 2 แถว

4) อ้อยแซมถั่วเหลืองแซมระหว่างแถวอ้อยจำนวน 2 แถว

5) ถั่วเขียวอย่างเดียว

6) ถั่วเหลืองอย่างเดียว

5. ผลการวิจัย

ระบบการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อย โดยปลูกถั่วเหลืองและถั่วเขียวก่อนปลูกอ้อยใหม่ ให้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆ ของดินที่เป็นประโยชน์ต่ออ้อย และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตอ้อยและน้ำตาลให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตามเศษซากวัชพืชที่ขึ้นในแปลงให้ผลไม่แตกต่างจากพืชหมุนเวียน แต่นักวิจัยไม่แนะนำให้ปล่อยให้วัชพืชขึ้น เนื่องจากจะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเมล็ดวัชพืชและจะเกิดปัญหาการเพิ่มขึ้นของวัชพืชในระยะยาว นอกจากนี้ได้ทำการประเมินต้นทุนและผลตอบแทนในระบบปลูกพืชหมุนเวียนร่วมกับปลูกอ้อยเปรียบเทียบกับปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว ถึงแม้ว่าผลสุทธิสุดท้ายที่ได้รับการวิจัยนี้จะได้กำไรที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามถ้าเกษตรกรนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนไปปฏิบัติจริงและต่อเนื่อง อาจจะได้รับประโยชน์ที่มากกว่าผลสุทธิ (กำไร) จากพืชหมุนเวียน เช่น ลดการไถพรวนในการเตรียมดินก่อนปลูกอ้อย เพิ่มประสิทธิภาพและลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี เพิ่มอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นในดิน ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช โรคและแมลงศัตรูอ้อย เพิ่มผลผลิตอ้อยและน้ำตาล และสามารถไว้ต่ออ้อยได้นานขึ้น ดังนั้นในการส่งเสริมและแนะนำให้เกษตรกรเลือกนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนไปปฏิบัติใช้ในระบบการปลูกอ้อย ควรจะพิจารณาความเหมาะสมในหลายปัจจัยร่วมกัน

ระบบการปลูกพืชถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมระหว่างแถวอ้อยสามารถลดน้ำหนักแห้งของวัชพืชได้อย่างมีนัย ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อย การปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากการแข่งขันระหว่างถั่วเขียวกับอ้อย อย่างไรก็ตามการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยไม่กระทบต่อผลผลิตอ้อยเมื่อเปรียบเทียบการปลูกอ้อยอย่างเดียว ผลการประเมินต้นทุนและผลกำไรของระบบการปลูกพืชแซมดังกล่าว พบว่า การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองต้องเพิ่มต้นทุนในการปลูก บำรุงรักษา และการเก็บเกี่ยว ซึ่งในระบบของการวิจัยสามารถใช้เครื่องเก็บเกี่ยวถั่วของขนาดเล็กเข้าแซมระหว่างแถวอ้อยได้ แต่อย่างไรก็ตามระบบการปลูกพืชแซมต้องใช้แรงงานในการเข้าไปบริหารจัดการแปลงปลูกมากกว่าระบบการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยวซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการปฏิบัติงานของเกษตรกร เมื่อวิเคราะห์ผลกำไร พบว่า การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อย ให้ผลกำไรมากกว่าการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว อย่างไรก็ตามการหาตลาดของถั่วเหลืองและถั่วเขียวเป็นเรื่องที่เกษตรกรต้องพิจารณา

เมื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกถั่วเหลืองและถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนก่อนปลูกอ้อย และเป็นพืชแซมระหว่างแถวอ้อย พบว่า ทั้งชาวไร่และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมฝ่ายไร่ของโรงงานน้ำตาล ให้คะแนนความพึงพอใจต่อการนำระบบการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อย มากกว่าที่จะนำไปปลูกเป็นพืชแซม

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1) เพื่อความแม่นยำของข้อมูล และประโยชน์ที่เกษตรกรจะได้รับจากการนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนไปใช้ในระบบการปลูกอ้อย จึงควรมีการวิจัยหรือศึกษาอย่างต่อเนื่องในระยะยาว เพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการปลูกอ้อยที่ยั่งยืนของเกษตรกรในพื้นที่ต่อไป

2) ควรมีการเพิ่มประชากรถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระบบการปลูกพืชแซม เพื่อเพิ่มปริมาณต้นถั่วให้สามารถแข่งขันกับวัชพืชได้มากขึ้น และมีผลผลิตที่มากขึ้น

3) ลองศึกษากลุ่มพืชชนิดอื่นๆ ในการเป็นพืชแซม และการเป็นพืชหมุนเวียน โดยมีวัตถุประสงค์อื่นๆ เช่น เพื่อสร้างระบบนิเวศวิศวกรรมในการบริหารจัดการศัตรูพืช เป็นต้น

7. การนำไปใช้ประโยชน์

ผลพลอยจากการวิจัยครั้งนี้ได้ทราบข้อมูลต้นแบบระบบการปลูกพืชหมุนเวียนและพืชแซมในไร่อ้อย ทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆ ของดิน ผลผลิตและประโยชน์จากเศษซากพืชหมุนเวียนและพืชแซม การเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยและน้ำตาล ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกพืชหมุนเวียน พืชแซมและอ้อย ซึ่งองค์ความรู้จากการวิจัยนี้ได้เผยแพร่ให้แก่เกษตรกรชาวไร่อ้อยในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียง เช่น พิจิตร และกำแพงเพชร เพื่อส่งเสริมและนำไปให้เกษตรกรนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนและพืชแซมนี้ไปประยุกต์ใช้ในระบบการปลูกอ้อยของตน เพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการปลูกอ้อยที่ยั่งยืนของเกษตรกรในพื้นที่ต่อไป อย่างไรก็ตามผลจากการวิจัยนี้เป็นเพียงระยะสั้นซึ่งอาจจะไม่มีความแม่นยำพอสมควร ทีมนักวิจัยจึงแนะนำให้มีการวิจัยหรือศึกษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อประโยชน์ของเกษตรกรต่อไปในอนาคต

บทคัดย่อแผนวิจัย

แผนวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปลูกถั่วเหลืองและถั่วเขียวเพื่อจัดการระบบการปลูกอ้อย ได้แก่ การปลูกหมุนเวียนก่อนปลูกอ้อยและการปลูกพืชแซมร่วมกับการปลูกอ้อย และการประชุมถ่ายทอดผลงานวิจัยแก่ชาวไร่และเจ้าหน้าที่ของโรงงานน้ำตาลจำนวน 100 คน ผลการวิจัย พบว่าการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียนก่อนการปลูกอ้อยทำให้คุณสมบัติดินดีขึ้น การเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่การปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชแซมอ้อยให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการปลูกอ้อยอย่างเดียว แต่การปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยมีแนวโน้มให้ผลผลิตอ้อยลดลง การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียนและพืชแซมในอ้อยทำให้เพิ่มรายได้จากถั่วมากกว่าการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว แต่อย่างไรก็ตามระบบปลูกดังกล่าวอาจติดปัญหาเรื่องแรงงานในการดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยว เมื่อถ่ายทอดผลงานวิจัยแก่ชาวไร่และเจ้าหน้าที่ของโรงงาน พบว่า โดยส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 85 มีความพึงพอใจต่อผลการวิจัย และมากกว่าร้อยละ 50 มีแนวโน้มนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ซึ่งส่วนใหญ่มีการยอมรับการปลูกถั่วเหลืองและถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนก่อนการปลูกอ้อยมากกว่าการใช้เป็นพืชแซม

Abstract

This research program project aimed to investigate the effect of soybean and mung bean cultivated in cropping system management by crop rotation before sugarcane planting and intercrop between cane rowing, and transferring of research technology and innovation to farmers and sugarmill staffs amount 100 persons. The results showed that crop rotation with both mungbean and soybean trended to increase soil quality, growth, and yield of cane. Soybean intercropped in cane rows showed no-significance on growth and yield when compared with sugarcane sole, which were higher than mung bean intercrop with sugarcane. For profitability, these both manipulated cropping systems were more income than sugarcane sole without crop rotation and intercrop. However, the labors for crop maintenance and harvesting were major obstacle. The research was transferred the technology and innovation showed that over 85% almost farmers and sugarmill staffs were pleased and interested on the research results and over 50% trended to lead the research to their cultivating systems. However, the farmers and staffs were more interesting on the utilization of soybean and mungbean on the crop rotation more than intercropping system.

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปผู้บริหาร.....	ข
บทคัดย่อ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ.....	ท
บทนำแผนวิจัย	ฒ
โครงการย่อยที่ 1	1-1
บทคัดย่อ.....	1-2
Abstract.....	1-3
บทที่ 1 บทนำ.....	1-4
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1-4
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1-6
บทที่ 2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	1-7
2.1 การปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อย	1-7
2.2 การปรับปรุงดิน โดยใช้ปุ๋ยพืชสด.....	1-10
2.3 พืชหมุนเวียนชนิดพืชตระกูลถั่ว.....	1-11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	1-13
3.1 วิธีการดำเนินกิจกรรม	1-13
3.2 การประเมินและบันทึกข้อมูล.....	1-14
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	1-17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	1-18
4.1 ข้อมูลสภาพอากาศ	1-18
4.2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน	1-19
4.3 การเจริญเติบโตในระยะต่างๆ และผลผลิตของพืชหมุนเวียน	1-32
4.4 องค์ประกอบธาตุสำคัญในต้นถั่วเหลือง ถั่วเขียว และวัชพืช	1-37
4.5 การย่อยสลายเศษซากพืชหมุนเวียน.....	1-38
4.6 การเจริญเติบโตในระยะต่างๆ และผลผลิตของอ้อย	1-40
4.7 ผลพลอยได้จากงานวิจัย.....	1-54
บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัย	1-58
5.1 สรุป	1-58
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	1-58
เอกสารอ้างอิง.....	1-59

โครงการย่อย 2.....	2-1
บทคัดย่อ.....	2-2
Abstract.....	2-3
บทที่ 1 บทนำ.....	2-4
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	2-4
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2-5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2-5
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2-5
บทที่ 2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	2-6
2.1 อ้อย	2-6
2.2 การปลูกพืชแซม	2-8
2.3 การปลูกพืชแซมอ้อย.....	2-10
2.4 หลักการ แนวคิด เกี่ยวกับต้นทุน	2-15
2.5 หลักการ แนวคิด เกี่ยวกับผลตอบแทน	2-18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	2-23
3.1 สถานที่ดำเนินการวิจัย	2-23
3.2 แผนการทดลอง	2-23
3.3 การเตรียมพื้นที่ทดลอง	2-25
3.4 การเก็บข้อมูล	2-25
3.5 แผนการปฏิบัติงาน	2-27
บทที่ 4 ผลการศึกษา	2-29
4.1 ผลต่อวัชพืช	2-29
4.2 ผลต่อพืชแซม.....	2-31
4.3 ผลต่ออ้อย.....	2-35
4.4 ผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน	2-42
4.5 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์.....	2-45
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา.....	2-53
5.1 อภิปรายผลการวิจัย.....	2-53
5.1.1 ผลต่อปริมาณและน้ำหนักแห้งวัชพืช	2-53
5.1.2 ผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชแซม	2-54
5.1.3 ผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย	2-55
5.1.4 ผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน.....	2-56
5.1.5 ผลต่อกำไรและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	2-57
5.2 สรุปผลการวิจัย.....	2-58
5.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัย	2-58
เอกสารอ้างอิง.....	2-59

ภาคผนวก ก กิจกรรมการถ่ายทอดผลงานวิจัย	ก-1
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติและการคำนวณต่างๆ	ข-1
ภาคผนวก ค ภาพกิจกรรมการดำเนินงาน.....	ค-1

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	ประเภทต้นทุนที่ต้องลงทุนในการปลูกพืชหมุนเวียนและอ้อย.....	1-16
ตารางที่ 1.2	ชนิดเนื้อดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ.....	1-21
ตารางที่ 1.3	ความหนาแน่นดินรวมที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ.....	1-22
ตารางที่ 1.4	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ	1-23
ตารางที่ 1.5	ค่าเหนียวนำกระแสไฟฟ้าที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ	1-24
ตารางที่ 1.6	ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ	1-25
ตารางที่ 1.7	ค่าอินทรีย์วัตถุที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ.....	1-26
ตารางที่ 1.8	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ	1-27
ตารางที่ 1.9	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ	1-28
ตารางที่ 1.10	ปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ	1-29
ตารางที่ 1.11	ความสูงต้นและจำนวนกิ่งก้านของถั่วเหลืองและถั่วเขียวที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก.....	1-32
ตารางที่ 1.12	วันออกดอก วันสุกแก่ ความสูงต้น จำนวนกิ่งก้าน จำนวนฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิต ของพืชหมุนเวียนแต่ละชนิดต่อพื้นที่ที่อายุสุกแก่	1-33
ตารางที่ 1.13	ชนิดของวัชพืชต่างๆ ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน และปริมาณมวลชีวภาพของวัชพืชแต่ละชนิด	1-34
ตารางที่ 1.14	ผลผลิต ปริมาณซากพืชสด และปริมาณซากพืชแห้ง ของพืชหมุนเวียน และวัชพืชชนิดต่างๆ ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน.....	1-36
ตารางที่ 1.15	องค์ประกอบธาตุสำคัญในต้นถั่วเหลือง ถั่วเขียว และวัชพืช ได้แก่ Total N (%), P (ppm), K (ppm) และ C:N ratio.....	1-38
ตารางที่ 1.16	ปริมาณเศษซากพืชหมุนเวียนและวัชพืช ด้วยวิธี Litter bag technique ที่ระยะ 1, 2, 3, 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังไถกลบ	1-38
ตารางที่ 1.17	เปอร์เซ็นต์การออกของอ้อยที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก.....	1-40
ตารางที่ 1.18	ความสูงลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก	1-42
ตารางที่ 1.19	จำนวนหน่อ (ลำ) ต่อกอของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก.....	1-43

ตารางที่ 1.20	จำนวนปล้องต่อลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก.....	1-45
ตารางที่ 1.21	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก	1-46
ตารางที่ 1.22	ค่าความหวานน้ำอ้อยในแปลง (%Brix) ของอ้อยที่อายุ 8, 9, 10, 11 และ 12 เดือนหลังปลูก	1-47
ตารางที่ 1.23	น้ำหนักลำเดี่ยว (กิโลกรัม) ของอ้อยที่อายุ 8, 9, 10, 11 และ 12 เดือนหลังปลูก	1-48
ตารางที่ 1.24	ความยาวลำ จำนวนลำต่อกอ จำนวนปล้องต่อลำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ และน้ำหนักลำเดี่ยวของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกอ้อย	1-51
ตารางที่ 1.25	จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ ผลผลิตอ้อย และ ผลผลิตน้ำตาล ของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกอ้อย	1-52
ตารางที่ 1.26	ต้นทุน ผลตอบแทน และผลสุทธิจากการปลูกอ้อย	1-55
ตารางที่ 1.27	ต้นทุน ผลตอบแทน และผลสุทธิจากการปลูกถั่วเหลือง.....	1-56
ตารางที่ 1.28	ต้นทุน ผลตอบแทน และผลสุทธิจากการปลูกถั่วเขียว	1-57
ตารางที่ 2.1	ขั้นตอนการปฏิบัติงานของการปลูกพืชถั่วเหลืองและถั่วเขียวแซมอ้อย	2-27
ตารางที่ 2.2	ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อความหนาแน่นของวัชพืช	2-30
ตารางที่ 2.3	ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อชนิดของวัชพืช ที่ 90 วัน หลังปลูก.....	2-30
ตารางที่ 2.4	ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อน้ำหนักแห้งของวัชพืช	2-31
ตารางที่ 2.5	ผลของการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเขียวอย่างเดียวต่อประชากรและความหนาแน่นถั่วเขียว	2-32
ตารางที่ 2.6	ผลของการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเขียวอย่างเดียวต่อความสูงต้นถั่วเขียว	2-32
ตารางที่ 2.7	ผลของการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเขียวอย่างเดียวต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเขียว	2-32
ตารางที่ 2.8	ผลของการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวต่อประชากรและความหนาแน่นถั่วเหลือง.....	2-33
ตารางที่ 2.9	ผลของการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวต่อความสูงต้นถั่วเหลือง.....	2-33
ตารางที่ 2.10	ผลของการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลือง	2-34
ตารางที่ 2.11	ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อจำนวนหน่อที่งอกของอ้อย.....	2-35
ตารางที่ 2.12	ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อจำนวนหน่อที่งอกต่อกอ	2-36
ตารางที่ 2.13	ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อจำนวนลำอ้อย	2-37
ตารางที่ 2.14	ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อความสูง	2-38
ตารางที่ 2.15	ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อความหวานก่อนการเก็บเกี่ยวที่ระยะเวลาต่างๆ.....	2-39
ตารางที่ 2.16	ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อย	2-40

ตารางที่ 2.17 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อคุณภาพความหวาน	2-41
ตารางที่ 2.18 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินหลังการเก็บเกี่ยวพืชแซมและอ้อย	2-42
ตารางที่ 2.19 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อต้นทุนการผลิต.....	2-48
ตารางที่ 2.20 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อต้นทุนการผลิต (หักค่าปรับระดับดิน).....	2-49
ตารางที่ 2.21 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อต้นทุนรวม ผลตอบแทนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	2-51
ตารางที่ 2.22 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อต้นทุนรวม ผลตอบแทนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (หักค่าปรับระดับดิน)	2-51

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1 อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ ณ แปลงวิจัย ปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อย ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	1-18
ภาพที่ 1.2 ความหนาแน่นของดินที่ระดับความลึกคือ 0-15 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ที่ 4 ระยะ	1-30
ภาพที่ 1.3 ความหนาแน่นของดินที่ระดับความลึกคือ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ที่ 4 ระยะ	1-31
ภาพที่ 1.4 กราฟการเปรียบเทียบความสูงต้น และจำนวนกิ่งก้าน ของต้นถั่วเหลือง และถั่วเขียว ที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก.....	1-33
ภาพที่ 1.5 ปริมาณมวลชีวภาพ ของวัชพืชแต่ละชนิดที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน	1-35
ภาพที่ 1.6 ผลผลิต ปริมาณซากพืชสด และปริมาณซากพืชแห้ง ของพืชหมุนเวียน และวัชพืชชนิดต่างๆ ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน.....	1-36
ภาพที่ 1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตถั่วเหลืองกับปริมาณซากพืชแห้ง ปริมาณผลผลิตถั่ว เขียวกับปริมาณซากพืชแห้ง และปริมาณซากพืชสดกับปริมาณซากพืชแห้งของพืชหมุนเวียนและวัชพืช ชนิดต่าง ๆ ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน	1-37
ภาพที่ 1.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเศษซากพืชถั่วเหลือง (a) ถั่วเขียว (b) และวัชพืช (c) กับ จำนวนเดือนหลังไถกลบระยะ 1, 2, 3, 4, 6, 8 และ 10 เดือน ด้วยวิธี Litter bag technique.....	1-39
ภาพที่ 1.9 เปอร์เซ็นต์การงอกของอ้อยที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก.....	1-41
ภาพที่ 1.10 ความสูงลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก	1-42
ภาพที่ 1.11 จำนวนหน่อ (ลำ) ต่อกอของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก.....	1-44
ภาพที่ 1.12 จำนวนปล้องต่อลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก.....	1-45
ภาพที่ 1.13 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก	1-46
ภาพที่ 1.14 ค่าความหวานน้ำอ้อยในแปลง (%Brix) ของอ้อยที่อายุ 8, 9, 10, 11 และ 12 เดือนหลัง ปลูก	1-47
ภาพที่ 1.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหวานน้ำอ้อยในแปลง และน้ำหนักลำเดี่ยว ในกรรมวิธีไม่ ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืช หมุนเวียน และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน ของอ้อยที่อายุ 8- 12 เดือนหลังปลูก	1-49
ภาพที่ 2.1 แปลงปลูกอ้อยภายใต้โครงการย่อยที่ 2 ซึ่งปลูกอ้อยวันที่ 27 พ.ย. 60.....	2-23
ภาพที่ 2.2 แสดงผังการทดลองโครงการย่อยที่ 2 แปลงปลูกพืชแซม	2-24
ภาพที่ 2.3 แสดงผังแปลงจากมุมสูงโครงการย่อยที่ 2 แปลงปลูกพืชแซม	2-24

บทนำแผนวิจัย

ที่มาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล มีความสัมพันธ์ต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์มายาวนาน เพราะน้ำตาลเป็นอาหารที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งของมนุษย์ น้ำตาลที่มนุษย์บริโภคส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 60 มาจากอ้อย ประเทศไทยมีการปลูกอ้อยมานานหลายสิบปี ปัจจุบันอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปลูกอ้อยในประเทศไทยนั้น อาจนับว่ามีมูลค่าและความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดในบรรดาสินค้าทางการเกษตร ประเทศไทยเป็นผู้ปลูกอ้อยเป็นอันดับที่ 4 ของโลก และเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลทรายอันดับ 2 ของโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) แต่ละปีสามารถสร้างมูลค่าการส่งออกกว่า 20,000 – 30,000 ล้านบาท พื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ฤดูกาลปลูก ปี 2557-58 มี 10,530,927 ไร่ ภาคเหนือ มีพื้นที่ปลูก 2,414,043 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22.92 โดยส่วนใหญ่ปลูกในจังหวัดพิษณุโลก นครสวรรค์ กำแพงเพชร และสุโขทัย มีพื้นที่ปลูก 1,814,705 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 17.23 และคิดเป็นร้อยละ 75 ของภาคเหนือทั้งหมด (กลุ่มวิชาการและสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักงานนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย) ระบบการปลูกอ้อยในภาคเหนือตอนล่าง มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับพื้นที่ ชนิดและขนาดเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกษตรกรหรือในพื้นที่นั้นๆ มีอยู่ โดยส่วนใหญ่พื้นที่ปลูกอ้อยในเขตภาคเหนือตอนล่าง (4 จังหวัดดังกล่าว) ใช้ระบบการปลูกแบบพืชเชิงเดี่ยว (monocropping system หรือ sole crop) ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ไม่เกิดความยั่งยืนของฟาร์ม เกิดการสะสมโรค แมลง วัชพืช และทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงไปเรื่อยๆ การปลูกชนิดอื่นหรือเลี้ยงสัตว์ มีความหลากหลายของชนิดพืชมากขึ้น ก่อให้เกิดความยั่งยืนมากกว่าการปลูกพืชชนิดเดียวต่อเนื่องทุกๆ ปี (อภิพรธน์ พุกภักดี, 2542) ระบบการปลูกให้เกิดความหลากหลายของชนิด เช่น การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) การปลูกพืชเหลื่อมฤดู (relay crop) การปลูกพืชแซม (intercrop) เป็นต้น ระบบการปลูกพืชเหล่านี้ นอกจากจะช่วยเพิ่มความหลากหลายของชนิดพืชแล้ว ยังสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรได้อีกหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น การปลูกสับปะรดในแถวขางพาราในช่วงปีแรกๆ ในขณะที่ขางพารายังโตไม่เต็มที่ ซึ่งขางพาราจะได้ปุ๋ยที่เหลือหรือตกค้างจากการปลูกสับปะรด (กวิศว์ วานิชกุล และคณะ, 2542)

การปลูกอ้อยในเขตภาคเหนือตอนล่าง ส่วนใหญ่จะปลูกเป็นอ้อยข้ามแล้งมากกว่าปลูกต้นฝน เนื่องจากสามารถดูแลบริหารจัดการอ้อยง่ายกว่า การเปิดเข้าหีบอ้อยโรงงานน้ำตาลเปิดช่วงเดือน พฤศจิกายนถึงต้นเมษายนของทุกปี หากพื้นที่ใดเป็นอ้อยต่อ 3 หรือ 4 เกษตรกรมักจะรื้อต่อหลังเก็บเกี่ยวเพื่อเตรียมปลูกเป็นอ้อยปลูกช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน หรือหลังฝนสุดท้ายของฤดูกาล ดังนั้นช่วงระหว่างเดือนเมษายนถึงตุลาคม เป็นช่วงฤดูฝนที่เหมาะสมแก่การปลูกพืชหมุนเวียนระยะสั้น เช่น พืชตระกูลถั่วเพื่อบำรุงดิน เป็นต้น นอกจากนี้อาจเป็นรายได้ของเกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย

อ้อยเป็นพืชหลายฤดู โดยปกติแล้วการตัดอ้อยเข้าสู่โรงงานจะตัดอ้อยอายุ 8 – 14 เดือน ขึ้นอยู่ฤดูกาลปลูกของเกษตรกร ปัจจุบันระยะปลูกของอ้อยส่งเสริมให้ใช้ระยะ 165 – 185 เซนติเมตร เพื่อให้สอดคล้องกับขนาดของเครื่องจักรกลที่เข้าไปจัดการในแถวอ้อย ในช่วงอ้อยอายุ 4 เดือนแรกนั้น เป็นช่วงของการงอก ตั้งตัว และเริ่มแตกกอ ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าวนี้นี้ ช่องว่างระหว่างแถวอ้อยจะไม่ถูกปก

คลุมโดยใบอ้อยซึ่งเหมาะแก่การปลูกแซมในแถวอ้อยเป็นอย่างดี การปลูกแซมที่มีอายุไม่เกิน 4 เดือน อาจทำให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรรายเล็กที่มีพื้นที่ถือครองน้อย (ต่ำกว่า 25 ไร่) และมีแรงงานภายในครอบครัว เป็นต้น

รัฐบาลมีนโยบายการเปลี่ยนพื้นที่นาที่ไม่เหมาะสมแก่การปลูกข้าว (S3) ให้เป็นพืชชนิดอื่นๆ ที่เหมาะสมกว่า หากเกษตรกรรายเล็กที่มีพื้นที่นาอันน้อยแต่มีความประสงค์ต้องการเปลี่ยนจากข้าวเป็นอ้อย แล้วนั้น ช่วงระหว่างการเปลี่ยนแปลงนี้เองที่เกษตรกรต้องรอรายได้จากการขายอ้อยประมาณ 1 ปี อย่างไรก็ตาม หากมีการปลูกแซมในแถวอ้อยดังกล่าวนั้นอาจเป็นรายได้ทางหนึ่งให้แก่เกษตรกร อย่างไรก็ตามการปลูกพืชควรคำนึงถึงชนิดที่เหมาะสมต่อพื้นที่นั้นๆ และโดยเฉพาะอย่างการตลาดซึ่งต้องมีช่องทางขายให้แก่เกษตรกร

ดังนั้น การปลูกพืชหมุนเวียนและพืชแซมในระบบการปลูกอ้อยเพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพิ่มผลกำไรให้แก่เกษตรกรชาวไร่อ้อย ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เกษตรกรหรือฝ่ายไร่องานจะนำไปเผยแพร่ เกิดความยั่งยืนในระบบการปลูกอ้อยทั้งในมิติทางวิทยาศาสตร์และสังคม

การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์โครงการทางการเงิน (Financial Cost-Benefit Analysis: Financial CBA) กล่าวคือ เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ให้มีความคุ้มค่ามากที่สุด ในมุมมองของภาคเอกชน โดยพิจารณาจากต้นทุนการผลิต เช่น ค่าพันธุ์ ค่าแรง ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าปุ๋ย ค่ายาฆ่าแมลง ค่าดอกเบี้ยจ่ายจากเงินลงทุน เป็นต้น และผลตอบแทนที่ได้จากการผลิต เช่น รายได้จากอ้อยที่จะได้รับเมื่อจำหน่าย รายได้จากพืชแซมที่ทำการทดลอง เป็นต้น ดังนั้น ผลการวิเคราะห์โครงการทางการเงินที่มีผลประโยชน์สุทธิเป็นบวกจึงหมายถึง โครงการดังกล่าวผู้ลงทุนจะได้กำไรจากการลงทุนโครงการดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของแผนวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาผลของการปลูกพืชหมุนเวียนชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย
- 2) เพื่อศึกษาอิทธิพลของการปลูกพืชแซมชนิดต่างๆ ร่วมกับใช้สารกำจัดวัชพืชต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย
- 3) เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบการปลูกหมุนเวียนและการปลูกพืชแซมอ้อย
- 4) เพื่อจัดอบรมเกษตรกร และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมฝ่ายไร่องานน้ำตาล

ขอบเขตของการวิจัย

- 1) โครงการปลูกพืชหมุนเวียนก่อนการปลูกอ้อยระหว่างเดือน สิงหาคม 2560 – ธันวาคม 2561
- 2) โครงการปลูกพืชแซมอ้อยระหว่างเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2561
- 3) การจัดอบรมเกษตรกรจำนวน 80 ราย และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมจำนวน 20 ราย
- 4) การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต กำไรรวม และค่าเสียโอกาส เปรียบเทียบระหว่างการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยวกับการปลูกพืชหมุนเวียนและพืชแซม

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เผยแพร่ในวารสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง
- 2) เกษตรกรนำผลงานวิจัยเป็นแนวทางการบริหารจัดการในพื้นที่ปลูกอ้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรที่มีความประสงค์เปลี่ยนจากพืชอื่นเป็นอ้อย
- 3) ภาครัฐโรงงานนำผลงานวิจัยเผยแพร่ หรือต่อยอด หรือกำหนดนโยบาย
- 4) สร้างนักวิจัยรุ่นใหม่

สมมติฐานงานวิจัย

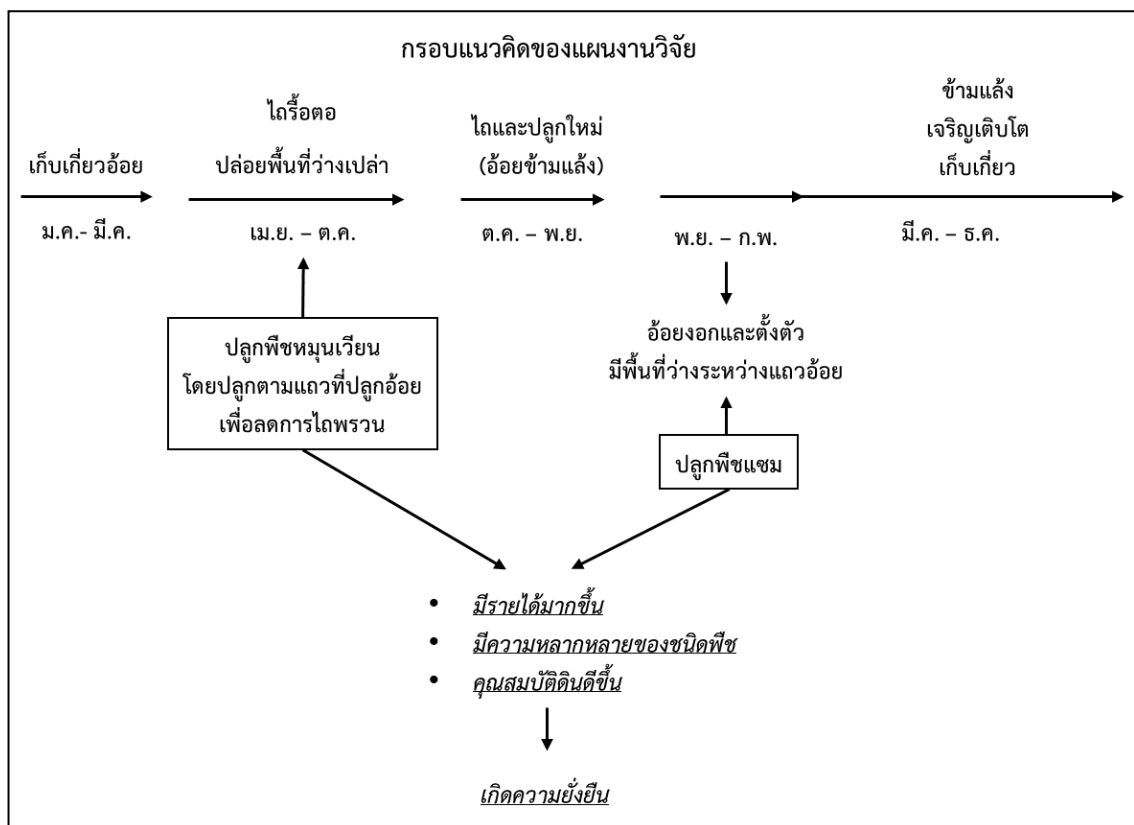
การจัดการระบบการปลูกอ้อยโดยการปลูกพืชหมุนเวียนก่อนการปลูกอ้อยข้ามแล้งสามารถปลูกได้โดยไม่มีผลต่อระยะเวลาจัดการปลูกอ้อยข้ามแล้งตามฤดูกาล และเกษตรกรมีรายได้เสริมจากการปลูกพืชหมุนเวียนดังกล่าว

การปลูกพืชแซมระหว่างแถวอ้อยไม่ทำให้ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพของอ้อยลดลง และสามารถเพิ่มผลกำไรรวมแก่เกษตรกรได้สูงกว่าการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว

กรอบแนวคิดของแผนงานวิจัย

ฤดูกาลปลูกอ้อยของเกษตรกรในปัจจุบัน นิยมปลูกเป็นอ้อยข้ามแล้ง (ช่วงปลายฤดูฝนระหว่างเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน) เพราะสะดวกในการบริหารจัดการมากกว่าการปลูกต้นฝน (ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม) การเตรียมพื้นที่ปลูกอ้อยใหม่หรืออ้อยปลูกนั้น หลังการเก็บเกี่ยวประมาณเดือนมีนาคมของปี เกษตรกรมักจะไถรื้อต่ออ้อยและปล่อยพื้นที่ให้ว่างเปล่าจนกระทั่งเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน ซึ่งระยะเวลาระหว่างนี้เกษตรกรสามารถปลูกพืชชนิดอื่นได้ ซึ่งจะช่วยหมุนเวียนธาตุอาหารและศัตรูพืช โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วจะช่วยบำรุงดินให้มีความสมบูรณ์ดีขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นรายได้เสริมให้แก่เกษตรกร

ต้นอ้อยเจริญเติบโตในระยะแรก (4 เดือน) เป็นระยะที่ต้นอ้อยโตไม่มากทำให้มีพื้นที่ว่างระหว่างแถวอ้อย การปลูกพืชแซมในระยะนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย นอกจากนี้ยังเป็นช่องทางหารายได้ของเกษตรกร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรรายย่อยและผู้ปลูกอ้อยรายใหม่ซึ่งจะขาดรายได้ในช่วงระยะเวลา 1 ปีแรก



โครงการย่อยที่ 1

การปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยเพื่อเพิ่มผลกำไรและการใช้
ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ

Crop Rotations in Sugarcane for Profitability and
Land Use Efficiency

บทคัดย่อ

การปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ของที่ดินให้มีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการปลูกพืชหมุนเวียน 2 ชนิด คือ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกหลังฤดูฝน และเพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของระบบการปลูกพืชหมุนเวียนกับอ้อยเปรียบเทียบกับปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว ศึกษาการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยดำเนินการทดลองที่แปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรรายใหม่ ต.บ่อทอง อ.บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เตรียมแปลงทดลองย่อย ขนาดแปลงละ 800 ตารางเมตร (20 x 40 เมตร) จำนวน 12 แปลง ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) มี 4 กรรมวิธี คือ (1) การปลูกอ้อยเชิงเดี่ยวและกำจัดวัชพืช (2) การปลูกอ้อยเชิงเดี่ยวและไม่กำจัดวัชพืช (3) การปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียนก่อนปลูกอ้อย และ (4) การปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนก่อนปลูกอ้อย ทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดิน การย่อยสลายเศษซากพืช การเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อยในแต่ละกรรมวิธี และศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกพืชหมุนเวียนและอ้อย เปรียบเทียบระหว่างการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยวและการปลูกพืชหมุนเวียนสลับกับอ้อย จากผลการวิจัยพบว่าคุณสมบัติดินทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันแต่ละช่วงการวิเคราะห์ เศษซากพืชหมุนเวียนและวัชพืชย่อยสลายหมดภายใน 10 เดือนหลังไถกลบ การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ค่าซีซีเอส และผลผลิตน้ำตาล ในกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 สูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 และทุกกรรมวิธีให้ผลสุทธิที่เป็นกำไร ดังนั้นในการส่งเสริมและแนะนำให้เกษตรกรเลือกนาระบบการปลูกพืชหมุนเวียนไปปฏิบัติใช้ในระบบการปลูกอ้อย ควรจะพิจารณาความเหมาะสมในหลายปัจจัยร่วมกัน

Abstract

Crop rotation is one way for sustainable efficiency utilization of land. The objectives of this study to study of the effects of crop rotations, Chiang Mai 60 variety of soybean and Chainat 84-1 variety of mung bean, to plant growth and yields of Khon Khen 3 variety of sugarcane in after rainy season and to study of costs and incomes of crop rotation system of sugarcane and compared with single crop of sugarcane. These crops rotation were studied at new farmers' field in Bang Rakam district, Phitsanulok province. Randomized Completely Block Design (RCBD) were constructed with 4 treatments and 3 replications. Four treatments; single crop of sugarcane with weeded, single crop of sugarcane with no weeded, crop rotation system of soybean and sugarcane and crop rotation system of mung bean and sugarcane, were set in this study. Soil properties, litter decomposition, cane growth and yields were recorded. Costs and incomes of crop rotation system of sugarcane and compared with single crop of sugarcane were analyzed. The results indicated that no differentiation of soil properties in 4 stages; before beans planted, after beans harvested, before cane planted and after cane harvested. Litter decomposition of beans and weeds were completed within 10 months after plow-plant. Growth, yield components, CCS and sugar yield of cane in 2nd, 3rd and 4th treatments were higher than in 1st treatment. However, the operating profits were found in all systems; crops rotation system of sugarcane and single crop of sugarcane system. Therefore, encourage farmers to adopt crop rotation systems in sugarcane cultivation systems should be considered appropriate in many factors

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลและพลังงานทดแทน ส่วนใหญ่เกษตรกรจะปลูกอ้อยเป็นพืชเชิงเดี่ยว เนื่องจากอ้อยมีอายุเก็บเกี่ยวยาวนาน และต้องปลูกเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ เมื่อเกษตรกรปลูกอ้อยในพื้นที่เดิมซ้ำๆ หลายปี ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางเกษตร เช่น โครงสร้างดินเสื่อมโทรม และปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นในดินลดลง ฯลฯ ผลกระทบดังกล่าวส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพผลผลิตอ้อยลดลง แต่ต้นทุนการปลูกต่อไร่สูงขึ้น ทำให้รายได้จากการผลิตอ้อยของเกษตรกรอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ

การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotations) เป็นระบบการปลูกพืชต่างชนิดกันในพื้นที่เดียวกันตามลำดับของฤดูปลูกของพืชแต่ละชนิด ซึ่งระบบการปลูกพืชหมุนเวียนนี้สามารถประยุกต์ใช้ในการปลูกอ้อยได้ โดยสามารถปลูกพืชหมุนเวียนหลังจากการตัดอ้อยหรือในช่วงเวลาการพักดินก่อนการปลูกอ้อยใหม่ในฤดูถัดไป ในปัจจุบันระบบการปลูกอ้อยในภาคเหนือจะนิยมปลูกอ้อยในช่วงสิ้นสุดฤดูฝนหรือข้ามแล้ง (ประมาณเดือนตุลาคมถึงธันวาคม) มากกว่าการปลูกอ้อยในช่วงต้นฤดูฝน ทั้งนี้เพื่อง่ายต่อการดูแลและการจัดการต้นอ้อย ประกอบกับในช่วงเวลาการพักดินดังกล่าวอยู่ในช่วงฤดูฝนเหมาะสำหรับการปลูกพืชหมุนเวียนหลายชนิด เช่น พืชตระกูลถั่ว หรือธัญพืชชนิดต่างๆ เป็นต้น จากงานวิจัยต่างๆ ในประเทศไทยสามารถสรุปได้ว่า การปลูกอ้อยแบบระบบหมุนเวียนกับพืชชนิดอื่น ให้ผลลัพธ์ในทางที่ดีหลายประการ ได้แก่ ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินให้ดีขึ้น เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและลดต้นทุนการใช้ปุ๋ย โดย ปรีชา และคณะ (2534) รายงานว่าการปลูกพืชหมุนเวียน โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนทั้งประเภทปุ๋ยพืชสดหรือบริเวณโคกเมล็ดในช่วงรอบปลูกอ้อยใหม่ เป็นการเพิ่มศักยภาพในการจัดการและเพิ่มความยั่งยืนของระบบปลูกอ้อยได้ เนื่องจากความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วจะช่วยคืนความอุดมสมบูรณ์และปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพให้แก่ดิน และสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของอ้อยเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน นอกจากนี้มีงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตรที่สนับสนุนให้ใช้พืชตระกูลถั่วปลูกเพื่อหมุนเวียนในไร่อ้อย เพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงคุณภาพดิน ได้แก่ ก้อนทอง และคณะ (2550) กอบเกียรติ และคณะ (2550) วินัย และคณะ (2550) ส่วนการศึกษาในต่างประเทศ Ambrosano *et al.* (2013) รายงานว่าการปลูกอ้อยในระบบพืชหมุนเวียนกับทานตะวัน และถั่วลิสง พบว่าในดินมีการเจริญเติบโตของเชื้อรา (*arbuscular mycorrhizal fungi*) เพิ่มขึ้น ซึ่งเชื้อราชนิดนี้มีประโยชน์ต่อโครงสร้างดินและรากพืชเพื่อช่วยในการดูดซับธาตุอาหารต่างๆ และยังส่งผลให้ได้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 46% และผลผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้น 50% ขณะที่ Alvarez and Snyder (1984) รายงานว่าการปลูกข้าวเป็นพืชหมุนเวียนทำให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้น 17.7 ตันต่อเฮกตาร์เมื่อเทียบกับการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว เนื่องจากระบบรากและเศษฟางข้าวทำให้โครงสร้างดินดีขึ้นหลังจากไถพรวนดิน นอกจากนี้หากพื้นที่ปลูกอ้อยมีโครงสร้างดินดีและมีความอุดมสมบูรณ์สูง จะสามารถรักษาทออ้อยเดิมให้เก็บเกี่ยวได้หลายฤดูการผลิต

นอกจากนี้ยังเป็นการลดการใช้สารเคมีควบคุมและกำจัดวัชพืช โรค และแมลงศัตรูพืชได้ โดยอาศัยการควบคุมทางชีวภาพและการเกษตรกรรม ดังการศึกษาของ ปรีชา และคณะ (2537) การปลูกพืช

ชนิดอื่นก่อนการปลูกอ้อยช่วยลดปัญหาโรคเหี่ยวเน่าแดงของอ้อยพันธุ์อู่เหี่ยว ขณะที่ Cherry *et al.* (1993) รายงานว่าในช่วงแรกของการปลูกอ้อยใหม่จะพบการระบาดของหนอน wire worm (*Melanotus communis* Gyll.) จำนวนมาก แต่เมื่อปลูกข้าวหน้าน้ำขังก่อนการปลูกอ้อยสามารถตัดวงจรการเจริญเติบโตและลดการระบาดของหนอน wire worm ได้ นอกจากนี้การปลูกข้าวหน้าน้ำขังยังช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชบางชนิดได้ เช่น ผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus*) (Dusky, 1987) และที่สำคัญการปลูกพืชหมุนเวียนยังสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรจากผลผลิตของพืชหมุนเวียน แต่พืชที่จะนำมาปลูกเป็นพืชหมุนเวียนจะต้องมีอายุเก็บเกี่ยวสั้น มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตในช่วงเวลาการพักดินก่อนการปลูกอ้อย เศษวัสดุที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวไม่ส่งผลเสียหรือช่วยส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตหรือผลผลิตอ้อย นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงเรื่องการตลาด และการเลือกใช้เครื่องจักรกลเกษตรเพื่อช่วยในการปลูกและเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียนที่เหมาะสม

เมื่อพิจารณาการศึกษาพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยหลายชนิดแล้ว พบว่าพืชตระกูลถั่วเหมาะสมต่อการปรับปรุงดินในช่วงระหว่างรอการเตรียมดินเพื่อปลูกอ้อยใหม่ในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่วหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง (*Glycine max* L.) ถั่วเขียว (*Vigna radiata* L.) ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นต้น ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพิจารณาเห็นสมควรว่าถั่วเหลืองและถั่วเขียว เหมาะสำหรับนำมาปลูกหมุนเวียนในไร่อ้อยในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง เนื่องจากปัจจัยความเหมาะสมหลายๆ ด้าน ได้แก่ (1) เป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น (ถั่วเหลืองมีอายุเก็บเกี่ยว 90-100 วัน ถั่วเขียว 70-90 วัน) และการเจริญเติบโตที่เหมาะสมใกล้เคียงกัน (2) การปลูกและการจัดการดูแลรักษาที่ง่าย (3) ปลูกได้ทั่วไปในหลายพื้นที่และหลายฤดูกาล (4) ให้ผลผลิตและการตอบแทนที่คุ้มค่า และ (5) มีประสิทธิภาพในการตรึงธาตุไนโตรเจนจากจุลทรีย์ที่อาศัยอยู่ในปมรากถั่ว ช่วยส่งเสริมการปรับปรุงคุณภาพดินและเป็นประโยชน์ต่ออ้อยที่จะปลูกตาม เป็นต้น มีรายงานและบทความจำนวนมากที่มีการทดลองปลูกถั่วทั้งสองชนิดในพื้นที่เกษตรกรรมในภาคเหนือตอนล่าง เช่น สมชาย (2554) สมศักดิ์ และ รัชณี (2560) กรมวิชาการเกษตร (2560) เฉลิมพล และ สมชาย (2560) รายงานตรงกันว่าถั่วทั้งสองชนิดจะมีชนิดของพันธุ์และระบบการปลูกที่เหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละฤดูปลูก แต่เนื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยส่วนใหญ่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างจะพักดินในช่วงฤดูฝน จึงทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวเหมาะแก่การปลูกพืชหมุนเวียน ซึ่งพันธุ์ถั่วเหลืองและถั่วเขียวที่นำมาปลูกนั้นต้องมีลักษณะพันธุ์ที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมในช่วงฤดูฝน คือ เหมาะสมต่อความชื้นสูง ผักค่อนข้างเหนียว ไม่แตกง่าย ทนทานต่อโรคราสนิม และราน้ำค้าง ซึ่งพันธุ์ถั่วเหลืองที่กรมส่งเสริมการเกษตรจังหวัดพิษณุโลกแนะนำให้ปลูกในช่วงเวลาดังกล่าวได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 60 และ พันธุ์สจ. 5 ส่วนถั่วเขียวแนะนำให้ปลูกพันธุ์ชยันนาท 84-1 (ถั่วเขียวผิวมัน) และพันธุ์พิษณุโลก 2 (ถั่วเขียวผิวดำ) และการปลูกในฤดูฝนนั้นควรปลูกเป็นแถวจะดีกว่าการหว่าน เนื่องจากง่ายต่อการควบคุมและกำจัดวัชพืชซึ่งจะพบมากในฤดูฝน แต่อย่างไรก็ตามการปลูกถั่วทั้งสองชนิดควรจะคำนึงถึงการปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันน้ำขังในแปลง เนื่องจากถั่วทั้งสองชนิดนี้ไม่ทนทานต่อสภาพน้ำขัง ซึ่งอาจจะทำให้ต้นตายและผลผลิตเน่าเสียหายได้ ดังนั้นระบบการปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนควรที่จะได้รับการส่งเสริมให้นำมาปฏิบัติในไร่อ้อยของเกษตรกร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นพืชที่ช่วยบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มอินทรีย์วัตถุที่ได้จากเศษซากใบและลำต้นหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต นอกจากนี้ยังทำ

หน้าที่ในการคลุมดิน ลดจำนวนวัชพืช รักษาความชื้นในดิน ป้องกันดินและผิวดินไม่ให้ได้รับผลกระทบที่รุนแรงจากน้ำฝนและแสงแดด ประโยชน์ที่สำคัญอีกข้อหนึ่งคือ ใช้เป็นพืชอาหารของมนุษย์ที่ให้โปรตีนสูง การใช้พืชตระกูลถั่วปลูกร่วมกับอ้อยจะเป็นประโยชน์ทำให้ผลผลิตอ้อยต่อพื้นที่มากขึ้น และเกิดความยั่งยืนในการปลูกอ้อย

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้วางแผนงานวิจัยเพื่อศึกษาระบบการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อย โดยใช้พืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นต่างชนิดกัน ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 ปลูกในช่วงการพักดินก่อนปลูกอ้อย แล้วทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดิน การย่อยสลายเศษซากพืช การเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย ความคุ้มค่าและผลกำไรเปรียบเทียบระหว่างการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยวและการปลูกพืชหมุนเวียนสลับกับอ้อย เพื่อใช้เป็นแนวทางการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมทางเกษตรให้เหมาะสม การลดต้นทุนการผลิต และเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยได้มีรายได้เพิ่ม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการปลูกพืชหมุนเวียน 2 ชนิด คือ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยที่ปลูกหลังฤดูฝน
2. เพื่อศึกษาต้นทุนและกำไรของระบบการปลูกพืชหมุนเวียนกับอ้อยเปรียบเทียบกับ การปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว

บทที่ 2

ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อย

ในพื้นที่เกษตรกรรมของภาคเหนือตอนล่างส่วนใหญ่มีความหลากหลายทั้งเป็นที่ราบลุ่มและเป็น ที่ดอน ซึ่งพื้นที่ดอนเหมาะแก่การเพาะปลูกอ้อยเป็นอย่างมากเนื่องจากเป็นพืชที่ไม่ชอบน้ำขัง โดยส่วน ใหญ่จะปลูกอ้อยในช่วงหลังฤดูฝน เรียกว่า “การปลูกอ้อยข้ามแล้ง” (ตั้งแต่ปลายฤดูฝนระหว่างเดือน ตุลาคมถึงธันวาคม) (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี, 2560) ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรส่วนใหญ่ นิยมใช้ เพราะสะดวกในการบริหารจัดการมากกว่าการปลูกในช่วงฤดูแล้ง (ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึง เดือนพฤษภาคม) หรือช่วงต้นฤดูฝน (ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม) แต่ในช่วงเวลาของการพักดิน เพื่อเตรียมพื้นที่ปลูกอ้อยใหม่หรืออ้อยปลูกนั้น หลังการเก็บเกี่ยวประมาณเดือนมีนาคมของปี เกษตรกร มักจะไถหรือตออ้อยและปล่อยพื้นที่ให้ว่างเปล่าจนกระทั่งเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน ซึ่งระยะเวลา ดังกล่าวนี้อาจเกษตรกรจะไม่ได้ใช้ประโยชน์ของที่ดินตลอดจนไม่ได้ปรับปรุงและบำรุงคุณภาพดิน ทำให้ โครงสร้างและคุณภาพของดินเสื่อมลงอย่างรวดเร็วจากการปลูกอ้อยอย่างต่อเนื่องติดต่อกันเป็นเวลานาน เมื่อคุณภาพดินเสื่อมลงจึงส่งผลโดยตรงต่อผลผลิตอ้อยที่ลดลง ดังนั้นจึงควรแนะนำและส่งเสริมให้ เกษตรกรปรับปรุงคุณภาพดินโดยการปลูกพืชหมุนเวียนในช่วงเวลาการพักดินก่อนการปลูกอ้อยในฤดู ใหม่

ระบบการปลูกพืชหมุนเวียนในประเทศไทยได้มีการศึกษาในพืชหลากหลายชนิด เช่น มัน สำปะหลัง โดย ชื่นจิต และคณะ (2558) ได้ศึกษาการใช้พืชตระกูลถั่วในระบบการปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิต มันสำปะหลังในพื้นที่ที่ปลูกบนดินลูกรัง พบว่าภายหลังการทดลองดินมีค่าความเป็นกรดลดลงโดยมีค่า pH เพิ่มขึ้น จาก 5.21 เป็น 5.37 และปริมาณอินทรีย์วัตถุดินเพิ่มขึ้นจาก 1.92 % เป็น 1.98 % ระบบ ของการใช้ถั่วพุ่มเป็นปุ๋ยพืชสดแล้วปลูกมันสำปะหลังตามสามารถให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง สูงสุด คือ 4,648.0 และ 998.6 กก./ไร่ ตามลำดับ ในนาข้าวเป็นการศึกษาผลของการปลูกพืชหมุนเวียน ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าวนาขึ้นบันได ผลการวิจัยพบว่า ระบบการปลูกข้าว-ถั่วแปยี ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 13% มีความสูงและจำนวนรวงเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการปลูกข้าว อย่างเดียว (สุทธกานต์ และคณะ, 2557) และในไร่อ้อย ปรีชา และคณะ (2534) รายงานว่าการปลูกพืช หมุนเวียน โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนทั้งประเภทปุ๋ยพืชสดหรือบรีโคมเล็ค ในช่วงรอบปลูกอ้อย ใหม่เป็นการเพิ่มศักยภาพในการจัดการเพื่อเพิ่มความยั่งยืนของระบบปลูกอ้อยได้ เพราะความสามารถ ในการตรึงไนโตรเจนจะช่วยคืนความอุดมสมบูรณ์และปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพให้แก่ดิน และ สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน นอกจากนี้มีงานวิจัยของกรม วิชาการเกษตรที่สนับสนุนให้ใช้พืชตระกูลถั่วปลูกเพื่อหมุนเวียนในไร่อ้อยเพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุง คุณภาพดิน ได้แก่ ก้อนทอง และคณะ (2550); กอบเกียรติ และคณะ (2550); วินัย ศรวัต และคณะ (2550); พชนี และ อุษา (2555)

