การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

จุฑารัตน์ คงเกษม

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

จุฑารัตน์ คงเกษม

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์
บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

จุฑารัตน์ คงเกษม

การค้นคว้าอิสระนี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา เสถียรพีระกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกศสุดา สิทธิสันติกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

ชื่อผู้เขียน นางจุฑารัตน์ คงเกษม

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา เสถียรพีระกุล

บทคัดย่อ

การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) จัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ 2) ศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ 3) ประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงจากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง จำนวน 10 ราย โดยใช้แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติอย่างง่าย ได้แก่ ค่าร้อยละ สัดส่วนผลรวมและค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบข้อมูล ส่วนการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวอินทรีย์นั้นใช้กระบวนการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษา พบว่า 1) การจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำของข้าวอินทรีย์ตามประเภทของบัญชีรายการ สารขาเข้า ได้แก่ เมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 12.41 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยคอกเฉลี่ย 113.10 กิโลกรัมต่อไร่ สารชีวภาพเฉลี่ย 0.61 ลิตรต่อไร่ น้ำหมักชีวภาพเฉลี่ย 0.25 ลิตรต่อไร่ วัสดุปรับปรุงดินเฉลี่ย 7.72 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่นเฉลี่ย 5.73 ลิตรต่อไร่ ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตข้าวอินทรีย์ ได้รับน้ำฝนเป็นหลัก โดยมีปริมาณการใช้น้ำ 1,145.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ สารขาออก ได้แก่ ข้าวเปลือกอินทรีย์ โดยมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 581 กิโลกรัมต่อไร่ 2) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ 1,971.02 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน 3) มูลค่าทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวอินทรีย์ ต่อปริมาณการใช้น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร พบว่า การผลิตข้าวอินทรีย์มีผลผลิตข้าวเฉลี่ย 0.581 ตันต่อไร่ เกษตรกรมีผลตอบแทนสุทธิ 3,982.35 บาทต่อไร่ มีปริมาณการใช้น้ำ 1,145.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หากรวมต้นทุนการใช้น้ำเกษตรกรจะมีผลตอบแทนสุทธิ 3,828.72 บาทต่อไร่ คิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจต่อปริมาณการใช้น้ำ 3.34 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับค่าน้ำชลประทาน 0.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

คำสำคัญ : วอเตอร์ฟุตพริ้นท์, ข้าวอินทรีย์, วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง

Title THE STUDIES ON WATER FOOTPRINT OF RICE ORGANIC BAAN DON JIAN COMMUNITY ENTERPRISE MAE TANG DISTRICT CHIANG MAI

Author Mrs. Jutharat KongKasem

Degree Master of Science in Geosocial Based Sustainable Development

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Kanitta Satienperakul

ABSTRACT

The study on water footprint of organic rice by Ban Don Jiang organic agricultural enterprise in Mae Tang District, Chiang Mai, was conducted 1) to make an accounting report of water usage in organic rice production; 2) to study water footprint in organic rice production; and, 3) to estimate the economic value of water usage and comparing the economic investment return from organic rice production. In this study, specific sample groups were formed from farmers who were members of Ban Don Jiang organic rice community enterprise comprising of 10 farmers. Data were collected through interviews of farmers planting organic rice, which were then analyzed by using simple statistics such as percentages, ratios, total and average values for data comparison. Analysis of water footprint of organic rice was done by using the water footprint of the product. Results of the study showed that 1) the account list of water usage of organic rice was based on the types of input materials such as average seed (12.41 kg/rai), average manure fertilizer (113.10 kg/rai); average bio-substances (0.61l/rai), average bio-fermented liquid (0.25 l/rai), average soil amendment materials 7.72 kg/rai), average fuel oil and lubricant (5.73 l/rai). Estimated usage of water for organic rice production consisted mainly of rainfall with average water used at 1,145.15 m^3/rai. Output materials included organic paddy rice (average yield of 581kg/rai); 2) water footprint of organic rice (1,971.02 m^3/ton); 3) economic value of organic rice production per 1 m^3 water usage showed that organic rice production yielded 0.581 ton/rai with farmers obtaining a net return of 3,828.72

baht/rai equivalent to economic return per amount of water usage at 3.34 baht/m^3 as compared to 0.50 baht/m^3 of using irrigation water.

Keywords : water footprint, organic rice, Ban Don Jiang organic agriculture community enterprise

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา เสถียรพีระกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และรองศาสตราจารย์ ดร.เกศสุดา สิทธิสันติกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาในการให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ปรึกษา ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์จนกระทั่งการศึกษาฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือและสนับสนุนอย่างดียิ่ง และที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้รับทุนการศึกษาพระราชทานจากมูลนิธิชัยพัฒนา ที่สนับสนุนทุนการศึกษาระดับมหาบัณฑิต จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมชลประทาน เจ้าหน้ากรมอุตนิยมวิทยา เจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอแม่แตง เจ้าหน้าที่เกษตรตำบล และเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตงทุกท่านที่ได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์และอำนวยความสะดวกอย่างดียิ่ง

ผู้ศึกษาคาดหวังว่าผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์กับเกษตรกร ผู้ประกอบการ หน่วยงาน ตลอดจนผู้สนใจทั่วไป หากส่วนใดส่วนหนึ่งของการค้นคว้าอิสระมีข้อผิดพลาด ผู้ศึกษาขอน้อมรับและขออภัยไว้ ณ ที่นี้

จุฑารัตน์ คงเกษม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
ขอบเขตของการวิจัย 3
นิยามศัพท์ปฏิบัติการ 3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 5
การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) 5
การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) 8
เกษตรอินทรีย์ 20
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับต้นทุนและผลตอบแทน 32
การคำนวณผลต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตพืช 39
วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 43
กรอบแนวคิดในการวิจัย 48

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 49
สถานที่ดำเนินการวิจัย 49
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 49
เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 50
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 50
การวิเคราะห์ข้อมูล 51
บทที่ 4 ผลการศึกษา 58
ตอนที่ 1 ผลการจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ของ วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 59
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ข้าวอินทรีย์ของ วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 62
ตอนที่ 3 ผลการประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากการผลิตข้าวอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ปีเพาะปลูก 2560/61 . 74
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 81
บรรณานุกรม 84
ภาคผนวก 88
ภาคผนวก ก แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย 89
ประวัติผู้วิจัย 100

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าแฟกเตอร์สำหรับการคำนวณหาปริมาณฝนใช้การ 17

ตารางที่ 2 มาตรฐานของสินค้าเกษตร 21

ตารางที่ 3 เนื้อที่เพาะปลูกของสมาชิกผู้เพาะปลูกข้าวอินทรีย์บ้านดอนเจียง 59

ตารางที่ 4 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกของกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 61

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวที่ใช้อ้างอิงในการศึกษา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 63

ตารางที่ 6 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยวิธี Penman Monteith ภาคเหนือรายเดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 64

ตารางที่ 7 ปริมาณการคายระเหยน้ำของพืช ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 65

ตารางที่ 8 ความต้องการน้ำของพืช เมื่อรวมค่าความซึมลึก ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 65

ตารางที่ 9 ความต้องการน้ำของพืช รายเดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 66

ตารางที่ 10 ปริมาณน้ำฝน รายเดือนของอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ปีเพาะปลูก 2560/61 .. 67

ตารางที่ 11 ปริมาณฝนใช้การของข้าวอินทรีย์ คำนวณด้วยวิธีของ USDA ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 68

ตารางที่ 12 ค่าแฟกเตอร์สำหรับการคำนวณหาปริมาณฝนใช้การ 69

ตารางที่ 13 ปริมาณการใช้น้ำฝนของข้าวอินทรีย์ คำนวณด้วยวิธีของกรมชลประทาน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 69

ตารางที่ 14 ความต้องการน้ำชลประทานของข้าวอินทรีย์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 70

ตารางที่ 15 ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวอินทรีย์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 71

ตารางที่ 16 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของข้าวอินทรีย์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม 71

ตารางที่ 17 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของข้าวอินทรีย์ 72

ตารางที่ 18 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีบ้านดอนเจียง อำเภอ แม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ปีเพาะปลูก 2560/61 73

ตารางที่ 19 ค่าการขาดแคลนน้ำจาการผลิตข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 74

ตารางที่ 20 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/61 75

ตารางที่ 21 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/2561 เมื่อรวมค่าน้ำชลประทาน 78

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบผลตอบแทนของข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/61 79

ตารางที่ 23 มูลค่าทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวอินทรีย์ ต่อปริมาณน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร 80

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 วัฏจักรชีวิตของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้วัสดุ การใช้พลังงานและของเสียที่ออกจากระบบ 6

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ตามหลัก ISO 14040 8

ภาพที่ 3 แนวคิดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 9

ภาพที่ 4 ค่าดัชนีความเครียดของน้ำ (WSI) ในพื้นที่ลุ่มน้ำของประเทศไทย 19

ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย 48

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

จากการพัฒนาที่ผ่านมาได้มุ่งเน้นการผลิตเชิงอุตสาหกรรมและการค้า ส่งผลให้เกษตรกรนิยมทำการเกษตรเชิงเดี่ยวที่มีการใช้สารเคมีเพื่อมุ่งเน้นผลผลิตเชิงพาณิชย์ ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ อีกทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและยังคงนำมาซึ่งความขาดแคลนน้ำ ส่งผลให้พื้นที่เกษตรกรรมบางส่วนแห้งแล้งทำการเพาะปลูกแล้วและได้ผลผลิตไม่เหมือนดังเช่นอดีต ประกอบกับน้ำเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด แต่ความต้องการใช้น้ำกำลังเพิ่มขึ้นและแหล่งน้ำต้องเผชิญกับปัญหามลภาวะทางน้ำ จากปัญหาดังกล่าวภาครัฐจึงได้ดำเนินนโยบายการพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบัน

การผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกษตรกรปรับเปลี่ยนการผลิตให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคที่นิยมบริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ประกอบกับนโยบายการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ที่มีเป้าหมายเพิ่มพื้นที่และจำนวนเกษตรกรที่ทำเกษตรอินทรีย์ เพิ่มสัดส่วนตลาดสินค้าเกษตรอินทรีย์ในประเทศต่อตลาดส่งออก และยกระดับกลุ่มเกษตรอินทรีย์วิถีพื้นบ้าน โดยส่งเสริมการวิจัย การสร้างและเผยแพร่องค์ความรู้นวัตกรรมเกษตรอินทรีย์ พัฒนาการผลิตสินค้าและบริการเกษตรอินทรีย์ พัฒนาการตลาดสินค้าและบริการ การรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์วิถีพื้นบ้าน กลุ่มเกษตรอินทรีย์ พร้อมทั้งขับเคลื่อนเกษตรอินทรีย์ไปสู่การปฏิบัติ เพื่อให้เกษตรกรเข้าใจถึงประโยชน์ของเกษตรอินทรีย์ ยกระดับการพัฒนาให้มีระบบการตรวจสอบรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ไทยให้เทียบกับมาตรฐานให้เป็นที่ยอมรับในระดับภูมิภาคหรือระดับสากล

ปัจจุบันมีเกษตรกรบางส่วนที่เกิดความตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้รวมกลุ่มกันด้วยความมุ่งมั่น ตั้งใจ ดำเนินกิจกรรมเกษตรอินทรีย์ด้วยความเข้มแข็ง อดทน ตั้งใจที่ต้องการแก้ไขปัญหาในครอบครัว อาทิ ปัญหาสุขภาพจากการใช้สารเคมี ปัญหาหนี้สิน ปัญหาการขาดที่ดินทำกิน ทำให้เกษตรกรต้องการจะสร้างภูมิคุ้มกัน สร้างความเข้มแข็งให้กับครอบครัวและชุมชน ด้วยการเลิกใช้สารเคมีหันมาทำเกษตรอินทรีย์ เริ่มเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม เช่น การขอมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ภาคเหนือ (มอน.) การรวมกลุ่มรับรองเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Guarantee Systems: PGS) เป็นต้น

กลุ่มเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ที่มีพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่อยู่นอกเขตชลประทาน ทำให้เกษตรกรไม่สามารถเพาะปลูกสินค้าเกษตรในช่วงฤดูแล้งได้ ทำให้เกษตรกรมีความสนใจเตรียมการจัดหาแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้ในยามวิกฤต ช่วงน้ำทวมหรือน้ำแล้ง เพื่อต้องการมีน้ำไว้ใช้ในปริมาณที่เพียงพอต่อการผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์จึงเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถอธิบายให้เกษตรกรเข้าใจได้ว่า หากจะเพาะปลูกข้าวอินทรีย์ 1 ไร่ ต้องเตรียมพื้นที่หรือมีแหล่งเก็บน้ำไว้ใช้สำหรับการเพาะปลูกในปริมาณเท่าไร ถึงจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว อีกทั้งวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ยังสามารถนำไปต่อยอดในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันอีกทางหนึ่งด้วย การศึกษาวอเตอร์ฟุตฟริ้นของข้าวอินทรีย์จึงเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเครือข่ายตลาดสินค้าเกษตรอินทรีย์ อีกทั้งสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าเกษตรอินทรีย์ และยังช่วยผู้บริโภคประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้าเกษตรอินทรีย์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
3. เพื่อประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อนำข้อมูลการใช้น้ำในการผลิตข้าวอินทรีย์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง ไปช่วยประกอบการบริหารจัดการน้ำในการผลิตข้าวอินทรีย์
2. เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการสร้างความตระหนักหรือแนวทางจูงใจในการผลิตข้าวอินทรีย์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ที่ใช้ศึกษาครั้งนี้ คือ พื้นที่เพาะปลูกข้าวอินทรีย์ของสมาชิกวิสาหกิจชุมชุนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งพื้นที่การเกษตรอยู่นอกเขตชลประทาน

2. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรที่เป็นสมาชิกของวิสาหกิจชุมเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 16 ราย โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของวิสาหกิจชุมเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ในเกษตรกรที่มีการผลิตข้าวอินทรีย์ จำนวน 10 ราย

3. ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาข้อมูล: ข้อมูลจากการผลิตข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/61

นิยามศัพท์ปฏิบัติการ

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Water Footprint of A Product) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green Water Footprint: WF_{green}) หมายถึง ปริมาณน้ำที่อยู่ในรูปของความชื้นในดินเนื่องจากน้ำฝนและถูกใช้ไปในการผลิตสินค้าและบริการ ซึ่งไม่รวมถึงน้ำฝนที่กลายเป็นน้ำผิวดิน ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเรียกกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ว่า “น้ำฝน”

บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue Water Footprint: WF_{blue}) หมายถึง ปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติทั้งแหล่งน้ำผิวดิน เช่น น้ำในแม่น้ำ ทะเลสาบ รวมทั้งน้ำในอ่างเก็บกักน้ำ และแหล่งน้ำใต้ดิน เช่น น้ำบาดาลที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเรียกกรีน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ว่า “น้ำชลประทาน”

ดัชนีความตึงเครียดของน้ำ (Water Stress Index: WSI) หมายถึง ค่าที่บ่งบอกเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของน้ำสะอาดที่สามารถนำมาใช้ได้

การจัดทำบัญชีรายการการใช้น้ำ (Water Footprint Accounting) หมายถึง ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และจัดทำบัญชีรายการการใช้น้ำในการผลิตข้าวอินทรีย์เพื่อนำมาคำนวณโดยมีขอบเขตของการคำนวณตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

สารขาเข้า (Input) หมายถึง ข้อมูลสารที่เข้าสู่กระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ เช่น ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ

สารขาออก (Output) หมายถึง ข้อมูลของสารที่ออกจากกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ ได้แก่ ผลผลิต

ISO 14046 (International Organization for Standardization 14046) หมายถึง แนวทางการจัดทำรอยเท้าน้ำหรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) โดยการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของกระบวนการผลิตสินค้าและองค์กร บนพื้นฐานการประเมินวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์

มูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจ หมายถึง ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจต่อปริมาณการใช้น้ำ โดยการคำนวณจากการลงทุนปริมาณน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร เปรียบเทียบกับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ หมายถึง ผลตอบแทนสุทธิจากการผลิต โดยการคำนวณจากต้นทุนการผลิตหักด้วยผลตอบแทนจากการผลิต

ต้นทุนการผลิต หมายถึง ต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตข้าว ได้แก่ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการลงทุน ตั้งแต่การเตรียมดินจนกระทั่งมีผลผลิตจำหน่าย

ผลผลิต หมายถึง จำนวนผลผลิตข้าวทั้งหมดที่เกษตรกรได้ต่อหนึ่งรอบการผลิต

ผลตอบแทนการผลิต หมายถึง เงินสดรับสุทธิหรือผลตอบแทนสุทธิที่ได้รับจากการจำหน่ายข้าวหักด้วยต้นทุนการผลิตข้าวทั้งหมด

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ในการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภออแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ผู้ศึกษาได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)
2. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint)
3. เกษตรอินทรีย์
4. แนวคิดเกี่ยวกับต้นทุนและผลตอบแทน
5. การคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตพืช
6. วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดในการวิจัย

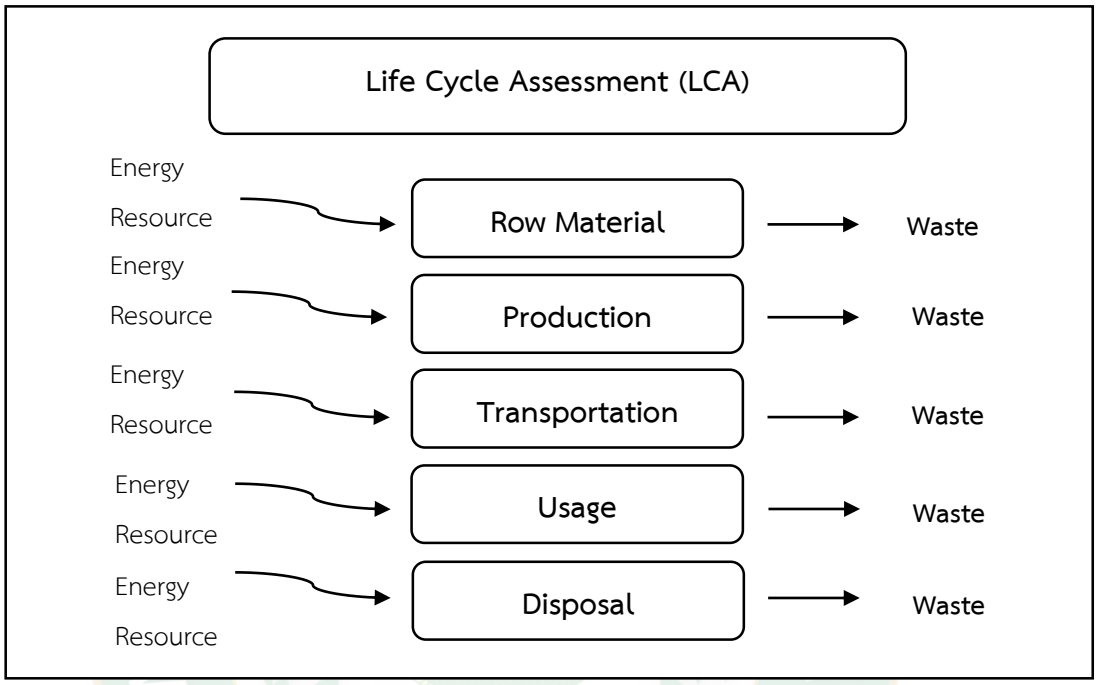
การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)

1. ความหมายของการประเมินวัฏจักรชีวิต

การประเมินวัฏจักรชีวิต คือ กระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มตั้งแต่การสกัดหรือได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งและการแจกจ่าย การใช้งานผลิตภัณฑ์ การนำกลับมาใช้ใหม่หรือการแปลงสภาพ และการจัดการเศษซากของผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุ หรืออาจกล่าวได้ว่า LCA จะมีการพิจารณาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการนั้น ๆ ตั้งแต่เกิดจนตาย (Cradle to Grave) โดยมีการระบุถึงปริมาณพลังงานและวัสดุทั้งหมดที่ใช้ รวมทั้งของเสียทั้งหมดที่มีการปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมภายใต้ขอบเขตที่กำหนด ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการหาวิธีปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน ได้ให้นิยามของ LCA ไว้ในอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 ว่า “เป็นการเก็บรวบรวมและการประเมินค่าของสารขาเข้า (Input) และสารขาออก (Output) รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสเกิดขึ้นในระบบของผลิตภัณฑ์ตลอดวัฏจักรชีวิต” (ทะนงเกียรติ, 2548)

วัตถุประสงค์หลักของ LCA เพื่อประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ การบริการ การใช้งาน หรือกระบวนการที่เกี่ยวข้องแล้ว นำผลวิเคราะห์มาเป็นแนวทางในการเปรียบเทียบและตัดสินใจปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ โดยมีปัจจัยในทางสิ่งแวดล้อมมาประกอบการตัดสินใจ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 วัฏจักรชีวิตของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้วัสดุ การใช้พลังงานและของเสียที่ออกจากระบบ

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2557)

2. ขั้นตอนการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต

การประเมินวัฏจักรชีวิตมีวิธีการดำเนินการหลายวิธี แต่ในปัจจุบันมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยนิยมใช้วิธีการและขั้นตอนการศึกษาตามกรอบของอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 ซึ่งแบ่งขั้นตอนการดำเนินงาน LCA ออกเป็น 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope) ในการประเมินวัฏจักรชีวิต ขั้นตอนแรกจะต้องทราบว่าสิ่งที่จะทำการศึกษาคืออะไรและจะทำการศึกษาอย่างไร ซึ่งผลจากการศึกษาจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการกำหนดขอบเขต และเป้าหมายของประเมินวัฏจักรชีวิต สามารถนำไปใช้กับเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัยที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ เพื่อการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของผลิตภัณฑ์ เพื่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ หรือเพื่อ

เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตประกอบด้วยประเด็นหลักที่มีความสำคัญ ดังนี้

เป้าหมาย ต้องมีการระบุผลของการใช้และผู้ที่จะนำไปใช้ การกำหนดเป้าหมายต้องเข้าใจรายละเอียดต่าง ๆ เป็นอย่างดี อาจกล่าวได้ว่าเป้าหมายเป็นหัวใจของการศึกษารายละเอียดและการสรุปผล เพราะเป้าหมายจะทำให้สามารถแยกแยะความสำคัญของส่วนต่าง ๆ ในเนื้อหาได้

ขอบเขตมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

1. หน่วยการทำงาน (Functional Unit) คือ ส่วนที่เป็นพื้นฐานของการศึกษา LCA เพราะใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ หรือเป็นตัววัดระหว่างผลิตภัณฑ์ มีการให้นิยามของหน่วยการทำงานที่หลากหลาย โดยหน่วยการทำงานของระบบจะให้ความหมายและการวัดที่กระจ่างชัด ซึ่งผลจากการวัดจะใช้เป็นคำตอบต่อไปได้ ลักษณะ 3 ประการของหน่วยการทำงานได้แก่ 1) ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ 2) ความคงทนของผลิตภัณฑ์ และ 3) คุณสมบัติพื้นฐาน ในการเปรียบเทียบระหว่างระบบสามารถทำได้ด้วยหน่วยการทำงานที่มีลักษณะพื้นฐานเหมือนกัน

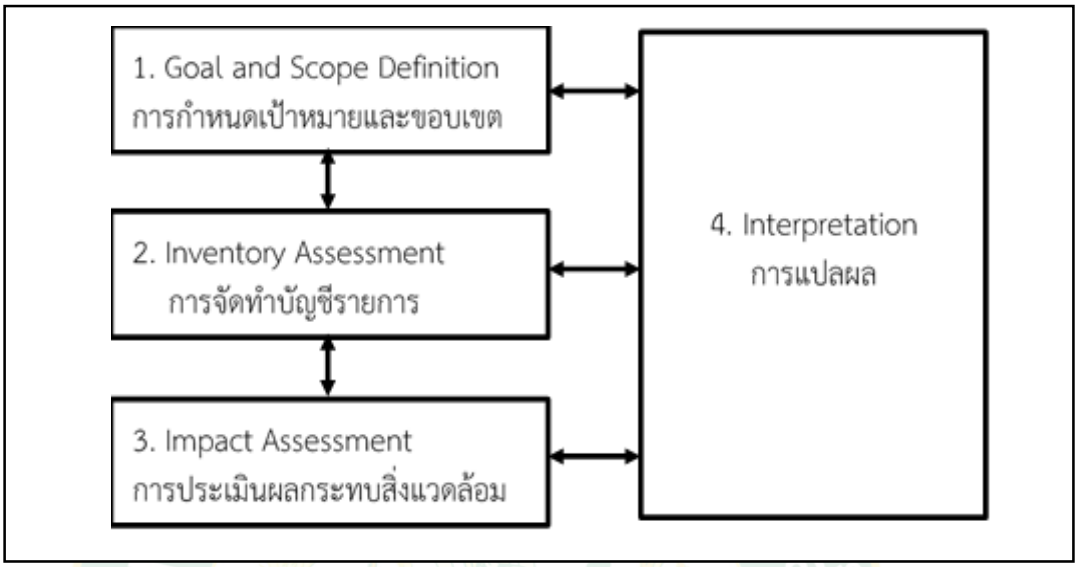
2. คุณภาพของข้อมูล (Data Quality) ที่นำมาใช้ในการประเมิน จะนำมาซึ่งคุณภาพของข้อสรุปที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิต โดยคุณภาพของข้อมูลจะทำให้ทราบรายละเอียดต่าง ๆ ที่สำคัญ และทำให้การประเมินเป็นไปอย่างมีหลักเกณฑ์

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory: LCI) เป็นการเก็บรวบรวมและคำนวณข้อมูลที่ได้จากกระบวนการต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา รวมถึงการสร้างผังของระบบผลิตภัณฑ์ การคำนวณหาปริมาณของสารขาเข้าและสารขาออก จากระบบผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาถึงทรัพยากรและพลังงานที่ใช้หรือการปล่อยของเสียออกสู่อากาศ น้ำ ดิน

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Impact Assessment: LCIA) เป็นการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของระบบผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลการใช้ทรัพยากร และการปล่อยของเสีย หรือสารขาเข้าและสารขาออกที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม โดยการประเมินผลกระทบเกี่ยวข้องกับประเด็นหลัก คือ การนิยามประเภท (Category definition) การจำแนกประเภท (Classification) การกำหนดบทบาท (Characterization) และการให้น้ำหนักแก่แต่ละประเภท (Weighting)

ขั้นตอนที่ 4 การแปลผล (Interpretation) เป็นการนำผลการศึกษาที่ได้จากขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม และการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มาเชื่อมโยงกันเพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ สรุปผลการศึกษาและจัดเตรียมข้อเสนอแนะที่มาจากผลลัพธ์ของการประเมินวัฏจักรชีวิต โดยแนวทางในการแปลผลหรือประเมินโอกาสเพื่อการปรับปรุงที่สำคัญ ได้แก่

การปรับปรุงในขั้นตอนการผลิตในโรงงาน เช่น การพิจารณาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ และทำการปรับปรุงกระบวนการที่มีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณมาก เป็นต้น (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ตามหลัก ISO 14040

ที่มา: Graedel (1998)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint)

1. หลักการและแนวความคิดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

หลักการและแนวความคิดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) มีลักษณะคล้ายคลึงกับรอยเท้าทางนิเวศวิทยา (Ecological Footprint) ซึ่งเป็นเครื่องชี้วัดความต้องการพื้นที่ในการสนองตอบกิจกรรมของมนุษย์ต่อโลก มีผลลัพธ์แสดงในรูปของพื้นที่ต่อคน ส่วนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์นั้นผลลัพธ์จะแสดงในรูปของปริมาณน้ำหรือปริมาณน้ำต่อปี (Hoekstra et al., 2009) ดังนั้น วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เป็นค่าชี้วัดการใช้น้ำของผู้ผลิตหรือผู้บริโภค ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าและบริการทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยคำนวณปริมาณน้ำจากผลรวมของทุกขั้นตอนตลอดห่วงโซ่ของการผลิตสินค้าและบริการมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี ทั้งนี้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ถือเป็นค่าชี้วัดที่ชัดเจนเพราะนอกจากจะแสดงปริมาณน้ำใช้และปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยออกมาแล้ว ยังแสดงสถานที่และระยะเวลาที่เกิดการใช้น้ำอีกด้วย (Chapagain et al., 2006) โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

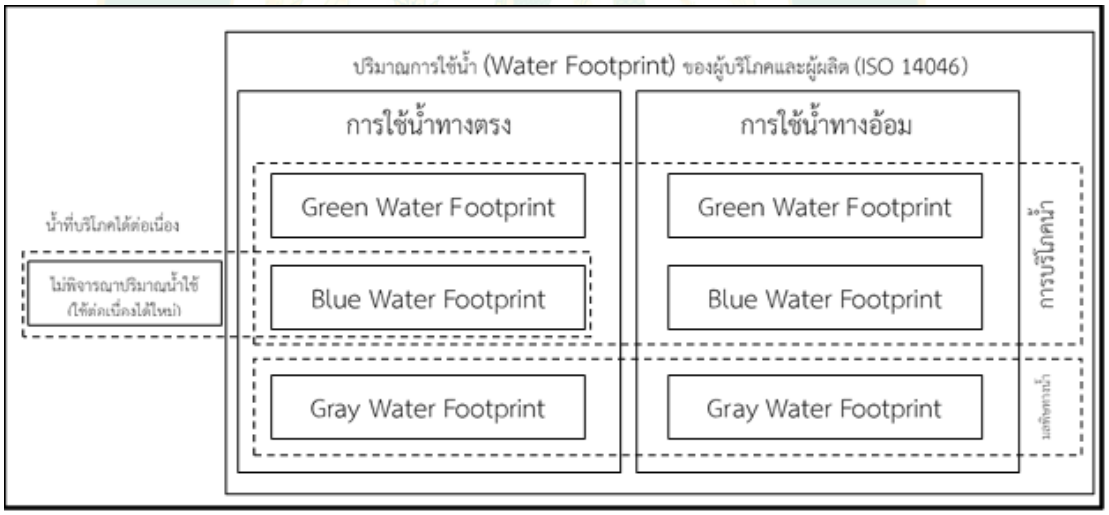
1. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Water Footprint of a Product) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยพิจารณาทั้งน้ำใช้และน้ำเสียที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของการผลิต

2. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของธุรกิจ (Water Footprint of a Business) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ใช้ในการดำเนินงานขององค์กรธุรกิจทั้งทางตรงและทางอ้อม

3. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของประเทศ (Water Footprint of National Consumption) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการตามความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ

2. หลักการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์

Hoekstra et al. (2011) ได้เสนอแนวคิดของหลักการจัดการน้ำด้วยเครื่องมือที่เรียกว่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) เป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำของผู้ผลิตหรือผู้บริโภคโดยพิจารณาจากการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งแสดงแหล่งที่มาของน้ำใช้และน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตสินค้าและบริการตลอดห่วงโซ่อุปทาน (ลักขณา, 2556) ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แนวคิดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

ที่มา: Hoekstra et al. (2011 อ้างใน ลักขณา, 2556)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทั้ง 3 ประเภท ประกอบด้วย

1. กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green Water Footprint; WF_{green}) หมายถึง ปริมาณน้ำที่อยู่ในรูปของความชื้นในดินที่ถูกใช้ไปในการผลิตสินค้าและบริการ ได้แก่ น้ำฝน ซึ่งไม่รวมถึงน้ำฝนที่กลายเป็นน้ำผิวดิน ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเรียกกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ว่า “น้ำฝน”

2. บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue Water Footprint; WF_{blue}) หมายถึง ปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติทั้งแหล่งน้ำผิวดิน เช่น น้ำในแม่น้ำ ทะเลสาบ รวมทั้งน้ำในอ่างเก็บกักน้ำ และแหล่งน้ำใต้ดิน เช่น น้ำบาดาลที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเรียกบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ว่า “น้ำชลประทาน”

3. เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Gray Water Footprint; WF_{gray}) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสินค้าและบริการให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐาน ซึ่งส่วนใหญ่การเพาะปลูกพืชจะมีการใช้สารเคมี เช่น ปุ๋ยเคมี สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารป้องกันกำจัดวัชพืช เมื่อพืชเอาไปใช้ไม่หมดจะมีการตกค้างและซึมลงสู่น้ำใต้ดินหรือถูกชะล้างลงสู่แม่น้ำ

