

รายงานผลการศึกษาโครงการ The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)

Implementation: Promoting a Sustainable Agriculture and Food Sector

1. ความเป็นมา

คณะกรรมการขับเคลื่อนโครงการ The Economics of Ecosystems & Biodiversity (TEEB) for Agriculture and Food or TEEBAgriFood ในประเทศไทย ได้อนุมัติให้ดำเนินโครงการประเมินค่าของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพในการพัฒนาระบบการผลิตข้าวในประเทศไทย โดยงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนทางการเงินและการสนับสนุนจากองค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) และ EU Partnership Instrument (EUPI) โดยพิจารณาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และผลกระทบที่มีต่อทุนมนุษย์และทุนทางสังคม ครอบคลุมทั้งห่วงโซ่คุณค่าของข้าว โดยอาศัยกรอบการประเมินตามแนวทางของ TEEBAgriFood ซึ่งมีตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับแนวความคิดเป้าหมายในการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals, SDGs) มากกว่านั้น ผลการศึกษายังอาจช่วยเป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจเชิงนโยบายในการส่งเสริมรูปแบบเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Bio Circular Green economy model) ซึ่งเป็นกรอบนโยบายที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ โดยการศึกษานี้มุ่งตอบคำถามสำคัญด้านนโยบายดังต่อไปนี้

1. ประเมินผลประโยชน์และต้นทุนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว (ทั้งในด้านของปริมาณและมูลค่า) ที่เกิดกับสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ มนุษย์และสังคมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูกข้าวจากรูปแบบการปลูกข้าวทั่วไปเป็นการเพาะปลูกข้าวแบบยั่งยืน
2. วิเคราะห์ผลที่เกิดกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวทั้งที่เป็นผลประโยชน์และต้นทุนที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการปลูกข้าวแบบทั่วไปเป็นการเพาะปลูกข้าวแบบยั่งยืน
3. วิเคราะห์ผลที่เกิดกับภาคส่วนอื่น ๆ นอกเหนือจากเกษตรกรจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะปลูกข้าวแบบทั่วไปเป็นการเพาะปลูกข้าวแบบยั่งยืน
4. นำเสนอแนวทางเพื่อนำไปสู่การปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะปลูกข้าวเพื่อให้เกิดความยั่งยืนของภาคเกษตรและสังคมโดยรวม

รายงานฉบับนี้ได้จัดเตรียมขึ้นสำหรับสรุปโครงร่างของกระบวนการศึกษา และวิธีการที่คณะผู้วิจัยจะใช้ในการวัดเพื่อประเมินคุณค่าความสำคัญของการพึ่งพาอาศัยและผลกระทบของระบบนิเวศบริการและความหลากหลายทางชีวภาพต่อการผลิตข้าว

2. ฉกทัศน์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าว

การสร้างฉกทัศน์การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกข้าวแบบดั้งเดิมและการเพาะปลูกข้าวแบบยั่งยืนช่วยให้สามารถนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงเชิงเปรียบเทียบของนิเวศบริการภายใต้การประยุกต์ใช้ข้อริเริ่มของนโยบายและเครื่องมือหรือโครงการต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น การใช้สถานการณ์จำลองเชิงนโยบายนี้ช่วยให้หน่วยงานกำกับดูแลทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง สามารถเห็นการ Tradeoff ของปัจจัยที่จะเกิดขึ้นอย่างชัดเจนผ่านการใช้มาตรการทางนโยบายที่แตกต่างกัน โดยได้กำหนดสถานการณ์ที่เป็นไปได้ในกรณีต่าง ๆ เปรียบเทียบกับสถานการณ์

ปกติ (Business-As-Usual, BAU) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนโยบายในปัจจุบัน สถานการณ์คาดการณ์อนาคตมุ่งเน้นไปที่สัดส่วนที่แตกต่างกันของพื้นที่ข้าวภายใต้การผลิตข้าวแบบทั่วไปและการการผลิตข้าวแบบยั่งยืน แผนและนโยบายที่นำมาพิจารณาในการประเมินสถานการณ์ปัจจุบัน ได้แก่ โครงการ GAP โครงการ GAP ++ โครงการเกษตรแปลงใหญ่ และแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) นอกจากนี้นโยบายและโครงการที่มุ่งเน้นเป้าหมายด้านการเกษตรแล้ว สถานการณ์ที่เกิดขึ้นยังเป็นไปตามแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (พ.ศ. 2558-2593) โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ตามแผนพัฒนาแห่งชาติฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) และแผนเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดภาวะโลกร้อนจากการทำนาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Thai Rice NAMA) ที่มุ่งเน้นการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนจากกิจกรรมทางการเกษตร ครอบคลุมในการจำลองฉากทัศน์คือ 28 ปีเริ่มในปี 2565 และสิ้นสุดในปี 2593

ขั้นตอนการกำหนดฉากทัศน์สำหรับการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยได้จัดเตรียมนำเสนอเพื่อปรึกษาหารือร่วมกับคณะกรรมการขับเคลื่อนของประเทศไทย ได้แก่ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ กรมการข้าว สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน จากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมควบคุมโรค จากกระทรวงสาธารณสุข กรมการค้าภายใน จากกระทรวงพาณิชย์ สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง จากกระทรวงการคลัง และสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในวันที่ 10 มีนาคม 2566 เพื่อรับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะของคณะกรรมการฯ ในการพัฒนาโครงการจากกรอบแนวคิดในการดำเนินโครงการที่นำเสนอไว้แล้วต่อไป

ฉากทัศน์จำลองของนโยบายการพัฒนาการเพาะปลูกข้าวยั่งยืนสำหรับประเทศไทยในระยะ 28 ปีข้างหน้า เริ่มต้นในปี พ.ศ. 2565 จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2593 โดยสรุปประเด็นสำคัญของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกข้าว ในแต่ละ ได้ดังนี้

ฉากทัศน์ที่ 1: กรณีปกติ (Business-As-Usual)

สมมติให้โครงการมีการดำเนินการต่อเนื่องอย่างปกติของการขยายพื้นที่โครงการ GAP และ GAP ++ ตั้งแต่ปี 2557 ในปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยของพื้นที่ที่ใช้โครงการ GAP และ GAP ++ ประมาณ 100,000 ไร่ต่อปี (16,000 เฮกตาร์) ในปี 2565 พื้นที่ของการผลิตข้าวยั่งยืน อยู่ที่ประมาณ 1.2 ล้านไร่ (192,000 เฮกตาร์) จึงสันนิษฐานว่าอัตราการขยายพื้นที่การปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องทำให้มีพื้นที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 500,000 ไร่ ในทุก ๆ 5 ปี ฉากทัศน์นี้คาดการณ์ว่าพื้นที่ข้าวยั่งยืน จะเพิ่มสูงถึง 4 ล้านไร่ (640,000 เฮกตาร์) ภายในปี 2593 คิดเป็น 7.58 % ของพื้นที่ผลิตข้าวทั้งหมดของประเทศ

ฉากทัศน์ที่ 2: Moderate scenario

ฉากทัศน์นี้สมมติว่ามีการปรับเปลี่ยนการผลิตข้าวทั่วไปเป็นข้าวยั่งยืนเพิ่มขึ้นระดับปานกลาง แต่ยังคงอยู่ในอัตราที่ต่ำ ฉากทัศน์นี้สันนิษฐานว่าพื้นที่การผลิตข้าวยั่งยืนขยายอย่างต่อเนื่องในอัตราการยอมรับในระดับปานกลางตามเป้าหมายยุทธศาสตร์ 20 ปี โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งกำหนดให้พื้นที่การเกษตรยั่งยืนทั้งหมดเพิ่มขึ้นประมาณ 650,000 ไร่ต่อปี ทีมผู้วิจัยมีสมมติฐานว่าประมาณร้อยละ 54 ของการขยายพื้นที่เกษตรยั่งยืนเกิดขึ้นในการปลูกข้าว ส่งผลให้พื้นที่ข้าวที่ผลิตข้าวยั่งยืนเพิ่มขึ้นประมาณ 350,000 ไร่ (56,000 เฮกตาร์) ต่อปี จากพื้นฐาน 1.2 ล้านไร่ (192,000 เฮกตาร์) ในปี 2565 ฉากทัศน์ที่ 2 คาดการณ์ว่าพื้นที่ทั้งหมดของการผลิตข้าวยั่งยืนจะสูงถึง

9,600,000 ไร่ (1,536,000 เฮกตาร์) ภายในปี 2593 หรือเพิ่มขึ้นเป็น 18.19 ของพื้นที่การผลิตข้าวทั้งหมดของประเทศ

