การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ

โดย

นายณนัทธ์ มณีขัติยะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2553

Calculations of Eco-Efficiency for Economic Cropping Process

By

Mr.Nanat Maneekattiya

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Chemical Engineering

Faculty of Engineering

Thammasat University

2010

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของพืชไร่เศรษฐกิจของไทย 15 ชนิด ประกอบด้วย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน ถั่วเขียว อ้อย ยาสูบ ถั่วเหลือง งา ทานตะวัน ถั่วลิสง ฝ้าย มันฝรั่ง ละหุ่ง มันเทศ และปอ โดยรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการนำไปประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ และคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ซึ่งจะเน้นศึกษาในด้านสภาวะโลกร้อน สภาวะการเป็นกรด และสภาวะน้ำเปลี่ยนสีเป็นหลัก ซึ่งข้อมูลประกอบด้วย ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ปริมาณการใช้และสูตรปุ๋ยเคมีที่ใช้ ปริมาณการใช้ยากำจัดศัตรูพืช และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากรถแทรกเตอร์ จากการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์โดยวิธี CML baseline 2000 พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือ ธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ที่มาจากปุ๋ยเคมี จากการนำค่าที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ไปคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจพบว่า มันเทศ และมันฝรั่งมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงที่สุดในทุกด้าน ทั้งในด้านสภาวะโลกร้อน สภาวะการเป็นกรด และสภาวะน้ำเปลี่ยนสี ซึ่งเป็นการดีต่อสิ่งแวดล้อม ในทางกลับกัน งา ทานตะวัน และละหุ่ง กลับมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจต่ำที่สุดในทุกด้าน ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจคือ ปริมาณธาตุไนโตรเจน ราคาและผลผลิตต่อไร่เป็นปัจจัยรอง

Abstract

In this research we collected the data of 15 Thailand's economic crops. The economic crops in this study consist of corn, baby corn, sweet corn, mung been, sugarcane, tobacco, soybean, sesame, sunflower, peanut, cotton, potato, castor, sweet potato and hemp. The life cycle assessment (LCA) and eco-efficiency methodology are performed in order to evaluate the environmental impacts. The impact categories in this study are global warming, acidification and eutrophication. Inventory data are crop per field, fertilizer consumption, pesticides and fuel consumption. The life cycle assessment's results by CML baseline 2000 method show that the most impact factors are N-fertilizer and P-fertilizer. In the eco-efficiency point of view, sweet potato and potato have the highest score on global warming, acidification and eutrophication field. On the other hand, sesame sunflower and castor have the lowest score in term of eco-efficiency. Major factors that affect to eco-efficiency are fertilizer, price of crop and crop per field.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีได้รับคำชี้แนะและช่วยเหลือจากทุกท่านที่เกี่ยวข้อง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ไพรัช อุศุภรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.หาญพล พึ่งรัศมี ที่ได้ให้แนวทางในการทำวิจัยให้สมบูรณ์อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วรณี แพ่งจันทึก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญชัย วิจิตรเสถียร ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการทำวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนมาโดยตลอด

ประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้พึงมีเพียงใด ขอมอบแด่ครูบาอาจารย์และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ไม่ได้เอ่ยนามทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน

นาย ณนัทธ์ มณีขัติยะ

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2553

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)..... (1)

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)..... (2)

กิตติกรรมประกาศ..... (3)

สารบัญตาราง..... (7)

สารบัญภาพประกอบ ..... (10)

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 2
1.3 สมมุติฐาน 3
1.4 ขอบเขตการศึกษา 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวของกับพืชเศรษฐกิจ..... 5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินวัฏจักชีวิตผลิตภัณฑ์ 6
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ 6
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรไนโตรเจน 8
2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 10

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	2.5.1 การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์	10
	2.5.2 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sima pro ช่วยในการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์	13
	2.5.3 การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ	16
	2.5.4 วัฏจักรไนโตรเจน	19
	2.5.5 ไนโตรเจนไอโซโทปเทคนิค	21
	2.5.6 การนำผลของวัฏจักรคาร์บอนมาร่วมประเมิน	24
3.	การดำเนินการวิจัย	25
	3.1 การคัดเลือกชนิดของพืชไร่เศรษฐกิจที่นำมาใช้ในงานวิจัย	26
	3.2 การเก็บข้อมูล	27
	3.3 การหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรไนโตรเจน	30
	3.4 การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์	32
	3.5 การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ	33
	3.6 การใช้กราฟสี่ช่องในการประเมินผลการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ	33
4.	ผลการวิจัย	36
	4.1 ผลของการประเมินวัฏจกัรชีวิตผลิตภัณฑ์	36
	4.2 ผลการเปรียบเทียบการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์โดยนำวัฏจักรไนโตรเจนมาพิจารณา	42
	4.3 ผลของการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ	44
	4.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษกิจโดยพิจารวัฏจกัรไนโตรเจน	49

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 51

5.1 สรุปผลการศึกษา 51

5.2 ข้อเสนอแนะ 52

บรรณานุกรม 53

ภาคผนวก

ก. วิธีการคำนวณ 56

ข. ข้อมูลดิบที่ใช้ในงานวิจัย 61

ค. กรรมวิธีการปลูกพืชแต่ละชนิดที่ใช้ในงานวิจัย 83

ประวัติการศึกษา 107

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	รายละเอียดของ Method ต่างๆใน Sima pro 7.1	13
3.1	ค่าเฉลี่ยปริมาณมูลค่าผลผลิตส่งออกรวมของประเทศไทยปี 2550	26
3.2	ค่าเฉลี่ยปริมาณมูลค่าผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ในปี 2550	27
3.3	ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีของปุ๋ย สูตร A และ สูตร B ของพืชแต่ละชนิด	28
3.4	การใช้ทรัพยากรต่างๆของพืชแต่ละชนิด	29
3.5	ผลผลิตต่อไร่ และราคาของพืชแต่ละชนิด	30
3.6	วัฏจักรของปุ๋ยไนโตรเจนในพืชทั้ง 5 ชนิด	31
4.1	ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของปุ๋ยสูตร A	37
4.2	ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของปุ๋ยสูตร B	38
4.3	ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของปุ๋ยสูตร A โดยประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ตกค้างในดิน	43
4.4	ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของปุ๋ยสูตร B โดยประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ตกค้างในดิน	43
4.5	ผลของการประเมินปนะสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของปุ๋ยสูตร A	45
4.6	ผลของการประเมินปนะสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของปุ๋ยสูตร B	46
4.7	เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี โดยประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ตกค้างในดิน	49
ก.1	ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของสภาวะโลกร้อน	56
ก.2	ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของสภาวะโลกร้อน โดยพิจารณาการระเหยของปุ๋ยไนโตรเจน และการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซล	57
ก.3	ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของสภาวะการเป็นกรด	58
ก.4	ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ก.5	ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี โดยพิจารณาวัฏจักรไนโตรเจน	59
ข.1	ข้อมูลดิบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	72
ข.2	ข้อมูลดิบของข้าวโพดหวาน	73
ข.3	ข้อมูลดิบของข้าวโพดฝักอ่อน	74
ข.4	ข้อมูลดิบของถั่วเขียว	75
ข.5	ข้อมูลดิบของอ้อย	76
ข.6	ข้อมูลดิบของยาสูบ	77
ข.7	ข้อมูลดิบของถั่วเหลือง	78
ข.8	ข้อมูลดิบของงา	78
ข.9	ข้อมูลดิบของทานตะวัน	79
ข.10	ข้อมูลดิบของถั่วลิสง	79
ข.11	ข้อมูลดิบของฝ้าย	80
ข.12	ข้อมูลดิบของมันฝรั่ง	81
ข.13	ข้อมูลดิบของละหุ่ง	81
ข.14	ข้อมูลดิบของมันเทศ	82
ข.15	ข้อมูลดิบของปอ	82
ค.1	ขั้นตอนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	83
ค.2	ขั้นตอนการปลูกข้าวโพดหวาน	85
ค.3	ขั้นตอนการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	87
ค.4	ขั้นตอนการปลูกถั่วเขียว	88
ค.5	ขั้นตอนการปลูกอ้อย	90
ค.6	ขั้นตอนการปลูกยาสูบ	91
ค.7	ขั้นตอนการปลูกถั่วเหลือง	93
ค.8	ขั้นตอนการปลูกงา	94
ค.9	ขั้นตอนการปลูกทานตะวัน	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค.10	ขั้นตอนการปลูกถั่วลิสง	98
ค.11	ขั้นตอนการปลูกฝ้าย	99
ค.12	ขั้นตอนการปลูกมันฝรั่ง	101
ค.13	ขั้นตอนการปลูกละหุ่ง	102
ค.14	ขั้นตอนการปลูกมันเทศ	104
ค.15	ขั้นตอนการปลูกปอ	105

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์	12
3.1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	25
3.2	ลักษณะของกราฟสี่ช่องเพื่อการประเมินผลของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ในกรณีที่ประเมินวัฏจักรไนโตรเจน	34
4.1	เปรียบเทียบผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนของพืช	39
4.2	เปรียบเทียบผลกระทบต่อสภาวะการเป็นกรดของพืช	39
4.3	เปรียบเทียบผลกระทบต่อสภาวะน้ำเปลี่ยนสีของพืช	40
4.4	เปรียบเทียบปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาวะโลกร้อน	41
4.5	เปรียบเทียบปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาวะการเป็นกรด	41
4.6	เปรียบเทียบปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาวะน้ำเปลี่ยนสี	42
4.7	เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะโลกร้อน	47
4.8	เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะการเป็นกรด	47
4.9	เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสี	48
4.10	เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสีของปุ๋ยสูตร A โดยกราฟสี่ช่อง	49
4.11	เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสีของปุ๋ยสูตร B โดยกราฟสี่ช่อง	50

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ส่งผลให้เกิดการลงทุนทั้งจากภายในและภายนอกประเทศเพิ่มมากขึ้นในส่วนของภาคอุตสาหกรรม สังเกตได้จากข้อมูลสถิติจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ประกอบกิจการใหม่และปริมาณเงินลงทุนของโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการใหม่ภายในประเทศที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมาตลอดในระยะเวลา 5 ถึง 6 ปี ที่ผ่านมา คงไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ว่าผลจากการพัฒนาทางเทคโนโลยี การเติบโตของเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรม และการเพิ่มจำนวนมากขึ้นของโรงงานอุตสาหกรรมภายในประเทศดังกล่าวนั้น ปัจจุบันได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบนิเวศวิทยา และสิ่งแวดล้อมโดยรอบพื้นที่ใกล้เคียงที่มีโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรมตั้งอยู่ ทั้งมลภาวะที่เกิดขึ้นจากตัววัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต มลภาวะที่เกิดจากกระบวนการผลิต การขนส่ง รวมถึงการปล่อยของเสีย และการทิ้งของเหลือจากกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ระบบนิเวศวิทยาบริเวณใกล้เคียงล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุหลักของอุตสาหกรรมที่สร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น แนวทางการแก้ไขปัญหามลภาวะที่เกิดจากกอุตสาหกรรมในปัจจุบันมักมุ่งประเด็นไปที่การแก้ไขปัญหาที่ปลายเหตุอันได้แก่ การติดตามเฝ้าระวังผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง รวมถึงการนำเอาเทคโนโลยีการบำบัดใหม่ๆมาใช้กับของเสียที่เกิดจากภาคอุตสาหกรรมก่อนปล่อยสู่ระบบนิเวศวิทยา และสิ่งแวดล้อม ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวมักนำไปสู่การเพิ่มขึ้นในแง่ของต้นทุนการผลิต และราคาของผลิตภัณฑ์ รวมถึงไม่นำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ

แนวทาง และทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development) ของภาคอุตสาหกรรมสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยคำนึงถึงองค์ประกอบหลักที่สำคัญคือ การสร้างสมดุลระหว่างความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ และการปกป้องรักษาระบบนิเวศไปพร้อมๆ กัน ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมาก โดยยึดหลักการสร้างความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจด้วยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร และลดการปล่อยมลพิษซึ่งก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม หลักการสร้างสมดุลดังกล่าวข้างต้นได้ถูกประยุกต์เป็นหลักการเชิงทฤษฎีเรียกว่าการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศ

เศรษฐกิจ (Eco-efficiency) โดยการนำหลักการของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life cycle assessment) มาประยุกต์ใช้

การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-efficiency) จึงเข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อกระบวนการผลิตสินค้า โดยเป็นกระบวนการที่ผนวกแนวคิดด้านเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมเข้าไปในขั้นตอนการออกแบบเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์สมรรถนะทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ การกำจัดซากที่หมดอายุ การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทุกช่วงของวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยควบคู่กับการวิเคราะห์ปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น ต้นทุน กระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพ และการตลาด เป็นต้น

ปัจจุบันการทำการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ และประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์นั้นค่อนข้างแพร่หลายในประเทศไทย ซึ่งการจัดทำการประเมินผลทางสิ่งแวดล้อมทั้งสองประเภทข้างต้นนั้น จำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิง วัตถุดิบที่ใช้ การได้มาซึ่งวัตถุดิบและอื่นๆ อีกมากมาย โดยบ่อยครั้งที่ข้อมูลของพืชเศรษฐกิจไทยจำเป็นในการจัดทำการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ เนื่องจากพืชนั้นเป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย ดังนั้นจึงมีการเก็บข้อมูลในส่วนนี้บ่อยครั้ง อย่างไรก็ตามพืชเศรษฐกิจส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังไม่ได้มีการจัดทำฐานข้อมูลที่เหมาะสม ทำให้ยากแก่การตรวจสอบค้นหาข้อมูลเป็นอย่างมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำงานวิจัยครั้งนี้ขึ้นเพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของพืชเศรษฐกิจของไทยที่เป็นพืชเศรษฐกิจที่ส่งออกในอันดับต้นๆ โดยรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการนำไปประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เพื่อบ่งชี้ปัจจัยที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ และคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของพืชเศรษฐกิจโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก และเพื่อความสะดวกในการค้นหาข้อมูลสำหรับการทำวิจัยอื่นๆ ต่อไป

1.2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตของพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย 15 ชนิด ประกอบด้วย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน ถั่วเขียว อ้อย ยาสูบ ถั่วเหลือง งา ทานตะวัน ถั่วลิสง ฝ้าย มันฝรั่ง ละหุ่ง มันเทศ และ ปอ

2. เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการนำไปใช้ประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของพืชเศรษฐกิจไทยต่อไป

3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-efficiency) ของพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยทั้ง 15 ชนิด เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

4. ประเมินวัฏจักรไนโตรเจนของพืช 5 ชนิดในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

1.3. สมมุติฐาน

ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดของพืช คาดว่ามาจากปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นและขาดไม่ได้ของพืช ส่วนปัจจัยรองลงมา คาดว่ามาจากน้ำมันดีเซลที่ใช้ในรถแทรกเตอร์ เพราะเมื่อมีการเผาไหม้เกิดขึ้นจะส่งผลให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ทั้งนี้ต้องทำการศึกษาและเปรียบเทียบอัตราส่วนของปัจจัยทั้งหมดว่าปัจจัยใดที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

1.4. ขอบเขตของการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลต่างๆ ของพืชไร่ 15 ชนิด โดยข้อมูลที่ได้นั้นครอบคลุมตั้งแต่เริ่มเตรียมดิน จนถึงเก็บเกี่ยว พื้นที่ที่ใช้ปลูก ชนิดของดิน ปริมาณปุ๋ย น้ำ เชื้อเพลิง สารเคมีที่ใช้ นำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกัน โดยข้อมูลต่างๆ เก็บจากเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูก และเกษตรอำเภอจากจังหวัดลพบุรี และสระบุรี

2. การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยใช้ฐานข้อมูลจากโปรแกรมประเมินวัฏจักรชีวิตสำเร็จรูป SimaPro version 7.1 โดยใช้วิธีการ CML 2 Baseline 2000

3. ข้อมูลราคาที่ใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้น มาจากฐานข้อมูลราคาพืชในปี 2552 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

4. ทำการตรวจสอบวัฏจักรไนโตรเจนของพืชทั้ง 5 ชนิด ประกอบด้วย มันฝรั่ง อ้อย ถั่วเหลือง ฝ้าย และข้าวโพดอ่อน เพื่อตรวจสอบปริมาณของปุ๋ยตกค้างที่อยู่ในดิน เพื่อการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ และการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่แม่นยำยิ่งขึ้น โดยประเมินเฉพาะในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี

1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการค้นหาสำหรับผู้ที่ต้องการทำงานวิจัยและต้องการข้อมูลพืชเศรษฐกิจเพื่อนำไปใช้ประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่อไป

2. สามารถเปรียบเทียบและพัฒนาพืชที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงในกลุ่มพืชตัวอย่าง เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

3. มีแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งประเด็นไปที่ปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด เพื่อให้สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของพืชเศรษฐกิจ ได้ทำการศึกษาข้อมูล งานวิจัยต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชเศรษฐกิจ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรไนโตรเจน

2.1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชเศรษฐกิจ

Ankumah, Mwamba, & Kpomblekou (2003, pp. 201-207) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของชนิดของปุ๋ยสูตรแม่ เวลาในการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในมันเทศ ทั้งนี้เพราะการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนนั้นมีราคาสูง และมีผลต่อสิ่งแวดล้อมมาก จึงหาปัจจัยต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมี และลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง โดยศึกษากับมันเทศ 4 พันธุ์ ประกอบด้วยพันธุ์ที่ใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวเร็ว 2 พันธุ์ และพันธุ์ที่ใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวช้าอีก 2 พันธุ์ ทำการแบ่งช่วงเวลาในการให้ปุ๋ย โดยกลุ่มแรกให้ปุ๋ยในครั้งแรกทั้งหมด ส่วนในอีกกลุ่มทำการแบ่งช่วงในการให้ปุ๋ยเป็นสี่ช่วง โดยที่ปริมาณรวมของปุ๋ยเท่ากับกลุ่มแรก และทดลองใช้ปุ๋ยสูตรแม่ที่ให้ธาตุไนโตรเจนต่างชนิดกันพบว่า ชนิดของปุ๋ยสูตรแม่ที่ให้ธาตุไนโตรเจนนั้นให้ผลที่ไม่ต่างกันมากนัก ในส่วนของมันเทศพันธุ์ที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวเร็วกว่านั้นให้ผลตอบแทนที่สูงกว่ามันเทศพันธุ์ที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวช้าทั้งที่ให้ปริมาณปุ๋ยที่เท่ากัน แต่ในทางกลับกันมันเทศพันธุ์ที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวช้านั้น มีอัตราการดูดซับธาตุไนโตรเจนได้ดีกว่าพืชที่เก็บเกี่ยวเร็วซึ่งทำให้เหลือธาตุไนโตรเจนตกค้างในดินน้อยกว่า และเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า อย่างไรก็ตามผลผลิตเป็นปัจจัยหลักของเหล่าเกษตรกร จึงทำให้การปลูกพืชที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวเร็วนั้นให้ประโยชน์ต่อเกษตรกรมากกว่า

Yadav (2003, pp. 39-51) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในข้าว และแป้งสาลี เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่มากเกินความจำเป็นเพื่อให้ได้ผลผลิตของพืชมาก ซึ่งพบว่าส่งผลเสียต่อต้นทุน และสิ่งแวดล้อมอย่างมาก งานวิจัยนี้ได้เก็บข้อมูลจากฟาร์ม 81 แห่ง ในพื้นที่ต่างๆ ซึ่งในแต่ละพื้นที่มีการกำหนดปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อให้ข้าว และแป้งสาลีเจริญเติบโตได้ดี โดย

แบ่งกลุ่มการใช้ปุ๋ยดังนี้ กลุ่มควบคุม (0,0,0) กลุ่มที่ใส่แต่ไนโตรเจน (N,0,0) กลุ่มที่ใส่ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (N,P,0) กลุ่มที่ใส่ไนโตรเจน และโพแทสเซียม (N,0,K) และกลุ่มที่ใส่ทุกธาตุ (N,P,K) ซึ่งปริมาณที่ใส่ปุ๋ยนั้นตรงตามปริมาณที่เหมาะสมเพื่อให้ข้าว และแป้งสาลีเติบโต จากการทดลองพบว่า กลุ่มที่ใส่ธาตุทั้งสามชนิดนั้นได้ผลผลิตที่ดีกว่ากลุ่มที่ใส่เพียงธาตุไนโตรเจนชนิดเดียวค่อนข้างมาก กลุ่มที่ใช้ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสนั้นให้ผลดีที่รองลงมา ในทางกลับกันกลุ่มที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทสเซียมนั้นให้ผลที่ไม่ต่างกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดเดียวมากนัก เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการทดลองนี้พบว่า การเลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถเพิ่มผลผลิตได้มาก โดยประหยัดต้นทุนมากกว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดเดียวเป็นปริมาณมากเกินกำหนด

2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

Sakaorat Kasmaprapruet, Woranee Paengjuntuek, Phanida Saikhwan, & Harnpon Phungrassami (2009, pp. 195-203) ได้ทำการศึกษากระบวนการสีข้าว และทำการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยประเมินตั้งแต่กระบวนการเตรียมเมล็ดพันธุ์จนถึงการสีข้าว พบว่าในส่วนของการอบเมล็ดข้าวให้แห้งนั้นใช้พลังงานในปริมาณที่สูงที่สุด ในส่วนของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์พบว่ากระบวนการเพาะปลูกข้าวนั้นส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดทั้งในด้านสภาวะโลกร้อน สภาวะการเป็นกรด และสภาวะน้ำเปลี่ยนสี

2.3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

Charles & Guidry (2003, pp. 219-229) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์การเกษตรจากฟาร์มในหลุยเซียน่าตอนกลางถึงตอนใต้ โดยมีผลิตภัณฑ์นมวัว กุ้ง หมู เนื้อ ซึ่งประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจคำนวณโดยอัตราส่วนระหว่างพลังงานที่ได้รับเมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์นั้นต่อพลังงานที่ใช้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นมา พลังงานทั้งหมดถูกแปลงให้อยู่ในหน่วย Kcal ในส่วนของพลังงานที่ใช้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์นั้น ผู้วิจัยได้เลือกการใช้เชื้อเพลิง และการใช้ไฟฟ้า ทั้งนี้เนื่องจากสามารถหาข้อมูลได้ง่าย และแม่นยำ ในส่วนของพลังงานที่ได้จากการบริโภคผลิตภัณฑ์ จะแบ่งเป็นสองช่วงฤดูคือฤดูหนาว และฤดูใบไม้ร่วง ซึ่งผลต่างของอุณหภูมิส่งผลให้พลังงานที่ได้จากผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง เมื่อได้ข้อมูลแล้วจึงนำไป

เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ พบว่าปัจจุบันยังไม่มีการพัฒนาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจอย่างเด่นชัด อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศได้โดยการลดการใช้ไฟฟ้า ทั้งนี้เพราะมีการใช้พลังงานจากไฟฟ้าเป็นพลังงานหลัก หากสามารถแก้ไขในจุดนี้ได้จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างมาก

Jonge (2004, pp. 1177-1186) ได้ทำการศึกษาหาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ป้องกันศัตรูพืชเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์กำจัดเชื้อราในพืชเป็นหลัก เริ่มจากอธิบายแนวทางการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ จากนั้นจึงหาแนวทางในการแก้ไขผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เปลี่ยนสารเคมีให้เป็นสารเคมีชนิดใหม่ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง เปลี่ยนให้ผลิตภัณฑ์ป้องกันพืชละลายกับน้ำได้ดีขึ้น และใช้งานในปริมาณที่น้อยลง เปลี่ยนกระบวนการผลิตโดยกำจัดส่วนที่ใช้พลังงานไฟฟ้าฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็นออก และดัดแปลงกระบวนการผลิตให้ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยลงจากเดิม จากนั้นนำผลิตภัณฑ์กำจัดเชื้อราในพืชชนิดใหม่มาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์กำจัดเชื้อราในพืชก่อนที่จะถูกดัดแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ โดยใช้วิธีสมดุลพลังงาน และCritical surface time ‘95 เป็นหลัก จากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 2 วิธีข้างต้น พบว่าผลิตภัณฑ์กำจัดเชื้อราในพืชชนิดใหม่ที่ทำการดัดแปลงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าผลิตภัณฑ์กำจัดเชื้อราในพืชเดิมในทุกด้าน โดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้นอกจากทำให้ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจสูงขึ้นแล้ว ยังเป็นผลดีต่อธุรกิจผลิตภัณฑ์ป้องกันพืชอีกด้วย วิธีการลดผลกระทบที่เกิดจากเหล่าผลิตภัณฑ์ป้องกันพืชนั้นก็เป็นอีกวิธีหนึ่งในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของพืชโดยรวม

Jenjira Puthavorrachai & Harnpon Phungrassami (2009, pp. 295-301) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจร่วมกับการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกระป๋องเพื่อเพิ่มความได้เปรียบทางการค้า โดยประเมินในส่วนของสภาวะโลกร้อน สภาวะการเป็นกรด สภาวะการลดลงของชั้นโอโซน และสภาวะน้ำเปลี่ยนสี พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกระป๋องส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านโลกร้อนมากที่สุดจากทั้งหมด โดยที่ขั้นตอนการใช้พลังงานเป็นขั้นตอนหลักที่ส่งผลต่อสภาวะโลกร้อนเป็นอย่างมาก สามารถแก้ไขได้สามวิธีดังนี้ วิธีที่หนึ่ง จัดระบบการใช้หม้อต้มไอน้ำใหม่ จากเดิมใช้หม้อความจุ 16 ตัน/ชั่วโมง เป็นตัวให้ความร้อนหลัก และ14 ตัน/ชั่วโมง เป็นตัวสำรองที่เดินเครื่องทิ้งไว้ ส่วนหม้อต้มไอน้ำ 12 ตัน/ชั่วโมงปิดเครื่อง โดยเปลี่ยนเป็นใช้หม้อความจุ 16 ตัน/ชั่วโมง เป็นตัวให้

ความร้อนหลักเช่นเดิม แต่ให้ใช้หม้อต้มไอน้ำความจุ 12 ตัน/ชั่วโมง เป็นตัวสำรองแทน วิธีที่สอง คือการตัดการใช้ระบบน้ำหล่อเย็นจากเดิมที่มีระบบน้ำหล่อเย็นสองระบบต่อสองกระบวนการ โดยเปลี่ยนเป็นใช้เพียงระบบเดียวในทั้งสองกระบวนการแทน เนื่องจากพบว่าศักยภาพของระบบน้ำหล่อเย็นหนึ่งระบบมีเพียงพอที่จะให้ความเย็นอย่างทั่วถึงในทั้งสองกระบวนการ วิธีที่สามคือ การลดการใช้เครื่องทำความเย็น (chiller) เพื่อที่จะลดอุณหภูมิให้น้ำเย็น โดยจากเดิมน้ำเย็นซึ่งนำมาจากภายในกระบวนการเพื่อใช้งานอีกครั้งไหลมาจากท่อน้ำสองสาย โดยที่ท่อน้ำสายที่หนึ่งมีอุณหภูมิ 12 °C ท่อน้ำสายที่สองมีอุณหภูมิ 9 °C ซึ่งหากมีการจัดระบบวางสายท่อใหม่ โดยนำท่อทั้งสองสายมาต่อเข้าด้วยกันจะส่งผลให้อุณหภูมิน้ำทั้งสองสายอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่พอเหมาะ โดยไม่ต้องใช้เครื่องทำความเย็นอีก จากการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจากค่าใช้จ่ายที่ต้องลงทุนต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถลดได้ จากการดำเนินการพบว่าในสามวิธีข้างต้น การปรับการใช้หม้อต้มไอน้ำส่งผลดีที่สุด ทั้งนี้เพราะสามารถลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากอีกทั้งไม่เสียค่าลงทุนเริ่มต้น