ทั้งนี้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประเมินเฉพาะกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ จากค่าความต้องการน้ำใช้ของข้าวเท่านั้นไม่ได้ประเมินเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เนื่องจากด้านการเกษตรยังไม่มีค่ามาตรฐานสำหรับการเจือจางมลพิษในน้ำ ปัจจุบันมีมาตรฐาน ISO 14046 เพื่อประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากวัฏจักรชีวิต (LCA) ของสินค้าและดัชนีการพัฒนาอย่างยั่งยืน เพื่อเป็นดัชนีชี้วัดความยั่งยืน ซึ่งจะเป็นการมองถึงความตึงเครียดของน้ำและผลกระทบของการใช้น้ำด้วย

วิธีการประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แต่ละประเภทจะมีความแตกต่างกัน โดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ วิธีวิเคราะห์แบบบนลงล่าง (Top-Down Approach) และวิธีวิเคราะห์แบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up Approach) วิธีวิเคราะห์แบบบนลงล่างจะใช้การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากข้อมูลการนำเข้า-ส่งออกสินค้า ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วแต่มีข้อเสีย คือ ค่าที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนสูง ส่วนวิธีวิเคราะห์แบบล่างขึ้นบน คำนวณจากข้อมูลการใช้วัตถุดิบในกระบวนการผลิต (Van Oel et al., 2008 อ้างใน ชินาธิปกรณ์ และธำรงรัตน์, 2554)

สำหรับหน่วยวัดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นลูกบาศก์เมตรต่อตัน โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพืชคำนวณจากปริมาณน้ำที่พืชใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) ต่อปริมาณผลผลิตของพืชนั้น (ตันต่อไร่) ส่วนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในสัตว์ คิดจากปริมาณน้ำทั้งหมดในการผลิตและให้อาหารสัตว์ น้ำดื่มของสัตว์ และน้ำที่ใช้ในกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์ เช่น น้ำที่ใช้เพื่อทำความสะอาดคอกสัตว์ น้ำที่ใช้ในการระบายความร้อน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์ เป็นผลรวมของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์ ตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการได้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์

3. ขั้นตอนในการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมหรือสินค้ากับผลกระทบที่เกิดขึ้นทรัพยากรน้ำเพื่อลดการใช้น้ำที่ไม่ยั่งยืน โดยการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตในการศึกษา (Setting Goals and Scope) เนื่องจากมีความสนใจในการศึกษาที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายและขอบเขตเพื่อตอบโจทย์ให้ชัดเจน

2. การจัดทำบัญชีรายการ (Water Footprint Accounting) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และจัดทำบัญชีรายการการใช้น้ำเพื่อนำมาคำนวณและนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาต่อไปโดยขอบเขตในการคำนวณขึ้นอยู่กับการกำหนดเป้าหมาย

3. การประเมินความยั่งยืน (Water Footprint Sustainability Assessment) ขั้นตอนนี้จะประเมินจากความคาดหวังด้านสิ่งแวดล้อม ด้านสังคม และด้านเศรษฐกิจ

4. การจัดทำประเด็นข้อเสนอแนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหา (Water Footprint Response Formulation) เป็นการกำหนดยุทธศาสตร์หรือนโยบายในการบริหารจัดการน้ำ

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ขึ้นอยู่กับกรอบความสนใจ ไม่ว่าจะเป็นการวัดจากมุมมองการบริโภคทั้งระดับบุคคล ครัวเรือน ชุมชน และระดับชาติ การวัดจากมุมมองผู้ผลิตทั้งระดับองค์กร รัฐ เอกชน กระบวนการผลิตสินค้าหรือบริโภค การวัดจากมุมมองเชิงพื้นที่ทั้งระดับตำบล อำเภอ จังหวัด ประเทศหรือลุ่มน้ำ เป็นต้น

4. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการ (Water Footprint of Process)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนเป็นการประเมินปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดช่วงการเจริญเติบโตของพืช (Hoekstra et al., 2011) โดยสามารถหาได้จากผลรวมของกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{green}) บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{blue}) และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{gray}) แสดงในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อตัน ดังสมการ (1)

$$WF_{Total} = WF_{green}+WF_{blue}+WF_{gray} \quad (1)$$

ซึ่งคำนวณมาจาก 2 ส่วน ดังนี้

1. การคำนวณปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ซึ่งหาได้จากค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (Crop Water Use : CWU) แสดงในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หารด้วยปริมาณผลผลิต (Y) ตันต่อไร่

1.1 กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green Water Footprint: WF_{green}) หมายถึง การคำนวณหากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำฝนที่พืชต้องการใช้จริง (Crop Water Use : CWU) (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) ต่อปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่) ดังสมการ (2)

$$WF_{green} = \frac{CWU_{green}}{Y} \quad (2)$$

โดยที่ WF_{green} คือ กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)

CWU_{green} คือ ปริมาณฝนใช้การของพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)

Y คือ ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่)

1.2 บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue Water Footprint) หมายถึง การคำนวณหาบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำชลประทาน ที่ใช้ในการผลิตพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) ต่อปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่) ดังสมการ (3)

$$WF_{blue} = \frac{CWU_{blue}}{Y} \quad (3)$$

โดยที่ WF_{blue} คือ บูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)

CWU_{blue} คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตพืชจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำชลประทาน (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)

Y คือ ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่)

1.3 เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Gray Water Footprint) หมายถึง สามารถคำนวณจากปริมาณน้ำที่ใช้ในการเจือจางมลพิษในน้ำให้อยู่ในค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งหรือความเข้มข้นที่พบในธรรมชาติ ดังสมการ (4) ทั้งนี้ในการศึกษานี้ไม่ได้ประเมินเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์

$$WF_{gray} = \frac{(\alpha \times AR) \div (c_{max} - c_{nat})}{Y} \quad (4)$$

โดยที่ WF_{gray} คือ เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)

α คือ สัดส่วนการชะล้าง หรือ Leaching-Runoff Fraction

AR คือ อัตราการใช้สารเคมีในพื้นที่เพาะปลูก (กิโลกรัมต่อไร่)

c_{max} คือ ความเข้มข้นมากที่สุดที่ยอมรับได้ (กิโลกรัมต่อมิลลิเมตร)

c_{nat} คือ ความเข้มข้นของมลพิษตามธรรมชาติ (กิโลกรัมมิลลิเมตร)

Y คือ ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่)

2. การคำนวณความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement: CWR) สำหรับกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ มีหลักการคำนวณเหมือนกัน โดยการวิเคราะห์ค่าความต้องการน้ำของพืช (CWR) ที่ได้จากน้ำฝนและน้ำชลประทาน ซึ่งเกิดจากความต้องการน้ำสำหรับการคายระเหยน้ำ ภายใต้สภาวะการเจริญเติบโตในอุดมคตินับตั้งแต่วันเพาะปลูก การเจริญเติบโต จนถึงวันเก็บเกี่ยวสามารถประเมินได้จากปริมาณการคายระเหยน้ำของพืช (Crop Evapotranspiration: ET_C) คือ การคำนวณเพื่อหาปริมาณน้ำที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกทั้งจากกระบวนการคายระเหยทางผิวดิน และการคายน้ำของพืช สามารถประเมินได้จากค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient: K_c) ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration: ET_0) ดังสมการ (5) ดังนั้นหากต้องการหาความต้องการใช้น้ำรวมทั้งหมดของพืช (CWR) ตั้งแต่เริ่มปลูก เจริญเติบโต จนกระทั่งพร้อมเก็บเกี่ยว สามารถประเมินจากผลรวมทั้งหมดของค่าการคายระเหยน้ำของพืช (ET_C) ในแต่ละช่วงอายุจนครบรอบการปลูก ดังสมการ (6) แต่อย่างไรก็ตามเฉพาะในส่วนของการประเมินความต้องการใช้น้ำในการปลูกข้าวต้องมีการขังน้ำในแปลงนา ค่าซึมลึก (Deep Percolation: DP) ของน้ำในแปลงลงสู่ใต้พื้นดินจะถูกนำมารวมในการประเมิน ดังสมการ (7)

$$ET_C = K_C \times ET_0 \tag{5}$$

$$CWR = \sum ET_C \tag{6}$$

$$CWR = \sum \left(ET_C + DP \right) \tag{7}$$

โดยที่ CWR คือ ความต้องการน้ำรวมทั้งหมดของพืช

ET_c คือ ศักยภาพการคายระเหยหรือค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

K_c คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Dimensionless)

ET_0 คือ ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

DP คือ ค่าการซึมลึกหรือการรั่วซึม (Deep Percolation) ของน้ำในแปลงนา (มิลลิเมตรต่อวัน)

ทั้งนี้ค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (Crop Water Use: CWU) คำนวณได้จากค่าการสะสมการคายน้ำของพืช (Evapotranspiration: ET) ตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต (Length of Growing Period: LGP) และการหาค่าการคายระเหยน้ำของพืชสามารถคำนวณโดยอาศัยข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ด้วยการใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 ซึ่งเป็นเครื่องมือในการคำนวณค่าการคายระเหยน้ำของพืช ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณค่าการคายระเหยน้ำประกอบด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิสูงสุด ปริมาณแสงแดด ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน) โดยใช้ค่าเฉลี่ยในช่วงระยะเวลา 43 ปี (พ.ศ. 2518-2561) ที่อ้างอิงข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากกรมชลประทาน (กรมชลประทาน, 2561) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาตามพื้นที่ศึกษาจากสถานีที่ใกล้เคียงหรือสถานีที่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุด (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) ข้อมูลปัจจัยการผลิตพืช ชนิดของพืช วัน ปลูกและเก็บเกี่ยว ช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืช สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (กรมชลประทาน, 2554ก) และข้อมูลคุณสมบัติดิน (ข้อมูลชุดดิน ความชื้นในดิน การแทรกซึมน้ำผ่านผิวดินสูงสุด ความลึกของรากพืช ความชื้นเริ่มต้น ระยะที่น้ำเริ่มขาด) โดยหาอ้างอิงจากระบบสารสนเทศของกรมพัฒนาที่ดินและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดการประเมินดังนี้

2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient: K_c) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) เป็นปัจจัยหนึ่งที่นำมาใช้เพื่อการคำนวณปริมาณน้ำใช้ของพืชในช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชเป็น ค่าเฉพาะแสดงถึงความชื้นจริง ในแปลงปลูกพืช ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืช สามารถนำไปใช้ได้ทั่วไป โดยตามเอกสารของ FAO แบ่งช่วงการเจริญเติบโตของพืชเป็น 4 ช่วง (กรมชลประทาน, 2554ก) ดังนี้

2.2.1 ช่วงแรกปลูก (Initial Stage) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชระยะเริ่มต้นตั้งแต่ปลูกถึงระยะคลุมดินประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่

2.1.2 ช่วงเจริญเติบโต (Crop Developing Stage) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชระยะเติบโต ตั้งแต่คลุมดินร้อยละ 10 ถึงคลุมเต็มพื้นที่

2.2.3 ช่วงกลาง (Mid-Season Stage) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชระยะกลาง ตั้งแต่คลุมดินเต็ม (ออกดอก) ถึงผลเริ่มแก่

2.2.4 ช่วงปลาย (Late Season Stage) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชระยะสุดท้าย ตั้งแต่ผลเริ่มแก่ถึงเก็บเกี่ยว

โดยพืชมีค่าความต้องการน้ำน้อยในช่วงแรก และเพิ่มสูงขึ้นจนมีค่ามากที่สุดในช่วงของการสร้างผลผลิต จากนั้นจะลดน้อยลงจนถึงช่วงเก็บเกี่ยว การศึกษาในครั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว อ้างอิงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช 40 ชนิด ที่ได้จากการทดลองและวิเคราะห์ด้วยวิธี Penman Monteith (กรมชลประทาน, 2554ข)

2.2 การคายระเหยของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ET_0) เนื่องจากในแต่ละพืชที่มีภูมิอากาศที่แตกต่างกันทำให้ปริมาณการใช้น้ำของพืชแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศของท้องที่นั้น ๆ ซึ่งการคายระเหยของพืชอ้างอิงหรือปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่คำนวณได้จากสูตรต่าง ๆ ผันแปรไปตามสภาพอากาศแต่ละที่ การหาค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิงสามารถคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศซึ่งทำได้หลายวิธี โดยวิธีการที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลภูมิอากาศที่มีอยู่และความสามารถในการนำไปใช้งาน โดยวิธีการที่นิยมใช้กันในงานด้านชลประทานและเกษตรชลประทานซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นวิธีของ FAO Penman-Montieth โดยสูตร Penman ได้มีการพัฒนาโดย H. L. Penman เมื่อ ค.ศ. 1948 ต่อมา (Doorenbos and Pruitt, 1977) ได้เสนอสูตร Modified Penman สำหรับใช้ในการคำนวณค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง ซึ่งวิธีการนี้ถือเป็นวิธีการคำนวณการหาค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิงที่ถูกต้องแม่นยำกว่าวิธีอื่น ๆ และวราวุธ (2439) รายงานว่า ในประเทศไทยการคำนวณค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง ใช้หลักการของ Penman ทั้งนี้เพราะมีการพิจารณาถึงผลของรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นของอากาศที่มีความสัมพันธ์ต่อค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงอ้างอิงค่า ET_0 ที่ได้จากวิธี Penman-Montieth มาใช้ในการคำนวณ

2.3 ปริมาณการคายระเหยน้ำของพืช (Crop Evapotranspiration: ET_c) การหาค่าน้ำที่ต้องการสำหรับการคายระเหยน้ำ (ET_c) ภายใต้สภาวะการเจริญเติบโตในอุดมคตินับตั้งแต่วันเพาะปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยว สามารถหาได้จากสมการ (8)

$$ET_C = K_C \times ET_0 \qquad (8)$$

โดยที่ ET_c คือ ค่าความต้องการน้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

K_c คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ET_0 คือ ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

2.4 การซึมลึก (Deep Percolation: DP) การซึมลึก หมายถึง การไหลซึมของน้ำในดินที่ลึกเลยเขตรากพืช ซึ่งการสูญเสียด้านการซึมลึกนี้จะถูกนำมาคำนวณในความต้องการใช้น้ำเฉพาะกรณีของการปลูกข้าว

2.5 ปริมาณการใช้น้ำฝน และความต้องการน้ำชลประทานของพืช การหาปริมาณน้ำฝนที่ใช้และปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการใช้สำหรับการปลูกพืชจะสามารถประเมินได้จากการหาผลต่างระหว่างค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (CWR) ที่คำนวณได้ กับค่าปริมาณน้ำฝนใช้การ (Effective Rainfall: P_e) ที่มีอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกนั้น ๆ ซึ่งปริมาณฝนใช้การสามารถคำนวณได้จากหลายวิธี เช่น วิธีของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture : USDA) และวิธีของกรมชลประทาน (กรมชลประทาน, 2557) ดังนี้

2.5.1 การประเมินหาฝนใช้การตามวิธีของ USDA ปริมาณน้ำฝนใช้การ หรือปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกและเป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกนั้น สามารถคำนวณได้ดังสมการ (9) หรือ (10)

$$P_{e,monthly,USDA} = P_{monthly} \times \frac{(125 - 0.2 \times P_{monthly})}{125} \quad \text{for } P_{monthly} < 250\text{mm} \quad (9)$$

หรือ

$$P_{e,monthly,USDA} = (0.1 \times P_{monthly}) + 125 \quad \text{for } P_{monthly} > 250\text{mm} \quad (10)$$

โดยที่ $P_{e,monthly,USDA}$ คือ ปริมาณฝนใช้การคำนวณตามวิธี USDA (มิลลิเมตรต่อเดือน)

$P_{monthly}$ คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน)

2.5.2 การประเมินหาฝนใช้การตามวิธีของกรมชลประทาน ใช้การตามวิธีของกรมชลประทานซึ่งได้มีการกำหนดค่าแฟกเตอร์สำหรับคูณกับค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (Weighted Rainfall: WRFL) ในพื้นที่เพาะปลูกพื้นที่หนึ่ง ๆ โดยมีวิธีค่าแฟกเตอร์ ดังตารางที่ 1

ในกรณีที่ปริมาณฝนมากกว่าที่พืชต้องการ (Effective Rainfall (P_e) > CWR) ปริมาณน้ำฝนที่ใช้ จะเท่ากับค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (CWR) และ ปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้จะเป็นศูนย์ เพราะมีปริมาณน้ำฝนเพียงพอกับที่พืชต้องการแล้ว ไม่ต้องการน้ำชลประทานเพิ่มอีก

ในกรณีที่ปริมาณฝนน้อยกว่าที่พืชต้องการ (Effective Rainfall (P_e) < CWR) ปริมาณน้ำฝนของพืชที่ใช้จะเท่ากับค่าปริมาณฝนใช้การ และปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการจะเท่ากับค่าความต้องการใช้น้ำของพืชลบออกด้วยปริมาณฝนใช้การ (CWR – Effective Rainfall) หรือในกรณีที่ทราบ

การใช้น้ำชลประทานจริง ค่าปริมาณน้ำชลประทานที่ถูกใช้จริง (Effective Irrigation) สามารถนำมาใช้เพื่อแทนค่าการคำนวณน้ำชลประทานที่ต้องการ

ตารางที่ 1 ค่าแฟกเตอร์สำหรับการคำนวณหาปริมาณฝนใช้การ

Weighted Rainfall (WRFL), MM	Effective Rainfall (Peff), MM
0 – 10	**0**
11 – 100	WRFL x 0.80
101 – 200	WRFL x 0.70
201 – 250	WRFL x 0.60
251 – 300	WRFL x 0.55
301 – up	WRFL x 0.50

ที่มา: กรมชลประทาน (2556)

2.6 การหาฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ (Water Scarcity Footprint) เนื่องจากตามหลักการฟุตพริ้นท์ของ ISO 14046 (2014) ได้นิยามว่า ฟุตพริ้นท์น้ำคือตัวบ่งชี้ผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับน้ำ กล่าวคือทั้งผลกระทบอันเนื่องมาจากการใช้น้ำและผลกระทบอันเนื่องมาจากน้ำเสีย ซึ่งในการศึกษานี้มีวิธีประเมินผลกระทบฟุตพริ้นท์น้ำ (Water Footprint Impact Assessment) ในรูปของโอกาสการเกิดผลกระทบด้านการขาดแคลนน้ำ หรือที่เรียกว่า ฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ (Water Scarcity Footprint) ซึ่งจะสามารถคำนวณจากปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการใช้ในการเพาะปลูกพืช และดัชนีความตึงเครียดของน้ำ โดยการได้มาซึ่งปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการ ดังสมการ (11)

$$\text{ฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ} = \text{น้ำชลประทาน} \times \text{ดัชนีความตึงเครียดของน้ำ} \quad (11)$$

โดยที่ฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ (Water Scarcity Footprint) มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรน้ำเทียบเท่าต่อตัน (m^3H_2Oeq/ton) น้ำชลประทานที่ต้องการใช้ในการเพาะปลูกพืชผล (Irrigation Water) มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อตัน และดัชนีความตึงเครียดของน้ำ (Water Stress Index: WSI) ไม่มีหน่วย เป็นค่าที่บ่งบอกเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของน้ำสะอาดที่สามารถนำมาใช้ได้ ซึ่งเป็นสัดส่วนน้ำที่ถูกใช้กับน้ำจืดที่มีในพื้นที่

ดัชนีความตึงเครียดของน้ำ (Water Stress Index: WSI) เป็นค่าที่บ่งบอกเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของน้ำสะอาดที่สามารถนำมาใช้ได้ หาได้จากเป็นผลรวมระหว่าง “สัดส่วนน้ำที่ถูกนำมาใช้กับน้ำจืดที่มีในพื้นที่ เรียกว่า Blue Water Index” และ “สัดส่วน Gray Water Footprint กับน้ำจืดที่มีในพื้นที่” เรียกว่า Gray Water Index (Zeng et al., 2013 อ้างใน สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และสถาบันอาหาร, 2558) ดังสมการ (12) และสมการ (13)

$$\text{WSI} = \text{Blue Water Index} + \text{Gray Water Index} \quad (12)$$

$$\text{WSI} = \frac{\text{Water Withdrawal} + \text{Gray Water Footprint}}{\text{Freshwater Resources}} \quad (13)$$

โดยที่ Water Stress Index (WSI) คือ ดัชนีความตึงเครียดของน้ำ

Blue water Index คือ ดัชนีของน้ำชลประทาน

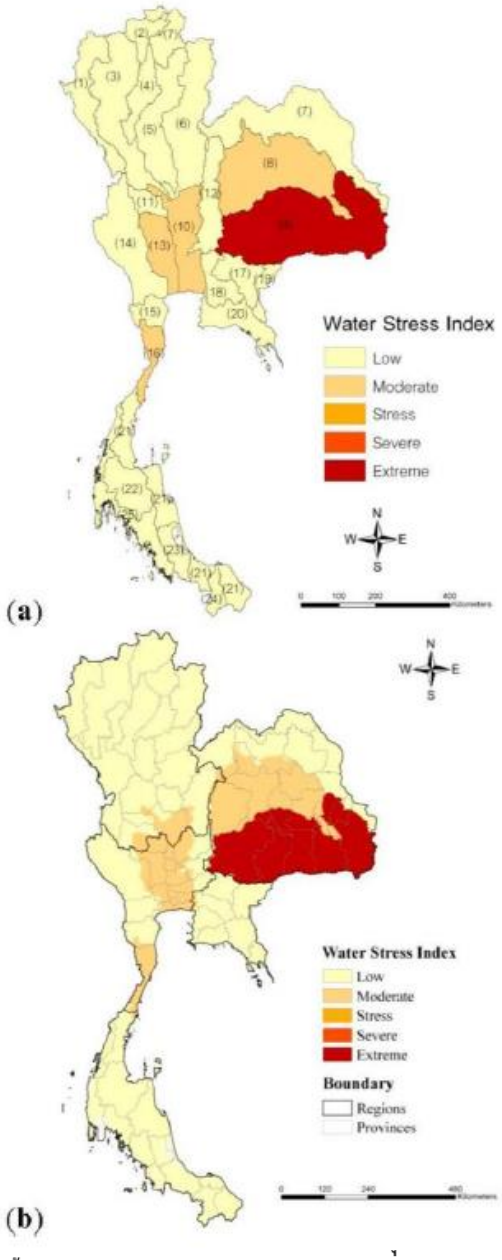
Gray Water Index คือ ดัชนีของน้ำที่ใช้ในการเจือจางให้น้ำอยู่ในค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง

Water Withdrawal คือ ปริมาณน้ำที่ถูกใช้

Gray Water Footprint คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเจือจางให้น้ำอยู่ในค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง

Freshwater Resources คือ ปริมาณน้ำจืดที่มีในพื้นที่

สำหรับค่าดัชนีความตึงเครียดของน้ำได้มีการศึกษาค่าสำหรับ 25 ลุ่มน้ำของประเทศเพื่อใช้สำหรับบ่งชี้ถึงโอกาสการเกิดการแย่งชิงทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในแต่ละพื้นที่ ซึ่งแผนที่ความตึงเครียดด้านน้ำ (Water Stress Map) ที่ได้จากการศึกษาบ่งชี้ว่าลุ่มน้ำที่มีค่าตัวชี้วัดความตึงเครียดด้านน้ำสูงที่สุด คือ ลุ่มน้ำมูล ตามด้วยลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และลุ่มน้ำท่าจีน ตามลำดับ (Gheewala et al., 2014) (ภาพที่ 4)



Watersheds	WSI
(1) Salawin	0.017
(2) Kok	0.018
(3) Ping	0.023
(4) Wang	0.021
(5) Yom	0.044
(6) Nan	0.015
(7) Khong	0.014
(8) Chi	0.471
(9) Mun	0.927
(10) Chao Phraya	0.339
(11) Sakae Krang	0.031
(12) Pasak	0.050
(13) Thachin	0.287
(14) Mae Klong	0.018
(15) Petchaburi	0.022
(16) West Coast Gulf	0.158
(17) Prachin Buri	0.016
(18) Bang Pakong	0.026
(19) Thole Sap	0.019
(20) East-Coast Gulf	0.015
(21) Peninsula-East coast	0.067
(22) Tapi	0.060
(23) Thale sap Songkhla	0.014
(24) Pattani	0.025
(25) Peninsula-West coast	0.012

พื้นที่ลุ่มน้ำ:

(1) สาละวิน	(5) ยม	(9) มูล	(13) ท่าจีน	(17) ปราจีนบุรี	(21) ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	(25) ภาคใต้ฝั่งตะวันตก
(2) กก	(6) น่าน	(10) เจ้าพระยา	(14) แม่กลอง	(18) บางปะกง	(22) ตาปี	
(3) ปิง	(7) โขง	(11) สะแกกรัง	(15) เพชรบุรี	(19) โตนเลสาบ	(23) ทะเลสาบสงขลา	
(4) วัง	(8) ชี	(12) ป่าสัก	(16) ชายฝั่งทะเลตะวันตก	(20) ชายฝั่งทะเลตะวันออก	(24) ปัตตานี	

ภาพที่ 4 ค่าดัชนีความเครียดของน้ำ (WSI) ในพื้นที่ลุ่มน้ำของประเทศไทย

ที่มา: Gheewala et al. (2014)

เกษตรอินทรีย์

1. ความหมายของเกษตรอินทรีย์

ความหมายของเกษตรอินทรีย์ หรือ Organic Agriculture ตามคำนิยามของสหพันธุ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements-IFOAM) ซึ่งเป็นเครือข่ายขององค์กรด้านเกษตรอินทรีย์นานาชาติระหว่างประเทศ ตามมติที่ประชุมใหญ่ของสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติซึ่งจัดขึ้นเมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ณ เมืองวิกโนลา (Vignola) ประเทศอิตาลี ได้สรุปความหมายหรือนิยามของเกษตรอินทรีย์ไว้ว่า “เกษตรอินทรีย์ คือ ระบบการผลิตที่ให้ความสำคัญกับความยั่งยืนของสุขภาพดิน ระบบนิเวศ และผู้คน เกษตรอินทรีย์พึ่งพาอาศัยกระบวนการทางนิเวศวิทยา ความหลากหลายทางชีวภาพ และวงจรธรรมชาติที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละพื้นที่ แทนที่จะใช้ปัจจัยการผลิตที่มีผลกระทบทางลบ เกษตรอินทรีย์ผสมผสานองค์ความรู้พื้นบ้าน นวัตกรรมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และส่งเสริมความสัมพันธ์ที่เป็นธรรมและคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้คนและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง”

นัยของเกษตรอินทรีย์ตามนิยามของสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติมองเกษตรอินทรีย์ในฐานะของเกษตรแบบองค์รวม ที่ให้ความสำคัญในเบื้องต้นกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศการเกษตร และทรัพยากรธรรมชาติแต่ขณะเดียวกันก็ไม่ได้ละเลยมิติด้านสังคมและเศรษฐกิจ เพราะความยั่งยืนทางด้านสิ่งแวดล้อมไม่อาจดำรงอยู่ได้โดยแยกออกจากความยั่งยืนทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรและสังคมโดยรวม (สหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ, 2008 อ้างใน สหกรณ์กรีนเนท จำกัด, ม.ป.ป. ก)

นอกจากนี้ความหมายของเกษตรอินทรีย์ที่มีการนิยามโดยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติซึ่งเป็นหน่วยงานระดับกรม ภายใต้สังกัดของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ให้ไว้ว่า “เกษตรอินทรีย์ (Organic Agriculture) คือ ระบบการจัดการด้านการเกษตรแบบองค์รวมที่เกื้อหนุนต่อระบบนิเวศ วงจรชีวภาพและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเน้นการใช้วัสดุธรรมชาติหลีกเลี่ยงวัตถุดิบที่ได้จากการสังเคราะห์และไม่ให้พืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ที่ได้มาจากการดัดแปรพันธุกรรม (Genetic Modification) หรือ พันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) มีการจัดการกับผลิตภัณฑ์โดยเน้นการแปรรูปด้วยความระมัดระวังเพื่อรักษาสภาพการเป็นเกษตรอินทรีย์และคุณภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ในทุกขั้นตอน” (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2555)

ความหมายของเกษตรอินทรีย์ที่นิยามโดยหน่วยงานราชการของไทยดังกล่าว พบว่ามีใจความที่มีรายละเอียดชัดเจนและจับต้องได้มากกว่าในฐานะเกษตรกรซึ่งเป็นผู้ผลิต ส่วนคำนิยามของสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติจะให้ความสำคัญในหลายมิติเชื่อมโยงเป็นองค์รวม แต่ทั้งนี้ ความหมายจาก

ทั้งสองแหล่งก็ยังคงหลักการที่ไม่แตกต่างกันในการทำการเกษตรโดยหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในทุกขั้นตอนการผลิต รวมไปถึงการเก็บเกี่ยวและจำหน่ายผลิตผลด้วย

ในปัจจุบันนอกเหนือจาก “เกษตรอินทรีย์” เป็นเครื่องหมายรับรองความปลอดภัยของสินค้าเกษตรที่มีอยู่ในท้องตลาดแล้ว ยังคงมีมาตรฐานสินค้าเกษตรอื่นที่มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งอาจทำให้เกิดความสับสนแก่ผู้บริโภคถึงความเหมือนหรือแตกต่างกับสินค้าเกษตรอินทรีย์ โดยภาพรวมแล้วสามารถแบ่งการรับรองมาตราฐานได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เกษตรอินทรีย์-เกษตรยั่งยืน ที่เน้นเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และกลุ่มอาหารปลอดภัยที่เน้นเกี่ยวกับความปลอดภัยของผู้บริโภค

ตารางที่ 2 มาตรฐานของสินค้าเกษตร

ประเภท	มาตราฐาน	ปุ๋ยเคมี	สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	สารเคมีกำจัดวัชพืช
อาหารปลอดภัย	ปลอดภัยจากสารพิษ เกษตรดีที่เหมาะสม	อนุญาตให้ใช้	อนุญาตให้ใช้	อนุญาตให้ใช้
เกษตรอินทรีย์ เกษตรยั่งยืน	เกษตรอินทรีย์ เกษตรธรรมชาติ กสิกรรมไร้สาร	ไม่อนุญาต	ไม่อนุญาต	ไม่อนุญาต

ที่มา: สหกรณ์กรีนเนท จำกัด (ม.ป.ป. ข)

2. หลักการของเกษตรอินทรีย์

หลักการเกษตรอินทรีย์ที่ยอมรับกันทั่วไป คือ หลักการที่กำหนดโดยสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements-IFOAM) ซึ่งเกิดจากการระดมความคิดเห็นนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านเกษตรอินทรีย์โดยตรงจากทั่วโลก ที่ประชุมใหญ่สหพันธ์ฯ ได้ลงมติรับรองหลักการเกษตรอินทรีย์ที่ประกอบด้วย 4 มิติ คือ สุขภาพ, นิเวศวิทยา ความเป็นธรรม และการดูแลเอาใจใส่ (health, ecology, fairness and care) มีรายละเอียด ดังนี้

1. มิติด้านสุขภาพ “เกษตรอินทรีย์ควรจะต้องดำรงไว้และสร้างเสริมสุขภาพของดิน พืช สัตว์ มนุษย์ และโลกอย่างเป็นองค์รวม ไม่สามารถแบ่งแยกได้” ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ทำให้พืชพรรณต่าง ๆ ที่ผลิตจากผืนดินดังกล่าวมีสุขภาวะที่ดี และจะส่งผลสุขภาวะของสัตว์เลี้ยงและมนุษย์ที่

อาศัยพืชพรรณเหล่านั้นเป็นอาหาร การมีสุขภาวะที่ดีไม่ใช่เพียงแค่ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ หากแต่รวมถึงการดำรงไว้แห่งความเป็นอยู่ที่ดีทางกายภาพ จิตใจ สังคม และสภาพแวดล้อมโดยรวม ซึ่งแสดงให้เห็นได้จากการมีภูมิต้านทานต่อโรค ความสามารถในการฟื้นตัวของร่างกายจากการเจ็บป่วย เป็นต้น เกษตรอินทรีย์มุ่งผลิตอาหารที่มีคุณภาพสูง มีคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อสนับสนุนให้มนุษย์ได้มีสุขภาวะที่ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงเลือกที่จะปฏิเสธการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เวชภัณฑ์สัตว์ และสารปรุงแต่งอาหารที่อาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของดิน พืช สัตว์ มนุษย์ โดยรวมดังกล่าว