ฉากทัศน์ที่ 3: Enhanced Scenario

ฉากทัศน์สมมติว่ามีการปรับเปลี่ยนการผลิตข้าวแบบทั่วไปเป็นการผลิตข้าวยั่งยืนเพิ่มขึ้นในอัตราค่อนข้างสูง ฉากทัศน์นี้แสดงให้เห็นถึงความต้องการปลูกข้าวยั่งยืนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในการส่งเสริมการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทยตามเป้าหมายของแผนพัฒนาแห่งชาติฉบับที่ 13 ที่เริ่มต้นในปี 2566 ซึ่งตั้งเป้าที่จะเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรมยั่งยืนทั้งหมดประมาณ 4.5 ล้านไร่ (720,000 เฮกตาร์) ในปี 2570 ทีมผู้วิจัยมีสมมติฐานว่าการขยายพื้นที่เกิดขึ้นในการผลิตข้าว จากพื้นฐาน 1.2 ล้านไร่ (192,000 เฮกตาร์) ในปี 2565 พื้นที่การผลิตข้าวยั่งยืนในฉากทัศน์นี้คาดว่าจะเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1,000,000 ไร่ (160,000 เฮกตาร์) ต่อปีตลอดช่วงระยะเวลาในการพิจารณา ภายใต้ฉากทัศน์นี้ภายในปี 2593 พื้นที่การผลิตข้าวยั่งยืนทั้งหมดจะสูงถึง 29,200,000 ไร่ (4,672,000 เฮกตาร์) คิดเป็น 55.33% ของพื้นที่ผลิตข้าวทั้งหมดของประเทศ

ฉากทัศน์ที่ 4: การเปลี่ยนแปลงสู่ความยั่งยืน

ฉากทัศน์สมมติว่ามีการปรับเปลี่ยนการผลิตข้าวแบบทั่วไปเป็นการผลิตข้าวยั่งยืนเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูง ฉากทัศน์นี้แสดงถึงระดับการนำแนวปฏิบัติการผลิตข้าวยั่งยืนมาใช้ซึ่งสอดคล้องกับการตัดสินใจของรัฐสภาไทยในปี 2561 ซึ่งคำนึงถึงเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนพ.ศ. 2573 และตั้งเป้าหมายไว้ที่ 149 ล้านไร่หรือ 100% ของพื้นที่การเกษตรของไทยที่จะเพาะปลูกโดยใช้แนวทางการเกษตรยั่งยืนภายในปี พ.ศ. 2573 ในฉากทัศน์ที่ 4 นี้ตั้งอยู่บนข้อสมมุติฐานที่ว่ารัฐบาลมุ่งเน้นส่งเสริมการผลิตข้าวยั่งยืน ส่งผลให้พื้นที่ข้าวยั่งยืนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 2,000,000 ไร่ (320,000 เฮกตาร์) ต่อปีจนถึงปี 2588 ภายใต้ฉากทัศน์นี้พื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนทั้งหมดจะสูงถึง 43,700,000 ไร่ (6,900,000 เฮกตาร์) คิดเป็นร้อยละ 82.86 ของพื้นที่การผลิตข้าวทั้งหมดของประเทศภายในปี 2587 และยังคงคงที่จนถึงปี 2593 หากพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นดังความสัมพันธ์ดังกล่าว คาดว่าปริมาณพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนจะเป็นดังนี้

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนและร้อยละของพื้นที่ปลูกข้าวในแต่ละฉากทัศน์

year	ฉากทัศน์ที่ 1		ฉากทัศน์ที่ 2		ฉากทัศน์ที่ 3		ฉากทัศน์ที่ 4	
	พื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืน (ล้านไร่)	ร้อยละของพื้นที่ข้าวทั้งหมด	พื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืน (ล้านไร่)	ร้อยละของพื้นที่ข้าวทั้งหมด	พื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืน (ล้านไร่)	ร้อยละของพื้นที่ข้าวทั้งหมด	พื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืน (ล้านไร่)	ร้อยละของพื้นที่ข้าวทั้งหมด
2022	1.20	2.27%	1.20	2.27%	1.20	2.27%	1.20	2.27%
2025	1.50	2.84%	2.10	3.98%	4.20	7.96%	7.20	13.64%
2030	2.00	3.79%	3.60	6.82%	9.20	17.43%	17.20	32.59%
2035	2.50	4.74%	5.10	9.66%	14.20	26.91%	27.20	51.54%
2040	3.00	5.68%	6.60	12.51%	19.20	36.38%	37.20	70.48%
2045	3.50	6.63%	8.10	15.35%	24.20	45.85%	43.73	82.86%
2050	4.00	7.58%	9.60	18.19%	29.20	55.33%	43.73	82.86%

การเพิ่มขึ้นของพื้นที่การผลิตข้าวยั่งยืนดังฉากทัศน์ที่แสดงไว้ข้างต้น จะสร้างผลกระทบต่อปัจจัยทุนต่าง ๆ ในห่วงโซ่คุณค่าของการผลิตข้าว ประกอบด้วยผลกระทบต่อทุนในการผลิตอันอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อ

ผลผลิต อาหาร รายรับจากการทำนา รายได้ของครัวเรือน ค่าใช้จ่ายงบประมาณของรัฐบาล โครงสร้างพื้นฐานการผลิต การพัฒนาและจัดหาอินทรีย์วัสดุ ตลอดจนการเชื่อมโยงสู่ตลาดใหม่เป็นต้น ในส่วนทุนทางสังคม ก่อให้เกิดการเพิ่ม ทักษะ การฝึกอบรม การบริหารการจัดการงานเพิ่มขึ้น การสนับสนุนในการจัดตั้งเครือข่ายเกษตรกรและระบบการ ทำงานแบบมีส่วนร่วม สำหรับผลที่คาดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทุนมนุษย์ ได้แก่ การมีสุขภาพที่ดีมากขึ้นเนื่องจากการ ใช้สารเคมีทางการเกษตรลดลง เป็นต้น สุดท้ายการเปลี่ยนแปลงในทุนธรรมชาติ อาทิ การส่งเสริมความ หลากหลายทางชีวภาพ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากมลพิษทางอากาศ การ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและส่งเสริมคุณภาพของน้ำ เป็นต้น

3. สรุปการเปลี่ยนแปลงที่กฎวัดค่าและจำลอง

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ที่ดินในแต่ละภาคที่เชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทุนต่าง ๆ ที่สามารถวัดค่า ได้ ไม่เพียงแต่การเปลี่ยนแปลงต่อทุนผลิตซึ่งรวมถึงผลผลิตข้าวและรายได้เท่านั้น แต่ยังรวมถึงการเปลี่ยนแปลงใน ทุนธรรมชาติและทุนมนุษย์อีกด้วย ตามที่อธิบายไว้ในกรอบการทำงานของ TEEBAgriFood ผลลัพธ์ของการผลิตทาง การเกษตร การแปรรูป การจัดจำหน่าย และการบริโภค สามารถเข้าใจได้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงในทุนธรรมชาติ ทุน มนุษย์ ทุนทางสังคม และทุนการผลิต ผลลัพธ์ที่เกี่ยวข้องกับการสะสมทุนธรรมชาติที่ครอบคลุมในการศึกษานี้ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายทางชีวภาพ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษทางอากาศ ส่วนผลลัพธ์ในแง่ ของการเปลี่ยนแปลงของทุนมนุษย์มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านสุขภาพของทั้งเกษตรกรและประชาชน ทั่วไป

การวิเคราะห์ TEEBAgriFood ในประเทศไทยใช้วิธีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อตรวจสอบผลกระทบ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอันเป็นผลมาจากการขยายตัวของข้าวยั่งยืนในปัจจุบันและ นโยบายเกษตรกรรมยั่งยืน มีการประเมินผลกระทบระดับภูมิทัศน์ในแง่ของการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทาง ชีวภาพในนาข้าว การปล่อยก๊าซเรือนกระจก มลพิษทางอากาศ และผลกระทบต่อสุขภาพจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช แบบจำลองการบริการทางชีวฟิสิกส์และระบบนิเวศต่าง ๆ เช่น แบบจำลอง DNDC (Denitrification- Decomposition) และดัชนีความหลากหลายของแซนนอน-วีเนอร์ (Shannon-Wiener diversity index) ถูกนำมาใช้ ในการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในท้องถิ่นและข้อมูลภาคสนาม เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของทุนธรรมชาติ ทุนผลิต ทุนมนุษย์ และทุนทางสังคมในระยะยาว (พ.ศ. 2565-2593) วิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ถูก นำมาใช้เพื่อหาค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ที่แท้จริงของแนวทางการเกษตรแบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศเกษตรของ ข้าว รายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบของการวิเคราะห์จะรวมอยู่ในรายงานฉบับเต็ม

ทีมวิจัยได้ทำการสุ่มสำรวจครัวเรือนเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง เพื่อสำรวจปัจจัยที่ แตกต่างกันระหว่างชาวนาทั่วไปและชาวนาที่ปลูกข้าวแบบยั่งยืน ปัจจัยหลักที่รวบรวมได้จากการสำรวจครัวเรือน ได้แก่ กระบวนการปลูกข้าว โครงสร้างต้นทุนการปลูกข้าว รายได้จากการผลิตข้าว มาตรการทุนทางสังคม ข้อมูลด้าน ประชากรและเศรษฐกิจสังคมของแต่ละครัวเรือน ซึ่งครัวเรือนที่ถูกสำรวจจะใช้เป็นตัวแทนทางสถิติของครัวเรือน เกษตรกรผู้ปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง พื้นที่ที่ศึกษาทั้งหมดประกอบด้วยพื้นที่รับน้ำฝน และ พื้นที่ในเขตชลประทาน

3.1 การเปลี่ยนแปลงของการผลิตข้าวและรายได้

ผลกระทบโดยตรงและเห็นได้ชัดเจนนที่สุดประการหนึ่งจากการปลูกข้าวยั่งยืนต่อเกษตรกรและเศรษฐกิจไทยคือปริมาณผลผลิต รายได้ และต้นทุน เกษตรกรผู้ปลูกข้าวซึ่งเรียกได้ว่าเป็นกระดูกสันหลังของเศรษฐกิจไทยและมีบทบาทสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารของประเทศต้องเผชิญกับข้อจำกัดทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในพื้นที่นอกเขตชลประทาน

การศึกษาของ TEEBAgriFood สร้างผลจากแบบจำลองโดยใช้แบบจำลอง DNDC เพื่อทำนายปริมาณผลผลิตข้าวภายใต้วิถีปลูกแบบทั่วไปและแบบยั่งยืนในช่วงปี 2565-2593 สิ่งนี้คำนึงถึงสภาพภูมิอากาศที่คาดการณ์โดยสถานการณ์จำลองเสถียรภาพสภาพภูมิอากาศชั้นปานกลาง (RCP4.5) รวมถึงอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ตลอดจนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงต่อบริการของระบบนิเวศตามฉากทัศน์ทั้งสี่แบบที่สรุปไว้ข้างต้น การคาดการณ์สภาพอากาศประจำปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2565 ถึง 2593 และข้อมูลปัจจุบันเกี่ยวกับเขตนิเวศวิทยาภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องและข้อมูลชุดดินจากกรมพัฒนาที่ดินได้รวมไว้ในตัวแปรแล้ว โดยคำนึงถึงการจัดการที่ดินและน้ำ การจัดการเศษที่เหลือจากการปลูกข้าว และการผลิตข้าวสูงสุด รวมถึงมีการประเมินและสร้างแบบจำลองตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจที่สำคัญของผลผลิตข้าว รายได้เกษตรกร และต้นทุนการผลิต รวมถึงการเปรียบเทียบผลผลิตในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อประเมินผลผลิตของแต่ละวิธีการจัดการนาข้าวแบบต่างๆ นอกจากนี้ยังได้ตรวจสอบด้วยแนวทางการจัดการนาข้าว 7 ประการ ประกอบด้วย 2 แนวทางปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขการปลูกข้าวแบบทั่วไป และ 5 แนวทางปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขข้าวยั่งยืน

ผลจากแบบจำลองชี้ให้เห็นว่าผลผลิตข้าวในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีความผันผวนขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในแต่ละปีและแนวทางการจัดการที่ใช้ในปีนั้นๆ โดยผลผลิตข้าวในภาคกลางจะสูงกว่าผลผลิตข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การไม่เผาเศษวัสดุหลังการเก็บเกี่ยวที่เป็นข้อปฏิบัติของข้าวยั่งยืนมีส่วนช่วยในการอนุรักษ์อินทรีย์วัตถุในดินรวมถึงการปลูกปอเทืองหลังนาส่งผลให้ผลผลิตดีขึ้นในทั้งสองภาคแม้ว่าการใช้ปุ๋ยจะลดลงก็ตาม ต้นทุนการเพาะปลูกข้าวทั่วไปและข้าวยั่งยืนวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจรวบรวมจากเกษตรกรทั้งสองประเภท แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างต้นทุนของการปลูกข้าวทั้งสองวิธีมีความคล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามการปลูกข้าวทั่วไปนั้นมีต้นทุนโดยรวมที่สูงกว่าการปลูกข้าวยั่งยืนเนื่องจากการปลูกข้าวทั่วไปมีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีที่มากกว่า นอกจากนี้การปลูกข้าวยั่งยืนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังมีต้นทุนค่าแรงงานที่ต่ำกว่าการปลูกข้าวทั่วไป การใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่าและได้ผลผลิตดีกว่าของการปลูกข้าวยั่งยืนจะสามารถสร้างผลกำไรต่อไร่ให้กับเกษตรกรมากกว่าการปลูกข้าวแบบทั่วไป

3.2 ผลกระทบภายนอกด้านสิ่งแวดล้อม – การเปลี่ยนแปลงของทุนธรรมชาติ

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การเพาะปลูกข้าวมีบทบาทเป็นทั้งแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญและเป็นแหล่งกำเนิดของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ก๊าซเรือนกระจก(GHGs) ในระหว่างการเพาะปลูกข้าว ได้แก่ มีเทน (CH₄)

จากการหมักอินทรีย์วัตถุภายใต้ สภาพพื้นที่น้ำท่วมขัง ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) จากการใส่ปุ๋ย และก๊าซเรือนกระจกต่างๆ จากการเผาฟางข้าว การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระยะยาว โดยเฉพาะมีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) รวมทั้งกักเก็บอินทรีย์คาร์บอน (SOC) ในดิน จากการปลูก แบบทั่วไปและแบบยั่งยืนโดยใช้แบบจำลอง Denitrification-Decomposition (DNDC) มีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจก การปล่อยก๊าซ เรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดการนาข้าวแบบต่างๆ นอกจากนี้ การศึกษายังได้ตรวจสอบด้วย แนวปฏิบัติด้านการจัดการ 7 ประการ เช่นเดียวกับที่อธิบายไว้ใน “รายงานฉบับเต็ม” อย่างไรก็ตาม แบบจำลอง DNDC ไม่ครอบคลุมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะถูกปล่อยออกมาจากการเผาไหม้หลังการ เก็บเกี่ยว ดังนั้น การปล่อยก๊าซเพิ่มเติมเหล่านี้จึงถูกประเมินโดยใช้วิธีที่เสนอโดย Junpen และคณะ (2018).การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยจากการเผาฟางข้าวในการผลิตข้าวแบบดั้งเดิมเท่ากับ 0.19 ตันของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮกตาร์ต่อปี ซึ่งสังเกตได้ว่าการศึกษาก่อนหน้านี้ (Junpen, et al, 2018) มีเพียงประมาณร้อยละ 21 และร้อยละ 36 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง ของพื้นที่ที่มีการเผาเศษตอฟางข้าวที่เหลืออยู่หลังการเก็บเกี่ยว เมื่อเทียบกับการผลิตข้าวยั่งยืนที่มีข้อห้ามในเรื่องของการเผา จึงส่งผลให้การผลิตข้าวยั่งยืนไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาตอฟางข้าว

สำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระหว่างขั้นตอนการเพาะปลูก การปลูกข้าวปีละสองครั้งในพื้นที่ชลประทาน พบว่าการปลูกแบบยั่งยืนจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาต่ำกว่าการปลูกแบบทั่วไป กล่าวคือ เราพบว่าการปลูกข้าวแบบยั่งยืนปล่อยเฉลี่ยอยู่ที่ 6.64 และ 11.00 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ต่อเฮกตาร์ต่อปี ในขณะที่การปลูกข้าวทั่วไปปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาเฉลี่ย 8.82 และ 13.35 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮกตาร์ต่อปี กรณีการปลูกข้าวปีละครั้งพบว่าการปลูกแบบยั่งยืนจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาสูงกว่าการปลูกแบบทั่วไป กล่าวคือ เราพบว่าการปลูกข้าวแบบยั่งยืนปล่อยเฉลี่ยอยู่ที่ 2.85 และ 6.24 ตันของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ต่อเฮกตาร์ต่อปี ในขณะที่การปลูกข้าวทั่วไปปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาเฉลี่ย 1.54 และ 3.17 ตันของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮกตาร์ต่อปี

ในแง่ของการกักเก็บคาร์บอน จากการศึกษาพบว่าการปลูกแบบยั่งยืนช่วยเพิ่มปริมาณกักเก็บคาร์บอนในดินได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกแบบทั่วไป ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินโดยเฉลี่ยที่เกิดจากการปลูกข้าวแบบยั่งยืนกรณีการปลูกข้าวปีละครั้งในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ 49.47 และ 20.59 ตันของคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปีตามลำดับ ในขณะที่การปลูกแบบทั่วไปจะอยู่ที่ 42.34 และ 17.03 ตันของคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี เมื่อพิจารณาการปลูกข้าวปีละสองครั้งในพื้นที่ชลประทานพบว่าการปลูกแบบยั่งยืนช่วยเพิ่มปริมาณกักเก็บคาร์บอนในดินได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกแบบทั่วไป ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินโดยเฉลี่ยที่เกิดจากการปลูกข้าวแบบยั่งยืนกรณีการปลูกข้าวปีละสองครั้งในพื้นที่ชลประทานในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ 86.24 และ 46.73 ตันของคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปีตามลำดับ ในขณะที่การปลูกแบบทั่วไปจะอยู่ที่ 75.70 และ 29.45 ตันของคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี

เมื่อรวมแหล่งที่มาของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บก๊าซทั้งสามแหล่งเข้าด้วยกัน การปลูกข้าวแบบยั่งยืนจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าการปลูกข้าวแบบทั่วไป มาตรการทั้งหมดนี้ได้รับการ

วิเคราะห์สถานการณ์จำลองในระดับภูมิภาค เพื่อระบุผลกระทบของการขยายพื้นที่ปลูกข้าวที่ยั่งยืนต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

- การใช้น้ำในการปลูกข้าว

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลายชนิดที่ใช้น้ำปริมาณมาก วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์นี้คือเพื่อวัดและให้ความสำคัญกับบริการของระบบนิเวศทางอุทกวิทยา ซึ่งจะให้บริการที่แตกต่างออกไปในแต่ละภาค การปลูกข้าวใช้น้ำในหลายขั้นตอนการเพาะปลูกพืช รวมถึงการเตรียมดิน การปลูก และการเก็บเกี่ยว ปริมาณการใช้น้ำของข้าวเปลือก (ลบ.ม./ตัน) คำนวณจากอัตราส่วนปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด (ลบ.ม./ปี) ต่อปริมาณการผลิต (ตัน/ปี) ปริมาณน้ำรวมของกระบวนการปลูกข้าว (WF_{total}) คือผลรวมของน้ำฝน (WF_{green}) น้ำชลประทาน (WF_{blue}) และน้ำทิ้ง (WF_{grey}) (Hoekstra et al., 2011). พื้นที่ศึกษาคือบริเวณที่ราบภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในการศึกษา เราใช้ CROPWAT 8.0 (วิธี USDA SCS) เพื่อประมาณความต้องการน้ำของพืช น้ำที่จำเป็นสำหรับการคายระเหยภายใต้สภาวะการเจริญเติบโต การปลูกข้าวในที่ราบภาคกลางอาศัยน้ำชลประทานมากกว่า ในขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนืออาศัยน้ำฝนมากกว่า ปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ยของที่ราบภาคกลางจากฝน (CWU-green) และน้ำชลประทาน (CWU-blue) อยู่ที่ 3,166.50 ลบ.ม./เฮกตาร์ และ 6,051.42 ลบ.ม./เฮกตาร์ ตามลำดับ สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ย CWU-green อยู่ที่ 3,668.17 ลบ.ม./เฮกตาร์ และ CWU-blue อยู่ที่ 5,845.33 ลบ.ม./เฮกตาร์

โดยรวมแล้ว พารามิเตอร์คุณภาพน้ำในนาข้าวที่เลือกนั้นอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำของประเทศ ไทย ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมดจากวิธีทำนาคา (TP) สูงกว่าวิธีการหว่านโดยตรง (SW) เล็กน้อย นอกจากนี้ pH, EC, ความเค็ม, ความขุ่น และ TDS ของตัวอย่างน้ำจากการปลูกข้าวทั่วไปและข้าวยั่งยืนในทั้งสองภูมิภาคมีความแตกต่างกัน ในขณะที่ปริมาณ DO และ NO_3 แสดงให้เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เฉพาะกับตัวอย่างน้ำจากที่ราบภาคกลางเท่านั้น. การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปส่งผลให้มีการสะสมไนโตรเจนจำนวนมากในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ในศึกษานี้ขนาดของน้ำทิ้ง (WF_{grey}) แสดงถึงการเจือจาง NO_3-N สุทธิธรรมชาติ ค่าต่ำสุดของน้ำทิ้ง (WF_{grey}) จากการเพาะปลูกข้าวโดยใช้น้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยวิธีการหว่านโดยตรง (SW) อยู่ภายใต้แนวทางการปลูกข้าวยั่งยืน ในขณะที่ค่าสูงสุดคือวิธีการหว่านโดยตรง (SW) ภายใต้แนวทางการปลูกข้าวทั่วไป ส่วนในพื้นที่ราบภาคกลางน้ำทิ้ง (WF_{grey}) ค่าต่ำที่สุดประเมินจากการปลูกข้าวแบบชลประทานด้วยวิธีทำนาคา (TP) ภายใต้แนวทางการปลูกข้าวยั่งยืน ในขณะที่ค่าสูงสุดคือวิธีการหว่านโดยตรง (SW) ภายใต้การปลูกข้าวแบบทั่วไป การประเมินจากการปลูกข้าวแบบน้ำฝนด้วยวิธีหว่าน (SW) ภายใต้แนวทางการปลูกข้าวยั่งยืนน้ำทิ้ง (WF_{grey}) มีค่าต่ำ ในขณะที่เดียวกันการเพาะปลูกข้าวแบบชลประทานด้วยวิธีทำนาคา (TP) ภายใต้แนวทางการปลูกข้าวแบบยั่งยืนส่งผลให้น้ำทิ้ง (WF_{grey}) เล็กน้อย

รอยเท้า น้ำ (water footprint) ทั้งหมดเป็นตัวบ่งชี้การใช้น้ำของมนุษย์ ซึ่งรวมถึงน้ำฝน (WF_{green}) น้ำชลประทาน (WF_{blue}) และ น้ำทิ้ง (WF_{grey}) ขนาดรอยเท้า น้ำ (water footprint) ทางเกษตรกรรมมักแสดงเป็นปริมาณน้ำต่อมวล - ลบ.ม. / ตัน ซึ่งเท่ากับลิตร/กก. และขนาดของรอยเท้า น้ำ (water footprint) ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตข้าวด้วย ผลผลิตที่สูงขึ้นจะส่งผลให้รอยเท้า (water footprint) มีขนาดเล็กลง ที่ราบภาคกลางได้รับผลผลิตข้าวในปริมาณที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (5.79 ตัน/เฮกตาร์) มากกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้รอยเท้า น้ำ (water footprint) มีขนาดเล็กกว่า (water footprint) ทางตะวันออกเฉียงเหนืออย่างมาก

เมื่อพิจารณาการปลูกข้าวแตกต่างกัน การปลูกข้าวแบบยั่งยืนได้รับผลตอบแทนที่มากขึ้นโดยมีพื้นที่น้ำฝน (WF_{green}) น้ำชลประทาน (WF_{blue}) และปริมาณน้ำทั้งหมดน้อยลงทั้งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกข้าวทั่วไป ดังนั้นการปลูกข้าวยั่งยืนจึงให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำได้ดีกว่าการปลูกข้าวทั่วไปในทั้งสองภูมิภาค

-ความหลากหลายทางชีวภาพในนาข้าว: แมลง

การศึกษานี้ประเมินความหลากหลายของแมลงและพืชพรรณในนาข้าวภายใต้แนวทางการปลูกข้าวที่แตกต่างกัน โดยเน้นย้ำถึงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างการเกษตรและระบบนิเวศ วัตถุประสงค์แรกของการศึกษาเกี่ยวข้องกับกรอบการทำงาน 3 ประการที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ภูมิทัศน์สำหรับกลยุทธ์การสุ่มตัวอย่าง 2) งานภาคสนามเพื่อรวบรวมตัวอย่างความหลากหลายของแมลง และ 3) การสร้างแบบจำลองความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงในระดับภูมิทัศน์ กรอบการวิเคราะห์ภูมิทัศน์จะตรวจสอบภูมิทัศน์ทางการเกษตร โดยแจ้งการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างแมลง งานภาคสนามประกอบด้วยรวบรวมแมลงในนาข้าวเพื่อเป็นพื้นฐานความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ ข้อมูลเหล่านี้จะใช้ร่วมกันเป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับกรอบงานการสร้างแบบจำลองความหลากหลายทางชีวภาพภูมิทัศน์ ซึ่งสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิทัศน์ วัตถุประสงค์ที่สอง ศึกษาความหลากหลายของต้นไม้ในนาข้าว โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจครัวเรือน การสำรวจต้นไม้ในแปลงนา และข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พื้นที่ศึกษาของโครงการครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งคัดเลือกจากลักษณะทางภูมิศาสตร์ ภูมิอากาศ และการเกษตรที่หลากหลาย ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มแบบแบ่งชั้นตามเกณฑ์ต่างๆ เช่น เมทริกซ์การใช้ที่ดิน ระยะห่างจากป่า และความหลากหลายในการใช้ประโยชน์ที่ดิน เทคนิคทางสถิตินี้เป็นที่ยอมรับช่วยให้มั่นใจได้ถึงการเป็นตัวแทนของประชากร

การศึกษานี้ครอบคลุมพื้นที่เก็บตัวอย่าง 84 แห่งโดยศึกษาความหลากหลายของแมลงในการทำนาแบบทั่วไปและแบบยั่งยืน (SRP) ความหลากหลายของแมลงได้รับการประเมินโดยใช้ความสมบูรณ์ของสายพันธุ์ ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener และดัชนีความหลากหลายของ Simpson เพื่อคาดการณ์ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งนำเสนอข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับรูปแบบระดับภูมิทัศน์ของความหลากหลายของแมลง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพบว่ามีจำนวนตัวแมลงรวมกัน 20,101 ตัวจาก 343 ชนิดที่ระบุได้ใน 84 สถานที่สำรวจ ในขณะที่ในภูมิภาคกลางมีจำนวนตัวแมลงรวมกัน 49,323 ตัวจาก 157 ชนิดที่ระบุได้ใน 79 สถานที่สำรวจ แม้จะมีความหลากหลายทางชีวภาพที่แตกต่างกันในทางภูมิภาคแต่การปลูกข้าวทั่วไปและแบบยั่งยืนมีความถี่ความหลากหลายทางชีวภาพและความสมดุลของระบบนิเวศที่เทียบเคียงได้ ทั้งสองภูมิภาคดัชนีความหลากหลายของชนิดแมลงของ Shannon และ Simpson แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญระหว่างการปลูกข้าวทั้งสองวิธี นอกจากนี้ การศึกษายังสำรวจปฏิสัมพันธ์ของศัตรูพืชและสัตว์นักล่า โดยค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างนักล่าและเหยื่อที่สมบูรณ์ในพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนของภาคกลาง ผลลัพธ์เหล่านี้ทำให้เรามีความเข้าใจลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับพลวัตของระบบนิเวศ โดยเน้นย้ำถึงศักยภาพของแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืนในการจัดการศัตรูพืชและความยั่งยืนทางการเกษตร

โดยรวมแล้ว ปัจจัยทางภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดินมีบทบาทสำคัญในการมีอิทธิพลต่อความหลากหลาย การปลูกข้าวทั่วไปแสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของสายพันธุ์ที่สูงกว่าสำหรับศัตรูพืชและผู้ล่า

ในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่การการปลูกข้าวแบบยั่งยืนมีดัชนีความหลากหลายที่สูงกว่าสำหรับศัตรูพืช ในภาคกลางการปลูกข้าวแบบยั่งยืนมีดัชนีความหลากหลายที่เกี่ยวข้องกับนักล่าสูงกว่า การวิเคราะห์ยังชี้ให้เห็นว่าแนวทางปฏิบัติของการปลูกข้าวแบบยั่งยืนสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างนักล่าและเหยื่อที่สมดุลมากขึ้นในภาคกลาง การค้นพบนี้เน้นย้ำถึงประโยชน์ที่เป็นไปได้ของ SRP สำหรับความหลากหลายทางชีวภาพและการจัดการศัตรูพืช โดยมีผลกระทบต่อการอนุรักษ์และการตัดสินใจใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่คาดการณ์เน้นย้ำถึงแนวโน้มในการเพิ่มมูลค่าความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะในภูมิภาคที่มีความหลากหลายน้อยกว่าในช่วงแรก งานวิจัยนี้มีส่วนสนับสนุนความพยายามในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย โดยช่วยเหลือผู้กำหนดนโยบายและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในขณะเดียวกันก็ปกป้องระบบนิเวศสำหรับคนในอนาคตด้วย

-ความหลากหลายทางชีวภาพในนาข้าว: ต้นไม้ในแปลงนา

ในส่วนนี้จะศึกษารูปแบบของวนเกษตร (ต้นไม้ในแปลงนา) ในการปลูกข้าวข้ามภูมิภาคและแนวปฏิบัติ (การในการปลูกข้าวแบบทั่วไปและแบบยั่งยืน) ข้อมูลจากแบบสอบถาม การสำรวจภาคสนาม และแหล่งข้อมูลทุติยภูมิถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบแนวทางปฏิบัติทางการเกษตรและการมีอยู่ของพันธุ์ไม้/พืชในนาข้าว แม้ว่าจะไม่มีความเชื่อมโยงที่มีนัยสำคัญระหว่างการมีอยู่ของต้นไม้กับผลผลิตหรือการใช้น้ำ แต่ประโยชน์ที่จับต้องไม่ได้ของวนเกษตร ได้แก่ การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นแหล่งอาหารในครัวเรือน การสร้างรายได้ และเป็นผลดีด้านสภาพภูมิอากาศในท้องถิ่น โดยทั่วไปการปลูกข้าวยั่งยืนจะแสดงความหนาแน่นและความหลากหลายของต้นไม้มากกว่าต้นไม้แปลงนาทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบแปลงนาข้าวทั่วไป กลับแปลงนาข้าวยั่งยืน พบว่าแปลงนาข้าวยั่งยืนมีความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของพืชพรรณมากกว่า รวมถึงความหนาแน่นของต้นไม้

3.3 ทุนมนุษย์

ในส่วนของทุนมนุษย์ ได้มีการสำรวจผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์จากพิษของยาฆ่าแมลงและมลพิษทางอากาศจากการปลูกข้าวแบบดั้งเดิมและแบบยั่งยืน

การศึกษานี้ได้วิเคราะห์ต้นทุนสุขภาพจากสารเคมีทางการเกษตร โดยได้วิเคราะห์จากข้อมูลการสำรวจภาคสนาม และใช้ข้อมูลการสำรวจผลงานศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้วิธีการถ่ายโอนมูลค่า (Benefit transfer) เพื่อประมาณการต้นทุนสุขภาพที่เกิดจากสารเคมีทางการเกษตรต่อเกษตรกรที่ปลูกข้าวแบบดั้งเดิมและปลูกข้าวแบบยั่งยืน

ผลการศึกษาจากข้อมูลการสำรวจภาคสนามพบว่า ต้นทุนสุขภาพที่เกิดจากการจากสารเคมีทางการเกษตรต่อเกษตรกรที่ปลูกข้าวแบบดั้งเดิมสูงกว่าเกษตรกรที่ปลูกข้าวยั่งยืน โดยต้นทุนดังกล่าวของเกษตรกรที่ปลูกข้าวดั้งเดิมมีมูลค่าเฉลี่ย 37.30 เหรียญสหรัฐต่อเฮกตาร์ ในขณะที่ต้นทุนดังกล่าวของเกษตรกรที่ปลูกข้าวแบบยั่งยืนมีมูลค่าเฉลี่ย 36.05 เหรียญสหรัฐต่อเฮกตาร์

อย่างไรก็ตามการวัดต้นทุนสุขภาพโดยใช้ข้อมูลภาคสนามอาจไม่ครอบคลุมต้นทุนสุขภาพที่เกิดจากสารเคมีทางการเกษตรทั้งหมดเนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของเกษตรกรเองและจากค่าใช้จ่ายในการรักษาที่มองเห็น ซึ่งอาจไม่รวมผลกระทบระยะยาวของยาฆ่าแมลงที่อาจก่อให้เกิดโรคเรื้อรังที่

ส่งผลกระทบต่ออวัยวะภายใน เช่น ตับและระบบประสาท ซึ่งส่งผลให้เกิดการเจ็บป่วยร้ายแรงหรือเสียชีวิตนั้น ไม่สามารถระบุได้จากข้อมูลค่ารักษาพยาบาลเพียงเล็กน้อย ดังนั้น เพื่อให้ครอบคลุมถึงผลกระทบที่มองไม่เห็น และผลกระทบระยะยาวจากสารกำจัดศัตรูพืช ทีมวิจัยได้ใช้วิธีการถ่ายโอนมูลค่า (Benefit transfer) เพื่อประเมินผลตอบแทนสุขภาพดังกล่าว โดยผลการศึกษาพบว่าต้นทุนด้านสุขภาพที่เกิดจากสารเคมีทางการเกษตร โดยการปลูกข้าวแบบดั้งเดิมมีมูลค่าเฉลี่ย 56.12 เหรียญสหรัฐต่อเฮกตาร์ ซึ่งสูงกว่าการปลูกข้าวแบบยั่งยืนที่มีมูลค่าต้นทุนดังกล่าวที่ 49.80 เหรียญสหรัฐต่อเฮกตาร์

ประการที่สอง ผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก (อนุภาคในอากาศที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 มม. หรือ PM2.5) ถูกวัดปริมาณโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองในอากาศและความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเนื่องจากโรคหัวใจและหลอดเลือด ทางเดินหายใจ มะเร็งปอด และการเสียชีวิตทุกสาเหตุ ซึ่งวิธีการที่เสนอโดย Junpen et al (2018) ช่วยให้ทีมวิจัยสามารถคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของผลกระทบด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับฝุ่นละออง อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ข้อมูลเกี่ยวกับการเติบโตของประชากรรวมอยู่ในการสร้างแบบจำลองผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสกับ PM2.5 การประเมินมูลค่าเป็นไปตามแนวทางทุนมนุษย์ที่ได้รับการแก้ไข (AHC: Amended Human Capital) ซึ่งประเมินต้นทุนในแง่ของการสูญเสียประสิทธิภาพการผลิตของสังคม ซึ่งสะท้อนถึงการขาดงานของบุคคล ปรับด้วยผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัว ขึ้นอยู่กับผลกระทบด้านสุขภาพภายใต้การวิเคราะห์ ซึ่งแนวทาง AHC มักใช้ในการประเมินการสูญเสียทุนมนุษย์ที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ โดยถือว่าทุนมนุษย์เป็นทุนที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมทั้งหมด มูลค่าทางเศรษฐกิจของการสูญเสียทุนมนุษย์ได้รับการประเมินโดยการประมาณผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่สัมผัสกับมลพิษโดยรอบ ในการศึกษา การคำนวณผลกระทบต่อสุขภาพของ PM2.5 จากการเผาฟางข้าวเพื่อประเมินผลกระทบภายนอกในเชิงลบต่อสังคม ค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพจากความเสี่ยงในการสัมผัส PM2.5 ที่เกิดจากการเผาฟางข้าวในปี 2564 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือคำนวณได้ที่ 12.76 เหรียญสหรัฐต่อเฮกตาร์ ในขณะที่ต้นทุนด้านสุขภาพดังกล่าวในภาคกลางมีค่าสูงมากโดยมีต้นทุนเฉลี่ยที่ 512 เหรียญสหรัฐต่อเฮกตาร์ ต้นทุนภายนอกของผลกระทบต่อสุขภาพจะต้องนำมาเป็นการประเมินขั้นต่ำของต้นทุนทางสังคมของการผลิตข้าวแบบดั้งเดิม และตระหนักได้ว่าเป็นผลประโยชน์จากการลดผลกระทบต่อสุขภาพของการเปลี่ยนจากระบบผลิตข้าวแบบดั้งเดิมมาเป็นข้าวยั่งยืน

3.4 ทุนทางสังคม

การศึกษานี้ได้ประเมินความแตกต่างของทุนทางสังคมระหว่างเกษตรกรผู้ปลูกข้าวแบบทั่วไปและแบบยั่งยืน มีการสำรวจการเปลี่ยนแปลงของทุนทางสังคมผ่านการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของผลการสำรวจครัวเรือน การวัดระดับความสุข ความสัมพันธ์ทางสังคม และเครือข่ายทางสังคมของ เกษตรกรที่ปลูกข้าวแบบทั่วไปและแบบยั่งยืนจากการสำรวจครัวเรือนแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรที่ปลูกข้าวแบบยั่งยืนมีความสุขมากกว่าชาวนาทั่วไปเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่จะขับเคลื่อนความสุขของเกษตรกรครอบครัวและรายได้เป็นปัจจัย 2 ลำดับแรก ส่งผลความสุขของเกษตรกรทั้งสองประเภทตามลำดับ

นอกจากนี้เรายังวิเคราะห์สถานการณ์ความสัมพันธ์ทางสังคมของผู้ปลูกข้าวยั่งยืนและผู้ปลูกข้าวทั่วไป ผลจากการสำรวจครัวเรือนชี้ให้เห็นถึงทุนทางสังคมของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวยั่งยืนดีกว่าเกษตรกรแบบทั่วไป เกษตรกรผู้ปลูกข้าวยั่งยืนมีส่วนร่วมทางสังคมมากกว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวแบบทั่วไป โดยเฉพาะในงานอาสาสมัคร นอกจากนี้ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวยั่งยืนเพศหญิงจะมีส่วนร่วมในกลุ่มเกษตรกรมากกว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวทั่วไป ระดับการมีส่วนร่วมในกลุ่มระหว่างเกษตรกรผู้ปลูกข้าวยั่งยืนเพศหญิงและเพศชายจะเท่ากัน ในขณะที่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวทั่วไปเพศหญิงมีส่วนร่วมในกลุ่มน้อยกว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวทั่วไปเพศชาย

สำหรับเครือข่ายสังคมผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าเครือข่ายทางสังคมระหว่างเกษตรกรผู้ปลูกข้าวแบบทั่วไปกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวแบบยั่งยืนนั้นมีความคล้ายคลึงกันมากในแง่ของขนาดของเครือข่ายทางสังคมและลักษณะของโหนดที่เป็นศูนย์กลางของเครือข่ายทางสังคม คณะผู้วิจัยยังพบว่านอกจากได้รับข้อมูลและการสังเกตจากโหนดสำหรับแนวทางปฏิบัติทางในการทำการเกษตรแบบใหม่แล้ว เกษตรกรยังได้รับข้อมูลและปฏิบัติตามคำแนะนำเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเกษตรใหม่จากญาติและเพื่อนสนิทอีกด้วย จากการศึกษาเครือข่ายทางสังคมเหล่านี้จะเป็นจุดเริ่มต้นในการใช้ข้อมูลเครือข่ายทางสังคมในการคัดเลือกเกษตรกรที่จะได้รับการฝึกอบรมให้เป็นผู้มีความรู้ในการทำนาแบบยั่งยืนในระยะแรก จากนั้นเกษตรกรผู้ที่ได้รับคัดเลือกพวกเขาก็สามารถเผยแพร่ข้อมูลและนำพาผู้อื่นในสังคมของตนให้ปลูกปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าวจากการปลูกข้าวทั่วไปมาปลูกข้าวแบบยั่งยืน

4. การประเมินมูลค่า และการวิเคราะห์ สถานการณ์

การวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ได้ดำเนินการเพื่อวิเคราะห์ผลประโยชน์สุทธิของผลกระทบทั้งหมดจากการเปลี่ยนข้าวรูปแบบการปลูกข้าว โดยพิจารณาจากสถานการณ์ในแง่ของมูลค่าเงิน ผลกระทบเชิงปริมาณ ได้แก่ รายได้จากการผลิตข้าว ต้นทุนการปลูกข้าว ผลกระทบต่อสุขภาพ และ ภาวะเรือนกระจก การปล่อยก๊าซเรือนกระจก สร้างรายได้ เพื่อคำนวณผลประโยชน์และต้นทุนสัมพัทธ์ระหว่างการปลูกข้าวแบบทั่วไปและแบบยั่งยืน

ข้าวภาคอีสานเป็นข้าวพรีเมียมหอมดอกมะลิซึ่งมีราคาสูงกว่าภาคกลาง 374.59 และ 235.40 ดอลลาร์สหรัฐ/ตัน ตามลำดับ การปลูกข้าวยั่งยืนมีต้นทุนการผลิตน้อยกว่าการปลูกข้าวทั่วไป ซึ่งส่วนใหญ่จะประหยัดจากการเตรียมดินและต้นทุนปุ๋ยในภาคกลาง และจากต้นทุนยาฆ่าแมลงและปุ๋ยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้รับผลกระทบจากผลกระทบสองประการ ประการแรกมาจากผลกระทบของ PM2.5 ต่อสุขภาพของประชาชน โดยประเมินจากแบบจำลองฟังก์ชันการตอบสนองต่อการสัมผัสซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ผลกระทบประการที่สองคือต้นทุนด้านสุขภาพจากยาฆ่าแมลงที่มีต่อสุขภาพของเกษตรกรซึ่งคำนวณโดยวิธีรายจ่ายเชิงรับ การปลูกข้าวยั่งยืนสามารถลดต้นทุนด้านสุขภาพจากยาฆ่าแมลงได้ประมาณ 38.22 ดอลลาร์ต่อเฮกตาร์ และมูลค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงด้วยราคาปิดเฉลี่ยของ European Emission Allowances (EUA) ตั้งแต่ปี 2019 ถึง 2022 ราคาเฉลี่ยของคาร์บอนเครดิตที่มีต่อสุขภาพประมาณ 38.19 ดอลลาร์ต่อตันคาร์บอน นอกจากนี้ ราคาทางเลือกจากราคาคาร์บอนเครดิตของโครงการสมัครใจในประเทศไทยโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) 5 ดอลลาร์ และราคาคาร์บอน

ทางสังคมตามที่ US EPA ระบุไว้ที่ 51 ดอลลาร์ต่อตัน

นอกจากนี้ น้ำซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเพาะปลูกข้าวไม่สามารถนำมาพิจารณาเป็นมูลค่าทางการเงินได้ ราคาน้ำสะท้อนถึงต้นทุนเสียโอกาสของการขาดแคลนน้ำ แต่ค่านี้ไม่ชัดเจนในพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม น้ำสีน้ำเงิน (Blue water) และสีเทา (Grey water) สำหรับการปลูกข้าวในสถานการณ์ต่างๆ จะถูกรายงานเป็นปริมาณน้ำต่อต้านการผลิตข้าวแทน

ตารางที่ 5.1 ตัวแทนการเงินต่อหน่วยปัจจัย

ตัวแปร	ตัวแทนการเงิน	หน่วย	ค่า (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	ค่า (ภาคกลาง)
การผลิตข้าว	ราคาข้าว	\$/ตัน	374.59	235.40
ต้นทุนการผลิต	ค่าใช้จ่าย	\$/เฮกตาร์	21.56	55.38
ค่ารักษาพยาบาลจาก PM2.5	PM 2.5 สุขภาพ ค่าใช้จ่าย	\$/ปี	ค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่าย
ต้นทุนด้านสุขภาพจากยาฆ่าแมลง	แนวทางคุณค่า	\$/เฮกตาร์	38.22	38.22
การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ระบบการซื้อขายการปล่อย ก๊าซของสหภาพยุโรป)	ราคาคาร์บอน	\$/ตัน	38.19	38.19
การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ราคาองค์การบริหารจัดการ ก๊าซเรือนกระจกประเทศไทย)	ราคาคาร์บอน	\$/ตัน	5	5
การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (US EPA)	ต้นทุนทางสังคม ของคาร์บอน	\$/ตัน	51	51

ในแต่ละสถานการณ์ ประโยชน์หรือความสูญเสียระหว่างการปฏิบัติกับข้าวทั้งสองวิธีได้รับการคำนวณตามมูลค่าที่แตกต่างกันของเงื่อนไขทั้งสาม เงื่อนไขแรกถือว่าปลูกข้าวสองครั้งต่อปีในพื้นที่ชลประทาน และปลูกข้าวปีเดียวในพื้นที่นอกเขตชลประทาน (ข้าว-ข้าว) เงื่อนไขที่สองคือปลูกข้าวปีละ 1 ครั้งในพื้นที่ชลประทานและนอกเขตชลประทานในฤดูฝน ในขณะที่ฤดูแล้ง ขาวนาในพื้นที่ชลประทาน จะ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งต่อมาเรียกว่าข้าวโพด ข้าว เงื่อนไขสุดท้ายคือปลูกข้าวปีละ 1 ครั้งเช่นกัน แต่ทั้งในพื้นที่ชลประทานและนอกเขตชลประทานจะปลูกป่านแดงในช่วงฤดูแล้ง ต่อมาเรียกว่า ป่าน ข้าว-ป่าน

4.1 การวิเคราะห์สถานการณ์: มุมมองของประเทศ

มูลค่ารวมที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนการพื้นที่การปลูกข้าวจากแบบทั่วไปไปสู่ความยั่งยืนจาก ฉากทัศน์ที่ 4 ให้ผลประโยชน์สุทธิสูงสุดที่สูงสุดเมื่อเทียบกับ BAU โดยมีมูลค่าสะสมของผลประโยชน์สุทธิประมาณ 49,460 ล้านบาท

เหรียญสหรัฐ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 ถึง พ.ศ. 2593 ผลที่อาจเกิดขึ้นนั้นเกิดจากมูลค่าของปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การลดลงและการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ในดิน มูลค่า 25,826 ล้านดอลลาร์ ในขณะที่เดียวกัน การผลิตข้าวมีมูลค่าสูงสุดเป็นอันดับสองที่ 18,817 ล้านดอลลาร์ เนื่องจากผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นสองเท่าภายใต้แนวทางการปลูกข้าวยั่งยืนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มูลค่าผลประโยชน์สุทธิของการปลูก ข้าว และข้าวโพด และ การปลูกข้าวและปอเทือง มีรูปแบบคล้ายกับการปลูกข้าวสองรอบ โดยมีมูลค่ารวม 39,339 ล้านดอลลาร์ และ 36,969 ล้านดอลลาร์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในทั้งสองทางเลือกนี้ มูลค่าการผลิตข้าวอาจลดลงครึ่งหนึ่งของมูลค่าในการปลูกข้าวสองรอบ เนื่องจากมีการปลูกข้าวเพียงปีละครั้ง เมื่อวิเคราะห์ส่วนแบ่งผลประโยชน์แก่เกษตรกรและประชาชนแล้ว มูลค่าสะสมการกระจายในฉากทัศน์ที่ 4 ของการปลูกสองรอบพบว่าประมาณร้อยละ 60 ของผลประโยชน์ทั้งหมดเป็นของภาครัฐ ครอบคลุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการลดค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพจากการลด PM2.5 ในด้านหนึ่งคือประมาณร้อยละ 40 ของทั้งหมดเป็นของเกษตรกร ประโยชน์ส่วนใหญ่ที่เกษตรกรได้รับมาจากผลกำไรที่เพิ่มขึ้นจากการปลูกข้าวอันเนื่องมาจากผลผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้นอย่างมากและต้นทุนการเพาะปลูกที่ลดลง

สำหรับผลประโยชน์สุทธิของฉากทัศน์ที่สี่เมื่อเปรียบเทียบกับ BAU ในกรณีปลูกข้าวและข้าวโพดแสดงให้เห็นว่าส่วนแบ่งผลประโยชน์สุทธิระหว่างภาครัฐและเอกชนใกล้เคียงกับการปลูกข้าวสองรอบโดยมีส่วนแบ่งผลประโยชน์ส่วนตัวสุทธิเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณามูลค่าของผลประโยชน์สุทธิในรูปของเงินดอลลาร์ ผลประโยชน์สุทธิของทั้งภาครัฐและเอกชนในกรณีปลูกข้าวและข้าวโพดจะต่ำกว่ากรณีปลูกข้าวสองรอบอย่างมีนัยสำคัญ

ส่วนแบ่งผลประโยชน์สุทธิระหว่างภาครัฐและเอกชนในฉากทัศน์ที่สี่เมื่อเปรียบเทียบกับ BAU ของกรณีปลูกข้าวและปอเทือง ผลลัพธ์ที่ได้ค่อนข้างแตกต่างไปจากสองกรณีแรก กล่าวคือ ส่วนแบ่งผลประโยชน์ส่วนตัวซึ่งส่วนใหญ่มาจากการเพิ่มผลผลิตข้าวและการลดต้นทุนการเพาะปลูกนั้นน้อยกว่าสัดส่วนจากสองกรณีแรก อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนแบ่งผลประโยชน์ส่วนตัวสำหรับกรณีปลูกข้าวและปอเทืองอยู่ที่ร้อยละ 22.56 เทียบกับร้อยละ 40 และ 45 ในสองกรณีแรก อย่างไรก็ตาม ในด้านมูลค่าผลประโยชน์ส่วนตัว เกษตรกรจะได้รับประโยชน์จากการเพิ่มผลผลิตข้าวในกรณีปลูกข้าวและปอเทืองมากกว่ากรณีปลูกข้าวและข้าวโพดส่งผลให้มีกำไรจากการปลูกข้าวสูงขึ้น นอกจากนี้ ประชาชนยังจะได้รับประโยชน์อย่างมีนัยสำคัญมากขึ้นในกรณีของกรณีปลูกข้าวและปอเทืองซึ่งส่วนใหญ่มาจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่ากรณีปลูกข้าวและข้าวโพด

การปลูกข้าวยั่งยืนไม่เพียงสร้างประโยชน์สาธารณะเป็นหลัก เช่น การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและต้นทุนด้านสาธารณสุข แต่ยังมีส่วนช่วยกระจายผลประโยชน์ในระดับสูงให้กับเกษตรกร โดยหลักๆ ผ่านการปรับปรุงผลผลิตข้าวและ ลดต้นทุนการเพาะปลูกส่งผลให้มีกำไรจากการปลูกข้าวเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของกำไรจากการปลูกข้าวจะเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่อาจจูงใจให้เกษตรกรหันมาใช้ปลูกข้าวยั่งยืนได้

5.2 การวิเคราะห์สถานการณ์ตามภูมิภาค

ลักษณะ โครงสร้างพื้นฐาน และเงื่อนไขการจัดการในภูมิภาคกลางและตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างแตกต่างกัน ดังนั้นในส่วนนี้ ผลประโยชน์สุทธิจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในแต่ละฉากทัศน์จึงถูกนำเสนอแยกกันสำหรับสองภูมิภาค ความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศ ระบบชลประทาน ชนิดของดิน พันธุ์ข้าว และ

การจัดการการเพาะปลูกเป็นประเด็นหลักในสองภูมิภาคนี้ ซึ่งทำให้การผลิต ต้นทุน การใช้ปัจจัยการผลิตทาง การเกษตรแตกต่างกัน ตลอดจนผลกระทบจากการเพาะปลูกข้าวที่ต่างกัน ผลลัพธ์หลักมุ่งเน้นไปที่กรณี ปลูกข้าวสองรอบและกรณีปลูกข้าวและปอเทืองเป็นหลัก เนื่องจากสภาพของกรณีปลูกข้าวและข้าวโพดมีความ คล้ายคลึงกับกรณีปลูกข้าวและปอเทืองมากมูลค่าที่สร้างรายได้จากปัจจัย 7 ประการที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์ ตลอดจนปริมาณการใช้น้ำ ได้รับการอธิบายร่วมกันเพื่อนำเสนอการวิเคราะห์ ข้อดีข้อเสียเมื่อมีการส่งเสริมการปฏิบัติด้านข้าวอย่างยั่งยืน

-ภาคกลาง

ในภาคกลาง นาข้าวประมาณร้อยละ 50 อยู่ในระบบชลประทาน ส่งผลให้มีการทำนาสองรอบ กรณี ปลูกข้าวสองรอบ การลดต้นทุนด้านสุขภาพจาก PM2.5 และกักเก็บคาร์บอนในดินเป็นการปรับปรุงที่สำคัญ เนื่องจากการปลูกข้าวแบบยั่งยืน อย่างไรก็ตามการขยายพื้นที่ปลูกข้าวแบบยั่งยืนส่งผลให้การใช้น้ำสีน้ำเงิน(Blue water)ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีปลูกข้าวทั่วไป นอกจากนี้ประสิทธิภาพของการใช้น้ำสีน้ำเงิน(Blue water)ในการปลูกข้าวแบบยั่งยืนยังดีกว่าประสิทธิภาพของการใช้น้ำสีน้ำเงิน(Blue water)ในการปลูกข้าว ทั่วไปอีกด้วย

สำหรับกรณีปลูกข้าวและปอเทืองในภาคกลางจะมีผลคล้ายกับการปลูกข้าวสองรอบ การปลูกปอเทือง แทนข้าวนอกฤดูช่วยลดความต้องการน้ำสีน้ำเงิน(Blue water)ได้อย่างมาก ยิ่งการขยายพื้นที่ปลูกข้าวแบบ ยั่งยืนมากก็ยิ่งช่วยประหยัดน้ำสีน้ำเงิน(Blue water)ได้ดีขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนจากข้าวนอกฤดูมาเป็น ปอเทืองในฤดูแล้ง การผลิตข้าวจึงลดลงอย่างมาก การขยายพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนจะส่งผลให้การผลิตข้าวลดลง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกร

-ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือผลของการเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนแตกต่างไปจากภาคกลางในบาง รูปแบบ สำหรับกรณีการปลูกข้าวสองรอบ การเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนอาจก่อให้เกิดผลประโยชน์สุทธิมหาศาล ต่อการผลิตข้าวและการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ในดิน การเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนเช่น ในฉากทัศน์ที่ 4 เพิ่มขึ้น เกือบร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับ BAU นอกจากนี้ยังส่งผลให้มีความต้องการน้ำสูงสำหรับน้ำสีน้ำเงิน(Blue water) และสีเทา(Grey water) อย่างไรก็ตาม เมื่อเราพิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำซึ่งมีความหมายมากกว่าการใช้ น้ำทั้งหมดสำหรับทั้งน้ำสีเทา(Grey water) และน้ำสีน้ำเงิน(Blue water) การเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนจะสร้าง ประสิทธิภาพการใช้น้ำสำหรับทั้งน้ำสีน้ำเงิน(Blue water)และน้ำสีเทา(Grey water) ได้ดีกว่า BAU ซึ่ง หมายความว่าด้วยการใช้น้ำในปริมาณที่เท่ากันน้ำสีน้ำเงิน(Blue water)และสีเทา(Grey water) การเพิ่มพื้นที่ ปลูกข้าวยั่งยืนจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวมากกว่าการปลูกข้าวทั่วไป

กรณีปลูกข้าวและปอเทือง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือก็มีรูปแบบผลลัพธ์ที่คล้ายคลึงกันมากกับการปลูก ข้าวสองรอบ นอกจากนี้การศึกษานี้ยังไม่พบความแตกต่างระหว่างการผลิตข้าวกับความต้องการน้ำสีน้ำเงิน (Blue water)และสีเทา(Grey water) เมื่อปลูกข้าวเพียงปีละครั้งในพื้นที่ชลประทานของภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ กล่าวคือ แม้ว่าข้าวจะปลูกเฉพาะในฤดูฝนในพื้นที่ชลประทาน แต่การผลิตข้าวก็ลดลง เล็กน้อยในกรณีที่มีขยายพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืนเมื่อเปรียบเทียบกับ BAU เนื่องจากพื้นที่นาข้าวในภาค ตะวันออกเฉียงเหนือที่มีพื้นที่ชลประทานไม่ถึงร้อยละ 10 ของพื้นที่นาข้าวทั้งหมดของภาค

6. ข้อสรุป

การศึกษานี้ศึกษาผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมของการเปลี่ยนแปลงการปลูกข้าวจากการปลูกข้าวแบบทั่วไปไปสู่การปลูกข้าวแบบยั่งยืนในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปัจจุบันพื้นที่ปลูกข้าวของทั้งสองภูมิภาคนี้ครอบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวมากกว่าร้อยละ 80 ของประเทศ กรอบการทำงานของ TEEBAgriFood ถูกนำมาใช้เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของทุนทางธรรมชาติ ทุนมนุษย์ และทุนทางสังคม ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบที่ดินโดยอิงจากฉากทัศน์ 4 ฉากทัศน์ ซึ่งแตกต่างกันไปตามสัดส่วนที่ต่างกันของพื้นที่ข้าวทั่วไปและพื้นที่ข้าวที่ยั่งยืน กรอบเวลาสำหรับการวิเคราะห์ฉากทัศน์คือ 28 ปี เริ่มในปี 2022 และสิ้นสุดในปี 2050

ผลลัพธ์โดยรวมแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการปลูกข้าวแบบทั่วไปไปสู่การปลูกข้าวแบบยั่งยืนตลอด 28 ปี หากพื้นที่ข้าวทั่วไปถูกถ่ายโอนไปปลูกข้าวยั่งยืนได้มากก็จะสร้างประโยชน์ที่ดีขึ้นจากมิติต่างๆได้มากขึ้นเช่นกัน เป็นผลมาจากประโยชน์ส่วนตัวที่เกษตรกรได้รับ ซึ่งรวมถึงการเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว การลดต้นทุนการเพาะปลูก และการลดต้นทุนด้านสุขภาพจากการใช้ยาฆ่าแมลง นอกจากนี้ ผลประโยชน์สาธารณะหรือปัจจัยภายนอกเชิงบวกสามารถมองเห็นได้จากการวิเคราะห์ในการศึกษาค้างนี้ ผลประโยชน์ด้านปัจจัยภายนอกที่ได้รับครอบคลุมถึงการลดก๊าซเรือนกระจกโดยรวม ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการกักเก็บคาร์บอนในดิน และการลดก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ฟางข้าว นอกจากนี้ การลดต้นทุนด้านสาธารณสุขจากมลพิษทางอากาศที่น้อยลงจากการเผาไหม้ฟางและต่อช่วงข้าวอันเนื่องมาจากการขยายพื้นที่ปลูกข้าวอย่างยั่งยืนก็มีความสำคัญเช่นกัน นอกจากนี้ประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยเฉพาะในพื้นที่ชลประทานได้รับการปรับปรุงโดยการเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวยั่งยืน

โดยรวมแล้ว ผลประโยชน์ภาครัฐและเอกชนที่เกิดจากการเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวแบบยั่งยืนเป็นผลดีในทั้งภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การคาดการณ์แบบจำลองและการวิเคราะห์สถานการณ์ของการศึกษาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการขยายพื้นที่ปลูกข้าวแบบยั่งยืนในทั้งสองภูมิภาคจะนำมาซึ่งผลประโยชน์สุทธิที่สูงขึ้นแก่ชาวนาและประชาชนทั่วไป ประโยชน์โดยตรงที่มองเห็นได้ชัดเจนสำหรับเกษตรกรคือกำไรที่สูงขึ้นจากการปลูกข้าวเนื่องจากผลผลิตดีขึ้นและต้นทุนการเพาะปลูกที่ลดลง และความเสี่ยงที่จะป่วยจากการได้รับสารพิษที่เกิดจากการใช้ยาฆ่าแมลงน้อยลง ประชาชนทั่วไปได้รับประโยชน์ที่ดีขึ้นจากการขยายการปลูกข้าวแบบยั่งยืนในรูปแบบของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สุขภาพที่ดีขึ้นเนื่องจากมลพิษทางอากาศน้อยลง ประสิทธิภาพการใช้น้ำที่สูงขึ้น และคุณภาพของน้ำ อย่างไรก็ตามเราคำนึงว่าการตัดสินใจนำแนวทางปฏิบัติในการปลูกแบบยั่งยืนมาใช้นั้นขึ้นอยู่กับเกษตรกรเป็นหลักข้อมูลผลประโยชน์ที่ได้รับ โดยเฉพาะจากการเพิ่มผลผลิตและการลดต้นทุนเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอที่จะโน้มน้าวให้เกษตรกรเปลี่ยนจากการปลูกข้าวแบบทั่วไปไปสู่การปลูกแบบยั่งยืนอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจของชาวนาไทยส่วนใหญ่มีความไม่แน่นอน เพื่อโน้มน้าวให้เกษตรกรเปลี่ยนจากปฏิบัติแบบเดิมๆ ไปเป็นการปลูกแบบยั่งยืน ผู้กำหนดนโยบายจึงต้องพิจารณารูปแบบของการแทรกแซงที่สามารถจูงใจเกษตรกรให้ลองปลูกแบบยั่งยืนและรับมือกับความเสียหายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นในช่วงเปลี่ยนผ่านจนกว่าจะได้รับประโยชน์จากผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและต้นทุนที่ลดลง เกษตรกรสามารถเห็นการลดการใช้ข้าวอย่างยั่งยืนได้อย่างชัดเจน