นอกจากนี้มียางานการนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนมาปฏิบัติจริงของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง โดยเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในเขตอำเภอมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี ร้อยละ 26.17 ได้เลือกเอาระบบการปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนกับอ้อยเพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคใบขาวในอ้อยและเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน (สำนักงานกองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย, 2559) และกรมวิชาการเกษตร (2552) ได้รายงานว่ามีเกษตรกรตัวอย่างที่นำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยและมันสำปะหลังเพื่อป้องกันการระบาดของเพลี้ยแป้ง ในพื้นที่ที่มีการระบาด ได้แก่ เกษตรกรนายวิษณุ กุจะพันธ์ บ้านเหล่าใหญ่ ตำบลเอราวัณ อำเภอเอราวัณ จังหวัดเลย และเกษตรกรนางศรีแพร จำระโทก บ้านคำแคน ตำบลดงเมืองแอม อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น โดยมีวิธีการสลับพื้นที่ไปปลูกพืชอื่นเพื่อหมุนเวียนการใช้พื้นที่ และลดความเสี่ยงจากการปลูกอ้อยหรือมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว เพื่อตัดวงจรการระบาดของเพลี้ยแป้ง

นอกจากนี้ในต่างประเทศพบรายงานการศึกษาการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยเป็นจำนวนมาก โดยใช้พืชที่ปลูกหมุนเวียนกับอ้อยหลากหลายชนิดตามสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ หรือใช้พืชในแต่ละท้องถิ่น เช่น พืชตระกูลถั่ว (Jayabal *et al.*, 1991; Biradar and Reddar, 1996; Mahendran *et al.*, 1996) ธัญพืช (Gangawar and Sharma, 1997) ข้าวโพด (Kee Kwong *et al.*, 1996; Nigade *et al.*, 1999) พืชผลิตน้ำมัน (Chaudhary *et al.*, 1999) มันฝรั่ง (Govinden, 1990; Nankar, 1990) พืชผัก (Parashar *et al.*, 1976; Kumar *et al.*, 1990) เป็นต้น ในประเทศออสเตรเลียมีการศึกษาการปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนกับอ้อย (Garside and bell, 2001) ซึ่งใช้เวลาศึกษา 6 ปี พบว่าพืชตระกูลถั่วหลายชนิดมีประโยชน์ต่อระบบการปลูกอ้อย ได้แก่ เป็นแหล่งตรึงไนโตรเจนในดิน ปรับปรุงคุณภาพดินดีขึ้น เพิ่มผลผลิตอ้อยและน้ำตาล และจากผลการศึกษากลัวเหลืองเป็นพืชที่ให้ประโยชน์ต่ออ้อยดีที่สุด นอกจากนี้กลัวเหลืองยังเป็นพืชที่จัดการง่ายและให้ผลผลิตที่คุ้มค่าต่อการลงทุน และจากการศึกษาของ Park *et al.* (2010) ช่วยสนับสนุนว่ากลัวเหลืองช่วยปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น โดยปรับสภาพคาร์บอนในดินและเป็นแหล่งตรึงไนโตรเจนในดิน ทำให้ช่วยเพิ่มไนโตรเจนที่อยู่ในรูปที่อ้อยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

เนื่องจากอ้อยเป็นพืชที่มีอายุเก็บเกี่ยวนานและการปลูกอ้อยใหม่หนึ่งครั้งสามารถรักษาต่อและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลายปี ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ซึ่งในต่างประเทศก็มีการศึกษาความยั่งยืนในการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกอ้อยโดยใช้ปุ๋ยพืชสดควบคู่กับระบบการปลูกพืชหมุนเวียน โดยใช้ระยะเวลาในการศึกษาทั้งหมด 10 ปี (2003-04 ถึง 2012-13) และได้วางแผนการปลูกไว้ 3 รอบ ซึ่งแต่ละรอบของโปรแกรมการปลูกประกอบด้วย การปลูกอ้อยใหม่ อ้อยต่อ ใช้ปุ๋ยพืชสดหลังจากตัดอ้อยต่อ และปลูกฝ้าย ผลการศึกษาพบว่าในระหว่างปี 2003-04 ถึง 2007-08 อ้อยในงานศึกษาครั้งนี้ให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ต่ำกว่าวิธีทั่วไป แต่หลังจากปี 2007-08 อ้อยในงานศึกษาครั้งนี้ให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากในดินมีธาตุอาหารสะสมที่อ้อยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สูง รวมไปถึง คาร์บอนในดินอยู่ในรูปสารอินทรีย์ กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ และการทำงานของเอนไซม์ในดินที่มีมากกว่าในดินจากแปลงปลูกอ้อยทั่วไป นอกจากนี้ผลผลิตของฝ้ายก็เพิ่มสูงขึ้นในปีหลายๆ เช่นกัน การปลูกฝ้ายสลับกับอ้อยยังช่วยตัดวงจรการระบาดของเพลี้ยแป้งมะละกอในอ้อยได้อีกด้วย (Sivaraman *et al.*, 2013)

ประโยชน์จากการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยมีหลายประการ สามารถสรุปจากผลการศึกษาได้ดังนี้

1) การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน การไถกลบเศษซากพืชที่เหลือทางการเกษตร ช่วยให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น ปรับสมบัติทางเคมีของดิน เพิ่มค่า pH และลดความเป็นกรดในดิน ให้ดินมีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของต้นอ้อย และช่วยรักษาตออ้อยเดิมให้เก็บเกี่ยวได้หลายฤดูการผลิต (Alvarez and Snyder, 1984; Ambrosano *et al.*, 2013; ปรีชา และคณะ, 2534; ก้อนทอง และคณะ, 2550; กอบเกียรติ และคณะ, 2550; วินัย ศรวัต และคณะ, 2550; พัทธี และ อุษา, 2555)

2) เพิ่มอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นในดิน โดย Garside *et al.* (2001) รายงานว่าพืชตระกูลถั่วหลายชนิดเมื่อนำมาปลูกหมุนเวียนกับอ้อยแล้ว ไนโตรเจนที่ได้ต้นอ้อยอยู่ในสภาพที่อ้อยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เลย และช่วยปรับปรุงคุณภาพดินให้มีความอุดมสมบูรณ์หลังจากที่ผ่านการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยวอย่างต่อเนื่องได้ นอกจากนี้เศษซากพืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดช่วยเพิ่มปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมในดิน (Ambrosano *et al.*, 2013; ปรีชา และคณะ, 2534; ก้อนทอง และคณะ, 2550; กอบเกียรติ และคณะ, 2550; วินัย ศรวัต และคณะ, 2550; พัทธี และ อุษา, 2555)

3) เพิ่มประสิทธิภาพและลดอัตราการใช้ปุ๋ย ธาตุไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุของเศษซากพืชจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีของอ้อย และให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าการใช้ปุ๋ยชนิดใดชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ธาตุไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุพืชสามารถใช้ได้หลายปีกว่าปุ๋ยเคมี (Ambrosano *et al.*, 2013; ปรีชา และคณะ, 2534; ก้อนทอง และคณะ, 2550; กอบเกียรติ และคณะ, 2550; วินัย ศรวัต และคณะ, 2550)

4) ป้องกันโรค แมลงศัตรูพืช และวัชพืช การปลูกพืชหมุนเวียนบางชนิดที่ต้องเปลี่ยนสภาพแวดล้อมทางเกษตรจะช่วยตัดวงจรชีวิตของแมลงและวัชพืชบางชนิดได้ เช่น ปรีชา และคณะ (2537) การปลูกพืชชนิดอื่นก่อนการปลูกอ้อยช่วยลดปัญหาโรคเหี่ยวเน่าแดงของอ้อยพันธุ์เหี่ยว การตัดวงจรชีวิตของหนอน wire worm (*Melanotus communis* Gyll.) ซึ่งจะพบการระบาดอย่างรุนแรงในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตของอ้อย (Cherry *et al.*, 1993) และช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของผักโขมหนาม ซึ่งระบาดมากในพื้นที่ปลูกอ้อยที่มีสภาพดินที่แห้ง (Dusky, 1987) การปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนกับอ้อยเพื่อตัดวงจรการระบาดของโรคใบขาวในอ้อยในเขตอำเภอมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี (สำนักงานกองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย, 2559) และยับยั้งการเข้าทำลายของหนอนเจาะต้นอ้อย (Ambrosano *et al.*, 2015)

5) เพิ่มผลผลิตอ้อยและน้ำตาล การปลูกพืชหมุนเวียนหลายชนิดก่อนปลูกอ้อย เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ทานตะวัน และพืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ช่วยให้ผลผลิตอ้อยสูงขึ้น โดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวในฤดูแรก ที่สำคัญอ้อยที่ปลูกหมุนเวียนกับทานตะวัน ถั่วลิสง ถั่วก้ามเหยี่ยว และปอเทือง ให้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมในลำต้นเพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะปอเทืองให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นสูงสุด 30% และให้ผลผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้น 35% (Ambrosano *et al.*, 2013)

6) เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากที่ดิน ลดต้นทุนและเพิ่มรายได้ การปลูกพืชหมุนเวียนช่วยลดต้นทุนการเตรียมดินเนื่องจากอ้อยที่ปลูกในดินที่อุดมสมบูรณ์จะสามารถไถต่อได้หลาย

ต่อ (มากกว่า 1 ต่อ) (Braunack *et al.*, 2003) ลดต้นทุนในการดูแลรักษาต้นอ้อย เช่น ลดต้นทุนค่าปุ๋ย สารกำจัดโรค แมลง และวัชพืชบางชนิดได้ ช่วยสร้างรายได้และเพิ่มผลกำไรให้แก่เกษตรกรในช่วงเวลาการพักดินก่อนปลูกอ้อย (Geetha *et al.*, 2015)

7) ช่วยควบคุมระบบนิเวศเกษตรให้เหมาะสม การปลูกพืชหมุนเวียนจะช่วยลดขั้นตอนการเตรียมดิน และเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ช่วยลดการปลดปล่อยไนตรัสออกไซด์ (N_2O) จากดิน ซึ่ง N_2O นี้เมื่อถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศมากจะทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกและจะส่งผลโดยตรงต่อการตกต้องตามฤดูกาลของฝน (Santosa *et al.*, 2016)

อย่างไรก็ตามการปลูกพืชหมุนเวียนในอ้อยยังมีหลายปัจจัยที่ควรพิจารณา เช่น ชนิดพืช การเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของพืชที่จะนำมาปลูกหมุนเวียนกับอ้อย (Geetha *et al.*, 2015) การตลาด และความคุ้มทุน (Ambrosano *et al.*, 2013) ดังนั้นการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยเพื่อให้เพิ่มผลกำไรและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพจึงควรให้ความสำคัญของปัจจัยข้างต้นด้วย

2.2 การปรับปรุงดิน โดยใช้ปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการตัดสับหรือไถกลบพืชโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วขณะออกดอกลงไปดิน โดยมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงดินบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์หลังจากนั้นต้องปล่อยให้เกิดการย่อยสลายประมาณ 2 สัปดาห์ จะให้ธาตุอาหารพืชและเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดิน ซึ่งจะ เป็นประโยชน์สำหรับพืชที่จะปลูก การใช้พืชปุ๋ยสดในระบบการปลูกพืชไร่มีหลายวิธี (สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน, 2550) ได้แก่

1) ใช้พืชปุ๋ยสดในระบบปลูกพืชหมุนเวียน ตัวอย่างเช่น

1.1) การปลูกพืชปุ๋ยสดในต้นฤดูฝนแล้วไถกลบเป็นพืชปุ๋ยสด หลังจากนั้นจึงปลูกพืชหลักตามพืชปุ๋ยสด ได้แก่ ปอเทือง โสนต่างๆ ถั่วเขียว ฯลฯ และพืชหลัก ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวไร่ และพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ที่มีอายุสั้น

1.2) การปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อเป็นพืชคลุมดินซึ่งมีอายุยาวในหนึ่งปี แล้วจึงปลูกพืชหลักในปีที่สองหมุนเวียนกันไป ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กับพื้นที่ความลาดเท เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลาย หรือพื้นที่เกษตรที่สูงที่มีการทำไร่เลื่อนลอย เช่น การปลูกถั่วแปบเป็นพืชปุ๋ยสดสลับกับถั่วแดงหลวง เป็นต้น

2) ปลูกพืชปุ๋ยสดในระบบปลูกพืชแซม คือการปลูกพืชปุ๋ยสดบางชนิดที่เหมาะสมแซมในแถวพืชหลัก ซึ่งอาจเป็นการปลูกพืชหลักแล้วก็ปลูกพืชปุ๋ยสดแซมในแถวไปพร้อมๆ กันในเวลาเดียวกัน หรือปลูกพืชหลักแล้วระยะเวลาหนึ่ง จึงปลูกพืชปุ๋ยสดแซมเป็นการเหลื่อมเวลากันในหนึ่งปี

3) ปลูกพืชปุ๋ยสดในระบบปลูกพืชแบบแถบพืช เป็นวิธีการปลูกพืชปุ๋ยสดเป็นแนวแถบคล้ายๆ เป็นกำแพง เพื่อป้องกันและลดการสูญเสียหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดิน โดยแนวแถบของพืชปุ๋ยสดจะทำหน้าที่เป็นแนวตักตะกอนอันเกิดจากการชะล้างพังทลายจากน้ำฝนและลดความรุนแรงจากการไหลบ่าของน้ำฝนได้ โดยแถบพืชปุ๋ยสดอาจจะกว้างประมาณ 2 เมตร ยาวตามแนวระดับต่อจากแถบพืชปุ๋ยสดจึงเป็นแปลงปลูกพืชเศรษฐกิจจากกว้างประมาณ 3 เมตร ขึ้นอยู่กับความลาดเท

ต่อจากนั้นก็เป็นแถบพืชปุ๋ยสดอีก ทำเช่นนี้สลับกันไปจนเต็มพื้นที่ พืชที่นิยมใช้ปลูกเป็นแนวแถบพืชปุ๋ยสด ได้แก่ กระถิน ถั่วมะแฮะ เป็นต้น

4) ปลูกพืชปุ๋ยสดในระบบพืชคลุมดิน การปลูกพืชในระบบนี้มักเป็นการปลูกพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วชนิดที่มีลำต้นเป็นเถาเลื้อยเพื่อให้เจริญเติบโตปกคลุมผิวดินในระบบนี้ ได้แก่ ถั่วคาโลโปโกเนียม ไมยราบไร้หนาม ถั่วคุดชู ถั่วแปบ เป็นต้น

2.3 พืชหมุนเวียนชนิดพืชตระกูลถั่ว

การปลูกพืชหมุนเวียนเป็นรูปแบบของการปลูกพืชหลายชนิดบนพื้นที่เดียวกัน ซึ่งมีประโยชน์ในหลายด้าน เช่น ลดการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชได้ และประโยชน์ในทางด้านการปรับปรุงดิน โดยทั่วไปพืชที่นำมาหมุนเวียนมีหลายชนิด ได้แก่ ตระกูลแตง ตระกูลมะเขือ ตระกูลหญ้า ตระกูลถั่ว เป็นต้น ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ในการเลือกชนิดพืชหมุนเวียนขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ ส่วนใหญ่การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อปรับปรุงคุณภาพดินจะนิยมปลูกพืชตระกูลถั่ว โดยเฉพาะ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เนื่องจากพืชตระกูลถั่วจะช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนและอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน นอกจากพืชหมุนเวียนจะช่วยบำรุงคุณภาพของดินแล้ว ผลผลิตของพืชเหล่านี้ยังสามารถเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรอีกทางด้วย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิษณุโลก, 2554)

1) ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.) จัดอยู่ในวงศ์ (Family) Leguminosae เป็นพืชล้มลุก (annual) ที่มีการผสมเกสรในดอกเดียวกันหรือผสมตัวเอง (self-pollinate) มีชื่อสามัญหลายชื่อ เช่น soya bean, soja bean, chinese pea, manchurian bean และ soybean ถั่วเหลืองมีหลายชนิด แบ่งตามอายุเก็บเกี่ยว (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิษณุโลก, 2554) ได้แก่

1.1) กลุ่มถั่วเหลืองพันธุ์อายุสั้น อายุเก็บเกี่ยว 75-85 วัน เหมาะสำหรับใช้ปลูกในระบบปลูกพืช ก่อนหรือหลังปลูกข้าว หรือปลายฤดูฝน ลำต้นไม่ทอดยอด ความสูง 30-50 เซนติเมตร จำนวน 3 พันธุ์ คือ พันธุ์นครสวรรค์ 1 เชียงใหม่ 2 และ ศรีสำโรง 1

1.2) กลุ่มถั่วเหลืองพันธุ์อายุปานกลาง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 86-112 วัน ส่วนใหญ่ลำต้นไม่ทอดยอด ความสูง 60-80 เซนติเมตร จำนวน 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ สจ. 5 เชียงใหม่ 60 และเชียงใหม่ 6

2) ถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) Wiczek.) จัดอยู่ในวงศ์ (Family) Leguminosae เป็นพืชล้มลุก (annual) ที่มีการผสมเกสรในดอกเดียวกันหรือผสมตัวเอง (self-pollinate) เช่นเดียวกับถั่วเหลือง ชนิดของถั่วเขียวในประเทศไทย แบ่งตามลักษณะเปลือกเป็น 4 ชนิด (ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท, 2543) คือ

2.1) ถั่วเขียวเมล็ดมัน เป็นถั่วเขียวที่มีลักษณะเมล็ดสีเขียวมีมันวาว ฝักเมื่อแก่จะลักษณะ สี 2 สี ตามสายพันธุ์ คือ พันธุ์อุทอง 1 ฝักมีสีดำ และพันธุ์พื้นเมืองฝักขาว ฝักมีสีขาวนวล

2.2) ถั่วเขียวธรรมดา หรือถั่วเขียวเมล็ดด้าน เป็นถั่วเขียวที่มีสีเขียว มีลักษณะเมล็ดด้าน

2.3) ถั่วเขียวสีทอง มีลักษณะคล้ายกับถั่วเขียวผิวมัน และถั่วเขียวธรรมดา แต่เมล็ดมีสีเขียวอมเหลือง มีทั้งลักษณะเมล็ดด้าน และเมล็ดมัน

2.4) ถั่วเขียวผิวดำ เป็นถั่วเขียวที่มีลักษณะเมล็ดคล้ายกับถั่วเขียวธรรมดา แต่ต่างจากถั่วเขียวธรรมดาคือ ลำต้นมีทรงพุ่มใหญ่ และแตกกิ่งก้านมากกว่า บางพันธุ์อาจมีลักษณะยอดเลื้อยพันกัน

ใบหนา ลำต้นมีขนปกคลุม ลักษณะก้านใบ และฝักหนากว่า ดอกออกสีเขียวอมเหลือง ฝักป้อมสั้นกว่า เมล็ดมีสีดำมีขนาดปานกลาง อายุเก็บเกี่ยวในช่วง 80-90 วัน

อย่างไรก็ตามถั่วเขียวผิวมันถือเป็นพันธุ์ถั่วเขียวที่นิยมปลูกมากที่สุด เนื่องจากมีความต้องการตลาดสูง และสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย ปัจจุบันมี 5 พันธุ์ คือ พันธุ์อุทอง 1 พันธุ์กำแพงแสน 1 พันธุ์กำแพงแสน 2 ชัยนาท 72 และ ชัยนาท 84-1

โดยถั่วทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะพิเศษ คือ มีแบคทีเรียพอก ไโรโซเบียม (*Rhizobium spp.*) อาศัยอยู่ในรากสร้างปมและตรึงไนโตรเจนได้ด้วย ซึ่งเป็นการอาศัยอยู่แบบได้รับผลประโยชน์ร่วมกัน (symbiosis) ระหว่างถั่วกับแบคทีเรีย คือ แบคทีเรียในปมรากถั่วจะได้รับคาร์โบไฮเดรต ขณะเดียวกัน รากทำหน้าที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ เพื่อเปลี่ยนเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของถั่ว (ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท, 2543) ซึ่งลักษณะดังกล่าวทำให้สามารถปรับปรุงคุณภาพดินให้มีคุณสมบัติดีขึ้นเมื่อนำมาปลูกเป็นพืชหมุนเวียนร่วมกับพืชชนิดอื่น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินกิจกรรม

การศึกษาการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อยดำเนินการทดลองที่แปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรรายใหม่ ต.บ่อทอง อ.บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 5 ไร่ ในช่วงเวลาเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 พืชหมุนเวียนที่ใช้ปลูกทดลอง ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 โดยพืชตระกูลถั่วที่ใช้ปลูกหมุนเวียนทั้งสองพันธุ์เป็นพันธุ์ที่กรมส่งเสริมการเกษตรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง และมีลักษณะพันธุ์ที่ความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมในช่วงฤดูฝน คือ เหมาะสมต่อความชื้นสูง ฝักค่อนข้างเหนียว ไม่แตกง่าย ทนทานต่อโรคราสนิม และร่อนน้ำค้าง และพันธุ์อ้อยที่ใช้ปลูกทดลอง คือ พันธุ์ขอนแก่น 3 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมปลูกกันมากที่สุด โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) มี 4 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 การปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช

กรรมวิธีที่ 2 การปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและไม่กำจัดวัชพืช

กรรมวิธีที่ 3 การปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียนก่อนปลูกอ้อย

กรรมวิธีที่ 4 การปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียนก่อนปลูกอ้อย

โดยใช้กรรมวิธีที่ 1 เป็นชุดควบคุม เพื่อศึกษาผลกระทบทางดินที่มีผลต่ออ้อยที่จะปลูกตาม การปลูกพืชที่นำมาใช้เป็นพืชหมุนเวียนจะทำการปลูกชนิดละหนึ่งรอบ เนื่องจากพืชหมุนเวียนที่นำมาศึกษามีอายุเก็บเกี่ยวต่างกัน เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของดินหลังจากการปลูกพืชหมุนเวียนแต่ละชนิด ดังนั้นจึงทำการปลูกพืชหมุนเวียนชนิดละหนึ่งรอบ ในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึง มกราคม พ.ศ. 2561

ก่อนทำการทดลองได้ทำการเลือกพื้นที่ทำการทดลองที่เกษตรกรจะทำการปลูกอ้อยใหม่ โดยสภาพพื้นที่ต้องเป็นที่ดอนน้ำไม่ท่วมขัง และมีแหล่งน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการของอ้อย ณ แปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรรายใหม่ ต.บ่อทอง อ.บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ทำการเตรียมแปลงทดลองย่อย ขนาดแปลงละ 800 ตารางเมตร (20 x 40 เมตร) จำนวน 12 แปลง ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ เนื่องจากการปลูกอ้อยต้องใช้พื้นที่ปลูกขนาดใหญ่ และวิธีการทุกขั้นตอนจะอาศัยเครื่องจักรกลเกษตรช่วยในการผลิต เพื่อให้สอดคล้องกับการปลูกเสมือนจริงของเกษตรกร ดังนั้นระยะห่างระหว่างแปลงย่อยจะมีความกว้าง 5 เมตร ซึ่งมีความกว้างที่เหมาะสมต่อการทำงานของรถเครื่องจักรกลเกษตร ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินเพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีที่สำคัญของดินก่อนการปลูกพืชหมุนเวียน

หลังจากนั้นเตรียมดินและปลูกพืชหมุนเวียนแต่ละชนิดจากกรรมวิธีที่ 3 และ 4 (ส่วนกรรมวิธีที่ 1 และ 2 พักดินตามวิธีการของเกษตรกร) การปลูกพืชหมุนเวียนและการปลูกอ้อยจะใช้แนวร่องเดียวกัน ดังนั้นการปลูกพืชหมุนเวียนจะปลูกแบบหยอดเมล็ดเป็นแถวในระยะปลูก 20 x 60 ซม. (ปลูก

ถั่ว 2 แถวแล้วเว้นระยะประมาณ 90 เซนติเมตรสำหรับเป็นร่องล้อรถแทรกเตอร์) หยอด 2-3 เมล็ด/หลุม พร้อมใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กก./ไร่ เมื่ออายุ 2-3 สัปดาห์ ถอนแยกให้เหลือ 1-2 ต้นต่อหลุม ทำการประเมินการเจริญเติบโตของพืชหมุนเวียนในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโต สุ่มประเมินผลผลิตและเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพืชหมุนเวียนแต่ละชนิดเมื่อถึงระยะสุกแก่

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตของพืชหมุนเวียนทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีที่สำคัญของดินหลังการเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน แล้วจึงไถกลบซากลงดิน ก่อนทำการไถกลบซังน้ำหนักของเศษซากถั่วที่ใช้เป็นพืชหมุนเวียนทั้ง 2 ชนิด และวัชพืช รวมถึงการจำแนกชนิดของวัชพืชต่างๆ ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน ทำการวิเคราะห์การย่อยสลายเศษซากพืชหมุนเวียน โดยใช้ Litter bag technique ที่ระยะ 1, 2, 3, 4, 6, 8 และ 12 เดือนหลังไถกลบ เพื่อติดตามรูปแบบการปลดปล่อยไนโตรเจนก่อนและหลังกระบวนการ Immobilization หลังจากการย่อยสลายเศษซากฯ (วรรณวิภา และคณะ 2554) ทำการเตรียมดินเพื่อปลูกอ้อยประมาณ 3 สัปดาห์หลังไถกลบซาก โดยลงริบเปอร์เพื่อเปิดดินดาน และทำแนวร่องปลูกด้วย mini-combine ก่อนปลูกอ้อยทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีที่สำคัญของดิน วิธีการปลูกและดูแลอ้อยอ้างอิงจากวิธีการของเกษตรกรในพื้นที่ดำเนินการปลูกอ้อยช่วงระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึง มกราคม พ.ศ. 2562 ทุกกรรมวิธีปลูกอ้อยแบบแถวเดี่ยวด้วยรถปลูกแบบใช้ลำคู้ที่ระยะระหว่างแถว 185 เซนติเมตร ท่อนพันธุ์ที่ใช้จะเลือกท่อนพันธุ์ที่ขนาดสม่ำเสมอที่สุด มีจำนวนตาสมบูรณ์สูง ไม่มีโรคและแมลงเข้าทำลาย ขณะลำเลียงลำอ้อยลงปลูกจะมีการพันสารเคมีป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราลงในท่อนพันธุ์ พร้อมฝักปุ๋ยเคมีสูตร 10-20-10 ปริมาณ 50 กก./ไร่ สำหรับรองพื้นก่อนกลบดิน หลังจากนั้นมีการจัดให้น้ำอ้อยตามร่องทันที หลังจากปลูกอ้อยเสร็จ และได้ทำการพันสารเคมีควบคุมและกำจัดวัชพืช โดยใช้อิมาซาพิก อัตรา 125 มิลลิลิตร ร่วมกับเพนดิเมทาลิน อัตรา 1 ลิตร ต่อน้ำ 200 ลิตร ต่อพื้นที่ 2-2.5 ไร่ หลังจากปลูก 3 วันเมื่อต้นอ้อยอายุประมาณ 45 วันหลังปลูก ทำการคราดสปริงเพื่อเปิดหน้าดินทำให้ต้นอ้อยสามารถงอกและโผล่พ้นดินได้ดีขึ้น นอกจากนั้นยังเป็นการกำจัดวัชพืชชนิดเถาเลื้อยไปด้วย เมื่อต้นอ้อยอายุประมาณ 3 เดือนหลังปลูก ทำการบำรุงต่อโดยการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 สูตร 21-3-27 ปริมาณ 50 กก./ไร่ พร้อมกำจัดวัชพืชระหว่างร่องด้วยสารเคมีกำจัดวัชพืช พาราควอท อัตรา 400 มิลลิลิตรร่วมกับอาทราซีน อัตรา 2 กิโลกรัม ต่อน้ำ 400 ลิตร

ทำการประเมินการเจริญเติบโตในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของอ้อย เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยเมื่ออ้อยอายุประมาณ 12 เดือน ประเมินและวิเคราะห์ผลผลิตอ้อยและน้ำตาล และทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีที่สำคัญของดินหลังการเก็บเกี่ยวอ้อย

3.2 การประเมินและบันทึกข้อมูล

จะทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญ ดังนี้

สมบัติทางกายภาพและเคมีดิน

ทำการประเมินสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน โดยเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน จำนวนแปลงย่อยละ 5 จุด อ้างอิงจาก พืชนี้ และ อุษา (2555); วรรณวิภา และคณะ (2554)

1) สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ เนื้อดิน (Texture class) และความหนาแน่นของดิน
2) สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation-exchange capacity, C.E.C.) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%organic matter, OM) และปริมาณธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์แก่พืช ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N (%)) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exc. K) โดยข้อมูลสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจะทำการบันทึก 4 ช่วงเวลา คือ (1) ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (2) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (3) ก่อนปลูกอ้อย และ (4) หลังเก็บเกี่ยวอ้อย

3) การย่อยสลายเศษซากพืชหมุนเวียน ด้วยวิธีวิเคราะห์หาไนโตรเจนในดิน (soil mineral N) โดยใช้ Litter bag technique (Litter bag ขนาด 2 mesh พื้นที่ 20 ตารางเซนติเมตร บรรจุซากพืชตามอัตราที่เก็บได้จริงของพืชหมุนเวียนแต่ละชนิด) ที่ระยะ 1, 2, 3, 4, 6, 8 และ 12 เดือนหลังไถกลบเศษซากพืชหมุนเวียน หาน้ำหนักแห้งคงเหลือของ Litter bag เพื่อติดตามรูปแบบการปลดปล่อยไนโตรเจนในช่วงก่อน และหลังกระบวนการ Immobilization อ้างอิงจาก วรรณวิภา และคณะ (2554)

3.2.1 พืชหมุนเวียน

กรรมวิธีที่ 2 ทำการจำแนกชนิดของวัชพืชต่างๆ ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน และบันทึกข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของวัชพืชแบบแยกชนิด

กรรมวิธีที่ 3 และ 4 ในแต่ละแปลงทำการสุ่มประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหมุนเวียนจำนวน 5 จุด แต่ละจุดขนาด 2 แถว x 10 เมตร และทำการบันทึกข้อมูลแยกแต่ละจุด ได้แก่ วันออกดอก วันสุกแก่ ความสูงต้น จำนวนกิ่งก้าน จำนวนฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ด ผลผลิตทั้งหมด และปริมาณมวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของเศษซากที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวของพืชหมุนเวียนแต่ละชนิดต่อพื้นที่ อ้างอิงจาก พัทณี และ อุษา (2555)

3.2.2 การเจริญเติบโตในระยะต่างๆ และผลผลิตของอ้อย

ในแต่ละแปลงทำการสุ่มประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยจำนวน 5 จุด แต่ละจุดขนาด 2 แถว x 10 เมตร และทำการบันทึกข้อมูลแยกแต่ละจุด ได้แก่

- 1) เปอร์เซ็นต์การงอก ที่ระยะประมาณ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก
- 2) การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงลำ จำนวนปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อกอ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำ ที่ 4 ถึง 10 เดือนหลังปลูก (ทุก 2 เดือน)
- 3) ผลผลิตอ้อย ความยาวลำ จำนวนปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อกอ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักลำเดี่ยว จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ และน้ำหนัก/ไร่ เดือนที่ 12 หลังปลูก
- 4) ค่าความหวานน้ำอ้อยในแปลง (%Brix) เดือนที่ 8, 9, 10, 11 และ 12 หลังปลูก โดยเจาะบริเวณโคน กลาง และปลายลำต้น ด้วยเครื่อง เครื่องแฮนด์รีเฟกโตมิเตอร์
- 5) คุณภาพน้ำตาล ได้แก่ Fiber, Brix 20 °C, Pol, C.C.S., Purity, Sugar yield

3.2.3 การประเมินต้นทุนและผลตอบแทน

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าจากการปลูกพืชจะทำการเปรียบเทียบใน 3 กรรมวิธี ได้แก่ (1) ปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว (2) ปลูกถั่วเหลืองแล้วปลูกอ้อย และ (3) ปลูกถั่วเขียวแล้วปลูกอ้อย ในแต่ละกรรมวิธีจะประกอบด้วยต้นทุนการปลูกและดูแลรักษาพืช (พืชหมุนเวียนและอ้อย) ผลตอบแทน และผลกำไร โดยมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\text{ผลสุทธิ (กำไร)} = \text{ผลตอบแทน} - \text{ต้นทุน}$$

ผลตอบแทนที่เป็นรายรับที่ได้จากการขายผลผลิตพืชแต่ละชนิด

ต้นทุนการผลิตมี 3 ประเภท ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ประเภทต้นทุนที่ต้องลงทุนในการปลูกพืชหมุนเวียนและอ้อย

ลำดับ	ต้นทุนค่าวัตถุดิบ	ต้นทุนค่าแรงงาน	ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิต
พืชหมุนเวียน			
1	ค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง	ค่าแรงงานเตรียมดิน	ค่าเช่าที่ดิน
2	ค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว	ค่าแรงงานปลูก	ค่าจ้างรถเตรียมดิน
3	ค่าปุ๋ยเคมี	ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย	ค่าจ้างรถปลูก
4	ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช	ค่าแรงงานให้น้ำ	ค่าจ้างรถเกี่ยว
5	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	ค่าแรงงานพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช	
6		ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว	
7		ค่าแรงงานตนเอง	
อ้อย			
1	ค่าท่อนพันธุ์อ้อย	ค่าแรงงานปลูก	ค่าเช่าที่ดิน
2	ค่าปุ๋ยเคมี	ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย	ค่าจ้างรถเตรียมดิน
3	ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช	ค่าแรงงานให้น้ำ	ค่าจ้างรถปลูก
4	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	ค่าแรงงานพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช	ค่าจ้างรถฝังปุ๋ย
5		ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว	ค่าจ้างรถพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช
6		ค่าแรงงานตนเอง	ค่าจ้างรถตัด
7			ค่าจ้างรถคีบ
8			ค่าจ้างรถขนส่งอ้อยเข้าโรงงาน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

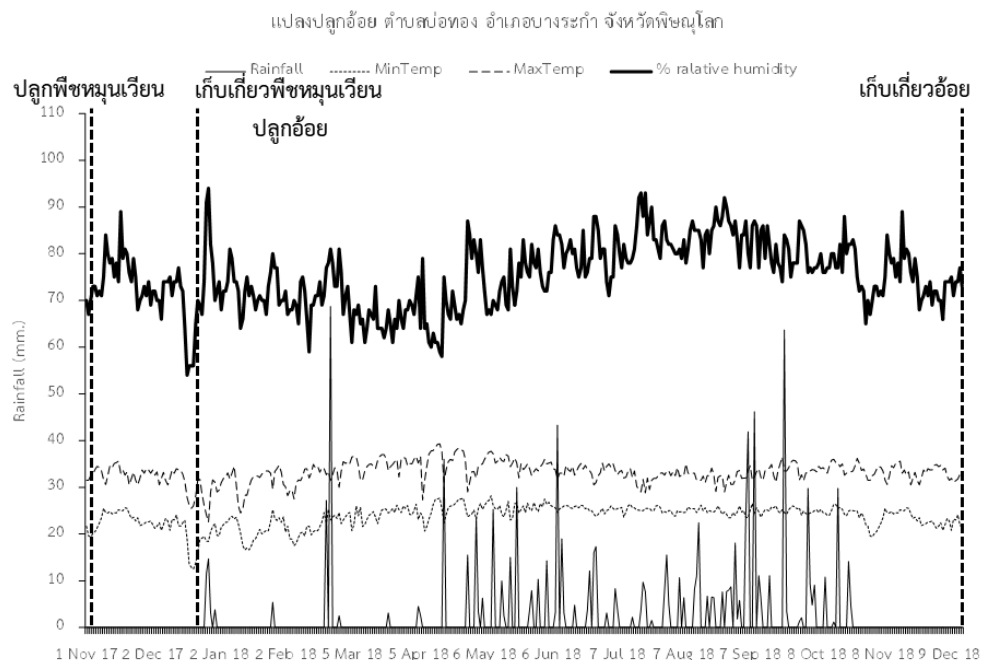
ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลคุณสมบัติดิน การย่อยสลายเศษซากพืช การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของชนิดพืชหมุนเวียนและอ้อยในแต่ละกรรมวิธี ตามแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ Least Significant Difference (LSD)

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ข้อมูลสภาพอากาศ

สภาพฟ้าอากาศระหว่างการปลูกพืชหมุนเวียนและอ้อย ในพื้นที่ทำการวิจัย ณ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระก้า จังหวัดพิษณุโลก (ภาพที่ 1.1) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และรูปแบบการกระจายตัวของฝนมีรายละเอียดดังนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุดในช่วงเดือนมีนาคม-ตุลาคม 2560 ค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง มีอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเดือนมกราคม 2560 ในพื้นที่ทำการวิจัยเริ่มได้รับน้ำฝนในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และได้รับปริมาณน้ำฝนอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม 2561 โดยมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ (74 มิลลิเมตร) และในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม มีปริมาณฝนสะสม 903 มิลลิเมตร เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์มีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลาที่ได้รับ ซึ่งในช่วงกระหน่ำแล้งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าในช่วงที่ได้รับน้ำฝนในแต่ละเดือน จากข้อมูลสภาพอากาศและปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ทำการวิจัยจะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา จะส่งผลต่อปริมาณความชื้นสะสมในดินที่แตกต่างกัน และอาจจะส่งเสริมการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชหมุนเวียนและอ้อยได้



ภาพที่ 1.1 อุณหภูมิสูงสุด (MaxTemp) อุณหภูมิต่ำสุด (MinTemp) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) และ เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ (% relative humidity) ณ แปลงวิจัยปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อย ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระก้า จังหวัดพิษณุโลก

4.2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในพื้นที่ทำการวิจัยปลูกพืชหมุนเวียน และตามด้วยปลูกอ้อยโรงงาน ณ ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ที่ 2 ระดับความลึก คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดินของทั้ง 4 กรรมวิธี ประกอบด้วย กรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) กรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) กรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) และกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดินใน 4 ระยะ ได้แก่ 1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน 2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน 3 ก่อนปลูกอ้อย และ 4 หลังเก็บเกี่ยวอ้อย (เก็บเกี่ยวอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก) มีลักษณะดังรายละเอียดในตารางที่ 1.2 – 1.10

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพดิน พบว่าลักษณะเนื้อดินที่วิเคราะห์ใน 4 ระยะ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้ง 4 กรรมวิธี และที่ 2 ระดับความลึก ซึ่งประกอบด้วยค่าเฉลี่ยของ %Sand เท่ากับ 43.12% %Silt เท่ากับ 6.34% และ %Clay เท่ากับ 50.54% และลักษณะเนื้อดินดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มดินเหนียวปนทราย (ตารางที่ 1.2) แต่ในลักษณะความหนาแน่นดินรวม พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95, 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ และ $P \leq 0.050$) จากการวิเคราะห์ดินใน 4 ระยะ ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน กรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) และกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ตามลำดับ (ตารางที่ 1.3)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดิน พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) การนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity: CEC) และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (% OM) จากการวิเคราะห์ดินใน 4 ระยะ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้ง 4 กรรมวิธี และที่ 2 ระดับความลึก (ตารางที่ 1.4, 1.5, 1.6 และ 1.7 ตามลำดับ) แต่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.01$) จากการวิเคราะห์ดินใน 4 ระยะ ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน (ตารางที่ 1.8) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (av. P) พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99, 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.01$, $P \leq 0.01$ และ $P \leq 0.050$) จากการวิเคราะห์ดินใน 4 ระยะ กรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) กรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) และกรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ตามลำดับ (ตารางที่ 1.9) ขณะที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95, 95, 99 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$, $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$ และ $P \leq 0.01$) จากการวิเคราะห์ดินใน 4 ระยะ ทั้ง 4 กรรมวิธี ตามลำดับ (ตารางที่ 1.9) นอกจากนี้ปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exc. K) พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) จากการวิเคราะห์ดินใน 4 ระยะ ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) ที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน (ตารางที่ 10)

จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจากการวิเคราะห์ดินใน 4 ระยะ หลังจากผ่านกระบวนการต่างๆ ในแต่ละกรรมวิธี (ภาพที่ 1.2 และ 1.3) พบว่าความหนาแน่นดินรวมมีแนวโน้มลดลงเพราะมีการไถพรวนเตรียมดินในระยะก่อนปลูกพืชหมุนเวียนและก่อนปลูกอ้อย แต่ความหนาแน่นดินรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะหลังเก็บเกี่ยวอ้อย ส่วนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีดินทั้ง 2 ระดับความลึกมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (% OM) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (avl. P) และ ปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exc. K) ในกรรมวิธีที่กรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) กรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) และกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะหลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน และเพิ่มขึ้นอีกในระยะก่อนปลูกอ้อย อาจจะเนื่องจากการเริ่มย่อยสลายซากพืชหมุนเวียนหรือวัชพืช แต่ในระยะหลังเก็บเกี่ยวอ้อยกลับพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในดินลดลงเพราะการนำไปใช้ของต้นอ้อยเพื่อการเจริญเติบโตและสะสมน้ำตาล ดังนั้นความอุดมสมบูรณ์ดินในแต่ละระยะการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน ซึ่งจะนำข้อมูลดินที่ต่างกันนี้มาพิจารณาผลของการเจริญเติบโตของอ้อยในการศึกษาครั้งนี้ต่อไป

ตารางที่ 1.2 ชนิดเนื้อดิน (Soil texture class) ของดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (1) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (2) ก่อนปลูกอ้อย (3) และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (4)

Texture class	ไม่ปลูกพืช หมุนเวียน และกำจัดวัชพืช	ไม่ปลูกพืช หมุนเวียน แต่ไม่กำจัดวัชพืช	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว
ดินชั้นบน (0-15 ซม.)				
	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	ทราย	ทราย	ทราย	ทราย
2 หลังเก็บเกี่ยวพืช หมุนเวียน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน
	ทราย	ทราย	ทราย	ทราย
	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน
3 ก่อนปลูกอ้อย	ทราย	ทราย	ทราย	ทราย
	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน
4/A หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	ทราย	ทราย	ทราย	ทราย
ดินชั้นล่าง (>15-30 ซม.)				
	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	ทราย	ทราย	ทราย	ทราย
2 หลังเก็บเกี่ยวพืช หมุนเวียน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน
	ทราย	ทราย	ทราย	ทราย
	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน
3 ก่อนปลูกอ้อย	ทราย	ทราย	ทราย	ทราย
	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน	ดินเหนียวปน
4/A หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	ทราย	ทราย	ทราย	ทราย

^{/A} ตัดอ้อยตอนอายุ 12 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1.3 ความหนาแน่นดินรวม (mg.m^{-3}) ในดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (1) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (2) ก่อนปลูกอ้อย (3) และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (4)

ความหนาแน่นดินรวม (mg.m ⁻³)	ไม่ปลูกพืช หมุนเวียน และกำจัดวัชพืช		ไม่ปลูกพืช หมุนเวียน แต่ไม่กำจัดวัชพืช		ถั่ว เหลือง	ถั่ว เขียว
ดินชั้นบน (0-15 ซม.)						
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	1.58		1.56	A	1.56	1.55
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	1.55		1.54	AB	1.45	1.50
3 ก่อนปลูกอ้อย	1.44		1.42	B	1.33	1.35
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	1.61		1.60	A	1.55	1.57
F-test	ns		*		ns	ns
CV (%)	8.65		4.07		10.00	10.60
ดินชั้นล่าง (>15-30 ซม.)						
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	1.63	B	1.61	B	1.60	1.59
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	1.59	B	1.58	B	1.50	1.55
3 ก่อนปลูกอ้อย	1.61	B	1.57	B	1.50	1.48
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	1.78	A	1.75	A	1.72	1.70
F-test	**		*		ns	ns
CV (%)	2.76		3.60		8.16	6.59

ns, * และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 และ 99% ตามลำดับ

^{/A} ตัดอ้อยตอนอายุ 12 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1.4 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (1) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (2) ก่อนปลูกอ้อย (3) และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (4)

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน และกำจัดวัชพืช	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน แต่ไม่กำจัดวัชพืช	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว
ดินชั้นบน (0-15 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	6.13	6.03	6.37	6.16
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	6.10	5.99	6.34	6.13
3 ก่อนปลูกอ้อย	6.14	6.04	6.47	6.26
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	6.00	5.89	6.32	6.11
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11.07	11.22	13.01	14.04
ดินชั้นล่าง (>15-30 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	6.24	6.14	6.54	6.00
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	6.20	6.10	6.50	5.97
3 ก่อนปลูกอ้อย	6.25	6.15	6.63	6.10
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	6.10	6.00	6.48	5.95
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14.28	14.52	12.65	13.62

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

^{/A} ตัดอ้อยตอนอายุ 12 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1.5 ค่าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า (EC) ในดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (1) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (2) ก่อนปลูกอ้อย (3) และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (4)

EC (dS/m)	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน และกำจัดวัชพืช	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน แต่ไม่กำจัดวัชพืช	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว
ดินชั้นบน (0-15 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	0.0597	0.0607	0.0597	0.0603
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	0.0603	0.0580	0.0583	0.0577
3 ก่อนปลูกอ้อย	0.0597	0.0590	0.0597	0.0580
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	0.0580	0.0573	0.0583	0.0573
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12.38	12.78	12.59	12.42
ดินชั้นล่าง (>15-30 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	0.0577	0.0587	0.0577	0.0583
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	0.0583	0.0560	0.0563	0.0557
3 ก่อนปลูกอ้อย	0.0577	0.0570	0.0577	0.0560
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	0.0560	0.0553	0.0563	0.0553
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13.59	13.91	12.32	13.66

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

^{/A} ตัดอ้อยตอนอายุ 12 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1.6 ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ในดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (1) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (2) ก่อนปลูกอ้อย (3) และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (4)

CEC (cmol/kg)	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน และกำจัดวัชพืช	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน แต่ไม่กำจัดวัชพืช	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว
ดินชั้นบน (0-15 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	15.783	16.233	15.833	16.253
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	15.770	16.220	15.820	16.240
3 ก่อนปลูกอ้อย	15.820	16.270	15.870	16.290
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	15.810	16.260	15.860	16.280
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10.27	12.26	9.07	10.64
ดินชั้นล่าง (>15-30 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	15.767	16.217	15.817	16.237
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	15.756	16.206	15.806	16.226
3 ก่อนปลูกอ้อย	15.808	16.258	15.858	16.278
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	15.805	16.255	15.855	16.275
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11.930	10.830	10.29	9.28

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

^{/A} ตัดอ้อยตอนอายุ 12 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1.7 ค่าอินทรีย์วัตถุ (% OM) ในดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (1) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (2) ก่อนปลูกอ้อย (3) และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (4)

อินทรีย์วัตถุ (% OM)	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน และกำจัดวัชพืช	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน แต่ไม่กำจัดวัชพืช	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว
ดินชั้นบน (0-15 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	1.29	1.43	1.32	1.29
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	1.24	1.19	1.40	1.49
3 ก่อนปลูกอ้อย	1.29	1.21	1.53	1.40
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	1.02	1.04	1.26	1.22
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	18.65	9.54	22.14	25.95
ดินชั้นล่าง (>15-30 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	1.16	1.28	1.18	1.17
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	1.11	1.11	1.30	1.37
3 ก่อนปลูกอ้อย	1.16	1.18	1.41	1.37
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	0.89	1.00	1.14	1.19
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	18.73	9.80	29.08	26.03

ns และ *** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 99.9% ตามลำดับ

^{/A} ตัดอ้อยตอนอายุ 12 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1.8 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) ในดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (1) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (2) ก่อนปลูกอ้อย (3) และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (4)

ไนโตรเจนทั้งหมด (total N) (%)	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน และกำจัดวัชพืช	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน แต่ไม่กำจัดวัชพืช	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว
ดินชั้นบน (0-15 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	0.086	0.085	0.093	0.093
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	0.078	0.081	0.111	0.107
3 ก่อนปลูกอ้อย	0.076	0.084	0.115	0.110
4/A หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	0.056	0.067	0.092	0.087
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14.93	13.74	14.05	12.78
ดินชั้นล่าง (>15-30 ซม.)				
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	0.088	A 0.086	0.095	0.092
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	0.069	B 0.065	0.082	0.081
3 ก่อนปลูกอ้อย	0.068	B 0.070	0.092	0.089
4/A หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	0.048	C 0.053	0.076	0.074
F-test	**	ns	ns	ns
CV (%)	8.65	19.2	11.27	15.44

ns และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 99% ตามลำดับ

^{/A} ตัดอ้อยตอนอายุ 12 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1.9 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (avL. P) ในดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (1) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (2) ก่อนปลูกอ้อย (3) และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (4)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (avl. P) (ppm.)	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน และกำจัดวัชพืช		ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน แต่ไม่กำจัดวัชพืช		ถั่วเหลือง		ถั่วเขียว	
ดินชั้นบน (0-15 ซม.)								
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	6.57	B	5.72	B	4.01	B	5.89	
					19.4		16.2	
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	10.49	A	13.40	A	5	A	5	
					22.4		21.3	
3 ก่อนปลูกอ้อย	11.06	A	18.17	A	0	A	2	
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	5.06	B	7.83	B	7.07	B	7.65	
F-test	**		**		*		ns	
					21.3		29.0	
CV (%)	19.47		16.01		8		8	
ดินชั้นล่าง (>15-30 ซม.)								
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	7.71	AB	4.98	BC	3.61	B	5.29	B
					10.8		14.6	
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	9.43	A	8.73	AB	4	A	2	A
					11.8		11.1	
3 ก่อนปลูกอ้อย	9.95	A	9.68	A	2	A	9	A
4 ^{/A} หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	3.95	B	3.02	C	5.16	B	5.52	B
F-test	*		*		**		**	
					25.9		22.1	
CV (%)	26.38		32.14		9		7	

ns, * และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95 และ 99% ตามลำดับ

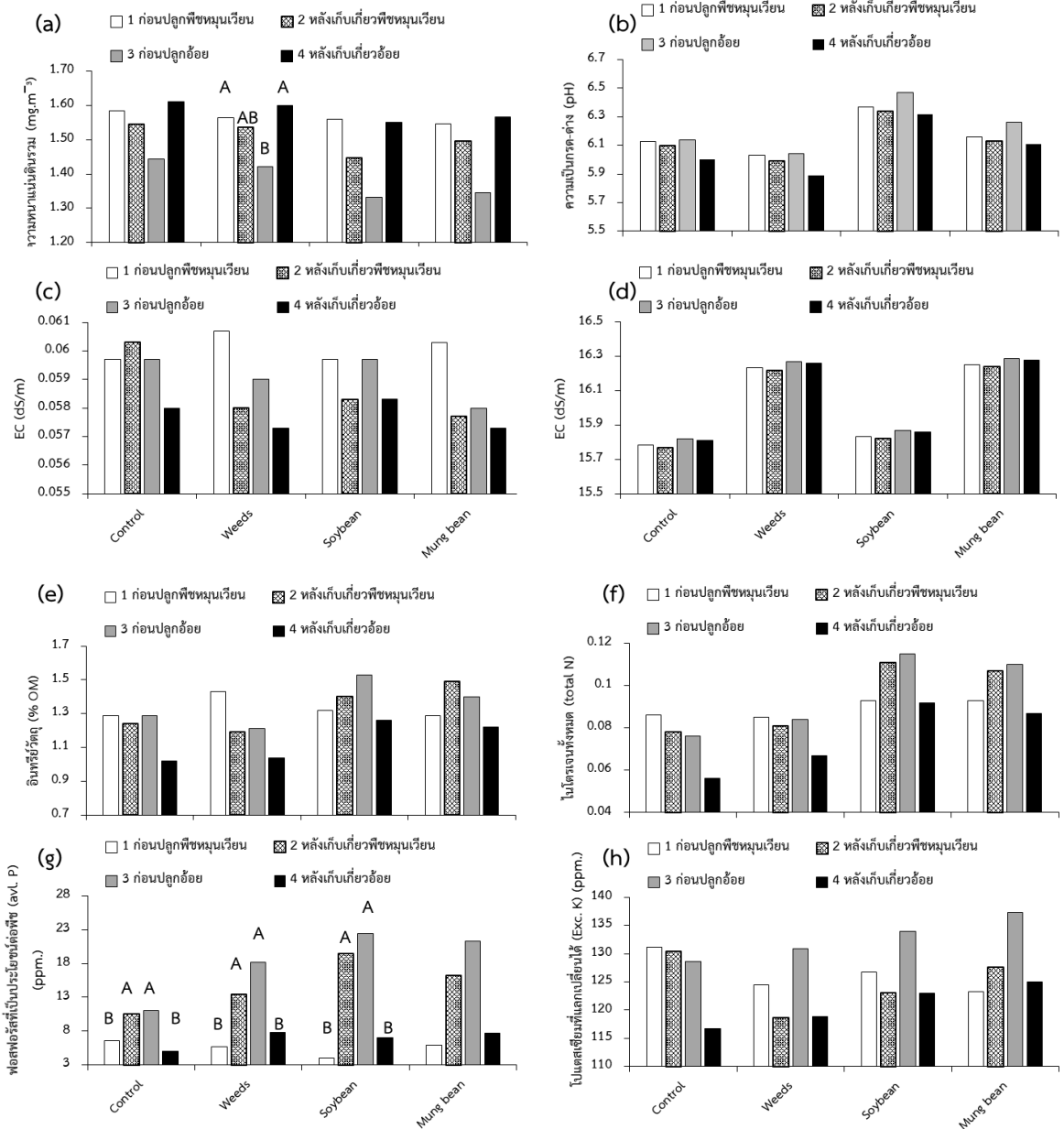
^{/A} ตัดอ้อยตอนอายุ 12 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1.10 ปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exc. K) ในดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ใน 4 ระยะ คือ ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน (1) หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน (2) ก่อนปลูกอ้อย (3) และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย (4)