2. มิติด้านนิเวศวิทยา “เกษตรอินทรีย์ควรจะต้องตั้งอยู่บนรากฐานของระบบนิเวศและวัฏจักรที่มีชีวิต โดยการทำงานร่วมกับมัน เลียนแบบวิถีทางธรรมชาติ และช่วยดำรงไว้ซึ่งระบบนิเวศและวัฏจักรที่มีชีวิตดังกล่าว” มิติด้านนิเวศวิทยามองเกษตรอินทรีย์ในฐานะองค์ประกอบหนึ่งของระบบนิเวศที่มีชีวิต ดังนั้น การผลิตจึงต้องอยู่บนพื้นฐานของวิถีแห่งระบบนิเวศ และการหมุนเวียน การเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ หรือหาของป่า จะต้องสอดคล้องกับวัฏจักรธรรมชาติและความสมดุลของระบบนิเวศ ซึ่งแต่ละท้องถิ่นอาจจะมีลักษณะของระบบนิเวศที่เป็นเฉพาะพื้นที่ ดังนั้น การจัดการเกษตรอินทรีย์จึงต้องสอดคล้องกับสภาวะของท้องถิ่น ภูมินิเวศ วัฒนธรรม และเหมาะสมกับขนาดการผลิต ปัจจัยการผลิตทั้งที่เป็นวัสดุ สิ่งของ และพลังงานควรใช้ในปริมาณที่ลดลงโดยใช้หลักการหมุนเวียน การใช้ซ้ำและการใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดการใช้ทรัพยากรและอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมให้มีความยั่งยืน ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การแปรรูป การค้า และการบริโภคผลผลิตเกษตรอินทรีย์ควรช่วยกันในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทั้งในแง่ของ ภูมิทัศน์ สภาพอากาศ ถิ่นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ความหลากหลายทางชีวภาพ คุณภาพอากาศและน้ำ

3. มิติด้านความเป็นธรรม “เกษตรอินทรีย์ควรดำเนินอยู่บนความสัมพันธ์ที่มีความเป็นธรรมระหว่างสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปและโอกาสในการดำเนินชีวิต” ความเป็นธรรมหมายรวมถึงความเท่าเทียมกัน ความเคารพกัน ความยุติธรรม และการมีส่วนในการพิทักษ์โลกที่ทุกสิ่งอาศัยอยู่ร่วมกัน ทั้งระหว่างมนุษย์ด้วยกันเอง และกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และกับธรรมชาติ ทั้งนี้ ผู้ที่ดำเนินการด้านเกษตรอินทรีย์จะต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์ที่เป็นธรรมต่อกันกับชนทุกกลุ่มและทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเกษตรอินทรีย์ ทั้งเกษตรกร คนงาน ผู้แปรรูป ผู้จัดจำหน่าย ผู้ค้า และผู้บริโภค กล่าวคือเกษตรอินทรีย์จะมอบโอกาสในการมีคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับทุกคน ผลิตอาหารที่มีคุณภาพอย่างเพียงพอ และช่วยลดปัญหาความยากจน สำหรับความเป็นธรรมต่อสัตว์ เกษตรอินทรีย์ต้องจัดสภาพการเลี้ยงให้สอดคล้องกับลักษณะตามธรรมชาติของปศุสัตว์ และดูแลเอาใจใส่ความเป็นอยู่อย่างเหมาะสม ความเป็นธรรมต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้น การใช้ทรัพยากรในการผลิตและการบริโภคควรมีความเป็นธรรมทั้งทางสังคมและทางนิเวศวิทยา คำนึงถึงผลกระทบต่อชน รุ่นหลัง ภายใต้มิตินี้ ความเป็นธรรมถูกนำมาใช้กับระบบการผลิต การจัดส่ง และการค้าเกษตรอินทรีย์

ซึ่งจะต้องเปิดเผยและยุติธรรม มีการนำต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมมาพิจารณาเป็นต้นทุนการผลิตด้วย

4. มิติด้านการดูแลเอาใจใส่ “การบริหารจัดการเกษตรอินทรีย์ควรจะต้องดำเนินการอย่างระมัดระวังและรับผิดชอบ เพื่อปกป้องสุขภาพและความเป็นอยู่ของผู้คนทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งสภาพแวดล้อมโดยรวมด้วย” เกษตรกรสามารถดำเนินการเพื่อให้เกิดเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มผลผลิตจากการทำเกษตรอินทรีย์ แต่การดำเนินการดังกล่าวต้องไม่ตั้งอยู่บนความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสภาพความเป็นอยู่ การนำเทคโนโลยีและกรรมวิธีการผลิตใหม่ ๆ เข้ามาใช้กับเกษตรอินทรีย์จะต้องมีการประเมินความเสี่ยงอย่างจริงจังและรอบด้านต่อผลกระทบที่อาจมีต่อระบบนิเวศ เราจึงต้องดำเนินการต่าง ๆ ด้วยความระมัดระวังเอาใจใส่และรับผิดชอบ ภายใต้มิติการดูแลเอาใจใส่นี้ อาจอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งยืนยันเพื่อให้มั่นใจว่าการทำเกษตรอินทรีย์นั้นสร้างเสริมสุขภาพ ปลอดภัย และเหมาะสมกับระบบนิเวศ แต่เราไม่สามารถอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่เพียงอย่างเดียวในการประเมินผลกระทบได้ หากแต่จะต้องอาศัยประสบการณ์จากการปฏิบัติและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สะสมถ่ายทอดกันมาร่วมเป็นสิ่งยืนยัน และควรหลีกเลี่ยงความเสี่ยงจากการใช้เทคโนโลยีใหม่ที่ผลลัพธ์ไม่มีความชัดเจน เช่น เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม การตัดสินใจใด ๆ จะต้องพิจารณาถึงความจำเป็นและคุณค่าของผู้ที่อาจได้รับผลกระทบ อาศัยกระบวนการที่มีความโปร่งใสและการมีส่วนร่วมของผู้ได้รับผลกระทบต่าง ๆ

3. หน่วยงานรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของไทย

เกษตรอินทรีย์ประกอบด้วยกิจกรรมการผลิตทางการเกษตรและผลิตผลที่หลากหลาย ได้แก่ การเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ รวมทั้งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น จึงมีการกำหนดมาตรฐานจำแนกตามชนิดของผลิตผลที่ผลิตจากฟาร์มเกษตรอินทรีย์ เช่น มาตรฐานข้าวอินทรีย์ ผักอินทรีย์ ปลาสลิดอินทรีย์ เป็นต้น นอกจากนี้ มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ยังสามารถแบ่งออกได้ตามระบบการกำหนดมาตรฐานหรือหน่วยงานผู้ให้การรับรองมาตรฐานซึ่งอาจเป็นหน่วยงานของรัฐบาลประเทศต่าง ๆ เช่น สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา สวิตเซอร์แลนด์ หรือหน่วยงานเอกชนระหว่างประเทศที่ได้รับการยอมรับระดับสากล เช่น สหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (IFOAM)

สำหรับประเทศไทย หน่วยงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบและให้การรับรองสินค้าเกษตรอินทรีย์ (Certification Body: CB) และตรารับรองสินค้าเกษตรอินทรีย์ ดังกล่าว มีสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นผู้ตรวจประเมินเพื่อรับรองระบบงานด้านเกษตรอินทรีย์ (Accreditation Body: AB) ให้กับหน่วยงานรับรองสินค้าเกษตรอินทรีย์ของไทยดังกล่าว รวมทั้งตรวจรับรองให้กับหน่วยงานรับรองสินค้าเกษตรอินทรีย์ของต่างชาติที่

ต้องการเข้ามาดำเนินการในประเทศไทยด้วย เพื่อให้มั่นใจถึงคุณสมบัติของหน่วยงานที่ทำหน้าที่รับรองสินค้าเกษตรอินทรีย์ที่ต้องเป็นมาตรฐานเดียวกัน

4. มาตราฐานเกษตรอินทรีย์

มาตรฐานเกษตรอินทรียเป็นเครื่องมือในการประกันคุณภาพผลิตผล ควบคุม และส่งเสริมสินค้าเกษตร ให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานสินค้าเกษตรที่กำหนดขึ้นภายใต้พระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551 แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ มาตรฐานบังคับและมาตรฐานทั่วไป โดยมาตรฐานบังคับ คือ มาตรฐานที่มีกฎกระทรวงกำหนดให้สินค้าเกษตรต้องเป็นไปตามมาตรฐาน และมาตรฐานทั่วไป คือ มาตรฐานที่มีประกาศกำหนดเพื่อส่งเสริมสินค้าเกษตรให้ได้มาตรฐาน (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559) ซึ่งมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทย จัดเป็นมาตรฐานทั่วไป โดยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติมีฐานะเป็นหน่วยรับรองระบบงาน (Accreditation Body: AB) ให้การรับรองหน่วยรับรองในประเทศ (Certification Body: CB) และหน่วยตรวจ (Inspection Body: IB) เพื่อตรวจประเมินฟาร์ม โรงคัดบรรจุ และโรงงาน ภายใต้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ (Organic Thailand), GMP, HACCP และ ISO 22000 อย่างไรก็ตามการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ สามารถจำแนกได้ใน 2 แนวทาง คือ 1) ตามความต้องการของตลาดหรือผู้บริโภค ที่ต้องมีผู้ให้การรับรองระบบการผลิต 2) ตามการขับเคลื่อนจากเกษตรกรผู้ผลิตเอง ที่ต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิต สิ่งแวดล้อม ความมั่นคงทางอาหาร เช่น แนวทางเศรษฐกิจพอเพียง ทำเพื่อครอบครัวและเหลือขายบริเวณใกล้เคียงโดยไม่จำเป็นที่ต้องขอการรับรองทุกกรณี ตามที่องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) เรียกว่า เกษตรอินทรีย์ไม่ขอรับรอง (non certified organic) และการรับรองแบบมีส่วนร่วมพีจีเอส (Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO Food Standards Programme, 2007)

4. การรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Guarantee Systems: PGS)

พีจีเอสเป็นระบบที่สหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ หรือ IFOAM พัฒนาขึ้นและยอมรับว่าเป็นการรับรองผู้ผลิตเกษตรอินทรีย์ ที่แตกต่างจากระบบการรับรองโดยบุคคลที่สาม หรือหน่วยตรวจรับรอง ซึ่งพีจีเอสเป็นมาตรฐานที่ส่งเสริมให้เกิดตลาดท้องถิ่นและภายในประเทศ โดยกระตุ้นให้ผู้ผลิตเกิดการพัฒนาการผลิตเข้าสู่มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ด้วยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเกิดเครือข่ายระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค มีผลทำให้เกิดการวางแผนการผลิตตามที่ตลาดต้องการ ส่งผลให้เมื่อเกษตรกรรายย่อยได้รับการรับรองโดยพีจีเอสสามารถขยายช่องทางตลาดได้ และระยะยาวทำให้มีการทำเกษตรอินทรีย์เพิ่มขึ้น เกิดความยั่งยืนทั้งต่อรายได้ของเกษตรกร ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม สุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค และเกิดสังคมเข้มแข็งในที่สุด

นอกจากนี้ องค์กรมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ภาคเหนือ (มอน.) เป็นองค์กรอีกแห่งที่จัดตั้งโดยความร่วมมือของหลายฝ่าย ได้แก่ เกษตรกร ผู้บริโภค นักวิชาการจากองค์กรของรัฐ องค์กรพัฒนาเอกชน และผู้สนใจทั่วไป โดยมุ่งหวังจะเป็นองค์กรที่ทำการรับรองผลิตผลของเกษตรกรที่ทำการเกษตรแบบ เกษตรอินทรีย์ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ เกษตรกรและผู้บริโภคว่า ผลิตผลที่ได้รับการรับรองจากองค์กรมาตรฐานเกษตรอินทรีย์นั้น เป็นผลิตผลที่ปลอดจากสารพิษ สารเคมีสังเคราะห์ และยังเอื้อต่อการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง

5. สถานการณ์เกษตรอินทรีย์ของโลก

สถานการณ์การผลิตเกษตรอินทรีย์ใน 162 ประเทศ โดย Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) ร่วมกับสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (IFOAM) ซึ่งตีพิมพ์ในวารสาร The World of Organic Agriculture 2013 พบว่า ณ เดือนธันวาคม พ.ศ.2554 ทั่วโลกมีพื้นที่ใช้ทำการเกษตรแบบอินทรีย์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานทั้งหมด 37.20 ล้านแฮกเตอร์หรือ 232.50 ล้านไร่ สำหรับประเทศที่มีพื้นที่ทำการเกษตรอินทรีย์มากที่สุดคือ ออสเตรเลีย อาร์เจนตินา และสหรัฐอเมริกา โดยมีพื้นที่เกษตรอินทรีย์ 75,23.75 และ 12 ล้านไร่ ตามลำดับ ซึ่งในทวีปเอเชียมีพื้นที่ทำการเกษตรแบบอินทรีย์รวมกันประมาณ 23 ล้านไร่ หรือร้อยละ 10 ของพื้นที่ทำการเกษตรอินทรีย์โลก ซึ่งประเทศที่มีพื้นที่ทำเกษตรอินทรีย์มากที่สุด คือ จีน อินเดีย คาซัคสถาน ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย โดยมีพื้นที่ทำการเกษตร 11.88, 6.60, 1.20, 0.60, และ 0.46 ล้านไร่ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่ใช้ทำเกษตรอินทรีย์มีการขยายตัวมากขึ้นอย่างต่อเนื่องในเกือบกลุ่มประเทศทั้งแอฟริกา เอเชีย ยุโรป อเมริกาเหนือ และโอเซียเนีย โดยอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดอยู่ในกลุ่มประเทศยุโรป สถานการณ์การตลาดเกษตรอินทรีย์ ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศที่มีตลาดสินค้าเกษตรอินทรีย์ขนาดใหญ่ที่สุด คือ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี ฝรั่งเศส แคนาดา และสหราชอาณาจักร ตามลำดับ ด้วยมูลค่า 21, 6.590, 3.756, 1.904 และ 1.882 พันล้านยูโร ตามลำดับ แต่หากมองในแง่ของปริมาณการบริโภคเฉลี่ยต่อจำนวนประชากร พบว่า สวิตเซอร์แลนด์เป็นประเทศที่มีการบริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์ต่อประชากรมากที่สุด รองลงมาได้แก่ เดนมาร์คและลักเซมเบิร์ก แนวโน้มตลาดสินค้าเกษตรอินทรีย์ โดยรวมยังคงมีความต้องการอยู่อย่างต่อเนื่อง แม้ในช่วงเกิดวิกฤตเศรษฐกิจก็ยังคงเติบโตแต่ในอัตราที่ชะลอลงเท่านั้น พบว่ามีแนวโน้มการเติบโตของตลาดในประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศในกลุ่มอียู ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และญี่ปุ่น ซึ่งความต้องการของสหรัฐอเมริกาเมื่อรวมกับกลุ่มประเทศอียูคิดเป็นสัดส่วนมากว่าร้อยละ 90 ของการค้าเกษตรอินทรีย์โลก

6. สถานการณ์การเกษตรอินทรีย์ของไทย

สถานการณ์การผลิตเกษตรอินทรีย์ จากการสำรวจข้อมูลโดยมูลนิธิสายใยแผ่นดิน/กรีนเนท พื้นที่การผลิตเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทยที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ลดลงจาก 219,309.66 ไร่ ในปี พ.ศ. 2554 เหลือ 205,385.81 ไร่ ในปี พ.ศ. 2555 หรือลดลงร้อยละ 6.4 แต่กลับมาพื้นตัวเพิ่มขึ้นเป็น 213,183.68 ไร่ ในปี พ.ศ. 2556 ในส่วนของจำนวนฟาร์มเกษตรอินทรีย์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานในช่วงเวลาดังกล่าวก็ลดลงจาก 7,499 ฟาร์มในปี พ.ศ. 2554 เป็น 7,189 ฟาร์ม ในปี พ.ศ. 2555 และขยับเพิ่มขึ้นเป็น 9,281 ฟาร์มในปี พ.ศ. 2556 สถานการณ์การตลาดเกษตรอินทรีย์ ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังคงพึ่งพาตลาดส่งออกต่างประเทศ โดยเฉพาะสหภาพยุโรปที่เริ่มฟื้นตัวอย่างช้า แต่ตลาดในสหรัฐอเมริกาคงเติบโตอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว และตลาดที่มีกำลังซื้อสูงอย่างประเทศจีน ก็ยังคงเป็นที่สนใจจากผู้ประกอบการของไทย อย่างไรก็ดี ตลาดเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทยยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยผู้บริโภคในกลุ่ม ครอบครัว ผู้รักสุขภาพ ผู้ป่วย ผู้สูงอายุ และชาวต่างชาติ ได้ให้ความสำคัญกับการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (วิฑูรย์, 2556)

7. การผลิตข้าวอินทรีย์

ข้าวอินทรีย์ (Organic rice) เป็นข้าวที่ได้จากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ (Organic agriculture หรือ Organic Farming) ซึ่งเป็นวิธีการผลิตที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือสารสังเคราะห์ อาทิ ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคแมลงและศัตรูข้าว ในทุกขั้นตอนการผลิตและในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิต หากมีความจำเป็นแนะนำให้ใช้วัสดุจาก ธรรมชาติและสารสกัดจากพืชที่ไม่มีพิษต่อคน หรือไม่มีสารพิษตกค้างปนเปื้อนในผลิตผลในดินและน้ำ ขณะเดียวกันเป็นการรักษาสภาพแวดล้อม ทำให้ได้ผลิตผลข้าวที่มีคุณภาพดี ปลอดภัยจากอันตรายของผล ตกค้างส่งผลให้ผู้บริโภคมีสุขอนามัยและคุณภาพชีวิตที่ดี

เกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ในอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นเกษตรกรรายย่อยซึ่งมีการผลิตในพื้นที่ราบลุ่มเป็นการผลิตข้าวอินทรีย์ สำหรับตลาดภายในประเทศ ระบบการผลิตในฟาร์มจะผลิตข้าวเป็นหลัก และจะปลูกสมุนไพรต่าง ๆ หรือพืชผักตามฤดูกาลควบคู่ไปด้วย โดยเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์จะทำการเก็บคัดเลือกพันธุ์ข้าวไว้เอง เช่น พันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 พันธุ์ข้าวมะลิแดง พันธุ์ข้าวหอมนิล พันธุ์ข้าวเหนียวสันป่าตอง ข้าวไรซ์เบอรี่ ผลผลิตส่วนใหญ่จะนำมาบริโภค หากมีเหลือจากการบริโภคจะนำข้าวอินทรีย์มาแปรรูปเป็นข้าวกล้อง หรือข้าวซ้อมมือ ส่วนสมุนไพรจะนำมาแปรรูป เช่น ชาสมุนไพรต่าง ๆ เพื่อจำหน่ายในตลาดท้องถิ่น เป็นต้น

การผลิตข้าวอินทรีย์มีหลักการว่า จะต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีและสารที่ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีทุกชนิดในทุกขั้นตอนการผลิตและเก็บรักษาผลผลิต แต่ให้ใช้ความอุดมสมบูรณ์ของดินจากอินทรียวัตถุ (Organic matter) ในสภาพธรรมชาติ และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยวัสดุอินทรีย์ ในส่วนการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชใช้แมลงศัตรูธรรมชาติควบคุมการระบาด ใช้ข้าวพันธุ์ต้านทาน วิธีการปลูกและการจัดการพืชที่เหมาะสมเพื่อสร้างสมดุลธาตุอาหารในต้นข้าวทำให้ต้นข้าวมีความแข็งแรง ต้านทานโรคได้ดี และอาจใช้สารสกัดจากพืชในกรณีที่มีการระบาดรุนแรง ในด้านศัตรูข้าวให้ใช้วิธีกลและศัตรูธรรมชาติ ทั้งนี้ต้องเลือกพื้นที่ให้มีความเหมาะสมตามเงื่อนไขดังกล่าวในเบื้องต้น

การผลิตข้าวอินทรีย์เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่เน้นเรื่องของธรรมชาติเป็นสำคัญ ได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ การรักษาสมดุลธรรมชาติและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อการผลิตอย่างยั่งยืน เช่น ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และวัสดุอินทรีย์ในไร่นาหรือจากแหล่งอื่น ควบคุมโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว โดยวิธีผสมผสานที่ไม่ใช้สารเคมี การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมมีความต้านทานโดยธรรมชาติ รักษาสมดุลของศัตรูธรรมชาติ การจัดการพืช ดิน และน้ำ ให้ถูกต้องเหมาะสมกับความต้องการของต้นข้าวเพื่อทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี มีความสมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติ การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมกับการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว เป็นต้น

เทคโนโลยีการผลิตข้าวอินทรีย์มีขั้นตอนการปฏิบัติเช่นเดียวกับการผลิตข้าวโดยทั่วไปจะแตกต่างกันที่ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในทุกขั้นตอนการผลิต จึงมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1. การเลือกพื้นที่ปลูกที่มีขนาดใหญ่ติดต่อกัน และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติค่อนข้างสูง ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวอย่างเพียงพอ มีแหล่งน้ำสำหรับการเพาะปลูก ไม่ควรเป็นพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีในปริมาณมากติดต่อกันเป็นเวลานาน หรือมีการปนเปื้อนของสารเคมีสูง และห่างจากพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีการเกษตร และควรตรวจสอบหาสารตกค้างในดินหรือน้ำก่อนทำการเพาะปลูก

2. การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกควรมีคุณสมบัติด้านการเจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูก และให้ผลผลิตได้ดีแม้ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ต้านทานโรค และแมลงศัตรูข้าวและมีคุณภาพเมล็ดตรงกับความต้องการของผู้บริโภคข้าวอินทรีย์ การผลิตข้าวอินทรีย์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข.15 ซึ่งทั้งสองพันธุ์เป็นข้าวที่มีคุณภาพเมล็ดดีเป็นพิเศษ

3. การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว เลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้มาตรฐานผลิตจากแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ที่ได้รับการดูแลอย่างดี มีความงอกดี ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ ปราศจากโรค แมลง และเมล็ดวัชพืช หากจำเป็นต้องป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์

อนุโลมให้นำมาแช่ในสารละลายจุนสี (จุนสี 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำก่อนนำไปปลูก

4. การเตรียมดิน วัตถุประสงค์หลักของการเตรียมดินคือสร้างสภาพที่เหมาะสมต่อการปลูกและการเจริญเติบโตของข้าว ช่วยควบคุมวัชพืช โรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวบางชนิด การเตรียมดินมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติดิน สภาพแวดล้อมในแปลงนาก่อนปลูกและวิธีการปลูก โดยไถดะ ไถแปร คราด และทำเทือก

5. วิธีการปลูก การปลูกข้าวแบบปักดำจะเหมาะสมที่สุดกับการผลิตข้าวอินทรีย์ เพราะการเตรียมดิน ทำเทือก การควบคุมระดับน้ำในนาจะช่วยลดปริมาณวัชพืชได้และการปลูกกล้าข้าวลงดินจะช่วยให้ข้าวสามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ ต้นกล้าที่ใช้ปักดำควรมีอายุประมาณ 30 วัน เลือกต้นกล้าที่เจริญเติบโตแข็งแรงดี ปราศจากโรคและแมลงทำลาย เนื่องจากในการผลิตข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ทุกชนิดโดยเฉพาะปุ๋ยเคมี จึงแนะนำให้ใช้ระยะปลูกถี่กว่าระยะปลูกที่แนะนำสำหรับปลูกข้าวโดยทั่วไปเล็กน้อยคือ ระยะระหว่างต้นและแถว ประมาณ 20 เซนติเมตร จำนวนต้นกล้า 3-5 ต้นต่อกอ และใช้ระยะปลูกแคบกว่านี้หากดินนามีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ในกรณีที่ต้องปลูกล่าหรือปลูกหลังจากช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวแต่ละพันธุ์ และมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงาน แนะนำให้เปลี่ยนไปปลูกวิธีอื่นที่เหมาะสม เช่น หว่านข้าวแห้งหรือหว่านน้ำตม

6. การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากการปลูกข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมี การเลือกพื้นที่ปลูกที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงตามธรรมชาติ จึงเป็นการเริ่มต้นที่ได้เปรียบเพื่อที่จะรักษาระดับผลผลิตให้อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ นอกจากนี้ เกษตรกรยังต้องรู้จักการจัดการดินที่ถูกต้อง และพยายามรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้เหมาะสมกับการปลูกข้าวอินทรีย์ให้ได้ผลดีและยั่งยืนมากที่สุด คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินสำหรับการผลิตข้าวอินทรีย์สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

6.1 การจัดการดิน มีข้อแนะนำเกี่ยวกับการจัดการเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้เหมาะสมกับการใช้ปลูกข้าวอินทรีย์ดังนี้

6.1.1 ไม่เผาตอซัง ฟางข้าว และเศษวัสดุอินทรีย์ในแปลงนา เพราะเป็นการทำลายอินทรียวัตถุและจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์

6.1.2 ไม่นำชิ้นส่วนของพืชที่ไม่ใช้ประโยชน์โดยตรงออกจากแปลงนา แต่ควรนำวัสดุอินทรีย์จากแหล่งใกล้เคียงใส่แปลงนาให้สม่ำเสมอทีละเล็กละน้อย

6.1.3 เพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินโดยการปลูกพืชโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว ในที่ว่างในบริเวณพื้นที่นาตามความเหมาะสม แล้วใช้อินทรียวัตถุที่เกิดขึ้นในระบบไร่นาให้เกิดประโยชน์ต่อการปลูกข้าว

6.1.4 ไม่ควรปล่อยที่ดินให้ว่างเปล่าก่อนการปลูกข้าวและหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว แต่ควรปลูกพืชบำรุงดินโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเขียว ถั่วพร้า โสน เป็นต้น

6.1.5 ควรวิเคราะห์ดินนาทุกปี แล้วแก้ไขภาวะความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว (pH ประมาณ 5.5-6.5) ถ้าพบว่าดินมีความเป็นกรดสูง แนะนำให้ใช้ปูนมาร์ล ปูนขาว หรือขี้เถ้าไม้ปรับปรุงสภาพดิน

6.1.6 การไถกลบตอซังและพืชปุ๋ยสดเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ในกรณีที่เกษตรกรมีการปลูกข้าวเป็นพืชหลักเพียงอย่างเดียวตลอดฤดูเพาะปลูกโดยอาศัยน้ำฝน หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวให้ทิ้งฟางข้าวและตอซังไว้ในแปลงนาของเกษตรกร เพื่อเป็นการคลุมผิวหน้าดินหรือไถกลบตอซังและหว่านพืชตระกูลถั่ว จากนั้นเมื่อเข้าสู่ต้นฤดูฝนประมาณปลายเดือนเมษายน หรือต้นเดือนพฤษภาคมให้ปฏิบัติดังนี้ ผสมน้ำหมักชีวภาพจำนวน 5 ลิตรต่อไร่ กับน้ำ 100 ลิตร ใส่สารละลายน้ำหมักชีวภาพลงในถังที่ติดกับรถปั่นฟาง แล้วหยอดไปพร้อมกับการปั่นฟางหรือสาดให้ทั่วสม่ำเสมอ แล้วใช้รถไถย่ำฟางให้จมดิน หมักไว้ 10-15 วัน แล้วจึงทำเทือกเตรียมแปลงพร้อมที่จะปลูกข้าวต่อไป

ทั้งนี้เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้ว เพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสด ให้หว่านถั่วพร้า แล้วไถกลบตอซังข้าว เมื่อถั่วมีฝักให้เก็บเมล็ดเป็นเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ในฤดูต่อไป และเพื่อเป็นพืชปุ๋ยสดให้หว่านเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่มหรือปอเทือง จนถึงระยะออกดอกให้ไถกลบตอซัง ต้นถั่วพร้า ต้นถั่วพุ่ม หรือปอเทือง ทิ้งไว้ให้ย่อยสลาย 7 วัน แล้วหว่านข้าวได้ ในกรณีที่ไม่มีการปลูกพืชต่อเนื่องควรตัดตอซังข้าวและใช้ฟางข้าวคลุมดิน เพื่อรักษาหน้าดินเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารบางชนิดให้กับดินก่อนการปลูกข้าวในฤดูต่อไป สำหรับในพื้นที่ปลูกข้าวไร่ซึ่งมีความลาดเท การคลุมดินเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก และหลังการเก็บเกี่ยวข้าวแล้วเกษตรกรควรทิ้งตอซังและฟางข้าวไว้ในแปลงเพื่อการคลุมดินและไถกลบในฤดูต่อไป

7. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติอย่างสม่ำเสมอ แต่เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติแทบทุกชนิดมีความเข้มข้นของธาตุอาหารค่อนข้างต่ำ จึงต้องใช้ในปริมาณที่สูงมาก และอาจมีไม่พอเพียงสำหรับการปลูกข้าวอินทรีย์และถ้าหากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมก็จะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต จึงแนะนำให้ใช้หลักการธรรมชาติที่ว่า “สร้างให้เกิดขึ้นในพื้นที่ ใส่ทีละเล็กทีละน้อยสม่ำเสมอเป็นประจำ” ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติที่ควรใช้ ได้แก่

7.1 ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยมูลสัตว์ ได้แก่ มูลสัตว์ต่าง ๆ ในบริเวณไร่นา หรือนำมาจากภายนอก ที่ผ่านกระบวนการหมักแล้ว นอกจากนี้แปลงนาหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วมักจะปล่อยให้เป็นที่เลี้ยงสัตว์โดยให้แทะเล็มตอซังและหญ้า มูลสัตว์ที่ถ่ายออกมาปะปนกับเศษซากพืชก็จะเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุในนาอีกทางหนึ่ง

7.2 ปุ๋ยหมัก ควรจัดทำในพื้นที่นาหรือบริเวณที่อยู่ไม่ห่างจากแปลงนามากนักเพื่อความสะดวกในการใช้ ควรใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการทำปุ๋ยหมักเพื่อช่วยการย่อยสลายได้เร็วขึ้น และเก็บรักษาให้ถูกต้องเพื่อลดการสูญเสียธาตุอาหาร

7.3 ปุ๋ยพืชสด ควรเลือกชนิดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมควรปลูกก่อนการปักดำข้าวในระยะเวลาพอสมควร เพื่อให้ต้นปุ๋ยพืชสดมีช่วงการเจริญเติบโตเพียงพอที่จะผลิตมวลพืชสดได้มาก มีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนสูง ไถกลบต้นปุ๋ยพืชสดช่วงระยะเวลา 45-60 วัน หรือระยะเวลาออกดอกขึ้นอยู่กับชนิดของพืชปุ๋ยสด แล้วไถกลบพืชปุ๋ยสดปล่อยให้ย่อยสลาย 7 วัน ก่อนที่จะปลูกข้าว เช่น โสนอัฟริกัน (Sesbania rostrata) ควรปลูกก่อนปักดำประมาณ 70 วัน โดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ประมาณ 7 กิโลกรัมต่อไร่ หากจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสช่วยเร่งการเจริญเติบโต แนะนำให้ใช้หินฟอสเฟตบดละเอียดใส่ตอนเตรียมดินปลูกแล้วไถกลบ ต้นโสนขณะมีอายุประมาณ 50-55 วัน หรือก่อนการปักดำข้าวประมาณ 15 วัน

7.4 น้ำหมักชีวภาพ หรือน้ำสกัดชีวภาพ (Bio Extract) ควรให้ทำใช้เองจากวัสดุเหลือใช้ในไร่นา ในครัวเรือน นำมาหมักร่วมกับกากน้ำตาล (Mollass) หากต้องการเร่งกระบวนการหมักและผลิตน้ำหมักชีวภาพที่มีคุณภาพให้ใช้จุลินทรีย์ร่วมในการหมักด้วย วัสดุหมักพื้นฐาน เช่น สารเร่งซุปเปอร์ พด.2 น้ำหมักชีวภาพแบ่งได้ 2 ประเภท ตามวัสดุที่นำไปใช้ ได้แก่

7.4.1 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช เช่น ผักต่าง ๆ ใบสะเดา ตะไคร้หอม พืชสมุนไพรต่าง ๆ น้ำสกัดจากผลไม้ เศษผลไม้จากครัวเรือน มะม่วง สับปะรด กล้วย มะละกอ ฟักทอง วัสดุหมักประกอบด้วย ผักหรือผลไม้ 40 กิโลกรัม กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม น้ำ 10 ลิตร หรือให้ท่วมวัสดุหมักและเติมน้ำให้ได้ 50 ลิตร และใส่สารเร่งจุลินทรีย์ ใช้เวลาในการหมัก 7 วัน