2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรไนโตรเจน

พรพิมล ชัยวรรณคุปต์, ปทุม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, และ จันทนา ศิริไพบูลย์ (1984, น.120-127) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองที่ปลูกในดินนาภายใต้สภาพไถพรวน และไม่ไถพรวน โดยใช้วิธีไอโซโทปเทคนิค โดยใช้ถั่วเหลืองพันธุ์ที่สร้างปม 3 พันธุ์ คือ สจ.2, สจ.5, maturity'F' และถั่วเหลืองพันธุ์ที่ไม่มีปม (D 68—0099) ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรียอัตรา 0, 4.8 และ 24 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ พบว่าการไถพรวนดินปลูก และ การไม่ไถพรวนไม่มีอิทธิพลต่อการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ โดยปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วประกอบด้วย 70 ถึง 75% มาจากการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ 5 ถึง 7% ได้จากปุ๋ยยูเรีย และ 20 ถึง 25%ได้จากแร่ธาตุในดิน นอกจากนั้นปริมาณไนโตรเจนที่ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ตรึงได้จากอากาศจะคงที่ แม้ว่าปุ๋ยยูเรียจะเพิ่มจาก 0 เป็น 4.8 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ และเมื่อใส่ปุ๋ยยูเรียสูงถึง 24 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงจากอากาศจะลดลง 11 ถึง 27% ปริมาณไนโตรเจนจากอากาศที่ตรึงโดยถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับพันธุ์ของถั่วเหลือง กล่าวคือ พันธุ์ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวนาน จะตรึงไนโตรเจนได้สูงกว่าพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวเร็ว

Isa, Hofman, & Cleemput (2006, pp. 348-354) ได้ทำการศึกษาวัฏจักรของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ในอ้อย โดยเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยยูเรีย และแอมโมเนียมซัลเฟต ในดินที่มีเกลือซึ่ง

มีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 8.8 และดินที่ไม่มีเกลือซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 7.8 พบว่าอ้อยมีการดูดไนโตรเจนจากปุ๋ยไปใช้ปริมาณมากในดินที่มีเกลือทั้งในปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต แต่ในดินที่ไม่มีเกลือนั้นพบว่าอ้อยดูดซับไนโตรเจนจากปุ๋ยไปเป็นปริมาณน้อยโดยจะหลงเหลือในดินหรือโดนชะล้างไปส่วนใหญ่ โดยปุ๋ยไนโตรเจนที่หลงเหลือในดินถือเป็นผลเสียต่อดินในด้านของสิ่งแวดล้อม

Maidi, Brunner, & Sticksel (2002, pp. 167-168) ได้ทำการศึกษาวัฏจักรของปุ๋ยไนโตรเจนในข้าวโพด โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรตเป็นหลัก โดยเปรียบเทียบระหว่างการปลูกแบบกระจัดกระจาย และการปลูกแบบเป็นแถว พบว่าผลที่ได้จากวิธีการปลูกที่แตกต่างกันทั้งสองวิธีนั้นไม่มีผลต่อการดูดซับไนโตรเจนของมันฝรั่ง โดยในปี 1996 นั้นปริมาณการดูดซับปุ๋ยไนโตรเจนของมันฝรั่งนั้นมีเพียง 43 ถึง 45% แต่ในไป 1997 กลับมีปริมาณถึง 66 ถึง 68% ทั้งนี้เพราะปี 1996 มีปริมาณของฝนที่ค่อนข้างมากจึงทำให้เกิดการชะล้างของปุ๋ยไนโตรเจนในดินได้

Rochester, Constable, & Saffigna (1997, pp. 75-86) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการหลงเหลือโคนของฝ้าย มีส่วนในการเพิ่มการดูดซับของปุ๋ยไนโตรเจนในฝ้ายที่ปลูกในภายหลัง เนื่องจากปัจจุบันมีปัญหาในการเผาโคนของฝ้ายมากขึ้นเนื่องจากเป็นการป้องกันการติดเชื้อโรคของฝ้ายที่ง่ายที่สุด ซึ่งเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม โดยทางผู้วิจัยทำการวิจัยโดยแบ่งเป็นแปลงที่เหลือโคนทิ้งไว้ และแปลงที่ทำการตัดโคนออก ใช้ปริมาณปุ๋ยเท่ากัน พบว่าแร่ธาตุไนโตรเจนของดินที่หลงเหลือโคนทิ้งไว้นั้นมีปริมาณมากกว่าดินที่ทำการตัดออก รวมทั้งปริมาณการดูดซับปุ๋ยไนโตรเจนของฝ้ายจะลดลง อีกทั้งผลผลิตที่น้อยลงในแต่ละปีในดินที่ทำการตัดโคนทิ้ง ดังนั้นการเหลือโคนทิ้งไว้จะเป็นประโยชน์ในด้านการนำปุ๋ยไปใช้ และการเพิ่มผลผลิต

Somporn Thongdaeng, Jarong Rungchong, Nualchavee Roongtanakiat, & Amnat Suwanarit (1996, pp. 232-240.) ได้ทำการศึกษา วัฏจักรไนโตรเจนของปุ๋ยไนโตรเจนทั้งสามชนิดในข้าวโพดฝักอ่อน ประกอบด้วยปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยโปแตสเซียมไนเตรต และปุ๋ยยูเรีย พบว่าการดูดซับปุ๋ยทั้งสามชนิดนั้นค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามในด้านปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่หลงเหลือในดินนั้นปุ๋ยยูเรียมีปริมาณที่น้อยสุด และมีการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจนมากที่สุดในปุ๋ยแม่ทั้งสามประเภทเนื่องเพราะระเหยออกง่าย และถูกชะล้างง่ายกว่าปุ๋ยทั้งสองประเภทข้างต้น ถึงในด้านผลผลิตจะไม่แตกต่างกัน แต่การที่ปุ๋ยยูเรียมีการสูญเสียที่มากกว่าปุ๋ยทั้งสองประเภท จึงต้องทำการค้นหาวิธีที่เพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยยูเรียต่อไป

2.5. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment; LCA) ของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต หรือ การบริการ เป็นการศึกษาถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ของกระบวนการผลิต หรือ ของการบริการนั้นๆ องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization; ISO) นิยามความหมายของ LCA ไว้ในอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 ว่า “ เป็นการเก็บรวบรวม และการประเมินค่าของสารขาเข้าและสารขาออก รวมถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสเกิดขึ้นในระบบผลิตภัณฑ์ตลอดวัฏจักร ” ข้อมูลที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิต สามารถนำมาใช้ศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ของกระบวนการผลิต หรือ ของการบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (EcoDesign) เพื่อเตรียมความพร้อมในการรองรับมาตรการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมของกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป และประเทศพัฒนาอื่นๆ ซึ่งกลุ่มอุตสาหกรรมที่จะได้รับผลกระทบจากมาตรการเหล่านี้เป็นกลุ่มแรกคือ กลุ่มอุตสาหกรรมไฟฟ้า และอิเลคทรอนิกส์ ตัวอย่างของมาตรการต่างๆ ที่จะบังคับใช้ในอนาคตอันใกล้เช่น ระเบียบของสหภาพยุโรปว่าด้วยสารเคมี (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals; REACH) ระเบียบว่าด้วยการจำกัดการใช้สารอันตรายบางชนิดในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment; RoHS) ระเบียบที่ให้ผู้ผลิตต้องรับผิดชอบในการเรียกคืนซากสินค้าที่หมดอายุ (Waste Electrical & Electronic Equipment; WEEE) และกฎหมายการแปรรูป และนำกลับมาใช้ ใหม่ของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนของประเทศญี่ปุ่น

ที่มาของการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) สืบเนื่องจากวิกฤตการณ์พลังงานในช่วงปี ค.ศ. 1970 ทำให้ประเทศต่างๆ มีนโยบายการประหยัดพลังงานซึ่งส่งผลต่อการปลูกจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม การศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตจึงถูกพัฒนาขึ้น และขยายรวมถึงการวิเคราะห์ผลกระทบจากการแพร่มลพิษ และของเสียที่เกิดขึ้น ทางภาครัฐของประเทศต่างๆ ได้ให้ความสนใจในการศึกษานี้มากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณผลกระทบของผลิตภัณฑ์สำหรับเปรียบเทียบความรุนแรงของปัญหาที่ต่างประเภทกันเช่น การทำให้โลกร้อนขึ้น และการลดลงของทรัพยากรเป็นต้น

การประเมินวัฏจักรชีวิตคือกระบวนการวิเคราะห์ และประเมินค่าผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การสกัดหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง และการแจกจ่าย การใช้งานผลิตภัณฑ์ การใช้ใหม่ และการจัดการเศษซากของผลิตภัณฑ์หลังจากการใช้งาน กล่าวได้ว่า เป็นการพิจารณาผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย โดยมีการระบุถึงปริมาณพลังงาน และวัตถุดิบที่ใช้ รวมถึงปริมาณของเสียที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อหากระบวนการในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ขั้นตอนการทำ LCA มีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2.1 ได้แก่

1.) การกำหนดเป้าหมาย และขอบเขต (Goal and Scope) ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมาย และขอบเขตหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ (Product function) หน่วยการทำงาน (Functional unit) ขอบเขตระบบ (System boundary) และระบบผลิตภัณฑ์ (Product system) ขั้นตอนนี้มีอิทธิพลโดยตรงต่อทิศทาง และความละเอียดในการศึกษา จึงนับว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราะถ้าการกำหนดเป้าหมาย และขอบเขตไม่ครอบคลุมดีพอจะทำให้การประเมินสารที่เข้า และสารที่ออกจากระบบ หรือประโยชน์ที่จะได้รับจากการปรับปรุงระบบนั้นทำได้ยาก และไม่ตรงประเด็น

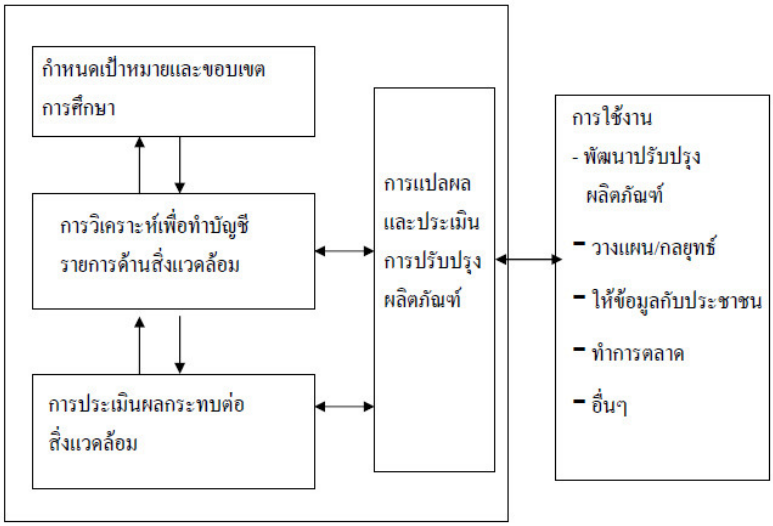
2.) การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory) เป็นการเก็บรวบรวม และคำนวณข้อมูลที่ได้จากกระบวนการต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการกำหนดเป้าหมาย และขอบเขตการศึกษา ขั้นตอนนี้รวมถึงการสร้างผังของระบบผลิตภัณฑ์ การคำนวณหาปริมาณของสารขาเข้า และสารขาออกจากระบบผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาถึงทรัพยากร และพลังงานที่ใช้หรือการปล่อยของเสียออกสู่อากาศ น้ำ และ ดิน

3.) การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Impact Assessment) เป็นการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลการใช้ทรัพยากร และการปล่อยของเสีย หรือสารขาเข้า และขาออกที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม โดยการประเมินผลกระทบเกี่ยวข้องกับประเด็นหลักๆ คือ การนิยามประเภท (Category definition) การจำแนกประเภท (Classification) การกำหนดบทบาท (Characterization) และการให้น้ำหนักแต่ละประเภท (Weighting)

4.) การแปลผล (Interpretation) เป็นการนำผลการศึกษามาวิเคราะห์เพื่อสรุปผล พิจารณาข้อจำกัด การให้ข้อเสนอแนะที่มาจากผลการทำการประเมินวัฏจักรชีวิต หรือการ

วิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม และทำรายงานสรุปการแปลผลการศึกษาให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมาย และขอบเขตของการศึกษา

ภาพที่ 2.1
ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์



การศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตเกี่ยวกับข้อมูล และตัวเลขจำนวนมาก จำเป็นต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเข้าช่วยในการทำงาน ซึ่งจะทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลของกระบวนการผลิตที่มีจำนวนขั้นตอนมากได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และเสียค่าใช้จ่ายน้อย รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับฐานข้อมูลด้านการประเมินวัฏจักรชีวิตที่ทำไว้ทั่วโลกได้ ปัจจุบันหลายประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป และญี่ปุ่นได้ผลิตโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นมาใช้ ถึงเวลาที่ประเทศไทยจะต้องจัดให้มีฐานข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ หรือของกระบวนการผลิต หรือของการบริการ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับมาตรการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามสถานการณ์ในปัจจุบันของประเทศไทยยังต้องมีความร่วมมือจากทั้งภาครัฐบาล และเอกชนที่จะทำให้มีฐานข้อมูลต่างๆ ซึ่งฐานข้อมูลเหล่านี้จะทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ฐานข้อมูลจริงภายในประเทศ รวมไปถึงการศึกษาวิจัยเพื่อหาสารทดแทนสารพิษที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.5.2 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sima pro ช่วยในการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

Sima pro คือโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งนิยมนำมาใช้ในการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์บ่อยครั้ง โดย Sima pro เป็นโปรแกรมที่แนะนำโดยองค์กร ISO14040 Sima pro ถูกผลิตขึ้นมาครั้งแรกในปี 1990 และได้รับการพิสูจน์ว่าเป็นเครื่องมือที่ยืดหยุ่น และน่าเชื่อถือ และถูกใช้ใน อุตสาหกรรม กลุ่มที่ปรึกษา และมหาวิทยาลัยต่างๆมากกว่า 60ประเทศ โดยงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Sima pro 7.1 โดยจำเป็นต้องเลือก method ในการดำเนินการ โดยรายละเอียดของ Method ต่างๆใน Sima pro 7.1 แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1
แสดงรายละเอียดของ Method ต่างๆใน Sima pro 7.1

Method	รายละเอียด
CML 2 baseline 2000	เป็นฐานข้อมูลการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเอาข้อมูลมาจากโปรแกรม Eco-invent 2.0 และเพิ่มข้อมูลสำคัญต่างๆที่ไม่มีในโปรแกรมนี้ลงไป โดยตั้งชื่อใหม่เป็น CML 2 baseline 2000 โดย method นี้จะประเมินผลกระทบสำคัญที่มีการแนะนำใน Handbook on life cycle assessment เท่านั้น ซึ่งประกอบด้วย - Ozone layer depletion steady state - Human toxicity infinite - Fresh water aquatic ecotoxicity infinite - Terrestrial ecotoxicity infinite - Photochemical oxidation - Global warming 100a - Acidification - Abiotic depletion - Eutrophication

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

แสดงรายละเอียดของ Method ต่างๆใน Sima pro 7.1

Method	รายละเอียด
CML 2001 (All impact categories)	เช่นเดียวกับวิธี CML 2 baseline 2000 แต่ต่างกันตรงที่ CML 2 baseline 2000 คัดมาเพียงตัวสำคัญเท่านั้น แต่ CML 2001 นั้นเป็นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งหมด
Eco-indicator 99(E)	เป็น method ที่ให้น้ำหนักผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดย E มาจาก Egalitarian perspective โดยจะทำการให้น้ำหนักผลกระทบต่างๆโดยแบ่งเป็น ผลกระทบต่อมนุษย์ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ ผลกระทบต่อทรัพยากร เช่นเชื้อเพลิงเป็นต้น
Eco-indicator 99(H)	เช่นเดียวกับEco-indicator 99(E) โดย H มาจาก Hierarchist perspective ซึ่งมองในคนละมุมมองกับ Eco-indicator 99(E)
Eco-indicator 99(I)	เช่นเดียวกับEco-indicator 99(E) โดย Individualist perspective มาจาก Hierarchist perspective ซึ่งมองในคนละมุมมองกับ Eco-indicator 99(E)
EDIP 2003	เป็น method สำหรับการทำ LCA จากชาวเดนมาร์ก ดัดแปลงมาจาก EDP 2007 เพื่อเหมาะแก่การใช้งานในโปรแกรม Sima pro มากขึ้น โดย method นี้ประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 18 ประเภทด้วยกัน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

รายละเอียดของ Method ต่างๆใน Sima pro 7.1

Method	รายละเอียด
Ecological Scarcity 2006	เป็น method ที่นำฐานข้อมูลจาก http://www.esu-services.ch/cms/index.php?id=ubp06 ซึ่งจัดหาข้อมูลโดยบริษัท ESU-services ซึ่งเป็นบริษัทที่ปรึกษาด้าน LCA โดยเฉพาะ โดยพิจารณาผลกระทบ 7 ประเภทด้วยกัน ประกอบด้วย - Emission into air - Emission into surface water - Emission into ground water - Emission into top soil - Energy resources - Natural resources - Deposited waste โดยใช้หน่วยเดียวกันคือ UBP
EPD 2007 (draft version)	เป็น ต้นฉบับของ EDIP 2003 โดย EPD 2007 นั้นเคยใช้สำหรับสร้าง Environmental product declaration ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่สร้างจาก มาตรฐาน ISO 14040 โดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 6 ประเภท
EPS 2000	Method นี้เป็นมาตรฐานที่ Environmental Priority Strategies หรือ นักวางแผนทางด้านสิ่งแวดล้อมนิยมใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
Impact 2002+	เป็นการรวมกันระหว่าง Impact 2002, Eco-indicator 99, CML และ IPCC เข้าด้วยกันโดยเน้นไปที่สารก่อมะเร็ง ความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และความเป็นพิษต่อดิน โดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 15 ประเภทด้วยกัน

ในงานวิจัยชิ้นนี้ทางผู้จัดทำได้เลือก Method CML 2 baseline 2000 เนื่องจากมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ต้องการทุกตัวตามขอบเขตงานวิจัย และค่าที่ได้ค่อนข้างน่าเชื่อถือ สามารถใช้ CML 2001 ได้เช่นกันแต่ปัจจัยอื่นๆที่ CML 2001มีเพิ่มขึ้นมานั้นไม่ได้อยู่ในขอบเขตงานวิจัย EDIP 2003 นั้นมีผลกระทบที่ต้องการเช่นเดียวกับในขอบเขต แต่ค่าที่ได้จะแตกต่างกันเล็กน้อย ส่วน Method อื่นๆนั้นประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ตรงกับขอบเขตงานวิจัย

2.5.3 การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

เป็นหลักการที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้การพัฒนาด้านเศรษฐกิจที่ก้าวรุดหน้าเพิ่มขึ้นอยู่ตลอด เดินควบคู่ไปได้พร้อมกับการพัฒนาที่ยั่งยืน กล่าวอีกนัยหนึ่งคือหลักการดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการให้ภาคธุรกิจต่างๆ ให้มีศักยภาพในการแข่งขันด้านเศรษฐศาสตร์ระหว่างกันควบคู่ไปกับการมีส่วนร่วมรับผิดชอบต่อผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของโลกนี้ คำว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจถูกนำมาใช้และเผยแพร่เป็นครั้งแรกโดย 2 นักวิจัยชาวสวิสในปี ค.ศ. 1990 และคณะกรรมการนักธุรกิจเพื่อสิ่งแวดล้อมโลก (World Business Council for Sustainable Development : WBCSD) ซึ่งเป็นการรวมตัวระหว่างกลุ่มบริษัทชั้นนำระหว่างประเทศกว่า 130 บริษัท จาก 30 ประเทศทั่วโลก ได้ให้คำจำกัดความของคำว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจอย่างเป็นทางการในปี ค.ศ. 1991 ภายใต้แนวความคิดที่จะให้เกิดการรวมกันของการพัฒนาที่ดีขึ้นในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอันจะนำไปสู่ผลลัพธ์ของการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

คำว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมาจากการรวมกันของคำว่า Eco หมายถึงระบบนิเวศ : Ecology และเศรษฐกิจ : Economy และคำว่า Efficiency ซึ่งมีความหมายว่าประสิทธิภาพ นิยามของคำว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจซึ่งบัญญัติโดย WBCSD หมายความถึงการนำมาซึ่งการแข่งขันกันในศักยภาพด้านการผลิต และการบริการ โดยมีจุดประสงค์ที่จะตอบสนองความต้องการของมนุษย์ และนำมาซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ในขณะที่การแข่งขันดังกล่าวมีความจำเป็นที่จะต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติให้อยู่ในระดับที่อย่างน้อยต้องสอดคล้องกับความสามารถของโลกที่จะรองรับผลกระทบที่เกิดจากการแข่งขันดังกล่าวได้ โดยมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ

1. พยายามลดการบริโภคทรัพยากร หมายรวมถึงการพยายามลดการใช้วัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต พลังงาน น้ำ และที่ดิน ส่งเสริมการใช้ซ้ำ (Reuse) และการแปรใช้ใหม่ (Recycle) ของผลิตภัณฑ์

2. พยายามลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการลดการปล่อยของเสีย ได้แก่ น้ำทิ้ง ขยะ และสารพิษ ออกสู่สิ่งแวดล้อม

3. เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ และการบริการ หมายถึงความพยายามที่จะทำให้ผู้บริโภคได้รับผลประโยชน์สูงสุดจากผลิตภัณฑ์ สินค้าและการบริการ โดยส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติน้อยที่สุด

การนำหลักการประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจไปใช้กับภาคธุรกิจ สามารถช่วยให้ธุรกิจเกิดผลกำไรที่เพิ่มมากขึ้น จากการพยายามลดการใช้ทรัพยากร หรือวัตถุดิบตั้งต้น และพลังงาน รวมถึงลดการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม จะเห็นได้ว่าหลักการของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนอกจากจะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในทางธุรกิจที่สามารถตรวจวัดได้จริง และชัดเจนแล้ว ยังเป็นดัชนีชี้วัดความสัมพันธ์ด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่ช่วยชี้นำทิศทางและสนับสนุนให้นโยบายของรัฐมุ่งสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนเพิ่มมากขึ้น อันเป็นเป้าหมายโดยรวมของประเทศในระยะยาว ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม WBCSD ได้กำหนดแนวทาง 7 ประการ ที่จะช่วยให้การดำเนินงานด้านธุรกิจประสบความสำเร็จในเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น อันประกอบด้วย

1. ลดการใช้ทรัพยากร หรือวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต และบริการ
2. ลดการใช้พลังงานในการผลิต และบริการ
3. ลดการปล่อยสารพิษต่างๆ
4. เสริมสร้างศักยภาพการแปรใช้ใหม่ของวัสดุ
5. เพิ่มปริมาณการใช้ทรัพยากรที่หมุนเวียนได้
6. เพิ่มอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์
7. เพิ่มระดับการให้บริการแก่ผลิตภัณฑ์และเสริมสร้างธุรกิจบริการ

การประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสามารถทำได้จากการพิจารณาสัดส่วนของมูลค่าผลิตภัณฑ์และการบริการเปรียบเทียบกับผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม โดย WBCSD ได้กำหนดวิธีการประเมินหาค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจซึ่งสามารถคำนวณได้ตามสมการ (2.1)

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ} = \frac{\text{มูลค่าผลิตภัณฑ์หรือบริการ}}{\text{ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม}} \quad (2.1)$$

เนื่องจากการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจโดยสมการข้างต้น มีหลายวิธีในการนำค่าข้อมูลมาคำนวณ ทั้งนี้เนื่องจากทั้งผลิตภัณฑ์หรือการบริการ และผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยตัวชี้วัด (Indicator) หลายตัวที่ไม่สามารถนำมารวมกันเป็นตัวเลขเดียวได้ ยกตัวอย่างเช่น ค่าข้อมูลผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งสามารถนำข้อมูลผลกระทบมาได้จากตัวชี้วัดหลายด้าน เช่น ค่าข้อมูลที่ได้จากตัวชี้วัดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านพลังงาน หรือด้านทรัพยากรน้ำ เป็นต้น ดังนั้นในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจากสมการดังกล่าว จึงต้องเลือกค่าข้อมูลจากตัวชี้วัดที่เหมาะสมกับธุรกิจแต่ละประเภท ผลลัพธ์การคำนวณที่ได้จากตัวชี้วัดดังกล่าวต้องสามารถสื่อสารได้ง่าย และสามารถนำไปสู่การตัดสินใจที่จะนำผลลัพธ์การคำนวณไปสู่การปฏิบัติของผู้บริหารและคนในองค์กรรวมทั้งบุคคลภายนอกทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจทั้งทางตรงและทางอ้อม

WBCSD ได้แบ่งลักษณะของตัวชี้วัดที่นำมาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ตัวชี้วัดแบบทั่วไป (Generally applicable indicators) เป็นตัวชี้วัดซึ่งใช้ได้ในธุรกิจทั่วไป สามารถนำมาใช้ในทุกธุรกิจได้อย่างแท้จริง และเป็นที่ยอมรับกันในระดับสากล โดยแต่ละตัวชี้วัดมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับโลก ตัวชี้วัดที่มีการนำมาใช้แบบทั่วไปสำหรับมูลค่าผลิตภัณฑ์หรือการบริการ ได้แก่ ปริมาณของสินค้าและการบริการที่ผลิตและจัดหาให้แก่ลูกค้า หรือปริมาณยอดขายรวม ในขณะที่ตัวชี้วัดแบบทั่วไปสำหรับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงาน ปริมาณการใช้ทรัพยากร ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณของเสีย และปริมาณการปล่อยอากาศเสียที่มีผลกระทบต่อสภาวะเรือนกระจกและปริมาณโอโซน

2. ตัวชี้วัดเฉพาะธุรกิจ (Business specific indicators) เป็นตัวชี้วัดที่ภาคธุรกิจสามารถเลือกนำมาใช้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพิ่มเติมนอกเหนือจากข้อมูลที่ได้จากตัวชี้วัดแบบทั่วไป อันจะเป็นการช่วยให้ธุรกิจนั้นประสบความสำเร็จในการพัฒนาอย่างยั่งยืนเพิ่มมากขึ้น โดยตัวชี้วัดประเภทนี้จะพิจารณาเลือกจากลักษณะเฉพาะของแต่ละธุรกิจ ตัวอย่างตัวชี้วัดประเภทนี้ได้แก่ ค่า Gross margin ปริมาณขยะที่นำไปฝังกลบ และปริมาณขยะที่นำไปเผา เป็นต้น

ค่าผลลัพธ์จากการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้ จำเป็นที่จะต้องมีการเผยแพร่สู่ภายในองค์กรของตนเองและสาธารณะ ซึ่งการประเมินดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในแง่ของการประเมินสถานภาพขององค์กรตนเอง รวมถึงการนำไปเปรียบเทียบกับองค์กรอื่นๆ เพื่อให้มีการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาต่อไป การรายงานผลการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจควรประกอบไปด้วย