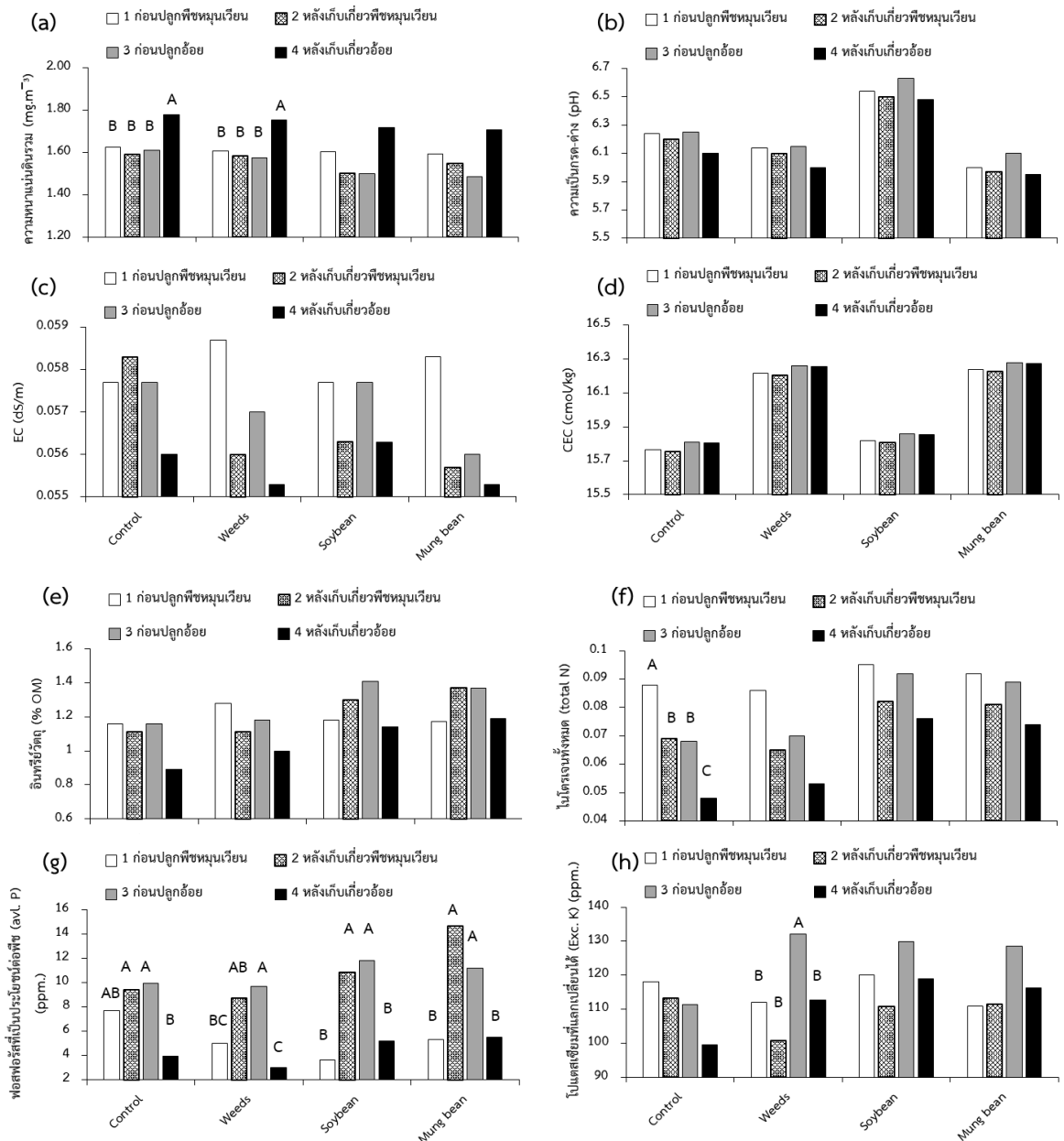
โปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exc. K) (ppm.)	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน และกำจัดวัชพืช	ไม่ปลูกพืชหมุนเวียน แต่ไม่กำจัดวัชพืช	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	
ดินชั้นบน (0-15 ซม.)					
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	131.18	124.47	126.71	123.22	
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	130.39	118.63	123.11	127.66	
3 ก่อนปลูกอ้อย	128.64	130.84	133.96	137.36	
4 ^A หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	116.64	118.84	122.96	125.02	
F-test	ns	ns	ns	ns	
CV (%)	24.96	10.98	14.61	15.02	
ดินชั้นล่าง (>15-30 ซม.)					
1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน	118.06	112.02	B	120.04	110.90
2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน	113.35	100.77	B	110.80	111.56
3 ก่อนปลูกอ้อย	111.44	132.09	A	129.90	128.62
4 ^A หลังเก็บเกี่ยวอ้อย	99.44	112.76	B	118.90	116.29
F-test	ns	*	ns	ns	
CV (%)	21.48	8.27	13.24	11.5	

ns และ * = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% ตามลำดับ

^{/A} ตัดอ้อยตอนอายุ 12 เดือนหลังปลูก



ภาพที่ 1.2 ความหนาแน่นของดิน (a) ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) (b) ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) (c) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation-exchange capacity, C.E.C.) (d) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%organic matter, OM) (e) เปอร์เซนต์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N (%)) (f) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) (g) และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exc. K) (h) ในดินที่ระดับความลึกคือ 0-15 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (control) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (weeds) ถั่วเหลือง (soybean) และถั่วเขียว (mung bean) ที่ 4 ระยะ ได้แก่ 1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน 2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน 3 ก่อนปลูกอ้อย 4 และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย



ภาพที่ 1.3 ความหนาแน่นของดิน (a) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (b) ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) (c) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation-exchange capacity, C.E.C.) (d) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%organic matter, OM) (e) เปอร์เซนต์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N (%)) (f) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) (g) และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exc. K) (h) ในดินที่ระดับความลึกคือ 15-30 เซนติเมตรจากระดับผิวดิน ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (control) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (weeds) ถั่วเหลือง (soybean) และถั่วเขียว (mung bean) ที่ 4 ระยะ ได้แก่ 1 ก่อนปลูกพืชหมุนเวียน 2 หลังเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน 3 ก่อนปลูกอ้อย 4 และหลังเก็บเกี่ยวอ้อย

4.3 การเจริญเติบโตในระยะต่างๆ และผลผลิตของพืชหมุนเวียน

ในกรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) และกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) ได้ดำเนินการประเมินการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหมุนเวียน 2 ชนิด ให้ผลดังนี้

การเจริญเติบโตในด้านความสูงและจำนวนกิ่งพบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 และ 95 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ($P \leq 0.01$ และ $P \leq 0.05$ ตามลำดับ) โดยถั่วเหลืองมีจำนวนกิ่ง (4.8 และ 3.9 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ) และความสูงต้น (51.6 และ 43.9 ตามลำดับ) สูงกว่าถั่วเขียวในระยะอายุ 30 วันและ 60 วันหลังปลูกตามลำดับ (ตารางที่ 1.11 และภาพที่ 1.4)

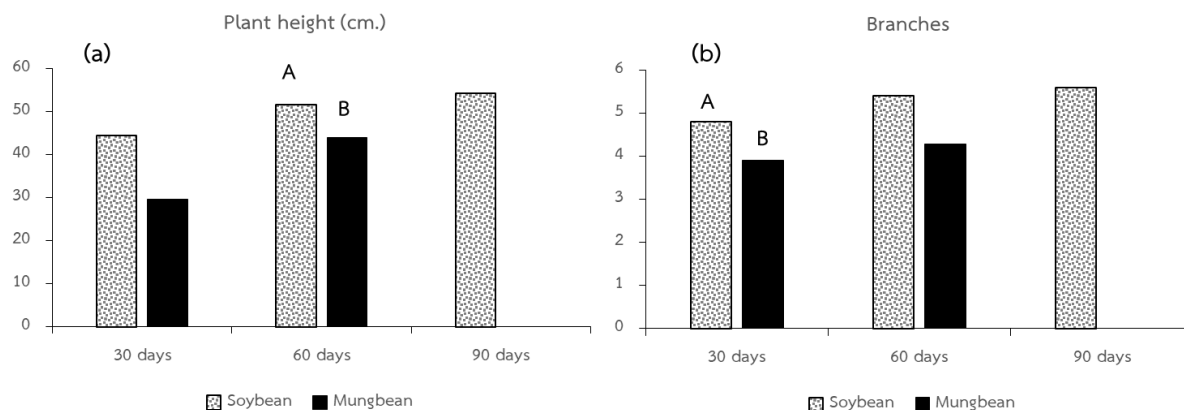
ขณะที่วันออกดอกของพืชหมุนเวียนทั้ง 2 ชนิดพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่อายุสุกแก่พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) โดยถั่วเขียวสุกแก่เร็วกว่าถั่วเหลือง (62 และ 89 วันตามลำดับ) (ตารางที่ 1.12) ส่วนลักษณะต่างๆ ขององค์ประกอบผลผลิตของพืชหมุนเวียนทั้ง 2 ชนิดพบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ในลักษณะจำนวนกิ่งต่อต้นและจำนวนฝักต่อต้น โดยถั่วเหลืองมีจำนวนกิ่งต่อต้น (5.6 และ 4.3 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ) และจำนวนฝักต่อต้น (31.6 และ 21.0 ฝักต่อต้น ตามลำดับ) สูงกว่าถั่วเขียวในระยะเก็บเกี่ยว และพบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.001$) ในลักษณะจำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนัก 100 เมล็ด โดยถั่วเหลืองมีจำนวนเมล็ดต่อฝัก (2.6 และ 10.7 เมล็ดต่อฝัก ตามลำดับ) และน้ำหนัก 100 เมล็ด (18.3 และ 6.3 กรัม ตามลำดับ) สูงกว่าถั่วเขียวในระยะเก็บเกี่ยว ในความแตกต่างของลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของพืชหมุนเวียนทั้ง 2 ชนิดจึงส่งผลให้พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.001$) โดยผลผลิตของถั่วเหลืองสูงกว่าถั่วเขียว (220.4 และ 145.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) (ตารางที่ 1.12)

ตารางที่ 1.11 ความสูงต้นและจำนวนกิ่งก้านของถั่วเหลือง (Soybean) และถั่วเขียว (Mung bean) ที่อายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก

พืช	อายุ 30 วันหลังปลูก			อายุ 60 วันหลังปลูก			อายุ 90 วันหลังปลูก	
	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนกิ่ง		ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนกิ่ง		ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนกิ่ง
ถั่วเหลือง	44.3	4.8	A	51.6	5.4	A	54.2	5.6
ถั่วเขียว	29.5	3.9	B	43.9	4.3	B	-	-
F-test	ns	**		*	ns		-	-
CV (%)	21.2	4.49		6.36	11.00		4.99	10.75

ns, * และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$



ภาพที่ 1.4 กราฟการเปรียบเทียบความสูงต้น (Plant height; cm.) (a) และจำนวนกิ่งก้าน (Branches) (b) ของต้นถั่วเหลือง (Soybean) และถั่วเขียว (Mung bean) ที่อายุ 30, 60 และ 90 วัน หลังปลูก ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$

ตารางที่ 1.12 วันออกดอก (flowering days) วันสุกแก่ (Maturing days) ความสูงต้น (Plant height; cm.) จำนวนกิ่งก้าน (Branches/plant) จำนวนฝัก (Pods/plant) จำนวนเมล็ดต่อฝัก (Seeds/pod) น้ำหนัก 100 เมล็ด (100 seeds weight; g.) และผลผลิต (Yield; kg./rai) ของพืช หมุนเวียนแต่ละชนิด; ถั่วเหลือง (Soybean) และถั่วเขียว (Mungbean) ต่อพื้นที่ที่อายุสุกแก่

Yield and yield components	Soybean	Mung bean	F-test	CV (%)
Flowering days	37	26	ns	20.7
Maturing days	89 A	62 B	*	10.67
Plant height (cm.)	54.2 A	43.9 B	*	5.67
No. of branches/plant	5.6 A	4.3 B	*	10.16
No. of pods/plant	31.6 A	21.0 B	*	17.57
No. of seeds/pod	2.6 B	10.7 A	***	3.26
100 seeds weight (g.)	18.3 A	6.3 B	***	4.68
Yield (kg./rai)	220.4 A	145.8 B	***	4.33

ns, * และ *** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$

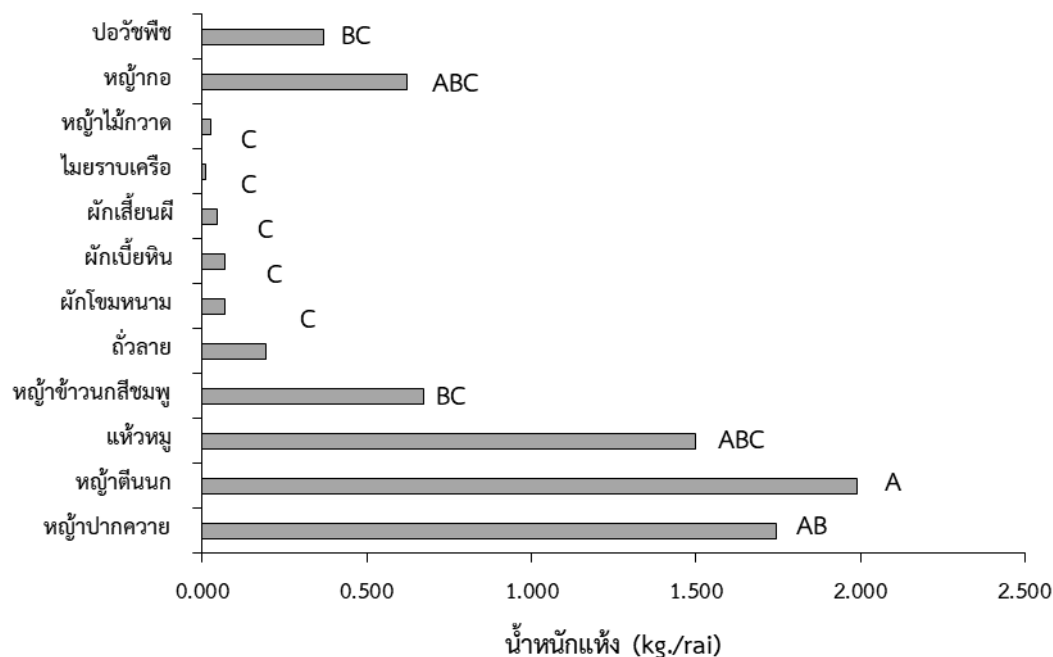
ในกรรมวิธีที่กรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) หลังจากเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียนทั้ง 2 ชนิด ได้ทำการสำรวจวัชพืชในพื้นที่แปลงทดลอง พบจำนวนวัชพืช 12 ชนิด โดยพบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($P \leq 0.05$) ในลักษณะน้ำหนักแห้งของวัชพืชแต่ละชนิด ซึ่งหญ้าตีนนกพบน้ำหนักแห้งมากที่สุด (1.989 กิโลกรัมต่อไร่) รองมาได้แก่ หญ้าปากควาย (1.746 กิโลกรัมต่อไร่) และแห้วหมู (1.499 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 5)

ตารางที่ 1.13 ชนิดของวัชพืชต่างๆ ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน และปริมาณมวลชีวภาพ (น้ำหนักแห้ง) ของวัชพืชแต่ละชนิด

วัชพืช	จำนวนต้น	น้ำหนักแห้ง (kg./rai)	
หญ้าปากควาย	32.0	1.746	AB
หญ้าตีนนก	35.1	1.989	A
แห้วหมู	46.2	1.499	ABC
หญ้าข้าวนกสีชมพู	16.6	0.674	ABC
ถั่วลาย	3.4	0.192	BC
ผักโขมหนาม	1.7	0.067	C
ผักเบี้ยหิน	1.4	0.069	C
ผักเสี้ยนผี	1.1	0.045	C
ไมยราบเครือ	0.3	0.011	C
หญ้าไม้กวาด	0.5	0.026	C
หญ้ากอ	11.7	0.622	ABC
ปอวัชพืช	9.3	0.367	BC
Mean	11.6	1.336	
F-test	ns	*	
CV (%)	41.66	34.49	

ns และ * = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$



ภาพที่ 1.5 ปริมาณมูลชีวภาพ (น้ำหนักรวม) ของวัชพืชแต่ละชนิดที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$

การเปรียบเทียบปริมาณซากพืชสด และปริมาณซากพืชแห้งของพืชหมุนเวียนทั้ง 2 ชนิด และวัชพืช (ตารางที่ 14 และภาพที่ 6) พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.001$) ทั้ง 2 ลักษณะ โดยถั่วเหลืองมีปริมาณซากพืชสด และปริมาณซากพืชแห้งสูงสุด (288.7 และ 10.84 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) รองมาได้แก่ ถั่วเขียว (213.3 และ 8.82 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) และวัชพืช (170.5 และ 6.35 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ตามลำดับ

เมื่อนำปริมาณผลผลิตของถั่วเหลืองและถั่วเขียวมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณซากพืชแห้งแต่ละชนิดพบว่าลักษณะทั้ง 2 ดังกล่าวของแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูง ($r = 0.999^{***}$ และ $r = 0.998^{***}$ ตามลำดับ) (ภาพที่ 7a และ 7b ตามลำดับ) ขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซากพืชแห้งกับปริมาณซากพืชสดของถั่วเหลือง ถั่วเขียว และวัชพืช พบความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูง ($r = 0.991^{**}$) (ภาพที่ 7c)

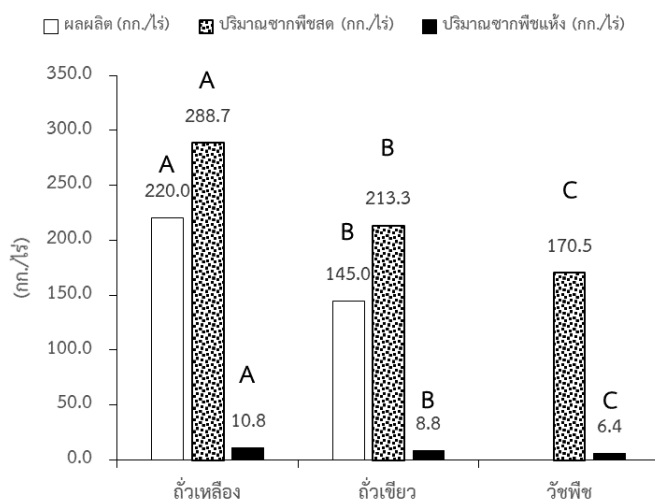
จากผลการทดลองดังกล่าว สามารถทำนายได้ว่าเมื่อถั่วเหลืองและถั่วเขียวให้ผลผลิตสูงคาดว่าพืชหมุนเวียนทั้ง 2 ชนิดจะให้ปริมาณซากพืชแห้งสูงเช่นกัน เมื่อปริมาณซากพืชแห้งมีปริมาณมากจะเพิ่มปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ในดิน และเพิ่มโอกาสการนำไปใช้ของดินอ้อยในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตต่อไป นอกจากนี้อาจจะยังช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี ปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ และโครงสร้างดินให้ดีขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 1.14 ผลผลิต ปริมาณซากพืชสด และปริมาณซากพืชแห้ง ของพืชหมุนเวียน; ถั่วเหลือง (Soybean) และถั่วเขียว (Mung bean) และวัชพืชชนิดต่างๆ ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน

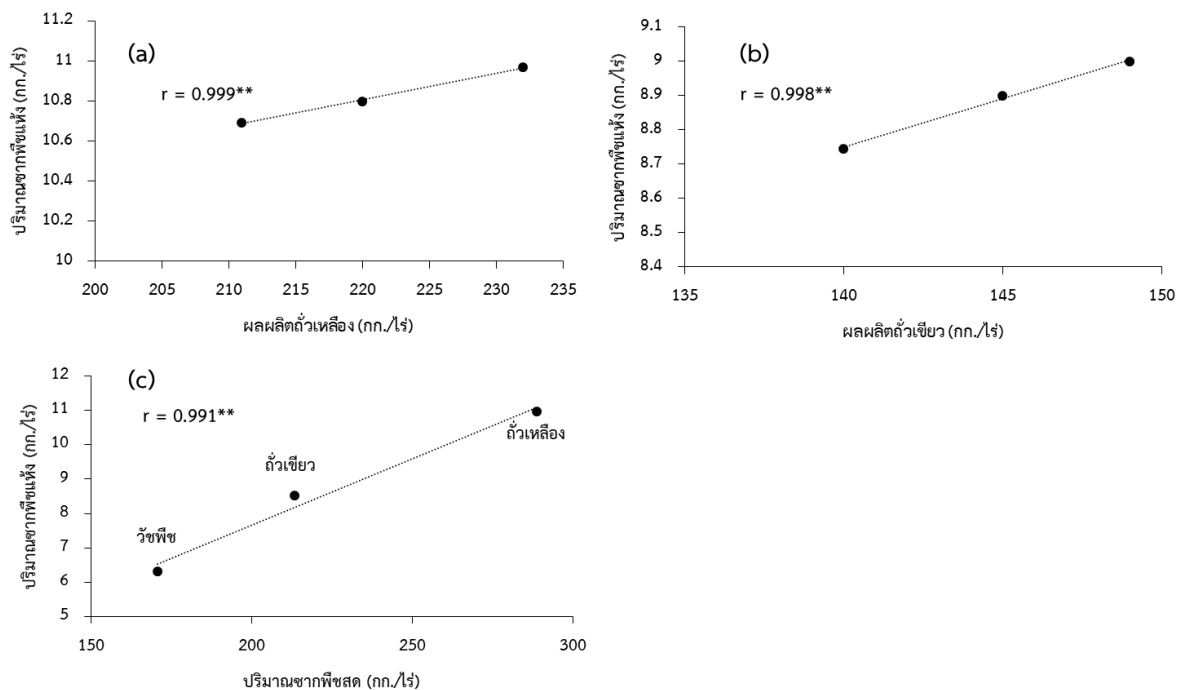
	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	วัชพืช	F-test	CV (%)
ผลผลิต (กก./ไร่)	220.4 A	145.8 B		***	4.33
ปริมาณซากพืชสด (กก./ไร่)	288.7 A	213.3 B	170.5 C	***	11.46
ปริมาณซากพืชแห้ง (กก./ไร่)	10.84 A	8.82 B	6.35 C	***	11.52

*** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$



ภาพที่ 1.6 ผลผลิต ปริมาณซากพืชสด และปริมาณซากพืชแห้ง ของพืชหมุนเวียน; ถั่วเหลือง (Soybean) และถั่วเขียว (Mung bean) และวัชพืชชนิดต่างๆ ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน



ภาพที่ 1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตถั่วเหลือง (Soybean) กับปริมาณซากพืชแห้ง (a) ปริมาณผลผลิตถั่วเขียว (Mung bean) กับปริมาณซากพืชแห้ง (b) และปริมาณซากพืชสดกับปริมาณซากพืชแห้งของพืชหมุนเวียน; ถั่วเหลือง (Soybean) และถั่วเขียว (Mung bean) และวัวพืชชนิดต่างๆ (c) ที่ขึ้นในแปลงที่ไม่ได้ปลูกพืชหมุนเวียน

4.4 องค์ประกอบธาตุสำคัญในต้นถั่วเหลือง ถั่วเขียว และวัวพืช

เศษซากถั่วเหลือง ถั่วเขียว และวัวพืชในพื้นที่ทดลองพบว่าเมื่อย่อยสลายแล้วจะให้องค์ประกอบธาตุอาหารที่สำคัญแตกต่างกันดังตารางที่ 1.15

พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.01$) ในธาตุไนโตรเจนทั้งหมด (total N) และโปแตสเซียม โดยถั่วเขียวพบปริมาณมากที่สุด (0.69 total N และ 780.8 ppm K ตามลำดับ) รองมาได้แก่ ถั่วเหลือง (0.41 total N และ 584.6 ppm K ตามลำดับ) และวัวพืช (0.28 total N และ 483.1 ppm K ตามลำดับ) ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ขณะที่ธาตุฟอสฟอรัสพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (0.020 ppm ในถั่วเขียว – 0.025 ppm ในถั่วเหลือง) อย่างไรก็ตามสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) ที่ทำนายความสามารถในการย่อยสลายของเศษซากพืชแต่ละชนิด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) โดยวัวพืชพบค่า C:N ratio สูงที่สุด (21) ตามด้วยถั่วเขียวและถั่วเหลืองในสัดส่วนใกล้เคียงกัน (18 และ 17 ตามลำดับ) ดังนั้นเศษซากพืชของถั่วเขียวและถั่วเหลืองมีโอกาสย่อยสลายเร็วกว่าวัวพืชหลังจากการไถกลบ

ตารางที่ 1.15 องค์ประกอบธาตุสำคัญในต้นถั่วเหลือง ถั่วเขียว และวชิพพืช ได้แก่ Total N (%), P (ppm), K (ppm) และ C:N ratio

พืชหมุนเวียน	Total N (%)		P (ppm)	K (ppm)		C:N ratio	
ถั่วเหลือง	0.41	B	0.025	584.6	B	17	B
ถั่วเขียว	0.69	A	0.020	780.8	A	18	B
วชิพพืช	0.28	B	0.022	483.1	B	21	A
F-test	**		ns	**		*	
CV (%)	17.39		27.14	11.43		21.45	

ns, ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$

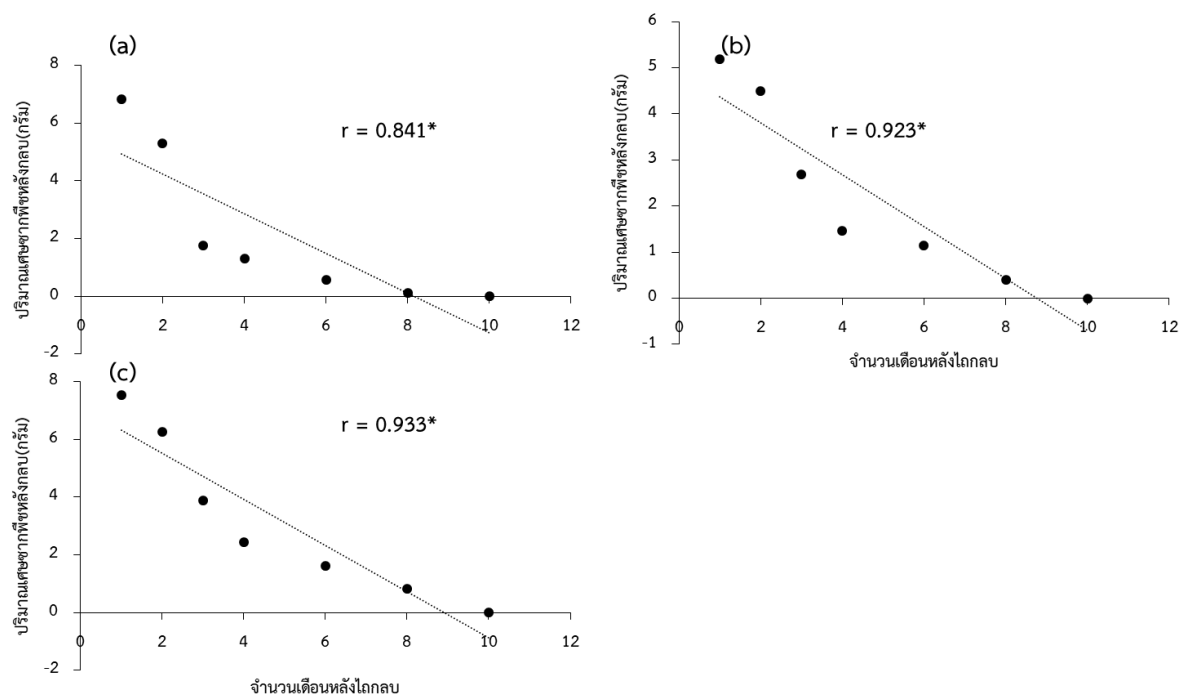
4.5 การย่อยสลายเศษซากพืชหมุนเวียน

หลังจากไถกลบเศษซากพืชหมุนเวียนในดินแล้ว ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณการย่อยสลายของเศษซากพืชหมุนเวียนและวชิพพืช ด้วยวิธี Litter bag technique ที่ระยะ 1, 2, 3, 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังไถกลบ (ตารางที่ 1.16 และภาพที่ 1.8) พบว่าเศษซากพืชหมุนเวียนและวชิพพืชในแต่ละช่วงเวลาหลังจากไถกลบไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยเมื่อนำปริมาณการย่อยสลายของเศษซากพืชแต่ละชนิดมาหาความสัมพันธ์กับช่วงเวลาหลังการไถกลบ พบว่าลักษณะทั้ง 2 ดังกล่าวของแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลาง ($r = 0.841^*$ ในถั่วเหลือง $r = 0.923^*$ ในถั่วเขียว และ $r = 0.933^*$ ในวชิพพืช ตามลำดับ) (ภาพที่ 1.8a, 1.8b และ 1.8c ตามลำดับ)

ตารางที่ 1.16 ปริมาณเศษซากพืชหมุนเวียนและวชิพพืช (กรัม) ด้วยวิธี Litter bag technique ที่ระยะ 1, 2, 3, 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังไถกลบ

พืชหมุนเวียน	ปริมาณเศษซากพืชหลังไถกลบ (กรัม/เดือน)						
	1	2	3	4	6	8	10
ถั่วเหลือง	6.82	5.30	1.76	1.30	0.58	0.13	0
ถั่วเขียว	5.18	4.50	2.70	1.47	1.14	0.40	0
วชิพพืช	7.54	6.26	3.88	2.44	1.63	0.81	0
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	14.9	21.74	37.18	26.07	59.69	70.84	0

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 1.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเศษซากที่จับได้ของ (a) ปลาดุก (b) และปลานิล (c) กับจำนวนเดือนหลังปล่อยระยะ 1, 2, 3, 4, 6, 8 และ 10 เดือน ด้วยวิธี Litter bag technique

* = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.6 การเจริญเติบโตในระยะต่างๆ และผลผลิตของอ้อย

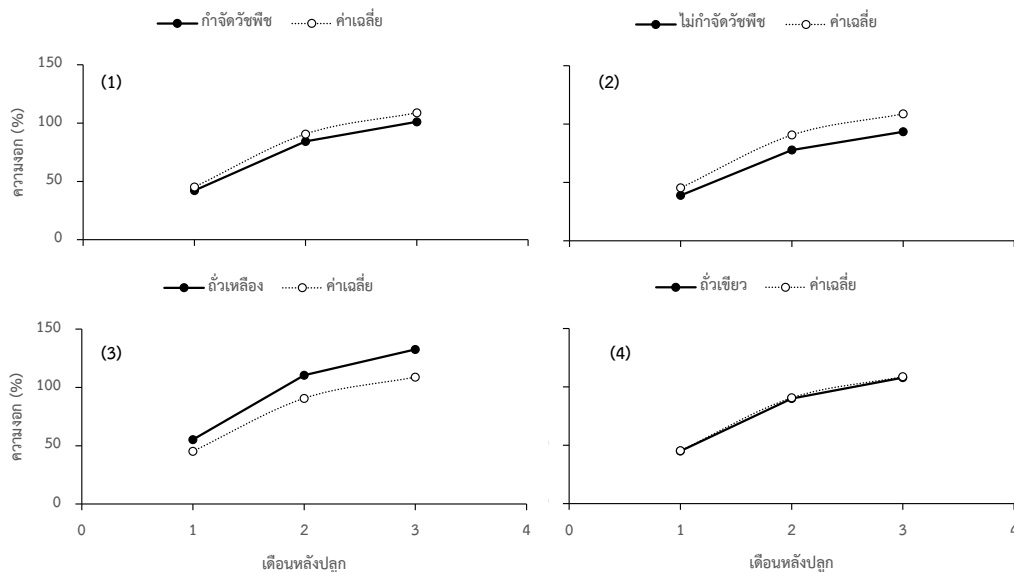
4.6.1 เปอร์เซ็นต์ความงอก

หลังจากเก็บเกี่ยวพืชหมุนเวียน ในแต่ละกรรมวิธีได้ดำเนินการปลูกอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกอ้อยของกรรมวิธีที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูกไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1.17 และภาพที่ 1.9) อาจจะเนื่องจากปริมาณความชื้นในดินขณะปลูกอ้อยมีค่าสูง เนื่องจากได้รับน้ำฝนตั้งแต่เดือนแรกที่ปลูก อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ความงอกของกรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกรรมวิธี ซึ่งรูปแบบเปอร์เซ็นต์ความงอกของอ้อยที่ปลูกในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่ต่างกัันดัง ภาพที่ 1.9

ตารางที่ 1.17 เปอร์เซ็นต์การงอกของอ้อยที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

กรรมวิธี	ความงอก (%)		
	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
1 กำจัดวัชพืช	42	84	101
2 ไม่กำจัดวัชพืช	39	78	93
3 ถั่วเหลือง	55	110	133
4 ถั่วเขียว	45	90	108
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	32.36	20.15	18.55

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 1.9 เปอร์เซนต์การงอกของอ้อยที่อายุ 1, 2 และ 3 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

4.6.2 ความสูงลำ

หลังจากอ้อยอายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ได้ทำการสุ่มวัดความสูงลำอ้อยทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 18 และภาพที่ 10) พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซนต์ ($P \leq 0.001$) ที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ตามลำดับ โดยที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ต้นอ้อยในกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) มีความสูงลำสูงที่สุด (127.4 เซนติเมตร) รองมาคือกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) (112.3 เซนติเมตร) และกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) และกรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) มีค่าความสูงลำใกล้เคียงกัน (97.3 และ 94.0 เซนติเมตร ตามลำดับ)

ขณะที่อ้อยมีอายุ 6 และ 8 เดือนหลังปลูก พบว่าในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) (230.9 และ 288.6 เซนติเมตร ตามลำดับ) และกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) มีความสูงลำสูงที่สุด (227.9 และ 284.9 เซนติเมตร ตามลำดับ) รองมาคือกรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (207.1 และ 258.9 เซนติเมตร ตามลำดับ) และกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) (186.7 และ 233.4 เซนติเมตร ตามลำดับ) ตามลำดับ และที่อ้อยมีอายุ 10 เดือนหลังปลูกพบว่าในกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) (323.7 เซนติเมตร) และกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) (316.9 เซนติเมตร) มีความสูงลำสูงที่สุด รองมาคือกรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (307.7 เซนติเมตร) และกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) (274.7 เซนติเมตร) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามความสูงลำอ้อยของกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) มีค่า

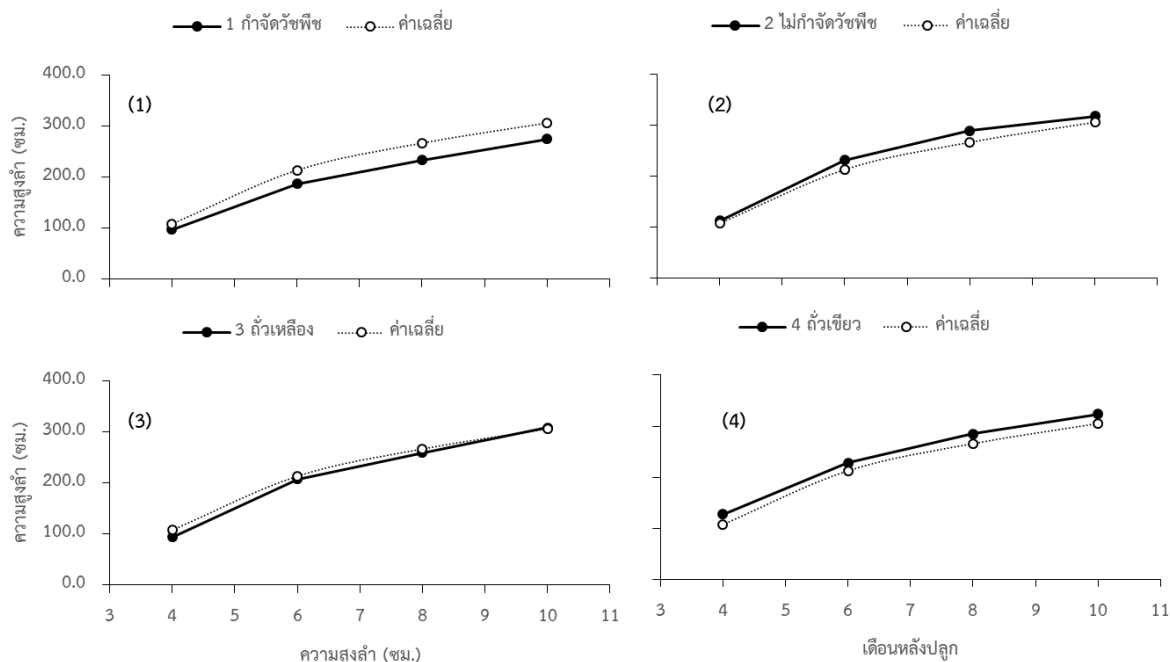
สูงกว่าค่าเฉลี่ยของทุกกรรมวิธี ซึ่งรูปแบบความสูงลำอ้อยที่ปลูกในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่แตกต่างกันดังภาพที่ 1.10

ตารางที่ 1.18 ความสูงลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูกในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

กรรมวิธี	ความสูงลำ (เซนติเมตร)							
	เดือนที่ 4		เดือนที่ 6		เดือนที่ 8		เดือนที่ 10	
1 กำจัดวัชพืช	97.3	C	186.7	C	233.4	C	274.7	C
2 ไม่กำจัดวัชพืช	112.3	B	230.9	A	288.6	A	316.9	AB
3 ถั่วเหลือง	94.0	C	207.1	B	258.9	B	307.7	B
4 ถั่วเขียว	127.4	A	227.9	A	284.9	A	323.7	A
F-test	***		***		***		***	
CV (%)	11.15		12.48		12.48		6.85	

*** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$



ภาพที่ 1.10 ความสูงลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

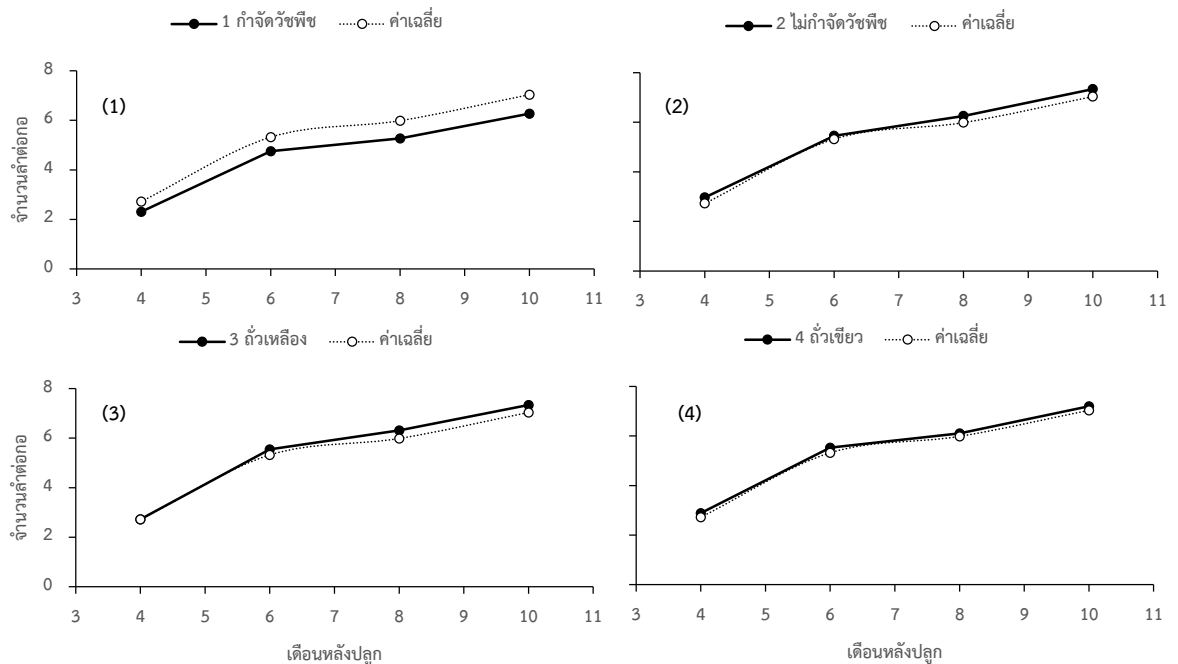
4.6.3 จำนวนหน่อ (ลำ) ต่อกอ

หลังจากอ้อยอายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ได้ทำการสุ่มนับจำนวนหน่อ (ลำ) ต่อกอของอ้อยทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 19 และภาพที่ 11) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกช่วงอายุที่ทำการนับ อย่างไรก็ตามจำนวนหน่อ (ลำ) ต่อกออ้อยของกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) กรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) และกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของทุกกรรมวิธี ขณะที่กรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทุกกรรมวิธี ซึ่งรูปแบบจำนวนหน่อ (ลำ) ต่อกออ้อยที่ปลูกในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่แตกต่างกันดังภาพที่ 1.11

ตารางที่ 1.19 จำนวนหน่อ (ลำ) ต่อกอของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

กรรมวิธี	จำนวนหน่อ (ลำ) ต่อกอ			
	เดือนที่ 4	เดือนที่ 6	เดือนที่ 8	เดือนที่ 10
1 กำจัดวัชพืช	2.3	4.8	5.3	6.3
2 ไม่กำจัดวัชพืช	3.0	5.4	6.2	7.3
3 ถั่วเหลือง	2.7	5.5	6.3	7.3
4 ถั่วเขียว	2.9	5.5	6.1	7.2
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	23.71	21.13	24.36	20.95

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 1.11 จำนวนหน่อ (ลำ) ต้อกของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

4.6.4 จำนวนปล้องต่อลำ

หลังจากอ้อยอายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ได้ทำการสุ่มนับจำนวนปล้องต่อลำอ้อยทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 1.20 และภาพที่ 1.12) พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99, 99.9 และ 99.9 เปอร์เซนต์ ($P \leq 0.01$, $P \leq 0.001$ และ $P \leq 0.001$) ที่อายุ 4, 8 และ 10 เดือนหลังปลูกตามลำดับ โดยที่อายุ 4 เดือนหลังปลูก ต้นอ้อยในกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) (9.4, 29.5 และ 31.4 ปล้อง/ลำ ตามลำดับ) กรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (8.9, 30.3 และ 32.1 ปล้อง/ลำ ตามลำดับ) และกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) (8.7, 31.1 และ 33.3 ปล้อง/ลำ ตามลำดับ) มีจำนวนปล้องต่อลำสูงกว่ากรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) (7.9, 25.6 และ 27.3 ปล้อง/ลำ ตามลำดับ) ขณะที่อ้อยมีอายุ 6 เดือนหลังปลูก ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

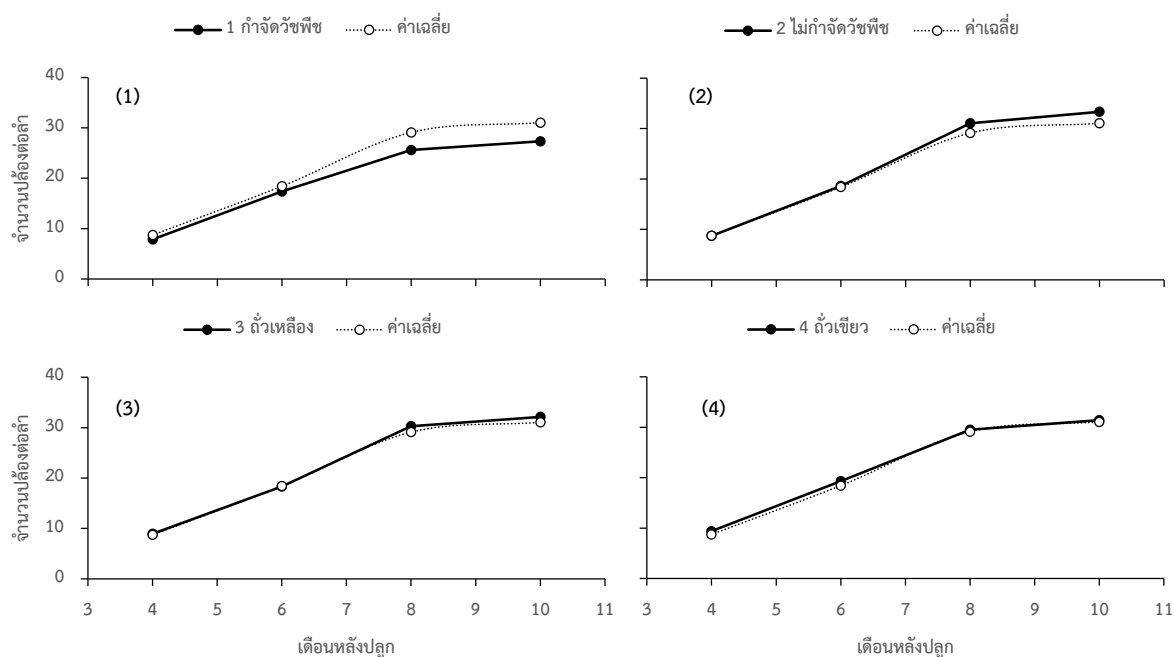
อย่างไรก็ตามจำนวนปล้องต่อลำอ้อยของกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) กรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) และกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของทุกกรรมวิธี ขณะที่กรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทุกกรรมวิธี ซึ่งรูปแบบจำนวนปล้องต่อลำอ้อยที่ปลูกในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่ต่างกัันดังภาพที่ 1.12

ตารางที่ 1.20 จำนวนปล้องต่อลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

กรรมวิธี	จำนวนปล้องต่อลำ							
	เดือนที่ 4		เดือนที่ 6		เดือนที่ 8		เดือนที่ 10	
1 กำจัดวัชพืช	7.9	B	17.4		25.6	B	27.3	B
2 ไม่กำจัดวัชพืช	8.7	AB	18.6		31.1	A	33.3	A
3 ถั่วเหลือง	8.9	A	18.3		30.3	A	32.1	A
4 ถั่วเขียว	9.4	A	19.3		29.5	A	31.4	A
F-test	**		ns		***		***	
CV (%)	13.6		14.69		12.38		12.54	

ns, ** และ *** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$



ภาพที่ 1.12 จำนวนปล้องต่อลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

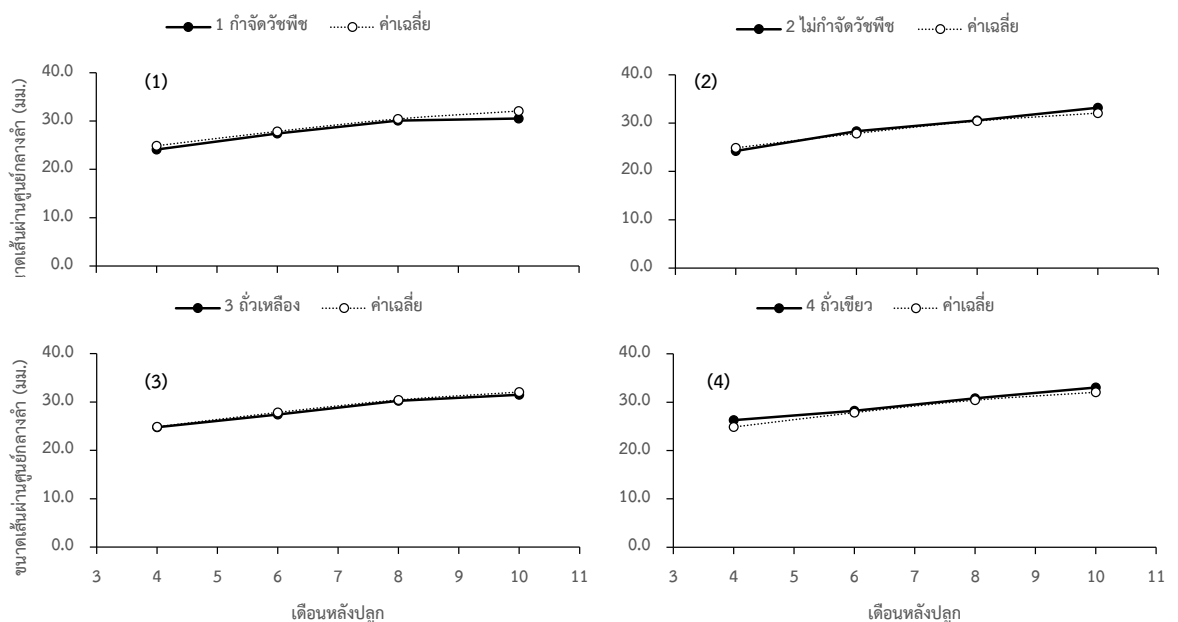
4.6.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ

หลังจากอ้อยอายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ได้ทำการสุ่มวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อยทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 1.21 และภาพที่ 1.13) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกช่วงอายุที่ทำการวัด ซึ่งรูปแบบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำอ้อยที่ปลูกในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่แตกต่างกันดังภาพที่ 1.13

ตารางที่ 1.21 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

กรรมวิธี	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ (มิลลิเมตร)			
	เดือนที่ 4	เดือนที่ 6	เดือนที่ 8	เดือนที่ 10
1 กำจัดวัชพืช	24.1	27.4	30.1	30.5
2 ไม่กำจัดวัชพืช	24.2	28.3	30.6	33.2
3 ถั่วเหลือง	24.8	27.4	30.2	31.5
4 ถั่วเขียว	26.3	28.2	30.8	33.0
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	11.16	9.07	7.73	10.76

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 1.13 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยที่อายุ 4, 6, 8 และ 10 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

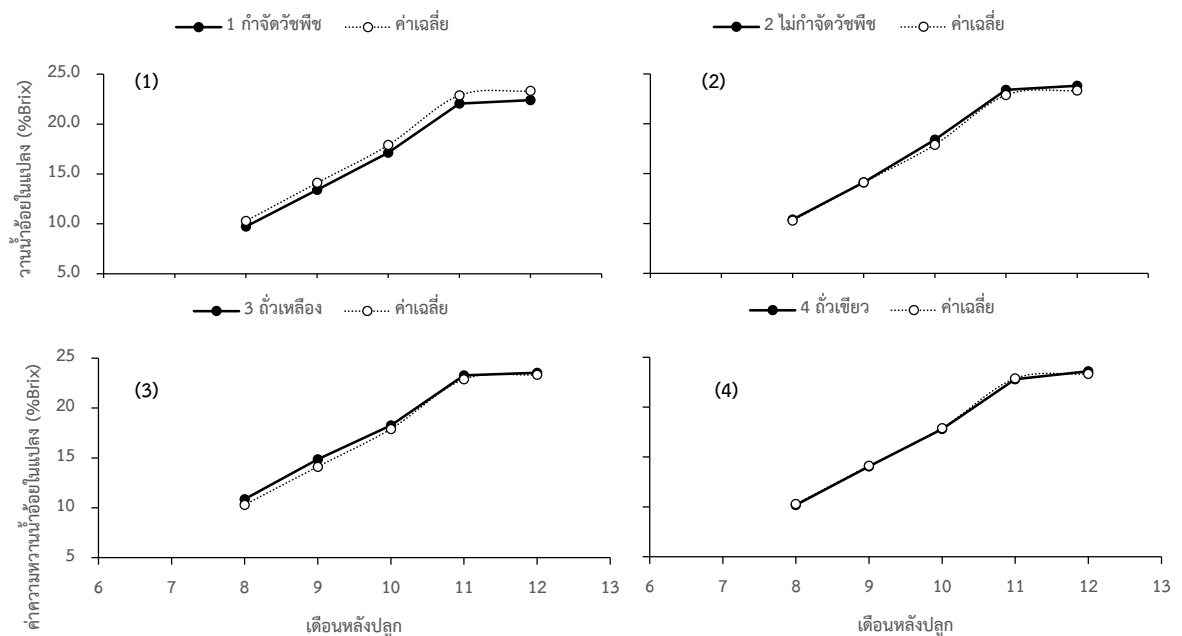
4.6.6 ค่าความหวานน้ำอ้อยหรือปริมาณน้ำตาล (%Brix)