7.4.2 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ เช่น ปลาหรือหอยเชอรี่ วัสดุหมักประกอบด้วย ปลาหรือหอยเชอรี่ 30 กิโลกรัม ผลไม้ 10 กิโลกรัม กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม น้ำ 10 ลิตรหรือให้ท่วมวัสดุหมัก และเติมน้ำให้ได้ 50 ลิตร สารเร่งจุลินทรีย์ ใช้เวลาในการหมัก 15-20 วัน

8. การควบคุมวัชพืชแนะนำให้ควบคุมวัชพืชโดยวิธีกล ได้แก่ การเตรียมดินที่เหมาะสม วิธีการทำนาที่ลดปัญหาวัชพืช (กรณีแหล่งปลูกมีวัชพืชมากให้ทำนาดำ) การใช้ระดับน้ำควบคุมวัชพืช การใช้วัสดุคลุมดิน การถอนด้วยมือ วิธีเขตกรรมต่าง ๆ เช่น การใช้เครื่องมือไถพรวน การเลือกช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสม การตัดใบข้าว รวมทั้งการปลูกพืชหมุนเวียน และกำจัดวัชพืชทั้งในนาและบนคันนา เป็นต้น

9. การป้องกันกำจัดโรค แมลง และสัตว์ศัตรูพืชตามความจำเป็น โดยเน้นสมดุลของศัตรูธรรมชาติและความแข็งแรงของต้นข้าวก่อนที่จะใช้สารจากธรรมชาติหรือสารที่อนุญาตให้ใช้สำหรับการผลิตเกษตรอินทรีย์ ตาม มกษ.9000 เล่ม 1

หลักการสำคัญของการป้องกันกำจัดโรคแมลงและสัตว์ศัตรูข้าวในการผลิตข้าวอินทรีย์คือ

9.1 ใช้ข้าวพันธุ์ต้านทานโรค แมลง และเหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่

9.2 การปฏิบัติด้านเขตกรรม เช่น การเตรียมแปลง กำหนดช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสม ใช้อัตราเมล็ดและระยะปลูกที่เหมาะสม การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรการระบาดของโรค แมลง และสัตว์ศัตรูข้าว การรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและสมดุลของธาตุอาหารพืช การจัดการน้ำ เพื่อให้ต้นข้าวเจริญเติบโตดี สมบูรณ์และแข็งแรง สามารถลดการทำลายของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวได้ส่วนหนึ่ง

9.3 จัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมกับการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว เช่น การกำจัดวัชพืช การกำจัดเศษซากพืชที่เป็นโรคโดยใช้ปูนขาว หรือกำมะถันผงที่ไม่ผ่านกระบวนการทางเคมี

9.3.1 สัตว์ศัตรูข้าว ปูและหอยเชอรี่ให้ลดระดับน้ำในนา ใช้กับดักหรือจับมาเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ และทำน้ำหมักชีวภาพหากจำเป็นให้ใช้สารสกัดจากพืชต่อไปนี้กำจัด เช่น เชียงดา ใบยาสูบ นกและหนูให้ใช้กับดัก ใช้คนไล่ และวิธีล้อมรั้วป้องกัน อนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติ เช่น เหยี่ยว งูพังพอน กรณีใช้วัสดุอุปกรณ์กำจัด ให้ตรวจแหล่งที่มา บันทึกชนิดและความรุนแรงและปริมาณศัตรูธรรมชาติ

9.3.2 แมลงศัตรูข้าว รักษาระดับน้ำให้เหมาะสมกับต้นข้าวเพื่อให้ต้นข้าวมีความแข็งแรง และอนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติให้รักษาสมดุลกับปริมาณแมลงในนา กรณีที่มีการระบาดมากอาจจะใช้สารที่อนุญาตให้ใช้สำหรับการผลิตเกษตรอินทรีย์

9.3.3 โรคข้าว การให้ธาตุอาหารแก่ต้นข้าวควรให้อย่างสมดุล โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนจะต้องไม่มากเกินไป จะได้ต้นข้าวที่แข็งแรงทนทานต่อโรค กรณีมีการระบาดมากอาจใช้สารที่อนุญาตให้ใช้สำหรับการผลิตเกษตรอินทรีย์

9.3.4 รักษาสมดุลทางธรรมชาติ โดยส่งเสริมการแพร่ขยายปริมาณของแมลงที่มีประโยชน์ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน และศัตรูธรรมชาติเพื่อช่วยควบคุมแมลงและสัตว์ศัตรูข้าว

9.3.5 ปลูกพืชขับไล่แมลงบนคันนา เช่น ตะไคร้หอม เป็นต้น และหากมีความจำเป็นอนุญาตให้ใช้สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้หอม และใบแคฝรั่ง เป็นต้น

9.3.6 ใช้วิธีฟิสิกส์ ได้แก่ การใช้เครื่องมือกลในการเพาะปลูก ใช้แสงไฟล่อ ใช้กับดับ หรือใช้กับดักกาวเหนียว

10. การจัดการน้ำ ระดับน้ำมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทางลำต้นและการให้ผลผลิตของข้าวโดยตรง ในระยะปักดำจนถึงแตกกอถ้าระดับน้ำสูงมากจะทำให้ต้นข้าวสูงเพื่อหนีน้ำทำให้ต้นอ่อนแอและล้มง่าย ในระยะนี้ควรรักษาระดับน้ำให้อยู่ที่ประมาณ 5 เซนติเมตร แต่ถ้าต้นข้าวขาดน้ำจะทำให้วัชพืชเติบโตแข่งขันกับต้นข้าวได้ ดังนั้นระดับน้ำที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดฤดูปลูกควรเก็บรักษาไว้ที่ปริมาณ 5-15 เซนติเมตร จนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 7-10 วัน จึงระบายน้ำออกเพื่อให้ข้าวสุกแก่พร้อมกัน และพื้นที่นาแห้งพอเหมาะต่อการเก็บเกี่ยว

11. การเก็บเกี่ยวการนวดและการลดความชื้น

11.1 การเก็บเกี่ยว ควรเก็บเกี่ยวข้าวหลังจากออกดอก ประมาณ 28-30 วัน สังเกตจากเมล็ดในรวงข้าวสุกแก่เมล็ดเปลี่ยนเป็นสีฟาง เรียกว่า ระยะพลับพลึง การเกี่ยวโดยใช้เคียว ต้องตากฟ่อนข้าวในนาประมาณ 2-3 แดดอย่าให้เมล็ดข้าวเปียกน้ำหรือเปื้อนโคลน แล้วจึงรวมกอง เพื่อทำการนวดต่อไป กรณีที่มีการใช้เครื่องจักรกลหรือเครื่องมือในการเก็บเกี่ยว จะต้องทำความสะอาดเครื่องจักรหรือเครื่องมือดังกล่าวก่อนที่จะนำไปใช้ในนาข้าวอินทรีย์

11.2 การลดความชื้นหรือตากเมล็ดข้าวเปลือกที่นวดจากเครื่องนวด หรือ เครื่องเกี่ยวนวด หากเมล็ดข้าวยังมีความชื้นสูง ต้องตากบนลาน โดยเกลี่ยให้มีความหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ในสภาพที่แดดจัดเป็นเวลา 1-2 วัน หมั่นพลิกกลับเมล็ดข้าววันละ 3-4 ครั้ง นอกจากการตากเมล็ดบนลานแล้วสามารถตากเมล็ดข้าวเปลือกโดยการบรรจุกระสอบขนาดบรรจุ 40-60 กิโลกรัม ตากแดดเป็นเวลา 5-9 วัน และพลิกกระสอบวันละ 2 ครั้ง จะช่วยลดความชื้นในเมล็ดได้ให้ความชื้นเหลือ 14 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่า เพื่อให้เหมาะสมต่อการเก็บรักษา และทำให้มีคุณภาพการสีที่ดี

12. การเก็บรักษาข้าวเปลือก ก่อนนำเมล็ดข้าวไปเก็บรักษา ควรลดความชื้นให้ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาด้วยวิธีจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เป็นต้นว่า เก็บในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ การใช้ภาชนะเก็บที่มิดชิดหรือเก็บในห้องที่มีอุณหภูมิต่ำจะป้องกันการเจริญเติบโตของโรคและแมลงได้ หรือนำเมล็ดข้าวไปเก็บรักษาในยุ้งฉางหรือใส่ในภาชนะที่แยกต่างหากจากข้าวที่ผลิตโดยวิธีอื่น ซึ่งสถานที่เก็บรักษาต้องสะอาดและถูกสุขลักษณะ แยกเป็นสัดส่วน สามารถป้องกันการปนจากข้าวทั่วไปได้ มีการระบายอากาศถ่ายเทสะดวก มีการกำจัดศัตรูข้าวในสถานที่เก็บด้วยการทำความสะอาด พ่นสารสกัดจากพืช เช่นสาบเสือ คลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารสกัดจากพืช เช่น สะเดา ดอกดีปลีแห้ง ว่านน้ำผง และหมั่นตรวจสถานที่เก็บรักษาข้าวเปลือกและบันทึกปริมาณข้าวเปลือก

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับต้นทุนและผลตอบแทน

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับต้นทุน

ต้นทุนการผลิต เป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดสินค้าว่ามีราคาถูกหรือราคาแพง เพราะต้นทุนการผลิตมีส่วนประกอบหลายอย่างที่เป็นปัจจัยหลักในการผลิตทั้งวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภคต่าง ๆ ทั้งนี้ วัตถุประสงค์ของผู้ผลิตทุกคน คือ ต้องการที่จะดำเนินการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตมากที่สุดหรือดำเนินการผลิตสินค้าโดยเสียต้นทุนต่ำที่สุด เพราะการผลิตมีความสัมพันธ์โดยตรงกับต้นทุนการผลิต การใช้ปัจจัยไม่มีประสิทธิภาพจะมีผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ผู้ผลิตจึงต้องใช้ปัจจัยกรผลิตที่มีคุณภาพ เพื่อเสียต้นทุนการผลิตต่ำสุด ซึ่งจะมีผลทำให้ผู้ผลิตได้รับกำไรสูงสุด คุณภาพของสินค้าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการแข่งขันทางการค้าในโลกปัจจุบัน ขบวนการผลิตที่ดีย่อมเป็น

เครื่องรับประกันว่าสินค้าที่ผลิตมีคุณภาพที่ดีและสม่ำเสมอตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ สินค้าที่บกพร่องอาจพบได้บ้าง แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย โดยจะถูกคัดออกในขั้นตอนหลังการผลิตก่อนส่งถึงมือผู้บริโภค ดังนั้น การลดต้นทุนการผลิต จึงสำคัญอย่างมากในการทำให้สินค้ามีต้นทุนต่ำลงหรือกำไรเพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการแข่งขันในตลาด การผลิตทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสมคือแนวทางในการทำการเกษตรกรรมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี ขบวนการผลิตต้องปลอดภัยต่อเกษตกรและผู้บริโภค ต้องใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดและความยั่งยืนทางเกษตรกรรม (ธนยา, 2559)

สุวิมล (2556) กล่าวถึงการบัญชีต้นทุน (Cost Accounting) เป็นหลักการบัญชีที่เกี่ยวกับการสะสมและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจของฝ่ายบริหารทั้งเพื่อการวางแผนควบคุมและตัดสินในเรื่องอื่น ๆ โดยปกติแล้วการบัญชีต้นทุนจะทำหน้าที่หลักในการสะสมข้อมูลทางด้านบัญชีต้นทุนที่เกิดขึ้นแล้วในอดีตเพื่อคำนวณหาต้นทุนของผลิตภัณฑ์รวมทั้งใช้งบประมาณมูลค่าของสินค้าคงเหลือ การจำแนกต้นทุนตามลักษณะส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบของต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด (Cost of a Manufactured Product) ประกอบด้วยวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายการผิต ซึ่งถ้าพิจารณาในด้านทรัพยากรที่เป็นส่วนประกอบของสินค้าแล้วประกอบด้วย

1. วัตถุดิบ (Materials) วัตถุดิบนับว่าเป็นส่วนปรกอบสำคัญของการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปโดยทั่วไปซึ่งต้นทุนที่เกี่ยวกับการใช้วัตถุดิบในการผลิตสินค้าอาจจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 วัตถุดิบทางตรง (Direct Materials) หมายถึง วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตและสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าใช้ในการผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่ง ในปริมาณและต้นทุนเท่าใดรวมทั้งจัดเป็นวัตถุดิบส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตสินค้าชนิดนั้น ๆ เช่น ไม้แปรรูปจัดเป็นวัตถุดิบทางตรงของการผลิตเฟอร์นิเจอร์ ผ้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมเสื้อผ้า ยางดิบที่ใช้ในการผลิตยางรถยนต์ แร่เหล็กที่ใช้ในอุตสาหกรรมถลุงเหล็ก กระดาษที่ใช้ในธุรกิจ เป็นต้น

1.2 วัตถุดิบทางอ้อม (Indirect Materials) หมายถึง วัตถุดิบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยอ้อมกับการผลิตสินค้าแต่ไม่ใช่วัตถุดิบหลัก หรือวัตถุดิบส่วนใหญ่ เช่น ตะปูกาว กระดาษทรายที่ใช้เป็นส่วนประกอบของการทำเครื่องหนัง หรือเฟอร์นิเจอร์ น้ำมันหล่อลื่น เครื่องจักร เส้นด้ายที่ใช้ในการตัดเย็บเสื้อผ้า เป็นต้น โดยปกติแล้ว วัตถุดิบทางอ้อมอาจจะถูกเรียกว่า “วัสดุโรงงาน” ซึ่งจะถือเป็นค่าใช้จ่ายการผลิตชนิดหนึ่ง

2. ค่าแรงงาน (Labor) หมายถึง ค่าจ้างหรือผลตอบแทนที่จ่ายให้แก่ลูกจ้างหรือคนงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้า โดยปกติแล้วค่าแรงงานจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ค่าแรงงานทางตรง (Direct Labor) และค่าแรงงานทางอ้อม (Indirect Labor)

2.1 ค่าแรงงานทางตรง (Direct Labor) หมายถึง ค่าแรงงานต่าง ๆ ที่จ่ายให้แก่คนงานหรือลูกจ้างที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการผลิตสินค้าสำเร็จรูปโดยตรง รวมทั้งเป็นค่าแรงงานที่มีจำนวนมากเมื่อเทียบกับค่าแรงงานทางอ้อมในการผลิตสินค้าหน่วยหนึ่ง ๆ และจัดเป็นค่าแรงงานส่วนสำคัญในการแปรรูปวัตถุดิบให้เป็นสินค้าสำเร็จรูป เช่น คนงานที่ทำงานเกี่ยวกับการควบคุมเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตก็ควรถือเป็นแรงงานทางตรงพนักงานในสายการประกอบ เป็นต้น

2.2 ค่าแรงงานทางอ้อม (Indirect Labor) หมายถึง ค่าแรงงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับค่าแรงงานทางตรง ที่ใช้ในการผลิตสินค้า เช่น เงินเดือนผู้ควบคุมโรงงาน เงินเดือนพนักงานทำความสะอาด เครื่องจักรและโรงงาน พนักงานตรวจสอบคุณภาพ ช่างซ่อมบำรุง ตลอดจนต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับคนงาน เช่น ค่าภาษีที่ออกให้ลูกจ้าง สวัสดิการต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งค่าแรงงานทางอ้อมเหล่านี้จะถือเป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายการผลิต

3. ค่าใช้จ่ายการผลิต (Manufacturing Overhead) หมายถึง แหล่งรวบรวมค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าซึ่งนอกเหนือจากวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง เช่นวัตถุดิบทางอ้อมค่าแรงงานทางอ้อม ค่าใช้จ่ายในการผลิตทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคา ค่าประกันภัย ค่าภาษี เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายเหล่านี้ ก็จะต้องเป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการดำเนินการผลิตในโรงงานเท่านั้น ไม่รวมถึง เงินเดือน ค่าเช่า ค่าไฟฟ้า ค่าเสื่อมราคาที่เกิดขึ้นจาก การดำเนินงานในสำนักงาน ดังนั้น ค่าใช้จ่ายการผลิต จึงถือเป็นที่รวมของค่าใช้จ่ายในการผลิตทางอ้อมต่าง ๆ (Cost pool of indirect manufacturing costs) นอกจากนี้ ยังจะพบว่าในบางกรณีก็มีการเรียกค่าใช้จ่ายการผลิตในชื่ออื่น ๆ เช่น ค่าใช้จ่ายโรงงาน (Factory Overhead) โสหุ้ยการผลิต (Manufacturing Burden) ต้นทุนผลิตทางอ้อม (Indirect Costs) เป็นต้น

อรวรรณ (2557) การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตตามพฤติกรรมค่าใช้จ่ายของเกษตรกร ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ประเภท ได้แก่ ต้นทุนการผลิตคงที่และต้นทุนการผลิตผันแปร

ต้นทุนทั้งหมด = ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่

ต้นทุนทั้งหมด = (ต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด + ต้นทุนผันแปรที่ไม่ใช่เงินสด) + (ต้นทุนคงที่ที่เป็นเงินสด + ต้นทุนคงที่ที่ไม่ใช่เงินสด)

1. ต้นทุนการผลิตผันแปร (Variable Cost) หมายถึง ต้นทุนการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของผลผลิต ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ปัจจัยผันแปรในการผลิต คือ เป็นปัจจัยการผลิตที่ผู้ผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ได้ในช่วงเวลาการผลิตหนึ่ง ๆ ซึ่งค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิตถ้ามีการผลิต ผลผลิตจำนวนมากต้นทุนชนิดนี้จะสูงแต่ถ้ามีการผลิตจำนวนน้อยต้นทุนส่วนนี้ก็จะต่ำ โดยต้นทุนการผลิตผันแปรส่วนใหญ่ จะเป็นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตทางตรง เช่น ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช และน้ำมัน

เชื้อเพลิง เป็นต้น โดยการวิเคราะห์ต้นทุนผันแปรสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด

1.1 ต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด หมายถึง ค่าใช้จ่ายผันแปรที่ผู้ผลิตจ่ายออกไปจริงเป็นเงินสดในการซื้อหรือเช่าปัจจัยการผลิตผันแปร เช่น ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับวัสดุทางตรงที่ใช้เกี่ยวกับการผลิต (ค่าหัวพันธุ์ ค่าปุ๋ยเคมี ค่าสารเคมี ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงฯ) ค่าจ้างเกี่ยวกับแรงงาน หรือค่าเช่าเครื่องจักร (เตรียมดิน เก็บเกี่ยวดูแลรักษา ค่าอาหารสำหรับแรงงานแลกเปลี่ยน) ค่าวัสดุอื่น ๆ (รองเท้ายาง ถุงมือ และหน้ากากป้องกันสารเคมี) และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ค่าโสหุ้ย) เป็นต้น บางครั้งค่าใช้จ่ายเหล่านั้น อาจอยู่ในรูปของเงินเชื่อในช่วงระยะเวลาหนึ่งแต่ก็ต้องชำระให้แล้วเสร็จภายในหนึ่งปี หรือหนึ่งฤดูการผลิต ซึ่งในกรณีนี้การคำนวณเป็นต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด

1.2 ต้นทุนผันแปรที่ไม่ใช่เงินสด หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตไม่ได้จ่ายออกไปจริงเป็นเงินสดในการใช้ปัจจัยการผลิตผันแปรนั้น ๆ ซึ่งเป็นค่าปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ทั้งที่เป็นของผู้ผลิตเอง เช่น ค่าเสียโอกาสของแรงงานเจ้าของฟาร์ม ค่าแรงงานในครัวเรือน หรือแรงงานแลกเปลี่ยน ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนของเจ้าของฟาร์มที่นำมาจ่ายในการผลิต ค่าเสียโอกาสของปัจจัยการผลิตที่ฟาร์มผลิตขึ้นได้เอง (เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสดฯ) และค่าเสียหายอันเนื่องมาจากการเน่าเสียของผลผลิต เป็นต้น

ต้นทุนผันแปรทั้งหมด = ค่าแรงงาน + ค่าวัสดุปัจจัยการผลิต + ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

ค่าแรงงาน = ค่าแรงงานในการเตรียมแปลง + ค่าแรงงานในการปลูก + ค่าแรงงานในการดูแลรักษา + ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว

ค่าวัสดุปัจจัยการผลิต = จำนวนวัสดุปัจจัยแต่ละชนิดที่ใช้ คูณ ราคาของวัสดุปัจจัยนั้น เช่น ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ยเคมี ค่าสารเคมี และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

ค่าใช้จ่ายผันแปรอื่น ๆ = ค่าวัสดุอื่น ๆ + ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร + ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนระยะสั้น

2. ต้นุทนการผลิตคงที่ (Fixed Cost) หมายถึง ต้นทุนการผลิตที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของผลผลิต ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้จากการใช้ปัจจัยคงที่ในการผลิต หรือไม่สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้ได้ในช่วงระยะเวลาของการผลิต ไม่ว่าจะผลิตให้ได้ผลผลิตเป็นปริมาณมากน้อยเท่าใดก็ตาม ผู้ผลิตต้องเสียต้นทุนในจำนวนเดิม ปัจจัยคงที่ อาทิ ที่ดิน ทรัพย์สินคงที่ต่าง ๆ เช่น รถแทรกเตอร์ เครื่องสูบน้ำ โรงเรือน เป็นต้น ต้นทุนคงที่จัดเป็นค่าใช้จ่ายที่มีอยู่แล้วในฟาร์ม แม้ว่าปัจจัยคงที่ดังกล่าวจะไม่ถูกใช้ในช่วงเวลาของการผลิตนั้น ๆ ซึ่งสามารถแบ่งต้นทุนคงที่ได้เป็น 2 ชนิด คือ ต้นทุนการผลิตคงที่ที่เป็นเงินสด และไม่เป็นเงินสด

2.1 ต้นทุนการผลิตคงที่ที่เป็นเงินสด หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตจะต้องจ่ายในรูปของเงินสดเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตคงที่ เช่น ค่าเช่าที่ดิน ค่าดอกเบี้ยเงินกู้ระยะยาว ค่าภาษีที่ดิน ค่าประกันภัยของฟาร์ม ค่าภาษีโรงเรือน ค่าคนคว้าวิจัยผลผลิต ค่าส่งเสริมการาขาย ค่าเงินเดือนของฝ่ายบริหารฟาร์ม เป็นต้น

2.2 ต้นทุนการผลิตคงที่ที่ไม่ใช่เงินสด หมายถึง ค่าใช้จ่ายจำนวนคงที่ที่ผู้ผลิตไม่ได้จ่ายออกไปจริงรูปของเงินสด หรือเป็นค่าใช้จ่ายที่ประเมินจากค่าเสียโอกาสของปัจจัยการผลิตคงที่ในแต่ละฤดูกาลผลิต เช่น ค่าสึกหรอหรือค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์การเกษตรที่มีอายุการใช้งาน ค่าเสื่อมราคาของโรเรือน หรือที่เก็บบผลผลิตของฟาร์มและค่าใช้ที่ดินกรณีเป็นที่ดินของตนเองแต่ประเมินตามอัตราค่าเช่าที่ดินในท้องถิ่นนั้น เป็นต้น โดยคำนวณต้นทุนคงที่ของการผลิตพืช ดังนี้

ต้นทุนคงที่ทั้งหมด = ค่าใช้ที่ดิน + ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์การเกษตร + ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนระยะยาว + ค่าภาษีที่ดิน

ค่าใช้ที่ดิน = จำนวนที่ดิน X อัตราค่าเช่าต่อไร่

ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์การเกษตร = (มูลค่าซื้อ – มูลค่าคงเหลือของสินทรัพย์) / อายุการใช้งาน X เปอร์เซ็นต์การใช้งาน

ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนระยะยาว = (ผลรวมมูลค่าปัจจุบันของอุปกรณ์การเกษตร X อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 1 ปี

ค่าภาษีที่ดิน = จำนวนที่ดิน X อัตราภาษีต่อไร่

ในการศึกษาต้นทุนของการผลิตข้าวอินทรีย์ครั้งนี้ เพื่อให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จะใช้การแบ่งต้นทุนเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

1. ต้นทุนคงที่ จะแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่ที่เป็นเงินสด และไม่เป็นเงินสด

1.1 ต้นุทนคงที่ที่เป็นเงินสด คือ ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตต้องจ่ายในรูปเงินสดในจำนวนคงที่ต่อปี เช่น ค่าเช่าที่ดิน ค่าภาษีที่ดิน

1.2 ต้นทุนคงที่ที่ไม่เป็นเงินสด คือ ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตไม่ได้จ่ายออกไปจริงในรูปเงินสด เช่น ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์การเกษตร ค่าเสียโอกาสของเงินทุนในการซื้ออุปกรณ์การเกษตรโดย ต้นทุนคงที่ทั้งสองแบบจำแนกได้ ดังนี้

1.2.1 ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์การเกษตร คือ ค่าใช้จ่ายในการซ่องบำรุงเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรที่ชำรุดเสียหาย เช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องฉีดพ่นยา เป็นต้น โดยคำนวณจากสูตรค่าเสื่อมราคา = มูค่าสินทรัพย์ - มูลค่าซาก / อายุการใช้งาน (ปี)

1.2.2 ค่าใช้ที่ดิน คือ เป็นค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสด จะประเมินค่าการใช้ที่ดิน เท่ากับอัตราค่าเช่าในท้องถิ่นนั้น หากเกษตรกรใช้ที่ดินของตนเองไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ แต่กรณีที่เกษตรกรไม่มีที่ดินของตนเอง เกษตรกรต้องเสียค่าเช่าที่ดิน คำนวณโดยใช้ค่าเช่าที่ดินทั้งหมดต่อปี หารด้วยจำนวนไร่ที่ทำการเพาะปลูกบนที่ดินเช่านั้น

2. ต้นทุนผันแปร จะแบ่งออกเป็นต้นทุนผันแปรเป็นเงินสด และไม่เป็นเงินสด

2.1 ต้นทุนผันแปรเป็นเงินสด ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตต้องจ่ายในรูปแบบเงินสดจากการใช้ปัจจัยผันแปรต่าง ๆ เช่น ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช ค่าแรงงาน ตลอดจนค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตรต่าง ๆ เป็นต้น

2.2 ต้นทุนผันแปรไม่เป็นเงินสด คือ ค่าใช้จ่ายที่ผู้ผลิตไม่ได้จ่ายในรูปเงินสด เป็นค่าใช้จ่ายที่คิดให้กับปัจจัยการผลิตผันแปรต่าง ๆ เช่น ค่าแรงงานของบุคคลในครอบครัว ค่าวัสดุอุปกรณ์ที่เกษตรนำมาใช้ เป็นต้น โดยต้นทุนผันแปรทั้งสองแบบ จำแนกได้ดังนี้ ค่าแรงงาน คือ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับค่าจ้างแรงงานที่จ่ายไปสำหรับเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบให้เป็นผลผลิต ซึ่งจะรวมถึงค่าแรงงานในครอบครัวที่ไม่ได้จ่ายเป็นเงินสด นับว่าเป็นต้นทุนค่าแรงงานด้วย ซึ่งค่าแรงงานจะแยกตามลักษณะและขั้นตอน ได้แก่ ค่าแรงงานในการปลูก และค่าแรงงานในการดูแลรักษา

วิธีหาค่าแรงงาน

ค่าแรงงาน = จำนวนแรงงานรับจ้าง X จำนวนชั่งโมงทำงานเฉลี่ยต่อวัน X จำนวนวันทำงาน X (อัตราค่าจ้างเฉลี่ยต่อวันในท้องที่ที่ทำการศึกษา) ค่าวัสดุอุปกรณ์การเกษตรในการปลูกข้าว ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าสารเคมี ค่าปุ๋ยอินทรีย์ ค่าสารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร คำนวณโดย นำค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตรที่จ่ายจริงในรอบ 1 ปี หารด้วยจำนวนไร่ รวมทุกครั้งที่ปลูกในรอบ จะได้เป็นค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตรเฉลี่ยต่อไร่

ค่าวัสดุการเกษตร คือ วัสดุการเกษตรที่ใช้ในการผลิตโดยมีอายุการใช้งานมากกว่า 1 ปี เช่น จอบ เสียม พลั่ว และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ กำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนจากการผลิตพืช ดังนี้

ต้นทุนทั้งหมด = ต้นทุนผันแปรทั้งหมด + ต้นทุนคงที่ทั้งหมด

ต้นทุนผันแปรทั้งหมด = ค่าแรงงาน + ค่าวัสดุอุปกรณ์การเกษตร + ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ + วัสดุการเกษตร

ต้นทุนคงที่ทั้งหมด = ค่าเช่าที่ดิน + ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์การเกษตร

กำไรสุทธิทั้งหมด = รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนทั้งหมด

2. แนวคิดเกี่ยวกับผลตอบแทน

1. ผลประโยชน์ หรือผลตอบแทน (Benefits) ของการลงทุน หมายถึง มูลค่าของสินค้าหรือบริการที่ผลิตได้จากการลงทุน ประกอบด้วย ผลตอบแทนทางตรง ผลตอบแทนทางอ้อม และผลตอบแทนที่ไม่มีตัวตน (นราทิพย์, 2539)

- ผลตอบแทนทางตรง (Direct Benefit) คือ ผลผลิตสุทธิของการลงทุน ซึ่งหมายถึงมูลค่าของสินค้าและบริการที่ผลิตได้โดยตรงจากการลงทุน นอกจากนี้ยังหมายถึงการประหยัดและลดค่าใช้จ่ายจากที่เคยมีอยู่เดิม

- ผลตอบแทนทางอ้อม (Indirect Benefits) คือ ผลประโยชน์ตอบแทนอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากผลประโยชน์ตอบแทนทางตรง นอกจากนี้ยังรวมถึงผลประโยชน์ตอบแทนด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น โครงการนั้นอาจกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม ก่อให้เกิดการขยายตัวของการท่องเที่ยวในพื้นที่ที่โครงการตั้งอยู่เป็นต้น

- ผลตอบแทนที่ไม่มีตัวตน (Intangible Benefits) คือ ผลตอบแทนทที่ไม่สามารถประเมินมูลค่าเป็นตัวเงินได้ เช่น การลงทุนนั้นอาจมีส่วนช่วยยกระดับคุณภาพชีวิต และการกระจายรายได้ ให้มีความยุติธรรมมากขึ้น เป็นต้น

2. ค่าเสียโอกาสของทุน (Opportunity Cost of Capital) คือ ถ้ามีการกำหนดให้ตลาดทุน (Capital Market) ที่มีอยู่สามารถนำเงินตรา หรือทรัพยากรไปลงทุนเพื่อสร้างเงินตราให้มีจำนวนมากขึ้นอนาคตแล้ว สามารถกล่าวได้ว่า ค่าเสียโอกาสของการออมได้เกิดขึ้นแล้วทางเลือกต่อการบริโภคในปัจจุบัน คือ การใช้เงินทุนหรือทรัพยากรไปในทางที่ก่อให้เกิดรายได้ในอนาคต ซึ่งอย่างน้อยต้องมีมูลค่าเท่ากับเงินตราในปัจจุบันที่เกิดจากการลงทุนในรูปแบบอื่น

อรวรรณ (2557) กล่าวถึงผลตอบแทนทางตรงทางการเกษตรว่า ผลผลิต หมายถึง จำนวนผลผลิตทั้งหมดที่ผู้ผลิตผลิตได้ต่อหนึ่งรอบการผลิต ผลผลิตต่อไร่ หมายถึง จำนวนผลผลิตทั้งหมดที่ผู้ผลิตผลิตได้ต่อรอบการผลิต คิดเฉลี่ยต่อพื้นที่ผลิต ราคาของผลผลิต หมายถึง ราคาที่ผู้ผลิตขายได้

หรือได้รับจากการขายผลผลิต รายได้ หมายถึง รายได้ทั้งหมดที่ผู้ผลิตได้รับจากการผลิตต่อหนึ่งรอบการผลิต ซึ่งเท่ากับจำนวนผลผลิตทั้งหมด คูณ ด้วยราคาของผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ รายได้ต่อไร่ หมายถึง รายได้ทั้งหมดที่ผู้ผลิตได้รับจากการผลิตต่อหนึ่งรอบการผลิต คิดเฉลี่ยต่อพื้นที่ผลิตหนึ่งไร่ ผลตอบแทนสุทธิ (Net Return) หมายถึง รายได้ทั้งหมด ลบด้วยต้นทุนทั้งหมด ผลตอบแทนเหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด หมายถึง ผลต่างระหว่างรายได้ทั้งหมดกับต้นทุนทั้งหมดที่เป็นเงินสด นอกจากการคำนวณผลตอบแทนจากการผลิตแล้วยังสามารถวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการผลิตโดยใช้การวิเคราะห์ระดับราคาคุ้มทุน (Break-Even Price Analysis) หมายถึง ราคาผลผลิตเกษตรที่เกษตรกรขายได้โดยทำให้เกษตรกรได้รับรายได้เท่ากับค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการผลิตของผลผลิตดังกล่าว ณ ระดับผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่และต้นทุนการผลิตที่กำหนดให้ระดับหนึ่ง