1. ข้อมูลขององค์กรที่ทำการประเมิน (Organization Profile) ควรประกอบไปด้วย ชื่อขององค์กรที่ทำการประเมิน ลักษณะประเภทของธุรกิจ ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ผลิต จำนวนพนักงานภายในองค์กร และข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับองค์กรตนเอง เช่น ที่อยู่หรือเว็บไซต์ที่สามารถติดต่อได้ ปีที่ก่อตั้ง เป็นต้น

2. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมูลค่าผลิตภัณฑ์และบริการ (Value Profile) เช่นยอดรวมมูลค่าการขายสินค้า หรือกำลังการผลิตสินค้ารวม เป็นต้น

3. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (Environment Profile) เป็นข้อมูลผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้จากตัวชี้วัดแบบทั่วไปและแบบเฉพาะธุรกิจ เช่น ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณพลังงานที่ใช้ และปริมาณวัตถุดิบเริ่มต้น เป็นต้น

4. ค่าผลลัพธ์จากการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-Efficiency Ratio) ที่ได้จากตัวชี้วัดแยกตามแต่ละประเภท

5. รายละเอียดวิธีการศึกษา (Methodological Information) บอกถึงรายละเอียดวิธีดำเนินการศึกษาเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการประเมินหาค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ รวมถึงวิธีการเลือกตัวชี้วัดประเภทต่างๆ ด้วย

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดพอสรุปให้เห็นได้ว่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสามารถที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีตัวชี้วัดความสัมพันธ์ด้านเศรษฐกิจ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้กับภาคธุรกิจหรือองค์กรใดๆได้ ผลจากการประเมินดังกล่าวจะนำมาซึ่งแนวทางการพัฒนาด้านเศรษฐกิจควบคู่ไปกับการลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

2.5.4 **วัฏจักรไนโตรเจน**

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนทุกชนิดในสิ่งมีชีวิต พืชใช้ไนโตรเจนได้ใน 2 รูป คือแอมโมเนียม (ammonium หรือ NH^{4+}) และไนเตรต (nitrate หรือ NO^{3-}) และแม้ว่าในบรรยากาศจะประกอบด้วยไนโตรเจนถึง 80% แต่อยู่ในรูป

ก๊าซไนโตรเจน (N_2) ซึ่งพืชไม่สามารถนำมาใช้ได้ ไนโตรเจนสามารถเข้าสู่วัฏจักรไนโตรเจนของระบบนิเวศได้ 2 ทางคือ

1. ฝนชะล้างไนโตรเจนกลายเป็นแอมโมเนียม และไนเตรต ไหลลงสู่ดิน และพืชใช้เป็นธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตโดยปฏิกิริยาแอสซิมิเลชั่น (assimilation)

2. การตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) ซึ่งมีเพียงแบคทีเรียบางชนิดเท่านั้นที่สามารถใช้ก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนในรูปที่พืชสามารถนำมาใช้ได้ แบคทีเรียพวกนี้มีทั้งที่อยู่ในดินและที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เช่น ไรโซเบียมในปมรากถั่ว และแบคทีเรียในเฟินน้ำพวกแหนแดง (Azolla) นอกจากนั้นยังมีแบคทีเรียสีเขียวแกมน้ำเงินในน้ำบางชนิด ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารสำคัญที่พืชใช้ในโครงสร้างและแมทาบอลิซึม สัตว์กินพืชและผู้บริโภคลำดับถัดมาได้ใช้ไนโตรเจนจากพืชเป็นแหล่งสร้างโปรตีนและสารพันธุกรรม เมื่อพืชและสัตว์ตายลง ผู้ย่อยสลายพวกราและแบคทีเรียสามารถย่อยสลายไนโตรเจนในสิ่งมีชีวิตให้กลับเป็นแอมโมเนียมซึ่งพืชสามารถนำมาใช้ได้ผ่านกระบวนการที่เรียกว่า แอมโมนิฟิเคชัน (ammonification)

ไนโตรเจนในสารอินทรีย์สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นก๊าซไนโตรเจน โดยผ่าน 2 กระบวนการ คือ

1. ไนตริฟิเคชัน (nitrification) แบคทีเรียบางชนิดใช้แอมโมเนียมในดินเป็นแหล่งพลังงานและทำให้เกิดไนไตรต์ (NO^{2-}) ซึ่งเปลี่ยนเป็นไนเตรตซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ด้วย

2. ดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) ในสภาพไร้ออกซิเจน แบคทีเรียบางชนิดสามารถสร้างออกซิเจนได้เองจากไนเตรต และได้ผลผลิตเป็นก๊าซไนโตรเจนกลับคืนสู่บรรยากาศ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปริมาณไนโตรเจนที่หมุนเวียนในระบบนิเวศที่กล่าวถึงทั้งหมดนี้จะมีปริมาณน้อยมาก แต่วัฏจักรไนโตรเจนในธรรมชาติก็สมดุลด้วยปฏิกิริยาซึ่งเกิดโดยพืชและการย่อยสลายของแบคทีเรีย

พืชบางชนิดมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างให้แตกต่างจากพืชอื่นๆ เช่น พืชกินแมลงซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่ขาดธาตุอาหารสำคัญอย่างไนโตรเจน ในประเทศไทยมีพืชหลายสกุล หลายชนิดที่มีวิวัฒนาการในการดักจับสัตว์มาเป็นอาหาร เช่น กาบหอยแครง หยาดน้ำค้าง และหม้อข้าวหม้อแกงลิง หม้อข้าวหม้อแกงลิงมีส่วนของใบทำหน้าที่เปลี่ยนไปเพื่อดักแมลง ที่ปลายใบมีกระเปาะเป็นรูปคล้ายหม้อทรงสูงยาว และ มีน้ำหวานล่อแมลง ภายในมีเอมไซม์ เพื่อสลายสิ่งมีชีวิตเป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และแร่ธาตุ

2.5.5 ไนโตรเจนไอโซโทปเทคนิค

ธาตุไนโตรเจนจะมีไอโซโทป ซึ่งจะแตกต่างกันตามมวลของอะตอม จากมวล 12 ถึง 17 ไอโซโทปของธาตุไนโตรเจนจะมีทั้งไอโซโทปกัมมันตรังสี (radioactive isotopes หรือ radioisotopes) และไอโซโทปเสถียร (stable isotopes) ไอโซโทปกัมมันตรังสีของธาตุไนโตรเจน ได้แก่ ^{12}N, ^{13}N, ^{16}N และ ^{17}N ซึ่งล้วนแต่มีครึ่งชีวิตที่สั้นมากเมื่อเทียบกับครึ่งชีวิตของธาตุอื่น เช่น ^{36}C (300,000 ปี), ^{14}C (5760 ปี), ^{90}Sr (28 ปี), ^{3}H (12.3ปี), ^{22}Na (2.6 ปี), ^{35}S (87.2 วัน), ^{32}P (14.3 วัน) ในกรณีของธาตุไนโตรเจน ^{13}N จะเป็นไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีครึ่งชีวิตยาวที่สุด คือ 10.05 นาที ซึ่งจะเห็นได้ว่าไอโซโทปกัมมันตรังสีของธาตุไนโตรเจนที่มีครึ่งชีวิตสั้นเกินไป สำหรับที่จะนำมาใช้เป็นตัวติดตาม (tracer) พฤติกรรม และกระบวนการแปรสภาพของธาตุไนโตรเจนอย่างมีประสิทธิภาพได้ ดังนั้นจึงมีทางเลือกอยู่ทางเดียวคือ ไอโซโทปเสถียรของธาตุนี้

เมื่อมาพิจารณาไอโซโทปเสถียรของธาตุไนโตรเจน ซึ่งได้แก่ ^{14}N, ^{15}N จะเห็นได้ว่าปริมาณของไอโซโทปเสถียร ^{14}N : ^{15}N ในธรรมชาติจะอยู่ในอัตราส่วนที่คงที่ คือ 272 ± 0.3 : 1 ซึ่งจะเป็น ^{14}N เท่ากับ 99.6367 atom% ^{14}N และเป็น ^{15}N เท่ากับ 0.3663 ± 0.0004 atom% ^{15}N จากอัตราส่วนที่คงที่ของ ^{14}N : ^{15}N ตามธรรมชาตินี้เองที่นักวิทยาศาสตร์ได้นำมาเป็นเครื่องมือในการศึกษาพฤติกรรม และกระบวนการแปรสภาพของธาตุไนโตรเจนในดิน ปุ๋ย พืช สัตว์ โดยใช้ไอโซโทปเสถียร ^{15}N เป็นตัวติดตาม ซึ่งโดยปกติจะใส่ ^{15}N ลงไปในรูปปุ๋ยหรือสารอาหารอื่นๆ ให้กับสิ่งที่เราอยากจะทราบ หรืออยากติดตาม และเมื่อครบกำหนดเวลา ก็นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาอัตราส่วน $^{14}N/^{15}N$ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะทำให้เราอธิบายพฤติกรรมและกระบวนการแปรสภาพของไนโตรเจนได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ต่อไปนี้จะเรียกไอโซโทปเสถียร^{15}N ว่า “^{15}N” เพื่อง่ายต่อการเขียน และการอธิบาย อย่างไรก็ตามเพื่อให้สามารถเข้าใจได้ง่ายจึงควรจะได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ ^{15}N ที่เป็นพื้นฐานก่อน

ศัพท์เฉพะเกี่ยวกับไอโซโทป ^{15}N

<u>%natural abundance</u> ตามธรรมชาติจะมี ^{15}N อยู่ 0.3663% ^{15}N เป็นค่าเฉลี่ยของ ^{15}N ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งเราเรียกค่านี้ว่า % natural abundance

<u>%^{15}N atom excess หรือ %^{15}N a.e.</u> ถ้าสารอาหารใดหรือตัวอย่างใดมี atom%^{15}N สูงกว่า 0.3663% ^{15}N แล้ว ส่วนที่มีค่าเกิน atom% ^{15}N ที่มีอยู่ตามธรรมชาตินั้นเราเรียกว่า %^{15}N atom excess หรือ %^{15}N a.e. เช่น ถ้าปุ๋ยไอโซโทปยูเรีย $(^{15}NH_2)_2CO$ ที่ผลิตออกมาจากโรงงานมี

^{15}N อยู่ 10.00 atom% ^{15}N ก็ย่อมจะมีปริมาณสุทธิของ ^{15}N เท่ากับ 9.6337% % ^{15}N atom excess (10.00-0.3663 = 9.6337% % ^{15}N a.e.)

^{15}N-labelling technique หรือ ^{15}N-tagging technique วิธีทางนิวเคลียร์ หรือวิธีการอื่นใดที่จะทำให้สาร หรือวัตถุชนิดหนึ่งชนิดใดมี ^{15}N เป็นองค์ประกอบทางนิวเคลียร์มากกว่าปริมาณ ^{15}N ที่มีอยู่ดั้งเดิมในสารหรือวัตถุนั้น หรือน้อยกว่าค่า %natural abundance ในวัตถุนั้น สารหรือวัตถุดังกล่าวที่มีปริมาณอะตอมของ ^{15}N เปลี่ยนแปลงไปโดยวิธีการข้างต้นเราเรียกว่า ^{15}N-labelled substrate หรือ ^{15}N-tagged substrate เช่นปุ๋ยไอโซโทป ^{15}N หรือ ^{15}N-labelled fertilizer ($^{14}NH4)_2SO_4$ (เดิม), ($^{15}NH_4)_2SO_4$ (ใหม่), พืชไอโซโทป ^{15}N หรือ ^{15}N-labelled plant หรือ ^{15}N-tagged plant, ฟางไอโซโทป ^{15}N หรือ ^{15}N-labelled straw หรือ ^{15}N-tagged straw เป็นต้น ส่วนสารหรือวัตถุใดก็ตามที่ไม่ถูกทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในปริมาณไอโซโทป ^{15}N เราเรียกสารอาหารหรือวัตถุนั้นว่า สารปกติ หรือ unlabelled substrate เช่น $(^{14}NH_4)_2SO_4$ หรือ $(NH_4)_2SO_4$ ก็เป็น unlabelled ammonium sulfate เป็นต้น

^{15}N-enriched substrate และ ^{15}N-depleted substrate ในการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางนิวเคลียร์ของไนโตรเจน ถ้ามีการทำให้สารใดมี ^{15}N เพิ่มขึ้นมากกว่าค่า %natural abundance (0.3663 atom% ^{15}N) เราเรียกสารดังกล่าวที่มีไอโซโทปเพิ่มขึ้นว่า ^{15}N-enriched substrate แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ทำให้สารใดมีสัดส่วน ^{15}N ในองค์ประกอบนิวเคลียร์เหลือน้อยกว่าค่า %natural abundance เราเรียกสารดังกล่าวว่า ^{15}N-depleted substrate %NdfF, %NdfS และ %NdfFix ถ้าเราปลูกพืชโดยการใส่ปุ๋ยลงไปด้วยพืชที่เราปลูกย่อมจะได้ไนโตรเจนมาจากสองส่วน คือ ไนโตรเจนจากดิน ไนโตรเจนจากปุ๋ย แต่ถ้าพืชที่เราปลูกเป็นพืชตระกูลถั่ว ซึ่งนอกจากพืชตระกูลนี้จะได้ไนโตรเจนจากดินและปุ๋ยแล้ว พืชยังจะได้ไนโตรเจนจากการตรึงไนโตรเจน จากบรรยากาศ หรือจากอากาศได้อีกทางหนึ่งอีกด้วย

สัดส่วนของไนโตรเจนที่พืชได้มาจากปุ๋ย เราเรียกว่า fNdfF หรือ fraction of N derived from fertilizer บางครั้งเขียน fNdff

สัดส่วนของไนโตรเจนที่พืชได้มาจากดิน เราเรียกว่า fNdfS หรือ fraction of N derived from soil บางครั้งเขียน fNdfs

ในกรณีของพืชตระกูลถั่วซึ่งจะได้ไนโตรเจนมาจากบรรยากาศโดยการตรึงไนโตรเจนนั้นเราเรียกสัดส่วนของไนโตรเจนที่พืชตรึงได้ว่า fNdf Fix หรือ fraction of N derived from fixation บางครั้งเขียน fNdf fix แต่บางกรณีจะใช้ fNdfa ซึ่ง a หมายถึง air หรือ atmosphere นั่นเอง

fNdfF, fNdfS และ fNdf Fix จะสัมพันธ์ในแต่ละกรณีดังนี้

1. พืชที่ตรึงไนโตรเจน

$$1 = fNdfF + fNdfS + fNdf\ Fix \quad (2.2)$$

หรือ $$100 = \%fNdfF + \%fNdfS + \%fNdf\ Fix \quad (2.3)$$

2.พืชอ้างอิงหรือพืชที่ไม่ตรึงไนโตรเจน

$$1 = fNdfF + fNdfS \quad (2.4)$$

หรือ $$100 = \%fNdfF + \%fNdfS \quad (2.5)$$

สำหรับการคำนวณปริมาณหรือสัดส่วนของไนโตรเจนที่พืชได้มาจากแหล่งต่างๆ นั้น เราจะต้องนำพืชทดลองไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total N) เสียก่อนแล้วจึงนำไปวิเคราะห์เพื่อแยกอัตราส่วนระหว่าง $^{14}N/^{15}N$ เพื่อให้ได้มาซึ่งค่า $\%^{15}N$ atom excess ในตัวอย่างพืช (plant sample) จึงจะสามารถคำนวณต่อไปได้

$$fNdfF = \frac{\%15N\ atom\ excess\ ในพืชทดลอง}{\%15N\ atom\ excess\ ในปุ๋ยไอโซโทปที่ใช้} \quad (2.6)$$

$$\%NdfF = \frac{\%15N\ atom\ excess\ ในพืชทดลอง \times 100}{\%15N\ atom\ excess\ ในปุ๋ยไอโซโทปที่ใช้} \quad (2.7)$$

ในทำนองเดียวกันก็สามารถคำนวณไนโตรเจนที่มาจากดินและบรรยากาศได้เช่นกัน พืชที่ตรึงไนโตรเจน และพืชที่ไม่ตรึงไนโตรเจน ในการศึกษาการตรึงไนโตรเจนโดยวิธีทางไอโซโทป ^{15}N นั้น จะเกี่ยวข้องกับพืชสองประเภท คือ ประเภทแรกได้แก่ พืชตระกูลถั่ว และพืชที่มีปมราก อีกประเภทหนึ่งเป็น พืชที่ไม่ตรึงไนโตรเจน ซึ่งมักจะเป็น พืชอื่นที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว และเป็นพืชที่ไม่มีปมราก เมื่อปลูกพืชที่ไม่ตรึงไนโตรเจนเพื่อเปรียบเทียบกัน เราจะเรียกพืชที่ไม่ตรึงไนโตรเจน ว่าพืชอ้างอิง หรือ พืชมาตรฐาน

ในบางครั้งในรายงานการวิจัยจะเขียน nod Plant (พืชที่มีปม) และ non-nod plant (พืชที่ไม่มีปม) ก็เป็นที่เข้าใจกันว่าเป็นพืชที่ตรึงไนโตรเจน และพืชอ้างอิงนั่นเอง อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจจะใช้พืชตระกูลถั่วที่ไม่ตรึงไนโตรเจนเป็นพืชอ้างอิงก็ได้

2.5.6 การนำผลของวัฏจักรคาร์บอนมาร่วมประเมิน

เนื่องจากพืชมีการหายใจโดยดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ ดังนั้นจึงมีแนวโน้มที่การลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์โดยการหายใจของพืชจะส่งผลในการลดสภาวะโลกร้อน อย่างไรก็ตามในงานวิจัยชิ้นนี้ไม่สามารถนำวัฏจักรคาร์บอนมาร่วมพิจารณาได้เนื่องด้วยสาเหตุดังนี้

1. พืชที่มีการทำวิจัยเรื่องวัฏจักรคาร์บอนเพื่อหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชดูดซับนั้น นิยมทำในพืชยืนต้น ทั้งนี้เพราะมีมวลที่มากกว่า และสามารถดูดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้มาก ดังนั้นพืชเศรษฐกิจที่นำมาใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้จึงไม่เหมาะสม และมีข้อมูลในส่วนนี้ค่อนข้างน้อย

2. UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) กล่าวว่าปริมาณคาร์บอนที่พืชดูดซับนั้น คิดเฉลี่ยเป็น 50% ของน้ำหนักแห้งของพืช โดยน้ำหนักแห้งของพืชแต่ละชนิดนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่นสภาพแวดล้อม และพันธุ์ของพืชเป็นต้น ดังนั้นในส่วนนี้จะส่งผลให้น้ำหนักแห้งที่นำมาคำนวณจะมีโอกาสคลาดเคลื่อนสูง อีกทั้งข้อมูลในประเทศไทยในปัจจุบันยังไม่พอเพียงที่จะเอามาสรุปได้

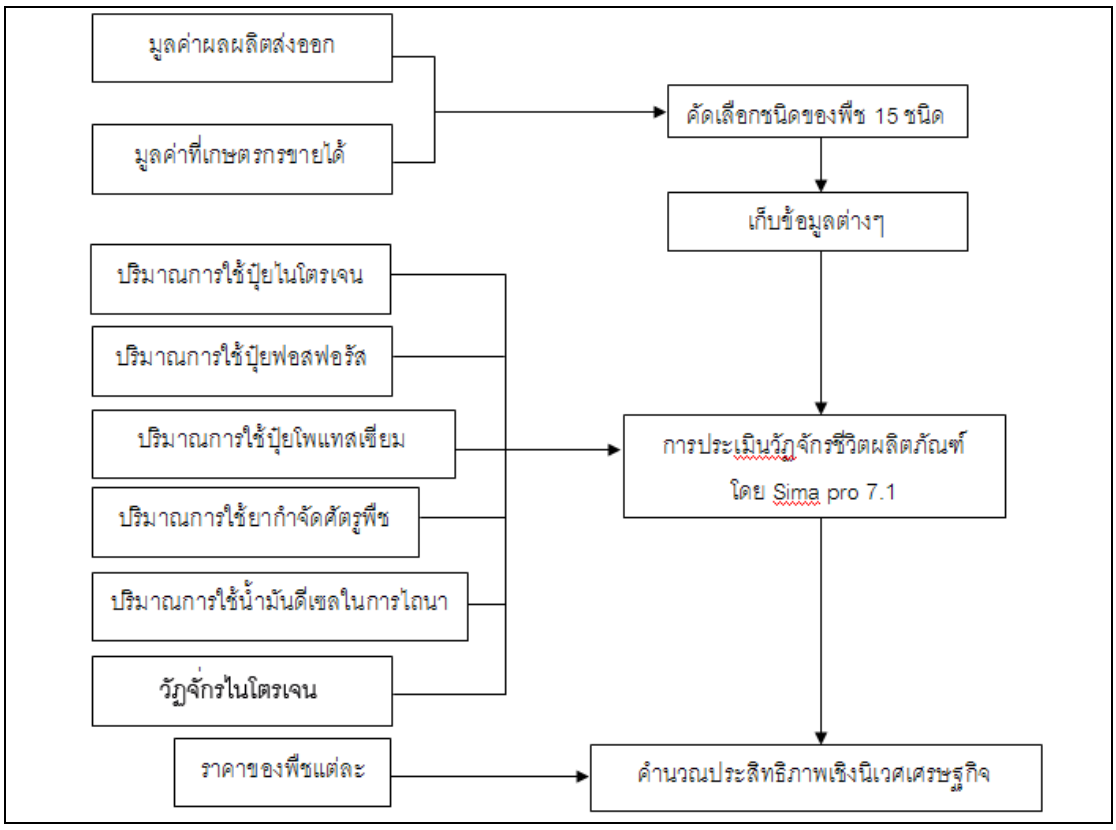
ดังนั้นจากเหตุผลข้างต้นจึงพบว่าไม่ควรนำวัฏจักรคาร์บอนมาคิดร่วมในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพราะเนื่องจากมีปริมาณที่น้อยแล้วข้อมูลยังมีโอกาสคลาดเคลื่อนสูงอีกด้วย

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการวิจัยประกอบด้วย การคัดเลือกชนิดของพืชไร่เศรษฐกิจที่นำมาใช้ในงานวิจัย การเก็บข้อมูล การหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรไนโตรเจน การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ และ การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ โดยขั้นตอนการทดลองทั้งหมดเป็นดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1
ขั้นตอนดำเนินการของงานวิจัย



3.1 การคัดเลือกชนิดของพืชไร่เศรษฐกิจที่นำมาใช้ในงานวิจัย

เกณฑ์ในการคัดเลือกชนิดของพืชไร่เศรษฐกิจที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ส่งออกของประเทศไทยเป็นจำนวนมาก (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร, 2550) และข้อมูลมูลค่าผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร, 2550) โดยแสดงดังตารางที่ 3.1 และ ตารางที่ 3.2 จากตารางพบว่าผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน ถั่วเขียว อ้อย ยาสูบ ถั่วเหลือง งา ทานตะวัน ถั่วลิสง ฝ้าย มันฝรั่ง ละหุ่ง มันเทศ และปอ มีปริมาณการส่งออกที่สูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกพืชทั้ง 15 ชนิดดังกล่าวข้างต้นมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ตารางที่ 3.1

ค่าเฉลี่ยปริมาณมูลค่าผลผลิตส่งออกรวมของประเทศไทยปี 2550

ชนิดของผลิตภัณฑ์	มูลค่าการส่งออก ปี 2550 (ล้านบาท)
ข้าวโพด	5,051.01
ถั่วเขียว	729.72
น้ำตาล(อ้อย)	40,465.42
ถั่วลิสง	16.74
ถั่วเหลือง	576.51
ละหุ่ง	70.54
งา	286.49
ปอ	54.11
ฝ้าย	17,647.14
ยาสูบ	3,599.88

ตารางที่ 3.2
ค่าเฉลี่ยปริมาณมูลค่าผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ในปี 2550

ชนิดของพืช	ปริมาณมูลค่าผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	29,787.98
ถั่วเขียว	1,722.78
อ้อย	42,410.43
ถั่วลิสง	1,033.53
ถั่วเหลือง	3,176.10
งา	1,681.69
ทานตะวัน	299.28
มันเทศ	1,419.83
มันฝรั่ง	998.43
ข้าวโพดหวาน	638.98
ข้าวโพดอ่อน	5,721.28
ยาสูบ	2,095.27

3.2 การเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และราคาของพืชหนึ่งกิโลกรัมเฉลี่ยจากปี พ.ศ. 2551 โดยข้อมูลเหล่านี้รวบรวมมาจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร ส่วนปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ปริมาณการใช้ยากำจัดศัตรูพืช ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากรถแทรกเตอร์ หาข้อมูลจากสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการการเกษตร นอกจากนี้ยังได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรอำเภอในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด ขอบเขตที่ทำการเก็บข้อมูลโดยตรงคือบริเวณพื้นที่การเกษตรจังหวัดลพบุรี และสระบุรี ข้อมูลต่างๆ ทำการเก็บจากกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูก และข้อมูลจากเกษตรอำเภอในแต่ละพื้นที่ ประกอบด้วย อำเภอโคกสำโรง และอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อำเภอพระพุทธบาท และอำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี โดยข้อมูลดิบต่างๆที่ทำการสำรวจมานั้นสามารถตรวจสอบได้จาก ภาคผนวก ข-3

ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้มนั้นแสดงดังตารางที่ 3.3 ถึงตารางที่ 3.5 เนื่องจากปริมาณของการใช้ปุ๋ยเคมีค่อนข้างคลาดเคลื่อนจากหลายปัจจัยต่างๆ เช่น สภาวะแวดล้อม ฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ปลูกเป็นต้น จึงทำให้มีสูตรปุ๋ยเคมีที่มีความแตกต่างกันมากมาย ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงคัดเลือกสูตรที่มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีมากที่สุด โดยแทนด้วย ปุ๋ยสูตรA และ สูตรที่มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีน้อยที่สุด โดยแทนด้วย ปุ๋ยสูตรB มาใช้เท่านั้น เพื่อใช้ช่วงของปุ๋ยสูตรปริมาณมาก และปริมาณน้อย ของพืชแต่ละชนิดเป็นตัวเปรียบเทียบ นอกจากนั้นเนื่องจากซังข้าวโพดนั้นสามารถนำมาขายได้จึงตรวจสอบราคาขายซังข้าวโพดเพิ่มในข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด โดยราคาเฉลี่ยของซังข้าวโพดประมาณ 1.0875 บาทต่อกิโลกรัม (ข้อมูลจากบริษัทยงสุวัตน์)

ตารางที่ 3.3

ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีของปุ๋ย สูตร A และ สูตร B ของพืชแต่ละชนิด

ชนิดของพืช	สูตรA (กิโลกรัม/ไร่)			สูตรB (กิโลกรัม/ไร่)		
	N	P	K	N	P	K
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	20	10	10	4	5	0
ข้าวโพดหวาน	20	10	10	20	5	5
ข้าวโพดอ่อน	30	10	10	30	5	5
ถั่วเขียว	3	6	3	4	5	0
อ้อย	24	12	24	2	1	2
ยาสูบ	4.5	4.5	4.5	3	3	3
ถั่วเหลือง	4	8	4	4.5	4.5	4.5
งา	16	16	8	10	10	0
ทานตะวัน	10	10	10	4.5	4.5	4.5
ถั่วลิสง	4	8	4	4.8	4.8	2.4
ฝ้าย	12	6	6	2.4	1.2	1.2
มันฝรั่ง	20	48	24	15	15	15
ละหุ่ง	11	11	11	10	10	0
มันเทศ	13	13	21	4.5	4.5	4.5
ปอ	9	9	9	3	3	3