หลังจากอ้อยอายุ 8, 9, 10, 11 และ 12 เดือนหลังปลูก ได้ทำการสุ่มวัดค่าความหวานน้ำอ้อยหรือปริมาณน้ำตาล (%Brix) ในลำอ้อยทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 1.22 และภาพที่ 1.14) แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกช่วงอายุที่ทำการวัด ซึ่งรูปแบบของค่าความหวานน้ำอ้อยหรือปริมาณน้ำตาล (%Brix) ในลำอ้อยที่ปลูกในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่แตกต่างกันดังภาพที่ 1.14

ตารางที่ 1.22 ค่าความหวานน้ำอ้อยในแปลง (%Brix) ของอ้อยที่อายุ 8, 9, 10, 11 และ 12 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

กรรมวิธี	ค่าความหวานน้ำอ้อยในแปลง (%Brix)				
	เดือนที่ 8	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12
1 กำจัดวัชพืช	10	13	17	22	22
2 ไม่กำจัดวัชพืช	10	14	18	23	24
3 ถั่วเหลือง	11	15	18	23	24
4 ถั่วเขียว	10	14	18	23	24
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16.11	11.47	18.75	16.90	17.70

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 1.14 ค่าความหวานน้ำอ้อยในแปลง (%Brix) ของอ้อยที่อายุ 8, 9, 10, 11 และ 12 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

4.6.7 น้ำหนักลำเดียว

หลังจากอ้อยอายุ 8, 9, 10, 11 และ 12 เดือนหลังปลูก ได้ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักลำเดียวของอ้อยทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 1.23) พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($P \leq 0.01$) ที่อายุ 9 และ 10 เดือนหลังปลูก ตามลำดับ โดยที่อ้อยในกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) (1.84 และ 2.29 กิโลกรัม ตามลำดับ) กรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (1.91 และ 2.33 กิโลกรัม ตามลำดับ) และกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) (1.82 และ 2.35 กิโลกรัม ตามลำดับ) มีจำนวนปล้องต่อลำสูงกว่ากรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) (1.55 และ 2.13 กิโลกรัม ตามลำดับ) ขณะที่อ้อยมีอายุ 8, 11 และ 12 เดือนหลังปลูก ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

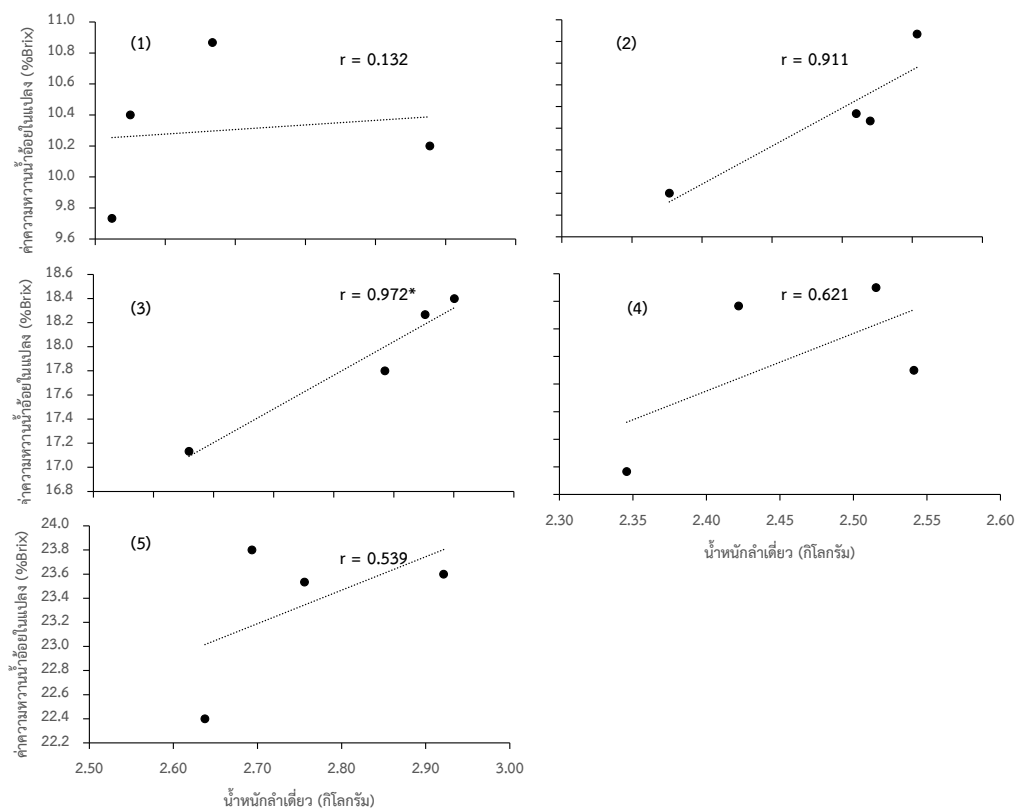
โดยเมื่อนำค่าความหวานน้ำอ้อยหรือปริมาณน้ำตาล (%Brix) มาหาความสัมพันธ์กับน้ำหนักลำเดียว (กิโลกรัม) พบว่าลักษณะทั้ง 2 ดังกล่าวในช่วงอายุอ้อย 9 และ 10 เดือนหลังปลูก มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูง ($r = 0.911^{**}$ และ $r = 0.972^{**}$ ตามลำดับ) (ภาพที่ 1.15(2) และ 1.15(3) ตามลำดับ) ขณะที่ในช่วงอายุอ้อย 8, 11 และ 12 เดือนหลังปลูก ไม่พบความสัมพันธ์ของลักษณะทั้ง 2 ดังกล่าว (ภาพที่ 1.15(1), 1.15(4) และ 1.15(5) ตามลำดับ)

ตารางที่ 1.23 น้ำหนักลำเดียว (กิโลกรัม) ของอ้อยที่อายุ 8, 9, 10, 11 และ 12 เดือนหลังปลูก ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

กรรมวิธี	น้ำหนักลำเดียว (กิโลกรัม)				
	เดือนที่ 8	เดือนที่ 9	เดือนที่ 10	เดือนที่ 11	เดือนที่ 12
1 กำจัดวัชพืช	1.00	1.55 B	2.13 B	2.35	2.64
2 ไม่กำจัดวัชพืช	1.01	1.82 A	2.35 A	2.52	2.69
3 ถั่วเหลือง	1.03	1.91 A	2.33 A	2.42	2.76
4 ถั่วเขียว	1.10	1.84 A	2.29 A	2.54	2.92
F-test	ns	**	**	ns	ns
CV (%)	11.16	6.16	7.54	10.56	11.08

ns และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$



ภาพที่ 1.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหวานน้ำอ้อยในแปลง (%Brix) และน้ำหนักลำเดี่ยว (กิโลกรัม) ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน ของอ้อยที่อายุ 8, (1); 9, (2); 10, (3); 11(4) และ 12, (5) เดือนหลังปลูก

4.6.8 องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตอ้อยและน้ำตาล

เมื่ออ้อยมีอายุ 12 เดือนหลังปลูก ทำการประเมินผลผลิตอ้อยและน้ำตาลของพันธุ์อ้อยในทุกกรรมวิธี (ตารางที่ 1.24 และ ตารางที่ 1.25) ดังนี้

สำหรับ ความยาวลำ และจำนวนปล้องต่อลำ พบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ($P \leq 0.001$) (ตารางที่ 1.24) โดยพบว่าอ้อยในกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) มีความยาวลำสูงสุด (328.1 เซนติเมตร) ตามด้วยกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) (320.6 เซนติเมตร) กรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (311.1 เซนติเมตร) และกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) (279.4 เซนติเมตร) ตามลำดับ ขณะที่อ้อยในกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) (33.4 ปล้องต่อลำ) กรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (34.1 ปล้องต่อลำ) และกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) (34.9 ปล้องต่อลำ) ให้จำนวนปล้องต่อลำและน้ำหนักลำเดี่ยว สูงกว่ากรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) (29.1 ปล้องต่อลำ)

สำหรับผลผลิตน้ำตาลและค่าซีซีเอสพบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 และ 95 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ($P \leq 0.01$ และ $P \leq 0.05$ ตามลำดับ) (ตารางที่ 1.25) โดยพบว่าอ้อยในกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) (3.00 ton CCS/rai) กรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (2.80 ton CCS/rai) ให้ผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างจากกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) (2.60 ton CCS/rai) แต่ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงกว่ากรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) (2.24 ton CCS/rai) เนื่องจากอ้อยในกรรมวิธีปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Mung bean) (13.7 %CCS) และกรรมวิธีปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (13.7 %CCS) ให้ค่าซีซีเอสไม่แตกต่างกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) (12.9 %CCS) แต่ให้ค่าซีซีเอสสูงกว่ากรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) (12.1 %CCS) ตามลำดับ สำหรับค่าความหวานในแปลง (%brix) จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ และผลผลิตอ้อย ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี

จากผลการวิเคราะห์นี้จะพบว่าในกรรมวิธีที่ปลูกพืชหมุนทั้ง 2 ชนิดและที่มีวัชพืช ในช่วงเวลาการปักดินก่อนปลูกอ้อยใหม่มีลักษณะองค์ประกอบผลผลิตบางลักษณะสูงกว่าในกรรมวิธีควบคุม เช่น ความสูงลำอ้อย จำนวนปล้อง และน้ำหนักลำเดี่ยว นอกจากนี้ค่าซีซีเอสและผลผลิตน้ำตาลก็มีทิศทางเดียวกัน ซึ่งสิ่งที่ช่วยสนับสนุนการเพิ่มลักษณะองค์ประกอบผลผลิต ค่าซีซีเอสและผลผลิตน้ำตาลนั้น อาจเกิดจากการดูดธาตุอาหารพืชที่ได้จากการย่อยสลายเศษซากพืชหมุนเวียนหรือวัชพืชไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต และสร้างผลผลิต โดยพืชหมุนเวียนทั้ง 2 ชนิดนั้นเป็นพืชตระกูลถั่ว เมื่อเศษซากพืชถูกย่อยสลายจะให้ธาตุอาหารที่สำคัญแก่พืช โดยเฉพาะไนโตรเจน (ตารางที่ 1.15) เนื่องจากในพืชตระกูลถั่วปดจะมีการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์และรากของถั่วในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศและเปลี่ยนรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทำให้เกิดการสะสมธาตุไนโตรเจนในต้นถั่วสูง นอกจากนี้การไถกลบพืชสดช่วยส่งเสริมโครงสร้างดินให้ดีขึ้นในระยะยาว อย่างไรก็ตามผลผลิตอ้อยที่ได้จากกรรมวิธีที่ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืชมีปริมาณสูงใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ปลูกพืชหมุนเวียน เนื่องจากองค์ประกอบธาตุอาหารในวัชพืชที่วิเคราะห์ได้ไม่มีความแตกต่างจากในพืชหมุนเวียน แต่การปล่อยให้วัชพืชขึ้นและแพร่กระจายในแปลงอ้อยนั้นเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง เนื่องจาก

เมื่อวัชพืชผลิตเมล็ดแล้วจะร่วงและฝังในดินในพื้นที่ปลูกอ้อย และทำให้เกิดการแพร่กระจายเมื่อในดินมีความชื้นในช่วงการปลูกอ้อยจะเกิดปัญหาวัชพืชเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณในระยะยาว ดังนั้นการปลูกพืชหมุนเวียนจะช่วยตัดวงจรและลดการแพร่กระจายของวัชพืชได้

ตารางที่ 1.24 ความยาวลำ จำนวนลำต่อกอ จำนวนปล้องต่อลำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำ และ น้ำหนักลำเดี่ยวของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกอ้อย ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

กรรมวิธี	ความยาวลำ (ซ.ม.)		จำนวนลำ /กอ	จำนวนปล้อง /ลำ		ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางลำ (ม. ม.)	น้ำหนัก ลำเดี่ยว (กก.)
1 กำจัดวัชพืช	279.4	C	6.9	29.1	B	30.93	2.64
2 ไม่กำจัดวัชพืช	320.6	AB	8.3	34.9	A	33.67	2.76
3 ถั่วเหลือง	311.1	B	8.3	34.1	A	34.00	2.92
4 ถั่วเขียว	328.1	A	8.2	33.4	A	33.73	2.69
F-test	***		ns	***		ns	ns
CV (%)	9.74		29.66	11.73		12.03	14.09

Ns และ *** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$

ตารางที่ 1.25 จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ ผลผลิตอ้อย (Cane yield) และ ผลผลิตน้ำตาล (Sugar yield) ของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูกอ้อย ในกรรมวิธีไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (1) ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (2) ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (3) และปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (4)

กรรมวิธี	ค่าความหวาน ในแปลง (%brix)	จำนวนลำที่ เก็บเกี่ยวได้	ผลผลิต อ้อย (ตัน/ไร่)	ซีซีเอส (%CCS)	ผลผลิตน้ำตาล (ton CCS/rai)
1 กำจัดวัชพืช	22.4	6976	18	12.10 B	2.24 B
2 ไม่กำจัดวัชพืช	23.8	7472	20	12.90 AB	2.60 AB
3 ถั่วเหลือง	23.5	7668	21	13.50 A	2.80 A
4 ถั่วเขียว	23.6	7580	22	13.70 A	3.00 A
F-test	ns	ns	ns	*	**
CV (%)	17.7	17.49	19.9	10.81	10.56

ns, * และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P \leq 0.05$

4.6.9 การประเมินต้นทุนและผลตอบแทน

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยเรียบร้อยแล้ว ต้องมีการวิเคราะห์ผลสุทธิต่างๆที่ได้จากรายรับทั้งหมดลบด้วยต้นทุนของทุกกรรมวิธี เพื่อประเมินถึงความคุ้มค่าที่จะนำไปส่งเสริมหรือแนะนำให้เกษตรกรได้นำไปปฏิบัติหรือประยุกต์ใช้ในพื้นที่ของตนเอง ซึ่งจำนวนและมูลค่าของตัวแปรต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละกรรมวิธีมีรายละเอียดดังตารางที่ 1.26-1.28

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) เป็นกรรมวิธีควบคุม โดยมี 1 กิจกรรม คือการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว ซึ่งผลสุทธิต่างๆที่ได้เท่ากับ ต้นทุนปลูกอ้อย (12,767.00) – ผลตอบแทนหลังจากขายอ้อย (16,769.03) = +4,002.03 บาท/ไร่ จากผลสุทธิสุดท้ายจากการทดลองนี้จะพบว่าเป็นบวก หมายความว่าเกษตรกรจะได้กำไร 4,002.03 บาท/ไร่ อย่างไรก็ตามในกรรมวิธีนี้จะเสียต้นทุนการป้องกันและกำจัดวัชพืชในระยะพักดินก่อนการปลูกอ้อยใหม่ เท่ากับ $(-290) + (-90) = -380$ บาท/ไร่/ครั้ง ดังนั้นผลสุทธิสุดท้ายเท่ากับ $4,002.03 + (-380.00) = +3,622.03$ บาท/ไร่ (ตารางที่ 1.26)

กรรมวิธีที่ 2 ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) โดยมี 1 กิจกรรมคล้ายกรรมวิธีที่ 1 แต่จะไม่มีต้นทุนการป้องกันและกำจัดวัชพืชในระยะพักดินก่อนการปลูกอ้อยใหม่ ดังนั้นผลสุทธิสุดท้ายเท่ากับ ต้นทุนปลูกอ้อย (12,767.00) – ผลตอบแทนหลังจากขายอ้อย (16,769.03) = +4,002.03 บาท/ไร่ หมายความว่าเกษตรกรจะได้กำไร +4,002.03 บาท/ไร่ (ตารางที่ 1.26)

กรรมวิธีที่ 3 ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) โดยเกษตรกรจะต้องดำเนินการ 2 กิจกรรม คือ การปลูกถั่วเหลืองในช่วงพักดิน และเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเสร็จแล้วจะปลูกอ้อยตาม ซึ่งการประเมินต้นทุนและผลตอบแทนจำเป็นจะต้องประเมินแยกที่ละส่วน

1) กิจกรรมที่ 1 การปลูกถั่วเหลืองมีผลสุทธิเท่ากับ ต้นทุนปลูกถั่วเหลือง (3,136.20) – ผลตอบแทนหลังจากขายถั่วเหลือง (2,648.8) = -487.40 บาท/ไร่ (ตารางที่ 1.27)

2) กิจกรรมที่ 1 การปลูกอ้อยมีผลสุทธิเท่ากับ ต้นทุนปลูกอ้อย (12,767.00) – ผลตอบแทนหลังจากขายอ้อย (16,769.03) = +4,002.03 บาท/ไร่ (ตารางที่ 1.26)

ดังนั้นผลสุทธิสุดท้ายเท่ากับ $(-487.40) + (+4,002.03) = +3,514.63$ บาท/ไร่ หมายความว่าเกษตรกรจะได้กำไรจากการปลูกถั่วเหลืองและอ้อยรวมกันเท่ากับ +3,514.63 บาท/ไร่

กรรมวิธีที่ 4 ปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) โดยเกษตรกรจะต้องดำเนินการ 2 กิจกรรม คือ การปลูกถั่วเขียวในช่วงพักดิน และเมื่อเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเสร็จแล้วจะปลูกอ้อยตาม ซึ่งการประเมินต้นทุนและผลตอบแทนจำเป็นจะต้องประเมินแยกทีละส่วน

1) กิจกรรมที่ 1 การปลูกถั่วเขียวมีผลสุทธิเท่ากับ ต้นทุนปลูกถั่วเขียว (2,986.20) – ผลตอบแทนหลังจากขายถั่วเขียว (2,628.00) = -358.20 บาท/ไร่ (ตารางที่ 1.28)

2) กิจกรรมที่ 1 การปลูกอ้อยมีผลสุทธิเท่ากับ ต้นทุนปลูกอ้อย (12,767.00) – ผลตอบแทนหลังจากขายอ้อย (16,769.03) = +4,002.03 บาท/ไร่ (ตารางที่ 1.26)

ดังนั้นผลสุทธิสุดท้ายเท่ากับ $(-358.20) + (+4,002.03) = +3,643.83$ บาท/ไร่ หมายความว่าเกษตรกรจะได้กำไรจากการปลูกถั่วเขียวและอ้อยรวมกันเท่ากับ +3,643.83 บาท/ไร่

จากผลการวิเคราะห์ผลสุทธิสุดท้ายของแต่ละกรรมวิธีจะพบว่าได้กำไรในทุกกรรมวิธีที่แตกต่างกัน แต่ กรรมวิธีที่ 2 ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนแต่ไม่กำจัดวัชพืช (Weeds) จะได้ผลกำไรสูงสุด (+4,002.03 บาท/ไร่) รองมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 4 ปลูกถั่วเขียวเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (+3,643.83 บาท/ไร่) กรรมวิธีที่ 1 ไม่ปลูกพืชหมุนเวียนและกำจัดวัชพืช (Control) (+3,622.03 บาท/ไร่) และ กรรมวิธีที่ 3 ปลูกถั่วเหลืองเป็นพืชหมุนเวียน (Soybean) (+3,514.63 บาท/ไร่) ตามลำดับ เนื่องจากไม่ต้องเสียต้นทุนการป้องกันและกำจัดวัชพืชในระยะพักดินก่อนการปลูกอ้อยใหม่ และความเสี่ยงจากการขาดทุนในกรณีที่ปลูกพืชหมุนเวียน สำหรับในการทดลองนี้ได้ผลผลิตพืชหมุนเวียนที่ได้รับค่อนข้างต่ำกว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตทั่วไป เนื่องจากในการทดลองนี้ได้วางแผนปลูกพืชหมุนเวียนตามร่องที่จะปลูกอ้อย และเว้นทางเดินล้อรถแทร็คเตอร์สำหรับปฏิบัติงาน จึงไม่สามารถปลูกได้เต็มพื้นที่ อย่างไรก็ตามประโยชน์ที่ได้จากการปลูกพืชหมุนเวียนไม่ได้มีแค่ผลสุทธิ (กำไร) ที่จะได้รับ แต่นำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนไปปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่อง อาจจะได้ประโยชน์หลายประการ เช่น ลดการไถพรวนในการเตรียมดินก่อนปลูกอ้อย ลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีเนื่องจากปุ๋ยพืชทำให้เพิ่มอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นในดิน และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช โรคและแมลงศัตรูอ้อยจากการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมทางเกษตรในพืชหมุนเวียน เพิ่มผลผลิตอ้อยและน้ำตาล และในดินที่อุดมสมบูรณ์ขึ้นจะสามารถไถต่ออ้อยได้หลายต่อ (Ambrosano *et al.*, 2013; ปรีชา และคณะ, 2534; ก้อนทอง และคณะ, 2550; กอบเกียรติ และคณะ, 2550; วินัย ศรีวัต และคณะ, 2550; พัทธนี และ อุษา, 2555) ปัจจุบันมีเกษตรกรในบางพื้นที่ได้นำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนนี้ไปปฏิบัติใช้อย่างต่อเนื่อง เช่น เกษตรกรชาวไร่อ้อยในอำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดสุโขทัย โดยนิยมปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแทนสอเป็นพืชหมุนเวียนก่อนปลูกอ้อย ทำให้เกษตรกรมีรายได้ในช่วงการพักดิน ดังนั้นในการเลือกนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนไปปฏิบัติใช้ในระบบการปลูกอ้อย ควรจะ

พิจารณาความเหมาะสมในหลายปัจจัยร่วมกัน เช่น ชนิดพืช การเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของพืชที่จะนำมาปลูกหมุนเวียนกับอ้อย การตลาด และความคุ้มค่า เป็นต้น

4.7 ผลพลอยได้จากงานวิจัย

ผลพลอยจากการวิจัยครั้งนี้ได้ทราบข้อมูลต้นแบบระบบการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อย ทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆ ของดิน ผลผลิตและประโยชน์จากเศษซากพืชหมุนเวียน การเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อยและน้ำตาล ต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกพืชหมุนเวียนและอ้อย ซึ่งองค์ความรู้จากการวิจัยนี้ได้เผยแพร่ให้แก่เกษตรกรชาวไร่อ้อยในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียง เช่น พิจิตร และกำแพงเพชร เพื่อส่งเสริมและนำไปสู่การนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนนี้ไปประยุกต์ใช้ในระบบการปลูกอ้อยของตน เพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการปลูกอ้อยที่ยั่งยืนของเกษตรกรในพื้นที่ต่อไป อย่างไรก็ตามผลจากการวิจัยนี้เป็นเพียงระยะสั้นซึ่งอาจจะไม่มีความแม่นยำพอสมควร ทีมนักวิจัยจึงแนะนำให้มีการวิจัยหรือศึกษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อประโยชน์ของเกษตรกรต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 1.26 ต้นทุน ผลตอบแทน และผลสุทธิจากการปลูกอ้อย

ต้นทุน	จำนวนหน่วย/ไร่ (Q)	ราคา/หน่วย (P)	ค่าใช้จ่าย/ไร่ (Q×P)	%
1. ต้นทุนค่าวัตถุดิบ				25.4
1.1 ค่าท่อนพันธุ์อ้อย	1.50	1,500.00	2,250.00	
1.2 ค่าปุ๋ยเคมี	2.00	820.00	1,640.00	
1.3 ค่าสารเคมีป้องกันกำจัด วัชพืช ^{/1}	0.20	1,450.00	290.00	
1.4 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ^{/2}	2.40	30.00	72.00	
2. ต้นทุนค่าแรงงาน				14.2
2.1 ค่าแรงงานปลูก	0.40	350.00	140.00	
2.2 ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย	0.20	350.00	70.00	
2.3 ค่าแรงงานให้น้ำ	0.20	350.00	70.00	
2.4 ค่าแรงงานพ่นสารเคมี ป้องกันกำจัดวัชพืช	0.30	300.00	90.00	
2.5 ค่าแรงงานตนเอง	20.00	30.00	600.00	
3. ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิต				75.1
3.1 ค่าเช่าที่ดิน	1.00	3,000.00	3,000.00	
3.2 ค่าจ้างรถเตรียมดิน	1.00	300.00	300.00	
3.3 ค่าจ้างรถปลูก	1.00	300.00	300.00	
3.4 ค่าจ้างรถฝั่่งปุ๋ย	1.00	300.00	300.00	
3.5 ค่าจ้างรถตัด ^{/3}	14.40	150.00	3,037.50	
3.6 ค่าจ้างรถขนส่งอ้อยเข้า โรงงาน	14.40	30.00	607.50	
รวมต้นทุน/ไร่ (C)			12,767.00	
ผลตอบแทน/ไร่ (I)	14.40	828.1	16,769.03	
กำไร/ไร่ (P=I-C)			4,002.03	

^{/1} Pendimethalin + Imazapic; ^{/2} เครื่องสูบน้ำขนาด 3.6 kW; ^{/3} ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยจากการทดลอง 20.25 ตัน/ไร่; ^{/4} ราคาซื้ออ้อยอ้างอิงจากโรงงานน้ำตาลพิษณุโลกปี 2561-2562 ที่ 10 CCS = 700 บาท/ตัน (CCS เฉลี่ยจากการทดลองที่อ้อยอายุ 12 เดือนเท่ากับ 13.05)

ตารางที่ 1.27 ต้นทุน ผลตอบแทน และผลสุทธิจากการปลูกถั่วเหลือง

ต้นทุน	จำนวนหน่วย/ไร่ (Q)	ราคา/หน่วย (P)	ค่าใช้จ่าย/ไร่ (Q×P)	%
1. ต้นทุนค่าวัตถุดิบ				21.9
1.1 ค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง	12.00	25.00	300.00	
1.2 ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช ^{/1}	0.75	180.00	135.00	
1.3 ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช ^{/2}	0.32	560.00	179.20	
1.4 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ^{/3}	2.40	30.00	72.00	
2. ต้นทุนค่าแรงงาน				17.5
2.1 ค่าแรงงานปลูก	0.20	350.00	70.00	
2.2 ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย	0.20	350.00	70.00	
2.3 ค่าแรงงานให้น้ำ	0.20	350.00	70.00	
2.4 ค่าแรงงานพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช	0.30	300.00	90.00	
2.5 ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว	0.20	350.00	70.00	
2.6 ค่าแรงงานตนเอง	6.00	30.00	180.00	
3. ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิต				60.6
3.1 ค่าเช่าที่ดิน	0.33	3,000.00	1,000.00	
3.2 ค่าจ้างรถเตรียมดิน	1.00	300.00	300.00	
3.3 ค่าจ้างรถปลูก	1.00	300.00	300.00	
3.4 ค่าจ้างรถเกี่ยว	1.00	300.00	300.00	
รวมต้นทุน/ไร่ (C)			3,136.20	100
ผลตอบแทน/ไร่ ^{/4} (I)	220	12 ^{/5}	2,648.80	
ผลสุทธิ/ไร่ (P=I-C)			-487.40	

^{/1} คูมวัชพืชก่อนงอก (alachlor; 1 l.); ^{/2} กำจัดวัชพืชหลังงอก (formezafan; 500 ml.); ^{/3} เครื่องสูบน้ำขนาด 3.6 kW; ^{/4} ผลผลิตถั่วเหลืองเฉลี่ยจากการทดลอง 220 กก./ไร่; ^{/5} ราคาซื้อขายถั่วเหลืองอ้างอิงจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561)

ตารางที่ 1.28 ต้นทุน ผลตอบแทน และผลสุทธิจากการปลูกถั่วเขียว

ต้นทุน	จำนวนหน่วย/ไร่ (Q)	ราคา/หน่วย (P)	ค่าใช้จ่าย/ไร่ (QxP)	%
1. ต้นทุนค่าวัตถุดิบ				26.3
1.1 ค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว	10.00	40.00	400.00	
1.2 ค่าสารเคมีป้องกันกำจัด วัชพืช ^{/1}	0.75	180.00	135.00	
1.3 ค่าสารเคมีป้องกันกำจัด วัชพืช ^{/2}	0.32	560.00	179.20	
1.4 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ^{/3}	2.40	30.00	72.00	
2. ต้นทุนค่าแรงงาน				18.4
2.1 ค่าแรงงานปลูก	0.20	350.00	70.00	
2.2 ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย	0.20	350.00	70.00	
2.3 ค่าแรงงานให้น้ำ	0.20	350.00	70.00	
2.4 ค่าแรงงานพ่นสารเคมี ป้องกันกำจัดวัชพืช	0.30	300.00	90.00	
2.5 ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว	0.20	350.00	70.00	
2.6 ค่าแรงงานตนเอง	6.00	30.00	180.00	
3. ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิต				55.3
3.1 ค่าเช่าที่ดิน	0.25	3,000.00	750.00	
3.2 ค่าจ้างรถเตรียมดิน	1.00	300.00	300.00	
3.3 ค่าจ้างรถปลูก	1.00	300.00	300.00	
3.4 ค่าจ้างรถเกี่ยว	1.00	300.00	300.00	
รวมต้นทุน/ไร่ (C)			2,986.20	
ผลตอบแทน/ไร่ ^{/4} (I)	146	18 ^{/5}	2,628.00	
ผลสุทธิ/ไร่ (P=I-C)			-358.20	

^{/1} คุมวัชพืชก่อนงอก (alachlor; 1 l.); ^{/2} กำจัดวัชพืชหลังงอก (formezafan; 500 ml.); ^{/3} เครื่องสูบน้ำขนาด 3.6 kW; ^{/4} ผลผลิตถั่วเขียวเฉลี่ยจากการทดลอง 146 กก./ไร่; ^{/5} ราคาซื้อถั่วเหลืองอ้างอิงจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2561)

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัย

5.1 สรุป

ระบบการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อย โดยปลูกถั่วเหลืองและถั่วเขียวก่อนปลูกอ้อยใหม่ ให้แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆ ของดินที่เป็นประโยชน์ต่ออ้อย และช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตอ้อยและน้ำตาลให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตามเศษซากวัชพืชที่ขึ้นในแปลงให้ผลไม่แตกต่างจากพืชหมุนเวียน แต่นักวิจัยไม่แนะนำให้ปล่อยให้วัชพืชขึ้น เนื่องจากจะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเมล็ดวัชพืชและจะเกิดปัญหาการเพิ่มขึ้นของวัชพืชในระยะยาว นอกจากนี้ได้ทำการประเมินต้นทุนและผลตอบแทนในระบบปลูกพืชหมุนเวียนร่วมกับปลูกอ้อยเปรียบเทียบกับปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว ถึงแม้ว่าผลสุทธิสุดท้ายที่รับจากการวิจัยนี้จะขาดทุน อย่างไรก็ตามถ้าเกษตรกรนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนไปปฏิบัติจริงและต่อเนื่อง อาจจะได้รับประโยชน์ที่มากกว่าผลสุทธิ (กำไร) จากพืชหมุนเวียน เช่น ลดการไถพรวนในการเตรียมดินก่อนปลูกอ้อย เพิ่มประสิทธิภาพและลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี เพิ่มอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นในดิน ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช โรคและแมลงศัตรูอ้อย เพิ่มผลผลิตอ้อยและน้ำตาล และสามารถไว้ต่ออ้อยได้นานขึ้น ดังนั้นในการส่งเสริมและแนะนำให้เกษตรกรเลือกนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนไปปฏิบัติใช้ในระบบการปลูกอ้อย ควรจะพิจารณาความเหมาะสมในหลายปัจจัยร่วมกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อความแม่นยำของข้อมูล และประโยชน์ที่เกษตรกรจะได้รับจากการนำระบบการปลูกพืชหมุนเวียนไปใช้ในระบบการปลูกอ้อย จึงควรมีการวิจัยหรือศึกษาอย่างต่อเนื่องในระยะยาว เพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการปลูกอ้อยที่ยั่งยืนของเกษตรกรในพื้นที่ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร (2559) ขั้นตอนการปลูกและการปฏิบัติดูแลรักษาอ้อยที่ดี. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2559 (http://www.doa.go.th/ardc/suphan/sugarcane_GAP.htm.)
- กรมวิชาการเกษตร. (2560) การปลูกอ้อย. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สืบค้นเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2560. (http://www.doa.go.th/fcri/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=41.)
- กรมวิชาการเกษตร. (2560) การปลูกอ้อย. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สืบค้นเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2560. (http://www.doa.go.th/fcri/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=26.)
- กรมวิชาการเกษตร. เรียนรู้สู่ภัยแล้งแบ่งปันสู่พลัง. สืบค้นเมื่อ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2559 (<http://at.doa.go.th/mealybug/farmer.htm>.)
- ก๊อทอง พวงประโคน วินัย ศรวัต เตือนใจ ไชยคำภา ทักษิณา ศันสยะวิชัย (2550) การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยเพื่อปลูกหมุนเวียนกับอ้อย. รายงานผลการวิจัย ปี 2549 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร. หน้า 46-52.
- ก๊อทอง พวงประโคน วินัย ศรวัต เตือนใจ ไชยคำภา สมศักดิ์ อิทธิพงษ์ (2550) การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอ้อยเพื่อปลูกหมุนเวียนกับอ้อย. รายงานผลการวิจัย ปี 2549 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร. หน้า 38-45.
- กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ วินัย ศรวัต ก๊อทอง พวงประโคน (2550) การวิจัยและการจัดการดินและปุ๋ยอ้อยและอ้อยที่ปลูกเป็นพืชหมุนเวียนในดินทราย. รายงานผลการวิจัย ปี 2549 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร. หน้า 53-63.
- ความรู้และการปฏิบัติเกี่ยวกับโรคใบขาวอ้อยของเกษตรกร. สำนักงานกองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย. สืบค้นเมื่อ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2559 (www.ocsf.or.th/Research/rese-82.doc.)
- เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง และ สมชาย บุญประดับ (2560) การปลูกอ้อย. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี และศูนย์วิจัยพืชไร่พิษณุโลก กรมวิชาการเกษตร เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สืบค้นเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2560. (<http://www.servicelink.doe.go.th/webpage/book%20PDF/crop/c005.pdf>.)
- ชื่นจิต แก้วกัญญา ชยานันท์ หนองใหญ่ และ อนุรัตน์ เรียมแสน (2558) การใช้พืชตระกูลถั่วในระบบการปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ปลูกบนดินลูกรัง. เกษตร. 43 (ฉบับพิเศษ 1):635-642.
- ปรีชา พราหมณีย์ จรัญ อารีย์ อัปสร เปลี่ยนสินไชย ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์ และ อรรถสิทธิ์ บุญธรรม (2537) การลดปัญหาโรคเหี่ยวเฉาแดงของอ้อยพันธุ์อ้อยขาว โดยการปลูกพืชชนิดอื่น

- ก่อนการปลูกอ้อย (สิงห์บุรี). รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535: อ้อย. กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยพืชไร่ ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี, 739 หน้า.
- ปรีชา พรหมณีย์ เจริญ บัวคงดี ประชา ถ้ำทอง อรรถสิทธิ์ บุญธรรม เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง จักรินทร์ ศรัทธาพร มล. จักรานพคุณ ทองใหญ่ และ พรพิมล ชัยวรรณคุปต์ (2534) การปรับปรุง ความอุดมสมบูรณ์ของดินและเพิ่มผลผลิตอ้อยโดยระบบเกษตรยั่งยืน. วารสารวิชาการ เกษตร 14: 97-106.
- พัชนี อาภรณ์รัตน์ และ อุษา จักราช (2555) การปลูกพืชสลับในไร่อ้อยเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิต อ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. แก่นเกษตร. 40 (ฉบับพิเศษ 3):163-170.
- วรรณวิภา แก้วประดิษฐ์ ทิวาพร เทพาพันธ์ ประภัสสร คำคง พันธ์ แสนจันทร์ และ บรรยง ทุมแสน (2554) พลวัตอินทรีย์ในโตรเจนในดินภายหลังการไถกลบซากพืชจากกรรมวิธีการจัดการ แปลงก่อนปลูกอ้อยแบบต่างๆ. แก่นเกษตร. 39 (ฉบับพิเศษ):364-368.
- วินัย ศรีวัต ก้อนทอง พวงประโคน และเตือนใจ ไชยคำภา (2550) การศึกษาศักยภาพของอ้อยและ ถั่วเหลืองที่ปลูกเป็นพืชหมุนเวียนในดินทรายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลการวิจัย ปี 2546 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการ เกษตร. หน้า 64-74.
- วุฒิพันธุ์ ทองเวียง ธนพล บุปผสอน ดรุณี โสมรักษ์ ปิยะวัชร ผาสุข สุชาติ ฉลุทอง วสันต์ แสนไสย์ พุฒิ พงศ์ โคกคาน สุพจน์ รูปสม โอชามุ ยาตาเบะ และ คาโอรุ นิอิชิ (2557) การปลูก เปรียบเทียบพันธุ์อ้อยใหม่ชุดอุทกกับพันธุ์อ้อยที่ส่งเสริมปลูกในพื้นที่ อ.กุมภวาปี จ. อุดรธานี. แก่นเกษตร. 42 (ฉบับพิเศษ 2):231-238.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท (2543) การผลิตถั่วเขียวอย่างถูกต้องและเหมาะสม. ชุมชุมสหกรณ์การเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิษณุโลก สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 (2554) เทคโนโลยี การผลิตถั่วเหลืองหลังนา. กรมวิชาการเกษตร. 28 หน้า.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2560. (http://www.doa.go.th/ardc/suphan/sugarcane_GAP.htm.)
- สมชาย บุญประดับ (2554) ถั่วเหลือง:การผลิตถั่วเหลืองฤดูแล้งที่ จ.พิษณุโลก. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ สืบค้นเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2560. (<http://www.thaikasetsart.com>.)
- สมศักดิ์ อิทธิพงษ์ และ รัชนี โสภา (2560) การปลูกและการดูแลรักษาถั่วเหลือง. เอกสาร อิเล็กทรอนิกส์ สืบค้นเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2560. ([http://www.arda.or.th/kasetinfo/north/plant/soy_data/soy_cultivate .pdf](http://www.arda.or.th/kasetinfo/north/plant/soy_data/soy_cultivate.pdf).)
- สุทธกานต์ ใจกาวิล พิษณุพันธ์ กังแฮ อภิวัฒน์ หาญชนพงศ์ และ ศิลาวัน จันทบุตร. 2557. ผลของการ ปลูกพืชหมุนเวียนต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าวนาขั้นบันได. แก่นเกษตร. 42 (ฉบับพิเศษ 2):414-416.
- Alvarez J and Snyder GH (1984) Effect of prior rice culture on sugarcane yields in Florida. Field Crops Res. 9:315-321.

- Ambrosano EJ, Azcón R, Cantarella H, Ambrosano GMB, Schammas EA, Muraoka T, Trivelin PCO, Rossi F, Guirado N, Ungaro MRG and Teramoto JRS (2013) Crop Rotation Biomass and Effects on Sugarcane Yield in Brazil. *InTech Open Minds*, 2, 1-40.
- Ambrosano, E.J., A.L. Lourenção, E.B. Wutke, F. Rossi, F.L.F. Dias, S. Tavares and G.M.B. Ambrosano (2015) Infestation of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) during Five Consecutive Cycles of Sugarcane Crop Succeeding Leguminous Crops. *Agricultural Sciences*, 06, 14-21.
- Braunack, M.V., D. McGarry and N.V. Halpin (2003). The economic advantage of reduced tillage planting of sugarcane in Australia. *Proceedings Australian Society Sugar Cane Technologists. International Soil Tillage Research Organisation conference*, 208-212.
- Cherry R, Powell J and Ulloa M (1993) Reduced soil insecticide use in sugarcane planted after rice. p 62-69. In Coale, F. J. and T. J. Schueneman (ed). 1993 *Sugarcane Growers Seminar Proceedings. EREC Research Report EV-1993-3*. Univ. of Florida, Belle Glade.
- Dusky JA (1987) The effect of flooding on weed populations. p 57-63. In Snyder, G. H. (ed). *Agricultural flooding of organic soils. Bulletin 870 (technical)*. Univ. of Florida, Gainesville.
- Garside AL and Bell MJ (2001) Fallow Legumes in The Australian Sugar Industry: Review of Recent Research Findings and Implications for The Sugarcane Cropping System. *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.*, 23:230-235.
- Garside AL, Bell MJ, Berthelsen JE and Halpin NV (2001) Species and management of fallow legumes in sugarcane farming systems. *Science and technology: Delivering results for agriculture?*. *Proceedings of the 10th Australian agronomy conference*.
- Geetha, P., K. Sivaraman, A.S. Tayade and R. Dhanapal. (2015). Sugarcane Based Intercropping System And Its Effect on Cane Yield. *Journal of Sugarcane Research*, 5(2):1–10.
- Park, S.E., T.J. Webster, H.L. Horan, A.T. James, P.J. Thorburn. (2010). A legume rotation crop lessens the need for nitrogen fertiliser throughout the sugarcane cropping cycle. *Field Crops Research*, 119(2-3):331-341.
- Santosa, I.L.D., A.D. de Oliveirab, C.C. de Figueiredoa, J.V. Malaquiasb, J.D.G. dos Santos Júniorb, E.A.B. Ferreirab, M.A.C. de Sáa, A.M. de Carvalhob. (2016). Soil N₂O emissions from long-term agroecosystems: Interactive effects of rainfall

seasonality and crop rotation in the Brazilian Cerrado. *Agriculture, Ecosystems & Environment*.

Sivaraman, K., J. Srikanth, K. Hari, P. Rakkiyappan, C. Sankaranarayanan, A. Ramesh Sundar, N. Somasekhar, B. Sundara, S. Asokan and S.D. Chandrasekhar. (2013). Sustainability of Sugarcane Productivity In A Long-Term Organic Production System Vis-À-Vis Conventional System. *Journal of Sugarcane Research*, 3(2):130-140.

โครงการย่อย 2

การปลูกพืชแซมอ้อยเพื่อเพิ่มผลกำไรและจัดการวัชพืช Intercropping in Sugarcane for Profitability and Weed Management Option

บทคัดย่อ โครงการย่อย 2

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะปลูกเป็นพืชเชิงเดี่ยวมีระยะปลูกที่กว้าง การเจริญเติบโตที่ช้าในช่วง 2-3 เดือนแรก มีพื้นที่ระหว่างแถวอ้อยเพียงพอสำหรับการปลูกพืชแซมเพื่อเพิ่มรายได้ จัดการวัชพืช และปรับปรุงดิน การนำถั่วเขียวและถั่วเหลืองมาปลูกแซมในอ้อยซึ่งเป็นพืชอายุสั้นและทนทานต่อความแห้งแล้งจึงได้รับความสนใจ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อการจัดการวัชพืช การเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย วางแผนการทดลองแบบ RCBD 3 ซ้ำ ได้แก่ i) อ้อยอย่างเดียวที่ระยะปลูก 1.5 เมตร ii) อ้อยอย่างเดียวระยะ 1.8 เมตร iii) ถั่วเขียวแซมอ้อย iv) ถั่วเหลืองแซมอ้อย v) ถั่วเขียวอย่างเดียว และ vi) ถั่วเหลืองอย่างเดียว ทำการทดลองระหว่างพฤษภาคม 2560 – พฤษภาคม 2561 เป็นการปลูกอ้อยแบบปลายฝน เมื่ออ้อยมีอายุ 1 เดือน กรรมวิธีที่ปลูกพืชแซมจะปลูกระหว่างแถวอ้อย จำนวน 2 แถว ผลการทดลอง พบว่า ความหนาแน่นของวัชพืชในกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน ขณะที่ถั่วเหลืองแซมอ้อยมีน้ำหนักแห้งวัชพืชลดลงแตกต่างจากกรรมวิธีอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วลดลงเมื่อเทียบกับลักษณะประจำพันธุ์ การปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับถั่วเขียวอย่างเดียว ขณะที่ถั่วเหลืองแซมอ้อยให้ผลผลิตน้อยกว่าถั่วเหลืองอย่างเดียว ผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย พบว่า การเจริญเติบโตของอ้อยอย่างเดียว ถั่วเหลืองและถั่วเขียวแซมอ้อยไม่มีความแตกต่างกัน ขณะที่ผลผลิตอ้อยพบว่าอ้อยแซมถั่วเหลืองและอ้อยระยะ 1.8 เมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าอ้อยแซมถั่วเขียวและอ้อยระยะ 1.5 เมตร อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลผลิตอ้อยเท่ากับ 18.93, 19.57, 16.78 และ 16.93 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ส่วนผลต่อคุณภาพอ้อยพบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน การปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 419 บาท/ไร่ ขณะที่ถั่วเหลืองรายได้เพิ่มขึ้น 1,703 บาท/ไร่ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยช่วยลดปริมาณน้ำหนักแห้งของวัชพืช ช่วยเพิ่มรายได้ และไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย ภายใต้การบริหารจัดการด้วยเครื่องจักรกล จะเป็นแนวทางในการจัดการปลูกอ้อยต่อไป

Abstract

Sugarcane is an important economic crop in Thailand generally planted as monoculture system. Its initially growth period is slowly during 2-3 months where is enough space for intercropping in order to increase income, weed management, and soil improvement. Mungbean and soybean are a candidate for this system because they are short season and aridity tolerance. This study aimed to investigate an effect of intercropping of mungbean and soybean with sugarcane on weed, growth and yield of sugarcane. The experiment was laid out in a RCBD with three replications viz., i) cane sole at 1.5 m, ii) cane sole at 1.8 m, iii) cane-mungbean, iv) cane-soybean, v) mungbean sole and vi) soybean sole. The experiment was done during November 2017 to 2018 that was autumn cane plantation. Mungbean and soybean were planted at one month after cane planted between rows to give two rows of beans per a row of sugarcane. Results showed that weed density of all treatments were not significance. Cane-soybean exhibited more decreasing on weed biomass than others did. However, the growth and yield of beans in this cropping system decreased when compared with their breed characteristics. Yield of mungbean-cane was not different with mungbean sole, while soybean-cane was less than soybean sole. The effect on sugarcane growth and yield showed that the growths of cane sole, cane-mungbean and cane-soybean were not significance. For the cane yield, cane-soybean and cane sole at 1.8 m were significantly higher than cane-mungbean and cane sole at 1.5 m that yields were 18.93, 19.57, 16.78 และ 16.93 tonnes per rai, respectively. For the cane attribute, not all treatments were significance. Cane-mungbean increased on income by 419 bath per rai, while cane-soybean by 1,703 bath per rai. This result suggested that sugarcane intercropped with mungbean and soybean could help to decrease weed dry biomass, increasing on the total income, and no-affected on sugarcane growth and yield under farm machinery management. This system probably help to manage sugarcane production.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

อ้อยเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก การปลูกอ้อยในประเทศไทยเกือบทั้งหมดเพื่อเข้าสู่อุตสาหกรรมน้ำตาลเป็นหลัก ภาคเหนือของประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย 2,414,043 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22.92 โดยส่วนใหญ่ปลูกในจังหวัดพิษณุโลก นครสวรรค์ กำแพงเพชร และสุโขทัย มีพื้นที่ปลูก 1,814,705 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 17.23 และคิดเป็นร้อยละ 75 ของภาคเหนือทั้งหมด (กลุ่มวิชาการและสารสนเทศอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักงานนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย) ระบบการปลูกอ้อยในภาคเหนือตอนล่าง มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับพื้นที่ ชนิดและขนาดเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกษตรกรหรือในพื้นที่นั้นๆ มีอยู่ โดยส่วนใหญ่พื้นที่ปลูกอ้อยในเขตภาคเหนือตอนล่าง (4 จังหวัดดังกล่าว) ใช้ระบบการปลูกแบบพืชเชิงเดี่ยว (monocropping system หรือ sole crop) ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ไม่เกิดความยั่งยืนของฟาร์ม เกิดการสะสมโรค แมลง วัชพืช และทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงไปเรื่อย ๆ

อ้อยเป็นพืชหลายฤดู โดยปกติแล้วการตัดอ้อยเข้าสู่โรงงานจะตัดอ้อยช่วงเดือนพฤศจิกายน – ต้นเมษายน ซึ่งต้นอ้อยมีอายุ 8 – 14 เดือน ขึ้นอยู่ฤดูกาลปลูกของเกษตรกร ปัจจุบันระยะปลูกของอ้อยส่งเสริมให้ใช้ระยะ 165 – 185 เซนติเมตร เพื่อให้สอดคล้องกับขนาดของเครื่องจักรกลที่เข้าไปจัดการในแถวอ้อย ในช่วงอ้อยอายุ 4 เดือนแรกนั้น เป็นช่วงของการงอก ตั้งตัว และเริ่มแตกกอ ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าวนี้ ช่องว่างระหว่างแถวอ้อยจะไม่ถูกปกคลุมโดยใบอ้อยซึ่งเหมาะแก่การปลูกแซมในแถวอ้อยเป็นอย่างยิ่ง การปลูกแซมที่มีอายุไม่เกิน 4 เดือน อาจทำให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรรายเล็กที่มีพื้นที่ถือครองน้อย (ต่ำกว่า 25 ไร่) และมีแรงงานภายในครอบครัว เป็นต้น

ระบบการปลูกแซม (intercropping system) เป็นการปลูกพืชชนิดอื่นๆ ในระหว่างแถวพืชปลูกเพื่อประโยชน์ในการใช้พื้นที่สูงสุด หรือเพื่อจัดการควบคุมวัชพืชและลดการใช้สารเคมี หรือเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกตระกูลถั่วแซมระหว่างแถวของพืชหลัก นอกจากนี้การปลูกแซมยังช่วยเพิ่มรายได้สุทธิของเกษตรกร การเลือกชนิดของพืชแซมในแต่ละพื้นที่มีปัจจัยหลายอย่างที่จะต้องพิจารณา เช่น ผลกระทบของพืชแซมต่อผลผลิตอ้อย การตลาด และแรงงาน เป็นต้น

รัฐบาลมีนโยบายการเปลี่ยนพื้นที่นาที่ไม่เหมาะสมแก่การปลูกข้าว (S3) ให้เป็นพืชชนิดอื่นๆ ที่เหมาะสมกว่า หากเกษตรกรรายเล็กที่มีพื้นที่นายน้อยแต่มีความประสงค์ต้องการเปลี่ยนจากข้าวเป็นอ้อยแล้วนั้น ช่วงระหว่างการเปลี่ยนแปลงนี้เองที่เกษตรกรต้องรอรายได้จากการขายอ้อยประมาณ 1 ปี อย่างไรก็ตาม หากมีการปลูกแซมในแถวอ้อยดังกล่าวนี้ อาจเป็นรายได้ทางหนึ่งให้แก่เกษตรกร อย่างไรก็ตามการปลูกพืชควรคำนึงถึงชนิดที่เหมาะสมต่อพื้นที่นั้นๆ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการตลาดซึ่งต้องมีช่องทางขายให้แก่เกษตรกร

จากช่วงระยะการปลูกอ้อยและนโยบายของรัฐบาลดังกล่าวนั้น การปลูกพืชแซมระหว่างแถวอ้อย อาจมีประโยชน์ต่อเกษตรกรในแง่ของรายได้ระหว่างรอตัดอ้อย การใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย ดังนั้นโครงการวิจัยจึงมีเป้าหมายที่จะศึกษาชนิดของพืชแซมที่เหมาะสม โดยกำหนดระยะปลูกให้สอดคล้องกับการบริหารจัดการพื้นที่ปลูกอ้อย ซึ่งปัจจุบันใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่เข้าไป นอกจากนี้ยังศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ระหว่างการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยวกับการปลูกอ้อยร่วมกับการปลูกพืชแซมชนิดต่างๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาชนิดของพืชแซมระหว่างแถวอ้อยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย
- 2) เพื่อศึกษาต้นทุนและกำไรของระบบการปลูกพืชแซมอ้อย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ปลูกอ้อยช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2560 เก็บเกี่ยวช่วงเดือนธันวาคม 2561
- 2) ปลูกพืชแซม 2 ชนิด ได้แก่ ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84 หลังจากการปลูกอ้อย 1 เดือน
- 3) ขนาดของแปลงทดลอง (Unit) ประมาณ (14.4 x 40 เมตร)

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เผยแพร่ในวารสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง
- 2) เกษตรกรนำผลงานวิจัยเป็นแนวทางการบริหารจัดการในพื้นที่ปลูกอ้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรที่มีความประสงค์เปลี่ยนจากพืชอื่นเป็นอ้อย
- 3) ภาครัฐโรงงานนำผลงานวิจัยเผยแพร่ หรือต่อยอด หรือกำหนดนโยบาย
- 4) สร้างนักวิจัยรุ่นใหม่

บทที่ 2

ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อ้อย

อ้อยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Saccharum officinarum* L.) จัดอยู่ในวงศ์ Poaceae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แหล่งปลูกอ้อยของโลกอยู่ในประเทศที่มีอากาศร้อนและชุ่มชื้น เช่น ประเทศบราซิล คิวบา อินเดีย Philipines และไทย มีแหล่งกำเนิดดั้งเดิมอยู่ที่เกาะนิวกินี ซึ่งเป็นเกาะใหญ่ในมหาสมุทรแปซิฟิก (เฉลิมพล, 2547) สามารถเจริญเติบโตได้ในดินทุกชนิด แต่ดินที่เหมาะสมมากที่สุด คือ ดินร่วนปนทรายระบายน้ำได้ดี และมีอินทรีย์วัตถุเพียงพอ ซึ่งอ้อยในประเทศไทยนั้นจะปลูกเพื่อเก็บเกี่ยวส่วนของลำต้นที่เป็นแหล่งของน้ำตาล เพื่อนำมาผลิตเป็นน้ำตาลทราย ใช้บริโภคในประเทศ และยังสามารถเป็นสินค้าส่งออกต่างประเทศทำรายได้ให้แก่ประเทศได้ อ้อยจึงนับว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย การผลิตน้ำตาลทราย สามารถใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้นั้นก็คือ ชานอ้อย เป็นส่วนของลำต้นที่ถูกนำเอาน้ำอ้อยออกแล้ว สามารถผลิตเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในโรงงานได้ เยื่อกระดาษ วัสดุก่อสร้าง และปุ๋ยหมัก นอกจากนี้ผลพลอยได้อีกอย่างหนึ่งก็คือ กากน้ำตาลที่สามารถใช้ผลิตแอลกอฮอล์ และอาหารสัตว์

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อย

ประภัทร์ (2545) ได้กล่าวลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อยไว้ ดังนี้

1. ลำต้น (stalk) ลำต้นอ้อยประกอบด้วยปล้อง ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ แต่ละปล้องจะเรียงติดต่อกัน และเชื่อมกันด้วยข้อ (node) การจัดเรียงของปล้อง อาจเป็นแนวเส้นตรงหรือสลับฟันปลามากหรือน้อยแตกต่างกันตามสายพันธุ์ ที่ข้อจะมีตา (bud) ซึ่งก็คือต้นอ่อนของอ้อย เมื่อนำไปปลูกตาหรือต้นอ่อนจะเจริญเติบโตเป็นอ้อยต้นใหม่ ข้อนอกจากจะมีตาแล้ว ยังมี รอยกาบ (sheath scar) เหนือรอยกาบเป็นบริเวณเกิดราก (root zone) ไปจนถึงวงเจริญ (growth ring) ซึ่งจะเป็นปุ่มราก (root primordia) อยู่ เวลาปลูกรากจะงอกจากปุ่มรากเหล่านี้

2. ราก (root) การปลูกอ้อยทั่วไปใช้ตัดเป็นท่อนๆ 2-3 ตา แต่ละท่อนที่นำมาปลูกเรียกว่า ท่อนพันธุ์ (sett, cutting, seed piece) เมื่อใช้ท่อนพันธุ์ปลูกจะเกิดปุ่มรากเรียกว่า รากชั่วคราว มีขนาดเล็กและแตกแขนงมาก ทำหน้าที่ดูดน้ำและอาหารให้ตาที่กำลังงอก เมื่อตาได้รับสภาพอากาศที่เหมาะสมก็จะงอกออกมาเป็นหน่อ เมื่ออายุ 7-14 วัน ปุ่มรากของหน่อจะงอกออกมาเรียกว่า รากถาวร ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหารให้กับหน่อโดยตรง เมื่ออ้อยเจริญเติบโตเต็มที่รากจะแยกกันทำหน้าที่หาน้ำและธาตุอาหาร

3. ใบ (leaf) ใบอ้อยจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่หุ้มลำต้นทางด้านที่มีตาอยู่เรียก กาบใบ (leaf sheath) และส่วนที่อยู่ด้านบนเรียก แผ่นใบ (leaf lade) ทั้งสองส่วนต่อกันตรงคอใบ ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกันตามพันธุ์ ตรงรอยต่อด้านบนจะมีลิ้นใบ (ligule) ซึ่งเป็นเยื่อบางๆ มีลักษณะคล้ายปีกกา ทั้ง

สองข้างหรือข้างใดข้างหนึ่งของปีกกาอาจจะมีส่วนของปลายกาบใบยื่นออกมาคล้ายใบหู เรียกว่า หูใบ (auricles) ซึ่งอาจมีข้างเดียว สองข้าง หรือไม่มีก็ได้ ทั้งลิ้นใบและหูใบแตกต่างกันตามสายพันธุ์

4. ดอกอ้อย (inflorescence) อ้อยออกดอกที่ยอด มีลักษณะเป็นช่อคล้ายหัวลูกศร จึงเรียกว่า แอรว์ (arrow) ช่อดอกหนึ่งๆ มีดอกเป็นจำนวนนับหมื่นดอก (spikelet) ดอกอ้อยเกิดเป็นคู่ ดอกหนึ่งมีก้านอีกดอกหนึ่งไม่มีก้าน อ้อยจะออกดอกประมาณปลายเดือนตุลาคมถึงต้นพฤศจิกายน

5. เมล็ด (seed, caryopsis) เมล็ดอ้อยคล้ายเมล็ดข้าวแต่มีขนาดเล็กกว่า ตามปกติเมล็ดมักจะติดแน่นอยู่กับส่วนของดอกที่เป็นปุย จึงเรียกทั้งเมล็ดและดอกว่า ฟัฟ (fluff) หรือฟัซซ์ (fuzz) เมล็ดที่สมบูรณ์สามารถเพาะให้งอกเป็นอ้อยต้นใหม่ และพันธุ์ใหม่ได้

2.1.2 ระยะการเจริญเติบโตของอ้อยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ (เกษม, 2540)

1. ระยะเริ่มงอก (germination phase) เป็นระยะที่หน่ออ้อยเริ่มโผล่พ้นดิน โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์อ้อย ความสมบูรณ์ของท่อนพันธุ์ และความชื้นที่อยู่ในดิน

2. ระยะแตกกอ (tillering phase) การแตกกอของอ้อย เริ่มตั้งแต่อ้อยอายุประมาณ 2-4 เดือน หลังปลูก ระยะนี้อ้อยมีความต้องการน้ำและแสงแดดจัดจะทำให้แตกกอดี การแตกกอของอ้อยขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และปัจจัยสภาพแวดล้อม

3. ระยะย่นปล้อง (elongation phase) เมื่ออายุ 3-4 เดือน อ้อยจะเพิ่มขนาดและความยาวลำต้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเดือนที่ 6-8 อ้อยจะเจริญเติบโตเร็วที่สุด ถ้าขาดน้ำจะทำให้อ้อยปล้องสั้น

4. ระยะสุกแก่ (maturity and ripening phase) ในระยะนี้อ้อยอายุ 8 เดือนจนถึงเก็บเกี่ยว จะมีการสะสมน้ำตาลเพิ่มขึ้น โดยการสะสมน้ำตาลจะเริ่มจากโคนสู่ปลายยอด ระยะสุกแก่สังเกตได้จากใบส่วนยอดจะชดกัน ปล้องส่วนยอดจะสั้นลง

2.1.3 ระบบซื้ออ้อยของโรงงาน

การซื้ออ้อยขายอ้อยในอดีตจะทำการซื้อขายตามปริมาณน้ำหนักของอ้อย ถ้าน้ำหนักมากก็จะได้ราคาสูงตามไปด้วยแต่วิธีนี้ไม่มีความเป็นธรรมกับเกษตรกรมากนัก ในปี 2535/2536 ได้เปลี่ยนการซื้ออ้อยในรูปแบบใหม่โดยคณะกรรมการอ้อย และน้ำตาล กำหนดให้ซื้อขายตามคุณภาพความหวานที่วัดเป็น ซี.ซี.เอส. (Commercial Cane Sugar : C.C.S.) มาใช้คิดร่วมกับปริมาณน้ำหนัก ดังนั้นราคาอ้อยจะผันแปรไปตามคุณภาพหรือค่าความหวาน ยิ่งอ้อยที่มีค่า C.C.S. สูงจะทำให้ราคาอ้อยดีกว่าอ้อยที่มีค่า C.C.S. ต่ำ (อุกฤษฏ์, 2552) ในการกำหนดราคาอ้อยในระบบ C.C.S. คือ อ้อยที่มีระดับ C.C.S. เท่ากับ 10 ซึ่งถือว่าเป็นระดับอ้อยมาตรฐานที่โรงงานจะรับซื้อในราคาตันละ 300 บาท ส่วนอ้อยที่มีค่า C.C.S. มากกว่า 10 จะจ่ายเพิ่มขึ้น 6% ต่อ 1 C.C.S. หรือราคาเพิ่มขึ้นหรือลดลง 57 บาทต่อ 1 C.C.S. (กาญจนา และคณะ, 2558)

คำว่า C.C.S. หมายถึง ปริมาณของน้ำตาลที่มีอยู่ในอ้อย ซึ่งสามารถหีบสกัดออกมาได้เป็นน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ซึ่งตามมาตรฐาน C.C.S. กำหนดวิธีคิดไว้ในระหว่างผ่านกรรมวิธีการผลิต ถ้ามีสิ่งที่ไม่บริสุทธิ์ที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย 1 ส่วน จะทำให้สูญเสียน้ำตาลไป 50% ของจำนวนสิ่งที่ไม่บริสุทธิ์ อ้อย 10 C.C.S. จึงหมายถึง เมื่อนำอ้อยมาผ่านกระบวนการผลิต จะได้น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 10% ดังนั้นอ้อย 1 ตัน หรือ 1,000 กิโลกรัม จะได้น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 100 กิโลกรัม (ชมพูนุช, 2555) โดยค่า C.C.S. สามารถคำนวณมาจาก 3 ส่วน คือ ค่าโพล (ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลซูโครสที่

ละลายอยู่ในน้ำอ้อย) วัดค่าโดยใช้เครื่องโพลาริมิเตอร์ ค่าบริกซ์ (ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย) วัดค่าโดยใช้เครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์และเปอร์เซ็นต์เส้นใยอ้อย (ชานอ้อย) ใช้เครื่องบดชานอ้อยและนำไปผ่านกรรมวิธีต่างๆ (กาญจนา และคณะ, 2558)

การวิเคราะห์หาค่า C.C.S. มีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (กาญจนา และคณะ, 2558)

$$C.C.S. = \frac{0.9433 \times P \times (100 - F)}{100} - 0.5 \times \left\{ \frac{0.9660 \times B \times (100 - F)}{100} - \frac{0.9433 \times P \times (100 - F)}{100} \right\}$$

โดยที่ ค่าบริกซ์ (%Brix)(B) = ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย

ค่าโพล (P) = ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลซูโครสที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย

ค่าไฟเบอร์ (F) = เปอร์เซ็นต์เส้นใยอ้อย

2.1.4 พันธุ์อ้อยที่ใช้ในการศึกษา

อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 เป็นอ้อยลูกผสมสายพันธุ์ไทยที่ได้จากการผสมระหว่างอ้อยพันธุ์ 85-2-356 (แม่) × เค84-200 (พ่อ) ซึ่งได้ผ่านการคัดเลือกที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร ให้ผลผลิตอ้อยเฉลี่ย 12-22 ตันต่อไร่ ความหวาน 12-13 ซี.ซี.เอส มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน การเจริญเติบโตเร็ว สามารถไว้ต่อได้ดี ลักษณะประจำพันธุ์ ทรงกอตั้งตรง ลำขนาดปานกลาง แตกกอปานกลาง (4-9 ลำ/กอ) ปล้องกระบอกสีเหลือง อมเขียว และเปลี่ยนเป็นสีส้มแดงเมื่อโดนแสง การเรียงตัวของปล้องเป็นแบบซิกแซก ตามีลักษณะกลมรีหุบด้านบนกรูปร่างหอกสั้น หุบด้านในรูปใบหอกยาว คอใบสีเขียวน้ำตาลรูปชายธง ปลายใบโค้ง กาบใบอ้า ลอกง่าย สีเขียว ไม่มีขน (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

2.2 การปลูกพืชแซม

การปลูกพืชแซม (Intercropping) หมายถึง การปลูกพืชตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปในพื้นที่เดียวกัน และพืชที่นำมาปลูกนี้อาจจะปลูกพร้อมหรือปลูกหลังจากพืชหลักไปแล้ว (Andrews and Kassam, 1976) การปลูกพืชแซมควรคำนึงถึงความสัมพันธ์ของพืชในเรื่องของระบบราก ความต้องการธาตุอาหาร ศัตรูพืช ความสูง และการเกิดร่มเงาหน้าดินส่วนใหญ่มีพืชคลุม ทำให้ลดการชะล้างพังทลายของดิน น้ำฝน สามารถซึมลงดินได้มากขึ้น และช่วยลดความเสี่ยงต่อความเสียหายของพืชหลักเนื่องจากศัตรูพืช เช่น การปลูกถั่วลิสงแซมมันสำปะหลัง การปลูกสับปะรดแซมยางพารา (ดวงจันทร์, 2544) การปลูกพืชแซมเหล่านี้ อาจทำให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น วัชพืชลดจำนวนลง นอกจากนี้อ้อยยังได้รับปุ๋ยที่หลงเหลืออยู่ในดินหลังการใช้ในการปลูกพืชแซม และเศษพืชแซมตกค้างอยู่หลังการเก็บเกี่ยว แต่การปลูกพืชอาจทำได้ในไร่ที่มีขนาดเล็กเท่านั้น เพราะต้องใช้แรงงาน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ยเพิ่มขึ้น (รังสิต, 2551)

ในปัจจุบันพื้นที่การปลูกพืชมีจำกัดและจำนวนประชากรก็สูงขึ้น ได้มีการพัฒนาสายพันธุ์หรือวิธีการปลูกใหม่ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นในขอบเขตพื้นที่จำกัด เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืช การปรับปรุงการเกษตรกรรม และการปลูกพืชแซมนี้เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุดสามารถช่วยให้เพิ่มผลผลิตและสร้างผลกำไรต่อหน่วยพื้นที่ได้ แต่การที่นำพืชมากกว่าหนึ่งชนิดมาปลูกในพื้นที่เดียวกัน ทำให้เกิดปัญหาการแข่งขัน น้ำ ธาตุอาหารและแสงแดด วิธีการจัดการเพื่อลดปัญหาการแข่งขัน เช่น การจัดการระยะปลูก เลือกพืชที่จะนำมาปลูกแซมที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น และใช้อัตราการปลูกพืชแซมที่พอเหมาะ (दनัย, 2533) นอกจากนี้เมื่อเก็บเกี่ยวพืชแซมแล้ว เศษซากพืชที่ร่วงหล่นลงพื้นจะเกิดการย่อยสลายช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินให้สูงขึ้น (Mandal et al., 2003) และยังสามารถจัดการวัชพืชได้อีกด้วย (Ghosh, 2004) การปลูกพืชแซมสามารถทำให้ผลผลิตดีขึ้น ยับยั้งการเจริญเติบโต และความหนาแน่นของวัชพืชได้ เนื่องจากการปลูกพืชแซมมีความสามารถในการดึงทรัพยากรหรือแหล่งธาตุอาหารมาใช้ได้สูงกว่าวัชพืช หรือการที่วัชพืชถูกยับยั้งการเจริญเติบโตเป็นผลมาจากสารอัลลีโลพาธีที่ถูกปล่อยจากพืชที่นำมาปลูกแซม (Olorunmaiye, 2010) และระบบการปลูกพืชแซมจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ถ้ามีการกำจัดวัชพืชในช่วงระยะแรกก่อนปลูก เพราะพืชที่นำมาปลูกจะครอบคลุมพื้นที่ และใช้ทรัพยากรหรือแหล่งธาตุอาหารได้ก่อนวัชพืช (Lithourgidis et al., 2011)

ระบบการปลูกพืชแซมได้มีการศึกษาในพืชปลูกชนิดต่างๆอย่างกว้างขวาง เช่น Nurk et al. (2017) ศึกษาผลของการปลูกถั่วแขกแซมในข้าวโพด พบว่า น้ำหนักแห้งของผลผลิตข้าวโพดของการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว 20.6 ตันต่อเฮกตาร์สูงกว่าการปลูกถั่วแขกแซมข้าวโพด 13.3 ตันต่อเฮกตาร์ และการหว่านเมล็ดถั่วแขกในระยะที่ข้าวโพดเพิ่งเริ่มงอก (2-3 ใบ) ทำให้ถั่วแขกมีสัดส่วนของน้ำแห้ง 40.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการหว่านเมล็ดถั่วแขกในระยะที่ข้าวโพดเจริญเติบโตแล้ว (5-6 ใบ) มีสัดส่วนของน้ำหนักแห้ง 14.6 เปอร์เซ็นต์

Ebrahimi et al. (2016) ศึกษาประสิทธิผลของการปลูกผักกาดก้านขาวแซมข้าวสาลีในปี ค.ศ. 2010 ถึง ค.ศ.2012 พบว่า การปลูกข้าวสาลีอย่างเดียวในปีแรกมีการเจริญเติบโตและผลผลิตดีมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการปลูกพืชแซมในรูปแบบต่างๆ ขณะที่ผลผลิตในปีที่สองการปลูกข้าวสาลีอย่างเดียวผลผลิตลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ และระบบการปลูกพืชแซมในปีที่สองให้ผลผลิต และชีวมวลสูงกว่าการปลูกข้าวสาลีอย่างเดียว การลดลงของผลผลิตเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

Pers Berglund (2016) ศึกษาความสามารถในการควบคุมวัชพืชของถั่วลิ้นเตาแซมข้าวบาร์เลย์ พบว่า การปลูกถั่วลิ้นเตาร่วมกับ *Elytrigia repens* (L.) ปลูกบาร์เลย์ร่วมกับ *Elytrigia repens* (L.) และถั่วลิ้นเตา บาร์เลย์ร่วมกับ *Elytrigia repens* (L.) ส่งผลให้ชีวมวลของ *E. repens* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับปลูก *E. repens* อย่างเดียว

Midya et al. (2015) ศึกษาการปลูกถั่วดำแซมข้าว พบว่า การปลูกข้าว และถั่วดำอย่างเดียวให้ผลผลิตเมล็ดที่สูงกว่าการปลูกถั่วดำแซมข้าว 900 949 และ 681 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับ และการปลูกถั่วดำแซมข้าวมีสัดส่วนการใช้พื้นที่สมบูรณ์สูงสุด 1.640 เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกแบบพืชเชิงเดี่ยวสูงกว่า 64 เปอร์เซ็นต์ แต่การปลูกถั่วดำแซมข้าว ส่งผลต่อชีวมวลของวัชพืชลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกข้าว และถั่วดำอย่างเดียว 67.05 133.25 และ 78.6 กรัมต่อตารางเมตรตามลำดับ ในขณะที่การปลูกถั่วดำแซมข้าว มีการกำจัดวัชพืชยังช่วยให้วัชพืชลดลง 55.5 กรัมต่อตาราง

เมตร ส่งผลให้ประชากรของวัชพืชลดลง 53.5 142.0 และ 94.0 ต่อตารางเมตร ตามลำดับ และกำไรสุทธิของการปลูกถั่วดำแซมข้าวสูงกว่าการปลูกข้าวอย่างเดียว 59.55 และ 14.20 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์ตามลำดับ

Elba et al. (2014) ศึกษาผลกระทบของการปลูกถั่วเหลืองแซมทานตะวันต่อปริมาณผลผลิตและวัชพืช พบว่า ผลผลิตเมล็ดทานตะวันระหว่างการปลูกทานตะวันอย่างเดียวกกับการปลูกถั่วเหลืองแซมทานตะวัน ไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 2,738 และ 2,615 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตของเมล็ดถั่วเหลืองในการปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวสูงกว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมทานตะวัน 1,802 และ 562 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับ ในขณะที่การปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวมีประชากรของวัชพืชที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการปลูกทานตะวันอย่างเดียวและการปลูกถั่วเหลืองแซมทานตะวัน 3.8 6.5 และ 8.8 ตามลำดับ

Sharma and Banik (2013) ศึกษาการปลูกพืชตระกูลถั่วแซมข้าวโพดฝักอ่อนต่อวัชพืช พบว่าการปลูกถั่วลันเตา และถั่วลูกไก่แซมข้าวโพดฝักอ่อน (2:2) ให้ผลผลิตรวมสูงสุดเมื่อเทียบกับปลูกข้าวโพดฝักอ่อนอย่างเดียว 6.42 5.99 และ 4.91 มิลลิกรัมต่อเฮกตาร์ตามลำดับ และรูปแบบการปลูกพืชแซม (2:2) ทำให้ประชากรวัชพืชลดลงมากกว่ารูปแบบการปลูกพืชแซม (2:1) ในกรณีถั่วลันเตาแซมข้าวโพดฝักอ่อน (2:2) ทำให้ความหนาแน่นของวัชพืชลดลงมากที่สุด และประสิทธิภาพในการปกคลุมวัชพืช ในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนอย่างเดียวและการปลูกพืชตระกูลถั่วแซมข้าวโพดฝักอ่อน ทำให้ความหนาแน่นวัชพืชลดลง 29-42 และ 67-87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งชีวมวลของวัชพืชลดลง 38-46 และ 61-78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Naeem et al. (2012) ศึกษากระบวนการปลูกพืชแซมระหว่างข้าวสาลีกับผักกาดก้านขาวโดยรูปแบบการปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า การปลูกข้าวสาลีกับผักกาดก้านขาวด้วยวิธีการหว่าน ส่งผลให้ความหนาแน่น และน้ำหนักแห้งของวัชพืชลดลงอย่างมีนัยสำคัญ 81 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกข้าวสาลีอย่างเดียว ในขณะที่การปลูกข้าวสาลีแซมผักกาดก้านขาวด้วยวิธีการปลูกเป็นแถว (1: 1) (2:2) และ (4: 4) ส่งผลให้ความหนาแน่นของวัชพืชลดลง 77 72.9 และ 72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งของวัชพืชลดลง 81 76 และ 74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การลดลงของวัชพืชอาจเป็นผลมาจากการสร้างพื้นที่ปกคลุม และผลจากอัลลีโลพาธี

2.3 การปลูกพืชแซมอ้อย

दनัย (2533) ได้ศึกษาการปลูกข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน ถั่วเขียว ผักกาดหัว และมะเขือเทศแซมอ้อยในช่วงฤดูฝน พบว่าช่วงปลายฤดูฝน ความสูงของพืชแซมไม่แตกต่างกันกับปลูกพืชเดี่ยว การปลูกพืชแซมไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต จำนวนการแตกกอ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และคุณภาพของอ้อย ส่วนในช่วงฤดูฝน ความสูงของพืชแซมไม่แตกต่างกันกับปลูกพืชเดี่ยว การปลูกพืชแซมทำให้การเจริญเติบโต จำนวนการแตกกอ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตบางชนิดแตกต่างกัน อนันต์ และสฤดี (2544) ได้ศึกษาการจัดแถวปลูกและจำนวนประชากรถั่วเขียวเมื่อปลูกเป็นพืชแซมอ้อย พบว่าการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพด้านความหวานของอ้อย ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการปลูกอ้อยอย่างเดียวกับการปลูกถั่วเขียวในแซมอ้อย การปลูกถั่วเขียวแซมในอ้อย 3 แถว 2 แถว และ 1 แถว ให้รายได้สุทธิ 17,039, 8,527 และ 8,079 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ารายได้สุทธิของการปลูกอ้อย

อย่างเดียว 5,318 บาทต่อไร่ และการปลูกพืชแซมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์พื้นที่ดิน 57-100 เปอร์เซ็นต์ ตามรูปแบบการปลูกต่างๆ

Malik et al. (2016) ศึกษาการปลูกผักกาดฝรั่งแซมอ้อยในรูปแบบการปลูกที่ต่างกัน ผลการทดลอง พบว่า การปลูกผักกาดฝรั่งแซมอ้อยส่งผลให้อัตราการงอก จำนวนลำของอ้อย ผลผลิตอ้อย ไม่แตกต่างกันกับการปลูกอ้อยอย่างเดียว และการปลูกผักกาดฝรั่งแซมอ้อยยังช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำตาล 15.79 ต้นต่อเฮกตาร์และ การปลูกพืชแซมเพื่อจัดการวัชพืช

Kaur et al. (2016) ศึกษาการจัดการวัชพืชในระบบการปลูกพืชน้ำมันแซมในอ้อย พบว่าการปลูกผักกาดเขียว และผักกาดก้านขาวแซมอ้อย สามารถลดความหนาแน่น และชีวมวลของ *Anagallis arvensis* และ *Gnaphalium pensylvanicum* ลงอย่างมีนัยสำคัญหลังปลูกอ้อย 70 วัน และ 105 วัน และการปลูกผักกาดเขียวแซมอ้อย ชีวมวลของวัชพืชลดลงมากที่สุดหลังปลูกอ้อย 105 วัน การปลูกผักกาดเขียว และผักกาดก้านขาวแซมอ้อย ผลผลิตอ้อยที่ได้ 73.6-88.6 ต้นต่อเฮกตาร์ไม่มีความแตกต่างกับการปลูกอ้อยอย่างเดียว 78.4-85.3 ต้นต่อเฮกตาร์ ในขณะที่ผลผลิตรวมของการปลูกผักกาดเขียวแซมอ้อยสูงที่สุด 104.4-121.4 ต้นต่อเฮกตาร์ผลตอบแทนสุทธิของการปลูกผักกาดเขียวแซมอ้อย 2,903 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์สูงกว่าปลูกผักกาดก้านขาวแซมอ้อย 2,209 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์ และปลูกอ้อยอย่างเดียว 1,674 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์

Khippal et al. (2016) ศึกษาการปลูกพืชตระกูลถั่วแซมในอ้อยต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตอ้อย พบว่าการปลูกอ้อยอย่างเดียวมีอัตราการงอก และผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างกับการปลูกพืชตระกูลถั่วแซมอ้อย ซึ่งอัตราการงอกไม่ได้รับผลกระทบ เนื่องจากอ้อยได้รับความชื้นจากดิน ขณะที่การปลูกถั่วลูกไก่ และผักกาดเขียวแซมในอ้อยทำให้การแตกกอลดลง เนื่องจากมีการลดการไหลพรก ในระหว่างการปลูกถั่วลูกไก่ ถั่วลันเตา ถั่วเลนทิล และผักกาดเขียวแซมอ้อยให้ผลตอบแทนสุทธิ 1408.17, 1785.92, 1612.25 และ 1691.89 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการปลูกอ้อยอย่างเดียว 1274.63 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์โดยการปลูกถั่วลันเตาแซมในอ้อยให้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุด 1785.92 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์

Luo et al., (2016) ศึกษาผลของการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อย ลดอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิต และความอุดมสมบูรณ์ของดินวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ทั้งหมด 3 ซ้ำ ได้แก่ ปลูกอ้อยอย่างเดียว ปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียว และปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อย ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 300 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์และอัตราที่เกษตรกรทั่วไปใส่ 525 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ปลูกอ้อยระยะห่างแถว 1.2 เมตร และปลูกถั่วเหลือง 7 วันหลังปลูกอ้อย พบว่า รูปแบบการปลูกที่ต่างกัน และการลดอัตราปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อผลผลิตของอ้อย และอินทรีย์วัตถุในดิน ขณะที่การปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าการปลูกอ้อยอย่างเดียว แต่ให้ผลผลิตถั่วเหลืองน้อยกว่าการปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียว เนื่องจากความหนาแน่นของประชากรถั่วเหลืองมากกว่า

Li et al. (2013) ศึกษาผลของการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อการเจริญเติบโต พบว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยทำให้น้ำหนักแห้ง และผลผลิตของอ้อยเพิ่มขึ้น 35.44 และ 30.57 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักแห้งและน้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วเหลืองลดลง 16.12 และ 9.53 เปอร์เซ็นต์ แต่ชีวมวล และผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นสูงกว่าการปลูกแบบเชิงเดี่ยว และทำให้ดินที่อยู่ใกล้ราก

ถั่วเหลืองมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 66 เปอร์เซ็นต์ ดินที่อยู่ใกล้รากอ้อย และถั่วเหลืองมีปริมาณ ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น 199 และ 311.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจำนวนแบคทีเรีย เชื้อรา แอคติโนมัยซีท เพิ่มขึ้นมากกว่าปลูกแบบเชิงเดี่ยว และการปลูกอ้อยแซมถั่วเหลืองยังทำให้กิจกรรมไนโตรจีเนสเพิ่มขึ้น 57.4 เปอร์เซ็นต์ และกิจกรรมยูรีเอสของอ้อย และถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น 89 และ 81 เปอร์เซ็นต์

Berry et al. (2009) พบว่าการปลูกถั่วเวลเวทแซมอ้อยทำให้ระดับโพแทสเซียมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ การปลูกมันเทศ ถั่วลันเตา และถั่วเวลเวทแซมอ้อย ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตอ้อย ยกเว้นปลูกอ้อยแซมถั่วลิสงทำให้ผลผลิตอ้อยลดลง 22 เปอร์เซ็นต์ และการปลูกมันเทศและถั่วลันเตาแซมอ้อย ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำชูโครสในอ้อย ยกเว้นปลูกถั่วลิสงและถั่วเวลเวทแซมอ้อยทำให้ปริมาณน้ำตาลชูโครสลดลง 28 และ 13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Manimaran et al. (2009) ศึกษาการเพิ่มผลผลิตอ้อยด้วยวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน พบว่าการปลูกถั่วดำและปอเทืองแซมอ้อยส่งผลให้จำนวนลำต้นน้ำหนักลำเดี่ยว ผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาล เพิ่มขึ้น 17.12 11.30 และ 14.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การปลูกพืชแซมอ้อยนั้น นอกจากชนิดของพืชแซมที่ต้องคำนึงถึงแล้ว การจัดการพืชแซมในระหว่างการปลูกนับว่าเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการศัตรูพืช เช่น แมลง โรค และวัชพืชที่คอยแ่ก่งแย่งแข่งขัน มีรายงานว่าหากปล่อยให้วัชพืชขึ้นแข่งขันในแปลงอ้อยทำให้ผลผลิตอ้อยลดลง 26 – 75% (Kaur et al., 2015) ปัจจัยการควบคุมวัชพืชในไร่อ้อยด้วยวิธีการใช้สารกำจัดวัชพืช นับว่าเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด เนื่องจากประหยัดและรวดเร็ว เพราะการปลูกอ้อยส่วนใหญ่จะปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่ สารกำจัดวัชพืชในไร่อ้อยที่นิยมใช้ ได้แก่ สารประเภทก่อนงอก (pre-emergence) หรือสารคุม เช่น amicarbazone, atrazine, metribuzin, diuron, ametryn เป็นต้น (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2555) สารเหล่านี้มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมวัชพืชในไร่อ้อย อย่างไรก็ตามหากมีการปลูกอื่นแซมในแถวอ้อย การใช้สารกำจัดวัชพืชเหล่านี้จะส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชแซม เช่น สาร atrazine, ametryn และ diuron มีความเป็นพิษต่อผักและถั่วสูง แต่สารกำจัดวัชพืชบางชนิดมีความปลอดภัยต่อพืชชนิดอื่น ๆ เช่น pendimethalin, clomazone, sulfentrazone และ alachlor ในถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง สาร pendimethalin และ oxyfluorfen ในผักตระกูลกระหล่ำและตระกูลหอม สาร alachlor, clomazone ในนา เป็นต้น ดังนั้นการเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชในระบบการปลูกพืชแซมอ้อย ควรเลือกสารที่เหมาะสมต่อการควบคุมวัชพืชในอ้อยและผลต่อพืชแซม พลชัย (2544) รายงานว่า การปลูกถั่วพุ่มระหว่างแถวอ้อย ร่วมกับการใช้สาร pendimethalin+imazapic ที่อัตรา 562+37 กรัมของสารออกฤทธิ์ /เฮกตาร์ พบว่า ผลผลิตของอ้อยไม่เสียหาย ขณะที่ ประภัทร์ (2544) รายงานว่า การปลูกถั่วพรว้าพร้อมอ้อย ร่วมกับการใช้สารกำจัดวัชพืช pendimethalin + imazapic สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี อ้อยและถั่วพรว้าไม่เสียหาย นอกจากนี้ยังพบว่าหากมีการทำลายถั่วพรว้าหลังการปลูกอ้อย 1 เดือน ทำมให้ผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเนื่องจากถั่วพรว้าจะเจริญเติบโตและแ่ก่งแย่งแข่งขันกับอ้อย เช่นเดียวกับที่ วิทยา (2544) รายงานว่าการปลูกถั่วแปบ (*Lablab purpureus* L.) ในแถวอ้อย ร่วมกับการใช้สารกำจัดวัชพืช pendimethalin + imazapic ที่อัตรา สามารถควบคุมวัชพืชและผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างกันกับอ้อยที่ไม่ได้ปลูกถั่วแปบ

สำหรับรายงานวิจัยในต่างประเทศนั้น Kaur et al. (2015) รายงานว่า การปลูกอ้อยร่วมกับถั่วพุ่ม กระหล่ำ และหอมหัวใหญ่ และใช้สารกำจัดวัชพืช pendimethalin ที่อัตรา 562 และ 750 กก./

เฮกตาร์ และ oxyfluorfen ที่อัตรา 176 และ 234 กก./เฮกตาร์ พบว่า pendimethalin สามารถควบคุมวัชพืชได้ 29-64.5% ส่วน oxyfluorfen ควบคุมได้ 45-73% อย่างไรก็ตาม ผลผลิตของอ้อยไม่มีความแตกต่างกันสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลการกำจัดวัชพืชด้วยมือ ในขณะที่ผลผลิตของพืชแซมลดลงเพียงเล็กน้อย ผลผลิตอ้อยที่ได้ 75.3-88.3 ตันต่อเฮกตาร์ไม่แตกต่างจากการปลูกอ้อยอย่างเดียว 76.1-86.0 ตันต่อเฮกตาร์ในขณะที่ปลูกกระเทียมแซมอ้อย ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุด 4,384 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์ รองลงมาเป็นถั่วลิสงแซมอ้อย 3,094 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์ และกะหล่ำปลีแซมอ้อย 2,873 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์ เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกอ้อยอย่างเดียว 1,648 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกตาร์

สำหรับฤดูกาลปลูกอ้อยนั้น ในปัจจุบันการปลูกอ้อยข้ามแล้งหรือการปลูกอ้อยตอนสิ้นสุดฤดูฝน (ระหว่างเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน) เป็นที่นิยมมากกว่าการปลูกอ้อยต้นฝน (ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม) เนื่องจากการปลูกอ้อยข้ามแล้งมีการจัดการที่สะดวกสบายและให้ผลผลิตที่สูงกว่าการปลูกอ้อยต้นฝน การปลูกอ้อยข้ามแล้งนั้น หลังจากช่วงฝนตกสุดท้ายของฤดูกาล เกษตรกรจะเตรียมดินและปลูกอ้อยในขณะที่ดินยังมีความชื้นสะสมอยู่ ซึ่งในความชื้นระดับนี้เพียงพอต่อการงอกและการตั้งตัวของอ้อยได้เป็นอย่างดี ในขณะที่การปลูกอ้อยต้นฝนนั้นจะพบปัญหาบางอย่างที่ไม่สะดวกหรือไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของอ้อย เช่น หากเกิดฝนตกหลังการปลูก และเมื่อดินแห้งผิวดินจะเกาะตัวกันแน่นจนเป็นแผ่นแข็ง (crack) ซึ่งทำให้ยอดอ้อยไม่สามารถทะลุขึ้นมาได้ หรือปัญหาเรื่องวัชพืชที่หากปลูกในต้นฤดูฝนจะทำให้วัชพืชงอกขึ้นมาทำให้เกิดการแย่งแย่งแข่งขัน และต้องใช้สารกำจัดวัชพืชในปริมาณมาก แต่หากเป็นการปลูกเป็นอ้อยข้ามแล้งนั้น ความชื้นหน้าดินหลังการเตรียมมีน้อยกว่าฤดูฝน ทำให้วัชพืชมีปริมาณที่น้อยกว่า นอกจากนี้หากอ้อยข้ามแล้งสามารถตั้งตัวผ่านช่วงฤดูแล้ง (ระหว่างเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม) ได้นั้น เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน ต้นอ้อยมีขนาดที่โตพอสำหรับการบดบังวัชพืชทำให้การแย่งแย่งแข่งขันของวัชพืชน้อยกว่าอ้อยต้นฝน

ดังนั้นสำหรับโครงการวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อศึกษาการปลูกพืชอ้อยในระบบการปลูกแบบอ้อยข้ามแล้งและกำหนดระยะปลูกที่ 185 เซนติเมตร เพื่อให้เครื่องจักรกลขนาดเล็กสามารถเข้าไปจัดการพืชแซมในระหว่างแถวอ้อยได้ ยกตัวอย่างเช่น หากเป็นรถแทรกเตอร์ขนาดเครื่องยนต์ 3200 และ 3600 cc. มีขนาดความกว้างของล้อรถเท่ากับ 137 เซนติเมตร และ 144 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังศึกษาเรื่องต้นทุนการผลิต และผลกำไรรวม (total profitability) ระหว่างการปลูกอ้อยเชิงเดี่ยว และการปลูกพืชแซมอ้อย เพื่อเป็นแนวทางการจัดการพื้นที่ให้คุ้มค่า และเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยได้มีรายได้เพิ่ม

พันธุ์ถั่วเขียวที่ใช้ในการศึกษา

ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 72 (Chai nat 72) ได้จากการนำถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ไปฉายรังสีแกมมาขนาด 600 เกย์ ผ่านการคัดเลือก ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีการใช้สารเคมี ความสูงต้นเฉลี่ย 66 เซนติเมตร อายุดอกแรกบาน 33 วัน อายุฝักแรกแก่ 50 วัน อายุเก็บเกี่ยว 63 วัน

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (กรมวิชาการเกษตร, 2543)

1. เมล็ด (seed) มีรูปร่างค่อนข้างกลม ขนาดเล็ก ผิวเมล็ดมีสีเขียวและเป็นมันมีน้ำหนักประมาณ 4-8 กรัม ภายในเมล็ดประกอบด้วยใบเลี้ยง (cotyledon) 2 อัน ทำหน้าที่ในการสะสมอาหาร โดยเมล็ดมีปริมาณแป้ง 45.0% และโปรตีน 21.6%

2. ราก (root) ถั่วเขียวมีรากแบบระบบรากแก้ว (tap root system) รากอันแรกจะเจริญออกมาจากรากแรกเกิด (radicle) ซึ่งอยู่ภายในเมล็ด เรียกว่า รากแก้ว (primary root หรือ tap root) รากที่แตกแยกออกมาจากรากแก้วเรียกว่า รากแขนง (secondary root) ซึ่งบริเวณรากแขนงจะมีขนราก (root hair หรือ adventitious root) เจริญออกมาทำหน้าที่ดูดซึมธาตุอาหารโดยรากของถั่วเขียวจะมีปม (nodule) ซึ่งเกิดจากแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (*Rhizobium sp.*) เข้าไปอาศัยในรากทำให้รากถั่วเขียวสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศและเปลี่ยนรูปเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ถั่วเขียวนำมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งการอยู่ร่วมกันระหว่างถั่วเขียวกับแบคทีเรียเรียกว่า symbiosis

3. ลำต้น (stem) ถั่วเขียวเป็นพืชล้มลุก มีลักษณะลำต้นตั้งตรง โปรง ไม่เลื้อย โคนต้นมีสีเขียว ความสูงเมื่อแก่ประมาณ 66 เซนติเมตร ลำต้นมีการแตกกิ่งแขนง การเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 เป็นแบบ indeterminate growth คือ หลังออกดอกแล้วยังคงมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นต่อไปอีกระยะหนึ่ง บริเวณส่วนต่าง ๆ ของลำต้นมีขนอ่อนปกคลุม

4. ใบ (leaf) มีลักษณะเป็นแบบใบประกอบ (compound leaves) มีใบย่อย (leaflet) 3 ใบ (trifoliate leaves) เมื่อถั่วเขียวเริ่มงอกบริเวณข้อแรกของลำต้นเป็นบริเวณที่ใบเลี้ยง (cotyledon) งอกซึ่งมี 2 ใบ ข้อถัดไปเกิดใบจริงคู่แรก (unifoliate leaves) มี 2 ใบโดยจะอยู่ตรงข้ามกัน ใบจริงคู่แรกจะปรากฏอยู่ภายในเมล็ดและเมื่อเมล็ดงอกใบจริงจะแผ่ขยายออก ข้อถัดไปจากใบจริงคู่แรกเป็นใบประกอบ มีใบย่อย 3 ใบ เกิดสลับบนลำต้น (alternate leaves)

5. ดอก (flower) เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) คือ เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน มักจะผสมตัวเองก่อนดอกบาน (cleistogamy) ดอกมีสีเหลืองอ่อนลักษณะดอกเป็นช่อ (inflorescent) การเรียงของดอกเป็นแบบช่อกระจุก (raceme) แต่ละช่อดอกมีดอกย่อยประมาณ 10-20 ดอก ดอกจะแตกออกจากตาระหว่างมุมใบ (axillary bud) และตาที่ปลายยอด (terminal bud) ดอกจะบานจากส่วนล่างของลำต้นขึ้นไปข้างบน

6. ฝัก (pod) ถั่วเขียวมีฝักรูปร่างเรียวยาว ส่วนปลายโค้งงอเล็กน้อย มีขนปกคลุม เปลือกของฝักเรียกว่า pericarp ฝักอ่อนมีสีเขียวส่วนฝักแก่มีสีดำ ความยาวฝักประมาณ 5-10 เซนติเมตร โดยเฉลี่ยมีจำนวน 15 ฝักต่อต้น แต่ละฝักมีเมล็ดประมาณ 10-15 เมล็ด

พันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ในการศึกษา

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์วิลเลียม (Williams) กับพันธุ์ สจ.4 โดยสถานีทดลองพืชแม่โจ้ เมื่อปี 2518

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (กรมวิชาการเกษตร, 2533) ได้กล่าวว่าเป็นพันธุ์ที่มีลำต้นไม่ทอดยอด (determinate stem) มีความสูงประมาณ 61 เซนติเมตร แตกกิ่งน้อยหรือไม่แตกเลย โคนต้นมีสีเขียว ใบมีสีเขียวมีขนาดกว้างและหนากว่าพันธุ์อื่นๆ ออกดอกเมื่ออายุ 35 วัน ดอกมีสีขาว ฝักเมื่อแก่จัดมีสีน้ำตาลเข้ม ขนบนต้นและบนฝักมีสีน้ำตาล เมล็ดรูปร่างกลมมีสีเหลือง มี hilum สีน้ำตาล น้ำหนักเมล็ด

ต่อ 100 เมล็ด เท่ากับ 14.5 กรัม มีน้ำมัน 20% และโปรตีน 43.8% เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 97 วัน
ทนทานต่อโรคราสนิมตอบสนองต่อปุ๋ยได้ดีและมีผลผลิตต่อไร่สูง ถ้าปลูกในฤดูแล้งจะได้ผลผลิต
ประมาณ 252 กิโลกรัมต่อไร่ และถ้าปลูกในฤดูฝนจะได้ผลผลิตประมาณ 236 กิโลกรัมต่อไร่

2.4 หลักการ แนวคิด เกี่ยวกับต้นทุน

ชมพูช (2555) ได้กล่าวถึง ต้นทุน (cost) หมายถึง มูลค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไปเพื่อให้ได้
สินค้าหรือบริการ โดยมูลค่านั้นสามารถวัดได้เป็นหน่วยเงินตรา ซึ่งเป็นลักษณะของการลดลงใน
สินทรัพย์หรือเพิ่มขึ้นในหนี้สิน ต้นทุนที่เกิดขึ้นอาจจะให้ประโยชน์ในปัจจุบันหรือในอนาคตก็ได้ เมื่อ
ต้นทุนที่เกิดขึ้นแล้วและกิจการได้ใช้ประโยชน์ไปแล้ว ต้นทุนนั้นถือว่าเป็น ค่าใช้จ่าย (Expenses) ดังนั้น
ค่าใช้จ่ายจึงหมายถึงต้นทุนที่ได้ให้ประโยชน์และกิจการได้ใช้ประโยชน์ทั้งหมดไปแล้วในขณะนั้น และ
สำหรับต้นทุนกิจการที่สูญเสียไป แต่จะให้ประโยชน์แก่กิจการในอนาคตเรียกว่า สินทรัพย์ (Assets)

2.4.1 การจำแนกประเภทของต้นทุน

ต้นทุนต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำต้นทุนไปใช้ในการ
วางแผนและตัดสินใจ การเลือกใช้ต้นทุนที่เหมาะสมกับสถานการณ์ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุด การนำ
ต้นทุนไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ก็อาจทำให้การตัดสินใจผิดพลาดได้ ต้นทุนสามารถจำแนกได้ตามลักษณะ
ต่างๆดังนี้ (สุขใจ, 2554)

2.4.1.1 การจำแนกต้นทุนตามลักษณะส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

ส่วนประกอบของต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ แต่ละชนิดจะ
ประกอบด้วยวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต ถ้าพิจารณาในด้านทรัพยากรที่เป็น
ส่วนประกอบของสินค้าแล้ว ประกอบด้วย

1) วัตถุดิบ (Materials) วัตถุดิบนับว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญของการผลิตสินค้า
หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปโดยทั่วไป ซึ่งต้นทุนที่เกี่ยวกับการใช้วัตถุดิบในการผลิตสินค้าอาจจะถูกแบ่ง
ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1) วัตถุดิบทางตรง (Direct materials) หมายถึง วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการ
ผลิต และสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าใช้ในการผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งในปริมาณและต้นทุนเท่าใด
รวมทั้งจัดเป็นวัตถุดิบส่วนใหญ่ที่ใช้ผลิตสินค้าชนิดนั้นๆ เช่น ไม้แปรรูป จัดเป็นวัตถุดิบทางตรงของการ
ผลิตเฟอร์นิเจอร์

1.2) วัตถุดิบทางอ้อม (Indirect materials) หมายถึง วัตถุดิบต่างๆที่เกี่ยวข้อง
โดยทางอ้อมกับการผลิตสินค้า แต่ไม่ใช่วัตถุดิบหลักหรือวัตถุดิบส่วนใหญ่ เช่น ตะปู กาว กระดาษทราย
ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของการทำเครื่องหนังหรือเฟอร์นิเจอร์ โดยปกติแล้ววัตถุดิบทางอ้อม อาจเรียกว่า
“วัสดุโรงงาน” ซึ่งจะถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายการผลิตชนิดหนึ่ง

2) ค่าแรงงาน (Labor) หมายถึง ค่าจ้างหรือผลตอบแทนที่ให้แก่ลูกจ้าง หรือ
คนงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้า โดยปกติแล้วค่าแรงงานจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
ค่าแรงงานทางตรง (Direct labor) และค่าแรงงานทางอ้อม (Indirect labor)

2.1) ค่าแรงงานทางตรง (Direct labor) หมายถึง ค่าแรงงานต่างๆที่จ่ายให้แก่ลูกจ้างที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าสำเร็จรูปโดยตรง รวมทั้งเป็นค่าแรงงานที่มีจำนวนมากเมื่อเทียบกับค่าแรงงานทางอ้อมในการผลิตสินค้าหน่วยหนึ่งๆ และจัดเป็นค่าแรงงานส่วนสำคัญในการแปรรูปวัตถุดิบให้เป็นสินค้าสำเร็จรูป

2.2) ค่าแรงงานทางอ้อม (Indirect labor) หมายถึง ค่าแรงงาน ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าที่ใช้ในการผลิตสินค้า เช่น เงินเดือนผู้ควบคุมโรงงาน พนักงานตรวจสอบคุณภาพ ตลอดจนต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับคนงาน เช่น ค่าภาษีที่ออกให้ลูกจ้าง สวัสดิการต่างๆ เป็นต้น ซึ่งค่าแรงงานอ้อมเหล่านี้ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายการผลิต

3) ค่าใช้จ่ายการผลิต (Manufacturing Overhead) หมายถึง แหล่งรวบรวมค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าซึ่งนอกเหนือจากวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง เช่น วัตถุดิบทางอ้อม ค่าแรงงานทางอ้อม ค่าใช้จ่ายในการผลิตทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคา ดังนั้นค่าใช้จ่ายการผลิตถือเป็นที่ยรวมของค่าใช้จ่ายในการผลิตทางอ้อมต่างๆ บางกรณีก็มีการเรียกค่าใช้จ่ายการผลิตในชื่ออื่นๆ เช่น ต้นทุนผลิตทางอ้อม เป็นต้น

2.4.1.2 การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรม

การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรมนี้ เรียกว่า “การจำแนกต้นทุนตามพฤติกรรมของต้นทุน” (Cost Behavior) ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ คือ เป็นการวิเคราะห์จำนวนของต้นทุนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิตหรือระดับของกิจกรรมที่เป็นตัวผลักดันให้เกิดต้นทุนในการผลิตทั้งที่เกี่ยวกับการวางแผน การควบคุม การประเมิน และวัดผลการดำเนินงาน การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับระดับของกิจกรรม สามารถจำแนกต้นทุนได้ 3 ชนิด คือ ต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผสม

1) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) หมายถึง ต้นทุนที่จะมีต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงไปตามสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงในระดับกิจกรรมหรือปริมาณการผลิตในขณะที่ต้นทุนต่อหน่วยจะคงที่เท่าๆกันทุกหน่วย โดยทั่วไปแล้วต้นทุนผันแปรจะสามารถควบคุมได้โดยแผนกหรือหน่วยงานที่ทำให้เกิดต้นทุนผันแปรนั้น ในเชิงบริหารต้นทุนผันแปรจะเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการตัดสินใจของฝ่ายบริหาร

2) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) หมายถึง ต้นทุนรวมที่มีได้เปลี่ยนแปลงไปตามระดับของการผลิตในช่วงของการผลิตระดับหนึ่ง แต่ต้นทุนคงที่ต่อหน่วยก็จะเปลี่ยนแปลงในทางลดลงถ้าปริมาณการผลิตเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ต้นทุนคงที่ยังแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่อีก 2 ลักษณะ คือ ต้นทุนคงที่ระยะยาว (Committed Fixed Cost) เป็นต้นทุนคงที่ ที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในระยะสั้น เช่น สัญญาเช่าระยะยาว ค่าเสื่อมราคา เป็นต้น และต้นทุนคงที่ระยะสั้น จัดเป็นต้นทุนคงที่ที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวจากการประชุมหรือการตัดสินใจของผู้บริหาร เช่น ค่าโฆษณา ค่าใช้จ่ายในการค้นคว้าและวิจัย

3) ต้นทุนผสม (Mixed Cost) หมายถึง ต้นทุนที่มีลักษณะของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรรวมอยู่ด้วยกัน ในช่วงของการดำเนินกิจกรรมที่มีความหมายต่อการตัดสินใจโดยต้นทุนผสมนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ต้นทุนกึ่งผันแปร และต้นทุนกึ่งคงที่หรือต้นทุนเชิงขั้น

3.1) ต้นทุนกึ่งผันแปร (Semi Variable Cost) หมายถึง ต้นทุนที่จะมีต้นทุนส่วนหนึ่งคงที่ทุกระดับของกิจกรรม และมีต้นทุนอีกส่วนหนึ่งจะผันแปรไปตามระดับของกิจกรรม เช่น ค่าโทรศัพท์ ค่าโหลสาร เป็นต้น

3.2) ต้นทุนกึ่งคงที่ (Semi Fixed Cost) หมายถึง ต้นทุนที่จะมีจำนวนคงที่ ณ ระดับกิจกรรมหนึ่ง และจะเปลี่ยนไปคงที่ในอีกระดับกิจกรรมหนึ่ง เช่น เงินเดือน ผู้ควบคุมคนงาน ค่าเช่าบางลักษณะ (อนุรักษ์, 2554)

2.4.1.3 การจำแนกต้นทุนตามหน้าที่งานหรือตามแผนกที่เกิดต้นทุน

เป็นการจำแนกโดยการพิจารณาต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานหรือปฏิบัติงานของหน้าที่งานฝ่ายต่างๆ ของแต่ละแผนกที่ทำตามงานที่ได้รับมอบหมาย จึงแบ่งต้นทุนส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนการผลิตสินค้ากับต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต

1) ต้นทุนการผลิต หมายถึง ต้นทุนที่เกี่ยวกับการผลิตสินค้า เพื่อแปรสภาพวัตถุดิบให้เป็นสินค้าสำเร็จรูปออกมาเพื่อจำหน่าย ซึ่งก็คือต้นทุนผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ต้นทุนแรงงานทางตรง และต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิต

2) ต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต หมายถึง ต้นทุนที่เกิดจากการดำเนินงานของส่วนที่ได้ทำการผลิตสินค้า เป็นต้นทุนที่มีการสนับสนุนให้มีการขายสินค้า แบ่งออกได้เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการขายและค่าใช้จ่ายในการบริหารทั่วไป เช่น ค่าโฆษณา ค่านายหน้าพนักงานขาย เงินเดือนพนักงาน วัสดุสำนักงาน เป็นต้น

2.4.1.4 การจำแนกต้นทุนตามงวดบัญชีจากช่วงเวลาที่ทำกำไร

เป็นการวัดผลการดำเนินงานสำหรับงวดบัญชีหนึ่ง โดยเปรียบเทียบรายได้และค่าใช้จ่ายของงวดบัญชีเดียวกัน จึงมีการพิจารณาว่าต้นทุนจำนวนใดได้ประโยชน์ และหากหมดประโยชน์จะตัดเป็นค่าใช้จ่ายประจำงวด แต่หากจำนวนใดยังไม่หมดประโยชน์ถือเป็นสินทรัพย์ยกไปงวดหน้า สามารถจำแนกเป็นต้นทุนผลิตภัณฑ์และต้นทุนตามงวดเวลา

1) ต้นทุนผลิตภัณฑ์ หมายถึง ต้นทุนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นต้น ทุนที่ใช้แล้วมิได้หมดไปแต่จะแสดงอยู่ในรูปของต้นทุนการผลิตหรือต้นทุนผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ต้นทุนแรงงานทางตรง และต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิต

2) ต้นทุนตามงวดเวลา หมายถึง ต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต เป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่มีได้เกิดขึ้นโดยตรงทางการผลิตสินค้า เป็นต้นทุนที่ใช้แล้วหมดไปในแต่ละงวด เช่น เงินเดือนพนักงาน ค่าโฆษณา ค่านายหน้า และค่าเสื่อมราคา เป็นต้น

2.4.1.5 การจำแนกต้นทุนตามความสัมพันธ์กับการผลิต

มีวัตถุประสงค์ในการจำแนกต้นทุนเพื่อใช้ในการวางแผนและการควบคุมมากกว่าที่จะจำแนกเพื่อคำนวณต้นทุนของสินค้า คือ ต้นทุนขั้นต้นกับต้นทุนแปรสภาพ

1) ต้นทุนขั้นต้น หมายถึง ต้นทุนที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของการผลิต ประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบทางตรงและต้นทุนแรงงานทางตรง ซึ่งต้นทุนขั้นต้นจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการผลิต

2) ต้นทุนแปรสภาพ หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการแปรสภาพวัตถุดิบไปเป็นสินค้าสำเร็จรูป ประกอบด้วยต้นทุนแรงงานทางตรงและค่าใช้จ่ายในการผลิต

2.4.1.6 การจำแนกต้นทุนตามวัตถุประสงค์ของหน่วยต้นทุน

เป็นการจำแนกโดยพิจารณาถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นว่าสามารถระบุต้นทุนเข้าหน่วยวัดต้นทุนได้ชัดเจน เช่น ผลិតภัณฑ์หรือสายผลิตภัณฑ์หรือค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องจักรเป็นต้นทุนของแผนกผลิต

1) ต้นทุนทางตรง หมายถึง ต้นทุนที่สามารถระบุต้นทุนหรือติดตามเข้าหน่วยวัดต้นทุนได้ง่ายและชัดเจน เช่น ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง และแรงงานทางตรงที่ใช้ในการผลิตงานหน่วยใดหน่วยหนึ่ง หรือค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นในการผลิตของหน่วยงานนั้นโดยตรงอาจวัดเป็นจำนวนหน่วยหรือจำนวนเงินได้

2) ต้นทุนทางอ้อม หมายถึง ต้นทุนที่ไม่สามารถติดตามเข้าหน่วยวัดต้นทุนได้ง่ายหรือไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าเกิดจากการผลิตสินค้าชนิดใด หน่วยใด เนื่องจากต้นทุนเหล่านี้เกิดจากหน่วยวัดต้นทุนหลายหน่วย ให้ประโยชน์แก่สินค้าหลายชนิด หลายหน่วยงาน เช่น ค่าไฟฟ้าโรงงาน เงินเดือนผู้ควบคุมงาน ค่าเสื่อมราคาอาคารโรงงาน

2.4.1.7 จำแนกต้นทุนตามลักษณะของความรับผิดชอบ

เป็นการจำแนกต้นทุนที่เกิดขึ้นในหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยมีหัวหน้ารับผิดชอบในจำนวนต้นทุนชนิดนี้ เช่น แผนกผลิต รับผิดชอบต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการผลิตสินค้า ได้แก่ ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิต

1) ต้นทุนที่ควบคุมได้ หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่สามารถระบุ และกำหนดได้ว่าหน่วยงานใดหรือบุคคลใดเป็นผู้รับผิดชอบ และสามารถกำหนดสั่งการให้เพิ่มต้นทุนลงได้จากการตัดสินใจของหน่วยงานหรือบุคคลนั้น เช่น ผู้จัดการโรงงานสามารถควบคุมต้นทุนการผลิตที่เกิดจากการใช้วัตถุดิบ แรงงาน และค่าใช้จ่ายการผลิตได้

2) ต้นทุนที่ควบคุมไม่ได้ หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่สามารถกำหนดได้หรืออยู่ภายใต้อำนาจการสั่งการนั้นได้ และไม่สามารถควบคุมต้นทุนประเภทนี้ให้เพิ่มขึ้น หรือลดลงได้

2.4.1.8 การจำแนกต้นทุนตามลักษณะการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อการตัดสินใจ

เป็นการจำแนกต้นทุนของการวิเคราะห์ต้นทุนตามปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อการตัดสินใจ ซึ่งเป็นหน้าที่ที่สำคัญของผู้บริหาร คือ การตัดสินใจในการดำเนินงานของธุรกิจซึ่งบางครั้งอาจจะต้องประสบกับปัญหาต่างๆเกิดขึ้น ทั้งปัญหาประจำวันหรือปัญหาเฉพาะหน้า ผู้บริหารจึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลต้นทุนเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด สามารถจำแนกเป็นต้นทุนส่วนต่าง ต้นทุนค่าเสียโอกาส ต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ และต้นทุนจน

2.5 หลักการ แนวคิด เกี่ยวกับผลตอบแทน

การลงทุนทั้งในด้านธุรกิจ ในหลักทรัพย์หรือในอสังหาริมทรัพย์ ผู้ลงทุนมีจุดมุ่งหวังที่จะได้จากการลงทุน ก็คือ ผลตอบแทนหรืออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนนั้น ซึ่งคำว่าอัตราผลตอบแทนนี้อาจ

หมายถึง อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์รวม อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุนระยะยาว อัตราผลตอบแทนจากส่วนของผู้ถือหุ้นสามัญ และอัตราผลตอบแทนจากโครงการลงทุนเฉพาะโครงการ ซึ่งแต่ละอย่างจะมีรูปแบบการวัดที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้ และยังช่วยในการตัดสินใจลงทุน วางแผน ควบคุม และปรับปรุงการดำเนินงาน (เพชรี, 2554)

2.5.1 อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน

อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน (Return on Investment : ROI) เป็นเกณฑ์ในการวัดการปฏิบัติงานที่มีความสำคัญมาก เช่น วัดจากการเปลี่ยนแปลงในยอดขาย เปลี่ยนแปลงในกำไร หรือวัดจากผลผลิตที่ได้ การวัดแต่ละอย่างมิได้เป็นเกณฑ์วัดที่สมบูรณ์ ถ้ายอดขายเพิ่มแสดงว่าการปฏิบัติงานทำได้ดี แต่การเพิ่มยอดขายอาจเป็นผลเสียให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น เช่น เสียส่วนลดสูงเกิดจากการลดราคา ดังนั้น เกณฑ์การวัดที่ดีควรวัดจากกำไร ซึ่งกำไรมากน้อยเพียงใด จะเปรียบเทียบกับกำไรที่หาได้กับขนาดของเงินที่ลงทุน ดังนั้นวิธีการวัดการปฏิบัติงานของธุรกิจด้วยกำไรสุทธิต่อเงินลงทุนในสินทรัพย์ที่ก่อให้เกิดรายได้จึงเป็นวิธีที่ใช้ได้ดี

สูตรในการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุนมี ดังนี้ (เพชรี, 2554)

$$\text{อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน} = \frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{สินทรัพย์รวม}} \times 100$$

เงินลงทุนในที่นี้มีได้หลายความหมาย การวัดผลตอบแทนจึงขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการวัด เป็นต้นว่า วัดผลตอบแทนจากสินทรัพย์รวม ผลตอบแทนจากเงินลงทุนระยะยาว หรือผลตอบแทนจากส่วนของผู้ถือหุ้น เป็นต้น

2.5.1.1 สินทรัพย์รวม อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์รวมเป็นวิธีวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานที่ดีที่สุดของธุรกิจ เป็นการวัดผลตอบแทนจากสินทรัพย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในธุรกิจ

2.5.1.2 เงินลงทุนระยะยาว (หนี้สินระยะยาว + ส่วนของผู้ถือหุ้น) อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุนระยะยาว ผู้ที่สนใจในอัตราผลตอบแทนนี้มี 2 ฝ่าย ซึ่งต่างก็เป็นผู้ให้เงินลงทุนระยะยาว ได้แก่ เจ้าหนี้ระยะยาว และผู้ถือหุ้น

2.5.1.3 ส่วนของผู้ถือหุ้น เป็นอัตราผลตอบแทนจากส่วนของผู้ถือหุ้น ซึ่งอัตราส่วนนี้ผู้ที่ใช้ประโยชน์ก็คือผู้ถือหุ้น เป็นเครื่องวัดว่าผู้ลงทุนจะได้ผลตอบแทนจากเงินลงทุนส่วนนี้เท่าไร

2.5.1.4 กำไรที่นำมาใช้ในการคำนวณเป็นกำไรจากการดำเนินงาน กำไรก่อนภาษี หรือกำไรสุทธิ ซึ่งจะใช้กำไรตัวใดนั้นขึ้นอยู่กับอัตราผลตอบแทนที่ต้องการคำนวณหา

2.5.1.5 เป้าหมายในการใช้อัตราผลตอบแทนจากเงินลงทุน การปฏิบัติงานอย่างประหยัดเป็นเป้าหมายแรกของธุรกิจที่จะต้องถือปฏิบัติประสิทธิภาพในการปฏิบัติและดำเนินงานจะเป็นตัวกำหนดความอยู่รอดทางการเงินของธุรกิจนั้น จึงเป็นตัวดึงดูดใจเจ้าของเงินลงทุนจากแหล่งต่างๆ และให้ผลตอบแทนแก่เจ้าของเงินลงทุนเหล่านั้นอย่างเพียงพอ ดังนั้นอัตราผลตอบแทนจึงเป็นตัววัดการดำเนินงานของธุรกิจ ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความมีประสิทธิภาพในการบริหารของฝ่ายบริหาร และใช้เป็นเครื่องมือในการคาดคะเนกำไร

2.5.2 อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์รวม

อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์รวม (Return on Assets : ROA) ในหมวดของการวัดประสิทธิภาพในการบริหารงานของฝ่ายบริหาร เรียกอีกชื่อว่า อัตราความสามารถในการหากำไร เป็นการวัดการใช้ประโยชน์จากสินทรัพย์ที่มีอยู่ว่าใช้ได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากสูตร (เพชรี, 2554)

$$\text{อัตราผลตอบแทนจากสินทรัพย์รวม} = \frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{สินทรัพย์รวม}} \times 100$$

2.5.3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

2.5.3.1) การวิเคราะห์ต้นทุน

การวิเคราะห์พฤติกรรมต้นทุน (Cost Behavior Analysis) เป็นการวิเคราะห์ผลที่ต้นทุนตอบสนองการเปลี่ยนแปลงปริมาณกิจกรรมการผลิต ณ ระดับต่างๆ เนื่องจากต้นทุนต่อหน่วยจะผันแปรไปเมื่อปริมาณการผลิตเปลี่ยนแปลง เพราะต้นทุนบางส่วนที่เป็นต้นทุนคงที่ ไม่ว่าปริมาณการผลิตจะมากหรือน้อยเพียงใด ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยเปลี่ยนแปลงไป ในที่นี้พิจารณาจากต้นทุนผันแปร (Variable cost) ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) ต้นทุนกึ่งคงที่ (Semi-fixed cost) (อดิศร, 2552)

1) ต้นทุนผันแปร (Variable cost) หมายถึง ต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงโดยตรงกับระดับการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป

2) ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) หมายถึงต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามยอดผลิตโดยตรง ไม่ว่าปริมาณการผลิตจะมากหรือน้อย เช่น

3) ต้นทุนกึ่งคงที่ (Semi-fixed cost) ต้นทุนคงที่นั้น แม้จะไม่แปรผันตามปริมาณการผลิต แต่ถ้าต้องการเพิ่มกำลังการผลิตมากขึ้น ต้องเสียค่าใช้จ่ายเช่าโรงงานเพิ่ม ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยเพิ่มขึ้นได้

4) ต้นทุนรวม (Total cost) หมายถึง ต้นทุนผันแปรกับต้นทุนคงที่เป็นต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริง

2.5.3.2) การวิเคราะห์ต้นทุน ปริมาณ และกำไร

การวิเคราะห์ต้นทุน ปริมาณ และกำไร หมายถึง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของต้นทุน ปริมาณ และกำไร ที่ได้จากการดำเนินงาน ประโยชน์ของการวิเคราะห์ทำให้ทราบผลการดำเนินงาน ราคาขาย จุดคุ้มทุนของการผลิตสินค้า และทราบแนวทางการกำหนดราคาสินค้า เพื่อให้ได้กำไรตามที่ต้องการสิ่งเหล่านี้ผู้วิเคราะห์จะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของต้นทุนที่ผันแปรตามยอดขาย ต้นทุนคงที่ ซึ่งแปรเปลี่ยนตามยอดขาย และปริมาณขาย โดยมีปัจจัยที่ควรทราบดังนี้

1) กำไรขั้นต้น (Contribution margin) หมายถึง ผลต่างของยอดขายสุทธิกับต้นทุนผันแปร

2) กำไรขั้นต้นต่อหน่วย (Contribution margin per unit) หมายถึง การพิจารณาผลต่างของยอดขายสุทธิต่อหน่วยกับต้นทุนผันแปร แต่คิดบนอัตราต่อหน่วย

2.5.3.3) การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

จุดคุ้มทุน (Break even point) หมายถึง จุดขายแสดงในรูปปริมาณหน่วยขาย หรือราคาขายรวม ณ จุดที่ไม่เกิดผลกำไรหรือขาดทุน หากพิจารณาจะพบว่า ณ จุดคุ้มทุน คือการที่ กิจการจะต้องขายเพื่อให้ยอดขายครอบคลุมทั้งต้นทุนผันแปรที่เกิดขึ้นทุกๆหน่วยที่ขาย และขายด้วย ปริมาณมากพอที่กำไรเกิดขึ้นแต่ละหน่วยเมื่อรวมกันแล้วมีมูลค่าเท่ากับต้นทุนคงที่ทั้งหมดจึงทำให้เกิด การเสมอตัว และไม่ขาดทุนหรือกำไร

การคำนวณหาจุดคุ้มทุนสามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (เฉลิมขวัญ, 2554)

$$\text{ปริมาณขาย ณ จุดคุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่รวม}}{\text{ราคาต่อหน่วย} - \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}}$$

2.5.3.4) การวิเคราะห์ผลตอบแทน

งบกำไรเป็นการแสดงถึงผลการดำเนินงานของธุรกิจสำหรับช่วงเวลาหนึ่งการ วิเคราะห์รายละเอียดของแต่ละรายการที่สำคัญๆ จะสังเกตว่ารายการสำคัญๆที่ดังนี้ คือ ยอดขาย ต้นทุน ขาย กำไรขาดทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน กำไรจากการดำเนินงาน และกำไรสุทธิ (เพชร, 2554) ยอดขายที่ปรากฏในงบกำไรขาดทุน เป็นรายการแสดงรายได้ของธุรกิจที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ผลต่าง ระหว่างยอดขายกับต้นทุนขายและค่าใช้จ่ายดำเนินงาน ก็คือกำไรจากการดำเนินงาน โดยปกติเมื่อ ยอดขายเพิ่มขึ้นกำไรจากการดำเนินงานมักเพิ่มขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามการที่ยอดขายเพิ่มขึ้นไม่ได้ หมายความว่ากำไรจากการดำเนินงานจะเพิ่มขึ้นเสมอไป ถ้าอัตราการเพิ่มขึ้นของต้นทุนและค่าใช้จ่าย การดำเนินงานเพิ่มขึ้นในอัตราที่เร็วกว่าอัตราเพิ่มของยอดขาย ในทางตรงกันข้ามเมื่อยอดขายของธุรกิจ ลดลง ไม่ได้หมายความว่ากำไรจากการดำเนินงานจะลดลงเสมอไป อย่างไรก็ตามยอดขายยังเป็นตัววัด สถานภาพของธุรกิจนั้นว่ามีพลังมากน้อยเพียงใด

อัตราส่วนต้นทุนขายต่อขายสุทธิ สะท้อนให้เห็นว่ายอดขายบริสุทธิ์ 100 บาท เป็น ต้นทุนสินค้าที่เท่าใด (เพชร, 2554)

$$\text{อัตราส่วนต้นทุนขายต่อขายสุทธิ} = \frac{\text{ต้นทุนขาย}}{\text{ขายสุทธิ}} \times 100$$

2.5.3.5) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของกำไรขั้นต้น

เป็นการเน้นวิเคราะห์เฉพาะช่วงก่อนกำไรขั้นต้น ได้แก่ ยอดขาย และต้นทุนขาย ซึ่งปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกำไรขั้นต้นนั้นอาจเนื่องมาจากราคาขายต่อหน่วย จำนวนหน่วย และต้นทุนต่อหน่วย เป็นต้น ถ้าบริษัทมีสินค้าเพียงชนิดเดียว งบกำไรขาดทุนเฉพาะส่วนกำไรขั้นต้นจะ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจาก ยอดขาย ราคาขาย และต้นทุนสินค้าที่ขายของสินค้านั้น หรือจะกล่าวย่อๆว่า

1) ยอดขายเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจาก การเปลี่ยนแปลงจำนวนหน่วยขาย และราคาขายของสินค้านั้น

2) ต้นทุนขายเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจำนวนหน่วยขาย และต้นทุนของสินค้านั้น

2.5.3.6) การวิเคราะห์กำไรจากการดำเนินงาน

เป็นการวิเคราะห์กำไรขั้นต้นกับกำไรจากการดำเนินงาน รายงานที่วิเคราะห์ระหว่างช่วงนี้ คือ ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน ซึ่งค่าใช้จ่ายดำเนินงานนี้ไปประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการขาย ค่าใช้จ่ายในการบริหาร และค่าใช้จ่ายทั่วไป เมื่อนำกำไรขั้นต้นหักด้วยค่าใช้จ่ายดำเนินงานก็จะได้กำไรจากการดำเนินงาน

อัตราส่วนกำไรจากการดำเนินงานต่อขายสุทธิ อัตราส่วนนี้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการหากำไรเมื่อเทียบกับยอดขาย (เพชรี, 2554)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณอัตราส่วนกำไรจากการดำเนินงานต่อขายสุทธิดังนี้

$$\text{อัตราส่วนกำไรจากการดำเนินงานต่อขายสุทธิ} = \frac{\text{กำไรจากการดำเนินงาน}}{\text{ขายสุทธิ}} \times 100$$

100

2.5.3.7) การวิเคราะห์ความสามารถในการทำกำไร

อัตราส่วนวัดความสามารถในการทำกำไร เป็นอัตราส่วนที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพในการหารายได้ให้กับธุรกิจ ประกอบด้วยอัตราส่วนสำคัญ ดังนี้

1) อัตราส่วนกำไรขั้นต้น (Gross Profit Margin) เป็นอัตราส่วนที่เปรียบเทียบกำไรขั้นต้นกับยอดขาย เป็นการประเมินถึงความสามารถขั้นต้นของธุรกิจว่ามีความสามารถทำกำไรเบื้องต้นมากน้อยเพียงใด สูตรที่ใช้ในการคำนวณอัตราส่วนกำไรจากการดำเนินงาน สูตรที่ใช้ในการคำนวณอัตราส่วนกำไรจากการดำเนินงานต่อขายสุทธิ มีดังนี้ (เฉลิมขวัญ, 2554)

$$\text{อัตราส่วนกำไรขั้นต้น} = \frac{\text{กำไรจากการดำเนินงาน}}{\text{ขายสุทธิ}} \times 100$$

$$\text{อัตราส่วนกำไรขั้นต้น} = \frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{ยอดขาย}} \times 100$$

อัตราส่วนกำไรสุทธิ (Net Profit Margin) เป็นการเปรียบเทียบระหว่างยอดขายกับกำไรสุทธิ เพื่อประเมินผลกำไรที่หักค่าใช้จ่ายทุกรายการแล้ว

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่ดำเนินการวิจัย

ณ ตำบลบ่อทอง อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก

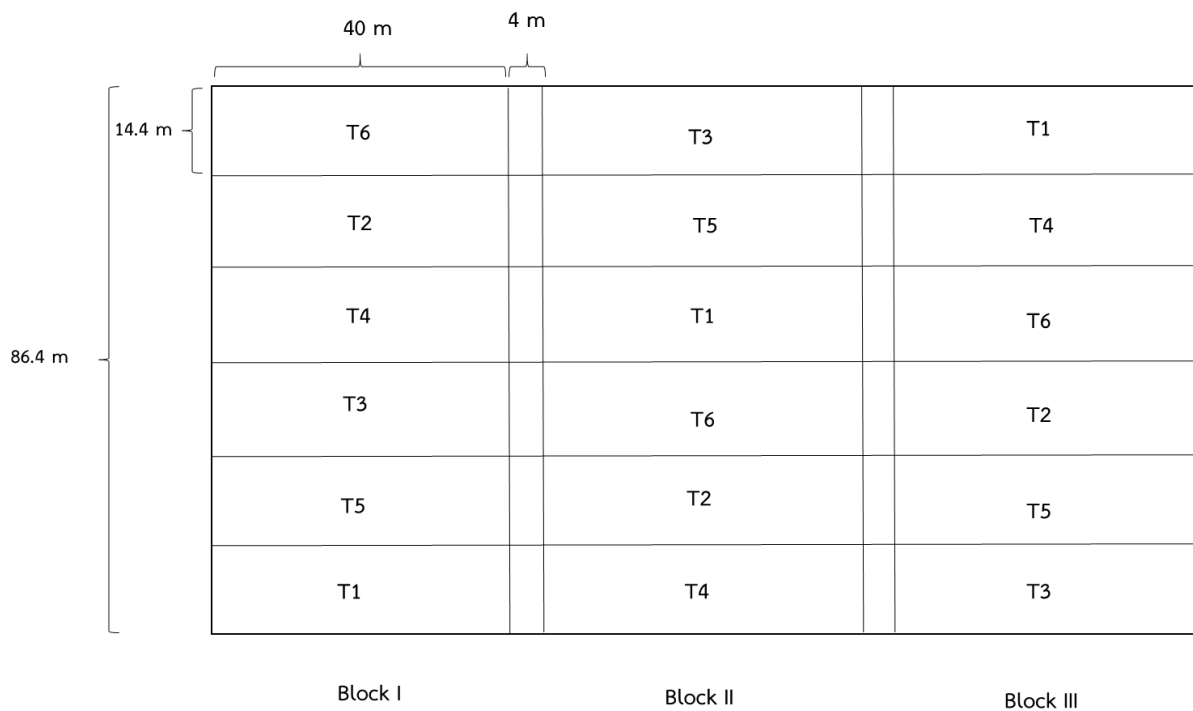
3.2 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD 3 ซ้ำ มี 6 กรรมวิธีการทดลอง คือ

- 1) อ้อยอย่างเดียวยระยะปลูก 1.5 เมตร (กรรมวิธีควบคุม 1 อ้างอิงจากระยะปลูกที่ชาวไร่นิยมปลูกใน จ.พิษณุโลก และเป็นระยะที่โรงงานส่งเสริมการปลูก))
- 2) อ้อยอย่างเดียวยระยะปลูก 1.80 เมตร (กรรมวิธีควบคุม 2)
- 3) อ้อยแซมถั่วเขียว 2 แถว (50 x 20 เซนติเมตร) ระยะปลูกอ้อย 1.80 เมตร ถั่วเขียวระยะปลูกห่างจากแถวอ้อย 20-30 เซนติเมตร (เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับล้อรถแทรกเตอร์ และรถเกี่ยว) ระยะระหว่างต้น 5-10 เซนติเมตร (ภาพที่ 2.1)
- 4) อ้อยแซมถั่วเหลือง 2 แถว (50 x 20 เซนติเมตร) ระยะปลูกอ้อย 1.80 เมตร ถั่วเขียวระยะปลูกห่างจากแถวอ้อย 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 5-10 เซนติเมตร (ภาพที่ 2.1)
- 5) ถั่วเขียวอย่างเดียว ระยะปลูกเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 3 (ภาพที่ 2.2)
- 6) ถั่วเหลืองอย่างเดียว ระยะปลูกเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 4 (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.1 แปลงปลูกอ้อยภายใต้โครงการย่อยที่ 2 ซึ่งปลูกอ้อยวันที่ 27 พ.ย. 60



ภาพที่ 2.2 แสดงผังการทดลองโครงการย่อยที่ 2 แปลงปลูกพืชแซม



ภาพที่ 2.3 แสดงผังแปลงจากมุมสูง

3.3 การเตรียมพื้นที่ทดลอง

- ไถเตรียมดินลึก 50 เซนติเมตร ยกร่องกว้าง 1.50 หรือ 1.80 เมตร ลึก 30 เซนติเมตร โดยใช้โรตารี มินิคอมบาย แบ่งแปลงย่อยตามกรรมวิธีการทดลองข้างต้น เก็บตัวอย่างชุดดินลึก 0- 15 เซนติเมตร และ 15 – 30 เซนติเมตร จำนวนอย่างน้อย 4 จุด เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนการทดลอง

- ปลุกอ้อยด้วยท่อนพันธุ์ด้วยเครื่องปลุกอ้อยแบบแถวคู่ กำหนดระยะระหว่างแถวตามกรรมวิธีการทดลอง รองพื้นด้วยปุ๋ยสูตร 16-10-16 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยรองพื้นพร้อมปลุกอ้อยด้วยเครื่องปลุกอ้อยแบบ ไฮดรัสปิด ร่องเดียว (ช่องใส่อ้อย 2 ช่อง) HSP

- พ่นสารกำจัดวัชพืช pendimethalin อัตรา 200 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่ ด้วยเครื่องพ่นสารติดท้ายแทรกเตอร์

- ปลุกพืชแซมแต่ละชนิดลงไปในช่วงแถวอ้อยตามแผนการทดลอง หลังการปลุกอ้อย 1 เดือน (ภาพที่ 2.1)

- การใส่ปุ๋ยพืชแซม ใส่ครั้งเดียวคือปุ๋ยรองพื้น ตามเอกสารคำแนะนำการปลุกพืชแซมนั้น

- ดูแล ป้องกันกำจัด โรคแมลง ด้วยสารกำจัดศัตรูพืชตามคำแนะนำจากกรมวิชาการเกษตร

- การให้น้ำพืชแซม โดยให้น้ำแบบน้ำหยด หลังจากปลุกพืชแซมทันที

3.4 การเก็บข้อมูล

วัชพืช

- สุ่มเก็บจำนวนโดยแยกกลุ่มวัชพืช ได้แก่ กลุ่มหญ้า ใบกว้าง และกก โดยใช้ quadrat ขนาด 50 x 50 cm จำนวน 8 จุดต่อแปลง ที่ 30, 60 และ 90 วันหลังปลุกพืชแซม

พืชแซม

-การเจริญเติบโต ผลผลิต และน้ำหนักแห้ง ของพืชแซมนั้นๆ

อ้อย

1) ชนิด, ปริมาณ และน้ำหนักแห้ง วัชพืช ที่ 35, 70 และ 105 วันหลังปลูก

2) การงอกของอ้อย เดือนที่ 1 และ 2 หลังปลูก

3) ความสูงอ้อย เดือนที่ 5 – 12 หลังปลูก

4) จำนวนหน่อ (ต้น /กอ) เดือนที่ 5 – 12 หลังปลูก

5) ความยาวลำ, เส้นผ่าศูนย์กลาง, น้ำหนักลำเดี่ยว, จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ และน้ำหนัก/ไร่ เดือนที่ 12 หลังปลูก

6) ค่าความหวานในแปลง (%Brix) เดือนที่ 10, 11 และ 12 หลังปลูก

7) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตาล ได้แก่ Fiber, Brix 20 °C, Pol, CCS, Purity, Sugar yield

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งวิเคราะห์จากระดับแปลงทดลอง และส่วนที่สองวิเคราะห์จากความเป็นจริงของแปลงเกษตรกร

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทน มีดังนี้

1) ต้นทุน

1.1 ต้นทุนคงที่

- ค่าใช้ที่ดิน/ค่าเช่าที่ดิน

1.2 ต้นทุนผันแปร

- ค่าแรงงาน ประกอบด้วย ค่าแรงในการเตรียมพื้นที่ ค่าแรงในการเพาะปลูก ค่าแรงในการให้น้ำ ค่าแรงในการใส่ปุ๋ย ค่าแรงในการปราบศัตรูพืช/วัชพืช ค่าแรงในการเก็บเกี่ยว

- ค่าวัสดุ ประกอบด้วย ค่าพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าสารป้องกันกำจัดแมลง/วัชพืช/โรคพืช

- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

2) ผลตอบแทน

2.1 รายได้จากผลผลิตอ้อย

2.2 รายได้จากผลผลิตพืชแซม

3) เปรียบเทียบต้นทุน-ผลตอบแทนในการผลิตอ้อยโรงงานเชิงเดี่ยว กับการผลิตอ้อยโรงงานร่วมกับพืชแซม

3.5 แผนการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงานของการปลูกพืชถั่วเหลืองและถั่วเขียวแซมอ้อย

กิจกรรม	พ.ศ. 2560		พ.ศ. 2561										
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
เตรียมดิน	20 พ.ย.												
ปลูกอ้อยด้วยเครื่องปลูกแบบร่องเดี่ยว อัตราพันธุ์อ้อย 0.8-1 ตัน/ไร่ พร้อมใส่ปุ๋ยรองพื้น สูตร 16-10-16 อัตรา 50 กก./ไร่	27 พ.ย.												
ขุดหน้าดิน (cut away)		25 ธ.ค.											
ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช Pendimethalin+imazapic อัตรา 200 + 12 กรัม ai /ไร่ ด้วยเครื่องฉีดพ่นแบบคานติดท้ายแทรกเตอร์ ที่อัตราน้ำ 40 ลิตร/ไร่		6 ธ.ค.											
ปลูกพืชแซม ด้วยเครื่องปลูกติดท้าย รถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า แบบแถวคู่			3 ม.ค.										
ใส่ปุ๋ยสูตร อัตรา 23-3-27 อัตรา 50 กก./ไร่			6 ม.ค.										
ให้น้ำครั้งที่ 1 ด้วยสายน้ำหยด				14-15 ก.พ.									
ให้น้ำครั้งที่ 2 แบบ furrow					26-29 มี.ค.								
เก็บเกี่ยวพืชแซม						4 เม.ย.							

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิจกรรม	พ.ศ. 2560		พ.ศ. 2561										
	พ.ย.	ธ.ค.	เม.ตร.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ตร.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
ไถกลบวัชพืชด้วยจอบหมุนพรวนระหว่างแถวอ้อย ติดท้ายแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า						20 เม.ตร.ย.							
กำจัดวัชพืชระหว่างแถวด้วย ametryn อัตรา 360 กรัม ai /ไร่ ด้วยเครื่องฉีดพ่น สะพายหลัง พ่นระหว่างแถวอ้อย อัตราน้ำ 80 ลิตร/ไร่							10 พ.ค.						
วัดการเจริญเติบโตของอ้อย ได้แก่ ความสูงและจำนวนลำ							✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เก็บเกี่ยวอ้อยด้วยแรงงาน													17-20 พ.ย.

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลต่อวัชพืช

4.1.1 ผลต่อความหนาแน่นของวัชพืช

จากการทดลองปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อปริมาณวัชพืช พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยที่ระยะ 30 วันหลังปลูกอ้อย มีความหนาแน่นวัชพืชน้อยที่สุดเท่ากับ 67.00 ต้นต่อตารางเมตร รองลงมา คือ อ้อย 1.8 เมตร อ้อย 1.5 เมตร ถั่วเหลืองอย่างเดียว ถั่วเขียวอย่างเดียว และถั่วเขียวแซมอ้อย คือ 77.00, 80.33, 87.00, 121.67 และ 151.67 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ที่ระยะ 60 วันหลังปลูกอ้อย พบว่าอ้อย 1.5 เมตร มีความหนาแน่นวัชพืชน้อยที่สุด 130.67 ต้นต่อตารางเมตร รองลงมา คือถั่วเหลืองแซมอ้อย ถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 เมตร ถั่วเหลืองอย่างเดียว และถั่วเขียวอย่างเดียว คือ 170.33, 209.33, 227.00, 243.33 และ 261.67 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ และที่ระยะ 90 วันหลังปลูกอ้อย พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีความหนาแน่นของวัชพืชน้อยที่สุด 235.70 ต้นต่อตารางเมตร รองลงมา คืออ้อย 1.8 เมตร ถั่วเหลืองอย่างเดียว ถั่วเขียวแซมอ้อย ถั่วเขียวอย่างเดียว และอ้อย 1.5 เมตร คือ 275.70, 277.70, 349.30, 392.00 และ 482.30 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ทุกกรรมวิธีที่ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูกอ้อย มีปริมาณวัชพืชไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2.2)

เมื่อทำการแยกประเภทของวัชพืช พบว่าถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเขียวอย่างเดียวมีจำนวนวัชพืชประเภทกกสูงสุด 514.33 และ 501.33 ต้น ส่วนกรรมวิธีอื่น ๆ มีจำนวนวัชพืชประเภทกกไม่ต่างกันมาก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเขียวอย่างเดียวมีปริมาณวัชพืชสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ที่ระยะ 30 วันหลังปลูกอ้อย วัชพืชประเภทใบแคบ พบว่าถั่วเขียวแซมอ้อย ถั่วเขียวอย่างเดียว ถั่วเหลืองอย่างเดียว และถั่วเหลืองแซมอ้อยมีวัชพืชประเภทใบแคบไม่แตกต่างกัน คือ 62.00, 64.00, 70.67 และ 75.67 ต้น ซึ่งกรรมวิธีที่กล่าวมามีจำนวนวัชพืชน้อยกว่าอ้อย 1.5 เมตร และอ้อย 1.8 เมตร และวัชพืชประเภทใบกว้าง พบว่าถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเหลืองแซมอ้อยมีปริมาณวัชพืชประเภทใบกว้างน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ 122.00 และ 137.33 ต้น อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีมีจำนวนวัชพืชทุกประเภทไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2.3)

4.1.2 ผลต่อน้ำหนักแห้งวัชพืช

ผลการทดลอง พบว่า ถั่วเหลืองแซมอ้อยที่ 30 วันหลังปลูกอ้อย มีน้ำหนักแห้งวัชพืชน้อยที่สุด 2.24 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมา คืออ้อยอย่างเดียว 1.8 เมตร อ้อยอย่างเดียว 1.5 เมตร ถั่วเหลืองอย่างเดียว ถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเขียวอย่างเดียว มีน้ำหนักวัชพืชรวมเท่ากับ 2.91, 3.34, 3.79, 6.21 และ 6.45 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเขียวอย่างเดียวมีน้ำหนักแห้งวัชพืชสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อาจเป็นเพราะมีจำนวนวัชพืชประเภทกกสูง (ตารางที่ 2.4) ที่ระยะ 60 วันหลังปลูกอ้อย พบว่าอ้อย 1.5 เมตร มีน้ำหนักแห้งวัชพืชน้อยที่สุด 5.43 กรัมต่อตารางเมตร

รองลงมา คือถั่วเหลืองแซมอ้อย อ้อย 1.8 เมตร ถั่วเขียวแซมอ้อย ถั่วเหลืองอย่างเดียว และถั่วเขียวอย่างเดียว คือ 8.91, 9.78, 10.56, 10.85 และ 12.45 กรัมต่อตารางเมตร และที่ระยะ 90 วันหลังปลูก อ้อย พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีน้ำหนักแห้งวัชพืชน้อยที่สุด 38.62 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.5 เมตร ถั่วเหลืองอย่างเดียว อ้อย 1.8 เมตร และถั่วเขียวอย่างเดียว คือ 43.12, 54.74, 58.48, 61.86 และ 65.16 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีที่ระยะ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูกอ้อย มีน้ำหนักแห้งวัชพืชไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.2 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อความหนาแน่นของวัชพืช

กรรมวิธี	ความหนาแน่นของวัชพืช (ต้น/ตร.เมตร)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
อ้อย 1.5 เมตร	80.33	130.67	482.30
อ้อย 1.8 เมตร	77.00	227.00	275.70
อ้อย+ถั่วเขียว	151.67	209.33	349.30
อ้อย+ถั่วเหลือง	67.00	170.33	235.70
ถั่วเขียวอย่างเดียว	121.67	261.67	392.00
ถั่วเหลืองอย่างเดียว	87.00	243.33	277.70
F-test	ns	ns	ns
% CV	79.96	44.07	57.60

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2.3 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อชนิดของวัชพืช ที่ 90 วัน หลังปลูก

กรรมวิธี	ชนิดวัชพืช		
	กก	ใบแคบ	ใบกว้าง
อ้อย 1.5 เมตร	260.00b	201.67	231.67ab
อ้อย 1.8 เมตร	191.00b	160.67	228.00ab
อ้อย+ถั่วเขียว	514.33a	62.00	122.00b
อ้อย+ถั่วเหลือง	260.00b	75.67	137.33ab
ถั่วเขียวอย่างเดียว	501.33a	64.00	210.00ab
ถั่วเหลืองอย่างเดียว	273.33b	70.67	264.00a
F-test	*	ns	*
% CV	25.21	106.15	38.31

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2.4 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อน้ำหนักแห้งของวัชพืช

กรรมวิธี	น้ำหนักแห้งวัชพืช (กรัม/ตร.เมตร)		
	30 วันหลังปลูกถั่ว	60 วันหลังปลูกถั่ว	90 วันหลังปลูกถั่ว
อ้อย 1.5 เมตร	3.34	5.43	54.74ab
อ้อย 1.8 เมตร	2.91	9.78	61.86a
อ้อย+ถั่วเขียว	6.21	10.56	43.12ab
อ้อย+ถั่วเหลือง	2.24	8.91	38.62b
ถั่วเขียวอย่างเดียว	6.45	12.45	65.16a
ถั่วเหลืองอย่างเดียว	3.79	10.85	58.48ab
F-test	ns	ns	*
% CV	107.79	64.63	23.17

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.2 ผลต่อพืชแซม

4.2.1 ถั่วเขียว

4.2.1.1 ผลต่อประชากรและความหนาแน่นถั่วเขียว

ถั่วเขียวแซมอ้อยมีประชากรและความหนาแน่นถั่วไม่แตกต่างกับถั่วเขียวอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีประชากรถั่วเฉลี่ยอยู่ที่ 34.97 ต้นต่อเมตร และมีความหนาแน่นถั่วเฉลี่ยอยู่ที่ 1,398.75 ต้นต่อแถว (ตารางที่ 2.5)

4.2.1.2 ผลต่อความสูงต้นถั่วเขียว

ถั่วเขียวแซมอ้อยที่ระยะ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก มีความสูงต้นไม่แตกต่างกับถั่วเขียวอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 20.56, 23.25 และ 31.18 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.6)

4.2.1.3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเขียว

ถั่วเขียวแซมอ้อยและถั่วเขียวอย่างเดียวมีผลผลิตเมล็ดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ 74.38 และ 70.85 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนขององค์ประกอบผลผลิต พบว่าจำนวนฝักต่อต้น คือ 6.50 และ 6.29 ฝัก ตามลำดับ จำนวนฝักต่อเมตร คือ 90.58 และ 84.08 ฝัก ตามลำดับ จำนวนเมล็ด 588.17 และ 576.75 เมล็ดต่อเมตร ตามลำดับ น้ำหนัก 100 เมล็ด คือ 6.62 และ 6.43 กรัม ตามลำดับ จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวได้ คือ 32.17 และ 27.00 ต้นต่อเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ถั่วเขียวแซมอ้อยมีแนวโน้มของน้ำหนักแห้งลดลง คือ 305.28 และ 384.12 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2.7)

ตารางที่ 2.5 ผลของการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเขียวอย่างเดียวต่อประชากรและความหนาแน่นถั่วเขียว

กรรมวิธี	ประชากร (ต้น/เมตร)	ความหนาแน่น (ต้น/แถว)
อ้อย+ถั่วเขียว	36.23±4.77	1449.17±190.94
ถั่วเขียว	33.71±0.95	1348.33±37.94
P value	0.42	0.42
t-test	ns	ns

หมายเหตุ : ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Independent t-test

ตารางที่ 2.6 ผลของการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเขียวอย่างเดียวต่อความสูงต้นถั่วเขียว

กรรมวิธี	ความสูงต้น (เซนติเมตร)		
	30 วัน	45 วัน	60 วัน
อ้อย+ถั่วเขียว	21.68±6.41	24.08±6.81	32.08±10.42
ถั่วเขียว	19.43±4.36	22.41±6.78	30.28±12.66
P value	0.64	0.78	0.86
t-test	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Independent t-test

ตารางที่ 2.7 ผลของการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเขียวอย่างเดียวต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเขียว

กรรมวิธี	จำนวนต้น (ต้น/เมตร)	จำนวนฝัก (ฝัก/เมตร)	จำนวนฝัก (ฝัก/ต้น)	จำนวนเมล็ด (เมล็ด/เมตร)	น.น. 100 เมล็ด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่)	ผลผลิตเมล็ด (กก./ไร่)
อ้อย+ถั่วเขียว	32.17±12.87	90.58±38.74	6.50±3.65	588.17±297.72	6.62±0.40	305.28±133.84	74.38±3.94
ถั่วเขียว	27.00±3.44	84.08±26.71	6.29±1.81	576.75±214.34	6.43±0.19	384.12±178.69	70.85±26.33
P value	0.5	0.93	0.54	0.82	0.96	0.57	0.83
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Independent t-test

4.2.2 ถั่วเหลือง

4.2.2.1 ผลต่อประชากรและความหนาแน่นถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองแซมอ้อยมีประชากรและความหนาแน่นถั่วไม่แตกต่างกับถั่วเหลืองอย่างเดียวย่างมีนัยสำคัญ โดยมีประชากรถั่วเฉลี่ยอยู่ที่ 12.92 ต้นต่อเมตร และมีความหนาแน่นถั่วเฉลี่ยอยู่ที่ 516.67 ต้นต่อแถว (ตารางที่ 2.8)

4.2.2.2 ผลต่อความสูงต้นถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองแซมอ้อยที่ระยะ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก มีความสูงต้นไม่แตกต่างกับถั่วเหลืองอย่างเดียวย่างมีนัยสำคัญ ความสูงต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 28.00, 29.76 และ 32.23 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.9)

ตารางที่ 2.8 ผลของการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวต่อประชากรและความหนาแน่นถั่วเหลือง

กรรมวิธี	ประชากร (ต้น/เมตร)	ความหนาแน่น (ต้น/แถว)
อ้อย+ถั่วเหลือง	12.04±0.95	481.67±38.19
ถั่วเหลือง	13.79±4.93	551.67±197.36
P value	0.58	0.58
t-test	ns	ns

หมายเหตุ : ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Independent t-test

ตารางที่ 2.9 ผลของการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยเปรียบเทียบกับการปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวต่อความสูงต้นถั่วเหลือง

กรรมวิธี	ความสูงต้น (เซนติเมตร)		
	30 วัน	45 วัน	60 วัน
อ้อย+ถั่วเหลือง	28.07±1.70	30.06±0.79	31.54±3.24
ถั่วเหลือง	27.92±2.04	29.49±2.48	32.92±2.91
P value	0.93	0.72	0.61
t-test	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Independent t-test

4.2.1.3 ผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองแซมอ้อยมีผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตบางประการมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับถั่วเหลืองอย่างเดียว คือ จำนวนฝักต่อต้น คือ 22.71 และ 41.62 ฝัก ตามลำดับ จำนวนฝักต่อเมตร คือ 144.33 และ 257.67 ฝัก ตามลำดับ จำนวนเมล็ด 238.07 และ 375.73 เมล็ดต่อเมตร น้ำหนักแห้ง คือ 277.83 และ 488.97 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และผลผลิตเมล็ด คือ 66.31 และ 107.46 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนของน้ำหนัก 100 เมล็ด คือ 14.58 และ 14.98 กรัม ตามลำดับ และจำนวนต้นที่เก็บเกี่ยวได้ คือ 14.58 และ 13.42 ต้นต่อเมตร ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 2.10)

ตารางที่ 2.10 ผลของการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยเปรียบเทียบกับ การปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลือง

กรรมวิธี	จำนวนฝัก (ฝัก/ต้น)	จำนวนฝัก (ฝัก/เมตร)	จำนวนเมล็ด (เมล็ด/กรัม)	น.น. 100 เมล็ด (กรัม)	จำนวนต้น (ต้น/กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่)	ผลผลิตเมล็ด (กก./ไร่)
อ้อย+ถั่ว เหลือง	22.71±10.00	144.33±49.15	238.07±80.91	14.58±0.94	14.58±2.25	277.83±91.27	66.31±14.43
ถั่วเหลือง	41.62±12.55	257.67±70.37	375.73±90.97	14.98±0.27	13.42±1.53	488.97±127.37	107.46±26.02
P value	0.5	0.11	0.08	0.12	0.52	0.08	0.07
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Independent t-test

4.3 ผลต่ออ้อย

4.3.1 ผลต่อจำนวนหน่อที่งอก

จากการทดลองปลูกข้าวและข้าวเหนียวแซมอ้อยต่อจำนวนหน่อที่งอกของอ้อย พบว่าที่ระยะ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูกอ้อย ทุกกรรมวิธีมีจำนวนหน่อที่งอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 3.78, 3.62, 3.58 และ 3.47 หน่อ/เมตร ที่ระยะ 30 วัน หลังปลูก ของอ้อย 1.5 เมตร อ้อย 1.8 เมตร อ้อยแซมข้าว และ อ้อยแซมข้าวเหนียว ตามลำดับ ขณะที่ระยะ 45 วันหลังปลูกอ้อย พบว่าอ้อย 1.8 เมตร มีจำนวนหน่อต่อเมตรสูงสุด 7.75 หน่อ รองลงมา คือข้าวเหนียวแซมอ้อย ข้าวแซมอ้อย และอ้อย 1.5 เมตร คือ 6.63, 6.23 และ 5.30 หน่อ ตามลำดับ และที่ระยะ 60 วันหลังปลูกอ้อย พบว่าอ้อย 1.8 เมตร มีจำนวนหน่อต่อเมตรสูงสุด 11.75 หน่อ รองลงมา คือข้าวแซมอ้อย ข้าวเหนียวแซมอ้อย และอ้อย 1.5 เมตร คือ 10.37, 9.22 และ 8.30 หน่อ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีที่ระยะ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูกอ้อย มีจำนวนหน่อต่อเมตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2.11)

ตารางที่ 2.11 ผลของการปลูกข้าวและข้าวเหนียวแซมอ้อยต่อจำนวนหน่อที่งอกของอ้อย

กรรมวิธี	จำนวนหน่อ (หน่อ/เมตร)		
	30 วัน	45 วัน	60 วัน
อ้อย 1.5 เมตร	3.78	5.30	8.30
อ้อย 1.8 เมตร	3.62	7.75	11.75
อ้อย+ข้าว	3.58	6.23	10.37
อ้อย+ข้าวเหนียว	3.47	6.63	9.22
F-test	ns	ns	ns
% CV	18.48	23.26	19.48

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3.2 ผลต่อการเจริญเติบโต

4.3.2.1 ผลต่อจำนวนหน่อตอก

จากการทดลองปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อจำนวนหน่อตอก พบว่า อ้อย 1.5 เมตร ที่ระยะ 6 เดือนหลังปลูกอ้อย มีจำนวนหน่อตอกสูงกว่ากรรมวิธีอื่นเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกัน คือ 2.40 หน่อ/กอ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 เมตร และถั่วเหลืองแซมอ้อย คือ 1.90, 1.20 และ 0.70 หน่อ/กอ ตามลำดับ ส่วนที่ระยะ 7-10 เดือนหลังปลูกอ้อย ทุกกรรมวิธีมีจำนวนหน่อตอกไม่แตกต่างกัน โดยมีจำนวนหน่อตอกเฉลี่ยอยู่ที่ 0.39, 0.46, 0.43 และ 0.29 หน่อ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีที่ระยะ 6-10 เดือนหลังปลูกอ้อย มีจำนวนหน่อตอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2.12)

ตารางที่ 2.12 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อจำนวนหน่อที่ออกตอก

กรรมวิธี	จำนวนหน่อ (หน่อ/กอ)				
	เดือน หลังปลูก				
	6	7	8	9	10
อ้อย 1.5 เมตร	2.40a	0.60a	0.50a	0.30a	0.30a
อ้อย 1.8 เมตร	1.20a	0.30a	0.77a	0.63a	0.30a
อ้อย+ถั่วเขียว	1.90a	0.27a	0.43a	0.47a	0.33a
อ้อย+ถั่วเหลือง	0.70a	0.40a	0.13a	0.30a	0.23a
F-test					
% CV	103.11	62.10	79.59	109.45	72.28

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3.2.2 ผลต่อจำนวนลำต๋อกอ และจำนวนลำต่อเมตร

ถั่วเหลืองแซมอ้อย ถั่วเขียวแซมอ้อย และอ้อย 1.8 เมตร ที่ระยะ 6-8 เดือนหลังปลูกอ้อย มีจำนวนลำต๋อกอสูงกว่าอ้อย 1.5 เมตร อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนที่ระยะ 9-10 เดือนหลังปลูกอ้อย พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีจำนวนลำต๋อกอสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 6.33 และ 6.13 ลำตามลำดับ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อยมีจำนวนลำต๋อกอ 5.27 และ 5.10 ลำ ตามลำดับ และอ้อย 1.8 เมตร มีจำนวนลำต๋อกอ 4.30 และ 4.80 ลำ ตามลำดับ ส่วนอ้อย 1.5 เมตร มีจำนวนลำต๋อกอน้อยที่สุด คือ 4.03 และ 4.00 ลำ ตามลำดับ (ตารางที่ 2.13)

เมื่อนับเป็นจำนวนลำต่อเมตร พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยที่ระยะ 6 เดือนหลังปลูกอ้อยมีจำนวนลำต่อเมตรสูงสุด คือ 10.22 ลำ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 เมตร และอ้อย 1.5 เมตร คือ 9.13, 8.22 และ 7.00 ลำ ตามลำดับ ส่วนที่ระยะ 7-8 เดือนหลังปลูกอ้อย พบว่าทุกกรรมวิธีมีจำนวนลำต่อเมตรไม่แตกต่างกัน ขณะที่ระยะ 9 เดือนหลังปลูกอ้อย พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีจำนวนลำต่อเมตรสูงกว่าอ้อย 1.5 เมตร อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างกับถั่วเขียวแซมอ้อย และอ้อย 1.8 เมตร แต่ที่ระยะ 10 เดือนหลังปลูกอ้อย พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีจำนวนลำต๋อกอสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 9.87 ลำ ส่วนถั่วเขียวแซมอ้อย และอ้อย 1.8 เมตร มีจำนวนลำต่อเมตรไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอ้อย 1.5 เมตร (ตารางที่ 2.13)

ตารางที่ 2.13 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อจำนวนลำอ้อย

กรรมวิธี	จำนวนลำ (ลำ/กอ)					จำนวนลำ (ลำ/เมตร)				
	เดือน					เดือน				
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
อ้อย 1.5 เมตร	1.97b	2.37b	3.97c	4.03c	4.00c	7.00b	7.43a	7.53a	7.57b	7.62c
อ้อย 1.8 เมตร	3.27a	3.20a	4.83ab	4.30c	4.80b	8.82ab	9.07a	7.95a	8.47ab	8.62b
อ้อย+ถั่วเขียว	2.67ab	3.43a	4.93ab	5.27b	5.10b	9.13ab	9.58a	8.65a	8.58ab	8.48b
อ้อย+ถั่วเหลือง	3.27a	3.87a	5.67a	6.33a	6.13a	10.22a	9.83a	8.48a	9.72a	9.87a
F-test	*	*	*	*	*	*	ns	ns	*	*
% CV	18.18	10.72	15.2	8.27	7.65	13.29	15.97	16.15	8.71	4.25

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3.2.3 ผลต่อความสูง

ทุกกรรมวิธีที่ระยะ 4-5 เดือนหลังปลูกอ้อย มีความสูงต้นไม่แตกต่างกัน ขณะที่ระยะ 6-7 เดือนหลังปลูกอ้อย พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีความสูงต้นมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ คือ 151.65 และ 209.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 เมตร และอ้อย 1.5 เมตร มีความสูงต้นไม่แตกต่างกัน และที่ระยะ 8-10 เดือนหลังปลูกอ้อย พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีแนวโน้มของความสูงต้นเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ คือ 265.73, 314.20 และ 344.87 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2.14)

ตารางที่ 2.8 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อความสูง

กรรมวิธี	ความสูง (เซนติเมตร)						
	เดือน						
	4	5	6	7	8	9	10
อ้อย 1.5 เมตร	71.95	93.58	117.13b	180.53b	238.13	288.43	316.93
อ้อย 1.8 เมตร	80.20	109.34	144.57ab	191.96ab	262.80	304.27	329.90
อ้อย+ถั่วเขียว	69.02	92.34	128.30ab	171.62b	245.37	288.50	320.63
อ้อย+ถั่วเหลือง	82.88	119.03	151.65a	209.80a	265.73	314.20	344.87
F-test	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
% CV	18.05	15.06	11.25	6.2	9.04	7.71	5.31

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3.2.4 ผลต่อความหวานก่อนการเก็บเกี่ยว

ค่าความหวานในต้นอ้อยของแต่ละกรรมวิธีที่ 8, 10 และ 12 เดือนหลังปลูกพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าความหวานที่ 8 เดือน มีค่าระหว่าง 12.01 – 13.08 %brix ที่ 10 เดือน มีค่าความหวานที่ 18.47 – 19.22 %brix และที่ 12 เดือน มีค่าความหวานที่ 21.30 – 22.21 %brix (ตารางที่ 2.15)

ตารางที่ 2.9 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อความหวานก่อนการเก็บเกี่ยวที่ระยะเวลาต่างๆ

กรรมวิธี	ความหวาน (%Brix)		
	เดือนหลังปลูก		
	8	10	12
อ้อย 1.5 เมตร	12.18	19.22	22.21
อ้อย 1.8 เมตร	12.01	18.61	21.30
อ้อย+ถั่วเขียว	12.27	18.47	22.06
อ้อย+ถั่วเหลือง	13.08	18.58	21.65
F-test	ns	ns	ns
% CV	10.48	4.44	3.24

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3.3 ผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อย

ทุกกรรมวิธีมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนข้อต่อลำ และน้ำหนักลำเดี่ยวที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ที่ 31.39 มิลลิเมตร จำนวนข้อต่อลำเฉลี่ยอยู่ที่ 30.16 ข้อ และน้ำหนักลำเดี่ยวเฉลี่ยอยู่ที่ 2.22 กิโลกรัม ขณะที่ถั่วเหลืองแซมอ้อยมีแนวโน้มของความยาวลำสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ 346.63 เซนติเมตร และพบว่าอ้อย 1.8 เมตร มีจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้สูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 9,061.73 ลำต่อไร่ รองลงมา คือถั่วเหลืองแซมอ้อย อ้อย 1.8 เมตร และอ้อย 1.5 เมตร มีจำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ คือ 8,025, 7,926 และ 7,556 ลำต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนผลผลิตอ้อย พบว่าอ้อย 1.8 เมตร มีผลผลิตอ้อยสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 19.57 ตันต่อไร่ รองลงมา คือถั่วเหลืองแซมอ้อย อ้อย 1.5 เมตร และถั่วเขียวแซมอ้อย คือ 18.93, 16.93 และ 16.78 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2.16)

ตารางที่ 2.10 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตอ้อย

กรรมวิธี	เส้นผ่าน ศูนย์กลางลำ (มเมตร)	จำนวน ข้อ (ข้อ/ลำ)	ความยาว ลำ (ซเมตร)	น้ำหนักลำ เดี่ยว (กก.)	จำนวนลำที่ เก็บเกี่ยวได้ (ลำ/ไร่)	ผลผลิต อ้อย (ตัน/ไร่)
อ้อย 1.5 เมตร	31.31	29.90	333.67	2.24	7,556 b	16.93b
อ้อย 1.8 เมตร	31.50	30.13	320.33	2.17	9,061 a	19.57a
อ้อย+ถั่วเขียว	31.94	30.50	321.97	2.13	7,926 b	16.78b
อ้อย+ถั่ว เหลือง	30.80	30.10	346.63	2.35	8,025 ab	18.93ab
F-test	ns	ns	ns	ns	*	*
% CV	1.87	6.33	7.82	12.36	12.85	17.09

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

4.3.4 ผลต่อคุณภาพอ้อย

ทุกกรรมวิธีมีคุณภาพความหวานหลังการเก็บเกี่ยว (%brix), ค่าโพล (pol), ค่าความบริสุทธิ์ (purity), ปริมาณเยื่อใย (%fiber) และ ปริมาณน้ำตาล (C.C.S) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าบริกซ์ระหว่าง 21.30 – 22.21 ค่าโพลระหว่าง 16.83 – 18.14 มีค่าความบริสุทธิ์เฉลี่ย 81.56 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เส้นใยระหว่าง 15.43 – 17.62% และค่าซีซีเอสระหว่าง 11.14 – 12.79 (ตารางที่ 2.17)

ตารางที่ 2.17 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อคุณภาพความหวาน

กรรมวิธี	%Brix	Pol	Purity	%Fiber	C.C.S
อ้อย 1.5 เมตร	22.21	18.14	81.63	16.28	12.51
อ้อย 1.8 เมตร	21.30	16.83	78.93	17.58	11.14
อ้อย+ถั่วเขียว	22.06	18.22	82.60	15.43	12.79
อ้อย+ถั่วเหลือง	21.65	17.98	83.08	17.62	12.36
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
% CV	3.24	5.87	4.57	8.23	9.35

หมายเหตุ : Brix : ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย

Pol : ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลซูโครสที่ละลายอยู่ในน้ำอ้อย

Purity : ความบริสุทธิ์

%Fiber : เปอร์เซ็นต์เส้นใยอ้อย

C.C.S : ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลซูโครสบริสุทธิ์

ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.4 ผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

4.4.1 ดินก่อนปลูก

จากการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์พบว่าความหนาแน่นดินอยู่ในระดับค่อนข้างสูง คือ 1.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นดินอยู่ที่ 17.30 % ความเป็นกรดเป็นด่าง 5.19 ซึ่งเป็นกรดแก่ ค่าการนำไฟฟ้าในระดับที่ต่ำมาก คือ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ คือ 0.96 % ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับต่ำมาก คือ 0.05 % ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง คือ 23.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูงมาก คือ 149.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 2.18)

ตารางที่ 2.11 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินหลังการเก็บเกี่ยวพืชแซมและอ้อย

กรรมวิธี	ความหนาแน่นดิน (กรัม/ลบ.ซม.)	pH	EC (dS/m)	OM (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)
ก่อนปลูกอ้อย	1.63	5.19	0.04	0.96	0.05	23.08	148.90
<i>หลังเก็บเกี่ยวพืชแซม</i>							
อ้อย 1.5 เมตร	1.76ab	5.58	0.04a	1.86a	0.09a	19.87	155.09
อ้อย 1.8 เมตร	1.81a	5.34	0.04a	1.90a	0.09a	22.53	144.39
อ้อย+ถั่วเขียว	1.85a	5.22	0.05a	1.66ab	0.08ab	26.46	143.46
อ้อย+ถั่วเหลือง	1.76ab	5.58	0.04a	1.75ab	0.09a	22.61	169.67
ถั่วเขียวอย่างเดียว	1.53b	5.31	0.07a	1.87a	0.09a	29.49	157.05
ถั่วเหลืองอย่างเดียว	1.85a	5.71	0.04a	1.51b	0.07b	24.67	132.12
F-test	*	ns	ns	*	*	ns	ns
CV (%)	5.17	5.02	46.82	9.60	9.69	43.93	16.60
<i>หลังเก็บเกี่ยวพืชแซม</i>							
อ้อย 1.5 เมตร	1.82c	5.67	0.03	1.27	0.06	13.92a	123.00
อ้อย 1.8 เมตร	1.89ab	5.88	0.04	1.55	0.08	10.84ab	168.00
อ้อย+ถั่วเขียว	1.93a	5.86	0.03	1.47	0.08	9.79ab	141.33
อ้อย+ถั่วเหลือง	1.85bc	5.72	0.02	1.55	0.07	5.71b	133.33
F-test	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	1.48	2.80	27.34	20.28	20.04	36.71	38.38

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ns = non-significance หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.4.2.1 ความหนาแน่นดิน

ทุกกรรมวิธีมีความหนาแน่นดินเพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูกเล็กน้อย โดยถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเหลืองอย่างเดียวมีความหนาแน่นดินสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 1.85 และ 1.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ รองลงมา คืออ้อย 1.8 ม. อ้อย 1.5 ม. ถั่วเหลืองแซมอ้อย และถั่วเขียวอย่างเดียว คือ 1.81, 1.76, 1.76 และ 1.53 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย พบว่าถั่วเขียวแซมอ้อยมีความหนาแน่นดินสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ 1.93 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมา คืออ้อย 1.8 ม. ถั่วเหลืองแซมอ้อย และอ้อย 1.5 ม. คือ 1.89, 1.85 และ 1.82 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่ว และผลผลิตอ้อยมีความหนาแน่นดินอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งมีความหนาแน่นดินเพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูก โดยเปลี่ยนจากระดับค่อนข้างสูงเป็นระดับสูง (ตารางที่ 46)

4.4.2.2 ความเป็นกรดเป็นด่าง

ทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยถั่วเหลืองอย่างเดียวมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 5.71 รองลงมา คือถั่วเหลืองแซมอ้อย อ้อย 1.5 ม. อ้อย 1.8 ม. ถั่วเขียวอย่างเดียว และถั่วเขียวแซมอ้อย คือ 5.58, 5.58, 5.34, 5.31 และ 5.22 ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในระดับเดียวกับดินก่อนปลูก คือกรดแก่ ยกเว้นถั่วเหลืองอย่างเดียวที่เปลี่ยนเป็นกรดปานกลาง เมื่อเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น โดยอ้อย 1.8 ม. มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 5.88 รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย ถั่วเหลืองแซมอ้อย และอ้อย 1.5 ม. คือ 5.86, 5.72 และ 5.67 ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนจากกรดแก่เป็นกรดปานกลาง (ตารางที่ 46)

4.4.2.3 ค่าการนำไฟฟ้า

ทุกกรรมวิธีมีค่าการนำไฟฟ้าไม่แตกต่างกับดินก่อนปลูก โดยถั่วเขียวอย่างเดียวมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 0.07 เดซิซีเมนต่อเมตร รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.5 ม. อ้อย 1.8 ม. ถั่วเหลืองแซมอ้อย และถั่วเหลืองอย่างเดียว 0.05, 0.04, 0.04, 0.04 และ 0.04 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ เมื่อเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย พบว่าทุกกรรมวิธีมีค่าการนำไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย โดยถั่วเหลืองแซมอ้อยลดลงมากที่สุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 0.02 เดซิซีเมนต่อเมตร อย่างไรก็ตามดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่ว และผลผลิตอ้อยมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช (ตารางที่ 46)

4.4.2.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ทุกกรรมวิธีมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูก โดยอ้อย 1.8 ม. มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 1.90 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือถั่วเขียวอย่างเดียว อ้อย 1.5 ม. ถั่วเหลืองแซมอ้อย ถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเหลืองอย่างเดียว คือ 1.87, 1.86, 1.75, 1.66 และ 1.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเปลี่ยนจากต่ำเป็นปานกลาง เมื่อเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ลดลงเล็กน้อย โดยถั่วเหลืองแซมอ้อย และอ้อย 1.8 ม. มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 1.55 และ 1.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย และอ้อย 1.5 ม. คือ 1.47 และ 1.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเปลี่ยนจากปานกลาง เป็นค่อนข้างต่ำ แต่ยังคงมีระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่สูงกว่าดินก่อนปลูก (ตารางที่ 46)

4.4.2.5 ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

ทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้นจากดินก่อนปลูก โดยอ้อย 1.5 ม. อ้อย 1.8 ม. ถั่วเหลืองแซมอ้อย และถั่วเขียวอย่างเดียวมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 0.09, 0.09, 0.09 และ 0.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเหลืองเดี่ยว คือ 0.08 และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งดินหลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตถั่วของทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในระดับเดียวกับดินก่อนปลูก คือระดับต่ำมาก

เมื่อเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินไม่แตกต่างกัน โดยอ้อย 1.8 ม. และถั่วเขียวแซมอ้อยมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 0.08 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือถั่วเหลืองแซมอ้อย และอ้อย 1.5 ม. คือ 0.07 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยของทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินอยู่ในเดียวกับดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่ว คือระดับต่ำมาก (ตารางที่ 46)

4.4.2.6 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกัน โดยถั่วเขียวอย่างเดียวมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 29.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย ถั่วเหลืองอย่างเดียว ถั่วเหลืองแซมอ้อย อ้อย 1.8 ม. และอ้อย 1.5 ม. คือ 26.46, 24.67, 22.61, 22.53 และ 19.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งดินหลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตถั่วของทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับเดียวกับดินก่อนปลูก คือระดับสูง เมื่อเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินไม่แตกต่างกัน โดยอ้อย 1.5 ม. มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 13.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คืออ้อย 1.8 ม. ถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเหลืองแซมอ้อย คือ 10.84, 9.79 และ 5.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยของทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับต่ำกว่าดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่ว โดยเปลี่ยนจากระดับสูงเป็นปานกลางถึงต่ำ (ตารางที่ 2.18)

4.4.2.7 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ถั่วเหลืองแซมอ้อยมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 169.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือถั่วเขียวอย่างเดียว อ้อย 1.5 ม. อ้อย 1.8 ม. ถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเหลืองอย่างเดียว คือ 157.05, 155.09, 144.39, 143.46 และ 132.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วของทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับเดียวกับดินก่อนปลูก คือระดับสูง เมื่อเก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต

อ้อย พบว่าอ้อย 1.8 ม. มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ 168.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย ถั่วเหลืองแซมอ้อย และอ้อย 1.5 ม. คือ 141.33, 133.33 และ 123.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยของทุกกรรมวิธีมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับเดียวกับดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย คือระดับสูง (ตารางที่ 2.18)

4.5 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

4.5.1 ต้นทุนการผลิต

1) ค่าเช่าที่ดิน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้พื้นที่ในการทดลองของบริษัท ธาอัส จำกัด ซึ่งมีอัตราค่าเช่าที่ดินต่อปี 3,000 บาทต่อไร่

2) ค่าแรงงาน

2.1) การเตรียมดิน

โดยทั่วไปการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกจะใช้รถแทรกเตอร์ทำการไถพรวน ปรับระดับดิน ทำลายชั้นดินดาน และทำการวางแผนปลูก โดยมีค่าแรงเตรียมดินในอัตรา 6,000 บาทต่อไร่ ถ้าเป็นพื้นที่เพาะปลูกที่ไม่มีการปรับระดับดินจะมีค่าแรงเตรียมดินในอัตรา 2,000 บาทต่อไร่

2.2) การปลูกอ้อย

ปลูกอ้อยโดยท่อนพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีอายุ 10 เดือน เป็นการปลูกอ้อยทั้งลำโดยเครื่องปลูกอ้อยแบบร่องเดียว (ช่องใส่อ้อย 2 ช่อง) ติดท้ายรถแทรกเตอร์ 165 แรงม้า คิดเป็นค่าแรงงาน 300 บาทต่อไร่

2.3) การปลูกพืชแซม

ถั่วเขียว คิดเป็นค่าแรงงานปลูก 60 บาทต่อไร่ สำหรับถั่วเหลือง คิดเป็นค่าแรงงานปลูก 100 บาทต่อไร่

2.4) การกำจัดวัชพืช

ครั้งที่ 1 ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชมก่อนงอกหลังปลูกอ้อย 7 วัน โดยใช้เครื่องฉีดพ่นสารแบบ Boom sprayer ติดท้ายรถแทรกเตอร์ขนาด 165 แรงม้า คิดเป็นค่าแรงงาน 200 บาทต่อไร่ ครั้งที่ 2 หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วจะฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชมหลังงอก โดยใช้เครื่องพ่นยาสะพายหลังแบบเตอรี คิดเป็นค่าแรงงาน 200 บาทต่อไร่

2.5) การใส่ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยอ้อยครั้งที่ 1 จะใส่พร้อมปลูกอ้อยเป็นปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูกอ้อย ดังนั้นจึงไม่คิดค่าใช้จ่ายการใส่ปุ๋ยครั้งแรก และการใส่ปุ๋ยอ้อยครั้งที่ 2 จะใส่เมื่ออ้อยมีอายุ 1 เดือน โดยใช้เครื่องพรวนดินพร้อมใส่ปุ๋ยฝังกลบดินรถแทรกเตอร์ 165 แรงม้า คิดเป็นค่าแรงงาน 350 บาทต่อไร่

2.6) การให้น้ำ

การให้น้ำจะให้ช่วงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์และปลายเดือนเมษายนเพียง 2 ครั้ง คิดเป็นค่าแรงงาน 350 บาทต่อวัน รวมเป็นเงินทั้งหมด 700 บาท

2.7) การเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชแซม

การเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเขียว โดยใช้รถเกี่ยวถั่วขนาดเล็ก คิดเป็นค่าแรงงาน 500 บาทต่อไร่ ถ้าเป็นแรงงานคน 375 บาทต่อไร่ ส่วนการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง โดยใช้รถเกี่ยวถั่วขนาดเล็ก คิดเป็นค่าแรงงาน 700 บาทต่อไร่ ถ้าเป็นแรงงานคน 375 บาทต่อไร่

2.8) การเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย

การเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย โดยใช้รถตัดอ้อย คิดเป็นค่าแรงงาน 300 บาทต่อตัน ถ้าเป็นแรงงานคน มัดละ 4 บาท

2.8.1) แรงงานคน

- อ้อย 1.5 ม. จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ 755.6 มัดต่อไร่ คิดเป็นค่าแรงงานคน 3,022 บาทต่อไร่
- อ้อย 1.8 ม. จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ 906.1 มัดต่อไร่ คิดเป็นค่าแรงงานคน 3,625 บาทต่อไร่
- ถั่วเขียวแซมอ้อย จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ 792.6 มัดต่อไร่ คิดเป็นค่าแรงงานคน 3,170 บาทต่อไร่
- ถั่วเหลืองแซมอ้อย จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ 802.5 มัดต่อไร่ คิดเป็นค่าแรงงานคน 3,210 บาทต่อไร่

2.8.2) รถตัดอ้อย

- อ้อย 1.5 ม. ผลผลิตอ้อยได้ 16.93 ตันต่อไร่ คิดเป็นค่าแรงงาน 5,079 บาทต่อไร่
- อ้อย 1.8 ม. จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ 19.57 ตันต่อไร่ คิดเป็นค่าแรงงานคน 5,871 บาทต่อไร่
- ถั่วเขียวแซมอ้อย จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ 16.78 ตันต่อไร่ คิดเป็นค่าแรงงานคน 5,034 บาทต่อไร่
- ถั่วเหลืองแซมอ้อย จำนวนลำที่เก็บเกี่ยวได้ 18.93 ตันต่อไร่ คิดเป็นค่าแรงงานคน 5,679 บาทต่อไร่

2.9) คนคุมงาน

ในการศึกษาครั้งนี้สำหรับการปลูกอ้อยจะมีการเข้าไปทำกิจกรรมแปลงทั้งหมด 8 วัน ได้แก่ การเตรียมดิน 1 วัน การปลูกอ้อย 1 วัน การกำจัดวัชพืช 2 วัน การใส่ปุ๋ย 1 วัน การให้น้ำ 2 วัน และการเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย 1 วัน คิดเป็นค่าแรงคนคุมงาน วันละ 300 บาท เป็นเงิน 2,400 บาท ทั้งอ้อย 1.5 ม. อ้อย 1.8 ม. ถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเหลืองแซมอ้อย เข้าทำกิจกรรมพร้อมกัน คิดเป็นเงิน 600 บาทต่อกรรมวิธี ส่วนการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเหลืองแซมอ้อยจะมีการเข้าไปทำกิจกรรมเพิ่มเติม ได้แก่ การปลูกพืชแซม 1 วัน คิดเป็นค่าแรงคนคุมงาน วันละ 300 บาท เข้าทำ

กิจกรรมพร้อมกัน คิดเป็นเงิน 150 บาทต่อกรรมวิธี และการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่ว 1 วัน คิดเป็นค่าแรง
คนคุมงาน วันละ 300 บาท

3) ค่าวัสดุ

3.1) ค่าพันธุ์

- ค่าท่อนพันธุ์อ้อยซื้อมาในราคา ต้นละ 2,000 บาท สำหรับอ้อย 1.5 ม. มีอัตรา
การใช้ท่อนพันธุ์ 1.04 ต้นต่อไร่ คิดเป็นค่าท่อนพันธุ์ 2,080 บาทต่อไร่ ส่วนอ้อย
1.8 ม. มีอัตราการใช้ท่อนพันธุ์ 0.88 ต้นต่อไร่ คิดเป็นค่าท่อนพันธุ์ 1,760 บาทต่อ
ไร่

- ค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวซื้อในราคา กิโลกรัมละ 35 บาท มีอัตราการใช้เมล็ด 1.28
กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นค่าเมล็ดพันธุ์ 45 บาทต่อไร่ ส่วนค่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองซื้อใน
ราคา กิโลกรัมละ 23 บาท มีอัตราการใช้เมล็ด 2.78 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นค่าเมล็ด
พันธุ์ 64 บาทต่อไร่

3.2) ค่าปุ๋ย

วิธีการให้ปุ๋ยจะให้พร้อมกันทุกแปลงทั้งหมด 7 ไร่ ซึ่งใช้ปุ๋ยทั้งหมด 5 กระสอบ
ราคากระสอบละ 820 บาท คิดเป็นเงิน 4,100 บาท แล้วคำนวณเป็นต่อไร่ เท่ากับ
586 บาทต่อไร่

3.3) ค่าสารกำจัดวัชพืช

วิธีการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชจะฉีดพ่นพร้อมกันทุกแปลงทั้งหมด 7 ไร่ โดยครั้งที่
1 จะใช้สารกำจัดวัชพืช คือ เพนติเมทาลินผสมกับอิมาซาพิก ใช้ทั้งหมด 2 กล่อง
ราคากล่องละ 1,380 บาท คิดเป็นเงิน 2,760 บาท แล้วคำนวณเป็นต่อไร่ เท่ากับ
394 บาทต่อไร่ สำหรับครั้งที่ 2 จะใช้สารกำจัดวัชพืช คือ ไตรโคไพร์ คิดเป็นราคา
1,200 บาท แล้วคำนวณเป็นต่อไร่ เท่ากับ 172 บาทต่อไร่

ตารางที่ 2.12 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อต้นทุนการผลิต

หน่วย : บาทต่อไร่								
เรื่อง	อ้อย 1.5 ม.		อ้อย 1.8 ม.		อ้อย+ถั่วเขียว		อ้อย+ถั่วเหลือง	
	รถ	แรงงาน	รถ	แรงงาน	รถ	แรงงาน	รถ	แรงงาน
Capital cost								
ค่าเช่าที่ดิน	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Labour cost								
การเตรียมดิน	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
การปลูกอ้อย	300	300	300	300	300	300	300	300
การปลูกถั่ว	-	-	-	-	60	60	100	100
การกำจัดวัชพืช	400	400	400	400	400	400	400	400
การใส่ปุ๋ย	350	350	350	350	350	350	350	350
การให้น้ำ	700	700	700	700	700	700	700	700
คนคุมงาน	600	600	600	600	1,050	1,050	1,050	1,050
เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย	5,079	3,022	5,871	3,625	5,034	3,170	5,679	3,210
เก็บเกี่ยวผลผลิตถั่ว	-	-	-	-	500	375	700	375
Material cost								
ท่อนพันธุ์อ้อย	2,080	2,080	1,760	1,760	1,760	1,760	1,760	1,760
เมล็ดพันธุ์ถั่ว	-	-	-	-	45	45	64	64
ปุ๋ยเคมี	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170
สารกำจัดวัชพืช	566	566	566	566	566	566	566	566
รวมต้นทุน	20,245	18,188	20,717	18,471	20,935	18,946	21,839	19,045

ตารางที่ 2.13 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อต้นทุนการผลิต (หักค่าปรับระดับดิน)

หน่วย : บาทต่อไร่								
เรื่อง	อ้อย 1.5 ม.		อ้อย 1.8 ม.		อ้อย+ถั่วเขียว		อ้อย+ถั่วเหลือง	
	รถ	แรงงาน	รถ	แรงงาน	รถ	แรงงาน	รถ	แรงงาน
Capital cost								
ค่าเช่าที่ดิน	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Labour cost								
การเตรียมดิน	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
การปลูกอ้อย	300	300	300	300	300	300	300	300
การปลูกถั่ว	-	-	-	-	60	60	100	100
การกำจัดวัชพืช	400	400	400	400	400	400	400	400
การใส่ปุ๋ย	350	350	350	350	350	350	350	350
การให้น้ำ	700	700	700	700	700	700	700	700
คนคุมงาน	600	600	600	600	1,050	1,050	1,050	1,050
เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย	5,079	3,022	5,871	3,625	5,034	3,170	5,679	3,210
เก็บเกี่ยวผลผลิตถั่ว	-	-	-	-	500	375	700	375
Material cost								
ท่อนพันธุ์อ้อย	2,080	2,080	1,760	1,760	1,760	1,760	1,760	1,760
เมล็ดพันธุ์ถั่ว	-	-	-	-	45	45	64	64
ปุ๋ยเคมี	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170	1,170
สารกำจัดวัชพืช	566	566	566	566	566	566	566	566
รวมต้นทุน	16,245	14,188	16,717	14,471	16,935	14,946	17,839	15,045

4.5.1 ผลของการปลูกข้าวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อต้นทุนการผลิต

จากตารางที่ 47 แสดงให้เห็นว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้รมีต้นทุนในการผลิตสูงกว่าการใช้แรงงานคน โดยถั่วเหลืองแซมอ้อยที่ใช้รมในการผลิตมีต้นทุนสูงสุด คือ 21,839 บาทต่อไร่ รองลงมาคือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 ม. และอ้อย 1.5 ม. คือ 20,935, 20,717 และ 20,245 บาทต่อไร่ ตามลำดับ และการใช้แรงงานคน พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีต้นทุนในการผลิตสูงสุด คือ 19,045 บาทต่อไร่ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 ม. และอ้อย 1.5 ม. คือ 18,946, 18,471 และ 18,188 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

จากตารางที่ 48 แสดงให้เห็นว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้รมีต้นทุนในการผลิตโดยไม่คิดค่าปรับระดับดินสูงกว่าการใช้แรงงานคน โดยถั่วเหลืองแซมอ้อยที่ใช้รมในการผลิตมีต้นทุนสูงสุด คือ 17,839 บาทต่อไร่ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 ม. และอ้อย 1.5 ม. คือ 16,935, 16,717 และ 16,245 บาทต่อไร่ ตามลำดับ และการใช้แรงงานคน พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีต้นทุนในการผลิตสูงสุด คือ 15,045 บาทต่อไร่ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 ม. และอ้อย 1.5 ม. คือ 14,946, 14,471 และ 14,188 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

ก. ผลตอบแทน

1.) ผลตอบแทนจากการปลูกอ้อย

โดยคำนวณจากราคาอ้อยปีการผลิต พ.ศ. 2560/2561 ราคาที่ 10 ซี.ซี.เอส. ตันละ 880 บาท มีอัตราขึ้น/ลงต่อ 1 ซี.ซี.เอส 52.80 บาท

- อ้อย 1.5 ม. ผลผลิตอ้อยที่ได้ 16.93 ตัน ความหวาน (ซี.ซี.เอส.) 12.51
ผลตอบแทนที่ได้ 17,142 บาท
- อ้อย 1.8 ม. ผลผลิตอ้อยที่ได้ 19.57 ตัน ความหวาน (ซี.ซี.เอส.) 11.14
ผลตอบแทนที่ได้ 18,400 บาท
- ถั่วเขียวแซมอ้อย ผลผลิตอ้อยที่ได้ 16.78 ตัน ความหวาน (ซี.ซี.เอส.) 12.79
ผลตอบแทนที่ได้ 17,238 บาท
- ถั่วเหลืองแซมอ้อย ผลผลิตอ้อยที่ได้ 18.93 ตัน ความหวาน (ซี.ซี.เอส.) 12.36
ผลตอบแทนที่ได้ 19,017 บาท

2) ผลตอบแทนจากการปลูกพืชแซม

ในการคำนวณใช้ราคาขายเฉลี่ยเดือน ม.ค.-ธ.ค. ของถั่วเขียวและถั่วเหลือง ปี พ.ศ. 2561 ราคาขายถั่วเขียวกิโลกรัมละ 21.25 บาท และราคาขายถั่วเหลืองกิโลกรัมละ 16.38 บาท

- ถั่วเขียวแซมอ้อย ผลผลิตถั่วเขียวที่ได้ 74.38 กิโลกรัม ผลตอบแทนที่ได้ 1,581 บาท
- ถั่วเหลืองแซมอ้อย ผลผลิตถั่วเขียวที่ได้ 66.31 กิโลกรัม ผลตอบแทนที่ได้ 1,086 บาท

ตารางที่ 2.14 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อต้นทุนรวม ผลตอบแทนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

						หน่วย : บาทต่อไร่	
กรรมวิธี	ต้นทุนรวม		รายได้		รายได้ทั้งหมด	รายได้ : ต้นทุน	
	รถ	แรงงาน	อ้อย	ถั่ว		รถ	แรงงาน
อ้อย 1.5 ม.	20,245	18,188	17,142	-	17,142	0.85	0.94
อ้อย 1.8 ม.	20,717	18,471	18,400	-	18,400	0.89	1.00
อ้อย+ถั่วเขียว	20,935	18,946	17,238	1,581	18,819	0.90	0.99
อ้อย+ถั่วเหลือง	21,839	19,045	19,017	1,086	20,103	0.92	1.06

หน่วย : บาทต่อไร่

ตารางที่ 2.15 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อต้นทุนรวม ผลตอบแทนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (หักค่าปรับระดับดิน)

						หน่วย : บาทต่อไร่	
กรรมวิธี	ต้นทุนรวม		รายได้		รายได้ทั้งหมด	รายได้ : ต้นทุน	
	รถ	แรงงาน	อ้อย	ถั่ว		รถ	แรงงาน
อ้อย 1.5 ม.	16,245	14,188	17,142	-	17,142	1.06	1.21
อ้อย 1.8 ม.	16,717	14,471	18,400	-	18,400	1.10	1.27
อ้อย+ถั่วเขียว	16,935	14,946	17,238	1,581	18,819	1.11	1.26
อ้อย+ถั่วเหลือง	17,839	15,045	19,017	1,086	20,103	1.13	1.34

หน่วย : บาทต่อไร่

4.5.2 ผลของการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อผลตอบแทน และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

จากตารางที่ 2.21 แสดงให้เห็นว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยที่ใช้รถตัดมีผลตอบแทนสูงสุด คือ 20,103 บาทต่อไร่ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 ม. และอ้อย 1.5 ม. คือ 18,819, 18,400 และ 17,142 บาทต่อไร่ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามทุกกรรมวิธีมีผลตอบแทนที่ได้ต่ำกว่าต้นทุน และการใช้แรงงานคน พบว่าอ้อย 1.5 ม. อ้อย 1.8 ม. และถั่วเขียวแซมอ้อยมีผลตอบแทนที่ได้ต่ำกว่าต้นทุน ยกเว้นถั่วเหลืองแซมอ้อยที่มีผลตอบแทนสูงกว่าต้นทุนเล็กน้อย รายได้สุทธิคือ 1,058 บาทต่อไร่ การหาอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio : B/C ratio) ที่แสดงถึงประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งมีเกณฑ์มาตรฐาน คือ B/C ratio = 1 พบว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยโดยใช้แรงงานคน มีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด คือ 1.06

ในขณะที่ ตารางที่ 2.22 แสดงให้เห็นว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยที่ใช้รถมีผลตอบแทนโดยไม่คิดค่าปรับระดับดินสูงสุด คือ 20,103 บาทต่อไร่ รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 ม. และอ้อย 1.5 ม. คือ 18,819, 18,400 และ 17,142 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีมีผลตอบแทนที่ได้สูงกว่าต้นทุน และการใช้แรงงานคนมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการใช้รถ การหาอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio : B/C ratio) ที่แสดงถึงประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งมีเกณฑ์มาตรฐาน คือ B/C ratio

= 1 พบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้รถมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและมีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยถั่วเหลืองแซมอ้อยมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด คือ 1.13 รองลงมา คือถั่วเขียวแซมอ้อย อ้อย 1.8 ม. และอ้อย 1.5 ม.

คือ 1.11, 1.10 และ 1.06 ตามลำดับ และพบว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้แรงงานคนมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและมีความคุ้มค่าในการลงทุนเช่นกัน โดยถั่วเหลืองแซมอ้อยมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด คือ 1.34 รองลงมา คืออ้อย 1.8 ม. ถั่วเขียวแซมอ้อย และอ้อย 1.5 ม. คือ 1.27, 1.26 และ 1.21 ตามลำดับ

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

5.1.1 ผลต่อปริมาณและน้ำหนักแห้งวัชพืช

จากการศึกษาการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อปริมาณและน้ำหนักแห้งของวัชพืชพบว่าอ้อย 1.8 ม.ระยะระหว่างแถวอ้อยที่กว้างขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณและน้ำหนักแห้งของวัชพืชเมื่อเทียบกับอ้อย 1.5 ม. และเมื่อนำถั่วเหลืองและถั่วเขียวมาปลูกแซมในระหว่างแถวอ้อย พบว่าถั่วเขียวแซมอ้อย ที่ระยะ 30 วันหลังปลูกอ้อย มีปริมาณและน้ำหนักแห้งวัชพืชเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะวัชพืชประเภทกก อย่างไรก็ตามที่ระยะ 60 และ 90 วันหลังปลูกอ้อย ไม่พบความแตกต่างของปริมาณและน้ำหนักแห้งของวัชพืชเมื่อเทียบกับอ้อยอย่างเดียวกัน ในขณะที่ถั่วเหลืองแซมอ้อยทำให้ปริมาณและน้ำหนักแห้งของวัชพืชลดลงเมื่อเทียบกับอ้อยอย่างเดียวกัน นอกจากนี้ถั่วเขียวแซมอ้อย และถั่วเหลืองแซมอ้อย มีแนวโน้มที่สามารถควบคุมวัชพืชใบแคบ และใบกว้างได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Carruthers *et al.* (1998) รายงานว่าปลูกข้าวโพดแซมด้วยถั่วเหลือง และหญ้าไรย์ทำให้น้ำหนักแห้งวัชพืชลดลง 26.03 และ 56.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการปลูกข้าวโพดอย่างเดี่ยว เช่นเดียวกับ Naeem *et al.* (2012) ศึกษาการปลูกผักกาดก้านขาวแซมข้าวสาลี โดยปลูกข้าวสาลีและผักกาดก้านขาว ในอัตรา 1:1, 2:2 และ 4:4 แถว พบว่าความหนาแน่นของวัชพืชลดลง 77, 72.9 และ 72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และทำให้น้ำหนักแห้งของวัชพืชลดลง 90, 85 และ 86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวสาลีอย่างเดี่ยว และ Kaur *et al.* (2015) ศึกษาการปลูกฝักอายุสั้นแซมอ้อยเพื่อจัดการวัชพืช ในปี ค.ศ.2010 ถึง ค.ศ.2011 พบว่าหลังปลูกอ้อย 105 วัน การปลูกกระเทียมแซมอ้อย และถั่วลิ้นเตาแซมอ้อย มีน้ำหนักแห้งของวัชพืชลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกอ้อยอย่างเดี่ยว 55 และ 36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยทำให้ปริมาณและน้ำหนักแห้งของวัชพืชลดลง อาจเป็นผลมาจากการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกก่อนที่จะปลูกถั่ว ทำให้ถั่วใช้ทรัพยากรหรือแหล่งธาตุอาหาร และสร้างพื้นที่ปกคลุมดินได้ก่อนวัชพืช ซึ่งสายพันธุ์ของพืชที่นำมาปลูกแซมมีความสามารถในการแก่งแย่งปัจจัยในการเจริญเติบโตกับวัชพืชได้แตกต่างกัน (Abdin *et al.*, 2000; Hiltbrunner *et al.*, 2007) เป็นไปตามรายงานของ วิทยา (2544) ทดลองฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอกร่วมกับการปลูกถั่วแปบแซมอ้อย พบว่าการฉีดพ่นด้วย pendimethalin + imazapic สามารถควบคุมวัชพืชได้ดีทั้งวัชพืชวงศ์หญ้า เบาะใบกว้าง และถั่วแปบเจริญเติบโตและปกคลุมพื้นที่ได้เร็วกว่าการไม่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชก่อนงอก เช่นเดียวกับ ประภัทร์ (2545) ได้ศึกษาการแข่งกันระหว่างถั่วพรี และวัชพืชในสภาพที่มีและไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกเมื่อปลูกถั่วพรีเป็นพืชแซม พบว่าประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชโดยรวม เมื่อมีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอกจะมีประสิทธิภาพดีกว่าการไม่ใช้สารกำจัดวัชพืช 97 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอาจเป็น

ผลมาจากสารอัลลีโลพาธีของพืชแซมที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากทางราก หรือใบแห้งที่ร่วงหล่นลงดิน แล้วย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ซึ่งการปลดปล่อยนี้เป็นการผลิตสารบางอย่างที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของพืช จากรายงานของ Caamal-Maldonado *et al.* (2001) พบว่าใบแห้งของพืชตระกูลถั่วคลุมผืนดิน สามารถลดการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ โดยเฉพาะถั่วเวลเวททำให้น้ำหนักแห้งของวัชพืชลดลงมากที่สุด 68% และ เฉลิมชัย และธีรรัตน์ (2557) ได้ศึกษาผลทางอัลลีโลพาธีในดินของใบพืชสกุล *Cinnamomum* 4 ชนิด พบว่าใบการบูรคลุมดินสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้างวงอย่างสมบูรณ์ และลดการเจริญเติบโตของพืชทดสอบอื่น ๆ 50-100%

5.1.2 ผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชแซม

จากการศึกษาการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่ว พบว่าการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยไม่มีผลต่อประชากร การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบของถั่วเขียว เมื่อเทียบกับการปลูกถั่วเขียวอย่างเดียว สำหรับถั่วเหลืองแซมอ้อย พบว่าไม่มีผลต่อประชากร และการเจริญเติบโตเช่นเดียวกัน ขณะที่ผลผลิตและองค์ประกอบบางประการมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับการปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียว แต่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ Njoku and Muoneke (2008) รายงานว่าการปลูกถั่วพุ่มแซมมันสำปะหลัง มีเปอร์เซ็นต์การงอกของถั่วไม่แตกต่างจากปลูกเชิงเดี่ยว คือ 70.8 และ 69.5% ตามลำดับ และคล้ายกับ Muoneke *et al.* (2007) ศึกษาการปลูกถั่วเหลืองแซมข้าวโพด พบว่าความสูงของต้นถั่วเหลืองที่ระยะ 4, 6 และ 8 สัปดาห์หลังปลูก ไม่แตกต่างจากปลูกเชิงเดี่ยว เฉลี่ยความสูงต้นอยู่ที่ 20.61, 39.39 และ 48.36 ซม. ตามลำดับ ในส่วนองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตสอดคล้องกับ Eissa *et al.* (2017) รายงานว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียว ยกเว้นจำนวนฝักต่อต้นที่การปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียวมีค่าสูงกว่า และ ชื่นจิต และคณะ (2561) แสดงให้เห็นว่าการปลูกถั่วพุ่มแซมระหว่างแถวข้าวโพดหวาน มีองค์ประกอบผลผลิตในด้านจำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่พบความแตกต่าง แต่มีจำนวนฝักต่อต้นต่ำกว่าการปลูกถั่วพุ่มอย่างเดียว และ Li *et al.* (2001) ศึกษาการปลูกถั่วเหลืองแซมข้าวสาลี พบว่าน้ำหนักแห้งถั่ว และผลผลิตเมล็ดถั่ว ในระยะเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างจากการปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียว ผลผลิตเมล็ดถั่วเฉลี่ยอยู่ที่ 1.5 ตันต่อเฮกตาร์

ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วในด้านความสูง เนื่องจากถั่วปลูกหลังอ้อย 30 วัน อาจถูกบังแสงจากทรงพุ่มของอ้อย ทำให้ต้นถั่วมีการยืดลำต้นเพื่อแข่งขันการใช้แสงกับอ้อย ซึ่งเป็นไปตามรายงานของ อนุชา (2540) พบว่าถั่วเขียวที่ปลูกหลังข้าวไร่ 14 วัน มีความสูงมากกว่าถั่วที่ปลูกพร้อมข้าวไร่ เนื่องจากถูกบังแสงจากแถวข้าวไร่มากกว่า ทำให้ต้นถั่วเขียวยืดลำต้นเพื่อแข่งขันการใช้แสงกับข้าวไร่ สำหรับถั่วเหลืองแซมอ้อยที่มีแนวโน้มของผลผลิตและองค์ประกอบบางประการลดลง อาจเป็นผลจากการบดบังแสงของอ้อย อนุชา (2540) รายงานว่าการแข่งขันการใช้แสงอย่างรุนแรงทำให้ต้นถั่วมีลำต้นผอมเล็กกว่าถั่วที่ไม่มีการแข่งขันการใช้แสง จึงทำให้การสะสมน้ำหนักแห้งของถั่วต่างกัน และการแข่งขันการใช้แสงจะเกิดขึ้นรุนแรงในช่วงการเจริญเติบโตที่ระยะ R1-R3 ซึ่งเป็นระยะที่ถั่วเริ่มออกดอก และเริ่มติดฝัก อาจได้รับผลกระทบต่อการสร้างผลผลิต

5.1.3 ผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย

จากการศึกษาการปลูกอ้อยและอ้อยเหลืองแซมอ้อยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตอ้อย พบว่าอ้อย 1.8 ม. ระยะระหว่างแถวอ้อยที่กว้างขึ้นทำให้อ้อยมีการงอกสูงขึ้น และไม่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต คุณภาพความหวาน และมีแนวโน้มของผลผลิตอ้อยที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับอ้อย 1.5 ม. และเมื่อนำพืชมาปลูกแซมในระหว่างแถวอ้อย พบว่าอ้อยเหลืองแซมอ้อยไม่มีผลกระทบต่อ การงอก การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบ รวมถึงคุณภาพความหวาน แต่มีแนวโน้มของผลผลิตอ้อยที่ลดลงเมื่อเทียบกับอ้อย 1.8 ม. สำหรับอ้อยเหลืองแซมอ้อย พบว่ามีการงอกไม่แตกต่างจากอ้อยอย่างเดียว ส่วนการเจริญเติบโต พบว่าจำนวนลำตอก และจำนวนลำต่อเมตรเพิ่มขึ้นที่ระยะ 9 และ 10 เดือนหลังปลูกอ้อย ขณะที่จำนวนหน่อตอก ความสูงต้น ความหวาน คุณภาพความหวาน และผลผลิตอ้อยไม่แตกต่างจากอ้อยอย่างเดียว ส่วนองค์ประกอบผลผลิตมีเพียงแค่เส้นผ่านศูนย์กลางลำลดลงเล็กน้อย ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตอ้อย ซึ่งสอดคล้องกับ อมรรรัตน์ และคณะ (2550) ได้ศึกษาผลของการปลูกอ้อยพรวนและพรวนข้าวโพด พบว่า ความสูงของข้าวโพดที่ระยะ 20, 45 และ 60 วันหลังปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติมีความสูงต้นเฉลี่ย 31.00, 173.13 และ 195.11 ซม. ตามลำดับ คล้ายกับ Njoku and Muoneke (2008) รายงานว่าการปลูกอ้อยพรวนและพรวนข้าวโพดหลังไม่มีผลกระทบต่อ ความสูงต้น ผลผลิตและองค์ประกอบของข้าวโพดเมื่อเทียบกับการปลูกอ้อยเดี่ยว เช่นเดียวกับ Ngwira *et al.* (2012) ศึกษาการปลูกพืชตระกูลถั่วสามชนิด ได้แก่ ถั่วแปบ หมามั่ว และถั่วแระแซมข้าวโพด ทดลองใน ค.ศ. 2009-2010 พบว่าระบบปลูกพืชแซมมีผลผลิตเมล็ดของข้าวโพด เฉลี่ย 4,099 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ซึ่งไม่แตกต่างกับการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว คือ 3,820 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และ Eissa *et al.* (2017) ได้ทดลองปลูกอ้อยเหลืองแซมอ้อยต่อองค์ประกอบของผลผลิตและผลผลิตอ้อย ใน ค.ศ.2014-2015 พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนข้อต่อลำ และคุณภาพความหวานของอ้อยไม่แตกต่างจากปลูกอ้อยอย่างเดียว Geetha *et al.* (2018) ศึกษาผลของการปลูกพืชตระกูลถั่วแซมอ้อยต่อการเจริญเติบโตของอ้อย พบว่าอ้อยเหลือง อ้อยดำ อ้อยเหลือง อ้อยพุ่ม และอ้อยเหลืองที่ปลูกแซมอ้อยมีความสูงของต้นอ้อยที่ไม่แตกต่างกับปลูกอ้อยอย่างเดียว ยกเว้นอ้อยเหลืองแซมอ้อยที่มีจำนวนลำต่อไร่สูงกว่าปลูกอ้อยอย่างเดียว คือ 18,640 และ 13,776 ลำต่อไร่ ตามลำดับ

ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าการปลูกอ้อยและอ้อยเหลืองแซมอ้อยไม่ส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของอ้อย เนื่องจากอ้อยปลูกในร่องส่วนพืชแซมปลูกบนสันร่อง จึงไม่มีปัญหาในการแข่งขัน การใช้ธาตุอาหารในดิน เพราะพืชแซมปลูกบนสันร่องใช้ธาตุอาหารในดินต่างระดับกัน (ดนัย, 2533) นอกจากนี้การปลูกอ้อยเหลืองแซมอ้อยทำให้จำนวนลำตอก และจำนวนลำต่อเมตรสูงขึ้นเมื่อเทียบกับอ้อยอย่างเดียว อาจเป็นเพราะอ้อยได้รับธาตุไนโตรเจนที่ตรงได้จากต้นอ้อยเหลืองมาใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นไปตามรายงานของ Halliday (1981) และ Willey (1981) รายงานว่าการใช้พืชตระกูลถั่วเข้ามาปลูกในระบบพืชแซมจะทำให้พืชที่ปลูกร่วมได้รับประโยชน์จากไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาจากพืชตระกูลถั่วในระหว่างที่มีการเจริญเติบโต และจากการทดลองของ Morris and Garrity (1993) รายงานว่าการปลูกถั่วลิสงแซมข้าวไร่ ถั่วลิสงสามารถที่จะตรึงไนโตรเจนให้แก่ต้นข้าวไร่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเศษซากของถั่วที่ร่วงหล่นลงดินจะถูกย่อยสลาย ซึ่งช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินส่งผลให้อ้อยสามารถดูดธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ไปใช้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Sukumarn *et al.* (2011) รายงานว่าพืชตระกูลถั่วเมื่อถูกไถกลบซากลงไปในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว จะมีสารอัลลีโลพาธี

ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายซากถั่วช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด สำหรับการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อยที่ผลผลิตอ้อยมีแนวโน้มลดลง จากการทดลองของ ดนัย (2533) รายงานว่าการปลูกถั่วเขียวแซมอ้อย ทำให้การเจริญเติบโตอ้อยลดลงเล็กน้อย เป็นผลจากสารที่ออกมาจากรากของถั่วเขียว (root exudate)

5.1.4 ผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

จากการศึกษาการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก พบว่าทุกกรรมวิธีมีความหนาแน่นดินอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกับดินก่อนปลูก และมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นถั่วเหลืองแซมอ้อย และถั่วเหลืองอย่างเดียวที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเปลี่ยนจากกรดแก่เป็นกรดปานกลาง นอกจากนี้ทุกกรรมวิธีมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น โดยเปลี่ยนจากระดับต่ำเป็นค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง และมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกับดินก่อนปลูก สำหรับค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างเมื่อเทียบกับดินก่อนปลูก

จากการศึกษาการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก พบว่าทุกกรรมวิธีมีความหนาแน่นดินเพิ่มขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินลดลง ส่วนค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น โดยเปลี่ยนจากกรดแก่เป็นกรดปานกลาง และทุกกรรมวิธีมีค่าการนำไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย ยกเว้น อ้อย 1.8 ม. แต่ค่าที่เปลี่ยนแปลงยังอยู่ในระดับเดียวกับดินก่อนปลูกซึ่งไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช นอกจากนี้ทุกกรรมวิธีมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ยกเว้นอ้อย 1.8 ม. และถั่วเหลืองแซมอ้อยที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเปลี่ยนจากระดับต่ำเป็นค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง รวมถึงมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกับดินก่อนปลูก สำหรับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างเมื่อเทียบกับดินก่อนปลูก ซึ่งสอดคล้องกับ วรณพุดิ (2557) ศึกษาการปลูกพืชตระกูลถั่วแซมข้าวโพดเพื่อบำรุงดิน พบว่าหลังการทดลองดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ และ Li *et al.* (2013) รายงานว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น 66% ตามลำดับ คล้ายกับ นิภา (2540) ทดลองปลูกถั่วแปบแซมในข้าวโพดแบบไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้นของระบบการปลูกถั่วแปบแซมข้าวโพด และมีแนวโน้มสูงกว่าระบบการปลูกข้าวโพดอย่างเดียว

ในการทดลองครั้งนี้การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่ว และดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย ทั้งค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีค่าเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากการสลายตัวของเศษซากต้นถั่วที่ร่วงหล่นลงดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วโดย

กระบวนการของจุลินทรีย์ ซึ่งแปรรูปสารอินทรีย์ในโตรเจนในซากพืชเป็นอนินทรีย์ในโตรเจนที่เป็นประโยชน์กลับคืนสู่ดิน พัฒนา (2545) รายงานว่าขณะเดียวกันเมื่อจุลินทรีย์ในดินย่อยสลายซากพืชก็จะปลดปล่อยอินทรีย์คาร์บอนแก่ดิน ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งเป็นไปตามการทดลองของ อนันต์ และคณะ (2540) ทดลองปลูกถั่วลิสงแซมในมันสำปะหลัง พบว่าถั่วลิสงมีการดูดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากดิน 10.20, 0.21 และ 6.52 กก./ไร่ ตามลำดับ เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วธำอาหารเหล่านี้จะกลับคืนสู่ดิน ซึ่งทำให้เกิดดุลยภาพของธาตุอาหาร +4.86, +3.44 และ -3.35 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เพิ่มขึ้น วรรณพุดิ (2557) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากสารอินทรีย์บางชนิดที่เกิดขึ้นในการสลายตัวของปุ๋ยพืชสดมีสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ จึงรีดิวซ์เฟอริกออกไซด์ และแมงกานีสออกไซด์ กระบวนการดังกล่าวได้ดึงโปรตอนออกมาใช้ และเกิดจากการแปรสภาพแอนไอออนอินทรีย์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำก็ดึงโปรตอนมาใช้ ทำให้โปรตอนในดินลดลง ส่งผลให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น

5.1.5 ผลต่อกำไรและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

จากการศึกษาการปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยต่อกำไรและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าการปลูกอ้อยอย่างเดียว และการปลูกพืชแซมอ้อยที่ใช้รัถมีต้นทุนในการผลิตสูงกว่าการใช้แรงงานคน นอกจากนี้ พบว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อย และถั่วเขียวแซมอ้อยทั้งที่ใช้รัถและใช้แรงงานคนมีต้นทุนในการผลิตสูงกว่าการปลูกอ้อยอย่างเดียว เนื่องจากต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการปลูก ค่าเมล็ดพันธุ์ และค่าแรงการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่ว แต่ผลตอบแทนที่ได้พบว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อย และถั่วเขียวแซมอ้อยสูงกว่าการปลูกอ้อยอย่างเดียว สำหรับการปลูกอ้อยที่มีการเตรียมดินแบบปกติ พบว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยที่ใช้แรงงานคนมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด ส่วนการปลูกอ้อยที่ไม่มีการปรับระดับดิน พบว่าทุกกรรมวิธีทั้งที่ใช้รัถและใช้แรงงานคนมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและความคุ้มค่าในการลงทุน โดยถั่วเหลืองแซมอ้อยมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Khandagave (2010) ศึกษาการปลูกพืชชนิดต่างๆแซมอ้อยต่อผลกระทบทางเศรษฐกิจ พบว่าการปลูกถั่วเหลืองแซมอ้อยแบบแถวเดียวให้ผลตอบแทนสูงกว่าการปลูกอ้อยอย่างเดียว คือ 45,287 บาทต่อเฮกตาร์ รายได้สุทธิ 31,182 บาทต่อเฮกตาร์ และมีค่า B/C Ratio เท่ากับ 3.21 และคล้ายกับ Geetha (2018) ได้ศึกษาเศรษฐศาสตร์ของระบบการปลูกพืชตระกูลถั่วแซมอ้อยในเขตร้อนของอินเดีย โดยปลูกอ้อยระยะ 1.5 ม. เพื่อให้เหมาะกับการใช้เครื่องจักรกลในการเก็บเกี่ยว พบว่าถั่วเหลืองแซมอ้อยมีผลตอบแทนสุทธิสูงสุด คือ 77,708 บาทต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือ ถั่วเขียวแซมอ้อย 61,509 บาทต่อเฮกตาร์ และถั่วเหลืองแซมอ้อยมีค่า B/C Ratio สูงกว่าอ้อยอย่างเดียว เท่ากับ 1.83 และ 1.06 ตามลำดับ

ในการทดลองนี้การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อย ทำการปลูกถั่วในระยะที่ห่างกว่าปกติ มีอัตราการใช้เมล็ดต่ำทำให้ประชากรถั่วต่ำไปด้วย และไม่มีการใส่ปุ๋ยให้กับถั่ว ถ้าปลูกถั่วโดยใช้อัตราเมล็ดที่สูงขึ้น และมีการดูแลบำรุงถั่วที่ดี อาจทำให้การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยมีผลตอบแทนที่สูงขึ้น และมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและความคุ้มค่าในการลงทุนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Mucheru-Muna (2010) ได้ทดลองปลูกถั่วลิสงแซมข้าวโพด พบว่าต้นทุนรวมของระบบปลูกพืชแซม

เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากมีอัตราการใช้เมล็ดถั่วที่สูง และมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ทำให้ผลผลิตถั่วเพิ่มขึ้น 10-30% และผลตอบแทนเพิ่มขึ้น 45% มีค่า B/C Ratio เท่ากับ 3.05

5.2 สรุปผลการวิจัย

การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยในช่วงปลายฝน ภายใต้การบริหารจัดการแปลงด้วยเครื่องจักรกลเกษตรทั้งระบบ สามารถลดปริมาณและน้ำหนักแห้งของวัชพืชได้ มีผลผลิตถั่วสามารถนำไปจำหน่ายเป็นรายได้เสริมให้แก่ชาวไร่ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย

5.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัย

การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองแซมอ้อยในช่วงปลายฝน ภายใต้การบริหารจัดการแปลงด้วยเครื่องจักรกลเกษตรทั้งระบบนี้ มีข้อควรระวังเรื่องการให้น้ำแก่พืชแซม ซึ่งจำเป็นต้องให้น้ำแก่พืชแซมอย่างน้อย 1 – 2 ครั้ง หลังปลูก หากเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยที่ไม่มีแหล่งน้ำแก่อ้อย ไม่แนะนำให้ปลูกถั่วเขียวถั่วเหลืองแซมอ้อย นอกจากนี้การปลูกพืชแซมอ้อยจำเป็นต้องใช้สารกำจัดวัชพืชในระยะแรก คือ หลังการปลูกอ้อย และควรทิ้งช่วงไว้ 1 เดือนก่อนปลูกถั่ว เพราะสารกำจัดวัชพืชอาจส่งผลกระทบต่อพืชแซม

ทั้งนี้ชนิดของสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ก็มีความจำเป็น สารบางชนิดไม่สามารถใช้กับถั่วเขียวและถั่วเหลืองได้ เช่น ไดยูรอน (diuron) อะทราซีน (atrazine) อะเมทริน (ametryn) เป็นต้น เพราะสารเหล่านี้ส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและถั่วเขียว

นอกจากนี้การปลูกพืชแซมจำเป็นต้องใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยว เพราะหากใช้รถเกี่ยวขนาดเล็ก อาจส่งผลกระทบต่ออ้อยได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. (2533). ลักษณะประจำพันธุ์ถั่วเหลือง. *การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องงานวิจัยถั่วเหลือง ครั้งที่ 3 วันที่ 20-22 กุมภาพันธ์ 2553*. โรงแรมเชียงใหม่พลาซ่า จังหวัดเชียงใหม่, 9-12.
- กรมวิชาการเกษตร. (2543). เอกสารทางวิชาการ พันธุ์พืชขึ้นทะเบียนและพืชรับรองตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ.2518, 129.
- กรมวิชาการเกษตร. (2551). อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3. *จดหมายข่าวผลิใบ ก้าวใหม่การวิจัยและพัฒนาการเกษตร ฉบับที่ 11 ประจำเดือนกันยายน พ.ศ. 2551*, กรุงเทพฯ.
- กาญจนา กิระศักดิ์ ทักษิณา ศันสยะวิชัย วีระพล พลรักดี และอัมรารวรรณ ทิพย์วัฒน์. (2558). การวัดค่าความหวานของอ้อยด้วยแสงย่านใกล้อินฟราเรด. *วารสารวิชาการเกษตร*, 33(2), 159-168.
- เกษม สุขสถาน. (2523). อ้อย. สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2562, จาก <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=5&chap=3&page=t5-3-infodetail15.html>.
- เกษม สุขสถาน. (2540). คู่มือการทำไร่อ้อย. *เอกสารเผยแพร่*. บริษัทมิตรผลวิจัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด, กรุงเทพฯ.
- เกษมศรี ชับซ้อน. (2541). ปลูกพืชยา (พิมพ์ครั้งที่4). นานาสังพิมพ์, กรุงเทพฯ
- เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ และธีรรัตน์ แซ่มชัยพร. (2557). ศักยภาพทางอัลลีโลพาธีในดินของใบพืชสกุล *Cinnamomum* บางชนิด. *วารสารหน่วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 5(2), หน้า 196-201.
- เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง. (2547). *ประวัติความสำคัญ*. เอกสารวิชาการอ้อย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชมพูนุช วงศ์สุวรรณ. (2555). *การศึกษาโครงสร้างต้นทุนการผลิตอ้อยและการขนส่งอ้อยเข้าโรงงาน*. ปริญญาโท. ศ.ม., มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพฯ.
- ชื่นจิต แก้วกัญญา อติศร ยุบลวัฒน์ เอกราช มุกธวัตร สุนิสา ผลผาฤทธิ์ และอรทัย ยนต์พิมพ์. (2561). อิทธิพลของการปลูกพืชแซมต่อประสิทธิภาพของข้าวโพดและถั่วพุ่มที่ปลูกบนดินลูกรัง. *วารสารแก่นเกษตร*, 46(1), 406-411.
- दनัย นาคประเสริฐ. (2533). อิทธิพลของการปลูกพืชแซมที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยพันธุ์ Q 83 และ F 140. ปริญญาโท. วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธิตินัย พงศ์พิริยะกิจ. (2553). *Bulk density*. สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2562, จาก http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2019/3/232955_app.pdf.
- นิภา เลขสุนทรการ. (2540). ผลของการปลูกถั่วลิสงและถั่วปุยพืชสดแซมข้าวโพดต่อผลผลิตข้าวโพดและสมบัติของดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- บริษัท น้ำตาลนครบุรี จำกัด. (ม.ป.ป.). การดูแลรักษาอ้อย. สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2561, จาก www.kbs.co.th/uploads/sustain_sugarcane/article-004.pdf.

- ประภัทร์ พิศวงษ์. (2545). การใช้ถั่วพราง (*Canavalia ensiformis* L.) เป็นพืชคลุมดินเพื่อลดการใช้สารกำจัดวัชพืชในไร่อ้อย (*Saccharum officinarum* L.). ปรินญาณิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พัฒนา อภิภูตา. (2545). ศักยภาพของพืชตระกูลถั่วบางชนิดต่อการปรับปรุงดินบนพื้นที่ดอน. ปรินญาณิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เพชร ชุมทรัพย์. (2554). การวิเคราะห์งบการเงิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มิตรผลโมเดิร์นฟาร์ม. (29 พฤศจิกายน 2560). ออกแบบแปลงปลูกใหม่ใช้ท่อนพันธุ์น้อยลง. สืบค้นเมื่อ 11 ก.พ. 62, จาก <http://mitrpholmodernfarm.com/news/2017/11/less-for-more-ออกแบบแปลงปลูกใหม่ใช้ท่อนพันธุ์น้อยลง>.
- วรรณพุด ติเยกุล. (2557). ศึกษาพืชตระกูลถั่วพันธุ์พืชเมืองของจังหวัดแม่ฮ่องสอนในปรับปรุงบำรุงดินสำหรับการปลูกข้าวโพด. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์, สถานีพัฒนาที่ดินแม่ฮ่องสอน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิทยา เขียวไทย. (2544). ผลของการปลูกถั่วแปบ (*Lablab purpureus* L.) เป็นพืชแซมต่อการแข่งขันของวัชพืชในไร่อ้อย (*Saccharum officinarum* L.). ปรินญาณิพนธ์ วท.ม (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม. (2561). รายงานการผลิตอ้อยของประเทศไทยประจำปีการผลิต 2560/61. สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2561, จาก <http://www.ocsb.go.th/th/cms/detail.php?ID=923&SystemModuleKey=journal>
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (17 กรกฎาคม 2561). ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย เรื่อง การกำหนดราคาอ้อยขั้นต้นและผลตอบแทนการผลิตและจำหน่ายน้ำตาลทรายขั้นต้น ฤดูกาลผลิตปี 2560/2561.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร. สืบค้นเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2562, จาก <http://www.oae.go.th/view/1/ราคาสินค้าเกษตรรายเดือน/TH-TH>.
- สุขใจ ตอนปัญญา. (2554). ต้นทุนและผลตอบแทนในการลงทุนปลูกข้าวของเกษตรกร หมู่ 5 ตำบลหัวดง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร. ปรินญาณิพนธ์ บธ.ม., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- อดิสร เลหาวิช. (2552). การบัญชีบริหาร. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อนันต์ พลธานี และสฤติ วรรณพัฒน์. (2544). การศึกษาการจัดแถวปลูกและจำนวนประชากรถั่วเขียวเมื่อปลูกเป็นพืชแซมอ้อย. รายงานผลการวิจัยงบประมาณทุนอุดหนุนประจำปีงบประมาณ 2544, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อนันต์ พลธานี สฤติ วรรณพัฒน์ และปรีชา มั่งพร้อม. (2540). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยการปลูกถั่วลิสงแซม. รายงานผลการวิจัยงบประมาณทุนอุดหนุนประจำปีงบประมาณ 2540, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อนุชา ทองมี. (2540). อิทธิพลของรูปแบบการปลูกและวันปลูกต่อการเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียวและข้าวไร้ในระบบพืชแซม. ปรินญาณิพนธ์ วท.ม (เกษตรศาสตร์), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

- อภิพรรณ พุกภักดี. (2544). การยกระดับผลผลิตและรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองโดยการทดสอบในไร่เนา. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาพืช สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร 5-7 กุมภาพันธ์ 2544, 12-19.
- อมรรัตน์ ชูยถึง พงศ์พันธุ์ เจริญทรัพย์ และกฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์. (2550). การปลูกพืชปุ๋ยสดเป็นพืชแซมเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวาน. *การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4*, 2-11.
- อุกฤษฏ์ พงษ์วานิชอนันต์. (2552). *การศึกษาด้านทุนและผลตอบแทน การผลิตอ้อยโรงงาน ตำบลดอนเจดีย์ อำเภอนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ปีการเพาะปลูก 2550/2551*. ปรินญาณิพนธ์ ศ.ม., มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- Abdin, O.A., Zhou, X.M., Cloutier, D., Coulman, D.C., Faris, M.A., Smith, D.L., (2000). Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zeamays*). *European Journal of Agronomy*, 12, 93–102.
- Andrews, D. J., & Kassam, A. H. (1976). The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. Multiple Cropping. *American Society of Agronomy*, 27, 378.
- Anim, O., & Limbani, N. V. (2007). Effect of intercropping on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Moench. *International Journal of Agriculture and Biology (Pakistan)*.
- Anonymous. (1976). The progress report of multiple cropping research unit. Department of agronomy, Kasetsart University, Bankok. 84.
- Baumann, D.T., Kropff, M.J., Bastiaans, L. (2000). Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research*. 40, 359–374.
- Berry, S. D., Dana, P., Spaul, V. W., & Cadet, P. (2009). Effect of intercropping on nematodes in two small-scale sugar-cane farming systems in south africa. *Nematropica*, 39(1), 11.
- Blake, G. R. (1965). Bulk Density 1. *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*, (methodsofsoilana), 374-390.
- Blake, G. R., & Hartge, K. H. (1986). Bulk Density 1. *Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods*, (methodsofsoilan1), 363-375.
- Bremner, J.M. (1977). Total nitrogen. In C.A. Black. (Eds.). *Methods of soil analysis, part 2. USA. Madison Wisconsin American. Journal of Society of Agronomy*.
- Caamal-Maldonado, J. A., Jiménez-Osornio, J. J., Torres-Barragán, A., & Anaya, A. L. (2001). The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. *Agronomy Journal*, 93(1), 27-36.

- Carruthers, K. F. E. Q., Fe, Q., Cloutier, D., & Smith, D. L. (1998). Intercropping corn with soybean, lupin and forages: weed control by intercrops combined with interrow cultivation. *European Journal of Agronomy*, 8(3-4), 225-238.
- Chavez, V. P., & Mendoza, T. C. (1985). Seed quality of three field legumes as affected by sugarcane intercropping. *Philippine Journal of Crop Science*, 10(8).
- Crookston, R. K. (1976). Intercropping--a new version of an old idea. *Crops and soils*.
- Dhima, K. V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., & Dordas, C. A. (2007). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research*, 100(2-3), 249-256.
- Ebrahimi, E., Kaul, H. P., Neugschwandtner, R. W., & Nassab, A. D. M. (2016). Productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.) intercropped with rapeseed (*Brassica napus* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, 97(4), 557-568.
- Eissa, N., Elwan, A., & Morsy, A. S. (2017). Studies on Intercropping Soybean with Sugar cane under Different Nitrogen Levels. *Egyptian Journal of Agronomy*, 39(2), 221-237.
- Elba, B., Suárez, S. A., Lenardis, A. E., & Poggio, S. L. (2014). Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 70, 47-52.
- Geetha, P., Tayade, A. S., Chandrasekar, C. A., Selvan, T., & Kumar, R. (2018). Agronomic Response, Weed Smothering Efficiency and Economic Feasibility of Sugarcane and Legume Intercropping System in Tropical India. *Sugar Tech*, 1-5.
- Ghosh, P. K. (2004). Growth and yield competition and economics of groundnut/ cereal fodder intercropping system in the semi-arid tropics of India. *Field Crop Research*, 88(2-3), 227-237.
- Halliday, J. (1981). Arotechnologies based on symbiotic systems that fix nitrogen. International Workshop on BNF Technology. 9-13 March. USA. 26.
- Hiltbrunner, J., Liedgens, M., Bloch, L., Stamp, P., Streit, B., (2007). Legume covercrops as living mulches for winter wheat: components of biomass and the control of weeds. *European Journal of Agronomy*, 26, 21-29.
- Kadziulienė, Z., Sarunaite, L., Deveikyte, I., Maikstenienė, S., Arlauskienė, A., Masilionyte, L., ... & Zekaite, V. (2009). Qualitative effects of pea and spring cereals intercrop in the organic farming systems. *Agronomy Research*, 7(2), 606-611.
- Kamprath, E. J., & Watson, M. E. (1980). Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status of soils. *The role of phosphorus in agriculture, (the role of phosphorus)*, 433-469.

- Kaur, N., Bhullar, M. S., & Gill, G. (2015). Weed management options for sugarcane-vegetable intercropping systems in north-western India. *Crop Protection*, 74, 18-23.
- Kaur, N., Bhullar, M. S., & Gill, G. (2016). Weed management in sugarcane-canola intercropping systems in northern India. *Field Crops Research*, 188, 1-9.
- Khan, M. A., Naveed, K., Ali, K., Ahmad, B., & Jan, S. (2012). Impact of mungbean-maize intercropping on growth and yield of mungbean. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 18(2).
- Khandagave, R. B. (2010). Agronomic management of intercropping in sugarcane and its economic implications. In *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol* (Vol. 27).
- Khippal, A., Singh, S., Meharchand, R. S., Singh, J., Verma, R., & Kumar, R. (2016). Mechanized and profitable intercropping of legumes in autumn planted sugarcane. *Legume Research: An International Journal*, 39(3), 411-418.
- Li, L., Sun, J., Zhang, F., Li, X., Rengel, Z., & Yang, S. (2001). Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping: II. Recovery or compensation of maize and soybean after wheat harvesting. *Field Crops Research*, 71(3), 173-181.
- Li, L., Sun, J., Zhang, F., Li, X., Yang, S., & Rengel, Z. (2001). Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping: I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients. *Field crops research*, 71(2), 123-137.
- Li, X., Mu, Y., Cheng, Y., Liu, X., & Nian, H. (2013). Effects of intercropping sugarcane and soybean on growth, rhizosphere soil microbes, nitrogen and phosphorus availability. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(4), 1113-1119.
- Lithourgidis, A. S., Dordas, C. A., Damalas, C. A., & Vlachostergios, D. (2011). Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian journal of crop science*, 5(4), 396.
- Luo, S., Yu, L., Liu, Y., Zhang, Y., Yang, W., Li, Z., & Wang, J. (2016). Effects of reduced nitrogen input on productivity and N₂O emissions in a sugarcane/soybean intercropping system. *European journal of agronomy*, 81, 78-85.
- Malik, S. U., Khan, E. A., & Hussain, I. (2016). Morphological response of row spacing on sugar beet (*Beta Vulgaris*) with sugarcane (*saccharum officinarum* L.) intercropping. *Gomal University Journal of Research*, 32(2), 1-12.
- Mandal, U. K., Singh, G., Victor, U. S., & Sharma, K. L. (2003). Green manuring: its effect on soil properties and crop growth under rice-wheat cropping system. *European Journal of Agronomy*, 19(2), 225-237.

- Manimaran, S., Kalyanasundaram, D., Ramesh, S., & Sivakumar, K. (2009). Maximizing sugarcane yield through efficient planting methods and nutrient management practices. *Sugar Tech*, 11(4), 395-397.
- Matherne, R. J. (1974). Effects of Inter-Row Spacing on Sugar Cane Yields in Louisiana. *Proceedings International Society of Sugar Cane*, 15(2), 746-750.
- Midya, A., Bhattacharjee, K., Ghose, S. S., & Banik, P. (2005). Deferred seeding of blackgram (*Phaseolus mungo* L.) in rice (*Oryza sativa* L.) field on yield advantages and smothering of weeds. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191(3), 195-201.
- Morris, R. A. and D. P. Garrity. (1993). Resource capture and utilization in intercropping : water. *Field Crop Res.* 34, 303-279.
- Muoneke, C. O., Ogwuche, M. A. O., & Kalu, B. A. (2007). Effect of maize planting density on the performance of maize/soybean intercropping system in a guinea savannah agroecosystem. *African Journal of Agricultural Research*, 2(12), 667-677.
- Naeem, M., Cheema, Z. A., Wahid, A., Kamaran, M., & Arif, M. (2012). Weed dynamics in wheat-canola intercropping systems. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(3), 434.
- Ngwira, A. R., Aune, J. B., & Mkwinda, S. (2012). On-farm evaluation of yield and economic benefit of short term maize legume intercropping systems under conservation agriculture in Malawi. *Field crops research*, 132, 149-157.
- Njoku, D. N., & Muoneke, C. O. (2008). Effect of cowpea planting density on growth, yield and productivity of component crops in cowpea/cassava intercropping system. *Journal of Tropical Agriculture, Food Environment and Extension*, 7(2), 106-113.
- Nurk, L., Graß, R., Pekrun, C., & Wachendorf, M. (2017). Effect of sowing method and weed control on the performance of maize (*Zea mays* L.) intercropped with climbing beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture*, 7(7), 51.
- Olorunmaiye, PM. (2010). Weed control potential of five legume cover crops in maize/cassava intercrop in a Southern Guinea savanna ecosystem of Nigeria. *Australian Journal Crop Science*, 4, 324-329.
- Pappa, V. A., Rees, R. M., Walker, R. L., Baddeley, J. A., & Watson, C. A. (2012). Legumes intercropped with spring barley contribute to increased biomass production and carry-over effects. *The Journal of Agricultural Science*, 150(5), 584-594.
- Peech, M. (1965). Hydrogen ion activity. In C.A. Black (Ed.). *Methods of soil analysis*, part2. Madison Wisconsin American. *Journal of Society of Agronomy*, 914-926.
- Peech, M., Alexander, L.T., Deen, L.A., & Reed, J.F. (1947). *Methods of Soil Analysis for soil fertility investigations USA. Journal of Soil Science*, p. 29-38.

- Sharma, R. C., & Banik, P. (2013). Baby corn-legumes intercropping system: II weed dynamics and community structure. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 67, 11-18.
- Sukumarn, L., E. Sarobon and C. Premasthira. (2011). Effect of mungbean (*Vigna radiate* (L.) R. Wilczek) on growth and yield of subsequent crops. *The 7th National Agricultural System Conference*. Maha Sarakham University, Department of Agriculture, 212-218.
- United States Salinity Laboratory Staff. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. Agriculture Handbook No. 60. United States Department of Agriculture.
- Walkley, A., & Black, C. A. (1965). Organic carbon. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Madison, 1372-1375.
- Weil, R. R., & McFadden, M. E. (1991). Fertility and weed stress effects on performance of maize/soybean intercrop. *Agronomy journal*, 83(4), 717-721.
- Willey, R.W. (1981). Improved intercropping systems for small holders in the Semi-Arid Tropics. Paper prepared for the distribution at World Bank Symposidum on promoting Increased Food production in the 1980's at Washington. USA. 5-9 Jan. 28 p.

ภาคผนวก ก กิจกรรมการถ่ายทอดผลงานวิจัย

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

เพื่อจัดอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่อง การปลูกพืชหมุนเวียนและพืชแซมอ้อย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย

2. การดำเนินงาน

2.1 สถานที่จัด

แปลงปลูกอ้อย บ. ธาฮัส จำกัด บ้านบ่อทอง ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

2.2 วัน เวลา จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่

ครั้งที่ 1 วันที่ 13 กันยายน 2561 เวลา 8.30-15.00 น. จำนวน 45 คน

ครั้งที่ 2 วันที่ 10 พฤศจิกายน 2561 เวลา 8.30-15.00 น. จำนวน 55 คน

2.3 กำหนดการอบรม

กำหนดการ

8.00 – 8.30 น.	ลงทะเบียน
8.30 – 8.45 น.	พิธีเปิด โดย คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร
8.45 – 9.15 น.	บรรยายเรื่อง การปลูกพืชหมุนเวียนในระบบการปลูกอ้อย โดย ดร.อนุพงศ์ วงศ์ตามี
9.15 – 9.45 น.	บรรยายเรื่อง การปลูกพืชแซมอ้อยเพื่อเพิ่มผลกำไรและการจัดการ วัชพืช โดย ผศ.ดร.ธนัชสิทธิ์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
9.45 – 10.00 น.	เบรค
10.00 – 10.45 น.	เดินทางไปแปลงวิจัย ต.บ่อทอง อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก
10.45 – 11.15 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง การจัดระบบการปลูกอ้อยภายใต้มาตรฐาน Bonsucro โดย คุณวรชัย มโนมัยย์
11.15 – 12.00 น.	ศึกษาดูแปลงผลิตอ้อยภายใต้ระบบการปลูกพืชหมุนเวียนและพืช แซมอ้อย โดย ผศ.ดร.ธนัชสิทธิ์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ดร.อนุพงศ์ วงศ์ ตามี และคณะ
12.00 – 13.00 น.	รับประทานอาหารเที่ยง
13.00 – 15.00 น.	สรุปและประเมินผล

3. ผลการดำเนินงาน

3.1 จำนวนผู้เข้าร่วมกิจกรรม

เกษตรกรชาวไร่ จำนวน 70 คน
เจ้าหน้าที่โรงงานน้ำตาล 30 คน

3.2 ข้อมูลทั่วไป

3.2.1 พันธุ์อ้อย

ชาวไร่อ้อย

- ขอนแก่น 3 ร้อยละ 79.17
- ขอนแก่น 51 ร้อยละ 4.17
- ตองหนึ่ง (111) ร้อยละ 4.17
- LK 92-11 ร้อยละ 12.50

เจ้าหน้าที่โรงงาน

- ขอนแก่น 3 ร้อยละ 77.8
- LK 92-11 ร้อยละ 11.1
- LPK 98-51 ร้อยละ 11.1

3.2.2 ระยะระหว่างแถวอ้อย

ชาวไร่อ้อย

- 80 cm ร้อยละ 11.11
- 120 cm ร้อยละ 16.67
- 150 cm ร้อยละ 50
- 170 cm ร้อยละ 22.22

เจ้าหน้าที่โรงงาน

- 120 cm ร้อยละ 10
- 150 cm ร้อยละ 80
- 160 cm ร้อยละ 10

3.3 การปลูกพืชหมุนเวียน

3.3.1 การปลูกพืชหมุนเวียน

ชาวไร่อ้อย เคยปลูก 29.63% ไม่เคย 70.37%

พืชที่เคยปลูก ได้แก่

- ปอเทือง ปลูกช่วง เมษายน – ตุลาคม แล้วไถกลบ
- ถั่วเขียว ปลูกช่วง สิงหาคม – พฤศจิกายน แล้วไถกลบ
- ข้าวโพด ปลูกช่วง พฤษภาคม – กันยายน เก็บเกี่ยวแล้วไถกลบ
- ข้าวหอมมะลิ ปลูกช่วง สิงหาคม – ธันวาคม ใช้รถเกี่ยวข้าว ขายที่แหล่งรับซื้อใกล้บ้าน

เจ้าหน้าที่โรงงาน เคยปลูก/ส่งเสริมการปลูกพืชหมุนเวียน 40% ไม่เคย 60%

พืชที่ส่งเสริม/เคยปลูก ได้แก่

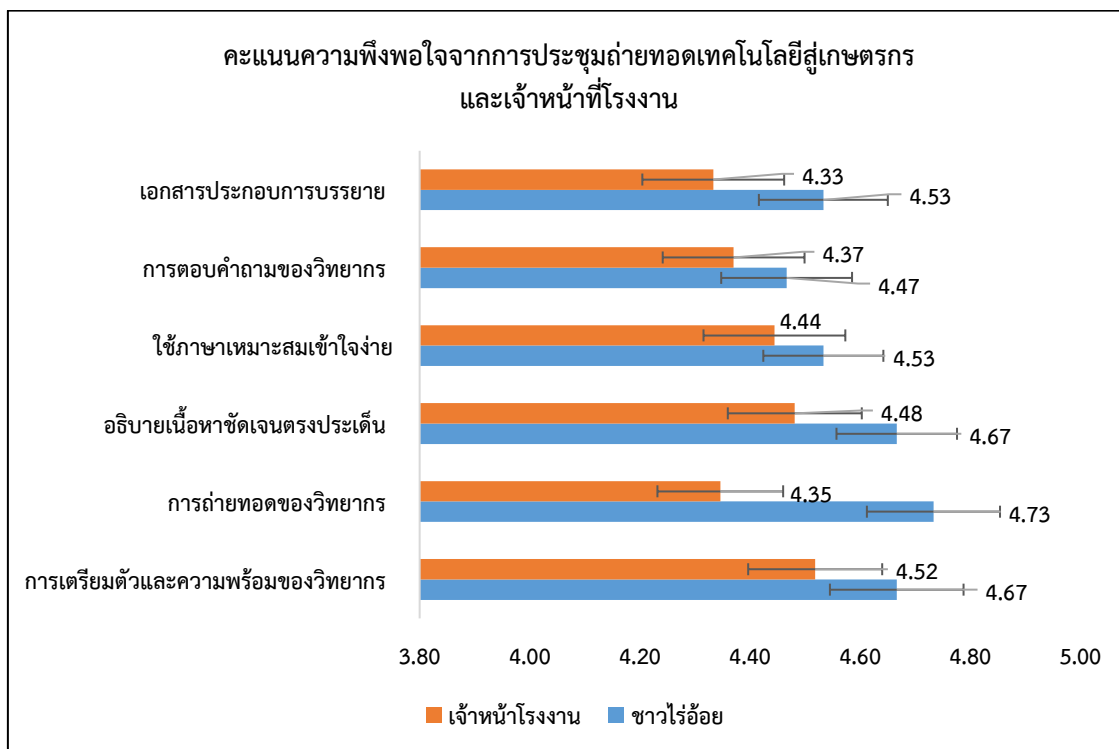
- ปอเทือง
 - ปลูกช่วง พฤษภาคม – สิงหาคม เก็บเมล็ด ขายที่ กรมวิชาการเกษตร
 - ปลูกช่วง กรกฎาคม – ตุลาคม แล้วไถกลบ
- ถั่วเขียว
 - ปลูกช่วง มกราคม-เมษายน แรงงานคน ขายที่แหล่งรับซื้อใกล้บ้าน
 - ปลูกช่วง มกราคม-เมษายน แรงงานคน บริโภคภายในครัวเรือน
- ข้าวโพด เก็บเกี่ยวแล้วไถกลบ
- ข้าว ปลูกช่วง มิถุนายน – กันยายน ใช้รถเกี่ยวข้าว ขายที่แหล่งรับซื้อใกล้บ้าน

3.3.2 การปลูกพืชแซม

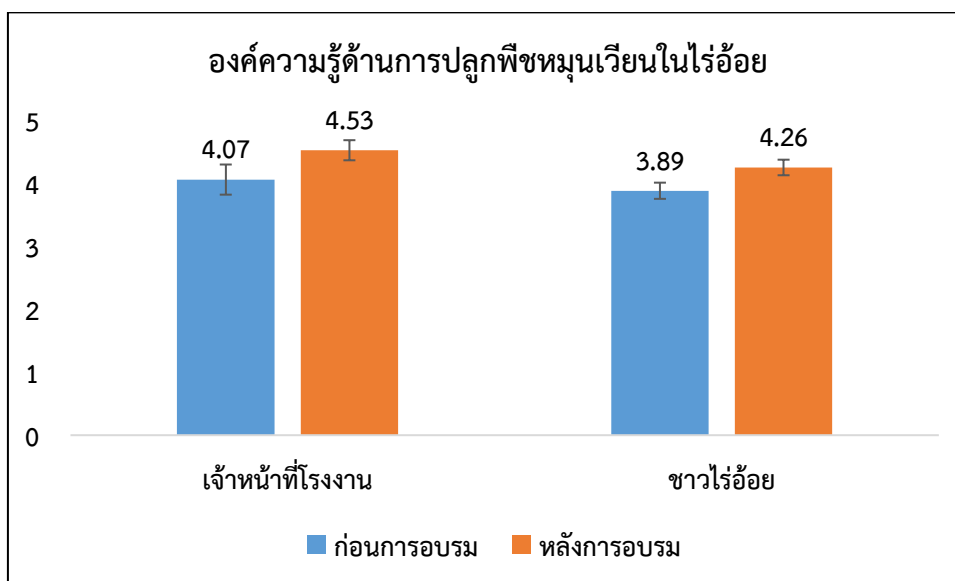
ทั้งชาวไร่อ้อย และ เจ้าหน้าที่โรงงาน ไม่เคยส่งเสริมการปลูก หรือเคยปลูกพืชแซมระหว่างแถวอ้อย (0%)

3.4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อผลการวิจัย

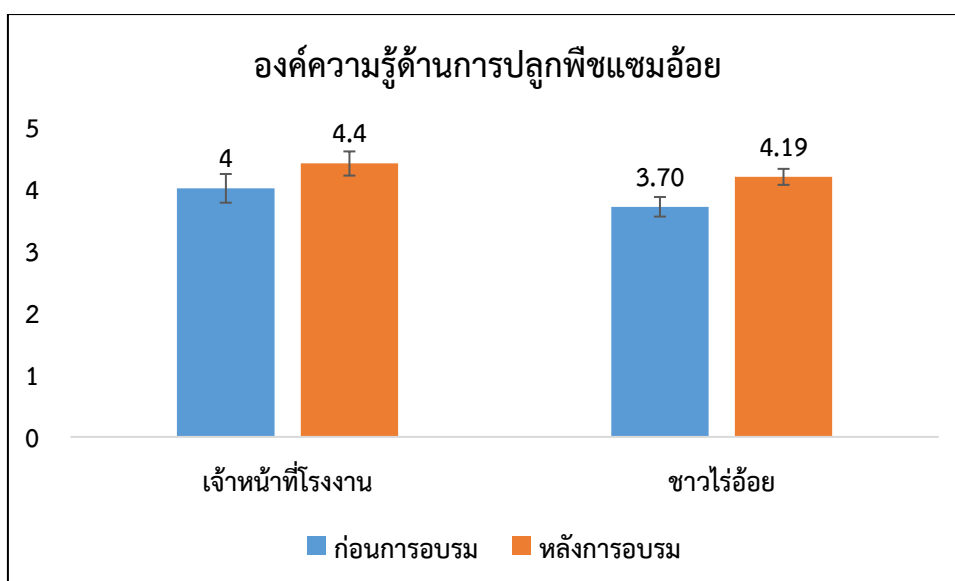
3.4.1 ความพึงพอใจในการฝึกอบรมเรื่องต่างๆ



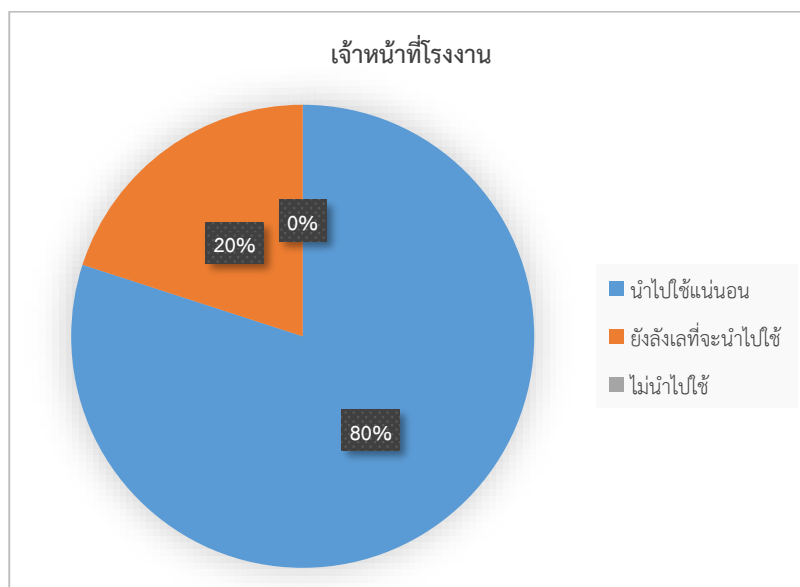
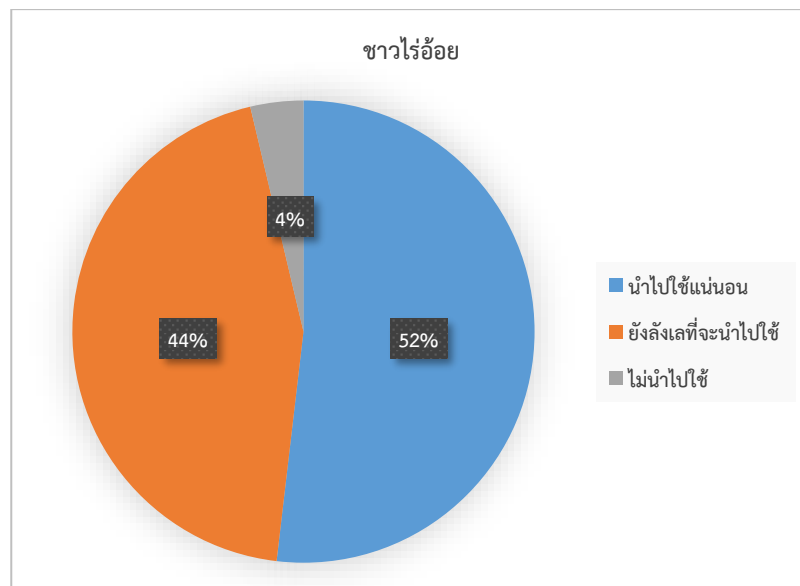
3.4.2 องค์ความรู้ด้านการปลูกพืชหมุนเวียนในไร่อ้อย



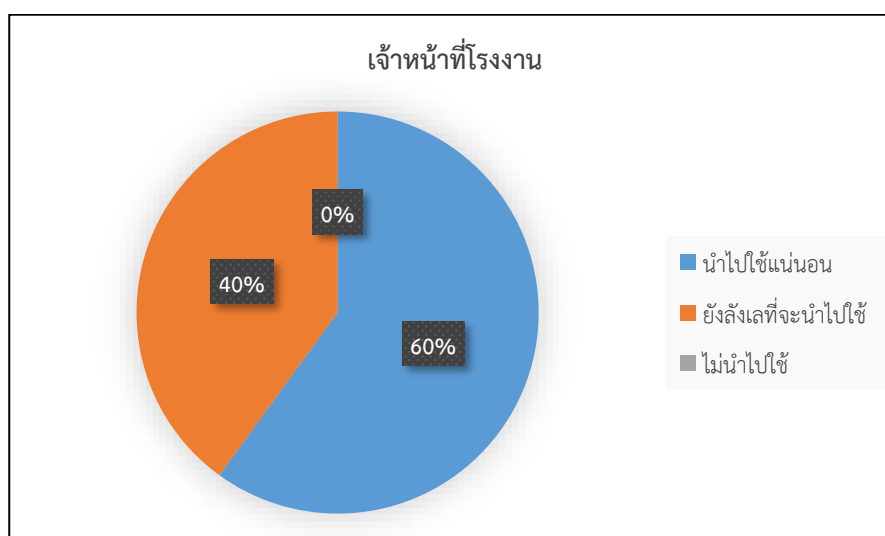
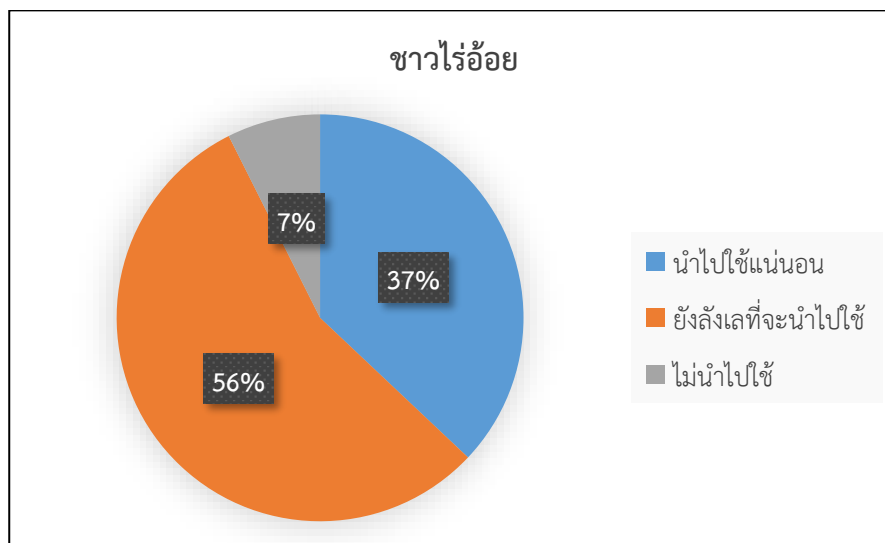
3.4.3 องค์ความรู้ด้านการปลูกพืชแซมอ้อย



3.4.4 นวัตกรรมความรู้เรื่องการปลูกพืชหมุนเวียนไปใช้ในการส่งเสริม/แปลงปลูกอ้อย



3.4.5 นำองค์ความรู้เรื่องการปลูกพืชแซมไปใช้ในการส่งเสริม/แปลงปลูกอ้อย



3.4 ข้อเสนอแนะจากแบบประเมิน

1. ข้อมูลที่นำเสนอมีเนื้อหาสาระดี
2. อยากให้มีการอบรมเกษตรกรบ่อยๆ
3. ผลกำไรไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน
4. แนะนำร้านจำหน่ายและรับซื้อเมล็ดพันธุ์

3.4 แบบประเมินความพึงพอใจ

3.4.1 เกษตรกรชาวไร่อ้อย

แบบประเมินความพึงพอใจ / ความเข้าใจ / การนำไปใช้ของผู้เข้ารับการอบรม

โครงการจัดประชุมเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้แก่เกษตรกร

เรื่อง การถ่ายทอดความรู้เรื่องการปลูกพืชหมุนเวียนและพืชแซมอ้อยเพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพการผลิตอ้อยวันที่ 13 กันยายน 2561 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

แบบประเมินนี้ ผู้จัดประชุมได้จัดทำขึ้น เพื่อประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรในการมาร่วมประชุม ทั้งนี้เพื่อนำผลการประเมินที่ได้รับมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดอบรมให้ดียิ่งขึ้นในครั้งถัดไป

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 เพศ () ชาย () หญิง อายุ..... ปี

1.2 ท่านมีอาชีพหลักคือผลิตอ้อย ใช่หรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ อาชีพหลักคือ.....

1.3 ท่านมีพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกอ้อยจำนวน.....แปลง

รวมเป็นพื้นที่.....ไร่ (ไม่รวมของลูกไร่)

2. ข้อมูลด้านการผลิตอ้อย

2.1 พันธุ์อ้อย.....

2.2 ระยะระหว่างแถว.....ซม.

2.3 ระบบแถว ☐ แถวเดี่ยว

☐ แถวคู่

2.4 ท่านเคยปลูกพืชหมุนเวียนหรือไม่

☐ เคย ปลูกอะไร.....ช่วงเดือน.....ถึงเดือน.....

เก็บเกี่ยวอย่างไร.....

ขายที่ไหน.....

☐ ไม่เคย

2.5 ท่านเคยปลูกพืชแซมหรือไม่

☐ เคย ปลูกอะไร.....ช่วงเดือน.....ถึงเดือน.....

เก็บเกี่ยวอย่างไร.....

ขายที่ไหน.....

☐ ไม่เคย

3. ด้านความรู้และการนำเสนอ

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำไปใช้

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำความรู้ไปใช้				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
ด้านวิทยากร					
1. การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร					
2. การถ่ายทอดของวิทยากร					
3. สามารถอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจนและตรงประเด็น					
4. ใช้ภาษาเหมาะสมและเข้าใจง่าย					
5. การตอบคำถามของวิทยากร					
6. เอกสารประกอบการบรรยายเหมาะสม					
ด้านสถานที่ / ระยะเวลา / อาหาร					
1. สถานที่สะอาดและเหมาะสม					
2. ความพร้อมของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์					
3. ระยะเวลาในการอบรม					
4. อาหารมีความเหมาะสม					
ด้านการนำความรู้ไปใช้ (พืชหมุนเวียน)					
1. ท่านมีองค์ความรู้เรื่องการปลูกพืชหมุนเวียนก่อนการอบรมมากน้อยแค่ไหน					
2. หลังการอบรมท่านมีความรู้เรื่องพืชหมุนเวียนเพิ่มขึ้นมากแค่ไหน					
ด้านการนำความรู้ไปใช้ (พืชแซมอ้อย)					
1. ท่านมีองค์ความรู้เรื่องการปลูกพืชแซมในแถวอ้อยก่อนการอบรมมากน้อยแค่ไหน					
2. หลังการอบรมท่านมีความรู้เรื่องปลูกพืชแซมในแถวอ้อยเพิ่มขึ้นมากแค่ไหน					

ท่านคิดว่าจะนำองค์ความรู้เรื่องการปลูกพืชหมุนเวียนไปใช้ในแปลงปลูกอ้อยของท่านหรือไม่

- ☐ นำไปใช้แน่นอน
- ☐ ยังลังเลที่จะนำไปใช้
- ☐ ไม่นำไปใช้

ท่านคิดว่าจะนำองค์ความรู้เรื่องการปลูกพืชแซมไปใช้ในแปลงปลูกอ้อยของท่านหรือไม่

- ☐ นำไปใช้แน่นอน
- ☐ ยังลังเลที่จะนำไปใช้
- ☐ ไม่นำไปใช้

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค ภาพกิจกรรมการดำเนินงาน



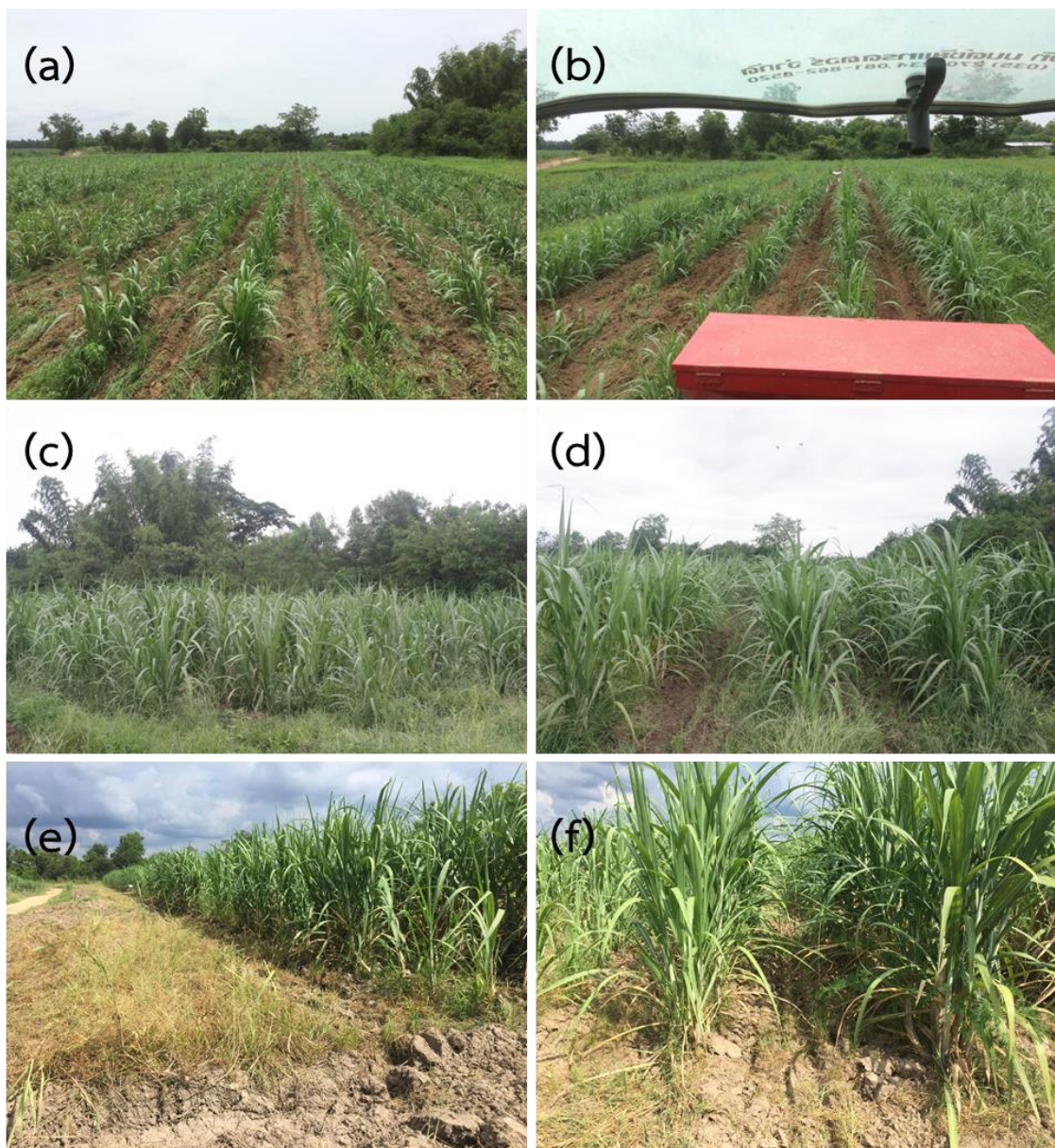
ภาพผนวกที่ 1 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ดำเนินงานวิจัย (a) ฝาลพรวน 24 จาน (b) เกรดเดอร์ (grader) ที่ปรับระดับดิน (c) ริปเปอร์ (ripper) และ (d) มินิคอมบาย (mini combine)



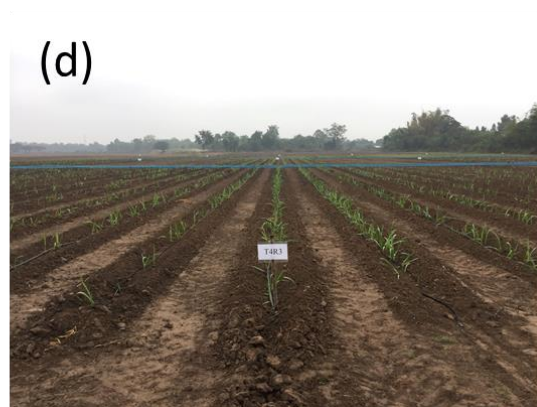
ภาพผนวกที่ 2 แปลงปลูกพีชหมุนเวียน (a) การให้น้ำพีชหมุนเวียนหลังปลูก (b) ถั่วเหลืองอายุ 14 วันหลังปลูก (c) ถั่วเขียวอายุ 14 วันหลังปลูก (d) ถั่วเหลืองอายุ 30 วันหลังปลูก (e) และถั่วเขียวอายุ 30 วันหลังปลูก



ภาพผนวกที่ 3 การปลูกอ้อย (a) สภาพแปลงหลังปลูกอ้อย (b) การนำเศษซากพืชที่บรรจุถุงตาข่ายไปฝังเพื่อวิเคราะห์การย่อยสลายซากพืชด้วยวิธี Litter bag technique (c และ d) ของแปลงพืชหมุ่นเวียน



ภาพผนวกที่ 4 อ้อยอายุ 2 เดือนหลังปลูก (a และ b) อ้อยอายุ 4 เดือนหลังปลูก (c และ d) อ้อยอายุ 6 เดือนหลังปลูก (e และ f) ของแปลงพืชหมุนเวียน



ภาพผนวกที่ 5 แปลงพืชแซม a) การใช้มินิคอมบายกำหนดแถวปลูกอ้อย, b) การปลูกอ้อย, c) สภาพแปลงอ้อยหลังปลูก 1 วัน และ d) สภาพแปลงอ้อยหลังปลูก 1 เดือน



ภาพผนวกที่ 6 แปลงพืชแซม a) การใช้คราดสปริงชุดหน้าดิน, b) และ c) การปลูกถั่วเขียวและถั่วเหลืองด้วยเครื่องปลูกติดท้ายแทรกเตอร์ 24 แรงม้า และ d) สภาพแปลงหลังปลูกพืชแซม 1 วัน



ภาพผนวกที่ 7 a) แปลงถั่วเขียวแซมอ้อย 10 วัน หลังปลูก, b) แปลงถั่วเหลืองแซมอ้อย 10 วัน หลังปลูก, c) แปลงถั่วเขียวแซมอ้อย 40 วัน หลังปลูก และ d) แปลงถั่วเหลืองแซมอ้อย 40 วันหลังปลูก



ภาพผนวกที่ 8 แปลงถั่วเขียวแซมอ้อย ที่ 65 วันหลังปลูก



ภาพผนวกที่ 9 รถเก็บถั่วขนาดเล็ก หน้ากว้าง 1 เมตร ใช้เก็บเกี่ยวถั่วระหว่างแถวอ้อย



ภาพผนวกที่ 10 ใช้เครื่องปั่นพรวนวัชพืชระหว่างแถวอ้อย หลังเก็บเกี่ยวพืชแซม 1 เดือน เพื่อกำจัดวัชพืช



ภาพผนวกที่ 11 การจัดประชุมเผยแพร่องค์ความรู้ระบบการปลูกพืชหมุนเวียนและพืชแซมในไร่อ้อยให้แก่เกษตรกรชาวไร่อ้อยและพนักงานฝ่ายไร่ของโรงงานน้ำตาลพิษณุโลก