การคำนวณผลต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตพืช

1. การคำนวณต้นทุนการผลิต เป็นการคำนวณต้นทุนการผลิตรายตัวอย่างที่มีกิจกรรมการผลิตครบทุกขั้นตอน ตั้งแต่เตรียมดิน จนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต แล้วนำมาจัดหมวดหมู่ให้เป็นไปตามโครงสร้างต้นทุนการผลิต เพื่อคำนวณต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ และรวมเป็นต้นทุนรวมทั้งหมดของแปลงตัวอย่าง โดยมีหน่วยเป็นบาท แล้วคำนวณหาผลผลิตรวมและผลผลิตต่อไร่ เพื่อคำนวณต้นทุนการผลิตต่อไร่ และต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัม ต่อไป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) มีสูตรการคำนวณ ดังสมการที่ (1) – (5)

1.1 ต้นทุนการผลิตรวม คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของตัวอย่างที่ i ดังสมการที่ (1)

$$TC_i = TVC_i + TFC_i \quad (1)$$

โดยที่

TC_i = ต้นทุนรวมของตัวอย่างที่ i (บาท)

TVC_i = ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับต้นทุนผันแปรของตัวอย่างที่ i (บาท)

TFC_i = ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับต้นทุนคงที่ของตัวอย่างที่ i (บาท)

i = ตัวอย่างที่ i โดย i = 1, 2, 3, ..., n

1.2 ต้นทุนการผลิตต่อไร่ คือ ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของตัวอย่างที่ i (บาท) หารด้วยเนื้อที่เพาะปลูกของแปลงตัวอย่างที่ i (ไร่) ดังสมการที่ (2)

$$TCR_i = \frac{TCi}{Ai} \quad (2)$$

โดยที่

TCR_i = ต้นทุนการผลิตต่อไร่ของตัวอย่างที่ i (บาท)

TC_i = ต้นทุนการผลิตรวมของตัวอย่างที่ i
หรือค่าใช้จ่ายในการผลิตรวมของตัวอย่างที่ i (บาท)

A_i = เนื้อที่ปลูกของตัวอย่างที่ i (ไร่)

1.3 ผลผลิตต่อไร่ คือ ผลผลิตทั้งหมดของตัวอย่างที่ i (กิโลกรัม) หารด้วย เนื้อที่ปลูกของตัวอย่างที่ i (ไร่) ดังสมการที่ (3)

$$Y_i = \frac{Pi}{Ai} \quad (3)$$

โดยที่ Y_i = ผลผลิตต่อไร่ของตัวอย่างที่ i (กิโลกรัม)

P_i = ผลผลิตทั้งหมดของตัวอย่างที่ i (กิโลกรัม)

A_i = เนื้อที่ปลูกของตัวอย่างที่ i (ไร่)

1.4 ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัม คือ ต้นทุนการผลิตต่อไร่ของตัวอย่างที่ i (บาท) หารด้วย ผลผลิตต่อไร่ของตัวอย่างที่ i (กิโลกรัม) หรือสมการ (2) หารสมการ (3) ดังสมการที่ (4) หรือ (5)

$$TCK_i = \frac{TCRi}{Yi} \quad (4)$$

โดยที่ TCK_i = ต้นทุนการผลิตรวมต่อกิโลกรัมของตัวอย่างที่ i (บาท)

TCR_i = ต้นทุนการผลิตต่อไร่ ตัวอย่างที่ I (บาท)

Y_i = ผลผลิตต่อไร่ ตัวอย่างที่ i (กก.)

i = ตัวอย่างที่ i โดย i = 1, 2, 3, ..., n

หรือต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมเท่ากับต้นทุนการผลิตรวมของตัวอย่างที่ i หารด้วย ผลผลิตทั้งหมดของตัวอย่างที่ i

$$TCK_i = \frac{TCi}{Pi} \quad (5)$$

โดยที่ TCK_i = ต้นทุนการผลิตรวมต่อกิโลกรัมของตัวอย่างที่ i (บาท)

TC_i = ต้นทุนการผลิตรวม ตัวอย่างที่ I (บาท)

P_i = ผลผลิตทั้งหมด ตัวอย่างที่ i (กก.)

i = ตัวอย่างที่ i โดย i = 1, 2, 3, ..., n

2. การคำนวณผลตอบแทนการผลิต เป็นการคำนวณผลตอบแทนทางการเกษตร จากผลผลิตที่ผู้ผลิตผลิตได้ต่อรอบการผลิตนั้น คูณกับ ราคาที่ผู้ผลิตขายได้ ส่วนผลตอบแทนต่อไร่ นั้นต้องคำนวณหาผลิตต่อไร่ก่อนซึ่งคำนวณจากผลผลิตที่ได้ต่อรอบ / พื้นที่ที่ทำการผลิต หลังจากนั้นจึงนำมาหาผลตอบแทนต่อไร่ ด้วยการนำผลผลิตต่อไร่ คูณกับ ราคาที่ขายได้ ทั้งนี้การคำนวณหาผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ ให้นำผลตอบแทนต่อไร่มาลบออกด้วยต้นทุนการผลิตต่อไร่ ส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อกิโลกรัม คำนวณจากผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ หารด้วยผลผลิตต่อไร่ ดังนี้

ผลตอบแทนต่อรอบการผลิต = ผลผลิตต่อรอบการผลิตนั้น x ราคาที่ขายได้

ผลตอบแทนต่อไร่ = ผลผลิตต่อไร่ x ราคาที่ขายได้

ผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ = ผลตอบแทนต่อไร่ – ต้นทุนการผลิตต่อไร่

ผลตอบแทนสุทธิต่อกิโลกรัม = ผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ / ผลผลิตต่อไร่

วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

เมื่อปี พ.ศ. 2541 มีเกษตรกรกลุ่มหนึ่งได้รับโอกาสในการร่วมรับฟังการบรรยายเกี่ยวกับแนวคิด เทคนิค การทำเกษตรอินทรีย์ จาก ดร.ชมชวน บุญระหงษ์ ที่ปรึกษาเครือข่ายเกษตรอินทรีย์ต้นน้ำแม่ฮาว อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากได้รับฟังการบรรยายเกษตรกรดังกล่าวได้มาพบปะ พูดคุย แลกเปลี่ยน เปิดโอกาสให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็น กระทั่งนำมาสู่บทสรุปว่าการทำเกษตรแบบใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีนั้น ทำให้เกษตรกรยังคงมีหนี้สิน และยังไม่มีที่ดินเป็นของตนเอง เกษตรกรต้องเช่าที่ดินทำเกษตร อีกทั้งเกิดการเจ็บป่วยจากการใช้สารเคมีติดต่อกันมาเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกษตรกรจำนวน 25 ราย ที่มีความมุ่งมั่นตั้งใจแก้ไขปัญหา ในการลดต้นทุนการผลิตเพื่อลดปัญหาหนี้สิน และต้องการสร้างความเข้มแข็งในชุมชน ได้ร่วมมือกันดำเนินการการจัดตั้งกลุ่มเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียงขึ้น เมื่อปี พ.ศ. 2542 เพื่อเรียนรู้ในการทำเกษตรอินทรย์ โดยเริ่มจากจุดเล็กๆ ทำเกษตรจากแปลงนาขนาดเล็ก หรือแปลงเกษตรรอบบ้าน จากการเริ่มปลูกพืชผักสวนครัว ปลูกข้าวไว้บริโภค ปลูกถั่วเหลืองหลังนา เพื่อให้เป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดิน เริ่มเก็บพันธุ์ข้าว พืชผักพื้นเมือง ไว้ใช้เอง ลดการพึ่งพาแรงงานจ้างใช้เพียงแรงงานในครัวเรือน แก้ปัญหาแบบค่อยเป็นค่อยไป พร้อมทั้งน้อมนำปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้ในครัวเรือน มุ่งเน้นความประหยัด เรียบง่าย

ในการใช้ชีวิตประจำวัน ส่งผลให้สมาชิกปัจจุบันที่มีความมุ่งมั่น ตั้งใจ อดทน ขยัน สามารถปลดภาระหนี้สินได้ เริ่มมีการออมเงิน มีทรัพย์สินเป็นของต้นเองเพิ่มขึ้น เช่น ที่ดินทำการเกษตร อีกทั้งเกษตรกรในชุมชนได้นำภูมิปัญญาท้องถิ่นดั้งเดิมของบรรพบุรุษมาแปรรูปถั่วเหลืองเพื่อการบริโภค จากถั่วเหลืองหมัก (ถั่วเน่าเมอะ) ต่อยอดสู่การเป็นเต้าเจี้ยว ซีอิ๊วขาว พัฒนาเป็นมิโสะแล้วนำมาผลิตเพื่อเป็นสินค้าชุมชน เพื่อจำหน่ายเชิงพานิชย์ เป็นการเพิ่มรายได้ จนกลายเป็นเอกลักษณ์อันโดนเด่นของชุมชน (วีนัส สมจักร, สัมภาษณ์, 8 มกราคม 2561)

ต่อมาปี พ.ศ. 2553 ได้มีการจดทะเบียนเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยใช้ชื่อว่า “วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่” มีสมาชิกแรกเริ่มดำเนินการจำนวน 18 ราย แต่เมื่อวิถีการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ปัจจุบันมีสมาชิกที่ยังคงดำเนินการผลิตเกษตรอินทรีย์ จำนวน 16 ราย ดำเนินผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ ในกิจกรรมการผลิตข้าวอินทรีย์ การปลูกพืชผักสวนครัว พืชผักพื้นเมือง สมุนไพรต่าง ๆ มะม่วง ลำไย กล้วย ถั่วเหลือง เป็นต้น โดยมีโครงสร้างคณะกรรมการวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรอินทรย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 11 ราย ดังรายชื่อต่อไปนี้

1. นายอนันต์ สมจักร ตำแหน่ง ประธานกลุ่ม
2. นายเรือง เทพินท์ ตำแหน่ง รองประธานกลุ่ม
3. นายกมล เครือคำ ตำแหน่ง รองประธานกลุ่ม
4. นายสุนันท์ สมจักร ตำแหน่ง เลขานุการ
5. นางบุญศรี ชัยแก้ว ตำแหน่ง เหรัญญิก
6. นางทิปประไพ ฟองคำ ตำแน่ง ฝ่ายสินเชื่อ
7. นางเกี๋ยงคำ ทิพจร ตำแหน่ง ฝ่ายแปรรูป
8. นางวีนัส สมจักร ตำแหน่ง ฝ่ายการตลาด
9. นายประเสริฐ สมจักร ตำแหน่ง ฝ่ายตรวจสอบไร่นา
10. นายเสาร์คำ ชัยราษฎร์ ตำแหน่ง ฝ่ายตรวจสอบไร่นา
11. นายศรีมูล ทิพจร ตำแหน่ง ฝ่ายตรวจสอบไร่นา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2560) ศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากการผลิตสินค้าเกษตรในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวหอมมะลิ ในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่อไร่ 995.24 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือเท่ากับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ต่อตันข้าว 1,972.14 ลูกบาศก์เมตร การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตของสินค้าเกษตร ในกรณีของการผลิตข้าวหอมมะลิ จำนวน 1 ไร่ ในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ มีผลตอบแทนสุทธิไร่ละ 2,880.36 บาท ถ้าลงทุนจัดสรรน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรให้กับพื้นที่โครงการจะสามารถให้ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจต่อปริมาณการใช้น้ำไร่ละ 2.89 บาท คิดเป็น 5.79 เท่าของเงินลงทุน ดังนั้นแม้ว่าการวิจัยครั้งนี้จะคำนวณต้นทุนการผลิตที่รวมต้นทุนค่าน้ำที่ลูกบาศก์เมตรละ 0.50 บาท ตามประกาศของกรมชลประทาน แต่ในอนาคตหากต้นทุนน้ำเพิ่มขึ้นเพราะน้ำเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดแต่มีความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องมีการจัดสรรน้ำไปเพื่อภาคส่วนธุรกิจอื่นและต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ต่อหน่วยที่คุ้มค่ามากที่สุด ดังนั้น เกษตรกรถือเป็นภาคส่วนที่จำเป็นต้องมีความตระหนักถึงความสำคัญของการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ รู้คุณค่า และคุ้มค่าต่อการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดตามความต้องการของพืชต่อไป

ชาลิสา (2559) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการปลูกข้าวอินทรีย์และเกษตรเคมี จังหวัดสุพรรณบุรี ในปีเพาะปลูก 2557/58 ผลการศึกษา พบว่า การปลูกข้าวอินทรีย์ มีต้นทุนทั้งสิ้นเฉลี่ยต่อไร่ 4,230.85 บาท ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ 6,007.55 บาท ทำให้การปลูกข้าวอินทรีย์ มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 1,776.70 บาทต่อไร่ และเกษตรกรที่ปลูกข้าวเกษตรเคมีมีต้นทุนทั้งเฉลี่ย 5,472.27 บาทต่อไร่ ผลตอบแทนเฉลี่ย 6.642.38 บาทต่อไร่ ทำให้การปลูกข้าวเกษตรเคมีทั่วไปมีกำไรสุทธิเฉลี่ย 1,170.11 บาทต่อไร่ จะเห็นได้ว่าเกษตรกรที่ปลูกข้าวเกษตรอินทรีย์มีต้นทุนต่ำกว่าเกษตรเคมีเฉลี่ย 1,242.19 บาทต่อไร่ และมีผลตอบแทนสุทธิที่มากกว่าเกษตรเคมีเฉลี่ย 634.83 บาทต่อไร่ ทั้งนี้ รายได้และต้นทุนการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์และแบบเกษตรเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประกิตต์ (2559) ศึกษาถึงความสำเร็จของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย 8 จังหวัด ประกอบด้วย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ และน่าน โดยกำหนดตัวชี้วัด 3 ตัวชี้วัด สำหรับวัดความสำเร็จของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ คือ (1) การได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิตข้าวอินทรีย์จากกรมการข้าวอย่างต่อเนื่อง (2) การดำเนินการผลิตข้าวอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง และ (3) การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตข้าวอินทรีย์ ซึ่งกำหนดผลคะแนนของแต่ละตัวชี้วัด และนำผลคะแนนรวมมาศึกษา พบว่า มีเกษตรกรที่เกิดผลสำเร็จในการผลิต

ข้าวอินทรีย์ ร้อยละ 50.37 และไม่เกิดผลสำเร็จในการผลิตข้าวอินทรีย์ ร้อยละ 49.63 นอกจากนี้ยังศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ พบว่า ประสบการณ์ในการผลิตข้าวอินทรีย์ การได้รับการฝึกอบรมเพิ่มพูนความรู้ การได้รับข่าวสารเท่าทันสถานการณ์ แรงจูงใจในด้านราคา การมีตลาดรองรับผลผลิต การได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานของรัฐในด้านปัจจัยการผลิตและคำแนะนำพันธุ์ข้าวที่ดี ทนต่อโรคแมลงและศัตรูพืช สภาพแวดล้อมบริเวณรอบแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ การมีส่วนร่วมในการวางแผนการผลิต การบริหารจัดการภายในกลุ่มผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ และการมีระบบบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ มีผลต่อความสำเร็จของเกษตรกรในการปลูกข้าวอินทรีย์

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559) ศึกษาโครงการจัดทำฐานข้อมูลฟุตพริ้นท์น้ำผลิตภัณฑ์เกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมด้าน Water Footprint ผลิตภัณฑ์เกษตรและวิเคราะห์โจทย์วิจัยด้าน Water Footprint ที่มีผลกระทบต่อสินค้าและการผลิตภาคเกษตร ผลการศึกษาพบว่า ผลการประเมินบัญชีรายการฟุตพริ้นท์น้ำของการปลูกข้าวภาคกลาง (ข้าวนาปี) การใช้น้ำมีการพึ่งพาทั้งน้ำฝนและน้ำชลประทาน โดยจังหวัดลพบุรีมีการใช้น้ำฝนมากที่สุดใน 5 จังหวัดตัวแทน ผลผลิตโดยเฉลี่ยทั้ง 5 จังหวัด อยู่ในช่วง 300 ถึง 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าฟุตพริ้นท์น้ำอยู่ในช่วง 1,051.14 ถึง 1,088.14 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต ในส่วนของบัญชีรายการฟุตพริ้นท์น้ำของการปลูกข้าวภาคกลาง (ข้าวนาปรัง) การใช้น้ำมีการพึ่งพาทั้งน้ำฝนและน้ำชลประทาน โดยจังหวัดลพบุรีมีการใช้น้ำฝนมากที่สุดใน 5 จังหวัดตัวแทน ผลผลิตโดยเฉลี่ยทั้ง 5 จังหวัด อยู่ในช่วง 340 ถึง 1,800 กิโลกรัมต่อไร่ ค่าฟุตพริ้นท์น้ำอยู่ในช่วง 866.05 ถึง 1,021.30 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลผลิต เมื่อพิจารณาพบว่าค่าฟุตพริ้นท์น้ำของแต่ละขนาดพื้นที่ปลูกไม่ได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้น้ำ โดยพิจารณาจากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ Correlation Analysis ระหว่างขนาดพื้นที่ปลูกและบัญชีรายการฟุตพริ้นท์น้ำ

พัชยา (2557) ศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์น้ำตาลทรายธรรมชาติและน้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและปริมาณการใช้น้ำของโรงงานน้ำตาลในประเทศไทยโดยอาศัยแนวคิดการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เพื่อหาความเป็นไปได้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดปริมาณการใช้น้ำ ขอบเขตของผลิตภัณฑ์ที่ทำการประเมิน คือ น้ำตาลทรายธรรมชาติ 1 กิโลกรัม น้ำตาลทรายธรรมชาติ 50 กิโลกรัม และน้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง 50 กิโลกรัม โดยเก็บข้อมูลครอบคลุมตั้งแต่การเพาะปลูก การขนส่งอ้อยมายังโรงงาน กระบวนการผลิตน้ำตาล การจัดจำหน่าย และการกำจัดซาก สำหรับการบริโภคน้ำตาลไม่ถูกนำมาคิด เนื่องจากไม่มีการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่าน้ำตาลทรายธรรมชาติ 1 กิโลกรัม น้ำตาลทรายธรรมชาติ 50 กิโลกรัม และน้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง 50 กิโลกรัม มีค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์เท่ากับ

0.48, 0.34 และ 0.30 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมน้ำตาลตามลำดับ โดยค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่สูงสุดเกิดจากการเพาะปลูก ซึ่งประกอบด้วยการใช้ปุ๋ย เชื้อเพลิงฟอสซิล และการเผาไหม้ชีวมวล ส่วนการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากการเพาะปลูกอ้อยและการผลิตน้ำตาล พบว่าน้ำตาลทรายธรรมชาติ 1 กิโลกรัม น้ำตาลทรายธรรมชาติ 50 กิโลกรัม และน้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง 50 กิโลกรัม มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 0.88, 43.71 และ 44.99 ลูกบาศก์เมตรน้ำเทียบเท่าต่อกิโลกรัมน้ำตาล ตามลำดับ สำหรับแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก คือ ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ไบโอดีเซล ในช่วงการเพาะปลูก ส่วนในช่วงการเก็บเกี่ยวให้ใช้เครื่องจักรกล สำหรับแนวทางการลดปริมาณการใช้น้ำ คือ ให้ใช้น้ำ Condensate ที่เหลือเข้าสู่หม้อไอน้ำ

ลักขณา (2556) ศึกษาการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพเชิงพลังงานในรูปค่าพลังงานสุทธิและปริมาณการใช้น้ำตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันต่อหนึ่งหน่วยผลผลิตของไบโอดีเซล การศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซล โดยอาศัยแนวคิดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งในการวิเคราะห์และบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตของปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ทั้งหมด 16 จังหวัด (ปี พ.ศ. 2550–2554) ซึ่งมีความแตกต่างตามลักษณะของสภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ จากผลการศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลมีค่าเท่ากับ 2,139 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ส่วนใหญ่เกิดจากปริมาณการใช้น้ำจากการคายระเหยของน้ำฝนร้อยละ 50 และเมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่ พบว่า ในเขตพื้นที่ภาคเหนือมีปริมาณการใช้น้ำสูงถึง 3.9 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ภาคใต้ โดยจังหวัดที่ใช้น้ำมากที่สุดคือ พิษณุโลกมีค่าเท่ากับ 6,098 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และจังหวัดที่มีการใช้น้ำน้อยที่สุด คือ สุราษฎร์ธานี มีค่าเท่ากับ 1,070 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ซึ่งจังหวัดเชียงราย จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดอุทัยธานี มีปริมาณการใช้น้ำสูงที่สุดเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ รวมถึงกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ จึงควรจัดทำแผนการการใช้น้ำใน 3 จังหวัดเป็นอันดับแรกและการจัดทำแนวทางการลดปริมาณการใช้น้ำที่เกิดขึ้นควรมุ่งเน้นการศึกษาวิจัยและการพัฒนาระบบน้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อการพัฒนาด้านพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืนในอนาคต

ธีระวัฒน์ (2555) ศึกษาเรื่องวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม ได้คำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวเปลือกเฉลี่ยทั้งโลกมีค่าเท่ากับ 1,325 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และเฉลี่ยของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 1,617 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในประเทศไทยอย่างละเอียด ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการคำนวณหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์อย่างละเอียดโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามในพื้นที่เพาะปลูกข้าวของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม ซึ่งพบว่าเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูกข้าวด้วยวิธีนาหว่าน

น้ำตม การศึกษานี้ได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient: K_c) ของกรมชลประทาน ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่า K_c ของ FAO และค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ยอมให้มีค่าเพียงครึ่งหนึ่งของ Chapagain and Hoekstra (2011) เท่านั้น ดังนั้นการใช้ค่าพื้นฐานอาจส่งผลให้ได้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าสูงกว่าการศึกษาที่ผ่านมา ผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า การปลูกข้าวในเขต พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียมมีผลผลิตสุทธิประมาณ 467 ตันต่อตารางกิโลเมตร (747 กิโลกรัมต่อไร่) ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวเฉลี่ยนาปีและนาปรังเท่ากับ 1,627 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน แยกเป็นบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 771 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ค่ากรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 483 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 418 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการศึกษาที่ผ่านมา และสามารถนำไปวิเคราะห์ผลกระทบของการใช้น้ำและกำหนดแนวทางในการบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสมในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม

ชินาธิปกรณ์ และธำรงรัตน์ (2554) ศึกษาเรื่องวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทยจากแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551-2565) ของกระทรวงพลังงานที่ส่งเสริมการผลิตและการใช้พลังงานทดแทน ทำให้การเพาะปลูกมันสำปะหลังและการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้ความต้องการใช้ “น้ำ” ที่มีอย่างจำกัดในแต่ละปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการประเมินปริมาณการใช้น้ำตลอดห่วงโซ่หรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทยที่คาดการณ์ ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการใช้พื้นที่เพาะปลูกตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี จากผลการศึกษาพบว่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในปี 2551 มีค่าเท่ากับ 0.267 กิโลลูกบาศก์เมตรต่อปีหรือคิดเป็นร้อยละ 0.03 ของปริมาณน้ำทั้งประเทศ โดยแบ่งเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.185 กิโลลูกบาศก์เมตรต่อปี และบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 0.082 กิโลลูกบาศก์เมตรต่อปี สำหรับปริมาณการใช้น้ำตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนฯ จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นทุกปี โดยจะต้องใช้น้ำถึง 2.605 กิโลลูกบาศก์เมตร หรือเพิ่มขึ้นถึงเกือบ 10 เท่า เมื่อสิ้นสุดแผนฯ ในปี 2565 แต่หากมีการพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังจาก 3.4 เป็น 8.0 ตันต่อไร่ จะส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำลดลงร้อยละ 57.40 ในแต่ละปี โดยจะต้องใช้น้ำ 1.110 กิโลลูกบาศก์เมตร หรือเพิ่มขึ้นถึงเพียง 4 เท่า เมื่อสิ้นสุดแผนฯ ในปี 2565 ดังนั้น การเพิ่มผลผลิตต่อไร่มีผลให้ปริมาณการใช้น้ำลดลงแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของการเพาะปลูกมันสำปะหลังมีความสำคัญที่จะต้องให้การสนับสนุนควบคู่ไปกับแผนพัฒนาพลังงานทดแทน เพื่อให้การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังมีศักยภาพในการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทอื่น ๆ ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาและเปรียบเทียบวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเอทานอล จากวัตถุดิบประเภทอื่น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดนโยบาย

การสนับสนุนการเพาะปลูกพืชพลังงานให้สอดคล้องกับปริมาณทรัพยากรน้ำของประเทศที่มีอยู่อย่างจำกัดในอนาคต

รมณี และปุณณมี (2554) ศึกษาเรื่องร่องรอยการใช้น้ำในอุตสาหกรรมแป้งข้าว โดยนำแนวคิดร่องรอยการใช้น้ำ (Water Footprint) มาประยุกต์ใช้ในการประเมินศักยภาพการผลิต และการใช้ทรัพยากรน้ำของอุตสาหกรรมแป้งข้าวในประเทศไทย โดยใช้โรงงานผลิตแป้งข้าว 2 โรงงาน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและโรงงานในภาคตะวันออก เป็นกรณีศึกษา พบว่า ทั้งสองโรงงานมีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แตกต่างกัน โดยโรงงานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่สูงกว่าโรงงานในภาคตะวันออก เนื่องจากกระบวนการผลิต การแปรรูปที่ต่างกัน จำนวนขั้นตอนในการผลิตที่ไม่เท่ากัน แหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิต เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ประกอบกับพื้นที่ตั้งโรงงาน การนำเข้าถึงน้ำดิบและน้ำเสียมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน

Chapagain and Hoekstra (2011) ศึกษาเรื่องวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวจากมุมมองการผลิตและการบริโภคเศรษฐศาสตร์นิเวศวิทยา ในพื้นที่เพาะปลูกของประเทศต่าง ๆ ครอบคลุมทั้งในส่วนของการผลิตและบริโภค โดยใช้ฐานข้อมูลการผลิตและบริโภคข้าวของ FAOSTAT และใช้ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของพืช (crop water requirement) ที่ได้จากการคำนวณด้วยโมเดล เช่น CROPWAT model ที่ FAO พัฒนาขึ้น และใช้ข้อมูลที่ได้จากแปลงทดสอบในอินเดียในการทดสอบแบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตข้าวมีค่า 1,325 ลบ.ม./ตันข้าว โดยร้อยละ 48 เป็น กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ร้อยละ 44 เป็นบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ และเป็นเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ร้อยละ 8 สำหรับประเทศอินเดียเวียดนาม อินโดนีเซีย และไทย น้ำที่ใช้ส่วนใหญ่กรีนวอเตรอ์ฟุตพริ้นท์ โดยการผลิตข้าวของไทยมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 43.3 พันล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งมากกว่าเวียดนาม พม่า ฟิลิปปินส์ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา สำหรับการใช้น้ำเสมือน (Virtual water) ที่เกิดจากการค้าข้าวระหว่างประมาณมีค่า 31,000 ลบ.ม./ตันข้าว โดยไทยเป็นส่งออกน้ำเสมือนสูงสุด $9,627 \times 10^6$ ลบ.ม./ปี

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ในการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้น์ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นการศึกษาเพื่อจัดทำบัญชีรายการการใช้น้ำของข้าวอินทรีย์ และศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวอินทรีย์ รวมทั้งประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าว ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

สถานที่ดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้กำหนดพื้นที่ดำเนินการในพื้นที่เพาะปลูกข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

แปลงเกษตร ดำเนินการผลิตข้าวเหนียวอินทรีย์ มีลักษณะเป็นนาดำ เพาะปลูกปีละ 1 ครั้ง ในฤดูนาปี และส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่อยู่นอกเขตชลประทาน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง คือ ดำเนินการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เกษตรกรที่เป็นสมาชิกของวิสาหกิจชุมเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ในรายที่มีการผลิตข้าวอินทรีย์ จำนวน 10 ราย มีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. นายเรือง เทพินท์ บ้านเลขที่ 89/2 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง
2. นายสุนันท์ สมจักร บ้านเลขที่ 65 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง
3. นายอนันต์ สมจักร บ้านเลขที่ 70 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง
4. นายศรีมูล ทิพจร บ้านเลขที่ 66 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง
5. นายเสาร์คำ ชัยราษฎร์ บ้านเลขที่ 103 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง
6. น.ส.ทิพประไพร ฟองคำ บ้านเลขที่ 99 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง
7. นางสมศรี อินดา บ้านเลขที่ 16 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง
8. นางบุญศรี ชัยแก้ว บ้านเลขที่ 64 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง
9. นางพรม ชัยแก้ว บ้านเลขที่ 64/2 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง
10. นายกมล เครือคำ บ้านเลขที่ 6/1 หมู่ 8 บ้านดอนเจียง

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวอินทรีย์ ที่กำหนดตามวัตถุประสงค์ โดยยึดหลักแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสอบถามผู้รู้แล้วนำไปทดสอบกับประชากรเป้าหมาย หากยังไม่สมบูรณ์ก็นำกลับมาแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง เมื่อสมบูรณ์จึงนำไปจัดพิมพ์เพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล แยกตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

วัตถุประสงค์ข้อ 1 เพื่อจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวอินทรีย์

วัตถุประสงค์ข้อ 2 เพื่อศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวอินทรีย์ และเอกสารข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลปริมาณน้ำชลประทาน เป็นต้น

วัตถุประสงค์ข้อ 3 เพื่อประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากการผลิตข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวอินทรีย์ ในประเด็นต้นทุนการผลิตข้าวอินทรีย์ ปริมาณผลผลิต ราคาที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา เป็นต้น และเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดค่าน้ำชลประทาน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลในการศึกษาได้มาจากแหล่งข้อมูล 2 แหล่ง ดังนี้

1. ข้อมูลปฐมภูมิ รวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้น้ำจากการผลิตข้าว ปีเพาะปลูก 2560/61 โดยใช้แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวอินทรีย์ทุกรายของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

2. ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากเอกสาร รายงานการศึกษา บทความ วารสาร เอกสารวิชาการ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากหน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและเอกชน เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลปริมาณน้ำชลประทาน เอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดค่าน้ำชลประทาน เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis)

การวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร พื้นที่และแปลงเพาะปลูก โดยใช้ค่าสถิติอย่างง่าย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าสัดส่วน ค่าผลรวม และค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลของประชากร สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำของข้าวอินทรีย์ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม โดยข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมที่รวบรวมได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น เป็นข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกของกิจกรรมการผลิต ณ ระดับฟาร์มเท่านั้น เรียกข้อมูลนี้ว่า ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม แบบ “Gate-to-Gate (G2G)” หมายถึง ข้อมูลบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาเฉพาะข้อมูลสารขาเข้า (ประตูฟาร์ม) และสารขาออก (สิ้นสุดที่ประตูฟาร์ม) ซึ่งไม่ได้พิจารณากระบวนการผลิตที่เป็นต้นน้ำ

1.1 การจัดทำบัญชีรายการสารขาเข้า ได้แก่ ข้อมูลขั้นตอนการผลิตตั้งแต่ประตูฟาร์มถึงสิ้นสุดประตูฟาร์ม ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยคอก สารชีวภาพ น้ำหมักชีวภาพ วัสดุปรับปรุงดิน น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น เป็นต้น

1.2 การจัดทำบัญชีรายการสารขาออก ได้แก่ ข้าวเปลือก

2. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ในการผลิตข้าว โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นของผลิตภัณฑ์ เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์ผลรวมปริมาณการใช้น้ำของกระบวนการเพื่อให้ได้ปริมาณการใช้น้ำของผลิตภัณฑ์ แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ (Hoekstra et al., 2011) ดังนี้

$$WF_{Total} = WF_{green}+WF_{blue}+WF_{gray}$$

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนเป็นการประเมินปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดช่วงการเจริญเติบโตของพืช โดยสามารถหาได้จากผลรวมของกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{green}) บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{blue}) และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{gray}) แสดงในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อตัน