ตารางที่ 3.4

การใช้ทรัพยากรต่างๆ ของพืชแต่ละชนิด

ชนิดของพืช	ปริมาณการใช้ยากำจัดศัตรูพืช(มิลลิลิตร/ไร่)	ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล (ลิตร/ไร่)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	700	8
ข้าวโพดหวาน	0	2
ข้าวโพดอ่อน	0	3
ถั่วเขียว	100	3
อ้อย	1645	3
ยาสูบ	1150	4
ถั่วเหลือง	1100	2
งา	150	4
ทานตะวัน	150	4
ถั่วลิสง	200	2
ฝ้าย	1150	4
มันฝรั่ง	800	4
ละหุ่ง	1380	3
มันเทศ	60	2
ปอ	0	3

ตารางที่ 3.5

ผลผลิตต่อไร่ และราคาของพืชแต่ละชนิด

ชนิดของพืช	ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัม/ไร่)	ราคา (บาท/กิโลกรัม)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	652	7.61
ข้าวโพดหวาน	1,222	4.58
ข้าวโพดฝักอ่อน	1,351	9.98
ถั่วเขียว	142	15.44
อ้อย	8,091	0.706
ยาสูบ	200	12.96
ถั่วเหลือง	261	14.88
งา	120	30
ทานตะวัน	119	15.76
ถั่วลิสง	256	20.47
ฝ้าย	223	15.4
มันฝรั่ง	2,407	12
ละหุ่ง	144	12
มันเทศ	2,479	10.82
ปอ	240	8.65

3.3 การหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรไนโตรเจน

เนื่องจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากในการปลูกพืช และ มีการใช้งานในปริมาณที่มากเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น (Yadav (2003, pp. 39-51) อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่มากส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมมากเช่นกัน เพราะเมื่อพืชทำการดูดไนโตรเจนจากปุ๋ยไนโตรเจนไปใช้อย่างพอเพียงแล้วจะหลงเหลือไนโตรเจนที่ตกค้างในดินซึ่งถือเป็นมลภาวะทางดิน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับวัฏจักรไนโตรเจนในพืช 5 ชนิด โดยพืชที่คัดมานั้นประกอบด้วย มันฝรั่ง อ้อย ถั่วเหลือง ฝ้าย และข้าวโพดอ่อน ซึ่งเกณฑ์ในการคัดเลือกพืชทั้ง 5 ชนิดนั้นมาจากการเข้าถึงข้อมูลที่ตรงกับที่ต้องการได้ง่าย เพื่อศึกษาอัตราการดูดซับไนโตรเจนจาก

ปุ๋ย และตรวจสอบปริมาณที่หลงเหลืออยู่ในดินซึ่งเป็นมลภาวะทางดิน โดยข้อมูลของวัฏจักรไนโตรเจนในพืชทั้ง 5 ชนิด แสดงดังตารางที่ 3.6 นอกจากนั้นตามทฤษฎีของ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) กล่าวไว้ว่า 1.25% ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ทั้งหมดจะระเหยเป็น NO_2 ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อสภาวะโลกร้อน นอกจากนั้นจากทฤษฎีหัวข้อ 2.5.3 พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนที่นำมาใช้นั้นหากหลงเหลือในดินจะเปลี่ยนในรูปของ NO^{3-} และหากเหลือเป็นระยะเวลานานก็มีโอกาสที่จะระเหยไปในรูป NO_2 เพิ่มขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 3.6
วัฏจักรของปุ๋ยไนโตรเจนในพืชทั้ง 5 ชนิด

ตำแหน่ง / ชนิดพืช	ตัวพืช	ดิน	ระเหยเป็น NO_2	แหล่งที่มาจากเอกสารอ้างอิง
มันฝรั่ง	66.83%	31.92%	1.25%	(Maidl, Brunner, & Sticksel, 2002, pp. 167-168)
อ้อย	91.1%	7.65%	1.25%	(Isa, Hofman, & Cleemput, 2006, pp. 348-354)
ถั่วเหลือง	100%	-	1.25%	(พรพิมล ชัยวรรณคุปต์, ปทุม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, และ จันทนา ศิริไพบูลย์, 1984, น. 120-127)
ฝ้าย	34.5%	64.25%	1.25%	(Rochester, Constable, & Saffigna, 1997, pp.75-86)
ข้าวโพดฝักอ่อน	29.95%	68.8%	1.25%	(Suwanarit, Roongtanakiat, Rungchuang, & Thongdaeng, 1996, pp. 232-240)

โดยจากตารางจะนำค่า NO_2 ที่เกิดจากการระเหย 1.25% ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ไปร่วมประเมินในส่วนของสภาวะโลกร้อนด้วย แต่ในส่วนของปุ๋ยที่ตกค้างในดินนั้นจะกำหนดให้ 100% ของปุ๋ยที่ตกค้างในดินเปลี่ยนรูปเป็น NO^{3-} และนำไปทำการคำนวณในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี

เท่านั้น เนื่องจากไม่ทราบอัตราการระเหยที่แน่นอนที่ปุ๋ยจากดินจะระเหยเปลี่ยนรูปเป็น NO_2 เพิ่มจากเดิม และ NO^{3-} นั้นมีผลกระทบต่อสภาวะน้ำเปลี่ยนสีเท่านั้น อ้างอิงจากฐานข้อมูลของโปรแกรม Sima pro 7.1

3.4 การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาในด้านสภาวะโลกร้อน สภาวะการเป็นกรด และสภาวะน้ำเปลี่ยนสีเป็นหลัก ทำการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ โดยอยู่ในรูปของอัตราส่วนระหว่าง กิโลกรัมของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ต่อ กิโลกรัมของผลิตภัณฑ์ เช่น ในด้านสภาวะโลกร้อนนั้นเปลี่ยนหน่วยให้อยู่ในรูปของ Kg CO_2 eq. / Kg of crop ในด้านสภาวะการเป็นกรดนั้นเปลี่ยนหน่วยให้อยู่ในรูปของ Kg SO_2 eq./ Kg of crop ในด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสีนั้นเปลี่ยนหน่วยให้อยู่ในรูปของ Kg PO_4 eq./ Kg of crop โดยนำข้อมูลผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากวัตถุดิบขาเข้าทุกประเภท เช่น ปุ๋ยเคมี ยากำจัดศัตรูพืช และน้ำมันดีเซลมาทำการประเมิน โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล ของโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro version 7.1 เป็นหลัก โดยวิธี CML 2 baseline 2000 ทำการเปรียบเทียบระหว่างสองกลุ่มที่มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีต่างกันได้แก่ ปุ๋ยสูตร A และ ปุ๋ยสูตร B เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบของการใช้ปุ๋ยเคมี จากนั้นจึงทำการประเมินผลกระทบที่ได้ว่าปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด โดยเปรียบเทียบในรูปของเปอร์เซ็นต์ ข้อมูลที่ใช้คือผลกระทบที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของปุ๋ยสูตร A เท่านั้นเนื่องจากแนวโน้มของปัจจัยของปุ๋ยทั้งสองสูตรนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในส่วนของยากำจัดศัตรูพืชนั้น ได้ทำการรวบรวมข้อมูลของยากำจัดศัตรูพืชต่างๆ อาทิเช่น alaclor, atrazine, Glyposate, Gramoxone และ Pyrethroid โดยทำการประเมินผลแยกกัน แต่จากผลที่ได้ซึ่งมีนัยสำคัญที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่น ดังนั้นจึงทำการรวมผลกระทบที่ได้จากการประเมินยากำจัดศัตรูพืชทุกชนิดเข้าด้วยกัน ในส่วนของข้อมูลการใช้น้ำมันดีเซลในการเพาะปลูกนั้น ค่อนข้างคลาดเคลื่อนเนื่องจากเป็นปริมาณโดยทั่วไปที่เกษตรกรเติมในรถแทรกเตอร์เพื่อใช้ในการไถดินสำหรับเตรียมความพร้อมในการเพาะปลูก นอกจากนั้นในส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนยังทำการเพิ่มผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปเป็น NO_2อีกด้วย ในส่วนของการหลงเหลือปุ๋ยในดินนั้น จะทำการคำนวณเฉพาะพืช 5 ชนิดที่มีข้อมูลของวัฏจักรไนโตรเจนเท่านั้น และส่วนของการใช้น้ำมันดีเซลได้เพิ่มเติมในส่วนของการเผาไหม้เชื้อเพลิงทำให้เกิดแก๊ส CO_2 ดังสมการที่ (3.1)

$$CO_2 \text{ emission} = \text{Fuel amount(L)} \times \text{S.G.} \times \text{C.} \times \frac{44}{12} \quad (3.1)$$

* S.G. = ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)

* C. = อัตราส่วนของคาร์บอนในเชื้อเพลิง (Proportion of carbon in fuel)

* Specific gravity และ Proportion of carbon in fuel ของน้ำมันดีเซลทั่วไป = 0.85

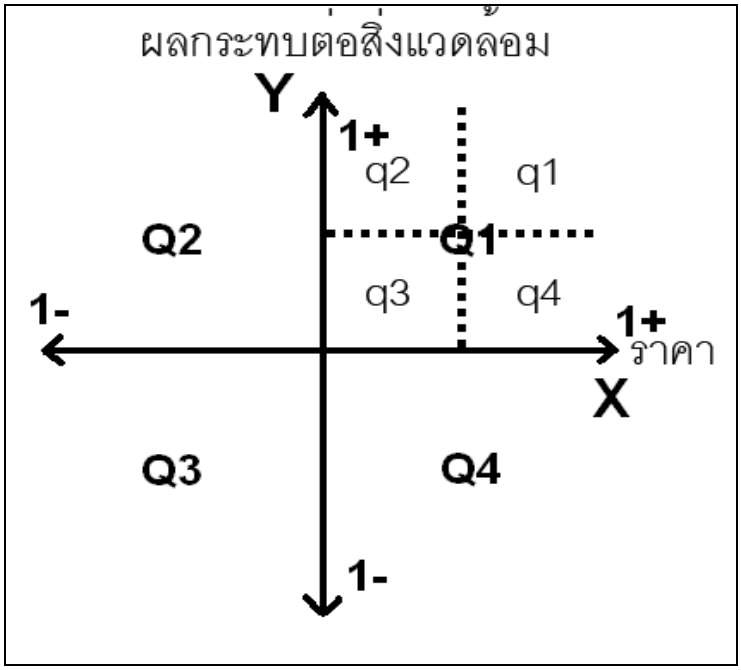
3.5 การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

นำผลที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์มาทำการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ โดยคำนวณจากอัตราส่วนของราคาของพืชหนึ่งกิโลกรัม ต่อ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละด้านของผลิตภัณฑ์หนึ่งกิโลกรัม โดยทำการแยกผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งสามประเภทในการคำนวณ ในรูปของ Kg CO_2 eq. / Kg of crop, Kg SO_2 eq./ Kg of crop และ Kg PO_4 eq./ Kg of crop ตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อสะดวกต่อการเปรียบเทียบในพืชแต่ละชนิด

3.6 การใช้กราฟสี่ช่องในการประเมินผลการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

เนื่องจากการเปรียบเทียบด้วยตัวเลขและกราฟนั้นไม่สามารถอธิบาย และเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของพืชทุกชนิดได้โดยละเอียด โดยเฉพาะเมื่อมีการนำวัฏจักรไนโตรเจนเข้ามาร่วมประเมิน เพราะมีกรณีที่ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมีค่าเป็นลบ การใช้กราฟ 4 ช่อง (4 quadrant graph) จะอธิบายพฤติกรรมติดลบได้ชัดเจนยิ่งกว่า โดยกราฟ 4 ช่องนั้นใช้ค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสีเป็นแกน Y และ ราคาของพืชเป็นแกน X จะมีลักษณะดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2
ลักษณะของกราฟสี่ช่องเพื่อการประเมินผลของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ในกรณีที่ประเมินวัฏจักรไนโตรเจน



จากภาพ Q1 หมายความว่า ราคาเป็น + หรือ ได้ผลกำไร ซึ่งยิ่งมีค่ามากยิ่งส่งผลดี หมายถึงมีประสิทธิภาพในด้านเศรษฐกิจสูง และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็น + หากมีค่ามากเท่าไรจะส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมมากเท่านั้น และหมายถึงมีประสิทธิภาพในด้านสิ่งแวดล้อมต่ำ โดยส่วนใหญ่การประเมินผลของพืชทุกชนิดจะตกอยู่ใน Q1 นี้ ภายในยังแบ่งเป็น 4 ส่วนเพื่อความละเอียดยิ่งขึ้น ประกอบด้วย q1, q2, q3 ,q4 โดยหากค่าที่ได้ตกอยู่ในช่อง q1 หมายความว่ามีประสิทธิภาพในด้านเศรษฐกิจสูง แต่ ประสิทธิภาพในด้านสิ่งแวดล้อมต่ำ กรณีที่ค่าที่ได้ตกอยู่ในช่วง q2 หมายความว่ามีประสิทธิภาพในด้านเศรษฐกิจต่ำ และ ประสิทธิภาพในด้านสิ่งแวดล้อมต่ำเช่นกัน กรณีที่ค่าที่ได้ตกอยู่ในช่วง q3 หมายความว่ามีประสิทธิภาพในด้านเศรษฐกิจต่ำ แต่ ประสิทธิภาพในด้านสิ่งแวดล้อมสูง กรณีที่ค่าที่ได้ตกอยู่ในช่วง q4 หมายความว่ามีประสิทธิภาพในด้านเศรษฐกิจสูง และ ประสิทธิภาพในด้านสิ่งแวดล้อมสูงเช่นกัน

Q2 หมายความว่า ราคาเป็น – หรือขาดทุนจากการปลูกพืช และ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็น + หรือเป็นการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากมีค่าที่ตกลงในช่อง Q2 จะแสดงให้เห็นว่าพืชชนิดนั้นมีประสิทธิภาพด้านเศรษฐกิจที่ต่ำมาก

Q3 หมายความว่า ราคาเป็น – และ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็น – ซึ่งหากมีค่าที่ตกลงในช่อง Q3 จะแสดงให้เห็นว่าพืชชนิดนั้น เห็นว่าพืชชนิดนั้นมีประสิทธิภาพด้านเศรษฐกิจที่ต่ำแต่ในด้านสิ่งแวดล้อมนั้นถือว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าค่าที่ตกลงใน Q1

Q4 หมายความว่า ราคาเป็น + และ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็น – ซึ่งหมายความว่าประสิทธิภาพสูงทั้งสองด้าน โดยค่าที่ตกลงในช่อง Q4 นั้นมีประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมที่สูงกว่าค่าที่ตกลงในช่อง Q1 และมีประสิทธิภาพด้านเศรษฐกิจสูงกว่าค่าที่ตกในช่อง Q2 และ Q3

หากพิจารณาในมุมมองของนักธุรกิจแล้วการที่ค่าที่ได้ตกลงในช่อง Q1 และ Q4 ถือเป็นผลดี หากเปรียบเทียบในส่วนของ quadrant ย่อยของ Q1 แล้ว q1 และ q4 ถือเป็นผลดี

หากพิจารณาในมุมมองของนักสิ่งแวดล้อมแล้ว Q3 และ Q4 ถือเป็นผลดี หากเปรียบเทียบในส่วนของ quadrant ย่อยของ Q1 แล้ว q3 และ q4 ถือเป็นผลดี

บทที่ 4

ผลการการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งผลของการวิจัยออกเป็น 4 หัวข้อ ประกอบด้วย ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ผลของการเปรียบเทียบการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ โดยนำวัฏจักรไนโตรเจนของพืช 5 ชนิด ที่ทราบข้อมูลมาพิจารณา ผลของการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ และ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ โดยนำวัฏจักรไนโตรเจนมาพิจารณา

4.1 ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์โดยใช้โปรแกรม Sima pro 7.1 วิธี CML 2 baseline 2000 แสดงดังตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.1 ถึงภาพที่ 4.3 โดยพืชแต่ละชนิดจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ ปุ๋ยสูตร A และ ปุ๋ยสูตร B ตามลำดับจากภาพ แทนแกน X ด้วยชนิดของพืช และแทนแกน Y ด้วยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยในส่วนของสภาวะโลกร้อนแทนแกน Y ด้วย Kg CO_2 eq./Kg of crop ในส่วนของสภาวะการเป็นกรดแทนแกน Y ด้วย Kg SO_2 eq./Kg of crop และในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสีแทนแกน Y ด้วย Kg PO_4 eq./Kg of crop โดยจะเป็นการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตพืช 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 4.1

ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของปุ๋ยสูตร A

ชนิดของพืช	ปุ๋ยสูตร A		
	Globalwarming (Kg CO_2eq./Kg of crop)	Acidification (Kg SO_2eq./Kg of crop)	Eutrophication (Kg PO_4eq./Kg of crop)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	0.4899	0.00159	0.00019
ข้าวโพดหวาน	0.2434	0.00081	0.00010
ข้าวโพดฝักอ่อน	0.3174	0.00094	0.00012
ถั่วเขียว	0.4716	0.00252	0.00022
อ้อย	0.0468	0.00016	0.00002
ยาสูบ	0.4743	0.00197	0.00019
ถั่วเหลือง	0.3480	0.00198	0.00016
งา	2.2327	0.00961	0.00097
ทานตะวัน	1.4835	0.00617	0.00063
ถั่วลิสง	0.3260	0.00193	0.00017
ฝ้าย	0.8799	0.00299	0.00034
มันฝรั่ง	0.1753	0.00111	0.00009
ละหุ่ง	1.3725	0.00593	0.00059
มันเทศ	0.0907	0.00039	0.00004
ปอ	0.6504	0.00272	0.00028

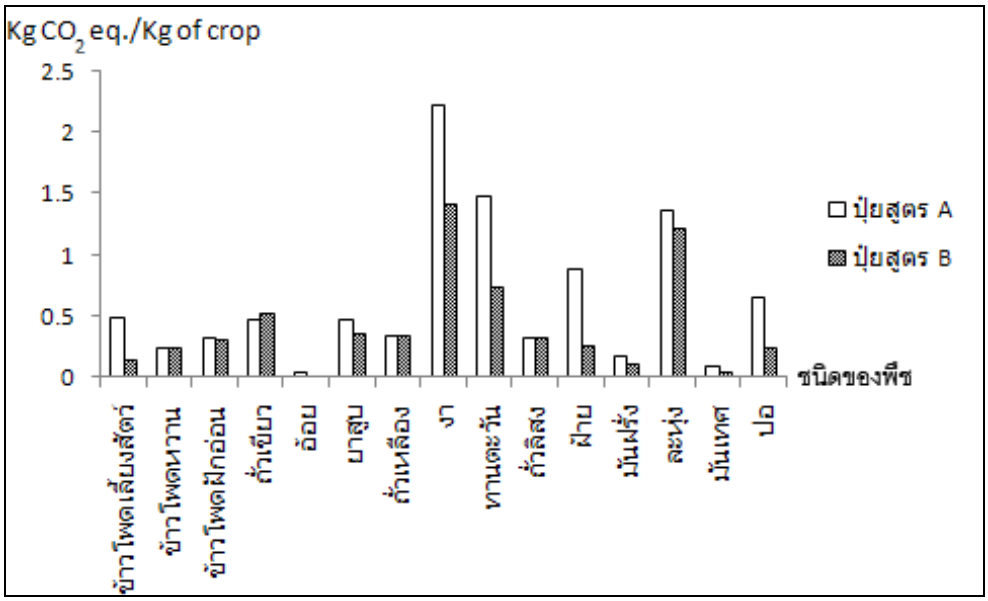
ตารางที่ 4.2

ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของปุ๋ยสูตร B

ชนิดของพืช	ปุ๋ยสูตร B		
	Globalwarming (Kg CO_2eq./Kg of crop)	Acidification (Kg SO_2eq./Kg of crop)	Eutrophication (Kg PO_4eq./Kg of crop)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	0.1425	0.000576	0.00005
ข้าวโพดหวาน	0.2292	0.0006354	0.00009
ข้าวโพดฝักอ่อน	0.3045	0.0007823	0.00011
ถั่วเขียว	0.5262	0.0023913	0.00023
อ้อย	0.0061	0.0000215	0.00000
ยาสูบ	0.3521	0.0014383	0.00013
ถั่วเหลือง	0.3382	0.0014633	0.00014
งา	1.4045	0.0060302	0.00061
ทานตะวัน	0.7303	0.0028843	0.00029
ถั่วลิสง	0.3276	0.0014793	0.00015
ฝ้าย	0.2532	0.0008639	0.00009
มันฝรั่ง	0.1090	0.0004654	0.00005
ละหุ่ง	1.2037	0.0053625	0.00052
มันเทศ	0.0323	0.0001432	0.00001
ปอ	0.2430	0.0009430	0.00010

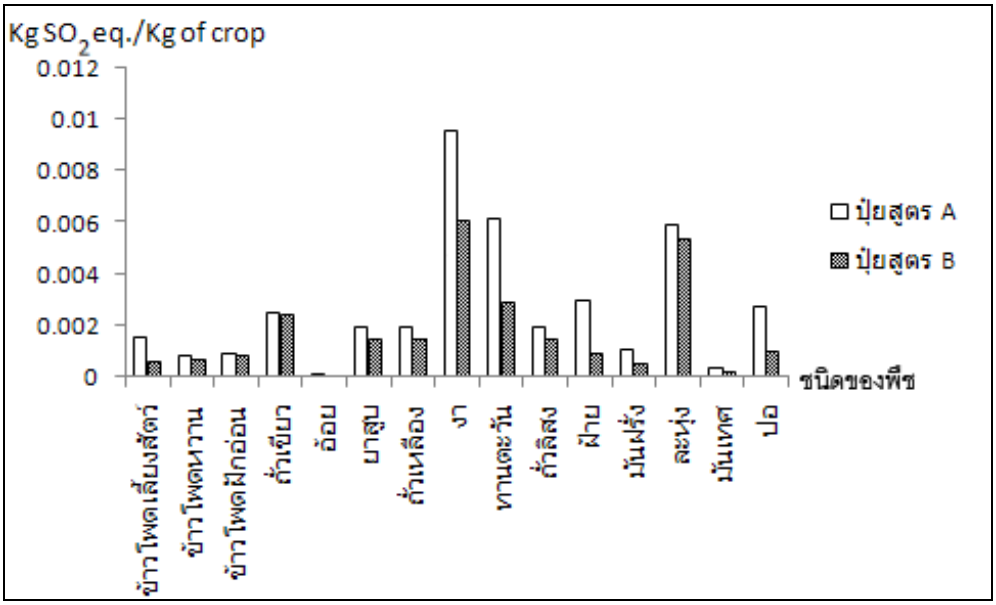
ภาพที่ 4.1

เปรียบเทียบผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนของพืช

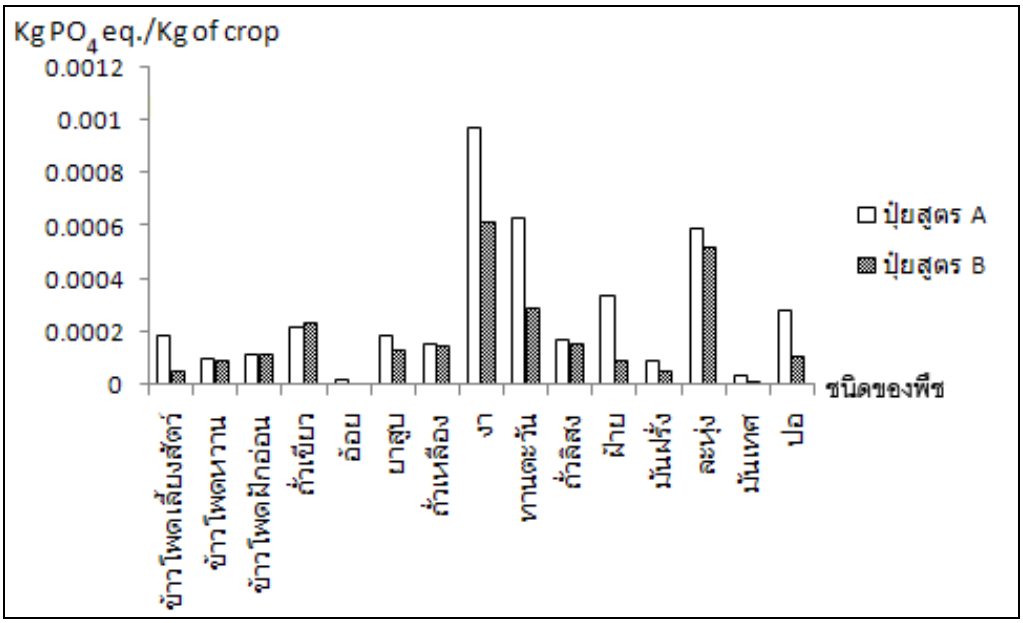


ภาพที่ 4.2

เปรียบเทียบผลกระทบต่อสภาวะการเป็นกรดของพืช



ภาพที่ 4.3
เปรียบเทียบผลกระทบต่อสภาวะน้ำเปลี่ยนสีของพืช

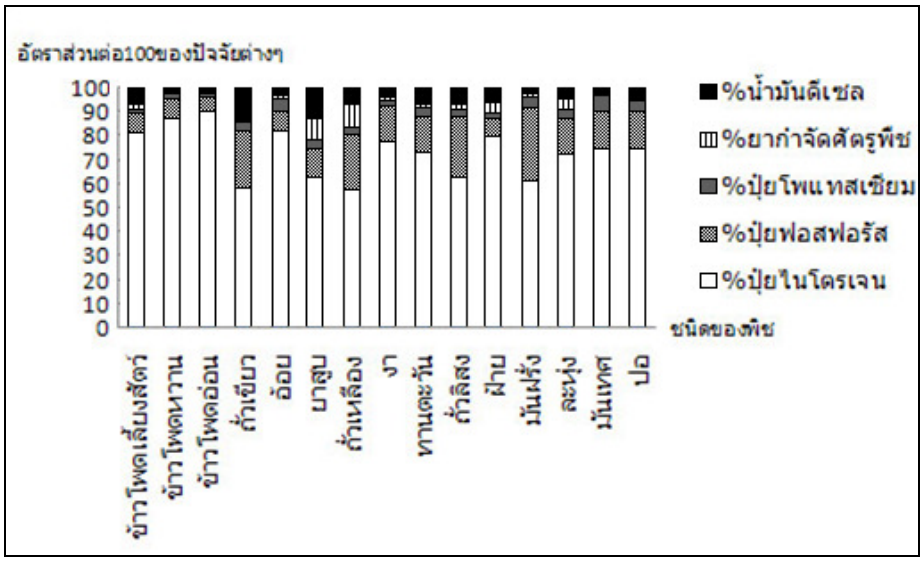


จากผลการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ตามตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.1 ถึงภาพที่ 4.3 ทำการเปรียบเทียบในพืชแต่ละชนิด โดยพืชที่มีค่า Kg CO_2 eq./ Kg of crop มาก หมายถึง ในการผลิตพืชปริมาณ 1 Kg จะเกิด CO_2 ในปริมาณที่มากเช่นกันซึ่งเป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ในส่วนของ Kg SO_2 eq./ Kg of crop และ Kg PO_4 eq./ Kg of crop นั้นใช้หลักการเดียวกัน โดยจากรูปพบว่า งา ทานตะวัน และละหุ่ง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่นทั้งในปุ๋ยสูตร A และปุ๋ยสูตร B ในทางกลับกัน อ้อย มันเทศ และมันฝรั่ง กลับมีการปลดปล่อยมลพิษที่น้อยมาก จากข้อมูลทั้งหมดพบว่าพืชที่มีผลผลิตต่อไร่สูงมีแนวโน้มที่จะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อน้ำหนักของพืช 1 กิโลกรัมต่ำเมื่อเทียบกับพืชที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำ

การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของปัจจัยวัตถุดิบขาเข้าต่างๆ ที่มีต่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น แสดงดังภาพที่ 4.4 ถึงภาพที่ 4.6 โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินอัตราส่วนร้อยละของปัจจัยทั้งหมดนั้นนำมาจากข้อมูลของปุ๋ยสูตร A

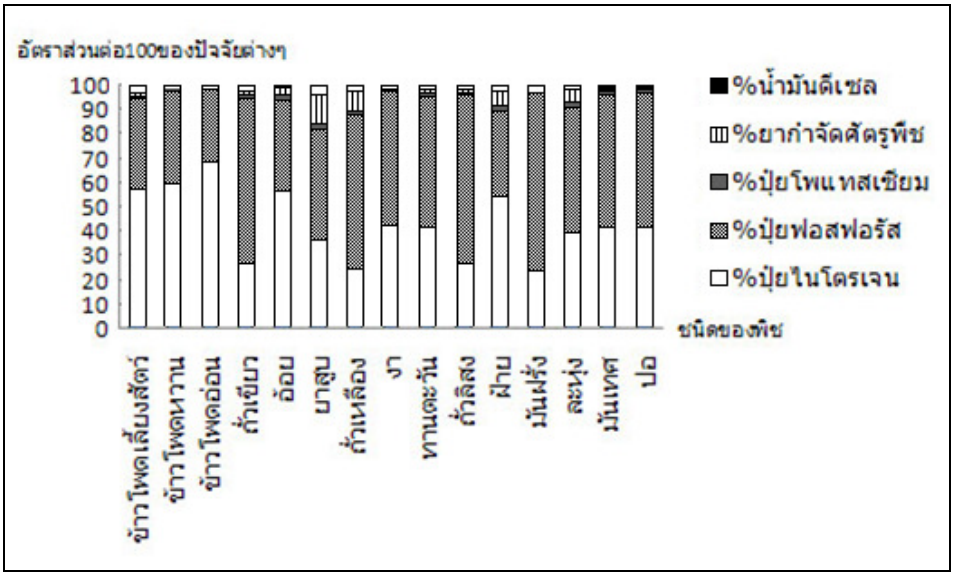
ภาพที่ 4.4

เปรียบเทียบปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาวะโลกร้อน

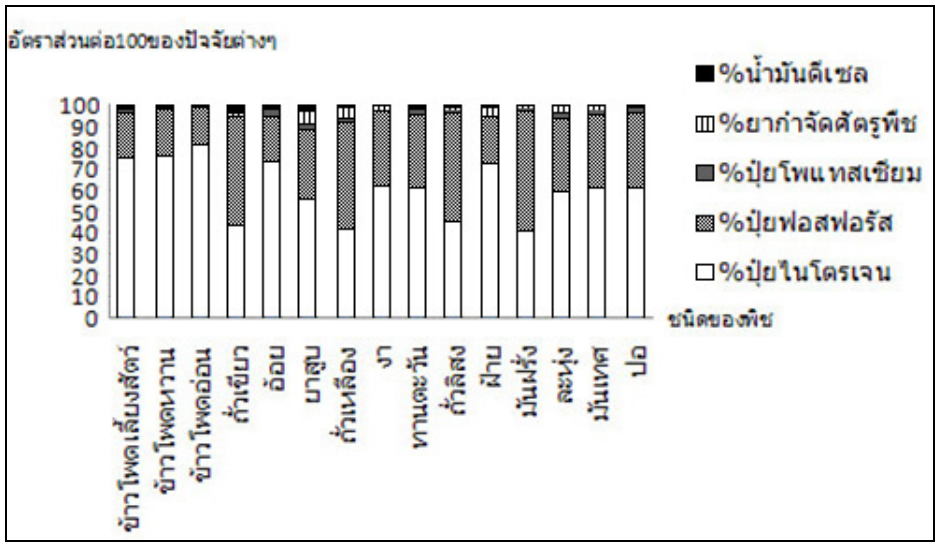


ภาพที่ 4.5

เปรียบเทียบปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาวะการเป็นกรด



ภาพที่ 4.6
เปรียบเทียบปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาวะน้ำเปลี่ยนสี



จากภาพที่ 4.4 ถึงภาพที่ 4.6 พบว่าปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่น ปัจจัยรองลงมาคือปุ๋ยฟอสฟอรัส ดังนั้นจากผลของตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.1 ถึงภาพที่ 4.6 สามารถสรุปได้ว่าการแก้ไขโดยการลดการใช้ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน เป็นประเด็นหลักเพื่อใช้ในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากพืชได้มากที่สุด เนื่องจากปัจจัยในด้านผลผลิตของพืชนั้นเปลี่ยนแปลงได้ค่อนข้างยาก

4.2 ผลการเปรียบเทียบการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์โดยนำวัฏจักรไนโตรเจนมาพิจารณา

ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ในพืช 5 ชนิด ที่ทราบข้อมูลวัฏจักรไนโตรเจน แสดงดังตารางที่ 4.3 ถึง ตารางที่ 4.4 โดยค่าของผลกระทบด้านสภาวะโลกร้อน และสภาวะการเป็นกรดจะคงที่ และเปลี่ยนแปลงเฉพาะในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี

ตารางที่ 4.3
ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของปุ๋ยสูตร A โดยประเมิน
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ตกค้างในดิน

ชนิดพืช	ปุ๋ยสูตร A + ตกค้างในดิน		
	Globalwarming (Kg CO_2eq./Kg of crop)	Acidification (Kg SO_2eq./Kg of crop)	Eutrophication (Kg PO_4eq./Kg of crop)
ข้าวโพดอ่อน	0.3174	0.00094	0.00165
อ้อย	0.0468	0.00016	0.00004
ถั่วเหลือง	0.3480	0.00198	-0.0899
ฝ้าย	0.8799	0.00299	0.0038
มันฝรั่ง	0.1753	0.00111	0.00036

ตารางที่ 4.4
ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของปุ๋ยสูตร B โดยประเมิน
ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ตกค้างในดิน

ชนิดพืช	ปุ๋ยสูตร B + ตกค้างในดิน		
	Globalwarming (Kg CO_2eq./Kg of crop)	Acidification (Kg SO_2eq./Kg of crop)	Eutrophication (Kg PO_4eq./Kg of crop)
ข้าวโพดอ่อน	0.3045	0.00078	0.0016
อ้อย	0.0061	0.00003	0.000004
ถั่วเหลือง	0.3382	0.00146	-0.1
ฝ้าย	0.2532	0.00086	0.00078
มันฝรั่ง	0.1090	0.00047	0.00025

จากการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ในพืช 5 ชนิด ที่ทราบข้อมูลวัฏจักรโนโตรเจนนั้น ผลจากตารางที่ 4.3 ถึง ตารางที่ 4.4 พบว่า การตกค้างของปุ๋ยไนโตรเจนในดินซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่ในรูปของไนเตรตนั้นส่งผลโดยตรงต่อสภาวะน้ำเปลี่ยนสีมาก โดยพบว่าการนำผลของวัฏจักร

ไนโตรเจนมาพิจารณาจะส่งผลให้ kg PO_4 / kg of crop เพิ่มขึ้นประมาณ 47.5 - 92% ซึ่งทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนจากกรณีที่ไม่นำวัฏจักรไนโตรเจนมาพิจารณาค่อนข้างมาก ดังนั้นวัฏจักรไนโตรเจนจึงถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรนำมาพิจารณาในด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสี นอกจากนั้นในส่วนของถั่วเหลืองซึ่งมีการดูดไนโตรเจนจากอากาศมาใช้นั้นสามารถลดในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสีได้เช่นกัน การที่สภาวะน้ำเปลี่ยนสีมีค่าเป็นลบในถั่วเหลือง แสดงให้เห็นว่าเมื่อพิจารณาการตรึงไนโตรเจนในถั่วเหลืองเข้าไปในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จะส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ได้พิจารณาเรื่องการตรึงไนโตรเจน

4.3 ผลของการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

ผลของการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจแสดงดังตารางที่ 4.5 ถึงตารางที่ 4.6 และ ภาพที่ 4.7 ถึงภาพที่ 4.9 โดยนำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 มาประเมินร่วมกับราคาของพืช ผลของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจที่ได้จะไม่มีหน่วย

ตารางที่ 4.5

ผลของการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของปุ๋ยสูตร A

ชนิดของพืช	ปุ๋ยสูตร A		
	Global warming	Acidification	Eutrophication
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	15.53	4,773.04	40,499.49
ข้าวโพดหวาน	18.84	5,636.45	47,310.42
ข้าวโพดฝักอ่อน	31.44	10,572.99	82,137.09
ถั่วเขียว	32.74	6,127.31	70,767.29
อ้อย	15.10	4,494.40	38,544.03
ยาสูบ	27.32	6572.65	68,860.51
ถั่วเหลือง	42.76	7,520.16	90,306.94
งา	13.44	3,123.29	30,871.77
ทานตะวัน	10.62	2,553.37	25,135.32
ถั่วลิสง	62.80	10,597.80	121,706.09
ฝ้าย	17.50	5,154.50	45,429.16
มันฝรั่ง	68.46	10,814.41	130,834.13
ละหุ่ง	8.74	2,022.93	20,450.70
มันเทศ	119.24	27,696.67	270,282.14
ปอ	13.30	3,178.41	31,188.36

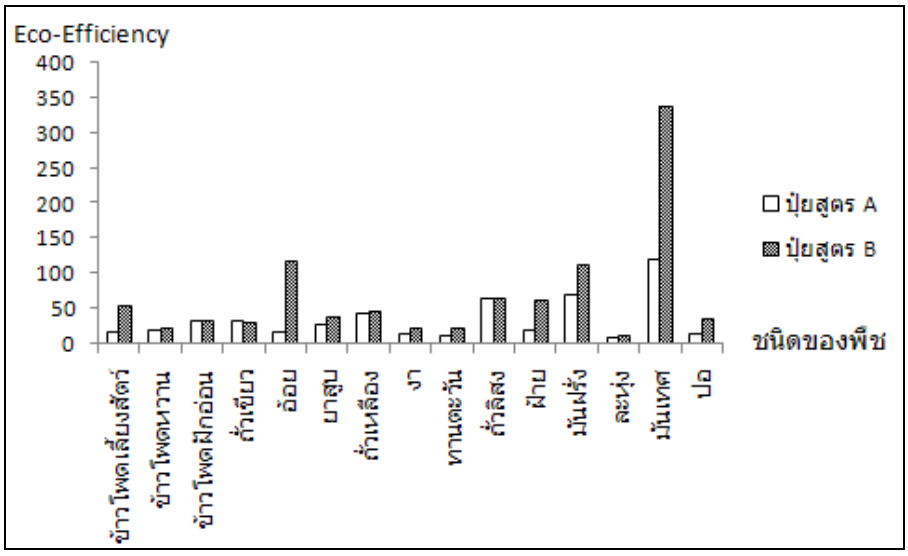
ตารางที่ 4.6

ผลของการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของปุ๋ยสูตร B

ชนิดของพืช	ปุ๋ยสูตร B		
	Global warming	Acidification	Eutrophication
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	53.37	13,207.45	138,949.77
ข้าวโพดหวาน	20.01	7,220.07	53,461.14
ข้าวโพดฝักอ่อน	32.76	12,754.28	89,564.63
ถั่วเขียว	29.34	6,456.63	67,659.95
อ้อย	115.82	32,756.98	338,122.61
ยาสูบ	36.81	9,010.83	96,788.65
ถั่วเหลือง	44.00	10,168.79	106,590.26
งา	21.36	4,974.93	49,447.83
ทานตะวัน	21.58	5,464.01	53,917.21
ถั่วลิสง	62.49	13,837.99	137,014.73
ฝ้าย	60.81	17,826.89	172,259.51
มันฝรั่ง	110.14	25,783.40	256,519.88
ละหุ่ง	9.97	2,237.76	22,905.13
มันเทศ	335.16	75,540.72	740,082.08
ปอ	35.59	9,172.62	89,795.49

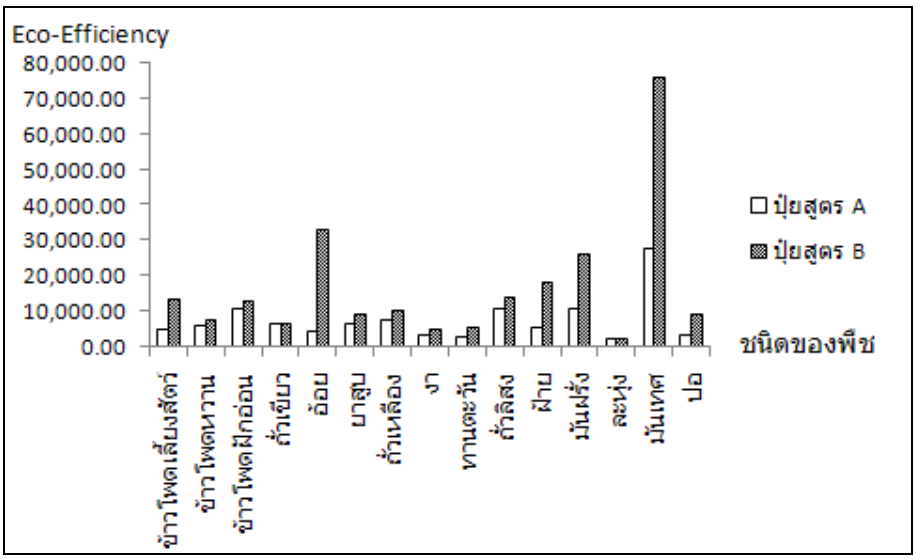
ภาพที่ 4.7

เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะโลกร้อน

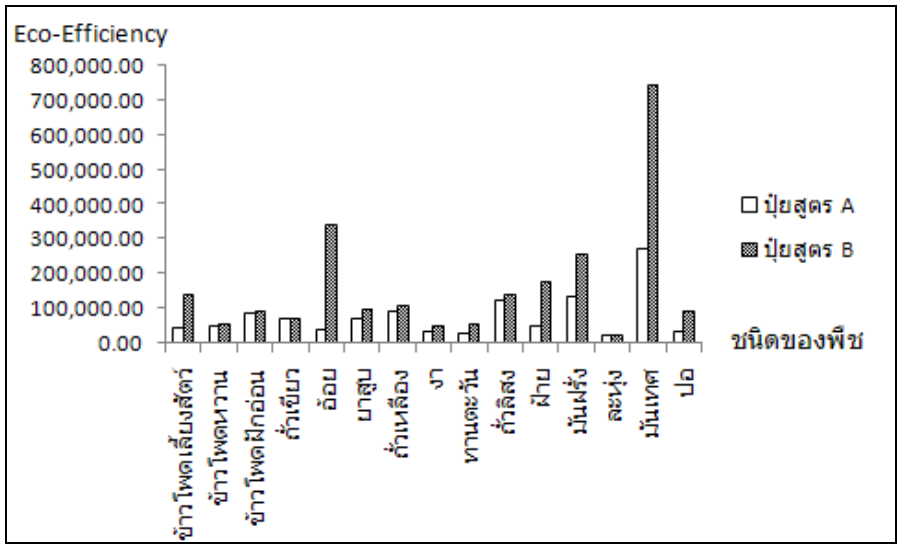


ภาพที่ 4.8

เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะการเป็นกรด



ภาพที่ 4.9
เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสี



จากผลการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจากตารางที่ 4.5 ถึงตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.7 ถึงภาพที่ 4.9 นั้น พบว่ามันเทศ และมันฝรั่งมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงทั้งในปุ๋ยสูตร A และปุ๋ยสูตร B ส่วนอ้อยนั้นในปุ๋ยสูตร A จะมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจต่ำ แต่เมื่อมีการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยลง จะส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงขึ้นมากเมื่อเทียบกับพืชหลายๆชนิด ส่วนงา ทานตะวัน และละหุ่ง นั้น มีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจน้อยที่สุดทั้งในปุ๋ยสูตร A และปุ๋ยสูตร B จากการเปรียบเทียบพบว่าการลดปริมาณปุ๋ยเคมีนั้น มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมาก โดยเพิ่มมากที่สุดในมันเทศ มันฝรั่ง และอ้อย อย่างเห็นได้ชัด

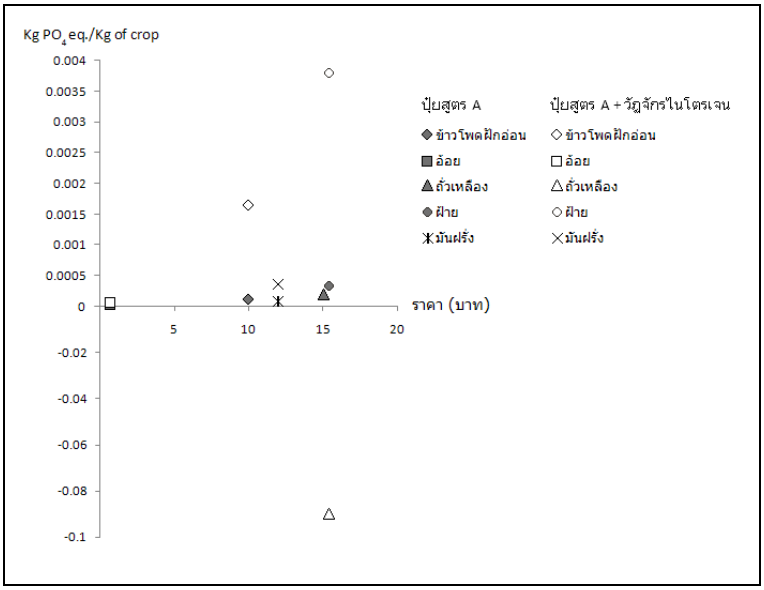
4.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจโดยพิจารณาวัฏจักรไนโตรเจน

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจโดยนำวัฏจักรไนโตรเจนมาพิจารณา แสดงดังตารางที่ 4.7 และ ภาพที่ 4.10 ถึง 4.11 โดยพิจารณาเพียงสภาวะน้ำเปลี่ยนสีเท่านั้น

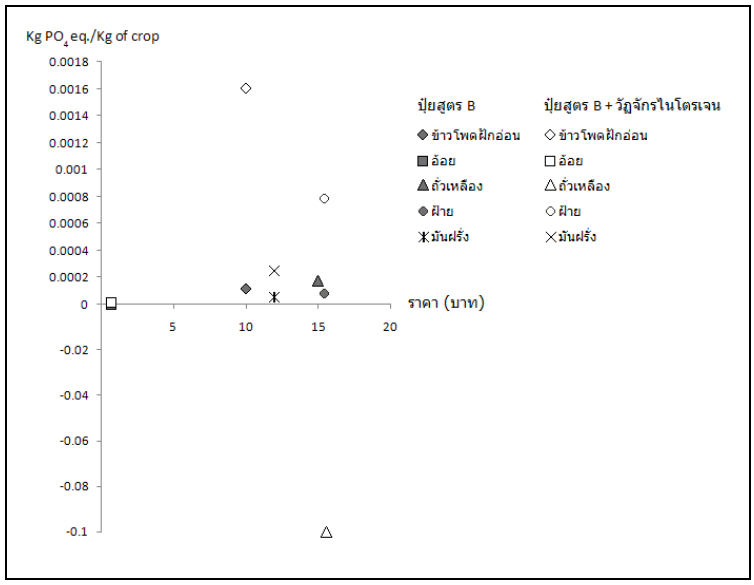
ตารางที่ 4.7
ผลของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี
โดยประเมินปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนตกค้างในดิน

ชนิดของพืช	ปุ๋ยสูตร A + ตกค้างในดิน	ปุ๋ยสูตร B + ตกค้างในดิน
ข้าวโพดฝักอ่อน	6,046.97	6,235.94
อ้อย	17,650	176,500
ถั่วเหลือง	-165.52	-148.8
ฝ้าย	4,052.63	19,743.59
มันฝรั่ง	33,333.33	48,000

ภาพที่ 4.10
เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสีของปุ๋ยสูตร A โดยกราฟสี่ช่อง



ภาพที่ 4.11
เปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสีของปุ๋ยสูตร B โดยกราฟสี่ช่อง



การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ผลของประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจโดยพิจารณาวัฏจักรไนโตรเจนนั้นเป็นดังตารางที่ 4.7 พบว่าการนำวัฏจักรไนโตรเจนมาประเมินจะส่งผลให้ ค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจลดลงเป็นปริมาณมาก จากภาพที่ 4.10 และ 4.11 ทำการพล็อตระหว่างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสี และราคา โดยพบว่าปุ๋ยสูตร A และ สูตร B มีแนวโน้มเหมือนกันในพืชทั้ง 5 ชนิด หากไม่พิจารณาวัฏจักรไนโตรเจนพบว่า อ้อย ฝ้าย และข้าวโพดนั้นมีประสิทธิภาพสูงทั้งในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ส่วนข้าวโพดฝักอ่อนมีประสิทธิภาพในด้านของเศรษฐกิจปานกลาง และ อ้อยมีประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมสูงสุดแต่มีประสิทธิภาพในด้านเศรษฐกิจต่ำสุด กรณีพิจารณาวัฏจักรไนโตรเจนพบว่าประสิทธิภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมของพืชทุกชนิดนอกจากถั่วเหลืองจะลดลงโดยฝ้าย และข้าวโพดฝักอ่อนจะเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ส่วนมันฝรั่งมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อมน้อย และถือว่ายังมีประสิทธิภาพสูงอยู่เมื่อเปรียบเทียบกับฝ้าย และ ข้าวโพดที่ประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมลดลง นอกจากนั้นพบว่าค่าประสิทธิภาพของถั่วเหลืองตกไปอยู่ใน quadrants ที่ 4 ส่งผลให้ถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพในด้านสิ่งแวดล้อม และ เศรษฐกิจ สูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชทุกชนิดที่นำผลของวัฏจักรไนโตรเจนมาร่วมประเมิน

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ในด้านการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ในสภาวะโลกร้อน สภาวะการเป็นกรด และสภาวะน้ำเปลี่ยนสี พบว่าพืชที่มีผลผลิตต่อไร่สูงมีแนวโน้มที่จะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่อน้ำหนักของพืช 1 กิโลกรัมต่ำเมื่อเทียบกับพืชที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำ และจากการเปรียบเทียบปุ๋ยสูตร A และ ปุ๋ยสูตร B พบว่าการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงส่งผลให้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ได้มีค่าลดลงอย่างมากด้วย

จากการเปรียบเทียบผลกระทบของปัจจัยที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดพบว่า ปุ๋ยไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส ส่งผลมากที่สุดในปัจจัยทั้งหมด ซึ่งหากสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยทั้งสองประเภทลงได้จะสามารถลดผลกระทบต่อสภาวะต่างๆ ลงได้เป็นปริมาณมาก

จากผลของการพิจารณาวัฏจักรไนโตรเจนในพืช 5 ชนิดในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสีพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงจากกรณีที่ไม่พิจารณาค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวัฏจักรไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาเสมอในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี ส่วนในด้านสภาวะโลกร้อน และสภาวะการเป็นกรดนั้น ยังไม่สามารถสรุปได้เพราะความจำกัดของข้อมูล

ในด้านการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจพบว่า มันเทศ และ มันฝรั่งมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงทั้งในกลุ่มที่มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีมาก และกลุ่มที่มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีน้อย อ้อยมีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงเฉพาะในกลุ่มที่มีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีน้อย ส่วน งา ทานตะวัน และละหุ่ง มีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจค่อนข้างต่ำในทั้ง 2 กลุ่ม การลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงจะช่วยเพิ่มค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจได้ โดยที่ปริมาณของปุ๋ยไนโตรเจนจะส่งผลต่อประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจมากกว่าปุ๋ยฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมาก

การนำวัฏจักรไนโตรเจนมาประเมินในส่วนของประสิทธิภาพเชิงนิเวศนั้นส่งผลอย่างมากในด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสีเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเมื่อพิจารณาจากกราฟ 4 ช่อง พบว่าประสิทธิภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมของพืชทุกชนิดนอกจากถั่วเหลืองจะลดลงโดยฝ้ายและข้าวโพดฝักอ่อนจะเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ส่วนมันฝรั่งมีการเปลี่ยนแปลง

ทางด้านสิ่งแวดล้อมน้อย และ มีประสิทธิภาพทั้ง 2 ด้านอยู่ในเกณฑ์สูงเมื่อเปรียบเทียบกับฝ้าย และ ข้าวโพดที่ประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมลดลงมาก นอกจากนั้นพบว่าค่าประสิทธิภาพของถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพในด้านสิ่งแวดล้อม และ เศรษฐกิจ สูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชทุกชนิดที่นำผลของวัฏจักรไนโตรเจนมาร่วมประเมิน

5.2 **ข้อเสนอแนะ**

ในการวิจัยนี้มีการเก็บตัวอย่างในพื้นที่จังหวัดสระบุรี และ ลพบุรี ดังนั้นจึงไม่ครอบคลุมเกษตรกรทั้งหมด หากมีการเก็บข้อมูลในปริมาณที่มากขึ้น จะส่งผลให้ค่าที่ได้มีความแม่นยำและถูกต้องยิ่งขึ้น

ในด้านวัฏจักรคาร์บอนนั้น หากมีการเก็บข้อมูลมากขึ้นและสามารถหาส่วนเชื่อมโยงต่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ สามารถนำมาร่วมประเมินได้เช่นเดียวกับวัฏจักรไนโตรเจน

ทางผู้จัดทำได้รวบรวมข้อมูลจากสถานที่ต่างๆโดยไม่ได้พิจารณาในด้านความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปุ๋ยเคมีที่ลดลง และ ผลผลิตของพืชที่ลดลง ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ และ การประเมินวัฏจักรชีวิตได้

ในด้านวัฏจักรไนโตรเจนควรศึกษาอัตราการระเหยของปุ๋ยที่ตกค้างเพิ่มเติมเพื่อนำไปพิจารณาในด้านของสภาวะโลกร้อนในภายภาคหน้า

เนื่องจากการเกษตรนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ ในส่วนของการให้ปุ๋ย การใช้ยาฆ่าแมลง ตามปัจจัยต่างๆ ดังนั้นจึงสมควรตรวจสอบทุกๆ 3 ปีเพื่อเพิ่มเติมข้อมูลเสมอ

บรรณานุกรม

Books

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2547). เอกสารวิชาการ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2547). เอกสารวิชาการ เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2547). เอกสารวิชาการ เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดฝักอ่อน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2547). เอกสารวิชาการ อ้อย. กรุงเทพฯ: หจก. ไอเดีย สแควร์

Articles

Kasmaprapruet, S., Paengjuntuek, W., Saikhwan, P., and Phungrassami, H. (2009). Life cycle Assessment of Milled Rice Production: Case Study in Thailand, European Journal of Scientific Research, 30, 195-203.

Puthavorrachai, J. and Phungrassami, H. (2009). Environment Evaluation of Canned Beverage: Life Cycle Assessment Approach, European Journal of Scientific Research, 29, 295-301.

Jonge, A. (2004). Eco-efficiency of a crop protection product: the perspective of the crop protection industry, Crop Protection, 23, 1177-1186.

Reith, C. and Guidry, M. (2003). Eco-efficiency analysis of an agricultural research complex, Journal of Environment Management, 68, 219-229.

Ankumah, R., Khan, V., Mwamba, K. and Kpomblekou, K. (2003). The influence of source and timing of nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars, Agriculture Ecosystems and Environment, 100, 201-207.

Yadav, R. (2003). Assessing on-farm efficiency and economics of fertilizer N, P and K in rice wheat system of India, Field Corps Research Agriculture, 81, 39-51.

Isa, D., Hofman, G. and Cleemput, O. (2006). Uptake and balance of fertilizer nitrogen applied to sugarcane, Field Crops Research, 95, 348-354.

Maidl, F., Brunner, H. and Sticksel, E. (2002). Potato uptake and recovery of nitrogen 15N-enriched ammonium nitrate, Geoderma, 105, 167-168.

Rochester, I., Constable, G. and Saffigna, P. (1997). Retention of cotton stubble enhances N fertilizer recovery and lint yield of irrigated cotton, Soil & Tillage Research, 41, 75-86.

Suwanarit, A., Roongtanakiat, N., Rungchuang, J. and Thongdaeng, S. (1996). 15N-Aided studies on effects on maize and balance sheets of different forms of fertilizer, Kasetsart journal, 30, 232-240.

พรพิมล ชัยวรรณคุปต์, ปทุม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, จันทนา ศิริไพบูลย์. (1984). ปริมาณการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองที่ปลูกในดินนาภายใต้สภาพไถพรวนและไม่ไถพรวนจากการวัดโดยวิธีไอโซโทปเทคนิค, วารสารวิชาการเกษตร, 2, น.120-127.

Electronic Sources

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร. (2550). ข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณมูลค่าผลผลิตส่งออกรวมของประเทศไทยปี 2550. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2552, จากฐานข้อมูลสำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร.

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร. (2550). ข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณมูลค่าผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ในปี 2550. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2552, จากฐานข้อมูล สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร.

สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล. การตรึงไนโตรเจน. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2552, จาก http://www.il.mahidol.ac.th/emedia/electrochemistry/web/indexnitro01.htm

Dave Clarke. (2001). CO2 calculated from fuel used. Retrieved 10 August 2009, from http://ramblingsdc.net/GhouseImpact.html#CO2%20calculated%20from%20fuel%20used

กรมส่งเสริมการเกษตร. ข้าวโพด. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2552, จาก http://www.doae.go.th/plant/corn.htm

กรมส่งเสริมการเกษตร. ข้าวโพดหวาน. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2552, จาก http://www.doae.go.th/library/html/2549/0709/Sweet_corn/U1.htm

กรมส่งเสริมการเกษตร. ข้าวโพดฝักอ่อน. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2552, จาก http://www.doae.go.th/plant/corn.htm

กรมส่งเสริมการเกษตร. ข้าวโพดฝักอ่อน. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2552, จาก http://www.doae.go.th/plant/corn.htm

กรมส่งเสริมการเกษตร. การปลูกถั่วเขียว. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2552, จาก http://www.doae.go.th/library/html/detail/greenb/g2_5.htm

กรมส่งเสริมการเกษตร. ทานตะวัน. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2552, จาก http://www.doae.go.th/library/html/detail/sunflower/detail.htm#head8

กรมส่งเสริมการเกษตร. มันเทศ. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2552, จาก http://www.doae.go.th/Library/html/detail/paddy/c10.htm

สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2541). การปลูกปอกระเจาชนิดฝักยาว. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2552, จาก http://web.ku.ac.th/agri/porkajoa/por.htm

สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2541). ปอสา. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2552, จาก http://web.ku.ac.th/agri/bosinea/detail.htm

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 3. การปลูกฝ้าย. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2553, จาก http://school.obec.go.th/comcn/student50/5/4.html

ภาคผนวก ก

วิธีการคำนวณ

ก-1 การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง. การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อนกรณีปุ๋ยเคมีสูตรปริมาณมาก

1.) สภาวะโลกร้อน

จากการนำข้อมูลวัตถุดิบขาเข้าต่างๆใส่ลงไปในโปรแกรม Sima Pro 7.1 โดยใช้วิธี CML baseline 2000 ได้ข้อมูลดังตาราง ก.1 โดยปริมาณผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 1,351 Kg/ไร่

ตารางที่ ก.1

ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของสภาวะโลกร้อน

วัตถุดิบขาเข้า	Kg CO_2/ Kg of crop
ปุ๋ยไนโตรเจน	0.20254
ปุ๋ยฟอสฟอรัส	0.0198
ปุ๋ยโพแทสเซียม	0.0059
ยาฆ่าแมลง	0
น้ำมันดีเซล	0.001137

ในกรณีของสภาวะโลกร้อนนั้นปุ๋ยไนโตรเจน ต้องเพิ่มในส่วนของการระเหยสู่ชั้นบรรยากาศในรูปของ N_2O เป็นปริมาณ 1.25% ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ ดังนั้น ในสูตรปุ๋ยเคมีปริมาณมาก มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 30 Kg/ไร่ จะเกิด N_2O ทั้งหมด 0.00027757 Kg of N_2O / Kg of crop จากข้อมูลของโปรแกรม Sima Pro 7.1 Factor ในการเปลี่ยน N_2O เป็น C_2O คือ 296 ดังนั้นคิดเป็น 0.082161 Kg of CO_2 / Kg of crop แล้วจึงนำค่าที่ได้มารวมกับผลที่ได้เดิมของปุ๋ยไนโตรเจน นอกจากนั้นในส่วนของน้ำมันดีเซลนั้นต้องคำนวณปริมาณการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลเพิ่มเติมด้วย โดยใช้สมการที่ (8) ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ในการไถนาของข้าวโพด

ฝักอ่อนคือ 3 ลิตร แทนในสมการที่ (8) 3 x 0.85 x 0.85 x (44/12) ได้ 7.9 Kg of CO_2 / ไร่ แปลงเป็น 0.005848 Kg of CO_2 / Kg of crop นำไปรวมในสมการข้างต้นด้วย ดังนั้นจะได้ผลดังตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.2
ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของสภาวะโลกร้อน โดยพิจารณาการระเหยของปุ๋ยไนโตรเจน และการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซล

วัตถุดิบขาเข้า	Kg CO_2/ Kg of crop
ปุ๋ยไนโตรเจน	0.28466
ปุ๋ยฟอสฟอรัส	0.0198
ปุ๋ยโพแทสเซียม	0.0059
ยาฆ่าแมลง	0
น้ำมันดีเซล	0.006985

จากตารางที่ ก.2 ผลรวมของสภาวะโลกร้อนมีค่าเท่ากับ 0.3174 Kg of CO_2 / Kg of crop

2.) สภาวะการเป็นกรด

ในส่วนของสภาวะการเป็นกรดนั้นสามารถใช้ข้อมูลโดยตรงจาก Sima Pro ได้เลยเนื่องจาก N_2O ที่เกิดจากปุ๋ย และ CO_2 ที่เกิดจากการเผาไหม้นั้นไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะการเป็นกรด ผลที่ได้ดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ ก.3

ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของสภาวะการเป็นกรด

วัตถุดิบขาเข้า	Kg SO_2/ Kg of crop
ปุ๋ยไนโตรเจน	0.00061
ปุ๋ยฟอสฟอรัส	0.00031
ปุ๋ยโพแทสเซียม	0.000008
ยาฆ่าแมลง	0
น้ำมันดีเซล	0.000009

จากตารางที่ 6.3 ผลรวมของสภาวะการเป็นกรดรวมได้ 0.00094 Kg SO_2/ Kg of crop

3.) สภาวะน้ำเปลี่ยนสี

ในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสีนั้นสามารถใช้ข้อมูลโดยตรงจาก Sima Pro เช่นเดียวกับสภาวะการเป็นกรด เนื่องจาก N_2O ที่เกิดจากปุ๋ย และ CO_2 ที่เกิดจากการเผาไหม้นั้นไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะน้ำเปลี่ยนสีเช่นกัน ผลที่ได้ดังตารางที่ ก.4

ตารางที่ ก.4

ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี

วัตถุดิบขาเข้า	Kg PO_4/ Kg of crop
ปุ๋ยไนโตรเจน	0.0001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส	0.000018
ปุ๋ยโพแทสเซียม	0.0000013
ยาฆ่าแมลง	0
น้ำมันดีเซล	0.000001

จากตารางที่ ก.4 ผลรวมของสภาวะน้ำเปลี่ยนสีรวมได้ 0.00012 Kg PO_4/ Kg of crop

4.) การนำวัฏจักรไนโตรเจนมาร่วมประเมิน

วัฏจักรไนโตรเจนนั้นส่งผลโดยตรงต่อสภาวะน้ำเปลี่ยนสี โดยจะนำ Kg PO_4/ Kg of crop ของปุ๋ยไนโตรเจนที่ตกค้างในดินมาร่วมประเมินด้วย จากข้อมูลในตารางที่ 3.4 ข้าวโพดฝักอ่อนมีปริมาณไนโตรเจนตกค้าง 68.8% สูตรปุ๋ยเคมีปริมาณมาก ใช้ปุ๋ยไนโตรเจนปริมาณ 30 Kg ดังนั้นจะเหลือไนโตรเจนตกค้างในดิน 20.64 Kg of Nitrate/ไร่ คิดเป็น 0.015278 Kg of Nitrate/Kg of crop เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ Kg PO_4/ Kg of crop โดยคูณกับ factor ที่ได้จากฐานข้อมูลของ SIMA pro 7.1 ได้ 0.001528 Kg PO_4/ Kg of crop ดังนั้นผลของสภาวะน้ำเปลี่ยนสีเมื่อนำวัฏจักรไนโตรเจนมาร่วมประเมินได้ผลดังตารางที่ ก.5

ตารางที่ ก.5

ผลของการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ของข้าวโพดฝักอ่อน ในส่วนของสภาวะน้ำเปลี่ยนสี โดยพิจารณาวัฏจักรไนโตรเจน

วัตถุดิบขาเข้า	Kg PO_4/ Kg of crop
ปุ๋ยไนโตรเจน	0.001628
ปุ๋ยฟอสฟอรัส	0.000018
ปุ๋ยโพแทสเซียม	0.0000013
ยาฆ่าแมลง	0
น้ำมันดีเซล	0.000001

จากตารางที่ ก.5 ผลรวมของสภาวะน้ำเปลี่ยนสีโดยนำวัฏจักรไนโตรเจนมาพิจารณาได้ 0.00165 Kg PO_4/ Kg of crop

ก-2 การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

ตัวอย่าง. การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศของข้าวโพดฝักอ่อนกรณีปุ๋ยเคมีสูตรปริมาณมาก

1.) สภาวะโลกร้อน

ในส่วนของสภาวะโลกร้อนนั้นคำนวณโดยอัตราส่วนของราคาของพืชหนึ่งกิโลกรัม ต่อ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านสภาวะโลกร้อน ราคาของข้าวโพดฝักอ่อนรวมซังข้าวโพด เท่ากับ 9.9775 บาทต่อกิโลกรัม และ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านสภาวะโลกร้อนเท่ากับ 0.3174 Kg of CO_2 / Kg of crop ได้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะโลกร้อนเท่ากับ 31.44

2.) สภาวะการเป็นกรด

หลักการคิดเช่นเดียวกับสภาวะโลกร้อน โดยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านสภาวะการเป็นกรดเท่ากับ 0.000943677 Kg SO_2/ Kg of crop โดยจำเป็นต้องใช้ทศนิยมหลายตำแหน่งเนื่องจากการตัดเลขอาจทำให้ค่าคลาดเคลื่อนมาก โดยได้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะการเป็นกรดเท่ากับ 10573

3.) สภาวะน้ำเปลี่ยนสี

หลักการคิดเช่นเดียวกับสภาวะโลกร้อน โดยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสีเท่ากับ 0.0001214738 Kg PO_4/ Kg of crop โดยจำเป็นต้องใช้ทศนิยมหลายตำแหน่งเนื่องจากการตัดเลขอาจทำให้ค่าคลาดเคลื่อนมาก โดยได้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะการเป็นกรดเท่ากับ 82,137.05

4.) การนำวัฏจักรไนโตรเจนมาร่วมประเมิน

หลักการเช่นเดียวกัน ซึ่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านสภาวะน้ำเปลี่ยนสีโดยพิจารณาวัฏจักรไนโตรเจนเท่ากับ 0.00165 Kg PO_4/ Kg of crop โดยจำเป็นต้องใช้ทศนิยมหลายตำแหน่งเนื่องจากการตัดเลขอาจทำให้ค่าคลาดเคลื่อนมาก โดยได้ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจในด้านสภาวะการเป็นกรดเท่ากับ 6,046.97

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบที่ใช้ในงานวิจัย

ข-1 ตัวอย่างแบบสอบถามเพื่อการเก็บข้อมูลในการทำงานวิจัย

แบบฟอร์มขอข้อมูลสำหรับทำงานวิจัยเรื่อง
"การคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ"

ชื่อผู้กรอกแบบสอบถาม : ……..…เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ : ……
ชื่อไร่ : ……..…… ชนิดของพืช : ……...
ที่อยู่ : ……
……...
ชื่อเจ้าของไร่ : …….. พื้นที่ในการเพาะปลูก : ……ไร่

ข้อมูล

1. การใช้ปุ๋ย : ปุ๋ยคอก ……. Kg/ไร่
   ปุ๋ยเคมี สูตร ……. ปริมาณ ……. Kg/ไร่
   สูตร ……. ปริมาณ ……. Kg/ไร่
   สูตร ……. ปริมาณ ……. Kg/ไร่
2. การใช้น้ำ : …… L/ไร่
3. การใช้ยาฆ่าแมลง : ยี่ห้อ : …… ปริมาณ ……..…….. CC/ไร่
   ยี่ห้อ : …… ปริมาณ …….. CC/ไร่
   ยี่ห้อ : …… ปริมาณ ……..…… CC/ไร่
   ยี่ห้อ : …… ปริมาณ …….. CC/ไร่
   ยี่ห้อ : ……..…. ปริมาณ ……..…… CC/ไร่
4. การใช้ยาฆ่าหญ้า : ยี่ห้อ : ……ปริมาณ ……..…… CC/ไร่
   ยี่ห้อ : …… ปริมาณ …….. CC/ไร่
   ยี่ห้อ : …… ปริมาณ ……..…… CC/ไร่

ยี่ห้อ : ..... ปริมาณ ..... CC/ไร่

5. การใช้สารเคมีอื่นๆ : สาร : ..... ปริมาณ ..... CC/ไร่

สาร : ..... ปริมาณ ..... CC/ไร่

สาร: ..... ปริมาณ ..... CC/ไร่

สาร : ..... ปริมาณ ..... CC/ไร่

สาร : ..... ปริมาณ ..... CC/ไร่

6. การใช้เชื้อเพลิง : น้ำมันรถแทรกเตอร์

ประเภทน้ำมัน : ..... ปริมาณ : ..... L/ไร่

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครับ

นายณนัทธ์ มณีขัติยะ

ข-2 แหล่งข้อมูลต่าง ๆที่ใช้ในงานวิจัย

ข-2.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายกุศล ขาวผ่อง เกษตรกร จังหวัดสระบุรี
2. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
3. เอกสารวิชาการ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กรมวิชาการเกษตร
4. http://www.doae.go.th/plant/corn.htm

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายกุศล ขาวผ่อง เกษตรกร จังหวัดสระบุรี
2. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
3. เอกสารวิชาการ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กรมวิชาการเกษตร

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายกุศล ขาวผ่อง เกษตรกร จังหวัดสระบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของซังข้าวโพด :

1. บริษัท ยงสุวัตน์ บริษัทรับซื้อซังข้าวโพด

ข-2.2. ข้าวโพดหวาน

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายจำนง สุขมาก เกษตรกรจังหวัดลพบุรี
2. เอกสารวิชาการ เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวาน กรมวิชาการการเกษตร
3. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
4. http://www.doae.go.th/library/html/2549/0709/Sweet_corn/U1.htm

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายจำนง สุขมาก เกษตรกรจังหวัดลพบุรี
2. เอกสารวิชาการ เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดหวาน กรมวิชาการการเกษตร
3. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายจำนง สุขมาก เกษตรกรจังหวัดลพบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของซังข้าวโพด :

1. บริษัท ยงสุวัตน์ บริษัทรับซื้อซังข้าวโพด

ข-2.3. ข้าวโพดฝักอ่อน

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายเทียนชัย ชุ่มบุญวี นักวิชาการ สำนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรกาญจนบุรี
2. เอกสารวิชาการ เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดฝักอ่อน กรมวิชาการการเกษตร
3. http://www.doae.go.th/library/html/2549/0709/Baby_corn/index.htm

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายเทียนชัย ชุ่มบุญวี นักวิชาการ สำนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรกาญจนบุรี

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายเทียนชัย ชุ่มบุญวี นักวิชาการ สำนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรจังหวัดกาญจนบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของซังข้าวโพด :

1. บริษัท ยงสุวัตน์ บริษัทรับซื้อซังข้าวโพด

ข-2.4. ถั่วเขียว

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
2. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1
3. http://www.doae.go.th/library/html/detail/greenb/g2_5.htm

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
2. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.5. อ้อย

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอ ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
2. เอกสารวิชาการ อ้อย กรมวิชาการการเกษตร
3. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
2. เอกสารวิชาการ อ้อย กรมวิชาการการเกษตร
3. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.6. ยาสูบ

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอ ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
2. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
2. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.7. ถั่วเหลือง

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
2. สำนักงานวิจัยเกษตรเขตที่ 1

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
2. สำนักงานวิจัยเกษตรเขตที่ 1

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.8. งา

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี
2. สำนักงานวิจัยเกษตรเขตที่ 1

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี
2. สำนักงานวิจัยเกษตรเขตที่ 1

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.9. ทานตะวัน

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี
2. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
3. http://www.doae.go.th/library/html/detail/sunflower/detail.htm#head8

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี

2. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.10. **ถั่วลิสง**

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายบุญธรรม โรจนีย์ เกษตรกร จังหวัดลพบุรี

2. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายบุญธรรม โรจนีย์ เกษตรกร จังหวัดลพบุรี

2. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายบุญธรรม โรจนีย์ เกษตรกร จังหวัดลพบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.11. ฝ้าย

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
2. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
2. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.12. มันฝรั่ง

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
2. http://mygirl121.exteen.com/20080908/entry-15

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.13. ละหุ่ง

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.14. มันเทศ

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
2. http://www.doae.go.th/Library/html/detail/paddy/c10.htm

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-2.15. ปอ

สูตรปุ๋ยเคมี :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
2. http://web.ku.ac.th/agri/porkajoa/por.htm
3. http://web.ku.ac.th/agri/bosinea/detail.htm

การใช้ยากำจัดศัตรูพืช :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

การใช้น้ำมันดีเซล :

1. นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

ปริมาณการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ราคาของพืช :

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมวิชาการการเกษตร

ข-3 ข้อมูลดิบสำหรับการทำงานวิจัย

ข้อมูลดิบที่นำมาใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจนั้นประกอบด้วย ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ปริมาณการใช้ยากำจัดศัตรูพืช ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ราคา โดยในส่วนของ ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และ ราคา

นั้นได้แสดงในตารางที่ 3.3 ดังนั้นในหัวนี้จะแสดงในส่วนของ ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี และ ปริมาณการใช้ยากำจัดศัตรูพืช ของพืชแต่ละชนิด

ข-3.1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ ข.1
ข้อมูลดิบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	20-10-10	ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
		4-5-0	
		10.5-0-0	เอกสารวิชาการ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กรมวิชาการเกษตร
		11.5-0-0	
		8-8-0	
		12.6-10-0	
		10.5-0-0	http://www.doae.go.th/plant/corn.htm
		9.5-0-0	
		8-10-0	
		10-10-0	
		9-11-0	
		8-8-4	
		10-10-10	นายกุศล ขาวผ่อง เกษตรกรจังหวัดสระบุรี
ยากำจัดศัตรูพืช	Atrazine (ml/ไร่)	700	นายกุศล ขาวผ่อง เกษตรกรจังหวัดสระบุรี

ข-3.2. ข้าวโพดหวาน

ตารางที่ ข.2
ข้อมูลดิบของข้าวโพดหวาน

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	16-12-8	นายจำนง สุขมาก เกษตรกร จังหวัดลพบุรี
		20-10-10	ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
		29-10-0	เอกสารวิชาการ เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับ ข้าวโพดหวาน กรมวิชาการการเกษตร, http://www.doae.go.th/library/html/ 2549/0709/ Sweet_corn/U1.htm
		20-5-5	
ยากำจัดศัตรูพืช	ไม่มีการใช้	-	-

ข-3.3. ข้าวโพดฝักอ่อน

ตารางที่ ข.3
ข้อมูลดิบของข้าวโพดฝักอ่อน

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	31-10-0	เอกสารวิชาการ เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับ ข้าวโพดฝักอ่อน กรมวิชาการการเกษตร, http://www.doae.go.th/library/html/2549/0709/Baby_corn/index.htm
		30.5-7.5-7.5	
		30-5-5	นายเทียนชัย ชุ่มบุญวี นักวิชาการ สำนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร จังหวัดกาญจนบุรี
		30-10-5	
		30-10-10	
ยากำจัดศัตรูพืช	ไม่มีการใช้	-	-

ข-3.4. ถั่วเขียว

ตารางที่ ข.4
ข้อมูลดิบของถั่วเขียว

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	3-6-3	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
		4-5-0	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1
		2.4-4.8-2.4	http://www.doae.go.th/library/html/detail/greenb/g2_5.htm
ยากำจัดศัตรูพืช	Carbosulfan (ml/ไร่)	50	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
	Admire (ml/ไร่)	50	

ข-3.5. อ้อย

ตารางที่ ข.5
ข้อมูลดิบของอ้อย

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	3.75-3.75-3.75	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
		6.25-1.75-1.75	
		6.9-0-0	
		24-12-24	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
		2-1-2	
ยากำจัดศัตรูพืช	Atrazine (ml/ไร่)	1045	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
	Gramozone (ml/ไร่)	300	
	Glyphosate (ml/ไร่)	300	

ข-3.6. ยาสูบ

ตารางที่ ข.6
ข้อมูลดิบของยาสูบ

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	4.5-4.5-4.5	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
		3-3-3	
		3.75-3.75-3.75	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
		5-4-4	
ยากำจัดศัตรูพืช	Gramozone (ml/ไร่)	250	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
	Dimethoate (ml/ไร่)	400	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
	Chlorpyrifos (ml/ไร่)	400	
	Pyrethroid (ml/ไร่)	100	

ข-3.7. ถั่วเหลือง

ตารางที่ ข.7
ข้อมูลดิบของถั่วเหลือง

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	4-8-4	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
		5-5-5	
		4.5-4.5-4.5	สำนักงานวิจัยเกษตรเขตที่ 1
		4-8-2	
ยากำจัดศัตรูพืช	Chlorpyrifos (ml/ไร่)	800	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
	Glyphosate (ml/ไร่)	300	

ข-3.8. งา

ตารางที่ ข.8
ข้อมูลดิบของงา

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	16-16-8	สำนักงานวิจัยเกษตรเขตที่ 1
		10-10-0	
		8-8-5	นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี
		15-15-0	
ยากำจัดศัตรูพืช	Profenofos (ml/ไร่)	150	นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี

ข-3.9. ทานตะวัน

ตารางที่ ข.9
ข้อมูลดิบของทานตะวัน

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	8-8-5	นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี
		10-10-10	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
		4.5-4.5-4.5	
		13.7-4.5-4.5	http://www.doae.go.th/library/html/detail/sunflower/detail.htm#head8
		14.6-5.4-2.7	
ยากำจัดศัตรูพืช	Profenofos (ml/ไร่)	150	นายสนอง จันสุเทพ เกษตรกร จังหวัด สระบุรี

ข-3.10. ถั่วลิสง

ตารางที่ ข.10
ข้อมูลดิบของถั่วลิสง

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	16-0-0	นายบุญธรรม โรจนีย์ เกษตรกร จังหวัดลพบุรี
		13-0-0	
		4-8-4	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
		4.8-4.8-2.4	
		3.6-7.2-3.6	
ยากำจัดศัตรูพืช	Chlorpyrifos (ml/ไร่)	200	นายบุญธรรม โรจนีย์ เกษตรกร จังหวัดลพบุรี

ข-3.11. ฝ้าย

ตารางที่ ข.11
ข้อมูลดิบของฝ้าย

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	12-6-6	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
		2.4-1.2-1.2	
		9.2-0-0	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
		3.75-3.75-3.75	
ยากำจัดศัตรูพืช	Dimethoate (ml/ไร่)	400	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
	Chlorpyrifos (ml/ไร่)	400	
	Pyrethroid (ml/ไร่)	100	
	Gramozone (ml/ไร่)	250	

ข-3.12. มันฝรั่ง

ตารางที่ ข.12
ข้อมูลดิบของมันฝรั่ง

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	20-48-24	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
		15-15-15	
ยากำจัดศัตรูพืช	Carbosulfan (ml/ไร่)	50	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
	Alachlor (ml/ไร่)	750	

ข-3.13. ละหุ่ง

ตารางที่ ข.13
ข้อมูลดิบของละหุ่ง

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	11-11-11	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
		10-10-0	
ยากำจัดศัตรูพืช	Monocrotophos (oz/ไร่)	160	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
	Carbaryl (oz/ไร่)	220	
	Gramozone (oz/ไร่)	250	
	Alachlor (oz/ไร่)	750	

ข-3.14. มันเทศ

ตารางที่ ข.14
ข้อมูลดิบของมันเทศ

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	13-13-21	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5
		4.5-4.5-4.5	
		13-13-21	http://www.doae.go.th/Library/html/detail/paddy/c10.htm
ยากำจัดศัตรูพืช	Carbosulfan (ml/ไร่)	60	นายอานนท์ มลิพันธ์ นักวิชาการการเกษตร สำนักงานวิจัยเกษตรเขต 5

ข-3.15. ปอ

ตารางที่ ข.15
ข้อมูลดิบของปอ

หัวข้อ	ชนิด	ปริมาณ	แหล่งที่มา
สูตรปุ๋ยเคมี	ปริมาณปุ๋ย N-P-K (Kg/ไร่)	9-9-9	นายสุทิน จิรกุญชัยนเรศ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร อ.ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี
		3-3-3	
		7.5-7.5-7.5	http://web.ku.ac.th/agri/porkajoa/por.htm
		4-4-4	http://web.ku.ac.th/agri/bosinea/detail.htm
ยากำจัดศัตรูพืช	ไม่มีการใช้	-	-

ภาคผนวก ค

กรรมวิธีการปลูกพืชแต่ละชนิดที่ใช้ในงานวิจัย

ค-1 ข้อมูลและขั้นตอนการปลูกพืชที่ใช้ในงานวิจัย

ค-1.1. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ ค.1
ขั้นตอนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ต้นฤดูฝน เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม และ ปลายฤดูฝนเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม
การเตรียมดิน	ไถด้วยผาลสาม 1 ครั้ง ลึก 20 ถึง 30 เซนติเมตร ตากดิน 7 ถึง10 วัน พรวนด้วยผาลเจ็ด 1 ครั้งปรับระดับดินให้สม่ำเสมอ แล้วคราดเก็บเศษซากราก เหง้าหัว และ ไหลของวัชพืชข้ามปีออกจากแปลง
วิธีการปลูก	ควรเว้นระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร อัตราการปลูก 8,500 ต้นต่อไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์ 3 ถึง 4 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้จอบขุดเป็นหลุม หรือรถไถเดินตามเพื่อเปิดร่อง หยอดเมล็ดหลุมละ 1 ถึง2 เมล็ด กลบดินให้แน่น เมื่อข้าวโพดมีอายุประมาณ 14 วันหลังงอก ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

หัวข้อ	รายละเอียด
การใส่ปุ๋ย	กรณีดินที่ใช้ปลูกเป็นดินเหนียว ที่มีฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์สูงกว่า 10 ในล้านส่วน ให้ใส่ปุ๋ยเคมีโดยเน้นไปที่ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นหลัก และอาจใส่ฟอสฟอรัสเพิ่มเล็กน้อย ในกรณีที่มีประโยชน์ต่ำกว่า 10 ในล้านส่วนให้เพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสขึ้น กรณีดินที่ใช้ปลูกเป็นดินทราย สามารถใช้สูตรเดียวกับดินเหนียวกรณีที่มีประโยชน์สูงกว่า 10 ในล้านส่วนได้
การให้น้ำ	ข้าวโพดมีความต้องการใช้น้ำตลอดฤดูปลูก ประมาณ 500 ถึง 600 มิลลิเมตรหรือประมาณ 800 ถึง 900 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ แต่ข้าวโพดเป็นพืชที่ไม่ชอบน้ำท่วมขัง ถ้าน้ำท่วมขังในช่วงปลูกอาจทำให้เมล็ดเน่า และไม่งอก การปลูกข้าวโพดในสภาพไร่โดยทั่วไปจะอาศัยน้ำฝนโดยไม่มีการให้น้ำ เพราะทำการปลูกในช่วงฤดูฝน แต่บางครั้งฝนอาจทิ้งช่วงหรือฝนแล้ง ถ้าสามารถให้น้ำได้และต้องการให้น้ำ
ศัตรูพืชที่สำคัญ	หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด, หนอนกระทู้หอม, มอดดิน และ หนู
การเก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยวเมื่อข้าวโพดแก่จัด หรือแห้งหมดทั้งแปลงแล้ว 7 วัน เมล็ดจะมีความชื้นประมาณ 23 เปอร์เซ็นต์ ถ้าต้องการใช้พื้นที่ปลูกพืชอื่นตามข้าวโพด ควรเก็บเกี่ยวเมื่อใบข้าวโพดเปลี่ยนเป็นสีฟางข้าวทั้งแปลง เมล็ดจะมีความชื้นประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ไม่ควรเก็บเกี่ยวข้าวโพดหลังฝนตก เพราะเมล็ดจะมีความชื้นสูง ควรปล่อยให้ฝักและต้นข้าวโพดแห้งก่อนใช้ไม้หรือเหล็กแหลมแทงปลายฝัก ปอกเปลือกแล้วหักฝักข้าวโพดใส่กระสอบ นำไปเทกองรวมไว้ในยุ้งฉาง หรือ ใช้เครื่องเก็บเกี่ยว
การใส่ปุ๋ย	กรณีดินที่ใช้ปลูกเป็นดินเหนียว ถ้ามีฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์สูงกว่า 10 ในล้านส่วน ให้ใส่ปุ๋ยเคมีโดยเน้นไปที่ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นหลัก และอาจใส่ฟอสฟอรัสเพิ่มเล็กน้อย ในกรณีที่มีประโยชน์ต่ำกว่า 10 ในล้านส่วนให้เพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสขึ้น กรณีดินที่ใช้ปลูกเป็นดินทราย สามารถใช้สูตรเดียวกับดินเหนียวกรณีที่มีประโยชน์สูงกว่า 10 ในล้านส่วนได้

ค-1.2. ข้าวโพดหวาน

ตารางที่ ค.2
ขั้นตอนการปลูกข้าวโพดหวาน

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ปลูกได้ตลอดทั้งปี ถ้ามีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับใช้เมื่อจำเป็น ช่วงปลูกที่ผลผลิตสูงและคุณภาพดี ควรอยู่ในฤดูหนาวระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม หรือ ต้นฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม
การเตรียมดิน	ไถด้วยผาลสาม 1 ครั้ง ลึก 20 ถึง 30 เซนติเมตร ตากดิน 7 ถึง 10 วัน พรวนด้วยผาลเจ็ด 1 ครั้ง แล้วยกร่องปลูกสูง 25 ถึง 30 เซนติเมตร ถ้าปลูกเป็นแถวเดี่ยว ให้มีระยะระหว่างร่อง 75 เซนติเมตร ถ้าปลูกเป็นแถวคู่ ให้มีระยะระหว่างร่อง 120 เซนติเมตร
วิธีการปลูก	ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่มีอัตราความงอกสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ หยอด 1 เมล็ดต่อหลุมโดยใช้เมล็ดพันธุ์ 1.0 ถึง 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้าเมล็ดพันธุ์มีอัตราความงอกต่ำกว่า 85เปอร์เซ็นต์ควรหยอดเมล็ด 1 ถึง 2 เมล็ดต่อหลุม โดยใช้เมล็ดพันธุ์ 1.5 ถึง 2.0 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งอัตราการปลูกที่เหมาะสมสำหรับการบริโภคฝักสดประมาณ 8,500 ต้นต่อไร่ สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูป 8,500 ถึง 11,000 ต้นต่อไร่ ถ้าปลูกเป็นแถวเดี่ยว ใช้ระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร หรือถ้าปลูกเป็นแถวคู่ ให้ปลูกข้างสันร่องแบบสลับฟันปลา ใช้ระยะระหว่างหลุม 25 ถึง 30 เซนติเมตร เมื่อข้าวโพดหวานมีอายุประมาณ 14 วัน ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น
การใส่ปุ๋ย	<u>ดินมีอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำ</u> ควรเน้นการให้ปุ๋ยไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสโดยหนักไปทางปุ๋ยฟอสฟอรัส <u>ดินร่วนหรือดินเหนียวปนทราย</u> ควรให้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกข้าวโพดหวาน

หัวข้อ	รายละเอียด
การให้น้ำ	ข้าวโพดมีความต้องการใช้น้ำตลอดฤดูปลูก ประมาณ 500 ถึง 600 มิลลิเมตร หรือประมาณ 800 ถึง 900 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ แต่ข้าวโพดเป็นพืชที่ไม่ชอบน้ำท่วมขัง ถ้าน้ำท่วมขังในช่วงปลูกอาจทำให้เมล็ดเน่า และไม่งอก การปลูกข้าวโพดในสภาพไร่โดยทั่วไปจะอาศัยน้ำฝนโดยไม่มีการให้น้ำ เพราะทำการปลูกในช่วงฤดูฝน แต่บางครั้งฝนอาจทิ้งช่วงหรือฝนแล้ง ถ้าสามารถให้น้ำได้
ศัตรูพืชที่สำคัญ	หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด, หนอนเจาะสมอฝ้าย, เพี้ยอ่อนข้าวโพด
การเก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยว 18 ถึง 20 วันหลังออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ สังเกตจากสีของไหมจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม เมื่อฉีกเปลือกข้าวโพดฝักบนสุด เมล็ดจะมีสีเหลืองอ่อน ถ้าใช้เล็บกดที่เมล็ดปลายฝักจะมีน้ำนมไหลออกมาแสดงว่าอีกสองวันจะต้องเก็บ

ค-1.3. **ข้าวโพดฝักอ่อน**

ตารางที่ ค.3
ขั้นตอนการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ปลูกได้ตลอดทั้งปีถ้ามีการจัดการดิน และ น้ำอย่างเหมาะสม ข้าวโพดฝักอ่อนใช้เวลาตั้งแต่การปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว 43 ถึง 54 วัน และ ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว 5 ถึง10 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์ จึงสามารถปลูกได้ 4 ถึง 5 ครั้งต่อปี
การเตรียมดิน	ไถด้วยผาลสาม 1 ครั้ง ลึก 20 ถึง 30 เซนติเมตร และตากดิน 7 ถึง 10 วัน พรวนด้วยผาลเจ็ด 1ครั้ง ปรับระดับดินให้สม่ำเสมอ แล้วคราดเก็บเศษซากรากเหง้า หัว ไหลของวัชพืชข้ามปีออกจากแปลง
วิธีการปลูก	ใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 4.5 - 6.0 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้จำนวนต้นที่เหมาะสม 18,000 ถึง 20,000 ต้นต่อไร่ ไร่ ปลูกเป็นแถวคู่ยกร่องสูง 30 ถึง 40 เซนติเมตร ระยะระหว่างสันร่อง100,125 เซนติเมตร หยอดเมล็ดข้างร่องทั้งสองข้างแบบสลับฟันปลาระยะระหว่างหลุม 25 ถึง 30 เซนติเมตร จำนวน 2 ถึง 3เมล็ดต่อหลุม เมื่อข้าวโพดฝักอ่อนอายุประมาณ14วัน
การใส่ปุ๋ย	<u>ดินมีอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำ</u> ควรเน้นการให้ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสโดยหนักไปทางปุ๋ยฟอสฟอรัส <u>ดินร่วนหรือดินเหนียวปนทราย</u> ควรให้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน
การให้น้ำ	ข้าวโพดมีความต้องการใช้น้ำตลอดฤดูปลูก ประมาณ 500 ถึง 600 มิลลิเมตร หรือประมาณ 800 ถึง 900 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ แต่ข้าวโพดเป็นพืชที่ไม่ชอบน้ำท่วมขัง ถ้าน้ำท่วมขังในช่วงปลูกอาจทำให้เมล็ดเน่า และไม่งอก การปลูกข้าวโพดในสภาพไร่โดยทั่วไปจะอาศัยน้ำฝนโดยไม่มีการให้น้ำ เพราะทำการปลูกในช่วงฤดูฝน แต่บางครั้งฝนอาจทิ้งช่วงหรือฝนแล้ง ถ้าสามารถให้น้ำได้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

หัวข้อ	รายละเอียด
ศัตรูพืชที่สำคัญ	หนอนกระทู้หอม, หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด และ หนู
การเก็บเกี่ยว	เก็บฝักอ่อนเมื่อปลายฝักมีไหมยาว 1 ถึง 5 เซนติเมตร การเก็บฝักอ่อนก่อน หรือ หลังช่วงที่เหมาะสมเพียง 1 วัน ฝักจะไม่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานและตลาดต้องการ ใช้มือหักฝักอ่อนให้ถึงบริเวณก้านฝักที่ติดลำต้น ต้องเก็บเกี่ยวทุกวันให้แล้วเสร็จภายใน 5 ถึง 10 วัน เพื่อให้ได้ฝักขนาดมาตรฐานตามที่โรงงาน และทางตลาดต้องการ

ค-1.4. ถั่วเขียว

ตารางที่ ค.4
ขั้นตอนการปลูกถั่วเขียว

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	<u>ต้นฤดูฝน</u> ปลูกในช่วงระหว่างเดือน พฤษภาคม ถึง กรกฎาคม คิดเป็นผลผลิตประมาณร้อยละ 10 ของผลผลิตทั้งปี <u>ปลายฤดูฝน</u> ปลูกในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน คิดเป็นผลผลิตประมาณร้อยละ 80 ของผลผลิตทั้งปี พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นที่ดอน ควรระวังเรื่องอุณหภูมิ เพราะถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ถั่วเขียวจะชะงักการเจริญเติบโต
การเตรียมดิน	ดินที่เหมาะสมกับถั่วเขียว คือดินเหนียวหรือร่วนเหนียวเกาะตัวกันเป็นโครงสร้างที่โปร่ง ถ่ายเทอากาศและระบายน้ำได้ดี หน้าดินลึกมีอินทรียวัตถุสูง ความเป็นกรดด่างของดินอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 7 และ ไม่มีน้ำขัง

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกถั่วเขียว

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการปลูก	ก่อนปลูกควรทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ ถ้ามีความงอกต่ำกว่าร้อยละ 80 ควรเพิ่มจำนวนเมล็ดพันธุ์ที่จะใช้ปลูกให้มากขึ้น วิธีปลูกทำได้ 2 แบบคือ <u>ปลูกแบบหว่าน</u> ควรเตรียมแปลงปลูกให้ดีแล้วหว่านเมล็ดพันธุ์ให้สม่ำเสมอ มิฉะนั้นผลผลิตจะต่ำ และ คุณภาพเมล็ดจะลดลง การหว่านที่เหมาะสมคือใช้เมล็ดพันธุ์ 4 ถึง 5 กิโลกรัม หว่านอย่างสม่ำเสมอในเนื้อที่ 1 ไร่ <u>ปลูกแบบเป็นแถว</u> โดยใช้ระยะแถว 50 เซนติเมตร ระยะหลุม 20 เซนติเมตร หยอดหลุมละ 3 ถึง4 เมล็ด หรือจะโดยเป็นแถวหลังจากงอกแล้วถอนให้เหลือ 15-20 ต้น/แถวยาว 1 เมตร
การใส่ปุ๋ย	ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของถั่วเขียว โดยความต้องการปุ๋ยของพืชชนิดถั่วจะมีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปุ๋ยชนิดอื่น
การให้น้ำ	<u>ปลูกในฤดูแล้ง</u> ให้น้ำชลประทานอย่างสม่ำเสมอทุก 10-14 วัน และหยุดให้น้ำเมื่อถั่วเขียวเจริญเติบโตถึงระยะฝักแรกเปลี่ยนเป็นสีดำ <u>ปลูกในฤดูฝน</u> หากมีฝนทิ้งช่วงเกิน 10-14 วัน ควรมีการให้น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะออกดอกถึงระยะติดเมล็ด
ศัตรูพืชที่สำคัญ	หนอนแมลงวันเจาะลำต้น, หนอนเจาะสมอฝ้าย, ด้วงถั่วเขียว และ หนู
การเก็บเกี่ยว	ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ถั่วเขียวเป็นพืชที่มีการสุกแก่ของฝักไม่พร้อมกัน อายุเก็บเกี่ยวของถั่วเขียวขึ้นอยู่กับพันธุ์ ความชื้นดินและสภาพภูมิอากาศ โดยทั่วไปจะเก็บเกี่ยว 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อถั่วเขียวมีฝักสุกแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ และครั้งที่ 2 หลังจากเก็บเกี่ยวครั้งแรกประมาณ 14 วัน

ค-1.5. อ้อย

ตารางที่ ค.5
ขั้นตอนการปลูกอ้อย

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ปลูกปลายฤดูฝน ปลูกในเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธุ์ การปลูกปลายฤดูฝนมีข้อดี คือลดปัญหาวัชพืช อ้อยได้ใช้น้ำฝนเต็มที่ และ มีเวลาในการเจริญเติบโตนาน จึงให้ผลผลิตสูงนอกจากนั้นยังสามารถตัดอ้อยได้ตั้งแต่ต้นฤดูหีบอีกด้วย
การเตรียมดิน	การไถ ควรไถอย่างน้อย 2 ครั้ง หรือ มากกว่า ความลึกอย่างน้อย 20 นิ้ว หรือมากกว่า เพราะอ้อยมีระบบรากยาว ประมาณ 2 ถึง 3 เมตร และทำร่องปลูก การปรับระดับ เมื่อไถเสร็จแล้วควรปรับระดับพื้นที่ให้ราบเรียบพอสมควร และให้มีความลาดเอียงเล็กน้อยทางใดทางหนึ่งที่จะสะดวกต่อการให้น้ำ การยกร่อง การยกร่อง หรือ การเปิดร่องสำหรับปลูกอ้อยเป็นสิ่งจำเป็น เพราะนอกจากจะสะดวกแก่การปฏิบัติต่างๆเช่น การปลูก,การให้น้ำและการระบายน้ำ แล้ว ยังทำให้ปลูกได้ลึกอีกด้วย
วิธีการปลูก	หลังจากเตรียมดินยกร่อง ระยะระหว่างร่อง 1 ถึง 1.5 เมตร แล้ววางอ้อยทั้งลำให้เหลื่อมกันลงในร่อง เสร็จแล้วกลบดินให้หนาประมาณ 3 ถึง 5 เซนติเมตร
การใส่ปุ๋ย	ควรมีการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อปรับสภาพทางกายภาพของดิน ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ควรดูตามสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินและการเจริญเติบโตของอ้อย ถ้ามีการวิเคราะห์ดินด้วยยิ่งดี ปุ๋ยเคมีที่ใส่ควรมีธาตุอาหารครบทั้ง 3 อย่าง คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม
การให้น้ำ	ควรให้ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ในช่วง 31 ถึง 170 วัน เพราะเป็นระยะที่รากอ้อยเริ่มแผ่กระจายออกไปทั้งแนวดิ่งและแนวระดับ เป็นระยะที่อ้อยกำลังแตกกอ และ กำลังสร้างปล้อง ซึ่งจำเป็นต้องใช้น้ำมากที่สุด

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกอ้อย

หัวข้อ	รายละเอียด
ศัตรูพืชที่สำคัญ	หนอนกอ, ปลวก และ ด้วงหนวดยาว
การเก็บเกี่ยว	การตัดอ้อยในเวลาที่เหมาะสมและถูกวิธี จะทำให้ได้น้ำตาลต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด โดยจะต้องวางแผนการตัดอ้อย ดังต่อไปนี้ ตัดอ้อยให้ชิดดิน ตัดยอดอ้อยต่ำกว่าระดับคอใบสูงสุดที่ปรากฏให้เห็นลงมาประมาณ 25 เซนติเมตร หลังจากนั้นควรขนส่งอ้อยที่ตัดแล้วเข้าโรงงานทันที ไม่ควรเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยว เพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพความหวาน แต่ถ้าอ้อยไฟไหม้ควรรีบตัดอ้อยเข้าโรงงานให้เร็วที่สุดภายใน 48 ชั่วโมง

ค-1.6. **ยาสูบ**

ตารางที่ ค.6
ขั้นตอนการปลูกยาสูบ

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	เกษตรกรจะเตรียมดินในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม โดยจะทำแปลงปลูกในแปลงนาภายหลังการเก็บเกี่ยวข้าว การไถพรวนดินทำ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ไถดะความลึก40 เซนติเมตร แล้วตากดินทิ้งไว้ 1 ถึง 2 สัปดาห์ เพื่อฆ่าเชื้อโรค ไข่ของแมลง และ วัชพืช จากนั้นทำการไถพรวนอีก แล้วทำการยกแปลงสูง 15 ถึง 20 เซนติเมตร ขนาดความกว้าง 1 เมตร
การเตรียมดิน	ดินที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกยาสูบต้องเป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วน และดินร่วนปนดินเหนียว ควรเลือกที่สูง มีการระบายน้ำดี ค่าความเป็นกรด-เบส ของดินอยู่ระหว่าง 5.6 ถึง 6.5 การเตรียมดินควรไถให้ลึกอย่างน้อย 6 ถึง 8 นิ้ว

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกยาสูบ

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการปลูก	เมื่อต้นกล้ายาสูบอายุ 30 ถึง 35 วัน ก็ทำการย้ายกล้าปลูกลงแปลงที่เตรียมไว้ ช่วงเดือนที่เดือนที่ปลูกส่วนใหญ่คือเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีสภาพอากาศเย็นและมีความชื้นพอเหมาะสำหรับการปลูกยาสูบ ระยะปลูก 10 X 40 เซนติเมตร พื้นที่ปลูก 1 ไร่ โดยใช้ต้นกล้า 32,000 ถึง 40,000 ต้น
การใส่ปุ๋ย	การใส่ปุ๋ยเคมีจะใส่ปุ๋ยเคมีเพียงครั้งเดียวหลังการปลูกลงแปลง 7 วัน โดยปุ๋ยเคมีที่ใช้ควรมีธาตุที่จำเป็นทั้ง 3 ธาตุเท่าๆกัน โดยยาสูบมีความต้องการของปุ๋ยค่อนข้างน้อย
การให้น้ำ	ใช้วิธีการแบบปล่อยน้ำเข้าตามร่องแปลงและบางรายใช้วิธีการตักน้ำรดจากบ่อ โดยใช้แหล่งน้ำตามธรรมชาติ และ คลองชลประทาน การให้น้ำจะเฉลี่ย 3 ครั้งตลอดอายุการปลูก
ศัตรูพืชที่สำคัญ	เพลี้ยอ่อน
การเก็บเกี่ยว	ระยะการเก็บเกี่ยวใบยาสูบที่เหมาะสม คือ เมื่อต้นยาสูบมีอายุ 60 วัน ในระยะนี้ใบที่เก็บมาบ่มและตาก จะมีคุณภาพดีและเป็นที่ต้องการของแหล่งรับซื้อ การเก็บจะเริ่มเก็บจากโคนต้นใบถึงยอดครั้งละ 3-5 ใบ และเว้นระยะการเก็บในแต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน

ค-1.7. ถั่วเหลือง

ตารางที่ ค.7
ขั้นตอนการปลูกถั่วเหลือง

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ฤดูแล้ง เริ่มปลูกในเดือนธันวาคม ถึง ต้นเดือนมกราคม จะให้ผลผลิตสูง หากมีน้ำเพียงพอก็สามารถปลูกถั่วเหลืองในฤดูแล้งได้ ต้นฤดูฝน เป็นการปลูกบนที่ดอน ส่วนใหญ่จะเริ่มปลูกระหว่างต้นเดือนพฤษภาคม ข้อสำคัญจะต้องกะเวลาให้ ถั่วแก่ เก็บเกี่ยวได้ในระยะฝนหมดพอดี จึงจะได้เมล็ดที่สวยงามเป็นที่ต้องการของตลาด ปลายฤดูฝน โดยทั่วไปจะปลูกระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมซึ่งในบางท้องที่นิยมปลูกถั่วเหลืองหลังการ เก็บเกี่ยวพืชหลัก
การเตรียมดิน	การเตรียมดินเหมือนกับพืชไร่อื่นๆ คือ ไถแล้วพรวน 1 ถึง 2 ครั้ง ขึ้นกับสภาพดิน และ ให้มีความลึกประมาณ15 ถึง 20 เซนติเมตรปรับระดับหน้าดินให้สม่ำเสมอ ไม่ให้มีน้ำขังและมีการขุดร่องโดยรอบแปลงปลูกเพื่อระบายน้ำได้สะดวก
วิธีการปลูก	หยอดเมล็ด ในหลุมที่เตรียมไว้ โดยมีระยะระหว่างแถวและระหว่างต้น ที่พอเหมาะกับการเจริญเติบโต คือ 50 X 20 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 3 ถึง 4 เมล็ด ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 7 กิโลกรัมต่อพื้นที่ปลูก 1 ไร่ หากเมล็ดพันธุ์มีความงอกต่อจะต้องเพิ่ม ปริมาณหยอดเมล็ดต่อหลุมให้มากขึ้น
การใส่ปุ๋ย	ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของถั่วเขียว โดยความต้องการปุ๋ยของพืชชนิดถั่วจะมีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปุ๋ยชนิดอื่น
การให้น้ำ	ถ้าควบคุมการสูญเสียน้ำได้ ปริมาณน้ำเพียง 200 ถึง 300 มิลลิเมตร ก็เพียงพอสำหรับการปลูกถั่วเหลืองโดยไม่กระทบต่อผลผลิต แต่โดยทั่วไปพบว่าการใช้น้ำของถั่วเหลืองในแหล่งปลูกต่าง ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 350 ถึง 450 มิลลิเมตร โดยถั่วเหลืองจะมีความต้องการน้ำมากที่สุดในช่วงออกดอกถึงระยะติดฝัก

ตารางที่ ค.7 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกถั่วเหลือง

หัวข้อ	รายละเอียด
ศัตรูพืชที่สำคัญ	หนอนเจาะฝัก และ เพลี้ยอ่อน
การเก็บเกี่ยว	ถ้าปลูกฤดูฝนเก็บได้ เมื่อถั่วเหลืองอายุ 95 ถึง110 วัน ถ้าปลูกในฤดูแล้งหรือปลายฤดูฝน เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 90 ถึง 95 วัน การเก็บเกี่ยวในฤดูฝนและฤดูแล้งแตกต่างกันมาก เพราะฤดูแล้งนวดถั่วได้ง่าย ส่วนในฤดูฝนจะต้องเก็บเกี่ยวในเดือนสิงหาคม ซึ่งยังมีฝนตกหนักอยู่ จึงมักประสบกับปัญหาการตากและนวดยาก ทำให้เมล็ดถั่วเหลืองขึ้นรา และเสียหายได้ง่าย

ค-1.8. **งา**

ตารางที่ ค.8
ขั้นตอนการปลูกงา

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม ปลูกโดยอาศัยแหล่งน้ำหรือน้ำฝน ช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กลางเดือนสิงหาคม ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน จะได้เมล็ดมีคุณภาพดี เนื่องจากช่วงเก็บเกี่ยวไม่มีฝน
การเตรียมดิน	การเตรียมดินที่ร่วนซุยดีจะช่วยให้งางอกได้ดีและสม่ำเสมอ การไถพรวน จะมากหรือน้อยขึ้นกับโครงสร้างและชนิดของเนื้อดิน และปริมาณวัชพืช ถ้าเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย ไถ 1 ถึง 2 ครั้ง ดินร่วนเหนียวไถ 2 ถึง 3 ครั้ง ถ้าดินมีอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1เปอร์เซ็นต์ ให้หว่านปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ที่ย่อยสลายดีแล้ว อัตรา 1,000 ถึง 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วพรวนกลบ ถ้าดินมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 5.5 ให้หว่านปูนขาว อัตรา 100 ถึง 200 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกงา

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการปลูก	หว่านเมล็ดงาให้กระจายสม่ำเสมอ ในแปลงปลูก แล้วคราดกลบทันทีเพราะถ้ารอจนหน้าดินแห้ง หรือเมล็ดถูกแดดเผานานๆ เมล็ดงาจะตกมัน ทำให้ไม่งอก หรืองอกไม่สม่ำเสมอ สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่หว่านจะใช้ประมาณ 1 ถึง 2 กิโลกรัมต่อไร่ ขึ้นอยู่กับสภาพการเตรียมดินและความเคยชินของเกษตรกร
การใส่ปุ๋ย	ปุ๋ยเคมีที่ใช้กับงา ในดินทรายหรือดินร่วนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ควรให้ปุ๋ยที่มีสารอาหารครบทั้ง 3 ธาตุ และ ควรใส่ขณะที่งาจะออกดอกในปริมาณที่ไม่มากเกินไปเพราะปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้งาแก่ช้า และน้ำมันในเมล็ดลดลง
การให้น้ำ	งาค่อนข้างทนแล้ง ไม่จำเป็นต้องให้น้ำ ถ้าดินมีความชื้นสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก การปลูกงาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคมในเขตที่มีการให้น้ำแบบยกแปลงปลูก ก่อนปลูกควรให้ดินมีความชื้นพอเพียง และให้น้ำหลังงอกทุก 7 ถึง 15 วัน ไม่ควรให้งาขาดน้ำในช่วงออกดอกและติดฝัก หรือประมาณ 30 ถึง 45 วันหลังปลูก
ศัตรูพืชที่สำคัญ	ไรขาวพริก, ด้วงเต่า, มวนพิฆาต และ หนอนห่อใบงา,
การเก็บเกี่ยว	เก็บเกี่ยวตามอายุของพันธุ์ที่ปลูก สังเกตจากฝักงา 2 ใน 3 ของลำต้นเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และมีจำนวน 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูก สามารถสังเกตจากเมล็ดในฝักที่ 2 ถึง 3 จากยอดเปลี่ยน เป็นสีน้ำตาล

ค-1.9. **ทานตะวัน**

ตารางที่ ค.9
ขั้นตอนการปลูกทานตะวัน

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ฤดูฝน ในสภาพพื้นที่ที่เป็นดินร่วนเหนียว ควรปลูกเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน แต่ถ้าสภาพพื้นที่ที่ปลูกเป็นดินร่วนทราย ควรปลูกในเดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงกลางฤดูฝน ฤดูแล้ง ถ้าในแหล่งปลูกนั้นสามารถใช้น้ำจากชลประทานได้ก็สามารถปลูกเป็นพืชเสริมได้ โดยปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงหลังจากเก็บเกี่ยวข้าว
การเตรียมดิน	การเตรียมดินก่อนปลูก ควรไถดินให้ลึกในระดับ 30 เซนติเมตรหรือลึกกว่านั้น เพราะเมื่อฝนตกดินจะสามารถรับน้ำให้ซึมซับอยู่ในดินได้มากขึ้น การไถดินลึกจะช่วยทำลายการอัดแน่นของดินในชั้นไถพรวน ทำให้น้ำซึมลงในดินชั้นล่างได้มากขึ้น
วิธีการปลูก	หลังจากเตรียมดินเสร็จแล้ว ควรทำร่องสำหรับหยอดเมล็ดโดยให้แต่ละร่องห่างกัน 70 ถึง 75 เซนติเมตร และให้หลุมปลูกในร่องห่างกัน 25 ถึง 30 เซนติเมตร หยอดหลุมละ 2 เมล็ด แล้วกลบดินโดยให้เมล็ดอยู่ลึก 5 ถึง 8 เซนติเมตร เมื่อพืชงอกได้ 10 วัน หรือมีใบจริง 2 ถึง 4 คู่ให้ถอนแยกเหลือไว้เฉพาะต้นที่แข็งแรงเพียงหลุมละ 1 ต้น
การใส่ปุ๋ย	ทานตะวันเป็นพืชที่ให้โปรตีน และแร่ธาตุสูง จึงควรใส่ปุ๋ยในปริมาณที่พืชต้องการตามสภาพดินที่ปลูกด้วย ควรให้เมื่อทานตะวันอายุได้ 30 วัน หรือมีใบจริง 6 ถึง 7 คู่ ซึ่งเป็นระยะกำลังจะออกดอก หากมีการตรวจวิเคราะห์ดินก่อนปลูก จะช่วยให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและในกรณีที่เป็นดินทรายและขาดธาตุโบรอน

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกทานตะวัน

หัวข้อ	รายละเอียด
การให้น้ำ	ครั้งที่ 1 หลังจากปลูกเสร็จแล้วรีบให้น้ำทันที ครั้งที่ 2 ระยะมีใบจริง 2 คู่ หรือประมาณ 10-15 วัน หลังงอก ครั้งที่ 3 ระยะเริ่มมีตาดอก หรือประมาณ 30-35 วัน หลังงอก ครั้งที่ 4 ระยะดอกเริ่มบาน หรือประมาณ 50-55 วัน หลังงอก ครั้งที่ 5 ระยะกำลังติดเมล็ด หรือประมาณ 60-70 วัน หลังงอก การให้น้ำควรให้น้ำอย่างเพียงพอให้ดินชุ่ม แต่ไม่ต้องถึงกับแฉะ และน้ำขัง การให้น้ำควรคำนึงถึงความชุ่มชื้นในดินด้วย ไม่ควรปล่อยให้ดินแห้งมาก
ศัตรูพืชที่สำคัญ	หนอนเจาะสมอฝ้าย และ เพลี้ยจักจั่น
การเก็บเกี่ยว	วิธีการเก็บเกี่ยวนั้นให้สังเกตจากด้านหลังของจานดอกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นช่วงการสร้างน้ำมันในเมล็ดจะเริ่มลดลง และจะหยุดสร้างน้ำมันเมื่อจานดอกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลก็เริ่มเก็บเกี่ยวได้ หลังจากนั้นให้นำไปผึ่งแดดจัด ๆ 1 ถึง 2 แดด โดยแขวนให้หัวห้อยลงและหมั่นกลับช่อดอก เพื่อให้ดอกแห้งอย่างสม่ำเสมอ

ค-1.10. ถั่วลิสง

ตารางที่ ค.10
ขั้นตอนการปลูกถั่วลิสง

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	การปลูกในฤดูฝน แบ่งเป็น 3 ช่วงคือ ต้นฤดูฝนในช่วงเมษายน ถึง พฤษภาคม, กลางฤดูฝนในช่วงมิถุนายน และ ปลายฤดูฝนในช่วงกรกฎาคม ถึง สิงหาคม) การปลูกในฤดูแล้ง มี 2 วิธี คือ ปลูกในนาโดยอาศัยน้ำชลประทานในช่วงธันวาคม ถึงมกราคม และ ปลูกหลังนา โดยอาศัยความชื้นในดินในช่วงตุลาคม
การเตรียมดิน	กรณีปลูกในฤดูฝน พื้นที่มีวัชพืชน้อย ไม่ต้องเตรียมดินให้ไถเปิดร่อง แล้วหยอดเมล็ดตาม ในกรณีที่ปลูกในพื้นที่ที่มีวัชพืชหนาแน่น ให้เตรียมดินโดยไถ 1 ครั้ง ลึก 10-20 เซนติเมตร ตากดิน 7-10 วัน พรวน 1 ครั้ง แล้วคราดเก็บเศษซาก ราก เหง้า หัว และไหล ของวัชพืชข้ามปีออกจากแปลง กรณีปลูกในฤดูแล้ง ปลูกในนาโดยอาศัยน้ำชลประทาน ให้เตรียมดินปลูกเช่นเดียวกับการปลูกในฤดูฝน โดยยกร่องปลูกสูง 20-25 เซนติเมตร การวิเคราะห์ดิน ถ้าดินมีค่าอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ หลังจากไถพรวนดินให้หว่านปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้ว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินร่วนเหนียวปนทราย และอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย
วิธีการปลูก	ปลูกด้วยเมล็ดที่มีอัตราความงอกมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ อัตราปลูก 13 ถึง14 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพันธุ์ถั่วลิสงฝักสด และอัตรา 17 ถึง 18 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพันธุ์ถั่วลิสงฝักแห้ง ระยะปลูก 50 X 20 เซนติเมตร ปลูกในหลุมลึก 5 ถึง 8 เซนติเมตร จำนวน 2 ถึง 3 เมล็ดต่อหลุม ซึ่งจะได้จำนวน 32,000 ถึง 48,000 ต้นต่อไร่ ถ้าปลูกในฤดูแล้งโดยอาศัยความชื้นในดินควรปลูกให้ลึก 10 เซนติเมตร คราดหน้าดินหลังปลูกให้สม่ำเสมอเพื่อช่วยให้เมล็ดงอกดีขึ้น

ตารางที่ ค.10 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกถั่วลิสง

หัวข้อ	รายละเอียด
การใส่ปุ๋ย	ควรใส่ก่อนปลูกหรือหลังถั่วลิสงงอก ไม่เกิน 15 วันหรือใส่พร้อม กับการกำจัดวัชพืชและการพรวนดินพูนโคน โดยปริมาณของปุ๋ยขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน
การให้น้ำ	ให้น้ำก่อนหรือหลังจากที่ปลูกแล้วควรให้น้ำทันที จากนั้นให้น้ำอีกทุก 10 วัน โดยการปล่อยให้ท่วมแปลง หรือ ปล่อยตามร่องแล้วระบายน้ำออก
ศัตรูพืชที่สำคัญ	เสี้ยนดิน, หนอนชอนใบถั่วลิสง, เพลี้ยอ่อนถั่ว, เสี้ยนดิน, หนู และ เพลี้ยไฟ
การเก็บเกี่ยว	ทำได้โดย การนับอายุถั่วลิสงจะอยู่ระหว่าง 100 ถึง 120 วัน และการสังเกตดูสีของเปลือกฝักด้านใน เมื่อถั่วลิสงแก่จะมีสีเปลือกฝักด้านในเป็นสีน้ำตาล

ค-1.11. **ฝ้าย**

ตารางที่ ค.11
ขั้นตอนการปลูกฝ้าย

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	<u>ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</u> ซึ่งเป็นท้องที่ที่ฝนหมดเร็วและดินไม่อุ้มน้ำนั้น จะต้องปลูกฝ้ายในระยะปลายเดือน มิถุนายนถึงต้นเดือนกรกฎาคม จะให้ผลิตผลดี <u>ภาคเหนือ</u> เช่น แพร่ น่าน และลำปาง ควรจะปลูกในต้นเดือนกรกฎาคม <u>ภาคกลางตอนเหนือ</u> เช่น แถบสุโขทัย ปลูกได้ดีภายในเดือนกรกฎาคม <u>ภาคกลางตอนล่าง</u> ตั้งแต่นครปฐม สุพรรณบุรี ลงไปถึงเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์นั้น ควรปลูกในช่วงปลายเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนสิงหาคม

ตารางที่ ค.11 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกฝ้าย

หัวข้อ	รายละเอียด
การเตรียมดิน	การไถพรวนทำให้ดินร่วนซุย โดยจะไถ 2 หรือ 3 ครั้ง ตามสภาพพื้นที่ดิน การเตรียมดินควรเริ่มทำก่อนถึงกำหนดปลูกประมาณ 1 เดือน โพยไถดะ ฆ่าหญ้าในครั้งแรก ทิ้งไว้ให้หญ้าตายก่อน เมื่อถึงวันปลูกจึงไถแปรและพรวนอีกครั้งก็จะใช้ปลูกฝ้ายได้
วิธีการปลูก	ควรปลูกฝ้ายเป็นแนวขวางทิศทางลมโดยการหยอดเมล็ดเป็นหลุม ๆ หลุมละ 5 ถึง 7 เมล็ด กลบดินให้มิดเมล็ด การปลูกจะมี 2 วิธีคือ <u>ปลูกเมื่อดินมีความชื้นพอ</u> หลังจากหยอดเมล็ดพันธุ์จะกลบดินเพียงบางๆ <u>ปลูกเพื่อรอฝน</u> เป็นการปลูกในขณะที่ดินยังแห้ง และ มีความชื้นไม่เพียงพอกับการงอก วิธีนี้จะต้องกลบดินให้หนาเมล็ดอยู่ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร
การใส่ปุ๋ย	ใช้ปุ๋ยจำนวนครึ่งหนึ่งของปุ๋ยไนโตรเจน ผสมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมดลงในร่องปลูก ซึ่งเตรียมไว้ลึกประมาณ 5 ถึง 6 นิ้ว แล้วกลบปุ๋ยนั้น จากนั้นจึงทำการปลูกฝ้ายโดยให้เมล็ดฝ้ายห่างจากปุ๋ยประมาณ 2 ถึง 3 นิ้ว ระวังอย่าให้เมล็ดสัมผัสปุ๋ยโดยตรง จะทำให้การงอกเสียไป ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนที่เหลือให้ใส่เมื่อฝ้ายอายุได้ 25 ถึง 30 วัน นับจากวันงอก โดยโรยปุ๋ยข้างแถวฝ้ายห่างต้นฝ้าย ประมาณ 5 ถึง 6 นิ้ว แล้วพรวนดินกลบโคนฝ้ายอีกครั้งหนึ่ง
การให้น้ำ	ฝ้ายนั้นต้องการปริมาณน้ำตลอดฤดูการปลูกประมาณ 500 มิลลิเมตร โดยเฉพาะช่วงระหว่างงอก และ ดอกบานจนถึงสมอเริ่มแตก ถ้าขาดน้ำในช่วงนี้จะทำให้ได้ผลผลิตและคุณภาพของเส้นใยลดลง
ศัตรูพืชที่สำคัญ	เพลี้ยอ่อน, เพลี้ยจักจั่น, เพลี้ยไฟ, แมลงหวี่ขาว และ หนอนเจาะสมอฝ้าย
การเก็บเกี่ยว	โดยปกติแล้วจะสามารถเริ่มเก็บเกี่ยวฝ้ายได้เมื่ออายุ 120 วันหลังงอก และจะเก็บเกี่ยวไปเรื่อย ๆ ช่วงห่างกันประมาณ 10 วัน เก็บเกี่ยว 3 ถึง 4 ครั้งก็จะแล้วเสร็จ การเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนสุดท้ายในไร่นาและเป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่ง

ค-1.12. มันฝรั่ง

ตารางที่ ค.12
ขั้นตอนการปลูกมันฝรั่ง

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ฤดูแล้ง ช่วงที่เหมาะสมควร ปลูกเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนธันวาคม และเก็บเกี่ยวประมาณเดือนกุมภาพันธุ์ ถึง มีนาคม ฤดูฝน การปลูกแบ่งเป็น 2 รุ่น คือ รุ่นหนึ่ง ปลูกเดือนมีนาคม ถึง เมษายน เก็บเกี่ยวเดือนมิถุนายน ถึง กรกฎาคม และรุ่นสอง ปลูกเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม เก็บเกี่ยวเดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน
การเตรียมดิน	ไถดินให้ลึกอย่างน้อย 20 เซนติเมตร ตากดินไว้ก่อนปลูก 1 ถึง 15 วัน หากดินเป็นกรดมากควร ใช้โดโลไมท์หว่านให้ทั่วแปลง อัตรา 200 ถึง 500 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรดของดิน จากนั้นไถพรวนอีก 2-3 ครั้ง
วิธีการปลูก	ปลูกแบบแถวเดี่ยวไม่ยกร่อง ขุดร่องยาวตามแนวแปลงลึกประมาณ 1 หน้าจอบ ระยะระหว่างร่อง 75 ถึง 90 เซนติเมตร ควรใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีรองก้นหลุมก่อนปลูก คลุกเคล้ากับดิน วางหัวพันธุ์ในร่องห่างกัน 20 ถึง 30 เซนติเมตร ปลูกแบบแถวเดี่ยวยกร่อง ขุดยกร่องให้สูงขึ้นสันร่องสูงประมาณ 20 เซนติเมตร ระยะระหว่างร่องประมาณ 75 ถึง 90 เซนติเมตร ยกแปลงปลูกแบบแถวคู่ วิธีนี้จะยกแปลงปลูกขนาดกว้าง 1 ถึง 1.2 เมตร ยาวตามพื้นที่ ขุดหลุมปลูกแถวคู่บนหลังแปลง ระยะระหว่างแถว 40 ถึง 80 เซนติเมตร ระยะระหว่างหลุม 30 ถึง 40 เซนติเมตรใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม
การใส่ปุ๋ย	โดยทั่วไปแล้ว ควรแบ่งการใส่ปุ๋ยให้มันฝรั่งเป็น 3 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 ใส่ปุ๋ยทั้ง 3 ธาตุในปริมาณที่เท่าๆกัน โดยใส่รองก้นหลุมก่อนปลูก ครั้งที่ 2 เมื่อมันฝรั่งอายุได้ 15 ถึง20 วัน ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่ม โดยใส่เป็นแถว ครั้งที่ 3 เมื่อมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน ใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเพิ่ม โดยโรยเป็นแถว

ตารางที่ ค.12 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกมันฝรั่ง

หัวข้อ	รายละเอียด
การให้น้ำ	ความถี่ของการให้น้ำจะ ผันแปรตามระยะการเจริญเติบโตของมันฝรั่ง ในระยะแรกหลังจากปลูกมันฝรั่งต้องการน้ำน้อย และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อต้นเจริญเติบโตคลุมดินเต็มที่ และต้องการปริมาณน้ำมากจนต้นฝรั่งแก่
ศัตรูพืชที่สำคัญ	ผีเสื้อเจาะหัวมันฝรั่ง, หนอนกระทู้กัดต้น, แมลงวันหนอนชอนใบ และ เพลี้ยไฟ
การเก็บเกี่ยว	มันฝรั่งที่แก่ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ลำต้นจะล้มเอนราบไปกับพื้นดิน ควรขุดมันฝรั่งเมื่อแก่จัดเต็มที่เมื่อลำต้นและใบเริ่มแห้งตายเท่านั้น

ค-1.13. **ละหุ่ง**

ตารางที่ ค.13
ขั้นตอนการปลูกละหุ่ง

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ละหุ่งอายุสั้น ฤดูปลูกที่เหมาะสมคือช่วงปลายเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม ละหุ่งอายุยาว ฤดูปลูกที่เหมาะสม ควรปลูกช่วงเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม แต่ในบางพื้นที่ที่มีปัญหาฝนตกชุกในช่วงปลายฝน ควรเลื่อนเวลาปลูกมาเป็นช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม เพื่อไม่ให้ผลผลิตเสียหายเนื่องจากฝนตกหนักในช่วงเก็บเกี่ยว
การเตรียมดิน	การเตรียมดินที่ดีช่วยให้ละหุ่งเจริญเติบโตได้ดี และ ให้ผลผลิตสูง จำนวนครั้งในการไถพรวนขึ้นอยู่กับโครงสร้าง และ ชนิดของเนื้อดิน รวมความหนาแน่นของวัชพืช ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย ไถ 1 ถึง 2 ครั้ง ดินร่วนเหนียวไถ 2 ถึง 3 ครั้ง

ตารางที่ ค.13 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกละหุ่ง

หัวข้อ	รายละเอียด
วิธีการปลูก	การปลูกควรปลูกเป็นแถวใช้จอบขุดหลุมลึก 5 เซนติเมตร หยอดหลุมละ 1 เมล็ด ละหุ่งพันธุ์อายุสั้น ควรปลูกในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินพอสมควรช่วงปลายฝน ละหุ่งพันธุ์อายุยาว ไม่ควรปลูกเป็นแปลงใหญ่เพราะเสี่ยงต่อการระบาดของศัตรูละหุ่ง
การใส่ปุ๋ย	การใส่ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพนั้น ควรพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดินว่าดินขาดธาตุอาหารใดบ้าง และสามารถเลือกใช้ปุ๋ยได้อย่างถูกต้องและไม่สิ้นเปลือง แต่ถ้าไม่สามารถวิเคราะห์ดินได้ให้พิจารณาจากลักษณะเนื้อดิน
การให้น้ำ	การปลูกในต้นฤดูฝนอาศัยเพียงฝนอย่างเดียว แต่ถ้าปลูกปลายฤดูฝนควรมีการให้น้ำครั้งแรกตอนปลูกและระยะออกดอก เพราะถ้าขาดน้ำในช่วงออกดอกจะทำให้เมล็ดลีบ
ศัตรูพืชที่สำคัญ	หนอนคืบละหุ่ง และ เพลี้ยจักจั่น
การเก็บเกี่ยว	สังเกตจากช่อแห้งประมาณครึ่งช่อ สำหรับละหุ่งพันธุ์พื้นเมือง เช่น พันธุ์ลายขาวนวล เพราะ ถ้าปล่อยให้แห้งทั้งช่อเมล็ดจะร่วงแต่พันธุ์ส่งเสริมพันธุ์ อื่น เช่น ทีซีโอ 101 ทีซีโอ 202 เอช 22 อุบล 90 สมารถปล่อยให้ผลแก่ทั้งช่อได้ การเก็บเกี่ยวทำโดยตัดช่อของละหุ่งทีละช่อ ให้แห้ง รูดก้านออก นำฝักละหุ่งมากะเทาะด้วยมือหรือเครื่องกะเทาะละหุ่ง ได้เมล็ดเก็บบรรจุกระสอบไว้รอจำหน่ายต่อไป

ค-1.14. มันเทศ

ตารางที่ ค.14
ขั้นตอนการปลูกมันเทศ

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	ฤดูฝน ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึง กลางเดือนมิถุนายนการเตรียมดินจะต้องเริ่มหลังจากฝนตกครั้งแรกในเดือนพฤษภาคม และปลูกโดยเร็วหลังจากเตรียมดินเสร็จเรียบร้อยแล้ว การปลูกในฤดูฝนนี้จะเก็บหัวได้ราวเดือนสิงหาคม หลังฤดูฝน ราวเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน โดยผลผลิตจะน้อยกว่าในฤดูฝน
การเตรียมดิน	ควรไถดะ ตากดิน 7 ถึง 10 วัน แล้วจึงไถแปรหรือไถพรวนยกแปลงปลูกมันเทศให้สูงขึ้นเป็นรูปสามเหลี่ยม สูง 45 ถึง 60 เซนติเมตร แต่ละร่องห่างกัน 100 เซนติเมตร
วิธีการปลูก	การใช้ลำต้นหรือเถาปลูก ส่วนใหญ่ใช้ลำต้นที่แก่หลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว โดยตัดเถาให้ยาวประมาณ 25 ถึง 30 เซนติเมตร หรือมีข้อประมาณ 6 ถึง 8 ข้อ การใช้เถานี้นิยมใช้ส่วนยอดมากกว่าส่วนอื่นๆ การใช้หน่อจากหัว โดยเอาหัวมันเทศลงเพาะในทราย พรมน้ำให้เปียกทิ้งไว้ 6 ถึง 7 วัน จะมีหน่องอกขึ้นมาตามตาของหัวแช่ลงในน้ำยาป้องกันเชื้อรา นำลงปลูกในแปลงเพาะชำจนออกรากและหน่อขึ้นงามดีแล้วจึงย้ายไปปลูกในไร่ การเตรียมเถาชำ ซึ่งมีใบติด 1 ใบโดยคัดเลือกเถาที่อวบสมบูรณ์ปราศจากโรคและแมลง ใช้มีดตัดเถาออกเป็นท่อน ๆ หนึ่งมีใบติดเพียง 1 ใบแล้วนำไปชำในแปลงเพาะ จนออกรากและแตกหน่อดีแล้วจึงย้ายไปปลูก
การใส่ปุ๋ย	ปุ๋ยเคมี ควรแบ่งใส่ 2 ครั้ง โดยรองก้นหลุมก่อนปลูก และหลังจากปลูก 45 วัน ปุ๋ยคอกที่เหมาะสม ควรเป็นมูลวัว มูลควาย ไม่ควรใส่ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยมูลเป็ด และปุ๋ยมูลไก่ ซึ่งจะทำให้มันเทศมีการเจริญเติบโตทางยอดมากงาม

ตารางที่ ค.14 (ต่อ)
ขั้นตอนการปลูกมันเทศ

หัวข้อ	รายละเอียด
การให้น้ำ	ในฤดูฝน หลังฝนตก ไม่จำเป็นต้องรดน้ำ จะให้น้ำเฉพาะระยะปลูกใหม่ๆ เพื่อให้มันเทศตั้งตัวได้ ในฤดูหนาว และ ฤดูแล้ง หลังจากให้น้ำจนมันเทศเจริญเติบโตทางส่วนยอดดีแล้ว ควรให้น้ำเดือนละ 2 ถึง 3 ครั้ง
ศัตรูพืชที่สำคัญ	ด้วงงวงมันเทศ และ หนอนชอนใบมันเทศ
การเก็บเกี่ยว	ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมันเทศ ผลผลิตมันเทศ จำนวนหัว ขนาด และ น้ำหนักหัว ขึ้นกับชนิดของพันธุ์ สภาพแวดล้อม และฤดูปลูก โดยทั่วไปมันเทศมีอายุเก็บเกี่ยว 90 ถึง 150 วัน เครื่องมือที่นิยมใช้ในการเก็บเกี่ยว คือ จอบ ไถเทียมวัว ไถ เดินตาม เป็นต้น การใช้ไถหัวหมู ที่ปรับระยะที่เหมาะสมไถระหว่างแถวจะเก็บเกี่ยวได้รวดเร็ว แต่อาจทำให้หัวหักเป็นแผลเน่าได้ และส่วนหัวมันเทศที่เหลืออยู่ในไร่ ต้องใช้จอบช่วยขุด

ค-1.15. ปอ

ตารางที่ ค.15
ขั้นตอนการปลูกปอ

หัวข้อ	รายละเอียด
ฤดูปลูก	การออกดอกของปอทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นสิ้นสุด การสร้างผลิตผลของเส้นใยก็สิ้นสุดลงด้วย การปลูกปอจึงจำเป็นต้องให้ปอเจริญเติบโตทางลำต้นยาวนานที่สุด เพื่อจะให้ได้ผลิตผลเส้นใยสูงสุด ตามปกติเกษตรกรจะเริ่มปลูกปอเมื่อฝนเริ่มตกในระยะแรกประมาณเดือนเมษายนหรืออย่างช้าเดือนพฤษภาคม

ตารางที่ ค.15 (ต่อ)
ตารางแสดงขั้นตอนการปลูกปอ

หัวข้อ	รายละเอียด
การเตรียมดิน	เริ่มไถเมื่อฝนตกครั้งแรกประมาณเดือนเมษายน แต่ไม่ควรไถในช่วงที่ดินเปียกเกินไป เพราะจะทำให้ดินอัดตัวแน่นมีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี มีโรคระบาดได้ง่ายควรไถดะและไถแปรอย่างละ 1 ครั้ง และไถลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ก็เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของปอ
วิธีการปลูก	<u>การปลูกเป็นแถว</u> ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ระหว่างต้น 10 เซนติเมตร ปอ 1 ต้นต่อหลุม แต่การปลูกโดยวิธีนี้ทำให้ปลูกได้ช้า เสียค่าใช้จ่ายมาก อาจปลูกโดยโรยเมล็ดปอเป็นแถว เพิ่มระยะระหว่างแถวเป็น 50 เซนติเมตร สำหรับปอแก้วใช้เมล็ดพันธุ์ในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ และปอกระเจาใช้ในอัตราประมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อไร่ <u>การปลูกแบบหว่าน</u> สามารถปลูกได้เร็ว ใช้แรงงานน้อย วิธีการนี้จะเหมาะสมในสภาพที่มีวัชพืชรบกวนน้อย แต่ถ้าเกิดโรคขึ้นในแปลงปลูก โรคจะแพร่ระบาดได้เร็วกว่าการปลูกเป็นแถว สำหรับอัตราเมล็ดพันธุ์ที่แนะนำให้กสิกรหว่านคือ ปอแก้วใช้ในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ ปอกระเจาใช้ในอัตรา 0.5 ถึง 1 กิโลกรัมต่อไร่
การใส่ปุ๋ย	ปอเป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยเป็นปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับพืชชนิดอื่น
การให้น้ำ	ปอสามารถดูดน้ำจากในดินมาใช้ได้โดยไม่ต้องให้น้ำ
ศัตรูพืชที่สำคัญ	เพลี้ยจักจั่น และ หนอนคืบ
การเก็บเกี่ยว	ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวปอแก้วและปอคิวบาที่ทำให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพและผลิตผลดี คือ ระยะที่ปอออกดอกประมาณร้อยละ 50 สำหรับปอกระเจาควรเก็บเกี่ยวเมื่อปอติดฝักอ่อน

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นายณนัทธ์ มณีขัติยะ
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2529
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2551
ตำแหน่ง	นักศึกษาปริญญาโท
ทุนการศึกษา	-
ผลงานทางวิชาการ	การตีพิมพ์วารสารมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Thammasat Int. J. Sc. Tech. (13), 2008 “Mercury(II) Removal from Water by Batch Adsorption with Natural Rubber Chips”
ประสบการณ์การทำงาน	Thai Mitsui Specialty Chemicals