บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 เกษตรกรเจ้าของสวนระบบวนเกษตรจังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 953 ราย ในพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลแม่พูล ตำบลนานกกก ตำบลนางพญา โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยกำหนดลักษณะทางภูมิศาสตร์ เศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกัน ได้เกษตรกรเจ้าของสวนระบบวนเกษตรพื้นที่ละ 35 ราย รวม 105 ราย

3.1.2 เกษตรกรในพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลแม่พูล ตำบลนานกกก ตำบลนางพญา โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม ได้เกษตรกรพื้นที่ละ 50 ราย รวม 150 ราย ตอบแบบสอบถามความมั่นคงทางอาหาร

3.1.2 เกษตรกรในพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลแม่พูล ตำบลนานกกก ตำบลนางพญา โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม ได้เกษตรกร 60 ครัวเรือน ตอบแบบสอบถามต้นทุนและผลตอบแทน (และใช้ฐานข้อมูลร่วมกับงานวิจัยต้นทุนและผลตอบแทนการผลูกพืชในระบบวนเกษตร 39 ครัวเรือน)

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 วิธีการศึกษา

กรอบแนวคิดโครงการพัฒนานวัตกรรมรูปแบบการสร้างรายได้ด้วยเกษตรมูลค่าสูงจากระบบวนเกษตรบนทิวเขาผีปันน้ำตะวันออกในเขตจังหวัดอุตรดิตถ์ บนวิถีการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้อย่างยั่งยืน ภายใต้โครงการวิจัยท้าทายไทยฯ กลุ่มเรื่องนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาพื้นที่ มีเป้าหมายเพื่อการยกระดับรายได้ของเกษตรกรในระบบวนเกษตรควบคู่กับการรักษาระบบนิเวศป่าไม้อย่างยั่งยืน และมีเป้าหมายร่วมที่สำคัญคือ การยกระดับรายได้ของเกษตรกรในระบบวนเกษตรควบคู่กับการรักษาระบบนิเวศอย่างยั่งยืน ประกอบด้วย 3 มิติ คือ มิติเศรษฐกิจ มิติทรัพยากร และมิติสังคม ที่มีเป้าหมายคือการอนุรักษ์และการสร้างรายได้มูลค่าสูง โดยการออกแบบระบบการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจเชิงนิเวศ (Ecological Economics System) ที่ต้องทำให้ครัวเรือนมีรายได้สูง พร้อมกับระบบวนเกษตรก็มีเสถียรภาพสูงเช่นกัน เพื่อให้เกิด จุดสมดุล (Optimized Condition) ระหว่างผลได้เชิงเศรษฐกิจเทียบกับปัจจัยการผลิตทางสิ่งแวดล้อมทางการเกษตรที่เกษตรกรใช้ไปในพื้นที่ มีการกำหนดวิธีการศึกษา 4 กลุ่มเรื่อง ได้แก่

1. ศึกษาฐานข้อมูลระบบการผลิตในวนเกษตร (หน่วยการวิเคราะห์เป็นระดับครัวเรือน) มุ่งเน้นการอนุรักษ์และสร้างรายได้ โดยพิจารณาจาก มิติความหลากหลายของผลตอบแทน ความเสี่ยง การจัดการคุณภาพผลผลิต ที่มีผลต่อรายได้ระดับครัวเรือน เพื่อให้เกิดเป็นการทำเกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture) ที่ก่อให้เกิดการรวมกลุ่มของชุมชน และการสร้างกองทุนจากรายได้ที่เพิ่มขึ้น สู่การค้นหากระบวนการพัฒนากลไก และกติกาการใช้ประโยชน์พื้นที่วนเกษตรบนทิวเขาผีปันน้ำตะวันออก

2. ศึกษาการจัดการโซ่อุปทานในพืชเศรษฐกิจของระบบวนเกษตร (หน่วยการวิเคราะห์เป็นมูลค่าตลอดกระบวนการ) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย โครงการวิจัยต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตพืชในระบบวนเกษตรและโครงการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมการผลิตในระบบวนเกษตรเพื่อความมั่นคงทางด้านเกษตรและอาหารของจังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ผ่านมาพบว่าพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงสุด ในระบบวนเกษตรบนทิวเขาผีปันน้ำตะวันออกทั้ง 3 อำเภอ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ทุเรียน ลองกอง/ลางสาด และ กาแฟ นอกจากนี้ยังรวมผลตอบแทน