2.1 กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green Water Footprint) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน แสดงรายละเอียดสมการคำวนวณได้ดังนี้

$$WF_{green} = \frac{CWU_{green}}{Y}$$

โดยที่ WF_{green} คือ กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
CWU_{green} คือ ปริมาณฝนใช้การของพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)
Y คือ ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่)

2.2 บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue Water Footprint) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน แสดงรายละเอียดสมการคำวนวณได้ดังนี้

$$WF_{blue} = \frac{CWU_{blue}}{Y}$$

โดยที่ WF_{blue} คือ บูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
CWU_{blue} คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตพืชจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำชลประทาน (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)
Y คือ ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่)

2.3 การคำนวณความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Requirement: CWR) คำนวณได้จากค่าการสะสมการคายน้ำของพืช (Evapotranspiration: ET) ตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโต และการคายระเหยน้ำของพืช ที่อ้างอิงข้อมูลจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยาตามพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตามเฉพาะในส่วนของการประเมินความต้องการใช้น้ำในการปลูกข้าวต้องมีการขังน้ำในแปลงนา ค่าซึมลึก (Deep Percolation: DP) ของน้ำในแปลงลงสู่ใต้พื้นดินจะถูกนำมารวมในการประเมินแสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$ET_C = K_C \times ET_0$$

$$CWR = \sum ET_C$$

$$CWR = \sum \left(ET_C + DP \right)$$

โดยที่ CWR คือ ความต้องการน้ำรวมทั้งหมดของพืช
ET_c คือ ศักยภาพการคายระเหยหรือค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
K_c คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Dimensionless)
ET_0 คือ ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)
DP คือ ค่าการซึมลึกหรือการรั่วซึม (Deep Percolation) ของน้ำในแปลงนา (มิลลิเมตรต่อวัน)

2.4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient: K_c)

การศึกษาในครั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว อ้างอิงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช 40 ชนิด ที่ได้จากการทดลองและวิเคราะห์ด้วยวิธี Penman Monteith (กรมชลประทาน, 2554ข)

2.5 การคายระเหยของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ET_0) โดยวิธีการที่นิยมใช้กันในงานด้านชลประทานและเกษตรชลประทานซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นวิธีของ FAO Penman-Montieth ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงอ้างอิงค่า ET_0 ที่ได้จากวิธี Penman-Montieth มาใช้ในการคำนวณ

2.6 ปริมาณการคายระเหยน้ำของพืช (Crop Evapotranspiration : ET_c) การหาค่าน้ำที่ต้องการสำหรับการคายระเหยน้ำ (ET_c) ภายใต้สภาวะการเจริญเติบโตในอุดมคตินับตั้งแต่วันเพาะปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยว แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$ET_C = K_C \times ET_0$$

โดยที่ ET_c คือ ค่าความต้องการน้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

K_c คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ET_0 คือ ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

2.7 การซึมลึก (Deep Percolation : DP) การซึมลึก หมายถึง การไหลซึมของน้ำในดินที่ลึกเลยเขตรากพืช ซึ่งการสูญเสียด้านการซึมลึกนี้จะถูกนำมาคำนวณในความต้องการใช้น้ำเฉพาะกรณีของการปลูกข้าว มีค่าการซึมลึก 1.5

2.8 ปริมาณการใช้น้ำฝน และความต้องการน้ำชลประทานของพืช จะสามารถประเมินได้จากการหาผลต่างระหว่างค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (CWR) ที่คำนวณได้ กับค่าปริมาณน้ำฝนใช้การ (Effective Rainfall: P_e) ที่มีอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกนั้น ๆ ซึ่งปริมาณฝนใช้การสามารถคำนวณได้จากหลายวิธี เช่น วิธีของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา(United States Department of Agriculture : USDA) และวิธีของกรมชลประทาน (กรมชลประทาน, 2557) แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

1) การประเมินหาปริมาณฝนใช้การตามวิธีของ USDA ปริมาณน้ำฝนใช้การหรือปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกและเป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกนั้น แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$P_{e,monthly,USDA} = P_{monthly} \times \frac{(125 - 0.2 \times P_{monthly})}{125} \quad \text{for } P_{monthly} < 250\text{mm}$$

หรือ

$$P_{e,monthly,USDA} = (0.1xP_{monthly}) + 125 \quad \text{for } P_{monthly} > 250mm$$

โดยที่ $P_{e,monthly,USDA}$ คือ ปริมาณฝนใช้การคำนวณตามวิธี USDA (มิลลิเมตรต่อเดือน)

$P_{monthly}$ คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน)

2) การประเมินหาปริมาณฝนใช้การตามวิธีของกรมชลประทาน ซึ่งได้มีการกำหนดค่าแฟกเตอร์สำหรับคูณกับค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (Weighted Rainfall: WRFL) ในพื้นที่เพาะปลูกพื้นที่หนึ่ง ๆ โดยแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ในกรณีที่ปริมาณฝนมากกว่าที่พืชต้องการ (Effective Rainfall (P_e) > CWR) ปริมาณน้ำฝนที่ใช้ จะเท่ากับค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (CWR) และปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้จะเป็นศูนย์เพราะมีปริมาณน้ำฝนเพียงพอกับที่พืชต้องการแล้ว ไม่ต้องการน้ำชลประทานเพิ่มอีก

ในกรณีที่ปริมาณฝนน้อยกว่าที่พืชต้องการ (Effective Rainfall (P_e) < CWR) ปริมาณน้ำฝนของพืชที่ใช้จะเท่ากับค่าปริมาณฝนใช้การ และปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการจะเท่ากับค่าความต้องการใช้น้ำของพืชลบออกด้วยปริมาณฝนใช้การ (CWR – Effective Rainfall) หรือในกรณีที่ทราบการใช้น้ำชลประทานจริง ค่าปริมาณน้ำชลประทานที่ถูกใช้จริง (Effective Irrigation) สามารถนำมาใช้เพื่อแทนค่าการคำนวณน้ำชลประทานที่ต้องการ

2.9 การหาฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ (Water Scarcity Footprint) ซึ่งในการศึกษานี้มีวิธีประเมินผลกระทบฟุตพริ้นท์น้ำ (Water Footprint Impact Assessment) ในรูปของโอกาสการเกิดผลกระทบด้านการขาดแคลนน้ำ หรือที่เรียกว่า ฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ (Water Scarcity Footprint) ซึ่งจะสามารถคำนวณจากปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการใช้ในการเพาะปลูกพืช และดัชนีความตึงเครียดของน้ำ โดยการได้มาซึ่งปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการ แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

ฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ = น้ำชลประทาน x ดัชนีความตึงเครียดของน้ำ

โดยที่ฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ (Water Scarcity Footprint) มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรน้ำเทียบเท่าต่อตัน (m^3H_2Oeq/ton) น้ำชลประทานที่ต้องการใช้ในการเพาะปลูกพืชผล (Irrigation Water) มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อตัน และดัชนีความตึงเครียดของน้ำ (Water Stress Index : WSI) ไม่มีหน่วย เป็นค่าที่บ่งบอกเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของน้ำสะอาดที่สามารถนำมาใช้ได้ ซึ่งเป็นสัดส่วนน้ำที่ถูกใช้กับน้ำจืดที่มีในพื้นที่

2.10 ดัชนีความตึงเครียดของน้ำ (Water Stress Index: WSI) เป็นค่าที่บ่งบอกเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของน้ำสะอาดที่สามารถนำมาใช้ได้ หาได้จากเป็นผลรวมระหว่าง “สัดส่วนน้ำที่ถูกนำมาใช้กับน้ำจืดที่มีในพื้นที่ เรียกว่า Blue Water Index” และ “สัดส่วน Gray Water Footprint กับน้ำจืดที่มีในพื้นที่” เรียกว่า Gray Water Index (Zeng et al., 2013 อ้างในสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และสถาบันอาหาร, 2558)

สำหรับค่าดัชนีความตึงเครียดของน้ำได้มีการศึกษาค่าสำหรับ 25 ลุ่มน้ำของประเทศเพื่อใช้สำหรับบ่งชี้ถึงโอกาสการเกิดการแย่งชิงทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในแต่ละพื้นที่ ซึ่งแผนที่ความตึงเครียดด้านน้ำ (Water Stress Map) ที่ได้จากการศึกษาบ่งชี้ว่าลุ่มน้ำที่มีค่าตัวชี้วัดความตึงเครียดด้านน้ำสูงที่สุด คือ ลุ่มน้ำมูล ตามด้วยลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และลุ่มน้ำท่าจีน ตามลำดับ (Gheewala et al., 2014)

3. การประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ โดยประเมินมูลค่าปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์

3.1 การคำนวณผลต้นทุนการผลิตพืช เป็นการคำนวณต้นทุนการผลิตข้าวของเกษตรกรรายตัวอย่างที่มีกิจกรรมการผลิตครบทุกขั้นตอน ตั้งแต่เตรียมดิน จนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต แล้วนำมาจัดหมวดหมู่ให้เป็นไปตามโครงสร้างต้นทุนการผลิต เพื่อคำนวณต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ และรวมเป็นต้นทุนรวมทั้งหมดของแปลงตัวอย่าง โดยมีหน่วยเป็นบาท แล้วคำนวณหาผลผลิตรวมและผลผลิตต่อไร่ เพื่อคำนวณต้นทุนการผลิตต่อไร่และต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัม ต่อไป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

1) ต้นทุนการผลิตรวม คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของตัวอย่างที่ i แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$TC_i = TVC_i + TFC_i$$

โดยที่

TC_i = ต้นทุนรวมของตัวอย่างที่ i (บาท)

TVC_i = ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับต้นทุนผันแปรของตัวอย่างที่ i (บาท)

TFC_i = ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับต้นทุนคงที่ของตัวอย่างที่ i (บาท)

i = ตัวอย่างที่ i โดย i = 1, 2, 3, ..., n

2) ต้นทุนการผลิตต่อไร่ คือ ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของตัวอย่างที่ i (บาท) หารด้วยเนื้อที่เพาะปลูกของแปลงตัวอย่างที่ i (ไร่) แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$TCR_i = \frac{TCi}{Ai}$$

โดยที่

TCR_i = ต้นทุนการผลิตต่อไร่ของตัวอย่างที่ i (บาท)

TC_i = ต้นทุนการผลิตรวมของตัวอย่างที่ i
หรือค่าใช้จ่ายในการผลิตรวมของตัวอย่างที่ i (บาท)

A_i = เนื้อที่ปลูกของตัวอย่างที่ i (ไร่)

3) ผลผลิตต่อไร่ คือ ผลผลิตทั้งหมดของตัวอย่างที่ i (กิโลกรัม) หารด้วย เนื้อที่ปลูกของตัวอย่างที่ i (ไร่) แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$Yi = \frac{Pi}{Ai}$$

โดยที่ Y_i = ผลผลิตต่อไร่ของตัวอย่างที่ i (กิโลกรัม)

P_i = ผลผลิตทั้งหมดของตัวอย่างที่ i (กิโลกรัม)

A_i = เนื้อที่ปลูกของตัวอย่างที่ i (ไร่)

4) ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัม คือ ต้นทุนการผลิตต่อไร่ของตัวอย่างที่ i (บาท) หารด้วยผลผลิตต่อไร่ของตัวอย่างที่ i (กิโลกรัม) แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$TCK_i = \frac{TCRi}{Yi}$$

โดยที่ TCK_i = ต้นทุนการผลิตรวมต่อกิโลกรัมของตัวอย่างที่ i (บาท)

TCR_i = ต้นทุนการผลิตต่อไร่ ตัวอย่างที่ I (บาท)

Y_i = ผลผลิตต่อไร่ ตัวอย่างที่ i (กก.)

i = ตัวอย่างที่ i โดย i = 1, 2, 3, ..., n

หรือ ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมเท่ากับต้นทุนการผลิตรวมของตัวอย่างที่ i หารด้วย ผลผลิตทั้งหมดของตัวอย่างที่ i

$$TCK_i = \frac{TCi}{Pi}$$

โดยที่ TCK_i = ต้นทุนการผลิตรวมต่อกิโลกรัมของตัวอย่างที่ i (บาท)

TC_i = ต้นทุนการผลิตรวม ตัวอย่างที่ I (บาท)

P_i = ผลผลิตทั้งหมด ตัวอย่างที่ i (กก.)

i = ตัวอย่างที่ i โดย i = 1, 2, 3, ..., n

3.2 การคำนณผลตอบแทนการผลิตพืช เป็นการคำนวณผลตอบแทนจากผลผลิตพืชที่ผลิตได้ต่อรอบการผลิต คูณกับ ราคาที่ขายได้ ส่วนผลตอบแทนต่อไร่ต้องคำนวณผลิตต่อไร่ก่อน ซึ่งผลผลิตต่อไร่ คำนวณจากผลผลิตที่ได้ต่อรอบ / พื้นที่ที่ทำการผลิต หลังจกนั้นจึงนำมาหาผลตอบแทนต่อไร่ ด้วยการนำผลผลิตต่อไร่ คูณกับ ราคาที่ขายได้ ส่วนผลตอบแทนสุทธิต่อไร่นั้นคำนวณโดยนำผลตอบแทนต่อไร่มาลบออกด้วยต้นทุนการผลิตต่อไร่ ดังนี้

ผลตอบแทนต่อรอบการผลิต = ผลผลิตต่อรอบการผลิตนั้น x ราคาที่ขายได้

ผลตอบแทนต่อไร่ = ผลผลิตต่อไร่ x ราคาที่ขายได้

ผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ = ผลตอบแทนต่อไร่ – ต้นทุนการผลิตต่อไร่

ผลตอบแทนสุทธิต่อกิโลกรัม = ผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ / ผลผลิตต่อไร่

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์พร้อมทั้งศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และเพื่อประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากการผลิตข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรที่เป็นสมาชิกของวิสาหกิจชุมเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีการผลิตข้าวอินทรีย์ จำนวน 10 ราย ซึ่งผลการศึกษาสามารถเสนอข้อมูล ออกเป็น 3 ตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

1.1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง

1.2 บัญชีรายการสารขาเข้าตลอดวัฏจักรชีวิตในกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์บ้านดอนเจียง

1.3 บัญชีรายการสารขาออกตลอดวัฏจักรชีวิตในกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์บ้านดอนเจียง

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

2.1 การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ในการผลิตข้าวอินทรีย์

2.2 ปริมาณการใช้น้ำฝน และความต้องการน้ำชลประทานของข้าวอินทรีย์

2.3 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ของข้าวอินทรีย์

2.4 ค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำของข้าวอินทรีย์

ตอนที่ 3 ผลการประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ปีเพาะปลูก 2560/61 (ระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม 2560 ถึง วันที่ 30 เมษายน 2561)

3.1 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตข้าวอินทรีย์

3.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตข้าวอินทรีย์ เมื่อรวมต้นทุนค่าน้ำชลประทาน

3.3 การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์

3.4 มูลค่าทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวอินทรีย์ ต่อปริมาณการใช้น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร

ตอนที่ 1 ผลการจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ของ วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

1. ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง

สมาชิกของวิสาหกิจชุมเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เฉพาะรายที่มีการผลิตข้าวอินทรีย์ จำนวน 10 ราย มีพื้นที่ปลูกข้าวเหนียวอินทรีย์นาปี พันธุ์ กข.6 รวมจำนวน 36.25 ไร่ พื้นที่เฉลี่ย 3.62 ไร่ต่อราย และเป็นพื้นที่นอกเขตชลประทาน ใช้น้ำฝนในการเพาะปลูกเป็นหลัก รองลงมาเป็นแหล่งน้ำจากน้ำเหมืองฝายแม่ฮาว ช่วงเวลาเพาะปลูก อยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม ด้านการเพาะปลูกข้าวอินทรีย์ใช้วิธีการปักดำกล้าด้วยแรงงานคนที่ยังคงวัฒนธรรมการเอามื้อด้วยการใช้แรงงานภายในครัวเรือนหรือเพื่อนบ้าน รวมถึงการเก็บเกี่ยวด้วย ส่วนการจัดการตอซังใช้การปล่อยน้ำให้เน่าเปื่อยและฟางข้าวจะนำไปผลิตปุ๋ยหมัก เพื่อใช้ในฤดูกาลถัดไป ด้านมาตรฐานที่ได้รับ คือ การรวมกลุ่มรับรองเกษตรอินทรีย์แบบมีส่วนร่วม (Participatory Guarantee Systems: PGS) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 เนื้อที่เพาะปลูกของสมาชิกผู้เพาะปลูกข้าวอินทรีย์บ้านดอนเจียง

ที่	รายชื่อ	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)
1.	นายศรีมูล ทิพจร	3.75
2.	น.ส.ทิปประไพร ฟองคำ	4.50
3.	นายสุนันท์ สมจักร	5.00
4.	นายเสาร์คำ ชัยราษฎร์	3.00
5.	นางสมศรี อินดา	1.25
6.	นางบุญศรี ชัยแก้ว	3.00
7.	นางพรม ชัยแก้ว	1.75
8.	นายเรือง เทพินท์	3.00
9.	นายกมล เครือคำ	6.00
10.	นายอนันต์ สมจักร	5.00
	รวม	**36.25**

ที่มา: จากการสัมภาษณ์

ปัจจุบันนวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ มีการดำเนินการสีข้าวอินทรีย์เพื่อจำหน่ายโดยกลุ่ม ซึ่งมีโครงสร้างคณะกรรมการบริหารโรงสีข้าวอินทรีย์ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 11 ราย ดังรายชื่อต่อไปนี้

1. นายสุนันท์ สมจักร ตำแหน่ง ประธานกลุ่ม
2. นายธนศักดิ์ พุทธธรรมชัย ตำแหน่ง รองประธานกลุ่ม
3. นายวีนัส สมจักร ตำแหน่ง ฝ่ายบัญชี
4. นายสุพจน์ ทิพมนต์ ตำแหน่ง ที่ปรึกษา
5. นายสอาด ดอนแก้ว ตำแหน่ง ที่ปรึกษา
6. นายอนันต์ สมจักร ตำแหน่ง ฝ่ายประสานงาน
7. นายจันทร์แก้ว ชัยแก้ว ตำแหน่ง ฝ่ายสีข้าว
8. นายอิ่นคำ ดอนผสม ตำแหน่ง ฝ่ายสีข้าว
9. นางนิสานาต ห้วยสวัสดิ์ ตำแหน่ง ฝ่ายการตลาด
10. นายเจตน์ อินสวรรค ตำแหน่ง กรรมการ
11. นายสวิง จอมศีรี ตำแหน่ง กรรมการ

2. บัญชีรายการสารขาเข้าตลอดวัฏจักรชีวิตในกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์บ้านดอนเจียง

การจัดทำบัญชีรายการสารขาเข้าของกิจกรรมการผลิตข้าวเหนียวอินทรีย์นาปี ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่เป็นสมาชิกของวิสาหกิจชุมชนบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 10 ราย เป็นข้อมูลในระดับ แบบ“Gate-to-Gate (G2G)” ที่พิจารณาจากปัจจัยการผลิตที่ใช้ผลิตข้าวอินทรีย์ตั้งแต่ประตูฟาร์มจนกระทั้งสิ้นสุดประตูฟาร์ม ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยคอก สารชีวภาพ น้ำหมักชีวภาพ วัสดุปรับปรุงดิน น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น ซึ่งผลการจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ พบว่า การจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ สามารถแบ่งตามประเภทของบัญชีรายการสารขาเข้า ของกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ รายละเอียดดังนี้

บัญชีรายการสารขาเข้าใช้น้ำข้าวอินทรีย์

1. เมล็ดพันธุ์ เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 12.41 กิโลกรัมต่อไร่
2. ปุ๋ยคอก เกษตรกรใช้ปุ๋ยคอกเฉลี่ย 113.10 กิโลกรัมต่อไร่
3. สารชีวภาพ เกษตรกรใช้สารชีวภาพเฉลี่ย 0.61 ลิตรต่อไร่
4. น้ำหมักชีวภาพ เกษตรกรใช้น้ำหมักชีวภาพเฉลี่ย 0.25 ลิตรต่อไร่
5. วัสดุปรับปรุงดิน เกษตรกรใช้วัสดุปรับปรุงดินเฉลี่ย 7.72 กิโลกรัมต่อไร่
6. น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น เกษตรกรใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่นเฉลี่ย 5.73 ลิตรต่อไร่

7. ปริมาณการใช้น้ำ ในการผลิตข้าวอินทรีย์ ได้รับน้ำฝนเป็นหลัก โดยมีปริมาณการใช้น้ำ 1,145.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ในพื้นที่ดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

3. บัญชีรายการสารขาออกตลอดวัฏจักรชีวิตในกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์บ้านดอนเจียง

บัญชีรายการสารขาออกใช้น้ำข้าวเหนียวอินทรีย์นาปี จากกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ คือ ผลผลิต ข้าวเปลือกอินทรีย์ ที่ได้จากการผลิต โดยมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 581 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสามารถแสดงผลการจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำในกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลบัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกของกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ ดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกของกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

ลำดับ	สารขาเข้า-สารขาออก	ปริมาณ	หน่วย
สารขาเข้า			
1	เมล็ดพันธุ์	12.41	กก./ไร่
2	ปุ๋ยคอก	113.10	กก./ไร่
3	สารชีวภาพ	0.61	ลิตร/ไร่
4	น้ำหมักชีวภาพ	0.25	ลิตร/ไร่
5	วัสดุปรับปรุงดิน	7.72	กก./ไร่
6	น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	5.73	ลิตร/ไร่
7	ปริมาณการใช้น้ำ	1,145.16	ลบ.ม./ไร่
สารขาออก			
1	ข้าวเปลือก	581	กก./ไร่

ที่มา: จากการคำนวณ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ข้าวอินทรีย์ของ วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

1. การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ในการผลิตข้าวอินทรีย์

โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นของผลิตภัณฑ์ เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์ผลรวมปริมาณการใช้น้ำของกระบวนการเพื่อให้ได้ปริมาณการใช้น้ำของผลิตภัณฑ์ แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ (Hoekstra et al., 2011) ดังนี้

$$WF_{Total} = WF_{green}+WF_{blue}+WF_{gray}$$

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนเป็นการประเมินปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดช่วงการเจริญเติบโตของพืช โดยสามารถหาได้จากผลรวมของกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{green}) และบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{blue}) แสดงในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อตัน ส่วนเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF_{gray}) ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้นำมาวิเคราะห์เนื่องจากด้านการเกษตรยังไม่มีค่ามาตรฐานสำหรับการเจือจางมลพิษในน้ำ

กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green Water Footprint) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากน้ำฝนและความชื้นในดิน แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$WF_{green} = \frac{CWU_{green}}{Y}$$

โดยที่ WF_{green} คือ กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
CWU_{green} คือ ปริมาณฝนใช้การของพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)
Y คือ ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่)

บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue Water Footprint) เป็นปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน แสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$WF_{blue} = \frac{CWU_{blue}}{Y}$$

โดยที่ WF_{blue} คือ บูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
CWU_{blue} คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตพืชจากแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำชลประทาน (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)
Y คือ ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่)

2. ปริมาณการใช้น้ำฝนและความต้องการน้ำชลประทานของข้าวอินทรีย์

การเพาะปลูกข้าวเหนียวอินทรีย์นาปีของวิสาหกิจชุมชนบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มดำเนินการเพาะปลูกช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม ระยะเวลาเฉลี่ย 120 วัน ซึ่งการประเมินค่าความต้องการใช้น้ำฝนและค่าความต้องการใช้น้ำชลประทาน มีขั้นตอนประเมินดังต่อไปนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient: (K_c) เป็นปัจจัยที่ใช้ในการประเมินค่าความต้องการใช้น้ำของพืชในช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตตั้งแต่ช่วงแรกปลูก ช่วงเจริญเติบโตช่วงกลาง ช่วงปลาย โดยค่าความต้องการน้ำจะน้อยในช่วงแรกและจะเพิ่มสูงในช่วงของการสร้างผลผลิต จนกระทั้งลดน้อยลงจนถึงช่วงเก็บเกี่ยว ในการศึกษาครั้งนี้ อ้างอิงจากค่าสัมประสิทธิ์เฉลี่ยรายเดือนจากการใช้น้ำของพืชด้วยวิธีของ Penman Monteith ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวที่ใช้อ้างอิงในการศึกษา ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

เดือน	ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient : K_c) ของ Penman-Monteith				
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	เฉลี่ย
กรกฎาคม	1.03	1.07	1.12	1.29	**1.1275**
สิงหาคม	1.38	1.45	1.50	1.48	**1.4525**
กันยายน	1.42	1.34	1.32	0.94	**1.2325**
ตุลาคม	0.86	-	-	-	**0.86**

ที่มา: กรมชลประทาน (2554ก)

2. ค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration: ET_0)

ค่าการคายระเหยของพืชเป็นการคำนวณเพื่อหาปริมาณน้ำที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกทั้งจากกระบวนการคายระเหยทางผิวดิน การศึกษานี้ เป็นการเพาะปลูกข้าวเหนียวอินทรีย์นาปีที่เริ่มดำเนินการเพาะปลูกช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (ET_0) จะมีความแตกต่างกันตามชนิดพืชและภูมิอากาศ วิธีการที่นิยมใช้กันในงานด้านชลประทานและเกษตรชลประทานและเป็นที่ยอมรับเป็นวิธีของ Penman-Monteith สำหรับในประเทศไทยการคำนวณค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิงจึงใช้หลักการดังกล่าว เนื่องด้วยผลของรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นของอากาศที่มีความสัมพันธ์ต่อค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

ในการศึกษานี้ อ้างอิงค่า ET_0 ของจังหวัดเชียงใหม่ที่ได้จากวิธี Penman Monteith รายเดือน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยวิธี Penman Monteith ภาคเหนือรายเดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

เดือน	ค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)
กรกฎาคม	3.80
สิงหาคม	3.62
กันยายน	3.67
ตุลาคม	3.74

ที่มา: กรมชลประทาน (2554ข)

3. ปริมาณการคายระเหยน้ำของพืช (Crop Evapotranspiration: ET_C)

ปริมาณการคายระเหยน้ำของพืช (ET_C) เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูก คำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช และค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิงภาคเหนือรายเดือน การศึกษานี้ เป็นการเพาะปลูกข้าวเหนียวอินทรีย์นาปี ที่เริ่มดำเนินการเพาะปลูกช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดสมการคำนวณได้ดังนี้

$$ET_C = K_C \times ET_0$$

โดยที่ ET_c คือ ค่าความต้องการน้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน) (ตารางที่ 6)

K_c คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (ตารางที่ 5)

ET_0 คือ ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน) (ตารางที่ 7)

คำนวณได้ดังนี้ เดือน กรกฎาคม ค่า ET_c = 1.1275 x 3.80 = 4.2845 อธิบายได้ว่า ปริมาณการคายระเหยน้ำของพืช เดือนกรกฎาคม คือ 4.2845 มิลลิเมตรต่อวัน เดือนสิงหาคม คือ 5.2581 มิลลิเมตรต่อวัน เดือนกันยายน คือ 4.5233 มิลลิเมตรต่อวัน เดือนตุลาคม คือ 3.2164 มิลลิเมตรต่อวัน ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณการคายระเหยน้ำของพืช ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

หน่วย : มม.ต่อวัน

ชนิดของข้าว	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
ข้าวเหนียว กข.	1.1275 x 3.80 = 4.2845	1.4525 x 3.62 = 5.2581	1.2325 x 3.67 = 4.5233	0.86 x 3.74 = 3.2164

ที่มา: การคำนวณ

4. ค่าความซึมลึก (Deep Percolation: DP)

การซึมลึก คือ การรั่วไหลซึมของน้ำในแปลงนา ซึ่งการสูญเสียนี้จะนำมาคำนวณในความต้องการใช้น้ำเฉพาะกรณีการปลูกข้าวที่ต้องมีการขังน้ำในแปลงนา ในการศึกษานี้ อ้างอิงจากการคำนวณเพื่อการจัดสรรน้ำของกรมชลประทาน โดยกำหนดให้พื้นที่ภาคกลางใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวัน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตรต่อวัน ขณะที่ภาคอื่น ๆ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน

อธิบายได้ว่า ค่าความซึมลึกของการเพาะปลูกข้าวในแปลงนามีการรั่วซึม เดือนกรกฎาคม คือ 5.78 มิลลิเมตรต่อวัน เดือนสิงหาคม คือ 6.76 มิลลิเมตรต่อวัน เดือนกันยายน คือ 6.02 มิลลิเมตรต่อวัน เดือนตุลาคม คือ 4.72 มิลลิเมตรต่อวัน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความต้องการน้ำของพืช เมื่อรวมค่าความซึมลึก ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

หน่วย : มม.ต่อวัน

ชนิดของข้าว	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
ข้าวเหนียว กข.	4.2845 + 1.5 = 5.78	5.2581 + 1.5 = 6.76	4.5233+ 1.5 = 6.02	3.2164+ 1.5 = 4.72

ที่มา: การคำนวณ

5. การคำนวณหาค่าความต้องการน้ำของพืช (Crop Water Use : CWU) ข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ความต้องการน้ำของข้าวอินทรีย์สามารถคำนวณจากผลรวมของปริมาณการคายระเหยน้ำของพืชตลอดช่วงระยะเวลาการปลูกข้าว กข. ณ ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ปีเพาะปลูก 2560/61 ซึ่งนำค่าความซึมลึกของน้ำในแปลงนาลงสู่พื้นดินจะถูกนำมารวมในการคำนวณด้วย เนื่องจากการเพาะปลูกข้าวอินทรีย์ต้องมีการขังน้ำในแปลงนาเพื่อป้องกันวัชพืช แสดงรายละเอียดสมการคำวนวณได้ดังนี้

$$CWR = \sum\left(ET_C + DP\right)$$

โดยที่ CWR คือ ความต้องการน้ำรวมทั้งหมดของพืช

ET_c คือ ศักยภาพการคายระเหยหรือค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

ET_0 คือ ค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

DP คือ ค่าการซึมลึกหรือการรั่วซึม (Deep Percolation) ของน้ำในแปลงนา (มิลลิเมตรต่อวัน)

ซึ่ง $\sum (ET_c + DP)$ ``คำนวณได้จาก ค่า ET_c + (DP x จำนวนวัน)

อธิบายได้ว่า ความต้องกาน้ำของพืช เดือนกรกฎาคม คือ 179.32 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนสิงหาคม คือ 209.50 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนกันยายน คือ 180.70 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนตุลาคม คือ 146.21 มิลลิเมตรต่อเดือน ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความต้องการน้ำของพืช รายเดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

หน่วย : มม.ต่อเดือน

ชนิดของข้าว	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
ข้าวเหนียว กข.	5.78 x 31 = 179.32	6.76 x 31 = 209.50	6.02 x 30 = 180.70	4.72 x 31 = 146.21

ที่มา: การคำนวณ

6. การคำนวณปริมาณการใช้น้ำฝนและความต้องการน้ำชลประทานของพืช

ปริมาณน้ำฝนที่ใช้หรือการประเมินหาฝนใช้การ คำนวณจากผลต่างระหว่างค่าความต้องการใช้น้ำของพืชที่คำนวณได้ (CWU) กับปริมาณฝนใช้การ (Effective rainfall: P_e) ที่มีอยู่ในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งในการศึกษานี้จะคำนวณ 2 วิธี ดังนี้

6.1 ปริมาณฝนใช้การคำนวณจาก วิธีของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture : USDA)

การประเมินหาปริมาณฝนใช้การตามวิธีของ USDA ปริมาณน้ำฝนใช้การ หรือปริมาณน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นที่เพาะปลูกและเป็นประโยชน์ต่อการเพาะปลูกนั้น แสดงรายละเอียดการคำนวณได้ดังนี้

$$P_{e,monthly,USDA} = P_{monthly} \times \frac{(125 - 0.2 \times P_{monthly})}{125} \quad \text{for } P_{monthly} < 250mm$$

หรือ

$$P_{e,monthly,USDA} = (0.1 \times P_{monthly}) + 125 \quad \text{for } P_{monthly} > 250mm$$

โดยที่ $P_{e,monthly,USDA}$ คือ ปริมาณฝนใช้การคำนวณตามวิธี USDA (มิลลิเมตรต่อเดือน)

$P_{monthly}$ คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน)

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (Weighted Rainfall: WRFL) ตามปีเพาะปลูก 2560/61 ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ช่วงระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม 2560 ถึง วันที่ 30 เมษายน 2561 สามารถแสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปริมาณน้ำฝน รายเดือนของอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ปีเพาะปลูก 2560/61

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อเดือน)
พฤษภาคม	194.80
มิถุนายน	169.40
กรกฎาคม	252.60
สิงหาคม	172.90
กันยายน	167.60
ตุลาคม	191.10
พฤศจิกายน	4.30
ธันวาคม	15.50
มกราคม	1.20
กุมภาพันธ์	4.20
มีนาคม	20.70
เมษายน	64.90

ที่มา: กรมชลประทาน (2561)

จากสมการดังกล่าว หากปริมาณน้ำฝนรายเดือนของอำเภอแม่แตง ปีเพาะปลูก 2560/61 < 250 มิลลิเมตร จะคำนวณจาก ปริมาณฝนรายเดือน x (125 – 0.2) หารด้วย 125 แต่ถ้าปริมาณน้ำฝนรายเดือนของอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ปีเพาะปลูก 2560/61 > 250 มิลลิเมตร จะคำนวณจาก (0.1 x ปริมาณฝนรายเดือน) + 125

อธิบายได้ว่า จากการคำนวณด้วยวิธีของ USDA ปริมาณฝนใช้การของข้าวอินทรีย์ เดือนกรกฎาคม คือ 150.26 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนสิงหาคม คือ 125.07 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนกันยายน คือ 122.66 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนตุลาคม คือ 132.67 มิลลิเมตรต่อเดือน รายละเอียดดังตารางที่ 11 ได้ดังนี้

ตารางที่ 11 ปริมาณฝนใช้การของข้าวอินทรีย์ คำนวณด้วยวิธีของ USDA ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

หน่วย : มม.ต่อเดือน

เดือน	ปริมาณน้ำฝน	คำนวณด้วยวิธีของ USDA	ปริมาณฝนใช้การ
กรกฎาคม	252.60	(0.1 x 252.60) + 125	150.26
สิงหาคม	172.90	172.90 x (125 – (0.2 x 172.90))/125	125.07
กันยายน	167.60	167.60 x (125 – (0.2 x 167.60))/125	122.66
ตุลาคม	191.10	191.10 x (125 – (0.2 x 191.10))/125	132.67

ที่มา: การคำนวณ

6.2 ปริมาณฝนใช้การคำนวณจากวิธีของกรมชลประทาน ซึ่งได้มีการกำหนดค่าแฟกเตอร์สำหรับคูณกับค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (Weighted Rainfall: WRFL) ในพื้นที่เพาะปลูกพื้นที่หนึ่ง ๆ โดยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 12 ดังนี้

ตารางที่ 12 ค่าแฟกเตอร์สำหรับการคำนวณหาปริมาณฝนใช้การ

Weighted Rainfall	Effective rainfall (mm)
0 - 1	0
11 - 100	* 0.8
101 - 200	* 0.7
201- 250	* 0.6
251 - 300	* 0.55
มากกว่า 301	* 0.5

ที่มา: กรมชลประทาน (2560)

สามารถคำนวณหาปริมาณฝนใช้การรายเดือนของอำเภอแม่แตง ปีเพาะปลูก 2560/61 ดังตารางที่ 13 อธิบายได้ว่า จากการคำนวณด้วยวิธีของกรมชลประทาน ปริมาณฝนใช้การของข้าวอินทรีย์ เดือนกรกฎาคม คือ 151.56 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนสิงหาคม คือ 121.03 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนกันยายน คือ 117.32 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนตุลาคม คือ 133.77 มิลลิเมตรต่อเดือน รายละเอียดดังตารางที่ 13 ดังนี้

ตารางที่ 13 ปริมาณการใช้น้ำฝนของข้าวอินทรีย์ คำนวณด้วยวิธีของกรมชลประทาน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

หน่วย : มม.ต่อเดือน

เดือน	ปริมาณน้ำฝน	คำนวณด้วยวิธีของกรมชลประทาน	ปริมาณฝนใช้การ
กรกฎาคม	252.60	252.60 x 0.6	151.56
สิงหาคม	172.90	172.90 x 0.7	121.03
กันยายน	167.60	167.60 x 0.7	117.32
ตุลาคม	191.10	191.10 x 0.7	133.77

ที่มา: การคำนวณ

7. ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของข้าวอินทรีย์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – ตุลาคม

กรณีที่ 1 หากปริมาณฝนมากกว่าที่พืชต้องการ (P_e > CWR) ปริมาณน้ำฝนที่ใช้จะเท่ากับค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (CWR) และปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้จะเป็นศูนย์เพราะมีปริมาณน้ำฝนเพียงพอกับที่พืชต้องการแล้ว ไม่ต้องการน้ำชลประทานเพิ่มอีก

กรณีที่ 2 หากปริมาณฝนน้อยกว่าที่พืชต้องการ (P_e < CWR) ปริมาณน้ำฝนของพืชที่ใช้จะเท่ากับค่าปริมาณฝนใช้การ และปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการจะเท่ากับค่าความต้องการใช้น้ำของพืช ลบออกด้วยปริมาณฝนใช้การ (CWR – P_e)

กรณีที่ 3 หากทราบการใช้น้ำชลประทานจริง ค่าปริมาณน้ำชลประทานที่ถูกใช้จริง สามารถนำมาใช้เพื่อแทนค่าการคำนวณน้ำชลประทานที่ต้องการ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ความต้องการน้ำชลประทานของข้าวอินทรีย์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

หน่วย : มม.ต่อเดือน

ข้าวเหนียว กข.	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
ปริมาณความต้องการน้ำของพืชรายเดือน	179.32	209.50	180.70	146.21
ปริมาณฝนใช้การด้วยวิธีของกรมชลประทาน	151.56	121.03	117.32	133.77
ความต้องการน้ำชลประทาน	**27.76**	**88.47**	**63.38**	**12.44**

ที่มา: การคำนวณ

จากตารางที่ 14 อธิบายได้ว่า ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของข้าวอินทรีย์ เดือนกรกฎาคม คือ 27.76 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนสิงหาคม คือ 88.47 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนกันยายน คือ 63.38 มิลลิเมตรต่อเดือน เดือนตุลาคม คือ 12.44 มิลลิเมตรต่อเดือน

8. จากการศึกษา ปริมาณการใช้น้ำฝนของข้าวอินทรีย์ คำนวณด้วยวิธีของกรมชลประทาน (ตารางที่ 13) และปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของข้าวอินทรีย์ (ตารางที่ 14) สามารถนำมาคำนวณหาผลรวมปริมาณความต้องการน้ำของข้าวอินทรีย์รวม 715.73 มิลลิเมตร แบ่งออกเป็นปริมาณความต้องการน้ำฝน รวม 523.68 มิลลิเมตร และปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน รวม 192.05 มิลลิเมตร รายละเอียดดังตารางที่ 15 ดังนี้

ตารางที่ 15 ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวอินทรีย์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

หน่วย : มม.ต่อเดือน

รายการ	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	รวม
ปริมาณความต้องการน้ำฝน	151.56	121.03	117.32	133.77	**523.68**
ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน	27.76	88.47	63.38	12.44	**192.05**
ปริมาณความต้องการน้ำรวม	**179.32**	**209.5**	**180.7**	**146.21**	**715.73**

ที่มา: การคำนวณ

3. ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวอินทรีย์

ตามคำนิยามของ Hoekstra et al. (2011) ได้กำหนดฟุตพริ้นท์น้ำของผลิตภัณฑ์ คือ ปริมาณของน้ำจืดที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ตลอดห่วงโซ่อุปทาน มีหน่วยเป็นปริมาตรน้ำต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน) ซึ่งในการศึกษานี้ ปริมาตรน้ำต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คำนวณด้วยการแปลงค่าจากมิลลิเมตรเป็นลูกบาศก์เมตร ด้วยการหาร 1,000 และนำมาคูณด้วยพื้นที่ 1,600 ตารางเมตร (1 ไร่) หรือคูณด้วย 1.60 ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของข้าวอินทรีย์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - ตุลาคม

หน่วย : มม.ต่อไร่

เดือน	ปริมาณความต้องการน้ำฝน	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน	ปริมาณความต้องการน้ำรวม
กรกฎาคม	151.56 x 1.60 = 242.50	27.76 x 1.60 = 44.42	**286.91**
สิงหาคม	121.03 x 1.60 = 193.65	88.47 x 1.60 = 141.55	**335.20**
กันยายน	117.32 x 1.60 = 187.71	63.38 x 1.60 = 101.41	**289.12**
ตุลาคม	133.77 x 1.60 = 214.03	12.44 x 1.60 = 19.90	**133.93**
รวม	**837.89**	**307.27**	**1,145.16**

ที่มา: การคำนวณ

ทั้งนี้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในผลิตภัณฑ์จากพืช เป็นผลรวมของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์การผลิตผลิตภัณฑ์จากพืช ตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการได้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีหน่วยวัดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์พืชมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อตัน คำนวณจากปริมาณน้ำที่พืชใช้หน่วยลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ต่อปริมาณผลผลิตของพืชนั้น หน่วยตันต่อไร่ รายละเอียดดังตารางที่ 17

คำนวณจากค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) หารด้วยปริมาณผลผลิตข้าวเปลือก (ตันต่อไร่) เพื่อให้ได้ปริมาตรน้ำต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อตันข้าว ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของข้าวอินทรีย์

หน่วย : ลบ.ม.ต่อตัน

เดือน	ปริมาณความต้องการน้ำรวม (ลบ.ม.ต่อไร่)	ผลผลิตข้าวอินทรีย์ (ตันต่อไร่)	ปริมาณความต้องการน้ำรวม (ลบ.ม.ต่อตัน)
กรกฎาคม	286.91	581	**493.82**
สิงหาคม	335.20	581	**576.94**
กันยายน	289.12	581	**447.62**
ตุลาคม	133.93	581	**402.64**
รวม	**1,145.16**	**581**	**1,971.02**

ที่มา: การคำนวณ

ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ สำหรับการผลิตข้าวอินทรีย์ 1 ตัน คือ 1,971.02 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน สามารถแบ่งออกเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 1,442.15 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 528.87 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

ส่วนค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ สำหรับการผลิตข้าวอินทรีย์ 1 ไร่ คือ 1,145.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ แบ่งเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 837.89 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 73.17 ของปริมาณน้ำที่ต้องการทั้งหมด บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 307.27 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 26.83 ของปริมาณน้ำที่ต้องการทั้งหมด ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ปีเพาะปลูก 2560/61

เดือน	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ (ลบ.ม.ต่อไร่)			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ (ลบ.ม.ต่อตันข้าว)		
	กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	รวม	กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	รวม
กรกฎาคม	242.50	44.42	**286.91**	417.37	76.45	**493.82**
สิงหาคม	193.65	141.55	**335.20**	333.31	243.63	**576.94**
กันยายน	187.71	101.41	**289.12**	323.08	174.54	**447.62**
ตุลาคม	214.03	19.90	**133.93**	358.39	34.25	**402.64**
รวม	**837.89**	**307.27**	**1,145.16**	**1,442.15**	**528.87**	**1,971.02**

ที่มา: จากการคำนวณ

4. ค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำของข้าวอินทรีย์

การขาดแคลนน้ำ หรือ ความตึงเครียดด้านน้ำ (Water Scarcity Footprint) ตามหลักวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ของ ISO14046 (2014) ได้นิยามว่า ฟุตพริ้นท์น้ำคือตัวบ่งชี้ผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ในการศึกษานี้ ได้ประเมินผลกระทบฟุตพริ้นน้ำในโอกาสการที่จะเกิดผลกระทบด้านการขาดแคลนน้ำหรือฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรน้ำเทียบเท่าต่อตัน และดัชนีความตึงเครียดของน้ำ จะไม่มีหน่วย เป็นค่าที่บ่งบอกเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของน้ำสะอาดที่สามารถนำมาใช้ ซึ่งเป็นสัดส่วนน้ำที่ถูกใช้กับน้ำจืดที่มีในพื้นที่ โดยพิจารณาจากค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และค่าดัชนีความตึงเครียดด้านน้ำในแต่ละพื้นที่

สามารถคำนวณได้จากผลคูณของบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์หรือความต้องการน้ำชลประทาน กับดัชนีความตึงเครียดของน้ำในพื้นที่ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่ในเขตลุ่มน้ำปิง (ภาพที่ 4) ซึ่งมีค่าดัชนีความตึงเครียดของน้ำ (WSI) เท่ากับ 0.023 ทำให้ได้ค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำเท่ากับ 12.16 ลูกบาศก์เมตรน้ำเทียบเท่า ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ค่าการขาดแคลนน้ำจากการผลิตข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวอินทรีย์	1,971.02	ลบ.ม.ต่อตัน
กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น	1,442.15	ลบ.ม.ต่อตัน
บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	528.87	ลบ.ม.ต่อตัน
ค่าดัชนีความตึงเครียดของน้ำ (WSI) ลุ่มน้ำปิง	0.023	ไม่มีหน่วย
ค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำ	12.16	ลบ.ม.น้ำเทียบเท่าต่อตัน

ที่มา: จากการคำนวณ

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่การผลิตข้าวอินทรีย์ ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปิงที่มีค่าดัชนีความตึงเครียดของน้ำค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้ค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำมีค่าต่ำ ซึ่งหมายถึงโอกาสของการเกิดผลกระทบด้านการใช้น้ำหรือความตึงเครียดด้านน้ำก็จะน้อยลงตามไปด้วยเช่นกัน

ตอนที่ 3 ผลการประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ปีเพาะปลูก 2560/61

การประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตข้าวอินทรีย์

การผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ จากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ จำนวน 10 ราย ปีเพาะปลูก 2560/61 ช่วงเวลาเพาะปลูกข้าวนาปี ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม มีลักษณะการเพาะปลูกข้าวอินทรีย์แบบนาดำ โดยใช้แรงงานในครัวเรือน ญาติพี่น้อง หรือเพื่อนบ้านในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ตั้งแต่การเพาะปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวจนกระทั่งจำหน่าย และนำฟางข้าวจากแปลงนาไปผลิตปุ๋ยคอกใช้เอง

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/61 พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ บ้านดอนเจียง มีต้นทุนการผลิตข้าวเฉลี่ย 4,616.45 บาทต่อไร่ แยกเป็นต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 3,802.78 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 82.37 ของต้นทุนทั้งหมด และต้นทุนผันแปรร้อยละ 42.15 เป็นต้นทุนเงินสด และอีกร้อยละ 40.22 เป็นต้นทุนไม่เป็นเงินสด ซึ่งต้นทุนผันแปรส่วนใหญ่เป็นค่าแรงงานไร่ละ 2,837.81 บาท คิดเป็นร้อยละ 61.47 ของต้นทุนทั้งหมด รองลงมาเป็นค่าวัสดุไร่ละ 878.26 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.02 ของต้นทุนทั้งหมด และค่าดอกเบี้ยและค่าเสียโอกาสเงินลงทุนไร่ละ 86.71 บาท คิดเป็นร้อยละ 1.88 ของต้นทุนทั้งหมด ส่วนต้นทุนคงที่เฉลี่ย 813.67 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 17.63 ของต้นทุนทั้งหมด

ผลตอบแทนจากการผลิตพบว่า ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 581 กิโลกรัม ราคาที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 14.80 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นราคาที่เกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ จำหน่ายให้กับวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง เพื่อนำไปแปรรูปเป็นข้าวสารบรรจุถุงหรือทำอาหารแปรรูป ส่งผลให้เกษตรกรมีผลตอบแทนต่อไร่ 8,595.80 บาท หรือผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ 3,982.35 บาท ขณะที่ต้นทุนรวมต่อไร่ 4,616.45 บาท ต้นทุนรวมต่อกิโลกรัม 7.95 บาท ทำให้เกษตรกรมีผลตอบแทนสุทธิต่อกิโลกรัม 6.85 บาท ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/61

หน่วย : บาทต่อไร่

รายการ	ต้นทุนการผลิตข้าว		
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
1. ต้นทุนผันแปร	**1,945.73**	**1,857.05**	**3,802.78**
1.1 ค่าแรงงาน	1,554.82	1,282.99	2,837.81
เตรียมดิน	422.07	164.14	586.21
ปลูก	433.30	434.98	868.28
ดูแลรักษา	41.71	291.39	333.10
เก็บเกี่ยว	657.74	392.48	1,050.22
1.2 ค่าวัสดุ	346.53	531.72	878.26
ค่าพันธุ์	48.55	145.10	193.66
ค่าปุ๋ยคอก	-	278.62	278.62
ค่าสารชีวภาพ (กำจัดศัตรูพืช)	-	107.10	107.10
ค่าน้ำหมักชีวภาพ	-	0.90	0.90

ตารางที่ 20 (ต่อ)

หน่วย : บาทต่อไร่

รายการ	ต้นทุนการผลิตข้าว		
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่น	178.07	-	178.07
ค่าวัสดุการเกษตรและวัสดุสิ้นเปลือง	40.19	-	40.19
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร	79.72	-	79.72
1.3 ค่าดอกเบี้ยและค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	44.36	42.34	86.71
2. ต้นทุนคงที่	**336.84**	**476.83**	**813.67**
2.1 ค่าใช้ที่ดิน	336.84	318.11	654.95
2.2 ค่าเสื่อมอุปกรณ์การเกษตร	-	127.23	127.23
2.3 ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนอุปกรณ์การเกษตร	-	31.49	31.49
3. ต้นทุนรวมต่อไร่	**2,282.57**	**2,333.88**	**4,616.45**
4. ต้นทุนรวมต่อกิโลกรัม	**3.93**	**4.02**	**7.95**
5. ผลผลิตต่อไร่ (กก.)			581.00
6. ราคาที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (บาท/กก.)			14.80
7. ผลตอบแทนต่อไร่			8,598.80
8. ผลตอบแทนสุทธิต่อไร่			**3,982.35**
9. ผลตอบแทนสุทธิต่อกิโลกรัม			**6.85**

ที่มา: จากการคำนวณ

2. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตข้าวอินทรีย์ เมื่อรวมต้นทุนค่าน้ำชลประทาน

ตามพระราชบัญญัติการชลประทานหลวง พุทธศักราช 2485 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 59 ตอนที่ 62 วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2485 หมวดที่ 1 มาตรา 8 รัฐมนตรีมีอำนาจเรียกเก็บค่าชลประทานจากเจ้าของหรือผู้ครอบครองที่ดินในเขตชลประทาน หรือจากผู้ใช้น้ำจากทางน้ำชลประทานไม่ว่าผู้ใช้น้ำจะอยู่ในหรือนอกเขตชลประทาน โดยออกเป็นกฎกระทรวงกำหนดให้อัตราค่าชลประทานที่จะเรียกเก็บจากเจ้าของหรือผู้ครอบครองที่ดินในเขตชลประทานหรือจากผู้ใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมนอกเขตชลประทาน ให้เรียกเก็บได้ไม่เกินไร่ละห้าบาทต่อปี และอัตราค่าชลประทาน

สำหรับการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมโรงงาน การประปา หรือกิจการอื่น ให้เรียกเก็บได้ไม่เกินลูกบาศก์เมตรละห้าสิบสตางค์

ซึ่งในการศึกษานี้ คำนวณจากการเรียกเก็บค่าน้ำชลประทานที่ลูกบาศก์เมตรละ 0.50 บาท เพื่อให้ทราบถึงผลตอบแทนจากการผลิตข้าวอินทรีย์ เมื่อรวมค่าน้ำชลประทาน และเพื่อนำผลไปประกอบการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้น้ำ หากมีการกำหนดนโยบายการจัดเก็บค่าน้ำชลประทานจากเกษตรกรที่ชัดเจน

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/61 เมื่อรวมค่าน้ำชลประทาน พบว่า ต้นทุนการผลิตข้าวเมื่อรวมต้นทุนค่าน้ำเฉลี่ย 4,770.08 บาทต่อไร่ แยกเป็นต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 3,802.78 บาทต่อไร่ ต้นทุนคงที่เฉลี่ย 813.67 บาทต่อไร่ และต้นทุนค่าน้ำชลประทานที่ใช้จำนวน 307.27 ลูกบาศก์เมตร สามารถคิดเป็นต้นทุนค่าน้ำ 153.63 บาท

ผลตอบแทนจากการผลิตพบว่า ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 581 กิโลกรัม ต้นทุนรวมต่อกิโลกรัมเฉลี่ย 8.21 บาท ราคาที่เกษตรกรขายได้ 14.80 บาทต่อกิโลกรัม ผลตอบแทนต่อไร่ 8,598.80 บาท ผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ 3,828.72 บาท หรือผลตอบแทนสุทธิต่อกิโลกรัม 6.59 บาท ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/2561 เมื่อรวมค่าน้ำชลประทาน

หน่วย : บาทต่อไร่

รายการ	ต้นทุนการผลิตข้าว		
	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม
1. ต้นทุนผันแปร	**1,945.73**	**1,857.05**	**3,802.78**
1.1 ค่าแรงงาน	1,554.82	1,282.99	2,837.81
1.2 ค่าวัสดุ	346.53	531.72	878.26
1.3 ค่าดอกเบี้ยและค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	44.36	42.34	86.71
2. ต้นทุนคงที่	**336.84**	**476.83**	**813.67**
3. ต้นทุนค่าน้ำ จำนวน 307.27 ลบ.ม.ต่อไร่. (ลบ.ม.ละ 0.50 บาท)/1		**153.63**	**153.63**
4. ต้นทุนรวมต่อไร่	**2,282.57**	**2,487.51**	**4,770.08**
5 ต้นทุนรวมต่อกิโลกรัม			**8.21**
6. ผลผลิตต่อไร่ (กก.)			581.00
7. ราคาที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่นา (บาท/กก.)			14.80
8. ผลตอบแทนต่อไร่			8,598.80
9. ผลตอบแทนสุทธิต่อไร่			**3,828.72**
10. ผลตอบแทนสุทธิต่อกิโลกรัม			**6.59**

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ /1 ค่าน้ำชลประทาน อ้างอิงพระราชบัญญัติการชลประทานหลวง (2485)

3. การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/61 เมื่อรวมค่าน้ำชลประทาน และไม่รวมค่าน้ำชลประทาน

ผลการเปรียบเทียบผลตอบแทนข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/61 ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยการศึกษาอยู่ภายใต้เงื่อนไขการจำหน่ายให้กับวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง เพื่อนำไปแปรรูปเป็นข้าวสารบรรจุถุง หรือ

แปรรูป พบว่า ต้นทุนรวมต่อไร่ เมื่อรวมค่าน้ำชลประทานจะมีต้นทุนสูงกว่าไม่รวมค่าน้ำชลประทาน 153.63 บาทต่อไร่ หรือ 0.26 บาทต่อกิโลกรัม หรือกล่าวได้ว่าผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ เมื่อรวมค่าน้ำชลประทานจะลดลง 153.63 บาทต่อไร่ หรือ 0.26 บาทต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบผลตอบแทนของข้าวอินทรีย์ ปีเพาะปลูก 2560/61

หน่วย : บาทต่อไร่

รายการ	ต้นทุนไม่รวมค่าน้ำ	ต้นทุนรวมค่าน้ำ	ผลต่าง
1. ต้นทุนรวม	4,616.45	4,770.08	153.63
2. ต้นทุนรวม (บาท/กก.)	7.95	8.21	0.26
3. ผลผลิตต่อไร่	581.00	581.00	
4. ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.)	14.80	14.80	
5. ผลตอบแทน	8,598.80	8,598.80	
6. ผลตอบแทนสุทธิ	3,982.35	3,828.72	-153.63
7. ผลตอบแทนสุทธิต่อกิโลกรัม (บาท)	6.85	6.59	-0.26

ที่มา: จากการคำนวณ

4. มูลค่าทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวอินทรีย์ ต่อปริมาณการใช้น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร

มูลค่าทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ต่อปริมาณการใช้น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร

ผลตอบแทนต่อปริมาณน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร พบว่า ข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีผลผลิตข้าวเฉลี่ย 0.581 ตันต่อไร่ เกษตรกรมีผลตอบแทนสุทธิ 3,828.72 บาทต่อไร่ มีปริมาณการใช้น้ำ 1,145.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ดังนั้น ถ้ามีการลงทุนจัดสรรน้ำชลประทาน 1 ลูกบาศก์เมตรให้กับเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ จะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ต่อปริมาณการใช้น้ำ (Water Footprint Income : WFI) 3.34 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งถือว่าเป็นการใช้น้ำที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน หากใช้เทียบกับค่าน้ำของกรมชลประทานที่ลูกบาศก์เมตรละ 0.50 บาท หรือกล่าวได้ว่าการลงทุนค่าน้ำชลประทาน 0.50 บาท จะได้รับผลตอบแทน 3.34 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 มูลค่าทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวอินทรีย์ ต่อปริมาณน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร

รายการ	มูลค่าทางเศรษฐกิจข้าวอินทรีย์	หน่วย
ผลผลิต	581.00	กก. ต่อ ไร่
ราคาต่อหน่วย	14.80	บาท ต่อ กิโลกรัม
ผลตอบแทนสุทธิ	3,828.72	บาท ต่อ ไร่
ปริมาณการใช้น้ำ	1,145.16	ลบ.ม. ต่อ ไร่
WF Income	3.34	บาท ต่อ ลูกบาศก์เมตร

ที่มา: จากการคำนวณ

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ และเพื่อประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีบ้านดอนเจียง ซึ่งได้เก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง จากเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง ปีเพาะปลูก 2560/61 แบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 10 ราย พบว่า เกษตรกรมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวอินทรีย์รวม 36.25 ไร่ มีพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 3.62 ไร่ต่อราย พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่นอกเขตชลประทาน เกษตรกรจึงทำการเพาะปลูกข้าวอินทรีย์แบบนาดำ เฉพาะในฤดูนาปี ช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม โดยใช้น้ำฝนเป็นหลัก รองลงมาเป็นแหล่งน้ำจากคลองส่งน้ำห้วยแม่แลบ และน้ำเหมืองฝายแม่ฮาว ด้านแรงงานใช้แรงงานจากครัวเรือนเป็นหลัก ส่วนการจัดการตอซังใช้การปล่อยน้ำให้เน่าเปื่อยและฟางข้าวจะนำไปผลิตปุ๋ยคอก เพื่อใช้ในฤดูกาลถัดไป การศึกษาครั้งนี้ สามารถนำเสนอข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการจัดทำบัญชีรายการใช้น้ำข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.1 บัญชีรายการสารขาเข้าตลอดวัฏจักรชีวิตในกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 12.41 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยคอก เฉลี่ย 113.10 กิโลกรัมต่อไร่ สารชีวภาพเฉลี่ย 0.61 ลิตรต่อไร่ น้ำหมักชีวภาพเฉลี่ย 0.25 ลิตรต่อไร่ วัสดุปรับปรุงดินเฉลี่ย 7.72 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำมันเชื้อเพลิงและหล่อลื่นเฉลี่ย 5.73 ลิตรต่อไร่ ปริมาณการใช้น้ำ ในการผลิตข้าวอินทรีย์ ได้รับน้ำฝนเป็นหลัก โดยมีปริมาณการใช้น้ำ 1,145.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

1.2 บัญชีรายการสารขาออกตลอดวัฏจักรชีวิตในกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ ได้แก่ ข้าวเปลือกอินทรีย์ โดยมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 581 กิโลกรัมต่อไร่

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

2.1 ปริมาณการใช้น้ำฝน และความต้องการน้ำชลประทาน ข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง ข้าวอินทรีย์ มีปริมาณความต้องการน้ำรวม 715.73 มิลลิเมตร แบ่งออกเป็นปริมาณความต้องการน้ำฝน รวม 523.68 มิลลิเมตร และปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน รวม 192.05 มิลลิเมตร

2.2 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ของข้าวอินทรีย์ ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ 1 ตัน คือ 1,971.02 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน สามารถแบ่งออกเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 1,442.15 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 528.87 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ส่วนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ สำหรับการผลิตข้าวอินทรีย์ 1 ไร่ คือ 1,145.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ สามารถแบ่งเป็นกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 837.89 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 307.27 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

2.3 ค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำของข้าวอินทรีย์ หรือ ความตึงเครียดด้านน้ำ ในพื้นที่บ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่ในเขตลุ่มน้ำปิง ที่มีค่าดัชนีความตึงเครียดของน้ำ (WSI) เท่ากับ 0.023 ทำให้ได้ค่าฟุตพริ้นท์การขาดแคลนน้ำเท่ากับ 12.16 ลูกบาศก์เมตรน้ำเทียบเท่า

ตอนที่ 3 ผลการประเมินมูลค่าน้ำทางเศรษฐกิจและเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการผลิตข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

3.1 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของข้าวอินทรีย์ มีต้นทุนการผลิตข้าวเฉลี่ย 4,616.45 บาทต่อไร่ แยกเป็นต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 3,802.78 บาทต่อไร่ ต้นทุนคงที่เฉลี่ย 813.67 บาทต่อไร่ ซึ่งต้นทุนส่วนใหญ่เป็นค่าแรงงาน รองลงมาเป็นค่าวัสดุ และค่าดอกเบี้ยและค่าเสียโอกาสเงินลงทุน

ด้านผลตอบแทนจากการผลิต พบว่า เกษตรกรได้รับผลผลิตข้าวอินทรีย์ต่อไร่เฉลี่ย 581 กิโลกรัม ราคาที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 14.80 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นราคาที่เกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ จำหน่ายให้กับวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง เพื่อนำไปแปรรูปเป็นข้าวสารบรรจุถุง หรือนำทำอาหารแปรรูป ส่งผลให้เกษตรกรมีผลตอบแทนต่อไร่ 8,595.80 บาท หรือผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ 3,982.35 บาท ขณะที่ต้นทุนรวมต่อไร่ 4,616.45 บาท ต้นทุนรวมต่อกิโลกรัม 7.95 บาท ทำให้เกษตรกรมีผลตอบแทนสุทธิต่อกิโลกรัม 6.85 บาท

3.2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนข้าวอินทรีย์ เมื่อรวมค่าน้ำชลประทาน พบว่า เมื่อรวมค่าน้ำชลประทานจะมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้น หรือกล่าวได้ว่าผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ เมื่อรวมค่าน้ำชลประทานจะลดลง 153.63 บาทต่อไร่ หรือ 0.26 บาทต่อกิโลกรัม

3.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวอินทรีย์ ต่อปริมาณการใช้น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร พบว่า ข้าวอินทรีย์ ของวิสาหกิจชุมชนบ้านดอนเจียง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีผลผลิตข้าวเฉลี่ย 0.581 ตันต่อไร่ เกษตรกรมีผลตอบแทนสุทธิ 3,828.72 บาทต่อไร่ มีปริมาณการใช้น้ำ 1,145.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ จะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่อปริมาณการใช้น้ำ 3.34 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับค่าน้ำชลประทาน 0.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาจะเห็นว่าการเพาะปลูกข้าวอินทรีย์เกษตรกรจะมีการใช้น้ำตั้งแต่กระบวนการขังน้ำเพื่อจัดการตอซัง หรือขังน้ำเพื่อลดการงอกของวัชพืชในแปลงนา จึงควรสร้างการรับรู้ ความตระหนัก สนับสนุนองค์ความรู้ หรือแนวคิดในการผลิตพืชที่สามารถใช้น้ำในปริมาณที่ลดลง แต่ไม่ส่งผลกระทบกับผลิต อาทิ การผลิตข้าวอินทรีย์แบบเปียกสลับแห้ง เพื่อให้เกิดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

2. จากผลการศึกษาทำให้การเพาะปลูกข้าว 1 ไร่ ต้องมีปริมาณน้ำสำหรับการเพาะปลูกจำนวน 1,145.16 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ จึงควรมีการเตรียมความพร้อมสำหรับเกษตรกรในการจัดหาแหล่งน้ำสำรองไว้ใช้ในการผลิตข้าวอินทรีย์ เช่น บ่อบาดาล หรือสระน้ำในไร่นา เพื่อให้มีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการ ทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับสถานการณ์ที่อาจส่งผลเมื่อเกิดวิกฤตน้ำแล้งหรือน้ำท่วมได้ในอนาคต

3. จากผลการศึกษาหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ อาทิ สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน ควรสนับสนุนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือเกษตรกรในการทวนสอบข้อมูลสำหรับการขอขึ้นทะเบียนฉลากวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ เพื่อเป็นข้อมูลแสดงค่าประกอบการตัดสินใจของผู้บริโภค ที่ตัดสินใจซื้อสินค้าจากผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

4. จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า ผลผลิต และราคาที่เกษตรกรได้รับ ส่งผลต่อผลตอบแทนจากการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร ซึ่งการผลิตสินค้าอินทรีย์จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับปริมาณการใช้น้ำที่เกษตรกรอาจต้องจ่ายเพื่อการเกษตรในอนาคต ฉะนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรสนับสนุนส่งเสริมการผลิตสินค้าอินทรีย์

5. ควรศึกษาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมในการผลิตสินค้าเกษตรอื่น โดยเฉพาะในสินค้าที่เกษตรกรนิยมปลูกในพื้นที่ภาคเหนือ เช่น ลำไย เพื่อจะได้ทราบข้อมูลที่เป็นภาพรวมของระดับอำเภอหรือระดับจังหวัด เพื่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ประกอบในการวางแผนการบริหารจัดการน้ำให้เกษตรกรได้

บรรณานุกรม

กรมชลประทาน. 2554ก. **ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Kc) ของพืช 40 ชนิด**. กรุงเทพฯ: สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2554ข. **ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://idi.rid.go.th/training/2558/Volume% 2007.pdf (23 กุมภาพันธ์ 2560).

_____. 2556. **คู่มือปฏิบัติงานด้านจัดสรรน้ำ**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2557. **รายงานการจัดการความรู้ความต้องการใช้น้ำของพืชอ้างอิง**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://oopm.rid.go.th/subordinate/opm7/ pdf/KM%202557/2_Bruz.pdff (9 ธันวาคม 2560).

_____. 2560. **คู่มือการปฏิบัติงานด้านจัดสรรน้ำ เล่มที่ 6**. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.

_____. 2561. **ปริมาณน้ำฝนรายเดือน**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://hydro-1.rid.go.th/ (23 กุมภาพันธ์ 2562).

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2558. **ข้อมูลสารสนเทศสถานีอุตุนิยมวิทยา**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.tmd.goth/province_weather_stat.php?? (6 พฤศจิกายน 2560).

ชาลิสา สุวรรณกิจ. 2559. **การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการปลูกข้าวอินทรีย์กับเกษตรเคมี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

ชินาธิปกรณ์ พงศ์ภิญโญภาพ และ ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ. 2554. วอเตอร์ฟุตพริ้นของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย. **วิศวกรรมสาร มก.**, 75(24), 41-52.

ทะนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์. 2548. **การศึกษาวิจัยวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment) โครงการ 1 ตำบล 1 ผลิตภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แช่เย็น/แช่แข็ง**. เชียงใหม่: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธนยา พร้อมมูล. 2559. **การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกสับปะรด กรณีศึกษาเกษตรกรรายย่อย ตำบลห้วยทรายเหนือ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

ธีระวัฒน์ ธรรมนิยม. 2555. **วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกะเทียม**. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นราทิพย์ ชุติวงศ์. 2539. **ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์จุลภาค**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกิตต์ โกะสูงเนิน. 2559. **ความสำเร็จของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย**. ดุษฎีนิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พัชยา โตบารมีกุล. 2557. **ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์น้ำตาลทรายธรรมชาติและน้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง**. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รมณี วังเมือง และ ปุณณมี สัจจกมล. 2554. **ร่องรอยการใช้น้ำในอุตสาหกรรมแป้งข้าว**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://wwww.eg.mahidol.ac.th/dept/egie/images/IE-Network-rchives/2011/PDF/5.EM/EM10.pdf (7 กันยายน 2560).

ลักขณา เจริญสุข. 2556. **การวิเคราะห์เอ็นเนอร์จีฟุตพริ้นท์และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. 2439. การคำนวณ ETo ของประเทศไทยโดยวิธี Penman - Monteith. **วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, 10(29), 91-105.

วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2556. **ภาพรวมเกษตรอินทรีย์ไทย 2554-55 สถานการณ์เกษตรอินทรีย์ไทย**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.greennet.or.th/sites/default/files/Thai%20OA%2011-12.pdf (5 กันยายน 2560).

สหกรณ์กรีนเนท จำกัด. ม.ป.ป. ก. **ตรารับรองเกษตรอินทรีย์และอาหารปลอดภัยในประเทศไทย**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.greennet.or.th/article/1411 (23 พฤศจิกายน 2560).

_____. ม.ป.ป. ข. **หลักการเกษตรอินทรีย์**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.greennet.or.th/article/317 (23 พฤศจิกายน 2560).

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2555. **มาตรฐานสินค้าเกษตร**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

_____. 2559. **ขั้นตอนการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ.) ตาม พ.ร.บ.มาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ.2551 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2556**. [Online]. Available http://www.acfs.go.th/standard_meaning (5 กันยายน 2560).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. **การจัดทำข้อมูลต้นทุนการผลิตพืช**. กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2559. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจัดทำฐานข้อมูลฟุตพริ้นท์น้ำผลิตภัณฑ์เกษตร**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2560. **แนวทางพัฒนาเกษตรอินทรีย์**. เชียงใหม่: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2557. **การศึกษาภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม และสถาบันอาหาร. 2558. **แนวทางการประเมิน Water Footprint ผลิตภัณฑ์สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร (Guideline of Food Products). โครงการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืนด้วย Water Footprint ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อการส่งออก**. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

สุวิมล ศิริวัล. 2556. **ต้นทุนและผลตอบแทนในการลงทุนโครงการปลูกสวนยางพาราจังหวัดลำปาง**. การค้นคว้าอิสระปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเนชั่น.

อรวรรณ ศรีโสมพันธ์. 2557. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงสร้างการผลิตและการตลาดข้าวหอมมะลิไทย**. กองทุนสนับสนุนการวิจัยและสถาบันคลังสมองของชาติ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

Chapagain, A. K. & Hoekstra, A. Y. 2011. The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. **Ecological Economics**, 70, 749-758.

Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., Savennije, H. H. G. & Gautam, R. 2006. The water footprint of cotton consumption: an assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. **Ecological Economics**, 60(1), 186-203.

Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO Food Standards Programme. 2007. **Report of the 28th session of the codex committee on nutrition and foods for special dietary uses Chiang Mai, Thailand**. Italy: Viale delle Terme di Caracalla.

Doorenbos, J. & Pruitt, W. O. 1977. **Crop water requirement FAO. Passive and Low Energy Cooling of Building**. Rome, Italy: FAQ.

Gheewala, S. H., Silalertruksa, T., Nilsalab, P., Mungkung, R., Perret, S. R. & Chaiyawannakarn, N. 2014. Water Footprint and Impact of Water Consumption for Food, Feed, Fuel Crops Production in Thailand. **Water**, 6(6), 1698-1718.

Graedel, T. E. 1998. **Streamlined Life-Cycle Assessment**. New York:

Pearson College Div.

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M. & Mekonnen, M. M. 2009. **Water Footprint Manual: State of the Art 2009**. Enschede, The Netherlands: Water Footprint Network.

_____. 2011. **The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Globla Standard**. London: Earthscan.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

	แบบสัมภาษณ์ การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ข้าวอินทรีย์ วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านดอนเจียง	
	ปีเพาะปลูก 2560/61 (1 พ.ค.59 - 30 เม.ย.60)	
	ข้อมูลทั้งหมดที่สอบถามนี้ ทางราชการจะเก็บไว้เป็นความลับ และจะนำไปเผยแพร่เฉพาะค่าประมาณทางสถิติที่เป็นส่วนรวมเท่านั้น	

A. ข้อมูลของเกษตรกร ที่เป็นตัวอย่าง Identification

ชื่อผู้ให้ข้อมูล.....		โทรศัพท์.....	ครัวเรือนตัวอย่างที่.....
บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....	หมู่บ้าน.....	ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด เชียงใหม่	

B. ข้อมูลทั่วไปสำหรับแปลงปลูกตัวอย่าง หรือ ครัวเรือนตัวอย่าง

1. ประเภทข้าว	☐ **ข้าวเจ้านาปี**		☐ **ข้าวเหนียวนาปี**		☐ **ข้าวหอมมะลิ**		
2. พันธุ์ (ข้าวปลูก)	☐ พันธุ์ กข..... ☐ พันธุ์อื่นๆ(ระบุ).....		☐ พันธุ์ สันป่าตอง 1 ☐ พันธุ์อื่นๆ(ระบุ).....		☐ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ☐ พันธุ์อื่นๆ(ระบุ).....		
3.พันธุ์ข้าวปีที่ผ่านมา (1พค.59-30เม.ย.60)	☐ พันธุ์(ระบุ).....		☐ พันธุ์(ระบุ).....		☐ พันธุ์(ระบุ).....		
4.แหล่งที่มาของพันธุ์ข้าว	☐ สหกรณ์การเกษตร.....		☐ พ่อค้า.....	☐ เพื่อนบ้าน.....	☐ เก็บไว้เอง.....	☐ อื่น ๆ.....	
5. เนื้อที่ปลูก.....ไร่	**เนื้อที่เก็บเกี่ยว**.....ไร่		**สาเหตุ**.....(กรณีเนื้อที่ปลูกไม่เท่ากับเนื้อที่เก็บเกี่ยว)				
เดือนที่ปลูก.....	เดือนที่เก็บเกี่ยว.....						
6. วัสดุ พันธุ์ปลูก	☐ เมล็ดพันธุ์ (กก.)		☐ ต้นกล้าพันธุ์ สำหรับแรงงานคนปักดำ		☐ ต้นกล้าพันธุ์ สำหรับเครื่องปักดำ(ถาด / แถบ)		
7. วิธีการปลูก	☐ หว่านแห้ง / หว่านสำรวย		☐ หว่านน้ำตม	☐ ปักดำ(แรงงานคน)	☐ ปักดำ(เครื่องปักดำ)	☐ อื่น ๆ.....	
8. ระบบการปลูก	☐ GAP		☐ อินทรีย์		☐ เคมี	☐ อินทรีย์+เคมี	
9. แปลงใกล้เคียง	☐ GAP		☐ อินทรีย์		☐ เคมี	☐ อินทรีย์+เคมี	
10. การได้รับน้ำ	☐ ในเขตชลประทาน.....ไร่		☐ นอกเขตชลประทาน.....ไร่				
11. ลักษณะแหล่งน้ำ	☐ น้ำชลประทาน.....%		☐ น้ำฝน.....%	☐ บ่อขุด.....%	☐ คลองส่งน้ำ.....%	☐ อื่น ๆ.....	
				☐ อ่างห้วยโก๋น.....%	☐ น้ำบาดาล.....%	☐ อื่น ๆ.....	

B. ข้อมูลทั่วไปสำหรับแปลงปลูกตัวอย่าง หรือ ครัวเรือนตัวอย่าง (ต่อ)

11. การขังน้ำ	☐ ตลอดเวลา(เตรียมแปลงถึงเกี่ยว).....ไร่	☐ ตาตุ่ม (10 ซม.)	☐ คืบ (20 ซม.)	☐ ครึ่งแข้ง (30 ซม.)	☐ เข่า (50 ซม.)
ระยะเวลา	☐ .....วัน เอาน้ำออกก่อนเกี่ยว.....วัน	☐ .....วัน	☐ .....วัน	☐ .....วัน	☐ .....วัน
จำนวน (ครั้ง)	☐ .....ครั้ง .....ครั้ง	☐ .....ครั้ง	☐ .....ครั้ง	☐ .....ครั้ง	☐ .....ครั้ง
12. การจัดการตอซัง และฟางข้าว	☐ เผา ☐ จำหน่าย	☐ ทำปุ๋ย	☐ ล้มหรือไถกลบ	☐ เลี้ยงสัตว์	☐ อื่นๆ.....

13. ผลผลิตทั้งหมดของแปลงนี้ (รวมทั้งที่ขายและที่เก็บไว้ไม่ขาย).....กก.

14. การขาย (เฉพาะผลผลิตส่วนที่ขาย)	**ขายที่ไร่นา**		**ขายที่แหล่งรับซื้อ**			
	ปริมาณ (กก).	ราคา (บาท / กก).	ปริมาณ (กก).	ราคา (บาท / กก).	ค่าขนส่ง (บาท / ตัน)	ระยะทาง (กม.)
1) เมล็ดมีความชื้น น้อยกว่า 14 % ระบุ .....%						
2) เมล็ดมีความชื้น 14 %						
3) เมล็ดมีความชื้น 15 %						
4) เมล็ดมีความชื้น มากกว่า 15 % ระบุ .....%						

15. การเช่าที่ดิน	☐ ที่เช่า.....ไร่	☐ ที่ของตนเอง.....ไร่
ค่าเช่าที่จ่ายจริง หรือประเมิน เป็นเงินสด	☐ ค่าเช่าต่อฤดู.....บาท /ไร่ /ฤดู	☐ ค่าเช่า ต่อปี.....บาท /ไร่

C. วัสดุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง							D. การใช้แรงงาน ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง						3
รายการ	หน่วย	ราคา	ซื้อ		ของตนเอง / ได้ฟรี		กิจกรรม	ปริมาณงานที่ทำในแปลงตัวอย่าง			อัตราค่าจ้าง		
	ระบุ	บาท/หน่วย	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)		รวม	จ้าง	ตนเอง	ต่อไร่	ต่อวันต่อแรง	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	
6. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น							*1. การเตรียมดิน* (ถ้าเกษตรกร **จ้างเหมารวม**) ให้ถามแยกด้วยว่ามีกิจกรรมรวมไถอะไรบ้าง						
6.1) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง							**1) ไถครั้งที่ 1** ระบุ.....						
1) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับการไถ รวม	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย รถไถเดินตาม	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
2) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับการทำเทือก/ย่ำ/ลูบ	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย รถแทรกเตอร์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
3) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับทำร่องน้ำ รวม	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	**2) ไถครั้งที่ 2** ระบุ.....						
4)อื่น	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย รถไถเดินตาม	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
5)อื่น	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย รถแทรกเตอร์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
6)อื่น	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	**3) ไถครั้งที่ 3** ระบุ.....						
				ขั้นตอนไถเตรียมดิน			โดย รถไถเดินตาม	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
				ตามลักษณะการปลูก อาทิ		☞	โดย รถแทรกเตอร์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
				-ไถปั่น/ ปั่นตอซัง			**4) ไถครั้งที่ 4** ระบุ.....						
				-ไถดะ กลับหน้าดิน			โดย รถไถเดินตาม	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
				-ไถแปร ตีดิน			โดย รถแทรกเตอร์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
				-ไถคราด			**5) ไถครั้งที่ 5** ระบุ.....						
							โดย รถไถเดินตาม	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
							โดย รถแทรกเตอร์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
				✪ อาจมีการไถเตรียมดินเหมือนกัน			**6) ไถครั้งที่ 6** ระบุ.....						
				หลายครั้ง ในแต่ละครั้ง			โดย รถไถเดินตาม	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
				ไถอะไรก็ให้ระบุ..... ✪			โดย รถแทรกเตอร์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
							7) ทำเทือก / ย่ำ / ลูบเทือก						
							โดย รถไถเดินตาม	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
							โดย รถแทรกเตอร์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
							8) ทำร่องน้ำในแปลงนา หลังลูบเทือก						
							โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
							โดย รถไถ	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	

C. วัสดุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)							D. การใช้แรงงาน ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)					4
รายการ	หน่วย	ราคา	ซื้อ		ของตนเอง / ได้ฟรี		กิจกรรม	ปริมาณงานที่ทำในแปลงตัวอย่าง			อัตราค่าจ้าง	
	ระบุ	บาท/หน่วย	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)		รวม	จ้าง	ตนเอง	ต่อไร่	ต่อวันต่อแรง
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)						
							(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)
1. พันธุ์							*2. การปลูก (วิธีการปลูก)*					
1.1) เมล็ดพันธุ์ ข้าวปลูก	กก.	.....	.....	.....	.....	.....	**1) หว่านแห้ง หว่านสำรวย**					
1.2) ต้นกล้า(สำหรับคนปักดำ)	มัด	.....	.....	.....	.....	.....	โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
1.3) ต้นกล้า(สำหรับรถปักดำ)	ถาด , ...	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องพ่น	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
							2) หว่านน้ำตม					
6. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น							โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
6.1) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง							โดย เครื่องพ่น	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
1) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับการหว่านแห้ง	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	**3) ปักดำ**					
2) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับการหว่านน้ำตม	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
3) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับการปักดำ	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องปักดำ	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
4) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับ.....	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	**4) อื่น ๆ** (ระบุ.....) เช่น วิธีโยนกล้า					
							โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
							โดย เครื่องทุ่นแรง. ระบุ.....	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
2. ปุ๋ย							*3.การดูแลรักษา*					
2.1) ปุ๋ยอินทรีย์							***01) ค่าแรงค่าจ้าง ใส่ปุ๋ยอินทรีย์*** รวม.....ครั้ง ถ้าใส่พื้นที่เท่ากันทุกครั้งถามครั้งเดียว ถ้าแตกต่างถามรายครั้ง					
มูลไก่ - เป็ด	กก.	.....	.....	.....	.....	.....	โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
มูลสุกร	กก.	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องจักร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
มูลโคกระบือ	กก.	.....	.....	.....	.....	.....						
มูลสัตว์อื่นๆ ระบุ	กก.	.....	.....	.....	.....	.....						
2.2) ปุ๋ยชีวภาพ						.....						
ปุ๋ยชีวภาพ (ชนิดเม็ด)	กก.	.....	.....	.....	.....	.....	***01) ค่าแรงค่าจ้าง ใส่ปุ๋ยชีวภาพ*** รวม.....ครั้ง ถ้าใส่พื้นที่เท่ากันทุกครั้งถามครั้งเดียว ถ้าแตกต่างถามรายครั้ง					
ปุ๋ยชีวภาพ (ชนิดน้ำ)	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
6. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น							โดย เครื่องจักร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
6.1) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง												
1) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับการหว่านปุ๋ย	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	✪ กรณีผสมปุ๋ยใส่รวมด้วยกันหลายชนิด ฉีดพ่นด้วยกันในคราวเดียว ให้นับเป็นครั้งเดียวกัน ไม่นับแยกตามชนิดปุ๋ย					

C. วัสดุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)							D. การใช้แรงงาน ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)						5
รายการ	หน่วย	ราคา	ซื้อ		ของตนเอง / ได้ฟรี		กิจกรรม	ปริมาณงานที่ทำในแปลงตัวอย่าง			อัตราค่าจ้าง		
	ระบุ	บาท/หน่วย	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)		รวม	จ้าง	ตนเอง	ต่อไร่	ต่อวันต่อแรง	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)							
							(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	
2.3) ปุ๋ยเคมี							***01) ค่าแรงค่าจ้าง ใส่ปุ๋ยเคมี*** รวม.....ครั้ง ถ้าใส่พื้นที่เท่ากันทุกครั้งถามครั้งเดียว ถ้าแตกต่างถามรายครั้ง						
สูตร 21-0-0	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....	โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
สูตร 46-0-0	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องจักร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
สูตร 16-20-0	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
สูตร 15-15-15	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
สูตรอื่น ๆ.....	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
สูตรอื่น ๆ.....	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
สูตรอื่น ๆ.....	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
สูตรอื่น ๆ.....	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
สูตรอื่น ๆ.....	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
2.4) ปุ๋ยชนิดอื่นๆ							***01) ค่าแรงค่าจ้าง ใส่ปุ๋ยอื่นๆ*** รวม.....ครั้ง ถ้าใส่พื้นที่เท่ากันทุกครั้งถามครั้งเดียว ถ้าแตกต่างถามรายครั้ง						
ปุ๋ยผสม (เคมี+ชีวภาพ+อินทรีย์)	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....	โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ปุ๋ยผสม (เคมี+ชีวภาพ+อินทรีย์)	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องจักร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ปุ๋ยผสม (เคมี+ชีวภาพ+อินทรีย์)	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
ปุ๋ยผสม (เคมี+อินทรีย์)	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
ปุ๋ยผสม (เคมี+อินทรีย์)	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
ปุ๋ยผสม (เคมี+อินทรีย์)	กระสอบ	.....	.....	.....	.....	.....							
ฮอร์โมน (ชนิดน้ำ)	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....							
ฮอร์โมน (ชนิดผง)	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
ปุ๋ยเกล็ด	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
.....		.....	.....	.....	.....	.....							
.....		.....	.....	.....	.....	.....							
6. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น													
6.1) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง													
1) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับการหว่านปุ๋ย	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....							

C. วัสดุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)							D. การใช้แรงงาน ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)						6
รายการ	หน่วย	ราคา	ซื้อ		ของตนเอง / ได้ฟรี		กิจกรรม	ปริมาณงานที่ทำในแปลงตัวอย่าง			อัตราค่าจ้าง		
	ระบุ	บาท/หน่วย	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)		รวม	จ้าง	ตนเอง	ต่อไร่	ต่อวันต่อแรง	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)							
							(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	
3. สารเคมีกำจัดวัชพืช													
3.1) ยาคุมหญ้า							***02) การฉีดยาป้องกัน กำจัดวัชพืช*** รวม.....ครั้ง ถ้าฉีดยาพื้นที่เท่ากันทุกครั้งถามครั้งเดียว ถ้าแตกต่างถามราย						
คลอไพรีฟอส	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องฉีด สะพายหลัง แบบชักโยก	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ยาน้ำระบุชื่อ.....	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องฉีด สะพายหลัง แบบใช้เครื่องยนต์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ยาผงระบุชื่อ.....	กก.	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องพ่นยาแบบปั๊มจากถัง 200 ลิตร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
3.2) ยาฆ่าหญ้า							โดย เครื่องพ่นยาแบบปั๊มจากถัง 1,000 ลิตร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ไกลโฟเซท	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....							
กรัมม็อกโซน	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....							
ราวอ๊ฟ	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาน้ำระบุชื่อ.....	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาผงระบุชื่อ.....	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
4. สารเคมี ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช													
4.1) ยาป้องกันกำจัดโรค ,เชื้อรา							***03) การฉีดยาป้องกัน /กำจัดโรคและแมลง*** รวม.....ครั้ง ถ้าฉีดยาพื้นที่เท่ากันทุกครั้งถามครั้งเดียว ถ้าแตกต่างถา						
คาเบนดาซิน	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องฉีด สะพายหลัง แบบชักโยก	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ยาน้ำระบุชื่อ.....	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องฉีด สะพายหลัง แบบใช้เครื่องยนต์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ยาน้ำระบุชื่อ.....	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องพ่นยาแบบปั๊มจากถัง 200 ลิตร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ยาผงระบุชื่อ.....	กก.	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องพ่นยาแบบปั๊มจากถัง 1,000 ลิตร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ยาผงระบุชื่อ.....	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาผงระบุชื่อ.....	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาผงระบุชื่อ.....	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาผงระบุชื่อ.....	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาผงระบุชื่อ.....	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							

C. วัสดุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)							D. การใช้แรงงาน ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)						7
รายการ	หน่วย	ราคา	ซื้อ		ของตนเอง / ได้ฟรี		กิจกรรม	ปริมาณงานที่ทำในแปลงตัวอย่าง			อัตราค่าจ้าง		
	ระบุ	บาท/หน่วย	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)		รวม	จ้าง	ตนเอง	ต่อไร่	ต่อวันต่อแรง	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)							
							(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	
4.2) ยาฆ่าแมลง, หนอน, เพลี้ย และ สัตรูพืชอื่นๆ							***03) การฉีดยาป้องกัน กำจัดโรคและแมลง*** รวม .....ครั้ง ถ้าฉีดยาพื้นที่เท่ากันทุกครั้งถามครั้งเดียว ถ้าแตกต่างถาม						
เมธามิโดฟอส	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องฉีด สะพายหลัง แบบชักโยก	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
อะบาเมกติน	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องฉีด สะพายหลัง แบบใช้เครื่องยนต์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
เซฟวิน	กก.	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องพ่นยาแบบปั๊มจากถัง 200 ลิตร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ไซเปอร์	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องพ่นยาแบบปั๊มจากถัง 1,000 ลิตร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
ยาน้ำระบุชื่อ.....	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาน้ำระบุชื่อ.....	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาผงระบุชื่อ.....	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาฆ่าหนู	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาฆ่าปู	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาฆ่าหอย	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
ยาชุด.....	ชุด	.....	.....	.....	.....	.....							
5. สารเคมี อื่นๆ และ วัสดุปรับปรุงดิน													
5.1) สารเคมีอื่นๆ							***04) การฉีด พ่น ราด สารเคมีอื่นๆ รวม*** .....ครั้ง ถ้าฉีดยาพื้นที่เท่ากันทุกครั้งถามครั้งเดียว ถ้าแตกต่างถามรายครั้ง						
1) น้ำยาจับใบ	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องฉีด สะพายหลัง แบบชักโยก	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
2) น้ำยาซับปุ๋ย	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องฉีด สะพายหลัง แบบใช้เครื่องยนต์	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
3)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องพ่นยาแบบปั๊มจากถัง 200 ลิตร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	โดย เครื่องพ่นยาแบบปั๊มจากถัง 1,000 ลิตร	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
5)	.....	.....	.....	.....	.....	.....							
5.2) วัสดุปรับปรุงดิน							***04) การ ใส่สารปรับปรุงดิน*** จำนวน.....ครั้ง						
1) สารปรับปรุงดิน	กก.	.....	.....	.....	.....	.....	โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
2) ไดโลไมต์ (ปูนมาล)	กก.	.....	.....	.....	.....	.....	โดย วิธี อื่น ระบุ	.....ไร่	.....	.....	.....	.....	
3) ปูนขาว	กก.	.....	.....	.....	.....	.....							
4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....							
4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....							

C. วัสดุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)

รายการ	หน่วย	ราคา	ซื้อ		ของตนเอง / ได้ฟรี	
	ระบุ	บาท/หน่วย	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
6. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น						
6.1) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง						
1) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับเครื่องสูบน้ำ	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....
2) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับเครื่องพ่นยา	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....
3) น้ำมันเชื้อเพลิงใช้กับเครื่องตัดหญ้า	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....
6.2) ค่าน้ำมันหล่อลื่น						
ใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตร	ลิตร	.....	.....	.....	.....	.....
ที่ใช้ในกิจกรรมการผลิตพืชนี้						
6.3) ค่าไฟฟ้า						
1) ค่าไฟฟ้าใช้กับปั๊มน้ำ และไฟล่อแมลง	หน่วย	.....	.....	.....	.....	.....
2) ค่าไฟฟ้าใช้กับเครื่องพ่นยา	หน่วย	.....	.....	.....	.....	.....
7. ค่าวัสดุสิ้นเปลือง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ						
7.1) ค่าวัสดุสิ้นเปลืองที่มีอายุการใช้งานไม่เกิน 1 ปี						
1) ถุงมือ	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2) รองเท้ายาง / รองเท้าใส่ในนากันหอย	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3) กระสอบป่าน	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4) อื่น ๆ ระบุ	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5) อื่น ๆ ระบุ	.....	.....	.....	.....	.....	.....
7.2) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ						
1) ค่าเช่าเครื่องสูบน้ำ	บาทต่อฤดู	.....	.....	.....	.....	.....
2)	บาทต่อฤดู	.....	.....	.....	.....	.....
3)	บาทต่อฤดู	.....	.....	.....	.....	.....
4)	บาทต่อฤดู	.....	.....	.....	.....	.....

D. การใช้แรงงาน ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ) **8**

กิจกรรม	ปริมาณงานที่ทำในแปลงตัวอย่าง			อัตราค่าจ้าง	
	รวม	จ้าง	ตนเอง	ต่อไร่	ต่อวันต่อแรง
(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)
05) การดายหญ้า / ถอนหญ้า จำนวน.....ครั้ง ถ้าทำพื้นที่เท่ากันทุกครั้งถามครั้งเดียว ถ้าแตกต่างถามรายครั้ง					
โดย **คน** (ดายหญ้า + ถอนหญ้า)	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
โดย **เครื่องตัดหญ้า , รถตัดหญ้า**	.....ไร่	.....	.....	.....	
07) การให้น้ำ รวม.....ครั้ง					
โดย **คน** (เปิด - ปิด น้ำ) .....ครั้ง	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
โดย **คนและเครื่องสูบน้ำ**(ใช้น้ำมัน) .....ครั้ง	.....ไร่	.....	.....	.....	
โดย **คนและเครื่องปั๊มน้ำ**(ใช้ไฟฟ้า) .....ครั้ง	.....ไร่	.....	.....	.....	
20) การใส่ยาฆ่าหนู จำนวน.....ครั้ง					
โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
21) การใส่ยาฆ่าปู จำนวน.....ครั้ง					
โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....
22) การใส่ยาฆ่าหอย จำนวน.....ครั้ง					
โดย คน	.....ไร่	.....	.....	.....	.....

C. วัสดุ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)							**D.** การใช้แรงงาน ที่ใช้กับแปลงตัวอย่าง (ต่อ)						**9**
รายการ	หน่วย	ราคา	ซื้อ		ของตนเอง / ได้ฟรี		กิจกรรม	ปริมาณงานที่ทำในแปลงตัวอย่าง			อัตราค่าจ้าง		
	ระบุ	บาท/หน่วย	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ	มูลค่า (บาท)		รวม	จ้าง	ตนเอง	ต่อไร่	ต่อวันต่อแรง	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)							
							(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	
							4. การเก็บเกี่ยว						
							01) การเก็บเกี่ยว (เหมารวม จนสีเป็นเมล็ด)						
							โดย รถเกี่ยวข้าว (คอมไบท์)	.....ไร่	.....	.....	.....บ./ไร่		
							04) การเก็บเกี่ยว วางกอง ผึ่งแดด						
							โดย คน (แรงงานคน)	.....กก.	.....กก.	.....กก.	.....บ./กก.	.....บ./วัน	
							20) การรวบรวมผลผลิต ไปลานนวด						
							โดย คน	.....กก.	.....กก.	.....กก.	.....บ./กก.	.....บ./วัน	
							06) การนวดข้าว สีข้าว						
							โดย คน	.....กก.	.....กก.	.....กก.	.....บ./กก.	.....บ./วัน	
							โดย เครื่องจักร	.....กก.	.....กก.	.....กก.	.....บ./กก.		
							21) การขนผลผลิตไปลานตาก						
							โดย คน	.....กก.	.....กก.	.....กก.	.....บ./กก.	.....บ./วัน	
							โดย เครื่องจักร	.....กก.	.....กก.	.....กก.	.....บ./กก.		
							07) การตากข้าว						
							โดย คน	.....กก.	.....กก.	.....กก.	.....บ./กก.	.....บ./วัน	
							โดย เครื่องจักร	.....กก.	.....กก.	.....กก.	.....บ./กก.		
							22) การขนผลผลิตไปโรงเรือน ยุ้งฉาง						
							โดย รถบรรทุก /รถทางการเกษตร	.....กก.	.....กก.	.....กก.	.....บ./กก.		

E. สอบถามเครื่องมืออุปกรณ์และการลงทุนระยะยาวที่ใช้ในการผลิต (ที่มีอายุ 2 ปีขึ้นไป) 10

รายการ	จำนวน	มูลค่าแรกซื้อ (บาท)	มูลค่าเมื่อขายซาก (บาท)	จำนวนปีใช้งานตั้งแต่ซื้อ จนสิ้นอายุ (ปี)	ค่าซ่อม รวมในปีเพาะปลูก (บาท)		จำนวนปีใช้งานได้หลังการซ่อมครั้งนี้ (ปี)	เปอร์เซนต์ใช้งานกับพืชนี้และแปลงตัวอย่างนี้ (%)
					จ้างซ่อม	ซ่อมเอง		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1. เครื่องมืออุปกรณ์								
1. มีด.....								
2. จอบ.....								
3. เสียม.....								
4. เคียว.....								
5. ตาข่ายไนล่อน.....								
6. กระบุง/บุ้งกี๋.....								
7. เครื่องฉีดยาสะพายหลังแบบชักโยก								
8. เครื่องฉีดยาสะพายหลังแบบเครื่องยนต์								
9. เครื่องฉีดยาแบบปั๊มจากถัง 200 ลิตร								
9. เครื่องฉีดยาแบบปั๊มจากถัง 1,000 ลิตร								
10. เครื่องสูบน้ำ (ใช้น้ำมัน).....								
11. ปั๊มน้ำไฟฟ้า.....								
12. ท่อสูบน้ำพญานาค.....								
13								
14								
15.....								
2. การลงทุนระยะยาว								
1. ปรับพื้นที่ / ปรับคันนา								
2. ขุดลู / บ่อ / สระ.....								
3. บ่อบาดาล / บ่อตอก.....								
4. โรงเรือน.....								
5. ยุ้งฉาง.....								
6.								
7.								

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางจุฑารัตน์ คงเกษม

เกิดเมื่อ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2519

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2557 ปริญญาโท เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ. 2540 ปริญญาตรี บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2543 -2545 นักวิเคราะห์นโยบายและแผน 3
เขตเกษตรเศรษฐกิจที่ 15
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร จังหวัดปทุมธานี

พ.ศ. 2545-2561 เศรษฐกรชำนาญการ
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ. 2561-ปัจจุบัน เศรษฐกรชำนาญการพิเศษ ศูนย์ประเมินผล
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรุงเทพมหานคร