รหัสโครงการ SUT7-717-62-12-02

รายงานการวิจัย

การศึกษาและการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

(The Study and Engineering Economic Analysis of using Drone Technology in Crop Protection)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT7-717-62-12-02

รายงานการวิจัย

การศึกษาและการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

(The Study and Engineering Economic Analysis of using Drone Technology in Crop Protection)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีร์ ศิริรักษ์

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กันยายน 2563

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการ และการดำเนินงานวิจัยเป็นอย่างดี อันได้แก่

ขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐธิญา เบือนสันเทียะ อาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่คอยดูแล ติดตามงาน และช่วยตรวจแก้ไขโครงการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ นางสาวกานต์สินี แหลมเฉียบ ที่ได้ให้การอำนวยความสะดวก ติดต่อประสานงานอย่างเต็มความสามารถ และช่วยให้งานสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ผศ. ดร. ปวีร์ ศิริรักษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาต้นทุนของการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบกับการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม เพื่อเป็นแนวทางในการอารักขาพืชในประเทศไทย รวมถึงวิเคราะห์ความเสี่ยงของการลงทุนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในด้านผลตอบแทนและอัตราดอกเบี้ย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานำมาจากการเก็บข้อมูลการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์บนแปลงทดลองในเขตพื้นอำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 แปลงซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 10 ไร่ โดยกำหนดช่วงอายุการลงทุน 10 ปี อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7 ต่อปี และศึกษาดัชนีวัดผลทางการเงิน 3 ประเภท ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) พบว่า ในการลงทุนปลูกมันสำปะหลังโดยการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม มีค่า NPV เท่ากับ 15,551.36 บาท และ ค่า B/C ratio เท่ากับ 1.175 และค่า IRR เท่ากับ 11% ส่วนการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ มีค่า NPV เท่ากับ 93,172.89 บาท ค่า B/C ratio เท่ากับ 1.248 และค่า IRR เท่ากับ 12% จากผลที่ได้ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์โดยการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากว่าการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period) เท่ากับ 5 ปี 8 เดือน ซึ่งอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7 ต่อปี นอกจากนี้ ในการวิเคราะห์ความไวในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis) พบว่า ผลตอบแทนจากการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ มีค่าเพิ่มขึ้นตามราคาผลผลิตที่เพิ่มขึ้น และทั้งสองวิธีมีความคุ้มค่าในการลงทุน หากราคาของผลผลิตยังคงมีค่ามากกว่า 2.55 และ 2.36 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาอัตราดอกเบี้ยที่เพิ่มขึ้น ทั้งสองวิธียังคงให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า โดยดอกเบี้ยต้องไม่สูงเกินร้อยละ 10.63% และ 12.10% ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

The objective of this research was to study the economic analysis of using drone technology in crop protection compared with traditional crop protection and use it as a guideline for crop protection in Thailand. An investment risk assessment is analyzed when there was a change in returns and interest rates. The data used in the study came from organic cassava cultivation in the area of Soeng Sang, Nakhon Ratchasima. Given that the investment period was 10 years, the interest rate was 7 percent per year, and the harvesting area was 10 rais. The three types of financial indexes were studied, namely the Net Present Value (NPV), Benefit-Cost ratio (B/C ratio), and Internal Rate of Return (IRR). The NPV, B/C ratio, and IRR of the investment by traditional crop protection showed 15,551.36 baht, 1.175, and 11%, respectively. Using drone technology in crop protection, the NPV, B/C ratio, and IRR showed 93,172.89 baht, 1.248, and 12%. All results indicated that organic cassava cultivation by using drone technology with 5 years payback period was more cost-effective than traditional crop protection. Moreover, the sensitivity analysis found that the return to traditional crop protection and new crop protection using drone technology increased when the product price increased. In addition, both crop protection methods were worthwhile for investment if the product prices were still more than 2.55 and 2.36 baht/ kg, respectively. When the interest rate increased, both methods still paid off when the interest was not higher than 10.63% and 12.10% respectively.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... จ

สารบัญภาพ ..... ฉ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตรวจเอกสาร 6

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วางแผนในการเก็บข้อมูล 8

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ 8

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 สรุปผลข้อมูลจากแบบสอบถาม 11

4.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ 15

4.3 การวิเคราะห์ความไวในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis) 18

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 22

บรรณานุกรม 23

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. 25

ประวัติผู้วิจัย 32

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2553 -2559 1

1.2 ข้อมูลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยของประชากรที่สัมผัสกับการสารเคมีจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 2

4.1 ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรสุทธิรวมทุกพื้นที่เกษตรกรในการเพาะปลูกแบบดั้งเดิม 13

4.2 ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรสุทธิรวมทุกพื้นที่เกษตรกรในการเพาะปลูกแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช 14

4.3 การวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนในการเพาะปลูกแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช 15

4.4 งบกระแสเงินสดของรายรับสุทธิ ต้นทุนรวม และกำไรสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิม 16

4.5 การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิม 16

4.6 งบกระแสเงินสดของรายรับสุทธิ ต้นทุนรวม และกำไรสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช 17

4.7 การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช 17

4.8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio) 18

4.9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal rate of Return : IRR) 18

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 ปริมาณการนำเข้าสารเคมีทางการเกษตร 2
2 จำนวนและอัตราการตายต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ พ.ศ. 2539-2554 3
3 กรอบแนวคิดของงานวิจัย 4
4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และราคาผลผลิตต่อหน่วยของการปลูกมันสำปะหลังโดยการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ 19
5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และราคาผลผลิตต่อหน่วยของการปลูกมันสำปะหลังโดยการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ 19
6 แสดงความสัมพันธ์อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) และราคาผลผลิตต่อหน่วยของการปลูกมันสำปะหลังโดยการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ 20
7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราดอกเบี้ย 20
8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราดอกเบี้ย 21

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ผลการสำรวจในปี 2559 มีผู้มีงานทำทั้งสิ้น 37.7 ล้านคน เป็นกลุ่มแรงงานในภาคการเกษตรกรรม 11.8 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 31.2 และที่เหลือเป็นแรงงานนอกกลุ่มเกษตรกรรม 25.9 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 68.8 การปฏิบัติงานของแรงงานภาคเกษตรกรรมยังมีลักษณะที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพในหลายปัจจัย ทั้งนี้ปัญหาสุขภาพที่สำคัญในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพเกษตรกรรม คืออันตรายจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างแพร่หลายเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและเกษตรกรส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการใช้สารเคมี ฯ ที่ไม่ถูกต้อง ปลอดภัย ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั้งเฉียบพลันและเรื้อรัง อาการแสดงเฉียบพลันมีตั้งแต่ระดับเล็กน้อยจนรุนแรงถึงแก่ชีวิต ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้น ความเป็นพิษ และปริมาณที่ได้รับ ส่วนอาการเรื้อรังสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะสะสมในระบบต่างๆ ของร่างกายทำให้เกิดความผิดปกติและโรคต่างๆ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560)

จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และกรมวิชาการเกษตร ปี พ.ศ. 2559 จะพบว่าประเทศไทยมีปริมาณนำเข้าสารกำจัดวัชพืชเท่ากับ 125,596 ตัน ปริมาณการนำเข้าสารกำจัดแมลงเท่ากับ 16,056 ตัน สารป้องกันและกำจัดโรคพืช 12,915 ตัน คิดเป็นปริมาณนำเข้าสารเคมีทุกชนิดเท่ากับ 160,824 ตัน มูลค่ารวม 20,618 ล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2553 -2559

ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2553-2559
หน่วย : ปริมาณ : ตัน
มูลค่า : ล้านบาท

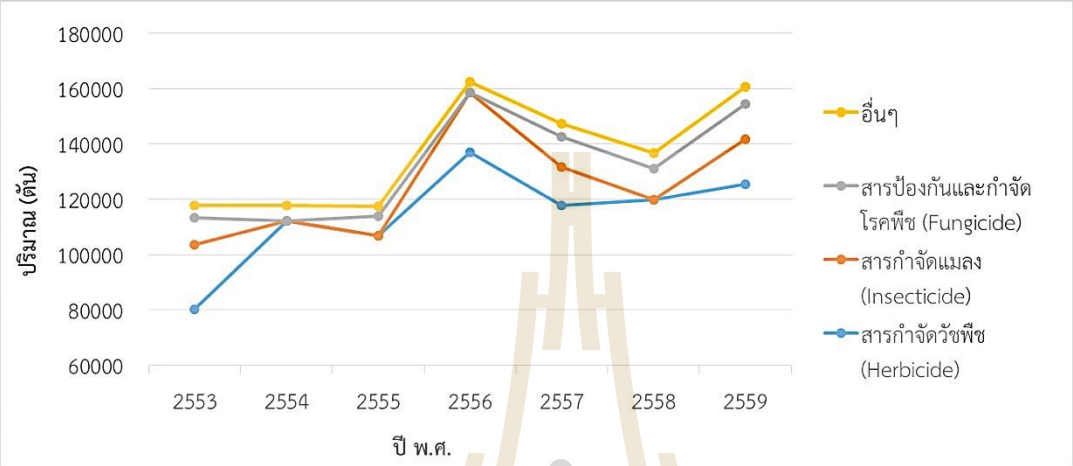
ปี	สารเคมี									
	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)		สารกำจัดแมลง (Insecticide)		สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (Fungicide)		อื่นๆ		รวม	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
2553	80,278	8,845	23,417	4,670	9,671	3,860	4,450	583	117,815	17,956
2554	112,177	11,480	34,672	5,938	12,179	3,875	5,511	777	164,538	22,070
2555	106,860	11,294	16,797	3,686	6,972	3,883	3,748	494	134,480	19,378
2556	137,049	14,873	21,485	4,201	10,350	4,828	3,942	514	172,826	24,416
2557	117,645	13,435	13,910	4,013	10,988	4,708	4,832	656	147,375	22,812
2558	119,971	11,016	12,927	3,684	11,088	3,839	5,560	787	149,546	19,326
2559	125,596	9,688	16,056	3,899	12,915	4,503	6,120	2,487	160,824	20,618