จากพืชอาหารอื่นๆที่มีอยู่ในสวนวนเกษตรจากผลการศึกษาพืชอาหารพื้นล่างในพื้นที่วนเกษตร 3 พื้นที่ จากงานวิจัยท้าทายไทย ปี 2561 ของ จิราภรณ์ นิคมทัศน์ (2561)

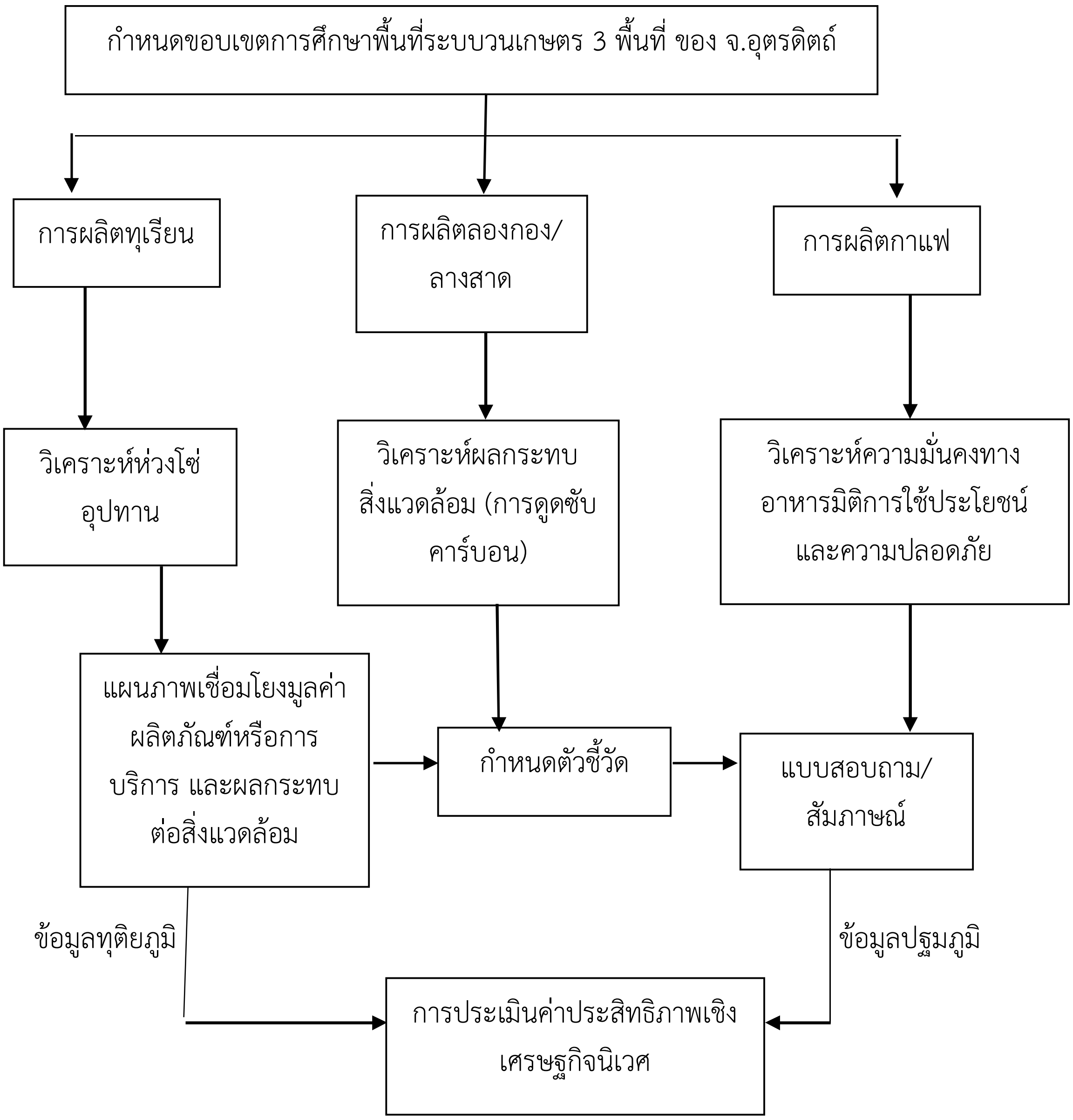
โดยการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานของพืชทั้ง 3 ชนิด พบว่า ผลไม้กลุ่มทุเรียน (หลังลับแล หลินลับแล และหมอนทองลับแล) ต้องการเพิ่มกระบวนการในช่วงปลายน้ำ value chain ที่ชัดเจน เช่น ช่องทางตลาด การสร้างความมั่นใจของผู้บริโภคต่อคุณภาพสินค้า ระบบประกันคุณภาพสินค้า และระบบคุ้มครองผู้บริโภค ด้วยกลไกทางวิชาการ ในส่วนของผลไม้กลุ่มลองกอง และลางสาด ใช้การต่อยอดขยายคุณค่ามิติอนุรักษ์ จากงานวิจัยกระบวนการวิจัยเพื่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานรากด้วยผลิตภัณฑ์อัตลักษณ์ของจังหวัดอุตรดิตถ์สู่การต่อยอดเชิงพาณิชย์ : กรณีศึกษาลางสาดจังหวัดอุตรดิตถ์ ที่มีมิติการเพิ่มรายได้ชัดเจน ในขณะที่กาแฟ มีทุนเดิมในห่วงโซ่อุปทานจากงานวิจัยร่วมภาคธุรกิจ ของหน่วยอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่พร้อมรับเมล็ดกาแฟเพื่อการแปรรูป และจำหน่าย แต่ยังขาดระบบและกลไกการผลิตเมล็ดกาแฟในพื้นที่วนเกษตร ที่ปัจจุบันเกษตรกรจะใช้ต้นกาแฟ ปลูกแซมไม้ผลยืนต้น เนื่องจากการใช้เป็นพืชพุ่มที่สามารถใช้คลุมผิวดิน และระบบรากที่ลดปัญหาผิวหน้าดินถล่ม (Land Slide) จากการปลูกพืชบนที่สูง ดังนั้นการสร้างมูลค่าของกาแฟ จะต้องมีระบบการจัดการ ตั้งแต่การผลิต การแปรรูป และการสร้างมูลค่าปลายทาง โดยจะต้องใช้มิติของการอนุรักษ์ร่วมด้วย ทำให้กลุ่มเป้าหมายคือการสร้างการประกอบการให้กับรุ่นลูก หลานของเกษตรกรเพื่อใช้ทักษะการจัดการมายกระดับคุณค่าของผลผลิต

3. ศึกษาการจัดการฐานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม (หน่วยการวิเคราะห์เป็นระดับไร่) ในงานวิจัยกลุ่มเรื่องนี้ต้องเป็นการมองระบบวนเกษตรที่มีกลุ่มสมาชิก กรรมการ กิจกรรม กติกา เพื่อการจัดการพื้นที่สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) ทุเรียนหลงลับแล- หลินลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ บนทิวเขาผีปันน้ำตะวันออก เพื่อการควบคุมการขยายของพื้นที่มีการวางผังแผนที่ควบคุม การประเมินสภาพป่าไม้เปรียบเทียบสภาพการเกษตรในระบบวนเกษตร ใช้เกณฑ์การกักเก็บคาร์บอนในดิน (soil carbon sequestration) เป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการคาร์บอนเพื่อลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ โดยอาศัยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชในการเปลี่ยนรูปคาร์บอนอนินทรีย์ (CO_2) เป็นคาร์บอนอินทรีย์กักเก็บไว้ในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของพืช ทั้งในส่วนที่อยู่เหนือดิน (above-ground biomass) ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ และส่วนที่อยู่ใต้ดิน (below-ground biomass) คือ ราก โดยการประเมินรายได้จากการชดเชยคาร์บอนในสวนทุเรียน ใช้ตัวอย่างการประเมินรายได้จากการทำสัญญาในตลาด แบบสมัครใจ ตามวิธีการทำสัญญาของ Chicago Climate Exchange (CCX) (Ignosh *et al.*, 2009; Current *et al.*, 2010) โดยกำหนดให้ระบบวนเกษตรมีปริมาณคาร์บอนคงที่ทุกๆช่วงเวลา 5 ปี

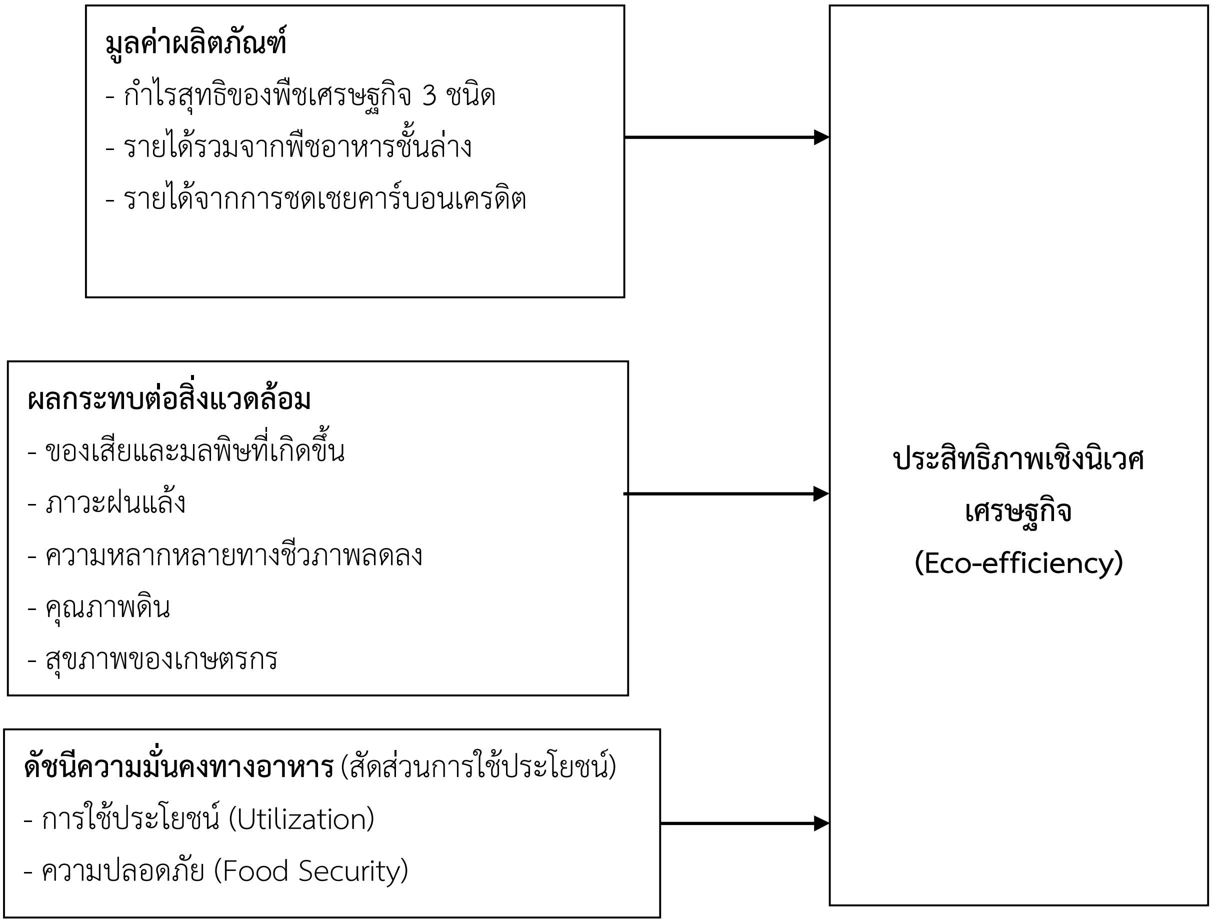
4. ศึกษาตัวชี้วัดความมั่นคงทางอาหาร แนวคิดความมั่นคงทางอาหารได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามยังหาข้อสรุปไม่ได้ว่าจะใช้วิธีการใดเป็นมาตรฐานเนื่องจากบริบทชุมชนแต่ละที่นั้นแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนาดัชนีชี้วัดความมั่นคงทางอาหารที่เหมาะสมในระดับชุมชน คณะผู้วิจัยจึงประเมินความมั่นคงทางอาหารชุมชนภายใต้บริบทชุมชน โดยทำการศึกษามิติต่าง ๆ ของความมั่นคงทางอาหารขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO, 2006) ที่กำหนดมิติของความมั่นคงทางอาหารไว้ 4 มิติได้แก่

1. การมีเพียงพอ (Availability) หมายถึง การมีอาหารในปริมาณที่เพียงพอและมีคุณภาพที่เหมาะสม ทั้งจากการผลิตภายในประเทศ และ/หรือการนำเข้า (รวมถึงความช่วยเหลือด้านอาหาร)
2. การเข้าถึง (Access) หมายถึง การเข้าถึงทรัพยากรที่เหมาะสม เพื่อหาอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม
3. การใช้ประโยชน์ (Utilization) หมายถึง การใช้ประโยชน์จากอาหารในการบริโภค โดยมีปริมาณอาหารที่เพียงพอ มีน้ำสะอาดในการบริโภค-อุปโภค มีสุขอนามัยและการดูแลสุขภาพที่ดี ทำให้ความเป็นอยู่ทางกายภาพได้รับการตอบสนองอย่างเพียงพอเพื่อให้อยู่ในสถานภาพที่ได้รับคุณค่าทางโภชนาการที่ดีและบรรลุความต้องการทางกายภาพ
4. ความมีเสถียรภาพด้านอาหาร (Food Stability) หมายถึง ประชาชนหรือครัวเรือนหรือบุคคลต้องเข้าถึงอาหารอาหารอย่างเพียงพอตลอดเวลา ไม่มีความเสี่ยงในการเข้าถึงอาหารเมื่อเกิดความขาดแคลนขึ้นมาอย่างกระทันหัน (เช่น วิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจและภูมิภาคหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นวัฎจักร (เช่น ความไม่มั่นคงทางอาหารตามฤดูกาล) สเถียรภาพด้านอาหารเกี่ยวข้องกับมิติความมั่นคงทางอาหารทั้งในเรื่องของการมีและเข้าถึงอาหาร

โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกศึกษาเฉพาะมิติ การใช้ประโยชน์ (Utilization) เนื่องจากเกษตรกรในพื้นที่วนเกษตรมีการใช้ประโยชน์จากป่าวนเกษตรรวมถึงการเพิ่มมิติของความปลอดภัยในการบริโภคอาหารไว้ในการศึกษาด้วย จากการกำหนดวิธีการศึกษา 4 กลุ่มเรื่องดังกล่าวสามารถเขียนสรุปเป็นวิธีการศึกษาได้ดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 2) และจากวิธีการศึกษาและการทบทวนเอกสาร การวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดกรอบแนวคิดการประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจนิเวศของระบบวนเกษตรบนทิวเขาผีปันน้ำตะวันออกในเขต จ.อุตรดิตถ์ และอธิบายตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังภาพที่ 3 โดยการนำหลักการประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจไปประเมินค่าความยั่งยืนของการทำเกษตรแบบวนเกษตร รวมไปถึงการนำข้อมูลทางด้านบริบทพื้นที่ด้านสังคมและการจัดการสิ่งแวดล้อมมาพิจารณาหาความสัมพันธ์ร่วมด้วย ซึ่งจะสามารถช่วยชี้นำทิศทางการดำเนินแนวทางอีกทั้งยังสนับสนุนให้นโยบายของรัฐมุ่งไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนเพิ่มมากขึ้นทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การวิจัยครั้งนี้ได้คำนึงถึงตัวแปรความมั่นคงทางอาหารในมิติการใช้ประโยชน์และความปลอดภัยที่จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจนิเวศของระบบวนเกษตร



ภาพที่ 2 วิธีการศึกษา



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดการประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ข้อมูลผลการศึกษาจากชุดโครงการศึกษาฐานข้อมูลระบบการผลิตในวนเกษตรชุดโครงการการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานของพืชเศรษฐกิจในระบบวนเกษตร และชุดโครงการศึกษาการจัดการฐานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม รวมถึงชุดโครงการประเมินความมั่นคงทางอาหาร

3.3.2 แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เกษตรกร 2 ชุด ได้แก่ แบบสอบถามเพื่อประเมินความเหมาะสมดัชนีชี้วัดความมั่นคงทางอาหาร และแบบสอบถามเกษตรกรเพื่อรวบรวมข้อมูลเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและการตรวจสอบความตรงของข้อมูล

แนวคิดการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-efficiency) เริ่มต้นจากคณะกรรมการนักธุรกิจเพื่อสิ่งแวดล้อมโลก หรือ World Business Council for Sustainable Development หรือ WBCSD ซึ่งเป็นการรวมตัวของกลุ่มบริษัทชั้นนำระหว่างประเทศและได้รับการยอมรับอย่างเป็นทางการในการประชุมสุดยอดด้านสิ่งแวดล้อม หรือ Earth Summit เมื่อปี 2535 โดย WBCSD ได้กำหนดแนวทางที่จะช่วยให้การดำเนินงานด้านธุรกิจประสบความสำเร็จในเชิงนิเวศเศรษฐกิจ 7 ประการ ดังนี้

1) ลดการใช้ทรัพยากรหรือวัตถุดิบในการผลิตและการบริการ
2) ลดการใช้พลังงานในการผลิตและการบริการ
3) ลดการระบายสารพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม
4) เสริมสร้างศักยภาพการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่
5) ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรหมุนเวียน
6) เพิ่มอายุของผลิตภัณฑ์
7) เพิ่มระดับการให้บริการแก่ผลิตภัณฑ์และเสริมสร้างธุรกิจบริการ

การประเมินประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-efficiency) เป็นการคำนวณเพื่อหาสัดส่วนระหว่างมูลค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการ (Product or service value) กับผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental impact)

$$\text{ประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ} = \frac{\text{มูลค่าผลิตภัณฑ์หรือการบริการ (Product or service value)}}{\text{ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental influence)}}$$

เนื่องจากการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจโดยสมการข้างต้นจำเป็นที่จะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลของปัจจัยของมูลค่าผลิตภัณฑ์หรือบริการ และข้อมูลปัจจัยด้านผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวก็คือพบว่ามีความหลากหลายในวิธีการและรูปแบบของข้อมูลที่นำมาใช้คำนวณประเมินค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ทั้งนี้เนื่องจากทั้งผลิตภัณฑ์หรือการบริการ และผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยตัวชี้วัด (Indicators) มากมายหลากหลายที่ไม่สามารถนำมารวมกันเป็นตัวเลขเดียวได้ ยกตัวอย่างเช่น ค่าข้อมูลผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งอาจจะสามารถนำข้อมูลผลกระทบมาได้จากตัวชี้วัดหลายๆด้าน เช่น ค่าข้อมูลที่ได้จากตัวชี้วัดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านการใช้สารเคมี ด้านทรัพยากรน้ำ เป็นต้น ดังนั้นในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจจากสมการดังกล่าวจึงต้องเลือกค่าข้อมูลจากตัวชี้วัดที่เหมาะสมกับระบบการผลิตแบบวนเกษตรที่นำมาศึกษาในครั้งนี้

โดยการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งลักษณะของตัวชี้วัดที่นำมาใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศในระบบวนเกษตร ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

3.4.1 ตัวดัชนีชี้วัดแบบทั่วไป (generally applicable indicators ตัวชี้วัดที่มีการนำใช้แบบทั่วไปสำหรับมูลค่าผลิตภัณฑ์หรือการบริการ ได้แก่ ปริมาณของพืชเศรษฐกิจ ทุเรียน ลางสาด ลองกอง กาแฟ คำนวณจาก ปริมาณยอดขายรวม กำไรสุทธิ และรายได้รวมจากพืชอาหารชั้นล่าง และรายได้ที่เกิดขึ้นจากชดเชยคาร์บอนเครดิต ในขณะที่ตัวชี้วัดแบบทั่วไปสำหรับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการดูแลสิ่งแวดล้อม/กำจัดมลพิษสะท้อนของเสียและมลพิษที่เกิดขึ้นใช้ ต้นทุนการใส่ปุ๋ยสะท้อนผลกระทบความอุดมสมบูรณ์ของดิน ต้นทุนการใช้น้ำสะท้อนปัญหาภาวะภัยแล้ง ค่าใช้จ่ายทางด้านความปลอดภัยสุขภาพ และตัวแปรสัดส่วนของความมั่นคงทางอาหารที่สะท้อนความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่

3.4.2 ตัวดัชนีชี้วัดเฉพาะ (business specific indicators) เป็นตัวชี้วัดที่สามารถเลือกนำมาใช้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจเพิ่มเติมนอกเหนือจากข้อมูลที่ได้จากตัวชี้วัดแบบทั่วไปโดยตัวชี้วัดประเภทนี้จะพิจารณาเลือกจากลักษณะเฉพาะของแต่ละบริบทพื้นที่งานวิจัยนี้ได้พิจารณาเรื่องความมั่นคงทางอาหารที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศ โดยประเมินความมั่นคงทางอาหารชุมชนภายใต้บริบทชุมชน โดยทำการศึกษามิติต่าง ๆ ของความมั่นคงทางอาหารขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO, 2006) ที่กำหนดมิติของความมั่นคงทางอาหารในมิติ การใช้ประโยชน์ (Utilization) และความปลอดภัย (Food Security)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศในระบบวนเกษตร จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางเศรษฐศาสตร์ (Data Envelopment Analysis Program (DEAP)) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เนื่องจากวิธีการนี้ไม่ต้องมีการกำหนดรูปแบบของฟังก์ชั่น (Function form) ที่ใช้ในการพิจารณาและวิธีการนี้ยังเหมาะกับการวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานในกรณีที่มีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด (Multi inputs and outputs) โดยการปรับแบบจำลองพื้นฐานจาก Charnes et al. (1978) และพัฒนาต่อเนื่องเป็นแบบจำลองใหม่โดย Banker, Charnes, and Cooper (1984) ภายใต้ข้อสมมติ Variable Return to Scale (VRS) โดย Coelli, Rao and Battese (1997) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้การพิจารณาด้าน Output Orientation ตามการศึกษาของ Färe, Grosskopf and Kokkelenberg (1989), และ Färe, Grosskopf and Lowell (1994) เนื่องจากให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่เน้นด้านผลผลิตหรือค่าประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศในระบบวนเกษตรมีค่ามากที่สุดภายใต้การปัจจัยนำเข้าด้านต้นทุนต่างๆที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่น้อยที่สุดหรือค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้ใช้ข้อสมมติ Variable Return to Scale (VRS) เนื่องจากการผลิตพืชในระบบวนเกษตรของเกษตรกรแต่ละราย อาจจะไม่ดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม (Optimal Scale) แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ แสดงดังสมการที่ (1) ถึง (2) ต่อไปนี้

$$Eco-efficiency^k = \frac{v_k}{P(p_k)} \qquad (1)$$

โดยที่ $Eco-efficiency^k$ คือ ค่าประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศของแต่ละฟาร์ม k

v_k คือ มูลค่าเพิ่มหรือกำไรสุทธิจากการผลิตพืชในระบบวนเกษตร โดยคำนวณได้จากกำไรรวมสุทธิหารด้วยขนาดพื้นที่การผลิต และรายได้จาการชดเชยคาร์บอนหารด้วยขนาดพื้นที่การผลิต

$P(p_k)$ คือฟังก์ชั่นความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตในการผลิตที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการดูแลสิ่งแวดล้อม/กำจัดมลพิษ และการดูดซับคาร์บอนที่ตีมูลค่าออกมาเป็นรายได้ชดเชยคาร์บอนเครดิต

ดังนั้นเมื่อต้องการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศในระบบวนเกษตรที่มีค่ามากที่สุดภายใต้ปัจจัยนำเข้าด้านต้นทุนต่างๆที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่น้อยที่สุดหรือค่อนข้างคงที่ โดยใช้การวิเคราะห์ DEA (Gadanakis Yiorgos, Bennett Richard, Park Julian and Areal Jose Francisco, 2015) จะได้สมการ (2)

Maximize $Eco-efficiency^k = \frac{v_k}{\sum_{n=1}^{N} W_{nk}P_{nk}}$

Subject to: (2)

$$\frac{v_k}{\sum_{n=1}^{N} W_{nk}P_{nk}} \leq 1\ k = 1, \dots, K (i)$$

$$W_{nk} \geq 0\ n = 1, \dots, N (ii)$$

โดย ค่า $Eco-efficiency^k$ ที่คำนวณได้ คือค่าคะแนนประสิทธิภาพ (Efficiency score) เชิงเศรษฐนิเวศในระบบวนเกษตรซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่า projection กับค่าจริง มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1