หมายเหตุ : * ได้แก่ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารรมควันพิษ สารกำจัดหอยและหอยทาก สารกำจัดไร ไส้เดือนฝอย สารกำจัดหนู

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2560)

โดยถึงแม้ว่าประเทศไทยได้มีกฎหมายควบคุมการใช้สารเคมีโดยการงดการนำเข้า/ขึ้นทะเบียนสารเคมีบางประเภทแล้ว แต่ยังคงเหลือตกค้างและใช้งานภายในประเทศอยู่เป็นจำนวนมาก และสาร

กำจัดศัตรูพืชหลายชนิดที่มีพิษร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิต เช่น คาร์โบฟูราน เมโทมิล ไดโครโตฟอส อีพีเอ็น ซึ่งสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และหลายประเทศในเอเชีย เช่น อินเดีย ลาว กัมพูชา เมียนมาร์ อินโดนีเซีย ได้ยกเลิกการใช้หรือไม่รับขึ้นทะเบียน เนื่องจากมีข้อมูลความปลอดภัยที่ไม่เพียงพอ แต่ประเทศไทยยังคงมีการนำเข้าอยู่ และปริมาณการนำเข้าในแต่ละปีมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังแผนภูมิในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปริมาณการนำเข้าสารเคมีทางการเกษตร
ที่มา : กรมวิชาการเกษตร และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2560)

ข้อมูลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มเกษตรกรของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม (2560) กรมควบคุมโรคพบว่า ผลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ด้วยกระดาษทดสอบโคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase reactive paper) ในกลุ่มเกษตรกรที่พบว่าเสี่ยงและ/ไม่ปลอดภัย ต่อพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืช พ.ศ. 2554 – 2558 แสดงในตารางที่ 2

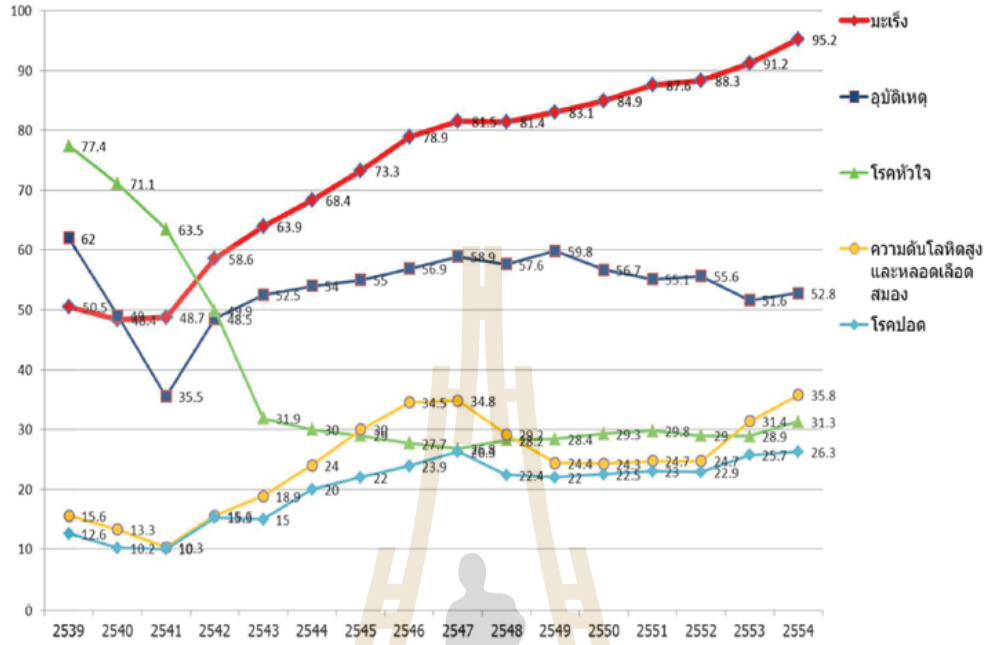
ตารางที่ 1.2 ข้อมูลการตรวจคัดกรองความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยของประชากรที่สัมผัสกับการสารเคมีจากการสัมผัสสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ปี พ.ศ.	จำนวน จังหวัดที่รายงาน	ได้รับการตรวจคัดกรอง (คน)	ผลเสี่ยงและ/หรือไม่ปลอดภัย(คน)	ร้อยละผลเสี่ยงและ/หรือไม่ปลอดภัย
2554	74	533,524	173,243	32.47
2555	31	244,822	75,749	30.94
2556	50	314,805	96,227	30.57
2557	71	317,600	108,062	34.02
2558	71	341,039	110,672	32.45

ที่มา : สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม (2560)

สอดคล้องกับสาเหตุการเสียชีวิตด้วยโรคของคนไทยดังแผนภูมิในภาพที่ 2 โดยโรคมะเร็งเป็นปัญหาการเจ็บป่วย การเสียชีวิต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2554 โรคมะเร็งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 1 ของประชากรไทย สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ในอาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ก่อให้เกิด

โรค และปัญหาทางสุขภาพต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่การเสียชีวิตได้ ผู้ที่สัมผัสกับสารเคมีเหล่านั้นอย่างตัวเกษตรกรเองจึงมีความเสี่ยงมากกว่าผู้บริโภคอย่างยิ่ง



ภาพที่ 2 จำนวนและอัตราการตายต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ พ.ศ. 2539-2554

ที่มา : กรมการแพทย์ (2556)

เนื่องจากความจำเป็นในการใช้สารเคมีทางการเกษตรยังมีอย่างต่อเนื่องแล้วมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพราะถือเป็นหนึ่งในวิธีที่ให้ความสะดวกต่อเกษตรกร และเห็นผลรวดเร็ว แต่การใช้สารเคมีในภาคเกษตรยังเป็นส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วยของเกษตรกร ดังนั้นนอกจากการใช้สารเคมีอย่างถูกวิธีเพื่อลดการปนเปื้อนหรือตกค้างในอาหารของผู้บริโภคแล้ว ในทำนองเดียวกันที่เกษตรกรเองต้องหาเทคโนโลยีที่จะสามารถลดการสัมผัสกับสารเคมี เพื่อหลีกเลี่ยงอาการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการปฏิบัติงาน งานอารักขาพืชเป็นงานหลักๆ ที่จะใช้สารเคมีเข้ามา แต่ทว่าในปัจจุบันยังมีการนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในการเกษตรในประเทศไทยน้อยมากเนื่องจากการลงทุนที่สูงและยังขาดการศึกษาการนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในการเกษตรอย่างจริงจัง โดยหากมีการศึกษาและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในงานอารักขาพืชแล้วนั้น เทคโนโลยีนี้จะเป็นทางเลือกที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและประเทศไทยในเรื่องของการลดแรงงานและอันตรายที่จะเกิดจากการปฏิบัติงานของเกษตรกรในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช
2. เพื่อศึกษาต้นทุนของการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ
3. เพื่อวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ถึงความคุ้มค่าในการนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืชและนำมาเปรียบเทียบกับการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม

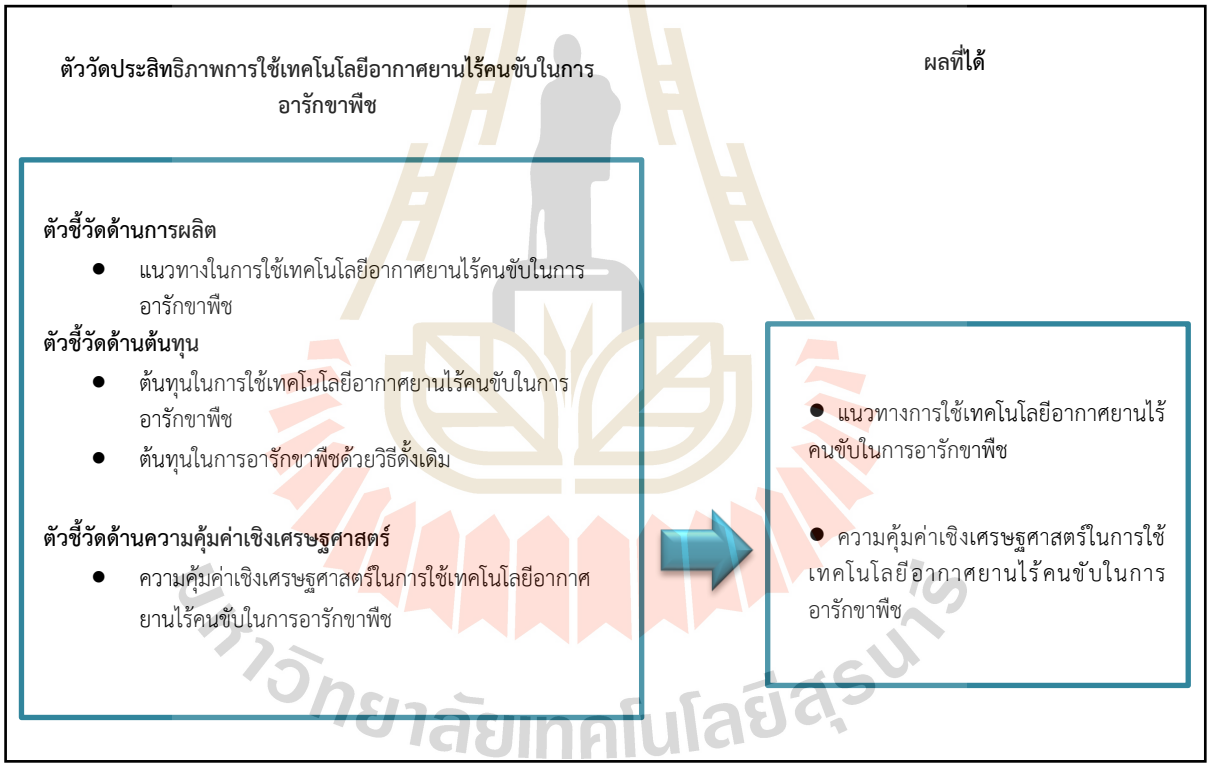
4. เพื่อเป็นแนวทางในการอารักขาพืชโดยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับสำหรับเกษตรกรในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาหาแนวทางการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืชสำหรับเกษตรกรในประเทศไทย รวมไปถึงการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์และการวิเคราะห์ต้นทุนเปรียบเทียบระหว่างการอารักขาพืชด้วยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับกับการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นแนวทางในการอารักขาพืชด้วยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับต่อไป

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

ตัวชี้วัดด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์พิจารณาจากความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์และการวิเคราะห์ต้นทุนเปรียบเทียบระหว่างการอารักขาพืชด้วยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับกับการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม กรอบแนวคิดดังกล่าวแสดงดังภาพ



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- **การนำไปใช้ประโยชน์ในด้าน**

  ด้านวิชาการ

- **ผู้ที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์**

ผู้ใช้	การใช้ประโยชน์
เกษตรอำเภอ	นโยบายในการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช
องค์การบริหารส่วนตำบล	นโยบายในการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช
เกษตรกร	แนวทางในการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตรวจเอกสาร

ตั้งแต่ปี 2541 โรคมะเร็งกลายเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตมากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ในอาหารเป็นหนึ่งในเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งและปัญหาทางสุขภาพต่างๆซึ่งนำไปสู่การเสียชีวิตได้ มีรายงานวิจัยในปี 2547 พบว่า (Sanborn, 2007) สารเคมีที่ใช้ในภาคเกษตรกรรมหลายชนิดมีผลต่อการเกิดโรคมะเร็ง โดยสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมท และสารเคมีกำจัดวัชพืชในกลุ่มฟีนอกซี่ (carbamate and phynoxy herbicide) เช่น คาร์โบฟูราน เมโทมิล คาบาริล สามารถก่อให้เกิดมะเร็งปอด สารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphates) เช่น คลอไพรีฟอส ดิอาไซนอน ไดคลอวอส สามารถก่อมะเร็งสมองและมะเร็งเม็ดเลือด นอกจากนั้นยังมีสารเคมีกลุ่มไพริทริน (pyrethrine) ที่ไม่ส่งผลในทางเฉียบพลันน้อยกว่า สามารถก่อให้เกิดความผิดปรกติทางจิตประสาท โครโมโซมผิดปรกติ และทำให้เด็กทารกในครรภ์เติบโตช้าได้

การแทรกซึมของสารเคมีทางการเกษตรจะเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางปาก โดยการรับประทานเข้าไป ทางจมูก โดยการหายใจหรือสูดดม และทางผิวหนังโดยการแทรกซึมผ่านผิวหนัง ซึ่ง 2 ช่องทางหลังถือเป็นความเสี่ยงโดยตรงของเกษตรกรต่อการที่สารเคมีเกษตรจะเข้าสู่ร่างกาย โดยรายงานผลการวิจัยของสุธรรม ในปี พ.ศ. 2505 ชี้ให้เห็นว่า ยาฆ่าแมลงสามารถแทรกซึมผ่านผิวหนังเข้าไปในร่างกายได้โดยง่ายถึงแม้ว่ายาฆ่าแมลงนั้นจะอยู่ในรูปของของแข็งหรือในรูปของน้ำยาก็ตาม ในการศึกษาเปรียบเทียบการซึมผ่านเข้าทางผิวหนังกับการหายใจเข้าไปในขณะทำการฉีด หรือพ่นยาในไร่นั้น ปรากฏว่าผู้ถูกทดสอบอาจรับยาพาราไธออน (Parathion), มาลาไธออน (Malathion), คลอไธออน (Chlothion), และดีเอ็นโอซี โดยซึมผ่านทางผิวหนังมากกว่าผ่านทางการหายใจเข้าไปในปริมาณ 2-494 เท่า ทั้ง ๆ ที่มีการปกปิดร่างกายส่วนใหญ่ในขณะสัมผัส โดยตัวเลขดังกล่าวบ่งชี้ได้ว่าปริมาณยาฆ่าแมลงที่วัดได้ว่าแทรกซึมเข้าไปนั้นสูงพอที่จะอธิบายสาเหตุที่ทำให้คนตายได้ ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณยาที่วัดได้จากการหายใจเข้าไป โดยการฉีดพ่นยาในไร่เป็นสภาวะการรับยาฆ่าแมลงที่ไม่สามารถเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตจากการสูดดมได้ แต่การได้รับสารเคมีอย่างต่อเนื่องไม่ว่างทางใดก็ตาม ย่อมบั่นทอนสุขภาพในระยะยาว

การศึกษาของวิภา ตั้งนิพนธ์ และคณะ (2537) ได้ทำการทดลองเพื่อให้ทราบถึงผลของยาฆ่าแมลงชนิดออร์แกโนฟอสเฟต และคาร์บาเมต ต่อพฤติกรรมระบบประสาทของเกษตรกรไทยมากเพียงใด และการตรวจสอบผลกระทบต่อชีวเคมีระบบประสาทโดยเฉพาะผลกระทบต่อการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญ เช่น โคลีนเอสเตอเรส และแลคติค ดีไฮโดรจีเนส รวมทั้งศึกษาผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของร่างกาย ได้แก่ ศึกษาระดับของโปรตีนในพลาสมาของเกษตรกร ซึ่งสามารถบอกถึงผลกระทบจากการใช้ยาฆ่าแมลงในการกำจัดศัตรูพืช ซึ่งแสดงได้ชัดเจนว่าทำให้เกิดปัญหาสุขภาพ โดยเฉพาะเกิดอาการทางระบบประสาทด้วย

วรเชษฐ์ ขอบใจ, อารักษ์ ดำรงสัตย์, พิทักษ์พงศ์ ปันต๊ะ, และเดช ดอกพวง (2553) ได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (cholinesterase activity) ในเลือดของกลุ่มเกษตรกรต้นน้ำ : กรณีศึกษาชาวเขาเผ่าม้ง จังหวัดพะเยา ผลการศึกษา

พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ มีระดับ cholinesterase activity ใน serum อยู่ในเกณฑ์ปกติและเกษตรกรที่มีระดับค่า cholinesterase activity ใน serum อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 5.65 คือ เพศชายมีระดับค่า cholinesterase activity ใน serum ที่ผิดปกติมากกว่าเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 4.88

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้อากาศยานไร้คนขับในงานภาคเกษตรกรรมจึงเป็นทางเลือกที่ช่วยให้เกษตรกรหลีกเลี่ยงการสัมผัสทางกับสารเคมีในไร่โดยตรง โดยปัจจุบันมีการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้อย่างแพร่หลาย Malveaux, Hall, and Price (2014) โดยงานวิจัยส่วนใหญ่จะทำการศึกษา และบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการทำงานของอากาศยานไร้คนขับในสภาวการณ์จริงทางเกษตรกรรม โดยผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าภาคการเกษตรจะได้รับประโยชน์อย่างมากจากการใช้ยานยนต์ไร้คนขับที่มีศักยภาพในเกษตร อย่างไรก็ตามการใช้งานที่มีประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับประเด็นสำคัญ ๆ ที่จำเป็นต้องได้รับการพิจารณาซึ่งรวมถึงค่าใช้จ่าย ซึ่งประสิทธิผลด้านค่าใช้จ่ายจะเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการทดแทนการปฏิบัติงานของอากาศยานไร้คนขับเทียบกับมนุษย์ว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่ในทางปฏิบัติ

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท, วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร, นลินา ไชยสิงห์, และสุชาดา สุพรศิลป์ (2562) ได้ทำการศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) พ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างข้าวใน จ.สุพรรณบุรีระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2560 ด้วยวิธี colorimetric method ในข้าว ระยะข้าวตั้งท้อง พบว่า การพ่นด้วยเครื่อง UAV มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างเทียบเท่ากับวิธีการพ่นของเกษตรกรผลจากการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและเป็นการสร้างมาตรฐานเพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยเครื่อง UAV

กนตธร ชำนิประศาสน์, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, และชโลธร ธรรมแท้ (2561) ได้ออกแบบ ผลิตและทดสอบอากาศยานไร้คนขับพ่นสาร 2 ขนาดด้วยกันคือ ขนาดบรรทุก 5 ลิตร และขนาดบรรทุก 10 ลิตร เพื่อสร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีของการใช้อากาศยานไร้คนขับในการเกษตร พบว่า อากาศยานไร้คนขับขนาดบรรทุก 10 ลิตร มีความสามารถในการบรรทุกมากกว่า 2 เท่า แต่มีราคาสูงกว่า 3-4 เท่า และมีความสามารถในการทำงานต่อไร่สูงกว่าเพียง 1.2 เท่า เมื่อเทียบกันแล้วอากาศยานไร้คนขับขนาดบรรทุก 5 ลิตรจึงมีความเหมาะสมมากกว่า และอากาศยานไร้คนขับขนาด 5 ลิตรยังพกพา และขนส่งได้สะดวกกว่าอีกด้วย

ศิริเรือง พัฒน์ช่วย, ศิวะพร วิวัฒน์ภิญโญ, พรประสิทธิ์ บุญทอง, และวิลาวรรณ สุขชนะ(2559) ได้ทำการพัฒนาต้นแบบอากาศยานไร้คนขับสำหรับการเฝ้าระวังและควบคุมการแพร่ขยายของหอยเชอรี่ในนาข้าวหอมนิล โดยทำการประยุกต์อากาศยานไร้คนขับใช้ควบคู่กับการประมวลผลภาพเฝ้าระวังตลอดจนกำจัดหอยเชอรี่โดยใช้สารกำจัดพ่นด้วยอากาศยานไร้คนขับ โดยลดความเสี่ยงในการใช้ยาพ่นเองให้กับเกษตรกร การทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทำงานของอากาศยาน (Quad rotor) ควบคู่กับระบบ Motor Pump ที่ติดตั้งไว้บนอากาศยาน ผลการศึกษาพบว่าต้นแบบอากาศยานไร้คนขับสำหรับการเฝ้าระวังและควบคุมการแพร่ขยายของหอยเชอรี่ในนาข้าวหอมนิล สามารถบินสำรวจและตรวจจับไข่หอยเชอรี่และพ่นสารกำจัดหอยเชอรี่ได้ตามพิกัดที่กำหนดไว้ตามสมมุติฐานร้อยละ 70

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยเป็นการศึกษาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืชเพื่อนำมาเปรียบเทียบการอารักขาพืชแบบดั้งเดิมที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก ในเรื่องของแนวทางการอารักขาพืช การลงทุนเครื่องมือ ต้นทุนการอารักขาพืช เป็นต้น หลังจากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในด้านต้นทุน ผลผลิตที่ได้ในการอารักขาพืชแต่ละวิธี จะทำการวิเคราะห์ทางสถิติและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ในช่วง 10 ปี ของการลงทุน ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7 เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นแนวทางให้เกษตรกรนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในการอารักขาพืชต่อไป

3.1 วางแผนในการเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลตัวชี้วัดด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ พิจารณาจากความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์และการวิเคราะห์ต้นทุนการปลูกมันสำปะหลัง ในเขตอำเภอเสิงสาง บนพื้นที่ 10 ไร่ ของเกษตรกรจำนวน 1 ครัวเรือน เปรียบเทียบระหว่างการอารักขาพืชด้วยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับกับการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

3.2.1 ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

3.2.1.1 รายได้และต้นทุนการปลูกมันสำปะหลังจากการอารักขาพืชแบบดั้งเดิมรายละเอียดดังนี้

- จะไม่มีการลงทุนในเครื่องจักรกล ใช้การเช่าเครื่องจักรในการเพาะปลูกเท่านั้น
- ต้นทุนการปลูกและดูแลรักษา ได้แก่ ค่าไถพรวนดิน ค่าท่อนพันธุ์ ค่าปุ๋ยเคมี ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืชหรือศัตรูพืช ค่าปลูก ค่าแรงกำจัดวัชพืช ศัตรูพืช ค่าแรง และค่ารถ
- รายได้และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวต่อไร่ ได้แก่ ผลผลิต และราคาผลิต

3.2.1.2 รายได้และต้นทุนการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์จากการอารักขาพืชด้วยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ รายละเอียดดังนี้

- มีการลงทุนในการซื้ออากาศยานไร้คนขับ และการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการวิเคราะห์ดิน วัสดุปรับปรุงดิน และชีวภัณฑ์ เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นและมีต้นทุนในการเพาะปลูกลดลง
- ต้นทุนการปลูกและดูแลรักษา ได้แก่ ค่าวัสดุปรับปรุงดิน ค่าไถพรวนดิน ค่าท่อนพันธุ์ ค่าปลูก ค่าแรงกำจัดวัชพืช ฉีดพ่นสารชีวภัณฑ์ ค่าแรง และค่ารถ
- รายได้และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวต่อไร่ ได้แก่ ผลผลิต ราคาผลิต รายได้

3.2.2 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

3.2.2.1 การวิเคราะห์งบกระแสเงินสด มี 2 องค์ประกอบ คือ

1) กระแสเงินเข้า (Inflows) คือผลตอบแทนหรือรายได้ที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการ ในงานวิจัยนี้เป็นรายรับที่เกิดจากการขายผลผลิตทั้งหมด เนื่องจากอากาศยานไร้คนขับมีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จึงยังไม่คิดมูลค่าซาก

2) กระแสเงินออก (Outflows) คือ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

3.2.2.2 เกณฑ์การตัดสินใจการลงทุนในงานวิจัยนี้จะใช้ทั้งหมด 3 เกณฑ์ ดังนี้ (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2540)

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) แสดงถึงจำนวนผลตอบแทนสุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ ซึ่งอาจมีค่าเป็นลบเป็นศูนย์หรือเป็นบวกก็ได้ขึ้นอยู่กับ ขนาดของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม หักออกด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ของโครงการนั้น ค่า NPV สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$\text{NPV} = \text{มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม} - \text{มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม}$$

เกณฑ์การตัดสินใจ

- มูลค่าปัจจุบัน (NPV) มีค่าเป็น บวกจะยอมรับโครงการ
- มูลค่าปัจจุบัน (NPV) มีค่าเป็น ลบจะปฏิเสธรับโครงการ

2) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: B/C Ratio) คือ อัตราส่วนระหว่างผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมทั้งหมดของโครงการ หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจตามวิธีการนี้คือ ค่า B/C Ratio ต้องมากกว่า 1 หมายความว่าผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนจะมีมากกว่าต้นทุนที่ต้องเสียไป สามารถหาได้ดังสมการ

$$\text{B/C Ratio} = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม}}$$

3) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) คือ อัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราดอกเบี้ยกับขนาดของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ถ้าอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการคิดลดแล้วทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก อัตราดอกเบี้ยระดับใหม่ที่สูงกว่าจะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าลดลงและลดลงต่อไปตราบเท่าที่อัตราดอกเบี้ยยังคงเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับในท้ายที่สุดอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์พอดี ซึ่งก็คือ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เมื่อ กำหนดให้ IRR คือค่า r ที่หาได้จากสมการด้านล่างนี้

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

โดยที่ B_t คือ ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t คือ ต้นทุนของโครงการปีที่ t

r คือ อัตราคิดลดหรืออัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม

t คือ ระยะเวลาของโครงการ (t = 1, 2, 3, ..., n)

หลักเกณฑ์กิจการจะตอบรับโครงการลงทุน ถ้าอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR)

มีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) นั่นคือ ตอบรับโครงการลงทุนเมื่อ IRR > r วิธี IRR ใช้หลักเกณฑ์การเปรียบเทียบมูลค่าของเงิน 2 ประเภท คือ มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก ณ จุดเวลาเดียวกันเพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการวางแผนให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ และงบประมาณที่เหมาะสม

ข้อสมมติทางการศึกษา

(1) ค่าเสื่อมของเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรต่างๆ ที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลังใช้วิธีการคิดแบบเส้นตรง โดยคิดตามอายุการใช้งานของอุปกรณ์การเกษตรแต่ละประเภท

(2) ราคาของเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการปลูกมันสำปะหลัง ราคาปัจจัยการผลิตรวมทั้งราคามันสำปะหลังคงที่ตามปี พ.ศ. 2563 ตลอดอายุของโครงการ

(3) ระยะเวลาของโครงการ 10 ปี

(4) อัตราคิดลดที่ใช้ในการวิเคราะห์กำหนดจากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เฉลี่ยของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังที่ได้กู้ยืมเงินจากสถาบันการเงินต่าง ๆ คือที่อัตราร้อยละ 7

(5) ไม่มีค่าเช่าที่ดินและภาษีที่ดินเนื่องจากเป็นที่ดินของเกษตรกรเองและภาษีที่ดินยังไม่มีการจัดเก็บ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในบทนี้เป็นการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นการสรุปผลข้อมูลจากการทดลองของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิมและแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับการใช้อากาศยานไร้คนขับ โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรซึ่งเป็นเจ้าของแปลงทดลอง

ส่วนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิมและแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับการใช้อากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

4.1 สรุปผลข้อมูลจากแบบสอบถาม

4.1.1 สรุปผลข้อมูลจากแบบสอบถามการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิม

สำนักงานคณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า (The Agricultural Future Trading Commission, AFTC) ได้สรุปต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง (ปีเพาะปลูก 2549/50) ไว้ทั้งหมด 7 ส่วน คือ 1) ต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่) ได้แก่ ค่าแรงงาน การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยว 2) ค่าวัสดุ ค่าพันธ์มันสำปะหลัง ค่าปุ๋ย ค่ายาปราบศัตรูพืช ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าอุปกรณ์การเกษตร 3) ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน 4) ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเช่าที่ดิน ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนอุปกรณ์การเกษตร และค่าเสื่อมอุปกรณ์ 5) ต้นทุนรวม (บาทต่อไร่) 6) ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่) และ 7) ต้นทุนรวมเฉลี่ย (บาทต่อกิโลกรัม) จากการอ้างอิงข้อมูลข้างต้นผลลัพธ์ที่ได้จากแบบสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกสำปะหลัง จึงทำการวิเคราะห์ต้นทุนของเกษตรกรในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 26 อำเภอ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 9 ส่วน ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยต้นทุนผันแปร ประกอบด้วย
    - 1.1 ค่าวัสดุ (บาทต่อไร่)
        - 1.1.1 ค่าต้นพันธุ์มันสำปะหลัง
        - 1.1.2 ค่าวัสดุปรับปรุงดิน
        - 1.1.3 ค่าปุ๋ยเคมี
        - 1.1.4 ค่าชีวภัณฑ์
        - 1.1.5 ค่าเครื่องจักรในการปลูก
        - 1.1.6 ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืช
        - 1.1.7 ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช
        - 1.1.8 ค่าจ้างเครื่องจักรในการเก็บเกี่ยว
    - 1.2 ค่าแรงงาน (บาทต่อไร่)
        - 1.2.1 การเตรียมต้นพันธุ์มันสำปะหลัง
        - 1.2.2 การปลูก
        - 1.2.3 การดูแลรักษาวัชพืช
        - 1.2.4 การดูแลรักษาศัตรูพืช
        - 1.2.5 การเก็บเกี่ยว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.2.6 การขนส่ง

2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยต้นทุนคงที่ (บาทต่อปี)
   2.1 ค่าภาษีที่ดิน ค่าเช่าที่ดิน
   2.2 ค่าเสื่อมอุปกรณ์การเกษตร
3. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยต้นทุนการผลิตรวม (บาทต่อไร่)
4. วิเคราะห์ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)
5. วิเคราะห์กำไรสุทธิหลักหักค่าใช้จ่ายทั้งหมด
6. วิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)
7. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)
8. วิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน
9. วิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

ในตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรสุทธิรวมทุกพื้นที่เกษตรกรในการเพาะปลูกแบบดั้งเดิม โดยแสดงค่าการวิเคราะห์ต้นทุนของเกษตรกรทั้งหมด 5 ส่วนแรก สรุปต้นทุนผันแปร ประกอบด้วย ค่าวัสดุ ได้แก่ ค่าต้นพันธุ์มันสำปะหลัง ค่าปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี ค่าจ้างเครื่องจักรในการปลูก ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืช ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และค่าจ้างเครื่องจักรในการเก็บเกี่ยว รวมถึงค่าแรงงานต่าง ๆ ได้แก่ ค่าแรงงานเตรียมต้นพันธุ์มันสำปะหลัง การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษาวัชพืช การดูแลรักษาศัตรูพืช การเก็บเกี่ยว และการขนส่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรสุทธิรวมทุกพื้นที่เกษตรกรในการเพาะปลูกแบบดั้งเดิม

ต้นทุนการปลูกมันสำปะหลัง	แบบดั้งเดิม
เงินลงทุนอากาศยานไร้คนขับ	-
1. ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่/ปี)	
1.1 ค่าวัสดุ (บาทต่อไร่)	
- ค่าท่อนพันธุ์	300.00
- ค่าวัสดุปรับปรุงดิน	-
- ค่าปุ๋ยเคมี	1,700.00
- ค่าชีวภัณฑ์	-
- ค่าเครื่องจักรในการปลูก	550.00
- ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืช	960.00
- ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	400.00
- ค่าเครื่องจักรในการเก็บเกี่ยว	500.00
1.2 ค่าแรงงาน (บาทต่อไร่)	
- ค่าเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	1,200.00
- ค่าปลูก	300.00
- การดูแลรักษาวัชพืช	600.00
- การดูแลรักษาศัตรูพืช	600.00
- การเก็บเกี่ยว	1,200.00
- การขนส่ง	600.00
2. ต้นทุนคงที่ (บาท/ไร่/ปี)	
2.1 ค่าภาษีที่ดิน ค่าเช่าที่ดิน	-
2.2 ค่าเสื่อมอุปกรณ์การเกษตร	-
3. ต้นทุนการผลิตรวม (บาทต่อไร่)	**8,910.00**
4. ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัม)	4,000.00
5. ราคาขายผลผลิต (บาท/กิโลกรัม)	2.6
6. รายได้จากการขายสุทธิ (บาทต่อไร่)	**10,400**
7. กำไรสุทธิ (บาทต่อไร่)	**1,490.00**

4.1.2 สรุปผลข้อมูลจากแบบสอบถามการปลูกมันสำปะหลังแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

ในตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรสุทธิรวมทุกพื้นที่เกษตรกรในการเพาะปลูกแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช โดยแสดงค่าการวิเคราะห์ต้นทุนของเกษตรกรทั้งหมด 5 ส่วนแรก สรุปต้นทุนผันแปร ประกอบด้วย ค่าวัสดุ ได้แก่ ค่าต้นพันธุ์มันสำปะหลัง ค่าปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี ค่าจ้างเครื่องจักรในการปลูก ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืช ค่าสารเคมี

กำจัดศัตรูพืช และค่าจ้างเครื่องจักรในการเก็บเกี่ยว รวมถึงค่าแรงงานต่าง ๆ ได้แก่ ค่าแรงงานเตรียมต้นพันธุ์มันสำปะหลัง การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษาวัชพืช การดูแลรักษาศัตรูพืช การเก็บเกี่ยว และการขนส่ง ทั้งนี้การดูแลรักษาวัชพืช การดูแลรักษาศัตรูพืชจะใช้อากาศยานไร้คนขับในการดำเนินงานส่งผลให้สามารถลดต้นทุนด้านสารเคมี ค่าแรงงาน และเวลาที่ใช้ในการดำเนินการลงได้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยการวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรสุทธิรวมทุกพื้นที่เกษตรกรในการเพาะปลูกแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

ต้นทุนการปลูกมันสำปะหลัง	**แบบสมัยใหม่**
เงินลงทุนอากาศยานไร้คนขับ	299,000.00
1. ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่/ปี)	
1.1 ค่าวัสดุ (บาทต่อไร่/ปี)	
- ค่าท่อนพันธุ์	300.00
- ค่าวัสดุปรับปรุงดิน	1,500.00
- ค่าปุ๋ยเคมี	-
- ค่าชีวภัณฑ์	500.00
- ค่าเครื่องจักรในการปลูก	550.00
- ค่าสารเคมีกำจัดวัชพืช	-
- ค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช	-
- ค่าเครื่องจักรในการเก็บเกี่ยว	500.00
1.2 ค่าแรงงาน (บาทต่อไร่ต่อปี)	
- ค่าเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	1,200.00
- ค่าปลูก	300.00
- การดูแลรักษาวัชพืช	240.00
- การดูแลรักษาศัตรูพืช	240.00
- การเก็บเกี่ยว	1,200.00
- การขนส่ง	600.00
ต้นทุนการปลูกมันสำปะหลัง	**แบบสมัยใหม่**
2. ต้นทุนคงที่ (บาท/ไร่/ปี)	
2.1 ค่าภาษีที่ดิน ค่าเช่าที่ดิน	-
2.2 ค่าเสื่อมอุปกรณ์การเกษตร	500.00
3. ต้นทุนการผลิตรวม (บาทต่อไร่)	**7,630.00**
4. ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัม)	5,500.00
5. ราคาขายผลผลิต (บาท/กิโลกรัม)	2.6
6. รายได้จากการขายสุทธิ (บาทต่อไร่)	**14,300**
7. กำไรสุทธิ (บาทต่อไร่)	**6,670.00**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

4.2.1 การวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุน (Pay-back period)

จากการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของการปลูกมันสำปะหลังแบบสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช โดยพิจารณาเฉพาะการลงทุนในการซื้ออากาศยานไร้คนขับ ตราอักษร SATI รุ่น PANYA V.1 จำนวน 299,000 บาท ในส่วนของเครื่องจักรชนิดอื่นที่ใช้ในการเพาะปลูกใช้การจ้างบุคคลภายนอกมาดำเนินการโดยเหมาจ้างเป็นจำนวนไร่ตามที่แสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 จากการวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนพบว่าการเพาะปลูกแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับมีต้นทุนในการผลิตรวมต่ำกว่าแบบดั้งเดิมและให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าอีกด้วย ส่งผลให้กำไรสุทธิต่อไร่สูงกว่าแบบดั้งเดิม ตามสมมติฐานที่ใช้พื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวน 10 ไร่ จะใช้ระยะเวลาคืนทุนจากการลงทุนในอากาศยานไร้คนขับเป็นเวลา 5 ปี 8 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แต่หากพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาคืนทุนสั้นลง

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุนในการเพาะปลูกแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

วิธีการเพาะปลูก	ระยะเวลาในการคืนทุน
การเพาะปลูกแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช	5 ปี 8 เดือน
การเพาะปลูกแบบดั้งเดิม	6 ปี

ดังนั้นการปลูกมันสำปะหลังแบบใหม่สามารถลดการจ้างแรงงานคนได้และช่วยให้เกษตรกรมีความปลอดภัย โดยการไม่ต้องสัมผัสชีวภัณฑ์หรือเคมีภัณฑ์โดยตรง รวมถึงไม่ต้องเดินเข้าไปสัมผัสบริเวณเพาะปลูกด้วยตนเอง สามารถทำงานได้ด้วยความรวดเร็ว ส่งผลให้มีรายได้เพิ่มขึ้นและลดความเหนื่อยยากของเกษตรกรได้ ตามสถานการณ์การขาดแคลนแรงงานภาคการเกษตรที่เกิดขึ้นอยู่ในปัจจุบันและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

4.2.2 วิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)

4.2.2.1 การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิม

ตามสมมติฐานที่ใช้พื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวน 10 ไร่ อัตราคิดลดที่ใช้ในการวิเคราะห์กำหนดที่ร้อยละ 7 และระยะเวลาของโครงการ 10 ปี โดยไม่มีการลงทุนเครื่องจักรซึ่งจะใช้การจ้างเหมาบุคคลภายนอกมาดำเนินการแทน งบกระแสเงินสดของรายรับสุทธิ ต้นทุนรวม และกำไรสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิมแสดงอยู่ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 งบกระแสเงินสดของรายรับสุทธิ ต้นทุนรวม และกำไรสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิม

ปีที่	รายรับสุทธิ	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	ต้นทุนรวม	กำไรสุทธิ
0		-	89,100.00	89,100.00	-89,100.00
1	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00
2	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00
3	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00
4	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00
5	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00
6	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00
7	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00
8	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00
9	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00
10	104,000.00	-	89,100.00	89,100.00	14,900.00

ด้วยวิธีการวิเคราะห์งบกระแสเงินสดพบว่าเกษตรกรที่เพาะปลูกแบบดั้งเดิมจะมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งคิดเป็นรายได้ 10,400 บาทต่อไร่ ที่ราคาขาย 2.6 บาทต่อกิโลกรัม หากเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูก 10 ไร่ จะมีรายรับสุทธิในแต่ละปี 104,000 บาท ในส่วนของค่าใช้จ่ายสุทธิจะเป็นต้นทุนผันแปรทั้งหมดเนื่องจากไม่มีการลงทุนเครื่องจักร ซึ่งต้นทุนรวมคิดเป็น 8,910 บาทต่อไร่ หากเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูก 10 ไร่ จะมีต้นทุนรวมในแต่ละปี 89,100 บาท และคำนวณกำไรสุทธิออกมาได้ 14,900 บาทต่อปี การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิมใช้สูตรคำนวณดังแสดงในบทที่ 3 และผลลัพธ์แสดงอยู่ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิม

วิธีการเพาะปลูก	**บาท**
NPV ของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิม	15,551.36

จากการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิมในตารางที่ 4.5 สรุปได้ว่าการเพาะปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิมมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 15,551.36 บาท ซึ่งบ่งชี้ว่ามีกำไรจากการดำเนินการเพาะปลูก

4.2.2.2 การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

ตามสมมติฐานที่ใช้พื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวน 10 ไร่ อัตราคิดลดที่ใช้ในการวิเคราะห์กำหนดที่ร้อยละ 7 และระยะเวลาของโครงการ 10 ปี มีการลงทุนในการซื้ออากาศยานไร้คนขับเพื่อมาใช้ในการอารักขาพืช ส่วนเครื่องจักรชนิดอื่นจะใช้การจ้างเหมาบุคคลภายนอกมาดำเนินการ งบกระแสเงินสดของรายรับสุทธิ ต้นทุนรวม และกำไรสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช แสดงอยู่ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 งบกระแสเงินสดของรายรับสุทธิ ต้นทุนรวม และกำไรสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

ปีที่	รายรับสุทธิ	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	ต้นทุนรวม	กำไรสุทธิ
0	-	299,000.00	76,300.00	375,300.00	-375,300.00
1	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00
2	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00
3	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00
4	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00
5	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00
6	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00
7	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00
8	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00
9	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00
10	143,000.00	-	76,300.00	76,300.00	66,700.00

ด้วยวิธีการวิเคราะห์งบกระแสเงินสดพบว่าเกษตรกรที่เพาะปลูกแบบแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืชจะมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 5,500 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งคิดเป็นรายได้ 14,300 บาทต่อไร่ ที่ราคาขาย 2.6 บาทต่อกิโลกรัม หากเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูก 10 ไร่ จะมีรายรับสุทธิในแต่ละปี 143,000 บาท ในส่วนของค่าใช้จ่ายสุทธิมีส่วนของการลงทุนในการซื้ออากาศยานไร้คนขับตอนเริ่มโครงการทำให้ต้นทุนแรกเริ่ม (ปีที่ 0) เป็นเงิน 375,300 บาท และต้นทุนรวมจากต้นทุนคงที่และผันแปร ตั้งแต่ปีที่ 1 คิดเป็น 7,630 บาทต่อไร่ หากเกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูก 10 ไร่ จะมีต้นทุนรวมในแต่ละปี 76,300 บาท และคำนวณกำไรสุทธิออกมาได้ 66,700 บาทต่อปี การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช ใช้สูตรคำนวณดังแสดงในบทที่ 3 และผลลัพธ์แสดงอยู่ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช

วิธีการเพาะปลูก	**บาท**
NPV ของการปลูกมันสำปะหลังแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช	93,172.89

จากการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการปลูกมันสำปะหลังแบบดั้งเดิมในตารางที่ 4.5 และแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืชในตารางที่ 4.7 สรุปได้ว่าการเพาะปลูกมันสำปะหลังแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืชมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงกว่าแบบดั้งเดิมเนื่องจากมีต้นทุนรวมที่ต่ำกว่าจากการลดการใช้แรงงานและสารเคมี อีกทั้งยังได้ผลผลิตที่มากกว่าแบบดั้งเดิม ดังนั้นการเพาะปลูกมันสำปะหลังแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับ

อากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืชจึงเป็นวิธีการเพาะปลูกที่เหมาะสม แต่ข้อจำกัดหลักคือจำเป็นต้องมีการลงทุนแรกเริ่ม ซึ่งสามารถว่าจ้างบุคคลภายนอกมาดำเนินการทดแทนการลงทุนในการซื้ออากาศยานไร้คนขับ

4.2.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio)

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) ในระยะเวลา 10 ปี พบว่า การปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์แบบแบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืชมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงกว่าการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม โดยมีค่าเท่ากับ 1.248 ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio หรือ B/C ratio)

รายการ	แบบดั้งเดิม	อารักขาพืชโดยอากาศยานไร้คนขับ
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน	1.175	1.248

4.2.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) ในระยะเวลา 10 ปี พบว่า การเพาะปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์แบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับอากาศยานไร้คนขับในการอารักขาพืช มีอัตราผลตอบแทนจากโครงการสูงกว่าการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 12 ดังแสดงในตารางที่ 4.9 ซึ่งบ่งชี้ว่ามีความคุ้มค่าที่จะลงทุนในอากาศยานไร้คนขับ

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลตอบแทนด้วยอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal rate of Return : IRR)

รายการ	แบบดั้งเดิม	อารักขาพืชโดยอากาศยานไร้คนขับ
อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (%)	11 %	12 %

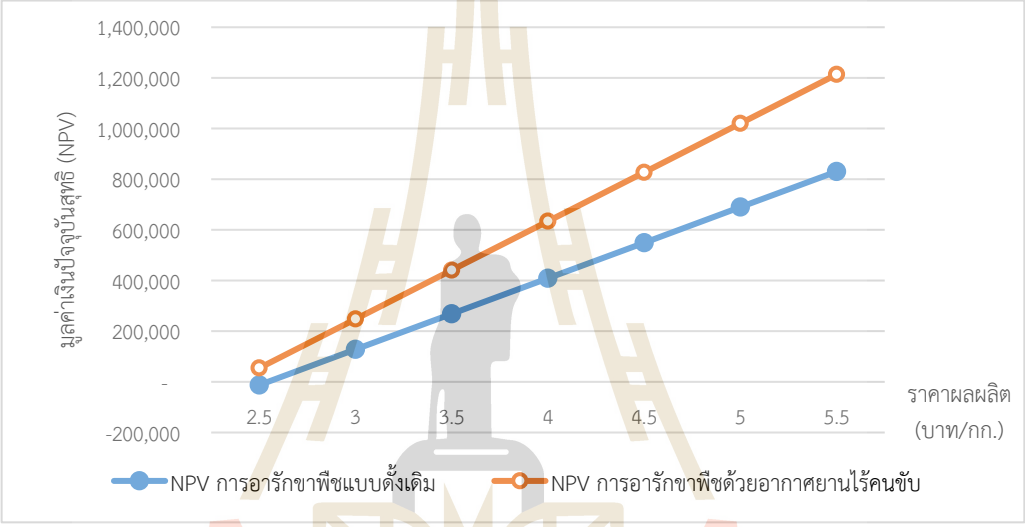
4.3 การวิเคราะห์ความไวในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis)

ความไวในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้เข้าใจสภาวะเศรษฐศาสตร์ที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุน อัตราดอกเบี้ย หรือมูลค่าของผลผลิต ผลการวิเคราะห์สามารถใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุนในอนาคตได้ หากเกษตรกรยังไม่ลงทุนในช่วงเวลาปัจจุบัน งานวิจัยนี้ได้พิจารณาตัวแปรอิทธิพลหลัก 2 ตัวแปร ได้แก่ ราคาผลผลิตต่อหน่วย และอัตราดอกเบี้ย

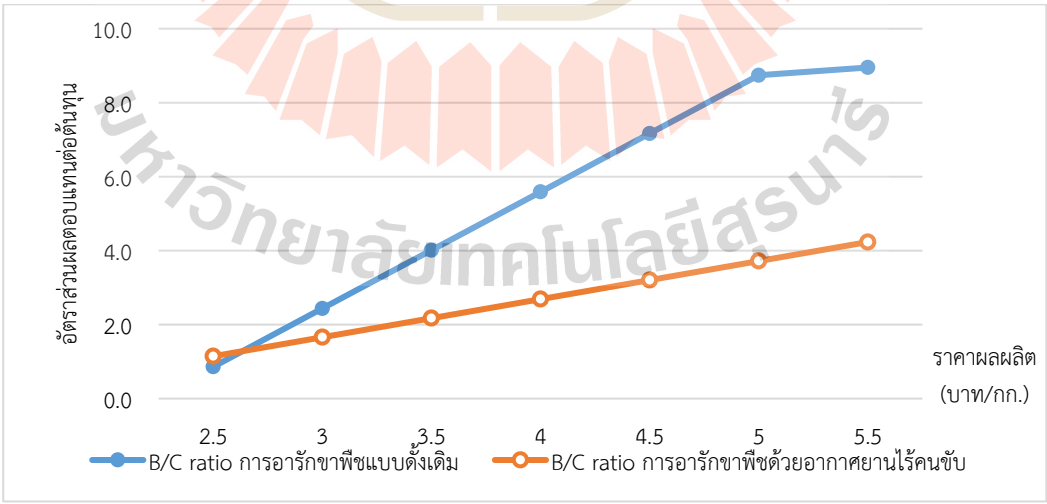
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงราคาผลผลิตต่อหน่วย

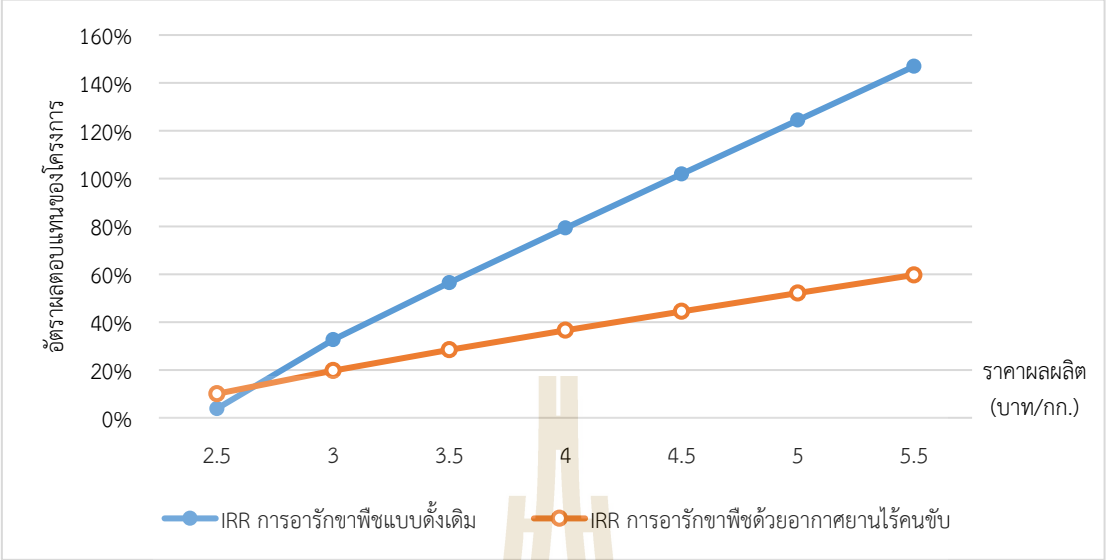
ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) ต่อราคาผลผลิตต่อหน่วยของมันสำปะหลังอินทรีย์โดยการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ (ภาพที่ 4, 5, 6) เมื่อพิจารณาอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7 ในระยะเวลา 10 ปี พบว่ามูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ มีค่าเพิ่มขึ้นตามราคาผลผลิตที่เพิ่มขึ้น โดยราคาของผลผลิตที่ทำให้มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) เป็นบวก และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) มากกว่า 1 ต้องมีค่ามากกว่า 2.55 และ 2.36 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และราคาผลผลิตต่อหน่วยของการปลูกมันสำปะหลังโดยการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ



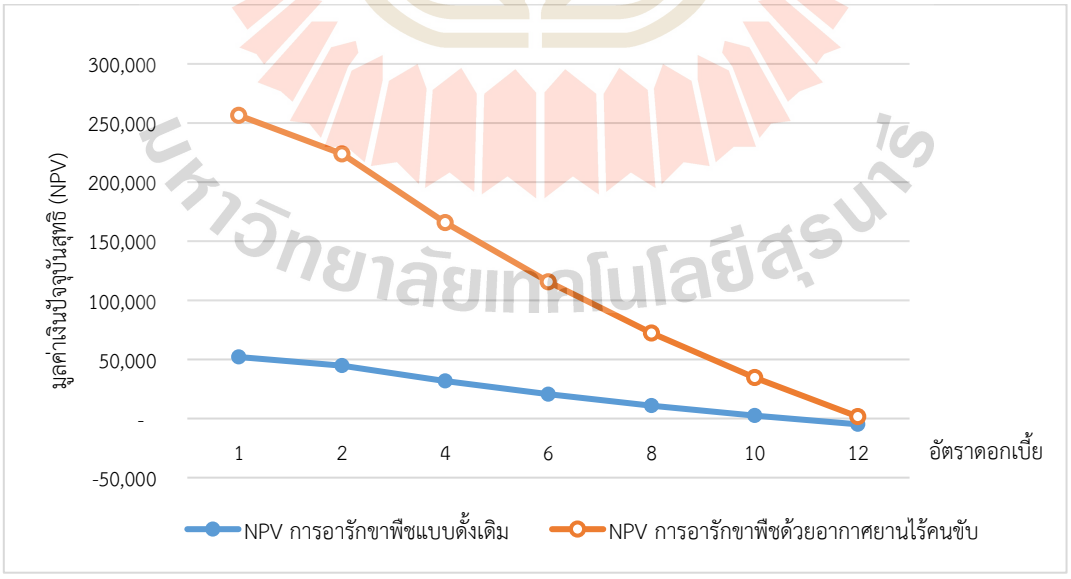
ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และราคาผลผลิตต่อหน่วยของการปลูกมันสำปะหลังโดยการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ



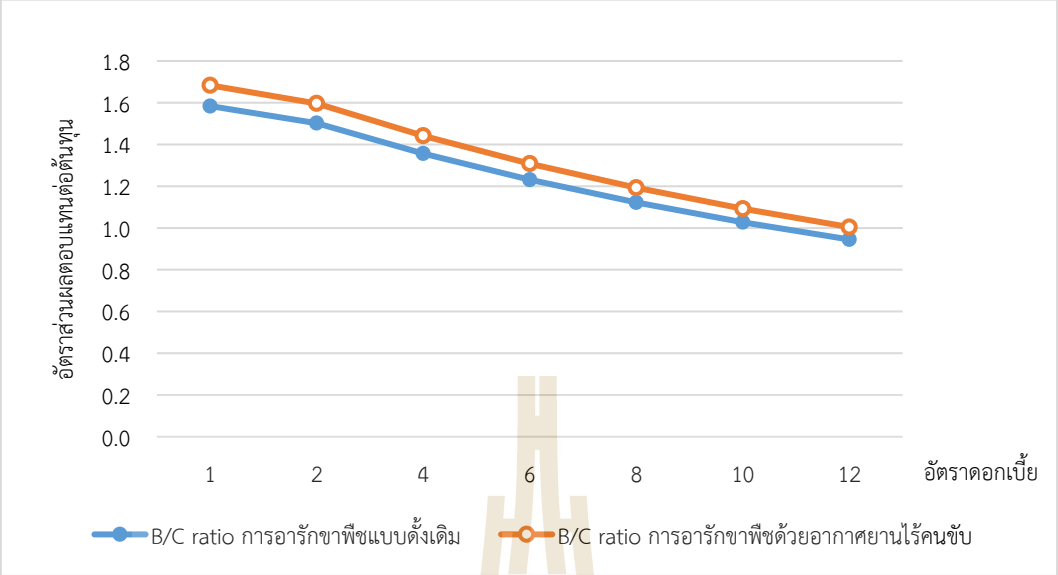
ภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) และราคาผลผลิตต่อหน่วยของการปลูกมันสำปะหลังโดยการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ

4.3.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย

การเปลี่ยนแปลงของมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย (ภาพที่ 7 และ 8) โดยพิจารณาราคาผลผลิตของมันสำปะหลังที่มีการปลูกแบบดั้งเดิม และมันสำปะหลังอินทรีย์ที่มีการปลูกแบบสมัยใหม่ด้วยอากาศยานไร้คนขับ ที่ราคา 2.60 บาทต่อกิโลกรัม ในระยะเวลา 10 ปี พบว่า เมื่ออัตราดอกเบี้ยเพิ่มขึ้น มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) จะมีค่าลดลง แต่ยังคงให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า โดยดอกเบี้ยต้องไม่สูงเกินร้อยละ 10.63% และ 12.10% ตามลำดับ



ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราดอกเบี้ย



ภาพที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราดอกเบี้ย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการปลูกมันสำปะหลัง ด้วยเงื่อนไขราคาขายผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกแบบดั้งเดิม และปลูกแบบอินทรีย์โดยการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ ในราคา 2.60 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7 และเปรียบเทียบผลตอบแทนในการลงทุนเป็นระยะเวลา 10 ปี การอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ มีมูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) และอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) สูงกว่าการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม ซึ่ง NPV มีค่าเป็นบวก หมายความว่า ในการลงทุนปลูกมันสำปะหลังสามารถให้ผลตอบแทนแก่เกษตรกรเมื่อคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วสูงกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลา 10 ปี ตัวชี้วัด B/C ratio ของการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ และการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่า ต้นทุนในการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ 1 บาท จะได้รับผลตอบแทนเท่ากับ 1.248 และ 1.175 บาท ในส่วนของตัวชี้วัด IRR ที่ได้จะหมายถึงอัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนตลอดอายุของโครงการจากผลการวิเคราะห์เมื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์โดยการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ ให้ผลตอบแทนการลงทุนคุ้มค่ากว่าการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และมีระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period) เท่ากัน คือ 5 ปี 8 เดือน โดยการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์แบบสมัยใหม่โดยการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ สามารถช่วยเกษตรกรในการลดต้นทุนในการผลิต ได้แก่ ค่าปุ๋ยเคมี ค่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช หรือวัชพืชได้ และในทางเดียวกันการใช้อากาศยานไร้คนขับยังช่วยให้เกษตรกรสามารถประหยัดเวลาในการฉีดพ่นสารได้อย่างมาก ลดต้นทุนด้านแรงงาน ลดการใช้สารเคมีหรือสารต่างๆ ทางการเกษตรและเพิ่มประสิทธิภาพการฉีดพ่นได้อย่างแม่นยำและทั่วถึง

การวิเคราะห์ความไวในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้เข้าใจสภาวะเศรษฐศาสตร์ที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุนในอนาคตได้ หากเกษตรกรยังไม่ลงทุนในช่วงเวลาปัจจุบัน ซึ่งได้พิจารณาตัวแปรอิทธิพลหลัก 2 ตัวแปร ได้แก่ ราคาผลผลิตต่อหน่วย และอัตราดอกเบี้ย พบว่า การปลูกมันสำปะหลังด้วยการอารักขาพืชแบบดั้งเดิม และการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับ มีความคุ้มค่าในการลงทุน เมื่อราคาผลผลิตมากกว่า 2.55 และ 2.36 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาอัตราดอกเบี้ยที่เพิ่มขึ้น แต่ยังคงให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า โดยดอกเบี้ยต้องไม่สูงเกินร้อยละ 10.63% และ 12.10% ตามลำดับและการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์โดยการอารักขาพืชด้วยอากาศยานไร้คนขับก็ยังคงมีความคุ้มค่าในการลงทุน

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร, และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560). *ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช ปี 2553 -2559.* สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/economicdata/pesticides.html

กระทรวงสาธารณะสุข. กรมการแพทย์. (2556). *แผนการป้องกันและควบคุมโรคมะเร็งแห่งชาติ (พ.ศ. 2556-2560).* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กนตธร ชำนิประศาสน์, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, และชโลธร ธรรมแท้. (2561). *อากาศยานอัตโนมัติสำหรับใช้ในการเกษตร* (รายงานผลการวิจัย). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี. (2540). *เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ* (พิมพ์ครั้งที่3). กรุงเทพ: ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภา ตั้งนิพนธ์ และคณะ. (2537). ผลของยาฆ่าแมลงประเภท ออร์แกโนฟอสเฟต และคาร์บาเมต ต่อการทำงานของระบบประสาท : การศึกษาระดับในเลือดในเกษตรกรไทย. *วารสารมหาวิทยาลัยมหิดล*. 1(1).

วรเชษฐ์ ขอบใจ, อารักษ์ ดำรงสัตย์, พิทักษ์พงศ์ ปันต๊ะ, และเดช ดอกพวง. (2553). พฤติกรรมการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของ กลุ่มเกษตรกรต้นน้ำ : กรณีศึกษาชาวเขาเผ่าม้ง จังหวัดพะเยา. *วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 4(2), 36-46.

สุธรรม อารีกุล. (2505). ยาฆ่าแมลงกับอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์*. 2(3), 115-149.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2560). *ตารางสถิติสำรวจภาวะการทำงานของประชากร (รายปี).* สืบค้นจาก: http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/Statistics%20from%20major%20Survey.aspx

กรมควบคุมโรค. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (2560). *สถานการณ์ปัญหาโรคและภัยสุขภาพจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช.* สืบค้นจาก: http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/404

ศิริเรือง พัฒน์ช่วย, ศิวะพร วิวัฒน์ภิญโญ, พรประสิทธิ์ บุญทอง, และวิลาวรรณ สุขชนะ. (2559). *การพัฒนาอากาศยานไร้คนขับสำหรับการเฝ้าระวังและควบคุมการแพร่ขยายของหอยเชอรี่ในนาข้าวหอมนิล* (รายงานผลการวิจัย). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

พฤทธิชาติ ปุญวัฒโท, วรวิช สุดจริตธรรมจริยางกูร, นลินา ไชยสิงห์, และสุชาดา สุพรศิลป์. (2562). ประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) สำหรับการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่างในข้าว.*วารสารวิชาการเกษตร*, 37(1), 27-36.

Sanborn M, Cole D, Kerr K, Vakil C, Sanin LH, Bassil K. (2007). *Pesticides literature review.* Retrieved from: http://www.ocfp.on.ca/local/files/Communications/Current%20Issues/Pesticides/Final%20Paper%2023APR2004.pdf.

Malveaux, C., Hall, S.G., & Price, R.R. (2014). Using Drones in Agriculture: Unmanned Aerial Systems for Agricultural Remote Sensing Applications. *American Society of Agricultural and Biological Engineers.* doi: 10.13031/aim.20141911016

ภาคผนวก ก.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การปลูกมันสำปะหลัง (วิธีดั้งเดิม)

1. การเตรียมดิน ไถระเบิดดินดาน ไถผาน 3 ผาน 7 และไถขึ้นร่อง ขนาด 1x1 เมตร

2. เตรียมท่อนพันธุ์ โดยตัดลำต้นให้เป็นท่อนยาว 15-20 เซนติเมตร เลือกใช้ต้นพันธุ์ที่แก่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไปการปลูกมันสำปะหลังทำได้โดยนำท่อนพันธุ์ที่เตรียมไว้ปักลงในดินให้ลึกประมาณ 2/3 ของท่อนพันธุ์

3. การจัดการวัชพืช ใช้แรงงานคนในการฉีดวัชพืช ควรกำจัดวัชพืชก่อนปลูกมันสำปะหลัง 1 ครั้งและหลังปลูกมันสำปะหลัง 3 ครั้ง

4. การใส่ปุ๋ยเป็นสองรอบเพื่อให้เหมาะสมต่อความต้องการสารอาหารของพืชซึ่งแตกต่างกันไปแต่ละช่วงเวลา การใส่ปุ๋ยครั้งแรก ช่วงระยะเวลาแรกหรือช่วงเตรียมดินควรใช้ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ 16-16-16 การใส่ปุ๋ยครั้งที่สอง ช่วงระยะเวลาในการเร่งหัวมันสำปะหลัง ใช้สูตร 12-8-36 หรืออื่นๆ ตามความเหมาะสมของสภาพดิน

การปลูกมันสำปะหลัง (วิธีสมัยใหม่)

1. การเตรียมดิน ไถระเบิดดินดาน ไถผาน 3 ผาน 7 และไถขึ้นร่อง ขนาด 1x1 เมตร

2. เตรียมท่อนพันธุ์ โดยตัดลำต้นให้เป็นท่อนยาว 15-20 เซนติเมตร เลือกใช้ต้นพันธุ์ที่แก่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไปการปลูกมันสำปะหลังทำได้โดยนำท่อนพันธุ์ที่เตรียมไว้ปักลงในดินให้ลึกประมาณ 2/3 ของท่อนพันธุ์

3. การจัดการวัชพืช ใช้โดรนในการฉีดสาร ควรกำจัดวัชพืชก่อนปลูกมันสำปะหลัง 1 ครั้งและหลังปลูกมันสำปะหลัง 3 ครั้ง

4. การใส่ปุ๋ย 1 รอบ ก่อนปลูกโดยผสมปุ๋ยอินทรีย์ไปพร้อมกับการไถแปลง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นาย ปวีร์ ศิริรักษ์

การศึกษา/คุณวุฒิ :

ปริญญาตรี : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต บางเขน, Bachelor of Engineering in Industrial Engineering (1999-2003)

ปริญญาโท : Auburn University, Master of Science in Industrial and Systems Engineering (2004-2006)

ปริญญาเอก : Auburn University, Doctor of Philosophy in Industrial and Systems Engineering (2006-2009)

ตำแหน่งปัจจุบัน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ประวัติการทำงาน :

2005 - 2009	Graduate Research Assistant and Teaching Assistant, Auburn University, Auburn, AL
2010 - 2013	Lecturer, Suranaree University of Technology
2013 – Present	Assistant Professor, Suranaree University of Technology

ผลงานทางวิชาการ /ผลงานวิจัย :

- Siriruk Pavee & Jorge Valenzuela, Cournot Equilibrium considering Unit Outages and Fuel Cost Uncertainty, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 26, No. 2, P.747-754, 2011.
- Siriruk Pavee, Ordering Quantity Decisions for Deteriorating Inventory Systems, Ubon Ratchathani University Engineering Journal, Vol.6, No.1, P.103-111, 2013.
- Siriruk Pavee, Fitting Piecewise Linear Functions using Particle Swarm Optimization, Suranaree Journal of Science and Technology, Vol.19, No.4, P.259-264, 2013.
- Unchalee Sanrattana, Patcharee Chanpeng, Pavee Siriruk, Sirinun Surapitoon Pung, Current State, Vocational Needs of Disabilities and Case study of Persons with Autism**,** Journal of Ratchasuda College, Research and Development of Persons with Disabilities, Vol.12, 2016.
- Pavee Siriruk and Virut Kitnuntaviwat, Approaches for Development of Dual Education Systems Policy Implementation of Private Vocational Colleges in Nakhon Ratchasima Province, An Online Journal of Education, Vol. 12, No. 2, pp. 193-207, 2017.

- Pavee Siriruk and Proynun Nomai, Heuristic Approach for Location Planning of Electric Vehicle Charging Station on Thailand Highway Network Systems, Ubon Ratchathani University Engineering Journal, Vol.13, 2019.
- Siriruk Pavee & Jorge Valenzuela, Cournot Competition under Uncertainty in Power Markets, INFORMS Annual Meeting 2008, October 12 – 15, 2008, USA.
- Siriruk Pavee & Jorge Valenzuela, Modeling Competition and Uncertainty in Power Markets, IIE Annual Conference and Expo 2009, May 30 – June 3, 2009, USA.
- Siriruk Pavee & Jorge Valenzuela, Tolerance Approach to Sensitivity Analysis in Stochastic Cournot Model, 2011 Annual International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications, and Practice Conference, September 20 – September 23, 2011, Stuttgart, Germany.
- Siriruk Pavee, Fitting Piecewise Linear Functions using Particle Swarm Optimization, 2012 International Conference on Engineering and Applied Science, July 24 – July 27, 2012, Beijing, China.
- Siriruk Pavee, The Optimal Ordering Policy for a Perishable Inventory System, The world Congress on Engineering and Computer Science, October 24 – October 26, 2012, San Francisco, USA.
- Siriruk Pavee, Fan Day Queueing Systems, The world Congress on Engineering and Computer Science, October 23 – October 25, 2013, San Francisco, USA.
- Siriruk Pavee and Salintip Pumpeam, Price Competition of Two Cassava Processing Manufacturers, The world Congress on Engineering and Computer Science, October 22 – October 24, 2014, San Francisco, USA.
- Salintip Pumpeam and Pavee Siriruk, Price Strategy Study of Two Cassava Processing Manufacturers, The 10th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC), Febuary 22-24, 2016, Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan.
- Siriruk Pavee and Kingkanjana Dungkhokkruad, Ordering Quantity Decisions for Perishable Inventory Control using Simulated Annealing, The 4th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), April 21-23, 2017, Nagoya Institute of Technology, Nagoya, Japan.
- Siriruk Pavee and Phornpan Thnogpang, An analysis of Cassava Price Transmission in Thailand, The 4th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), April 21-23, 2017, Nagoya Institute of Technology, Nagoya, Japan.
- Siriruk Pavee and Suphaphorn Kanaprom, The Expansion Decisions of Cassava Buying Location and Cassava Buying Prices for Cassava Processing Manufacturers,

The 4th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), April 21-23, 2017, Nagoya Institute of Technology, Nagoya, Japan.

- Siriruk Pavee and Yuttakarn Tangmo, Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem for Retail Construction Material Stores, The 4th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), April 21-23, 2017, Nagoya Institute of Technology, Nagoya, Japan.
- Siriruk Pavee, The Expanding Decisions of Cassava Manufacturer Purchasing Locations, The BAASANA 2017 International Conference, August 16-18, 2017, University of Exeter Business School, Exeter, England.
- Siriruk Pavee and Proynun Nomai, Optimal Location Selection of Electrical Vehicle Stations considering Construction Budget, The 8th International Congress on Engineering and Information, May 1-4, 2018, Sapporo, Japan.
- Siriruk Pavee, The Heuristic Approaches for Two-Dimensional Bin Packing Problems in Building Material Transportations, The 7th International Conference on Mechanics and Industrial Engineering, August 16-18, 2018, Madrid, Spain.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี