

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของธุรกิจเกษตรไทยในยุคเกษตร 6.0

Transformation Trends of Thai Agribusiness in Agriculture 6.0 Era

สนธยา สำเภาทอง^{1*}, พฤทธิชาติ ปุญวัฒน์²Sonthya Sampaothong^{1*}, Pruettthichat Punyawattoe²¹ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1 หมู่ 6 ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140 ประเทศไทย

¹Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture,

Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus

1 moo 6, Kamphaeng Saen Sub-district, Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom Province,

10240, Thailand

²สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย

²Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture

50 Phahonyothin Rd., Khwaeng Lat Yao, Khet Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

รับบทความ: 20 กุมภาพันธ์ 2568 ปรับปรุงบทความ: 15 กรกฎาคม 2568 ตอรับตีพิมพ์บทความ: 31 สิงหาคม 2568

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในภาคเกษตรกรรมจากยุคเกษตร 5.0 สู่เกษตร 6.0 (2) วิเคราะห์สภาพแวดล้อมและแนวทางการพัฒนาธุรกิจเกษตรในยุคเกษตร 6.0 (3) ศึกษาแนวโน้ม โอกาสทางธุรกิจและแนวทางการปรับตัวของผู้ประกอบการและเกษตรกรในยุคเกษตร 6.0 และ (4) กรอบแนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ทรัพยากรมนุษย์ และนโยบายที่จำเป็นสำหรับการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 ภาคเกษตรไทยได้ผ่านการวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่องจากเกษตรแบบยังชีพในทศวรรษ 1960 ก้าวสู่เกษตรเชิงพาณิชย์ในช่วง 1980-1990 ก่อนเข้าสู่เกษตร 4.0 ในปี 2017 ภายใต้นโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่เน้นเทคโนโลยีดิจิทัลและการเกษตรแม่นยำ ต่อมาเป็นเกษตร 5.0 ที่บูรณาการระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ และปัจจุบันกำลังก้าวสู่เกษตร 6.0 ที่ผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัล เทคโนโลยีชีวภาพ และแนวความคิดความ

* ผู้เขียนหลัก

อีเมล: sonthaya.sa@ku.th

รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน การศึกษาใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงคุณภาพผ่านการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์ SWOT และ TOWS Matrix พร้อมการสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาพบว่าเกษตร 6.0 ประกอบด้วย 5 หลักปฏิบัติสำคัญ คือ ระบบเกษตรกรรมเพื่อการฟื้นฟู เศรษฐกิจหมุนเวียน การปฏิวัติทางชีวภาพ การพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพ และระบบคาร์บอนเครดิต ประเทศไทยมีจุดแข็งด้านทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์และภูมิปัญญาดั้งเดิม แต่ยังมีจุดอ่อนด้านทักษะดิจิทัลและการเข้าถึงเงินทุน โอกาสทางธุรกิจที่สำคัญพบ 5 แนวโน้มหลัก ได้แก่ ตลาดอาหารออร์แกนิก ตลาดคาร์บอนเครดิต การพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องที่เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การขยายตัวของตลาดส่งออกในภูมิภาคเอเชีย และการเติบโตของธุรกิจบริการด้านการเกษตร การศึกษาได้สังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่สำคัญ 2 ประการ คือ แนวคิดการบูรณาการห่วงโซ่คุณค่าคู่ขนานระหว่างห่วงโซ่คุณค่าดั้งเดิมและห่วงโซ่คุณค่าเชิงนิเวศ และกลไกการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่าน 3 มิติ ประกอบด้วย กลไกการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม กลไกทางการตลาดและการเงิน และกลไกเชิงนโยบายและสถาบัน ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่สำคัญคือการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลและระบบสินเชื่อที่เข้าถึงง่าย การปรับปรุงหลักสูตรและสร้างระบบที่ปรึกษาด้านเทคโนโลยี การสร้างความร่วมมือในการวิจัยพัฒนาและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัล รวมถึงการพัฒนาระบบคาร์บอนเครดิตและการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติแบบบูรณาการ ความสำเร็จของการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ เอกชน สถาบันการศึกษา และเกษตรกร โดยมุ่งเน้นการบูรณาการเทคโนโลยีขั้นสูงกับภูมิปัญญาท้องถิ่น การสร้างความสมดุลระหว่างการผลิตและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืน เพื่อให้ประเทศไทยสามารถใช้ประโยชน์จากโอกาสในยุคเกษตร 6.0 และรับมือกับความท้าทายต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับภาคเกษตรไทยให้เป็นผู้นำด้านเกษตรยั่งยืนในระดับภูมิภาคและสร้างความมั่นคงทางอาหารที่ยั่งยืนในระยะยาว

คำสำคัญ

ธุรกิจเกษตร เกษตร 6.0 ความยั่งยืน การเปลี่ยนแปลง

Received: February 20, 2025

Revised: July 15, 2025

Accepted: August 31, 2025

Abstract

This study aims to (1) analyze the transformation of the agricultural sector from Agriculture 5.0 to Agriculture 6.0, (2) analyze the business environment and development approaches for agricultural enterprises in the Agriculture 6.0 era, (3) examine trends, business opportunities, and adaptation strategies for entrepreneurs and farmers in the Agriculture 6.0 era, and (4) develop a framework for infrastructure, human resources, and policy development

necessary for the transition to Agriculture 6.0. Thailand's agricultural sector has undergone continuous evolution from subsistence agriculture in the 1960s to commercial agriculture during 1980-1990, before entering Agriculture 4.0 in 2017 under the Thailand 4.0 policy that emphasized digital technology and precision agriculture. This was followed by Agriculture 5.0, which integrated automation systems and artificial intelligence, and currently advancing toward Agriculture 6.0, which combines digital technology, biotechnology, and environmental responsibility concepts. The study employs qualitative analysis methods through systematic literature review, SWOT analysis, and TOWS Matrix, along with data synthesis from relevant policy documents and strategic plans. The findings reveal that Agriculture 6.0 comprises five core practices: regenerative agriculture systems, circular economy, biological revolution, biofuel development, and carbon credit systems. Thailand possesses strengths in abundant natural resources and traditional wisdom, yet faces weaknesses in digital skills and capital access. Five major business opportunity trends were identified: the organic food market, carbon credit market potential, artificial intelligence and machine learning technology development that enhances production efficiency, expansion of export markets in the Asian region, and growth in agricultural service businesses. The study synthesizes two important new knowledge frameworks: the concept of integrated parallel value chains between traditional value chains and ecological value chains, and a three-dimensional transition driving mechanism comprising technology and innovation development mechanisms, market and financial mechanisms, and policy and institutional mechanisms. Key policy recommendations include developing digital infrastructure and accessible credit systems, improving curricula and creating technology advisory systems, fostering research and development collaboration and developing digital platforms, as well as establishing carbon credit systems and integrated natural resource management. The successful transition to Agriculture 6.0 requires collaboration from all sectors - government, private sector, educational institutions, and farmers - focusing on integrating advanced technology with local wisdom, creating balance between production and environmental conservation, and developing sustainable competitive capabilities. This will enable Thailand to capitalize on opportunities in the Agriculture 6.0 era and effectively address various challenges, leading to the elevation of Thailand's agricultural sector as a regional leader in sustainable agriculture and creating long-term food security.

Keywords

Agribusiness, Agriculture 6.0, Sustainability, Transformation

บทนำ (Introduction)

การเกษตรได้ผ่านการวิวัฒนาการอันยาวนานตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยสามารถจำแนกออกเป็น 6 ยุคสำคัญ เริ่มต้นจากเกษตร 1.0 ซึ่งเป็นการเกษตรดั้งเดิมที่อาศัยแรงงานคนและสัตว์เป็นหลัก ก้าวสู่เกษตร 2.0 ที่นำเครื่องจักรกลไอน้ำและเครื่องยนต์เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ตามด้วยเกษตร 3.0 หรือยุคการปฏิวัติเขียว (Green Revolution) ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และพันธุ์พืชปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิต (Vijayakumar et al., 2024) ในศตวรรษที่ 21 โลกได้ก้าวเข้าสู่เกษตร 4.0 ที่บูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล ระบบข้อมูลภูมิศาสตร์ (GIS) เซ็นเซอร์อัจฉริยะ และระบบอัตโนมัติเข้ากับการเกษตร ต่อมาเป็นเกษตร 5.0 ที่เน้นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีขั้นสูงกับความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการผลิตที่เป็นมิตรต่อธรรมชาติและตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพมากขึ้น (Fuentes-Peñailillo et al., 2025) และในปัจจุบันโลกกำลังเข้าสู่ยุคเกษตร 6.0 ที่ถือเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญของการเกษตรโลก ด้วยการบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) การเกษตรแม่นยำสูง และเศรษฐกิจหมุนเวียนเข้าด้วยกัน

การเปลี่ยนผ่านสู่ยุคเกษตร 6.0 นี้มิได้เกิดขึ้นโดยบังเอิญ แต่เป็นผลมาจากความท้าทายด้านความมั่นคงทางอาหารที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน โดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้คาดการณ์ว่าโลกจำเป็นต้องเพิ่มการผลิตอาหารถึงร้อยละ 70 ภายในปี 2050 เพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นตามการเติบโตของประชากรโลกที่จะทะลุ 9.7 พันล้านคน (FAO, 2024) ขณะเดียวกันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรทั่วโลกอย่างรุนแรง โดยอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มขึ้น 1.2 องศาเซลเซียสส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของรูปแบบฝนและภัยแล้งในพื้นที่เกษตรกรรมหลักของโลก (IPCC, 2023)

นอกจากนี้การเกิดขึ้นของสงครามการค้าระหว่างประเทศมหาอำนาจ ได้สร้างความไม่แน่นอนต่อห่วงโซ่อุปทานอาหารโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสงครามการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกาและจีนที่เริ่มตั้งแต่ปี 2561 และแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงขึ้นในยุค "Trade War 2.0" ภายใต้การนำของประธานาธิบดีโดนัลด์ ทรัมป์ สมัยที่สอง ที่ประกาศจะขึ้นภาษีนำเข้าสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมจากจีนถึงร้อยละ 60 และจากประเทศอื่นร้อยละ 10-20 (ศุภสิน อธิพิทักษ์วงศ์, 2568) สงครามทางเศรษฐกิจดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อราคาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีและน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาเพิ่มขึ้นร้อยละ 45-65 ระหว่างปี 2565-2566 รวมถึงผลกระทบจากสงครามรัสเซีย-ยูเครนที่ทำให้ห่วงโซ่อุปทานปัจจัยการผลิตเกิดความผันผวนอย่างมีนัยสำคัญ (World Bank, 2024)

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคใหม่ที่ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของอาหาร ผลิตภัณฑ์ออร์แกนิก และความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เป็นแรงกระตุ้นให้ภาคธุรกิจเกษตรระดับโลกจำเป็นต้อง

ปรับตัวเพื่อให้สอดคล้องกับบริบทการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (Bulut et al., 2021) ยิ่งไปกว่านั้นวิกฤตการณ์การระบาดของโควิด-19 ได้ตอกย้ำให้เห็นถึงความเสี่ยงของระบบอาหารโลกและความจำเป็นในการสร้างความยืดหยุ่นให้กับห่วงโซ่อุปทานการเกษตรอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะปัญหาการพึ่งพาการนำเข้าปัจจัยการผลิตจากแหล่งเดียวและความไม่พร้อมของระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานในหลายประเทศ (van Bussel et al., 2022) รวมทั้งการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี ต้องใช้เวลาและทรัพยากรที่สูง (Srivetbodee & Igel, 2021) นอกจากนี้การแข่งขันที่รุนแรงในตลาดโลกก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ผลักดันให้ผู้ประกอบการต้องพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุน เพื่อให้สามารถรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันได้ในระยะยาว (Gadanakis, 2024; United Nations Environment Programme, 2024)

ธุรกิจเกษตร (Agribusiness) หมายถึงกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่ประกอบด้วย การผลิต การแปรรูปหรือการอุตสาหกรรม และการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ปศุสัตว์และป่าไม้ ทั้งเพื่อวัตถุประสงค์ด้านอาหารและนอกเหนือจากอาหาร (Rosete, 2020) ปัจจุบันธุรกิจเกษตรไทยมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ โดยมีมูลค่ารวม 1.72 ล้านล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 8.71 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ โดยสามารถจำแนกโครงสร้างการผลิตออกเป็น 3 ภาคหลัก ได้แก่ ภาคการผลิตพืช (ร้อยละ 68) ภาคปศุสัตว์ (ร้อยละ 13) และภาคประมง (ร้อยละ 15) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2568)

ภาคเกษตรไทยเผชิญปัญหาโครงสร้างพื้นฐานที่ล้าหลัง โดยเฉพาะระบบบริหารจัดการน้ำชลประทานที่ยังไม่เพียงพอ ส่งผลให้เกษตรกรประสบปัญหาภัยแล้งและน้ำท่วมสลับกัน ประกอบกับต้นทุนการผลิตที่สูง โดยเฉพาะค่าปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งไม่สอดคล้องกับราคาผลผลิตเกษตรที่ลดลง นอกจากนี้ยังเผชิญปัญหาการขาดแคลนแรงงาน โดยเฉพาะเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ ขณะที่คนรุ่นใหม่ไม่สนใจประกอบอาชีพเกษตรกรรม เนื่องจากรายได้จากภาคเกษตรไม่เท่ากับภาคอื่น ๆ (Meechoovet & Siriwato, 2023)

นอกจากนี้ภาคเกษตรไทยได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายนอกหลายประการ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อปัจจัยสำคัญในการผลิตเกษตร เช่น ปริมาณฝน ความหลากหลายทางชีวภาพ และการระบาดของโรคพืช การเปลี่ยนแปลงด้านการค้าและกฎหมาย รวมถึงวิกฤตเศรษฐกิจโลกและการแข่งขันที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระเบียบการจัดการเศรษฐกิจของแต่ละประเทศ นอกจากนี้การเติบโตของประชากรโลกที่เร่งขึ้นอย่างรวดเร็วส่งผลให้เกิดแรงกดดันต่อภาคเกษตรในการผลิตผลผลิตที่สูงขึ้น (دنุวัศ สาคกริก และ ปันนดา จันทรสุกรี, 2018, 57-85) ในขณะเดียวกันภาคเกษตรไทยยังต้องเผชิญกับปัจจัยภายนอกที่ทำทลายด้านอื่น ๆ เช่น สงครามรัสเซีย-ยูเครนที่ทำให้ราคาปุ๋ยและน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และสงครามการค้าระหว่างสหรัฐฯ-จีนที่กระทบต่อการส่งออกสินค้าเกษตรไทย (ศุภสิน อธิพิพัทธ์วงศ์, 2568) วิกฤตโควิด-19 ได้เผยให้เห็นความเสี่ยงของห่วงโซ่อุปทานเกษตรไทยจากการพึ่งพาการนำเข้าปัจจัยการผลิตจากต่างประเทศในสัดส่วนสูง ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นและเกิดปัญหาขาดแคลนในช่วงวิกฤต (เสาวณี จันทะพงษ์ และอโนทัย พุทธาร, 2023) ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคใหม่ที่สำคัญกับ

ความปลอดภัยของอาหารมากขึ้น (ชัยวัช โสวเจริญสุข, 2565) รวมถึงการแข่งขันในตลาดโลกที่รุนแรงขึ้นจากประเทศเพื่อนบ้านที่มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ทำให้สินค้าเกษตรไทยสูญเสียส่วนแบ่งตลาดในผลิตภัณฑ์หลักอย่างข้าว ยางพารา และผลไม้แปรรูป (วิชญ์ อรรถวานิช, 2565) ปัญหาเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการปฏิรูปโครงสร้างภาคเกษตรไทยให้สามารถปรับตัวและแข่งขันได้อย่างยั่งยืนในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ความท้าทายเหล่านี้ทำให้การเปลี่ยนผ่านสู่ยุคเกษตร 6.0 กลายเป็นความจำเป็นเร่งด่วนมากกว่าทางเลือก โดยแนวคิดเกษตร 6.0 มุ่งเน้นการสร้างระบบเกษตรกรรมที่มีความยืดหยุ่น (Resilient) ยั่งยืน (Sustainable) และสามารถปรับตัวได้ (Adaptive) ผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ระบบตรวจสอบย้อนกลับ การเกษตรแม่นยำระดับโมเลกุล และเศรษฐกิจหมุนเวียนที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (Schattman et al., 2023) ท่ามกลางความท้าทายเหล่านี้ การก้าวเข้าสู่ยุค 'เกษตร 6.0' จึงถือเป็นจุดเปลี่ยนที่สำคัญของภาคเกษตรไทย แนวคิดเกษตร 6.0 เป็นการต่อยอดจากยุคเกษตร 5.0 โดยมุ่งแก้ไขข้อจำกัดของยุคก่อนหน้าด้วยการผสมผสานเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ของเครื่อง และระบบอัตโนมัติขั้นสูงเข้ากับแนวคิดการเกษตรยั่งยืนและเศรษฐกิจหมุนเวียน เพื่อสร้างสมดุลระหว่างการผลิต การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ โดยบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล การเกษตรแม่นยำสูง ระบบตรวจสอบย้อนกลับ และแนวทางการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน (Neves et al., 2024)

สำหรับประเทศไทย การเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 จึงไม่เพียงแต่เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเท่านั้น แต่เป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับความท้าทายในอนาคต การสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และการตอบสนองต่อความต้องการของตลาดโลกที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทั้งหมดนี้จะเป็นกุญแจสำคัญในการทำให้ธุรกิจเกษตรไทยสามารถแข่งขันได้ในระดับสากลและสร้างความยั่งยืนในระยะยาว

วัตถุประสงค์ (Objectives)

1. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในภาคเกษตรกรรมจากยุคเกษตร 5.0 สู่ เกษตร 6.0
2. การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและแนวทางการพัฒนาธุรกิจเกษตรในยุคเกษตร 6.0
3. แนวโน้ม โอกาสทางธุรกิจและแนวทางการปรับตัวของผู้ประกอบการและเกษตรกรในยุคเกษตร 6.0
4. กรอบแนวทางการพัฒนา โครงสร้างพื้นฐาน ทรัพยากรมนุษย์ และนโยบายที่จำเป็นสำหรับการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0

ขอบเขตเนื้อหา (Scope of Study)

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์แนวโน้มและโอกาสทางธุรกิจเกษตรในบริบทของประเทศไทย โดยใช้กรอบเวลาการศึกษาย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2558-2568) เพื่อติดตามพัฒนาการทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของตลาด และนโยบายที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคต 10 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2569-2579) โดยพิจารณาจากปัจจัยขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงสำคัญ 3 ประการ คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตร การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของอาหารและความยั่งยืนมากขึ้น และสงครามการค้าระหว่างประเทศรวมถึงการแข่งขันที่รุนแรงในตลาดโลกที่ส่งผลต่อการส่งออกสินค้าเกษตรไทย นอกจากนี้การศึกษายังพิจารณาการเชื่อมโยงกับนโยบายเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) ของรัฐบาลไทย และยุทธศาสตร์การเกษตรและสหกรณ์ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) เพื่อให้การวิเคราะห์สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศ

ขอบเขตเนื้อหาที่ศึกษา

การศึกษานี้นำเสนอกรอบแนวทางการเปลี่ยนผ่านจากเกษตร 5.0 สู่เกษตร 6.0 ในบริบทเกษตรกรรมไทย ผ่านการวิเคราะห์ 5 ประเด็นหลัก ประเด็นแรกสำรวจหลักปฏิบัติสำคัญของเกษตร 6.0 ได้แก่ ระบบเกษตรกรรมเพื่อการฟื้นฟู เศรษฐกิจหมุนเวียน การปฏิบัติทางชีวภาพ การพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพ และระบบคาร์บอนเครดิต ประเด็นที่สองใช้เครื่องมือ SWOT Analysis และ TOWS Matrix ในการประเมินสภาพแวดล้อมการแข่งขันและกำหนดกลยุทธ์การพัฒนา ประเด็นที่สามวิเคราะห์แนวโน้มและโอกาสทางธุรกิจจากการเติบโตของตลาดอาหารออร์แกนิก เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ และเศรษฐกิจคาร์บอน พร้อมแนวทางการปรับตัวของผู้ประกอบการ ประเด็นที่สี่กำหนดกรอบการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ทรัพยากรมนุษย์ และนโยบายสนับสนุน ประเด็นสุดท้ายสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ผ่านแนวคิดการบูรณาการห่วงโซ่คุณค่าคู่ขนาน และเสนอกลไกการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่าน 3 มิติ ได้แก่ กลไกเทคโนโลยีและนวัตกรรม กลไกตลาดและการเงิน และกลไกนโยบายและสถาบัน การศึกษานี้ให้ข้อเสนอเชิงนโยบายที่สำคัญสำหรับการพัฒนาเกษตรกรรมไทยอย่างยั่งยืนในยุคเกษตร 6.0

กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและระเบียบวิธีวิจัย (Conceptual Framework)

การศึกษานี้อาศัยกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการแบบ Research-Based Approach ที่ผสมผสานทฤษฎีหลักสาขา ได้แก่ ทฤษฎีระบบนิเวศนวัตกรรมเกษตร (Agricultural Innovation Ecosystem Theory) ของ Pigford et al. (2018) ซึ่งเน้นการพัฒนา นวัตกรรมผ่านการเชื่อมโยงระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระบบเกษตร ทฤษฎีการเปลี่ยนผ่านเชิงสังคม-เทคนิค (Socio-Technical Transition Theory) ของ Geels (2019) ที่อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงระบบเทคโนโลยีขนาดใหญ่ และทฤษฎีระบบนิเวศนวัตกรรม (Innovation Ecosystem Theory) ของ Adner & Kapoor (2016; 625-648) ที่มุ่งเน้นการบูรณาการความร่วมมือระหว่างองค์กรต่าง ๆ

กรอบการวิเคราะห์หลายระดับในการศึกษานี้แบ่งออกเป็นสามระดับหลัก ได้แก่ ระดับจุลภาค (Micro Level) ที่ศึกษานวัตกรรมและการปรับตัวของเกษตรกรและผู้ประกอบการรายย่อย ครอบคลุมการนำเทคโนโลยีมาใช้ การปรับปรุงกระบวนการผลิต และการพัฒนาทักษะ ระดับกลาง (Meso Level) ที่วิเคราะห์ระบบนิเวศทางธุรกิจและห่วงโซ่มูลค่า รวมถึงการเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิต ผู้แปรรูป ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค และระดับมหภาค (Macro Level) ที่พิจารณาบริบทเชิงนโยบาย แนวโน้มตลาดโลก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และกรอบกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ในด้านระเบียบวิธีวิจัย การศึกษาใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงคุณภาพผ่านการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Literature Review) โดยรวบรวมข้อมูลทฤษฎีจากแหล่งข้อมูลหลักสี่ประเภท ประกอบด้วย บทความวิชาการจากฐานข้อมูลนานาชาติ เช่น ScienceDirect, Scopus, Web of Science ในช่วง 10 ปีย้อนหลัง (2015-2024) รายงานการวิจัยจากสถาบันวิจัยและองค์กรระหว่างประเทศ เช่น FAO, World Bank, McKinsey Global Institute และเอกสารเชิงนโยบายจากหน่วยงานภาครัฐไทย เช่น ยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ระยะ 20 ปี แผนแม่บทเศรษฐกิจ BCG รวมทั้งข้อมูลจากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการผ่านวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงคุณภาพ (Qualitative Content Analysis) การวิเคราะห์ SWOT และ TOWS Matrix เพื่อประเมินศักยภาพและข้อจำกัดของธุรกิจเกษตรไทย โดยมุ่งเน้นการสังเคราะห์องค์ความรู้เพื่อนำเสนอภาพรวมของการพัฒนาและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านของภาคเกษตรไทยสู่ยุคเกษตร 6.0 อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ผลการศึกษา (Results)

1. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในภาคเกษตรกรรมจากยุคเกษตร 5.0 สู่ เกษตร 6.0

การพัฒนาด้านการเกษตรได้ก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันในยุคของเกษตรกรรม 5.0 ที่มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะและระบบอัตโนมัติ (Ahmad & Nabi, 2021) อย่างไรก็ตามความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้นได้นำไปสู่การพัฒนาแนวคิดเกษตรกรรม 6.0 ที่บูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศ (Neves et al., 2023) ในส่วนของเกษตรกรรม 5.0 ได้วางรากฐานสำคัญด้านเทคโนโลยีการเกษตร โดยนำระบบอัตโนมัติ ปัญญาประดิษฐ์ และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ ในการเกษตร (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020) นอกจากนี้ได้มีการประยุกต์ระบบเซ็นเซอร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงเพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถติดตามและควบคุมการผลิตได้อย่างแม่นยำ ในขณะที่มีการนำหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติมาเพื่อช่วยลดการพึ่งพาแรงงานและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (Liu et al., 2020) สำหรับเกษตรกรรม 6.0 นั้นได้ต่อยอดพัฒนาการดังกล่าว โดยนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างระบบการผลิตที่ยั่งยืนมากขึ้น แนวคิดหลักเกษตรกรรม 6.0 ประกอบด้วยระบบเกษตรฟื้นฟูที่ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ ของดินและความหลากหลายทางชีวภาพ (Schattman et al., 2023) เศรษฐกิจหมุนเวียนที่ลดของเสียและใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (Kristoffersen et al., 2021) การปฏิวัติทางชีวภาพที่พัฒนาวิธีการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการพัฒนาพลังงานชีวภาพและตลาดคาร์บอนเครดิต (Antar et al.,

2021) ดังนั้น การเชื่อมโยงระหว่างสองยุคสมัยนี้เห็นได้ชัดจากการที่เทคโนโลยีในเกษตรกรรม 5.0 เป็นเครื่องมือสำคัญใน การขับเคลื่อนเป้าหมายความยั่งยืนของเกษตรกรรม 6.0 ตัวอย่างเช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์และการวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร การใช้เซ็นเซอร์และระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการติดตามและรับรองมาตรฐานความยั่งยืน ด้วยเหตุนี้การพัฒนาสู่ เกษตรกรรม 6.0 จะส่งผลกระทบสำคัญต่อภาคการเกษตรในอนาคต (Maffezzoli et al., 2022; Neves et al., 2023) ทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การสร้างมูลค่าเพิ่มผ่านตลาดสีเขียว และการพัฒนานวัตกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังส่งเสริมการสร้างร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่างๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Avery et al., 2020) ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในระยะเริ่มต้น ของการเปลี่ยนผ่าน โดยมีผู้นำการเปลี่ยนแปลง (Change Agents) เป็นผู้ประกอบการรายใหญ่และเกษตรกร รุ่นใหม่ที่มีความพร้อมด้านเทคโนโลยีและเงินทุน แต่การขยายผลสู่เกษตรกรรายย่อยซึ่งเป็นฐานสำคัญของภาค เกษตรไทยยังมีความท้าทาย โดยสรุปความสำเร็จของการเปลี่ยนผ่านนี้จะขึ้นอยู่กับ การสนับสนุนจากทั้งภาครัฐ และเอกชน การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและบุคลากร ตลอดจนการสร้าง ความตระหนักและการยอมรับจาก ผู้บริโภค (Bulut et al., 2021) การบูรณาการระหว่างเทคโนโลยีและความยั่งยืนในเกษตรกรรม 6.0 จะเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างระบบอาหารที่มั่นคงและยั่งยืนสำหรับอนาคต

1.1 แนวคิดและหลักการของเกษตร 6.0

เกษตร 6.0 เป็นการพัฒนาต่อยอดจากเกษตร 5.0 ที่มุ่งเน้นการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล การเกษตร แม่นยำสูง และแนวทางการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างสมดุลระหว่างการผลิต การอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ (Neves et al., 2023) แนวคิดนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาความท้าทายหลายประการที่ภาคเกษตรไทยกำลังเผชิญ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ ข้อจำกัดด้านทรัพยากร และความต้องการอาหารที่เพิ่มขึ้นตามการเติบโตของประชากร (Walter & Herther, 2017) สำหรับประเทศไทย เกษตร 6.0 สามารถนำมาประยุกต์เข้ากับโมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio Circular-Green Economy) ที่มุ่งสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจโดยใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างคุ้มค่า ลดของเสียผ่านระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน และรักษาสมดุลสิ่งแวดล้อมด้วยการพัฒนาที่เป็นมิตรต่อธรรมชาติที่เกี่ยวข้อง (National Science and Technology Development Agency, 2021) เกษตร 6.0 ในบริบทไทยในอนาคตควรมุ่งเน้นห้าแนวปฏิบัติหลัก ได้แก่ (1) ระบบเกษตรกรรมเพื่อการฟื้นฟู (2) เศรษฐกิจหมุนเวียน (3) การปฏิบัติทางชีวภาพ (4) เชื้อเพลิงชีวภาพและพลังงานชีวภาพ และ (5) คาร์บอนเครดิต (Schattman et al., 2023; Kristoffersen et al., 2021) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 ระบบเกษตรกรรมเพื่อการฟื้นฟู (Regenerative Agriculture)

แนวทางการทำเกษตรเพื่อการฟื้นฟูได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา (Schattman et al., 2023) แนวทางนี้เป็นการทำเกษตรแบบบูรณาการ ที่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน การกักเก็บคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศ การรักษาคุณภาพน้ำ การอนุรักษ์และ

ขยายความหลากหลายทางชีวภาพ ตลอดจนการยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร (Lal, 2020) ดังนั้นระบบเกษตรกรรม เพื่อการฟื้นฟูนอกจากจะมีศักยภาพในการผลิตอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันก็ลดผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อระบบนิเวศ รูปแบบการผลิตนี้ช่วยฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม ทำให้ภาคเกษตรกรรมเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม แทนที่จะเป็นตัวการสร้างปัญหาดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (Schattman et al., 2023) แนวคิดนี้ครอบคลุมเทคนิคการเกษตรต่างๆ ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการจัดการผลผลิตอย่างมีจิตสำนึก ตัวอย่างเช่น การปลูกพืชหมุนเวียนหรือการปลูกพืชหลายชนิดสลับกัน ในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งเป็นหลักการสำคัญในการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ นอกจากนี้ยังช่วยลดผลกระทบจากการปลูกพืชเชิงเดี่ยว เช่น การเสื่อมโทรมของดินทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ รวมถึงการระบาดของศัตรูพืช (Giller et al., 2021)

1.1.2 เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

เศรษฐกิจหมุนเวียนมองระบบการผลิตในรูปแบบวัฏจักร โดยมุ่งเน้นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ ด้วยการลดของเสียและเปลี่ยนจากการทิ้งเป็นการนำกลับมาใช้ใหม่ (Kristoffersen et al., 2021) แนวปฏิบัติ นี้เป็นกลยุทธ์ที่ช่วยยกระดับประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจและลดความเสียหายที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรและ การกำจัดของเสีย (Velasco-Muñoz et al., 2022) นอกจากนี้ยังช่วยแปรูปสิ่งที่แต่เดิมถูกทิ้งในสิ่งแวดล้อมให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น ปุ๋ยชีวภาพ และพลังงานชีวภาพ (Aznar-Sánchez et al., 2020) ดังนั้น แนวปฏิบัติของเศรษฐกิจหมุนเวียนจึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อการดำเนินธุรกิจ ในหลายด้าน ได้แก่ การจัดการ ต้นทุน ห่วงโซ่อุปทาน การควบคุมคุณภาพ การจัดการสิ่งแวดล้อม การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ การจัดการโลจิสติกส์ การบริการ และการวิจัยและพัฒนา การนำหลักการหมุนเวียนมาใช้ในการวางแผนเชิงกลยุทธ์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับองค์กร เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายทางเศรษฐกิจที่ยั่งยืน สำหรับประเทศไทยในอนาคตความสำเร็จของเกษตร 6.0 ขึ้นอยู่กับการบูรณาการห่วงโซ่คุณค่าสองระบบที่ดำเนินไปพร้อมกัน ได้แก่ 1) ห่วงโซ่คุณค่าดั้งเดิม (conventional value chain) ที่มุ่งเน้นการผลิตและจำหน่ายผลผลิตทางการเกษตร และ 2) ห่วงโซ่คุณค่าเชิงนิเวศ (ecological value chain) ที่มุ่งเน้นการสร้างประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม เช่น การกักเก็บคาร์บอน การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการฟื้นฟูระบบนิเวศ การบูรณาการห่วงโซ่คุณค่าคู่ขนานนี้เป็นจุดเปลี่ยนสำคัญที่แตกต่างจากยุคเกษตรกรรมก่อนหน้านี้ ซึ่งเน้นเพียงห่วงโซ่ คุณค่าดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่าประเทศที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเกษตรแบบยั่งยืน เช่น เนเธอร์แลนด์ และเดนมาร์ก มีกลไกทางการตลาดและนโยบายที่สนับสนุนให้เกิดการบูรณาการทั้งสองห่วงโซ่ คุณค่า เช่น ระบบการซื้อขายคาร์บอนเครดิต การจ่ายค่าตอบแทนสำหรับบริการทางนิเวศ (Payment for Ecosystem Services) และการรับรองมาตรฐานความยั่งยืน (Herrero et al., 2021)

1.1.3 การปฏิวัติทางชีวภาพ (Bio Revolution)

วิทยาศาสตร์ชีวภาพกำลังก้าวขึ้นมาเป็นกำลังสำคัญในการแก้ไขปัญหาระบบการผลิตในปัจจุบัน ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่หลากหลาย ทั้งเทคโนโลยีชีวภาพ ชีววิทยาสังเคราะห์

การศึกษาจีโนมของสิ่งมีชีวิตและการแก้ไขยีน ตลอดจนการพัฒนาชีวภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งล้วนมีส่วนช่วยในการแก้ไขปัญหาระดับโลกที่เรากำลังเผชิญอยู่ (Chui et al., 2023) ดังนั้นแนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพได้เข้ามามีบทบาทสำคัญ โดยครอบคลุม สามมิติหลัก ได้แก่ นิเวศวิทยาชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ และทรัพยากรชีวภาพ มิติแรกมุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ทั้งในแง่รูปแบบการผลิต พฤติกรรมผู้บริโภคและวัฒนธรรมสมัยใหม่ เพื่อสร้าง จิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการอยู่ร่วมกันอย่างกลมกลืนระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ในขณะที่มิติด้านเทคโนโลยีชีวภาพให้ความสำคัญกับการวิจัยและพัฒนาในสาขาต่าง ๆ ทั้งวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชีวเคมี ชีวฟิสิกส์ พันธุศาสตร์ และนาโนเทคโนโลยี โดยไม่ได้มองธรรมชาติเป็นเพียงทรัพยากรที่ถูกบริโภค แต่เป็นรากฐานสำหรับการสร้างสรรค์นวัตกรรมและบริการใหม่ๆ (Vargas et al, 2023) ในปัจจุบันความก้าวหน้าของชีววิทยาสังเคราะห์ โดยเฉพาะเทคนิคการแก้ไขยีนอย่าง CRISPR กำลังเปิดโอกาสใหม่ ๆ ที่ก้าวไกลกว่าการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์แบบดั้งเดิม วิศวกรรมพันธุกรรมทำให้เราสามารถออกแบบและปรับแต่งสิ่งมีชีวิตให้มีคุณสมบัติที่ต้องการนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และใช้ทรัพยากรน้อยลง (Goold et al., 2018) สำหรับในด้านทรัพยากรชีวภาพ มีการพัฒนาปัจจัยการผลิตทางชีวภาพเพื่อทดแทนสารเคมีจากฟอสซิล โดยเฉพาะการวิจัยเกี่ยวกับจุลินทรีย์อเนกประสงค์ที่มีประโยชน์ต่อภาคเกษตร (Gómez-Godínez et al., 2021) ปัจจัยการผลิตทางชีวภาพเหล่านี้มีประโยชน์หลายด้าน ทั้งการเพิ่มการเจริญเติบโตของราก การปรับปรุงการดูดซึมน้ำ การพัฒนาคุณภาพดิน การลดการใช้ปุ๋ยเคมี การเสริมสร้างภูมิคุ้มกันพืช และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาสารเคมีกำจัดศัตรูพืช การปฏิวัติทางชีวภาพนี้กำลังสร้างการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในภาคเกษตรทั้งในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว นำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและการพัฒนาที่ยั่งยืนมากขึ้น พร้อมทั้งเปิดโอกาสใหม่ ๆ ในการแก้ไขปัญหาความท้าทายด้านการเกษตรและสิ่งแวดล้อมที่โลกกำลังเผชิญอยู่

1.1.4 เชื้อเพลิงชีวภาพและพลังงานชีวภาพ (Biofuel and Bioenergy)

ในยุคที่โลกกำลังเผชิญกับวิกฤตการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พลังงานชีวมวลและเชื้อเพลิงชีวภาพได้รับความสนใจอย่างมากในฐานะทางเลือกที่ยั่งยืนทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คิดเป็นร้อยละ 14 ของการใช้พลังงานทั่วโลก และร้อยละ 38 ในประเทศ กำลังพัฒนา (Siwal et al., 2022) ชีวมวลสามารถแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงได้หลายรูปแบบผ่านกระบวนการทาง เคมีความร้อนและชีวเคมี เช่น การเผาไหม้โดยตรง การแปรสภาพด้วยความร้อน การผลิตก๊าซชีวภาพ และการหมัก โดยวัตถุดิบหลักมาจากเศษวัสดุการเกษตร ป่าไม้ ขยะอินทรีย์ และพืชพลังงาน (Mignogna et al., 2023) ในการแปรรูปชีวมวลให้เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพแบ่งได้เป็น 4 รุ่น ได้แก่ รุ่นที่ 1 ผลิตจากพืชอาหาร รุ่นที่ 2 ผลิตจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร รุ่นที่ 3 ผลิตจากสาหร่าย และรุ่นที่ 4 ใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม เอทานอลชีวภาพและไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดในภาคขนส่ง โดยสหรัฐอเมริกาและ บราซิลเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุด (Deshpande et al., 2023) อย่างไรก็ตาม การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นที่ 1 ได้รับการวิพากษ์วิจารณ์ในประเด็นการแข่งขันกับการผลิตอาหาร จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีรุ่นที่ 2 - 4 ที่ใช้ วัตถุดิบที่ไม่ใช่อาหารแทน ก๊าซชีวภาพจากการย่อยสลายแบบไร้อากาศเป็นอีก

ทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจาก สามารถผลิตได้จากของเสียอินทรีย์หลากหลายประเภท และยังได้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นผลพลอยได้ (Feng & Rosa, 2024) นอกจากนี้การปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพให้เป็นไบโอมีเทนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงก๊าซธรรมชาติ ช่วยเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ แม้เทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพจะมีศักยภาพสูง แต่ยังมีความท้าทายที่ต้องพัฒนา เช่น ประสิทธิภาพการผลิต ต้นทุน และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ทั้งนี้ การบูรณาการเทคโนโลยี สมัยใหม่ เช่น การรับรู้ระยะไกล และบล็อกเชน จะช่วยเพิ่มความแม่นยำและความโปร่งใสในการซื้อขาย คาร์บอนเครดิต นำไปสู่การเปลี่ยนผ่านสู่พลังงานที่ยั่งยืนในอนาคต (Chopra et al., 2024)

1.1.5 คาร์บอนเครดิต (Carbon Credits)

การจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นความท้าทายระดับโลกที่ทุกภาคส่วนต้องร่วมมือกันแก้ไข หนึ่งในเครื่องมือสำคัญคือระบบคาร์บอนเครดิต ซึ่งเป็นใบอนุญาตที่สามารถซื้อขายได้ โดย 1 คาร์บอนเครดิต เทียบเท่ากับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 ตัน แนวคิดนี้เริ่มต้นจากพิธีสารเกียวโตและได้รับการเสริมความเข้มแข็งผ่านข้อตกลงปารีส เพื่อควบคุมและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนทั่วโลกผ่านกลไกตลาด (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015) การใช้ตัวชี้วัดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่ง หมายถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงเป็น ประเด็นที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ในส่วนของภาคการเกษตรมีบทบาทสำคัญในประเด็นนี้ เนื่องจากเป็นทั้งแหล่ง ปล่อยและดูดซับก๊าซเรือนกระจก โดยมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณร้อยละ 10-12 ของการปล่อยทั้งหมดที่เกิดจากมนุษย์ (Benbi, 2017) สาเหตุหลักมาจากการตัดไม้ทำลายป่า การเสื่อมโทรมของดิน การผลิตปศุสัตว์ และการใช้ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 75 จาก 19,340 กิกะกรัมต่อปีในปี 2011 เป็น 33,834 กิกะกรัมในปี 2020 (Deshpande et al., 2023) อย่างไรก็ตาม ภาคเกษตรก็มีศักยภาพอย่างมากในการแก้ปัญหา ผ่านการทำ “เกษตรคาร์บอน” ซึ่งเป็นการทำเกษตรที่ช่วยลด การปล่อยหรือเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินและพืช เกษตรกรที่ปรับเปลี่ยนมาใช้วิธีการนี้สามารถสร้างคาร์บอนเครดิตและขายในตลาดคาร์บอน เป็นรายได้เสริมนอกเหนือจากการขายผลผลิต ขณะเดียวกันองค์กร ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกินขีดจำกัดก็สามารถซื้อคาร์บอนเครดิตเพื่อชดเชยการปล่อยส่วนเกินได้ สร้างระบบ ที่เป็นประโยชน์ทั้งต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ

1.2 การพัฒนาเกษตร 6.0 ในต่างประเทศ

1.2.1 ภาพรวมการพัฒนาเกษตร 6.0 ในระดับโลก

การเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 เกิดขึ้นอย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยมีปัจจัยขับเคลื่อนหลักจากความจำเป็นในการเพิ่มผลผลิตอาหาร ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลง การศึกษาล่าสุดพบว่าการเปลี่ยนผ่านจากเกษตรแบบดั้งเดิมสู่เกษตรยั่งยืน ซึ่งตรงกับแนวทางของเกษตร 6.0 สามารถสร้างประโยชน์สุทธิมูลค่าสูงถึง 50 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในช่วงปี 2022-2050 ทั้งยังช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ และลดมลพิษทางอากาศ (United Nations Environment Programme, 2024)

1.2.2 ประสบการณ์จากประเทศผู้นำด้านเทคโนโลยี

1) ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน

ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้พัฒนาตลาดเกษตรแม่นยำที่เติบโตด้วยอัตรา 12.6% ต่อปี ระหว่างปี 2022-2030 โดยรัฐบาลมีการลงทุนอย่างหนักในโครงการ “Digital Agriculture” และแผน “Made in China 2025” เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าอาหาร บริษัทจีนเช่น DJI ผู้ผลิตโดรนรายใหญ่ที่สุดในโลก และ XAG ที่พัฒนาโซลูชันเกษตรแม่นยำขั้นสูง รวมถึงรถแทรกเตอร์อัตโนมัติ และการวิเคราะห์พืชผลด้วย AI ในปี 2020 นอกจากเทคโนโลยีข้างต้น จีนได้ริเริ่มแผนการเปลี่ยนผ่านเกษตรสู่การพัฒนาสีเขียว (Agriculture Green Development: AGD) อย่างเป็นระบบตั้งแต่ปี 2015 โดยมีเป้าหมายสำคัญ 3 ประการ คือ ความมั่นคงทางอาหาร การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการรักษาสีเขียว กิจกรรมหลักที่ดำเนินการรวมถึงการพัฒนาแบบตัวชี้วัดแบบ “เป้าหมาย-เกณฑ์” ที่ครอบคลุม 3 มิติสำคัญ ได้แก่ มิติเศรษฐกิจ-สังคม มิติการผลิตอาหาร และมิติสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งมี 10 มิติย่อยเพื่อติดตามและประเมินผลการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ผลความสำเร็จที่เห็นได้ชัดคือ คะแนน AGD ของจีนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 40 คะแนนในช่วงปี 1997-2010 เป็น 46.3 คะแนนในช่วงปี 2011-2020 โดยทุกมิติมีการปรับปรุงเพิ่มขึ้น 5.3-25.0% แสดงให้เห็นว่าจีนได้เปลี่ยนจากการวางแผนการปฏิบัติจริงผ่านการดำเนินนโยบายและโครงการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่สมดุลและยั่งยืนในระยะยาว แนวทางนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการผสมผสานการรักษาสีเขียวกับการพัฒนาเศรษฐกิจการเกษตรอย่างสมดุลที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง (Zhang et al., 2024)

2) ประเทศญี่ปุ่น

ญี่ปุ่นเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ โดยเฉพาะโดรนและหุ่นยนต์ โดยมีการนำเทคโนโลยีดิจิทัลขั้นสูงมาใช้ตั้งแต่ปี 2019 เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน สังคมผู้สูงอายุ และการขาดผู้สืบทอดในภาคเกษตร ตลาดเกษตรอัจฉริยะของญี่ปุ่นเติบโตด้วยอัตรา 11.8% ต่อปี โดยในปี 2023 มีการลงทุนในเทคโนโลยีเรือนกระจกอัจฉริยะมากกว่า 50 ล้านดอลลาร์ และการวิจัยพัฒนาเกษตรอัจฉริยะมากกว่า 100 ล้านดอลลาร์ บริษัทเช่น Yanmar และ Kubota เป็นผู้นำในการพัฒนาโซลูชันเกษตรอัจฉริยะ รวมถึงรถแทรกเตอร์อัตโนมัติ โดรน และระบบการตรวจสอบขั้นสูง รวมทั้งประเทศญี่ปุ่นยังเป็นต้นแบบสำคัญในการผสมผสานประเพณีการเกษตรโบราณเข้ากับเทคโนโลยีขั้นสูง (EOS Global Expansion, 2025) โดยใช้แนวทางที่เน้นคุณภาพมากกว่าปริมาณผ่านเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ เช่น เกษตรแนวตั้ง การปลูกพืชแบบไร้ดิน และระบบหุ่นยนต์เกษตรที่ดำเนินการตั้งแต่การปลูก เก็บเกี่ยว ไปจนถึงการแยกและบรรจุ (EOS Global Expansion, 2025)

การเกษตรในญี่ปุ่นเผชิญกับความท้าทายจากประชากรสูงอายุและการขาดแคลนแรงงาน แต่ได้แก้ไขด้วยการใช้เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์เพื่อใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (One Step Beyond, 2025) กระทรวงเกษตร ป่าไม้ และประมง (MAFF) มีมาตรการส่งเสริม

เกษตรยั่งยืนผ่านการจ่ายเงินโดยตรงให้เกษตรกรที่ใช้วิธีการป้องกันภาวะโลกร้อน อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และลดการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากกว่า 50% (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2024)

3) ประเทศสหรัฐอเมริกา

สหรัฐอเมริกาเน้นการพัฒนาเกษตรฟื้นฟู (Regenerative Agriculture) ซึ่งเป็นแนวทางชีวภาพที่แก้ไขปัญหาวิกฤตสภาพภูมิอากาศและระบบอาหารที่ล้มเหลว โดยใช้แนวปฏิบัติที่ดึงคาร์บอนจากอากาศและนำกลับเข้าสู่ดินเกษตร เกษตรฟื้นฟูเป็นแนวทางการจัดการที่ใช้พลังการสังเคราะห์แสงของพืชในการดักจับคาร์บอนในดินพร้อมกับปรับปรุงสุขภาพดิน เพิ่มผลผลิต และเสริมสร้างความต้านทานต่อน้ำ (Green America, 2025)

วิธีการสำคัญของเกษตรฟื้นฟูประกอบด้วย การปลูกพืชคลุมดิน การหมุนเวียนพืชผล การใช้ปุ๋ยหมัก และการลดการไถดิน (Green America, 2025) การวิจัยของ McKinsey พบว่าการใช้เทคนิคเกษตรฟื้นฟูในไร่นาข้าวโพดและถั่วเหลืองสามารถให้ผลตอบแทน 20-60 ดอลลาร์ต่อไร่ในช่วง 10 ปีแรก และหากมีการนำไปใช้ 80% สามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นถึง 250 พันล้านดอลลาร์ได้ภายใน 10 ปี (McKinsey & Company, 2024)

1.3 ความสำคัญและความจำเป็นสำหรับประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย เกษตร 6.0 สามารถนำมาประยุกต์เข้ากับโมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio Circular-Green Economy) ที่มุ่งสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจโดยใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างคุ้มค่า ลดของเสียผ่านระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน และรักษาสมดุลสิ่งแวดล้อมด้วยการพัฒนาที่เป็นมิตรต่อธรรมชาติ (National Science and Technology Development Agency, 2021) ประเทศไทยอยู่ในศูนย์กลางของโอกาสการลดคาร์บอนและศักยภาพของประเทศได้เพิ่มขึ้นมากขึ้น ประเทศสามารถจัดหาเกือบครึ่งหนึ่งของความต้องการเครดิตคาร์บอนทั่วโลกภายในปี 2030 และศักยภาพในการสร้างรายได้จากเครดิตคาร์บอนภายในสิ้นทศวรรษนี้อาจถึง 120 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับเป้าหมายของประเทศไทยในการบรรลุความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี 2050 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี 2065 (United Nations Environment Programme, 2024)

การเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 ในประเทศไทยจึงไม่เพียงแต่เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเท่านั้น แต่เป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับความท้าทายในอนาคต การสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การตอบสนองต่อความต้องการของตลาดโลกที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และการใช้ประโยชน์จากโอกาสทางการค้าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการค้าโลก ทั้งหมดนี้จะเป็นกุญแจสำคัญในการทำให้ธุรกิจเกษตรไทยสามารถแข่งขันได้ในระดับสากลและสร้างความยั่งยืนในระยะยาว

อย่างไรก็ตามการขับเคลื่อนเกษตร 6.0 ในประเทศไทยยังมีความท้าทายหลายประการ โดยเฉพาะการยกระดับความรู้และทักษะของเกษตรกร ข้อจำกัดด้านเงินทุน และการสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการพัฒนานวัตกรรม จึงจำเป็นต้องมีการบูรณาการความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน สถาบันการศึกษา และ

เกษตรกรเพื่อขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน โดยการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ
ประเทศผู้นำและปรับประยุกต์ให้เหมาะสมกับบริบทและศักยภาพของประเทศไทย

2. การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและแนวทางการพัฒนาธุรกิจเกษตรในยุคเกษตร 6.0

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางธุรกิจของธุรกิจเกษตรไทยในยุคเกษตร 6.0 ผ่านเครื่องมือการ
วิเคราะห์ SWOT ได้ถูกนำเสนอในตารางที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นปัจจัยภายในและภายนอกที่มีผลต่อการพัฒนา
ของภาคเกษตรไทย โดยข้อมูลได้มาจากการ ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการสังเคราะห์จากการ
ศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 1

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางธุรกิจของธุรกิจเกษตรไทยในยุคเกษตร 6.0

	ปัจจัยภายใน	ปัจจัยภายนอก
ด้านบวก	จุดแข็ง (Strengths) S1. ประเทศไทยมีทรัพยากรธรรมชาติและสภาพ ภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการทำ การเกษตร ทำให้สามารถผลิตพืชผลได้หลากหลายและมีคุณภาพ (United Nations Environment Programme, 2024) S2. เกษตรกรมีองค์ความรู้และภูมิปัญญา ด้าน การเกษตรที่สั่งสมมายาวนานที่ สามารถผสมผสาน กับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ได้อย่างลงตัว (กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์, 2568) S3. ประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์ของ ทรัพยากร การผลิตทางการเกษตรซึ่งเป็น ฐานสำคัญของการ พัฒนาเศรษฐกิจ ชีวภาพ (Fielding, & Aung, 2018)	โอกาส (Opportunities) O1. แนวโน้มความต้องการอาหารปลอดภัย อาหาร แห่งอนาคต และ ผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ที่เพิ่ม สูงขึ้นทั้งในและต่างประเทศที่ สอดคล้องกับแนวคิด การพัฒนาเศรษฐกิจ BCG (United Nations Environment Programme, 2024) O2. ความก้าวหน้าของการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัล และระบบเกษตร อัจฉริยะที่สามารถนำมาช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน และสร้างมูลค่าเพิ่ม ให้ผลิตภัณฑ์ (Srivetbodee & Igel, 2021) O3. นโยบายภาครัฐที่สนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจ BCG ระยะ 2564-2570 โดยมุ่งเป้า ด้านเกษตรและอาหาร การแพทย์และ สุขภาพ พลังงานและวัสดุชีวภาพ และการท่องเที่ยว (National Science and Technology Development Agency, 2021) O4. ตลาดคาร์บอนเครดิตและพลังงานชีวภาพมี แนวโน้มเติบโตที่ สูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการสนับสนุน การพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืนและลด ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม (The Nation, 2025) O5. โอกาสจากการปรับโครงสร้างห่วงโซ่อุปทานโลก อันเนื่องมาจาก สงครามการค้าสหรัฐ-จีน ที่เปิดช่องให้ไทยขยายส่วนแบ่งตลาด ส่งออกสินค้าเกษตรไปยังจีนและตลาดอื่น ๆ (ศุภสิน อธิพิทักษ์วงศ์, 2568) O6. โอกาสความร่วมมือด้านเทคโนโลยีและการถ่ายทอดองค์ความรู้ จากประเทศผู้นำ เช่น ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น และ สหรัฐอเมริกา ในด้านเกษตรอัจฉริยะและการจัดการทรัพยากร (United Nations Environment Programme, 2024)

ตารางที่ 1

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางธุรกิจของธุรกิจเกษตรไทยในยุคเกษตร 6.0 (ต่อ)

	ปัจจัยภายใน	ปัจจัยภายนอก
ด้านลบ	จุดอ่อน (Weaknesses) W1. เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ และทักษะในการใช้และการเข้าถึง เทคโนโลยีดิจิทัลและ นวัตกรรม การเกษตรสมัยใหม่ (Klayson & Jirakajohnkool, 2022) W2. เกษตรกรโดยเฉพาะรายย่อยมี ข้อจำกัดด้าน เงินทุนในการลงทุน เทคโนโลยีและนวัตกรรม ทางด้าน การเกษตร (Meechoovet & Siriwato, 2023) W3. เกษตรกรรายย่อยที่มีพื้นที่ถือครอง น้อย ทำให้ผลผลิตต่อรายมีต่ำ และมี ข้อจำกัดในการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบ เกษตรยั่งยืนเนื่องจากการ ขาดอำนาจใน การ ต่ อ ร อ ง แ ล ะ ก า ร เ ข้ า ถึ ง ตลาด (United Nations Environment Programme, 2024)	อุปสรรค (Threats) T1. ความไม่มั่นคงด้านอาหารอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นตามการ เติบโตของประชากรโลก (FAO, 2024) T2. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงส่งผลกระทบ โดยตรงต่อผลผลิต และความมั่นคงทางอาหาร (IPCC, 2023) T3. การแข่งขันที่รุนแรงในตลาดโลกโดยเฉพาะจาก ประเทศที่มี ต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า และมีการกีดกันทางการค้าในรูปแบบของ มาตรฐานสินค้าเกษตร (Gadanakis, 2024; United Nations Environment Programme, 2024) T4. การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี ต้องใช้เวลาและ ทรัพยากรที่สูง (Srivetbodee & Igel, 2021) T5. อุปสรรคด้านการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมผู้บริโภคในตลาด สินค้าเกษตร (Bulut et al., 2021) T6. การเกิดขึ้นของสงครามการค้าระหว่างประเทศมหาอำนาจ (ศุภ สิน อิทธิพิพัทธ์วงศ์, 2568) T7. ผลกระทบจากสงครามรัสเซีย-ยูเครน (World Bank, 2024) T8. ความไม่พร้อมของระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (van Bussel et al., 2022) T9. การแข่งขันด้านเทคโนโลยีจากจีนที่มีการลงทุนขนาดใหญ่ใน โครงการ "Digital Agriculture" และ "Made in China 2025" ที่ อาจทำให้เทคโนโลยีเกษตรไทยตกขบวน (Market sand Markets, 2022) T10. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของประเทศคู่แข่งที่รวดเร็ว โดยเฉพาะญี่ปุ่นที่เติบโต 11.8% ต่อปี และได้หันที่มिनโยบาย Smart Agriculture 4.0 (Market.us, 2024)

จากการวิเคราะห์ SWOT สามารถนำมาพัฒนาเป็นกลยุทธ์ผ่านเครื่องมือ TOWS Matrix (Wehrich, 2018) ซึ่งช่วยกำหนดแนวทางการพัฒนาธุรกิจเกษตรไทยในยุคเกษตร 6.0 ได้ดังนี้

ตารางที่ 2

กลยุทธ์ TOWS Matrix สำหรับธุรกิจเกษตรไทยในยุคเกษตร 6.0

ปัจจัยภายใน/ภายนอก	โอกาส (Opportunities)	อุปสรรค (Threats)
จุดแข็ง (Strengths)	กลยุทธ์เชิงรุก (SO Strategies) SO1. สร้างผลิตภัณฑ์เกษตรพรีเมียมแบรนด์ไทย ซึ่งได้จากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลาย ผสมผสานภูมิปัญญาท้องถิ่นกับเทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์และอาหารเพื่อสุขภาพระดับพรีเมียม (S1+S2+S3+O1+O3) SO2. พัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะแบบบูรณาการ โดยบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลกับภูมิปัญญาดั้งเดิม สร้างระบบการผลิตที่เพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุน ภายใต้นโยบายเศรษฐกิจ BCG (S2+S3+O2+O3) SO3. สร้างห่วงโซ่คุณค่าเศรษฐกิจชีวภาพ ต่อยอดความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรการเกษตรสู่ผลิตภัณฑ์พลังงานชีวภาพและคาร์บอนเครดิต (S3+O4) SO4. สร้างแพลตฟอร์มเกษตรยั่งยืนดิจิทัล ใช้การพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับและการซื้อขายคาร์บอนเครดิตออนไลน์ เชื่อมโยงเกษตรกรกับตลาดสีเขียวโลก (S1+S2+O2+O4) SO5. สร้างความได้เปรียบจากสงครามการค้าโลก โดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลายและภูมิปัญญาดั้งเดิม เพื่อขยายตลาดส่งออกสินค้าเกษตรไปยังจีนและตลาดทดแทนอื่น ๆ (S1+S2+S3+O5) SO6. พัฒนาศูนย์ความร่วมมือเทคโนโลยีเกษตรไทย-ต่างประเทศ โดยใช้ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรเป็นฐานในการทดลองและประยุกต์เทคโนโลยีจากประเทศผู้นำ (S1+S3+O6)	กลยุทธ์เชิงป้องกัน (ST Strategies) ST1. สร้างระบบเกษตรปรับตัวต่อภูมิอากาศ ใช้ภูมิปัญญาดั้งเดิมผสมผสานเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำ พัฒนาพันธุ์พืชที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (S1+S2+T2) ST2. สร้างมาตรฐานเกษตรไทยระดับสากล โดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติและความเชี่ยวชาญด้านการเกษตร พัฒนามาตรฐานสินค้าเกษตรที่เป็นเอกลักษณ์ เพื่อลดผลกระทบจากการกีดกันทางการค้า (S1+S3+T3) ST3. สร้างเครือข่ายพันธมิตรเกษตรภูมิภาค ใช้ภูมิปัญญาและทรัพยากรที่หลากหลาย สร้างความร่วมมือกับประเทศในภูมิภาค เพื่อลดผลกระทบจากสงครามการค้า (S2+S3+T6+T7) ST4. พัฒนาระบบห่วงโซ่อุปทานยืดหยุ่น ด้วยการใช้ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรในประเทศ สร้างความมั่นคงทางอาหารและลดการพึ่งพาการนำเข้า (S3+T1+T8) ST5. สร้างความได้เปรียบเชิงต้นทุนและคุณภาพ โดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลายและภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อแข่งขันกับการลงทุนเทคโนโลยีขนาดใหญ่ของจีน (S1+S2+S3+T9) ST6. พัฒนาเอกลักษณ์สินค้าเกษตรไทย ใช้ความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาดั้งเดิม สร้างความแตกต่างจากประเทศคู่แข่งที่เน้นเทคโนโลยี (S1+S2+S3+T10)

ตารางที่ 2

กลยุทธ์ TOWS Matrix สำหรับธุรกิจเกษตรไทยในยุคเกษตร 6.0 (ต่อ)

	กลยุทธ์เชิงแก้ไข (WO Strategies)	กลยุทธ์เชิงรับ (WT Strategies)
	WO1. พัฒนาศูนย์เรียนรู้เกษตรดิจิทัลโดยการสร้างศูนย์ฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ สนับสนุนด้วยนโยบายรัฐ เพื่อยกระดับทักษะเกษตรกร (W1+O2+O3) WO2. จัดตั้งกองทุนสินเชื่อเกษตรสีเขียว เพื่อสร้างแหล่งเงินทุนพิเศษสำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีการเกษตรยั่งยืน รองรับนโยบายเศรษฐกิจ BCG (W2+O3+O4) WO3. สร้างตลาดเกษตรกรโดยตรงออนไลน์ พัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลเชื่อมโยงเกษตรกรรายย่อยกับผู้บริโภคโดยตรง เพิ่มอำนาจต่อรองและมูลค่าผลิตภัณฑ์ (W3+O1+O2) WO4. ส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกรสมัยใหม่ สร้างสหกรณ์และกลุ่มเกษตรกรที่มีการใช้เทคโนโลยีร่วมกัน เพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการลงทุน (W2+W3+O2+O3) WO5. สร้างโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างประเทศ เพื่อยกระดับทักษะดิจิทัลของเกษตรกรผ่านความร่วมมือกับประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา (W1+O6) WO6. ใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการค้าโลก เพื่อหาแหล่งเงินทุนและการลงทุนใหม่จากประเทศที่ต้องการความร่วมมือทางการเกษตร (W2+O5+O6)	WT1. สร้างระบบประกันภัยพืชผลอัจฉริยะ พัฒนาระบบประกันที่ใช้ข้อมูลดิจิทัลและปัญญาประดิษฐ์ ครอบคลุมความเสี่ยงจากภูมิอากาศ สำหรับเกษตรกรรายย่อย (W2+T1+T2) WT2. พัฒนาเทคโนโลยีเหมาะสมราคาประหยัด โดยดำเนินการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรที่เข้าถึงได้ง่าย มีราคาไม่สูง เหมาะกับเกษตรกรรายย่อย (W1+W2+T4) WT3. สร้างผลิตภัณฑ์เฉพาะกลุ่มมูลค่าสูง ใช้แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เกษตรเฉพาะทางที่มีมูลค่าสูง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรรายย่อย (W3+T3) WT4. สร้างโมเดลธุรกิจเกษตรยืดหยุ่นด้วยการพัฒนารูปแบบการทำเกษตรที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ตลาดและสภาพแวดล้อม มีความยั่งยืนทางการเงิน (W2+W3+T1+T2+T4) WT5. สร้างระบบเตือนภัยและปรับตัวเร่งด่วน ซึ่งจำเป็นต้องพัฒนาระบบแจ้งเตือนและช่วยเหลือเกษตรกรในภาวะวิกฤต รองรับผลกระทบจากสงครามการค้าและความไม่แน่นอนของตลาด (W1+W2+T6+T7+T8) WT6. สร้างพันธมิตรเทคโนโลยีกับประเทศผู้นำ เพื่อเข้าถึงเทคโนโลยีและเงินทุนที่จำเป็นสำหรับการแข่งขันกับประเทศที่มีการลงทุนขนาดใหญ่ (W1+W2+T9+T10)

กลยุทธ์ TOWS Matrix ข้างต้นนำเสนอแนวทางการพัฒนาที่ครอบคลุมทั้งระยะสั้นและระยะยาว โดยเน้นการใช้ประโยชน์จากจุดแข็งด้านทรัพยากรธรรมชาติและภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทย ควบคู่กับการแก้ไขจุดอ่อนด้านทักษะดิจิทัลและการเข้าถึงเงินทุน กลยุทธ์เหล่านี้จะช่วยให้ธุรกิจเกษตรไทยสามารถปรับตัวและเติบโตในยุคเกษตร 6.0 ได้อย่างยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่กับ

การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และการสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจให้กับเกษตรกรไทยในทุกกระดับ

3. แนวโน้ม โอกาสทางธุรกิจและแนวทางการปรับตัวของผู้ประกอบการและเกษตรกรในยุค

เกษตร 6.0

3.1 แนวโน้มของธุรกิจเกษตรในยุคเกษตร 6.0

3.1.1 การเติบโตของตลาดอาหารออร์แกนิกและอาหารเพื่อสุขภาพ

ตลาดอาหารออร์แกนิกโลกแสดงแนวโน้มการเติบโตที่แข็งแกร่งอย่างต่อเนื่อง โดยข้อมูลจาก IMARC Group (2024) ระบุว่าตลาดดังกล่าวมีมูลค่าจาก 230.1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2024 และคาดการณ์ว่าจะเติบโตไปถึง 587.0 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี 2033 ด้วยอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปี (CAGR) ที่ 10.42% การคาดการณ์ที่สอดคล้องกันจาก Future Market Insights (2025) พบว่า ตลาดจะเติบโตจาก 222.6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2025 ไปถึง 710.1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2035 ด้วยอัตราการเติบโต 12.3% ต่อปี การเติบโตนี้มีแรงขับเคลื่อนหลักจาก (1) การเพิ่มขึ้นของความตระหนักรู้ด้านสุขภาพของผู้บริโภค (2) ความกังวลเรื่องสิ่งแวดล้อม และ (3) ความต้องการผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยปราศจากสารเคมีสังเคราะห์และสิ่งปรุงแต่งทางพันธุกรรม (GMOs) การวิเคราะห์โครงสร้างตลาดพบว่า ผลไม้และผักออร์แกนิกเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีการเติบโตสูงสุด โดยคิดเป็นสัดส่วน 27.7% ของตลาดทั้งหมดในปี 2025 ตามด้วยผลิตภัณฑ์นมออร์แกนิกที่ 34% (Future Market Insights, 2025) นอกจากนี้ อาหารฟังก์ชันและผลิตภัณฑ์จากพืชยังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Gadanakis, 2024)

3.1.2 การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมในภาคเกษตร

การปฏิวัติทางเทคโนโลยีกำลังเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ของภาคเกษตรโลกอย่างมีนัยสำคัญ Walter & Herther (2017) ชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีบล็อกเชนกำลังเปลี่ยนแปลงระบบการตรวจสอบย้อนกลับและการซื้อขายสินค้าเกษตรอย่างพื้นฐาน เทคโนโลยีนี้ช่วยสร้างความโปร่งใสในห่วงโซ่อุปทาน เพิ่มความเชื่อมั่นของผู้บริโภค และลดต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพสินค้า ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ได้รับการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในภาคเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการบริหารความเสี่ยง การใช้เซ็นเซอร์ IoT (Internet of Things) ร่วมกับระบบวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) ช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจได้อย่างแม่นยำและทันเวลา นวัตกรรมด้านโปรตีนทางเลือกและเนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงเป็นอีกหนึ่งแนวโน้มที่สำคัญ Monteiro et al. (2021) และ Papakonstantinou et al. (2024) ชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีเหล่านี้มีศักยภาพสูงในการตอบโจทย์ความมั่นคงทางอาหารและความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม

3.1.3 การเกษตรเพื่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจคาร์บอน

การเกษตรเพื่อสิ่งแวดล้อมกำลังกลายเป็นโอกาสทางธุรกิจที่สำคัญในยุคปัจจุบัน ตลาดคาร์บอนเครดิตจากภาคเกษตรมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากองค์กรธุรกิจทั่วโลกต้องการชดเชยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero)

Emissions) Schattman et al. (2023) ชี้ให้เห็นว่าการทำเกษตรที่ช่วยกักเก็บคาร์บอนในดินและการฟื้นฟูระบบนิเวศเป็นโอกาสทางธุรกิจที่น่าสนใจ นอกจากนี้ การผลิตพลังงานชีวภาพและวัสดุชีวภาพจากผลผลิตทางการเกษตรก็มีแนวโน้มเติบโตตามนโยบายส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนของรัฐบาลต่าง ๆ ทั่วโลก การเกษตรแบบคาร์บอนลบ (Carbon Negative Agriculture) และการเกษตรฟื้นฟู (Regenerative Agriculture) กำลังได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นจากทั้งนักลงทุนและผู้บริโภค เนื่องจากมีศักยภาพในการสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม

3.1.4 การขยายตัวของตลาดส่งออกในภูมิภาคเอเชีย

ตลาดส่งออกสินค้าเกษตรมูลค่าสูงและผลิตภัณฑ์แปรรูปในภูมิภาคเอเชียมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเพิ่มขึ้นของชนชั้นกลางในประเทศต่าง ๆ เช่น จีน อินเดีย และประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Liu et al. (2020) ชี้ให้เห็นว่า การพัฒนามาตรฐานการผลิต การสร้างแบรนด์ระดับประเทศ และการเชื่อมโยงกับห่วงโซ่อุปทานโลกเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคในภูมิภาคเอเชียที่มีแนวโน้มให้ความสำคัญกับคุณภาพอาหาร ความปลอดภัย และความยั่งยืน เป็นโอกาสสำคัญสำหรับประเทศผู้ผลิตที่สามารถตอบสนองความต้องการเหล่านี้ได้

3.1.5 การเติบโตของธุรกิจบริการด้านการเกษตร

ธุรกิจบริการด้านการเกษตรและการวิจัยพัฒนามีแนวโน้มเติบโตสูงในยุคเกษตร 6.0 Zambon et al. (2019) ชี้ให้เห็นว่าการให้บริการด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม การวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพ และระบบการผลิตอัจฉริยะเป็นกลุ่มธุรกิจที่มีศักยภาพสูง นอกจากนี้ Kareska (2023) เน้นว่าความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษาจะเป็นตัวกระตุ้นสำคัญให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมในภาคเกษตร ธุรกิจบริการที่มีแนวโน้มเติบโต ได้แก่ การให้คำปรึกษาด้านเทคโนโลยีการเกษตร การจัดการข้อมูลเกษตร การวิเคราะห์ดิน และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

3.2 โอกาสและประโยชน์ที่ธุรกิจเกษตรไทยจะได้รับ

3.2.1 การยกระดับสู่ห่วงโซ่มูลค่าระดับสูง

ธุรกิจเกษตรไทยสามารถใช้ประโยชน์จากแนวโน้มการเติบโตของตลาดอาหารออร์แกนิกเพื่อยกระดับจากการเป็นผู้ผลิตวัตถุดิบไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มสูง ประเทศไทยมีความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบในการผลิตผลไม้เมืองร้อนที่มีคุณภาพสูง เช่น ทุเรียน มะม่วง และมังคุด ซึ่งสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ออร์แกนิกได้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนจะช่วยเพิ่มความโปร่งใสในห่วงโซ่อุปทาน ทำให้ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบที่มาของผลิตภัณฑ์ได้ ส่งผลให้สินค้าไทยได้รับความเชื่อมั่นและสามารถขายได้ในราคาที่สูงขึ้น

3.2.2 การพัฒนาเกษตรกรรมแม่นยำและยั่งยืน

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และระบบเซ็นเซอร์ IoT จะช่วยให้เกษตรกรไทยสามารถทำเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบนี้ช่วยลดการ

ใช้ปุ๋ยและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ลดต้นทุนการผลิต และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเกษตรแบบยั่งยืนนี้ทำให้เกษตรกรไทยสามารถเข้าสู่ตลาดคาร์บอนเครดิตได้ โดยการกักเก็บคาร์บอนในดินและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการเกษตร ส่งผลให้ได้รับรายได้เพิ่มเติมจากการขายคาร์บอนเครดิต

3.2.3 การสร้างนวัตกรรมและผลิตภัณฑ์ใหม่

ความหลากหลายทางชีวภาพของไทยเป็นฐานสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น อาหารฟังก์ชัน อาหารเสริมจากสมุนไพรไทย และโปรตีนทางเลือกจากพืชท้องถิ่น การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพสามารถช่วยสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชไทยมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงได้ การพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปอาหารขั้นสูงจะช่วยเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบการเกษตรไทย โดยเฉพาะในการผลิตอาหารที่มีอายุการเก็บรักษายาวนานและคงคุณค่าทางโภชนาการ

3.2.4 การเข้าถึงตลาดโลกผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล

การพัฒนาแพลตฟอร์มการค้าอิเล็กทรอนิกส์เฉพาะทางด้านเกษตรจะช่วยให้เกษตรกรและผู้ประกอบการไทยสามารถเข้าถึงตลาดโลกได้โดยตรง ระบบนี้ช่วยลดต้นทุนการตลาดและเพิ่มอำนาจต่อรองของเกษตรกรในห่วงโซ่มูลค่า การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการคำสั่งซื้อ การขนส่ง และการติดตามสินค้าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบโลจิสติกส์ทางการเกษตร ส่งผลให้สินค้าไทยสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก

3.2.5 การพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนและการกระจายรายได้

การพัฒนาธุรกิจบริการด้านการเกษตรจะช่วยสร้างงานในชุมชนชนบทและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรรายย่อย การให้บริการด้านความรู้เทคโนโลยีการเกษตร การวิเคราะห์ข้อมูล และการให้คำปรึกษาเฉพาะทางจะเป็นแหล่งรายได้ใหม่ที่สำคัญ การพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือระหว่างเกษตรกรจะช่วยเพิ่มอำนาจต่อรองและลดต้นทุนการผลิตผ่านการจัดซื้อปัจจัยการผลิตร่วมกันและการตลาดร่วมกัน

3.2.6 การใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการค้าโลก

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการค้าโลก โดยเฉพาะสงครามการค้าสหรัฐ-จีน ได้สร้างโอกาสทองให้ประเทศไทยในการขยายบทบาททางการเกษตรระดับโลก ธุรกิจเกษตรไทยสามารถใช้ประโยชน์จากการปรับโครงสร้างห่วงโซ่อุปทานโลกในสามมิติหลัก ประการแรก การเป็นผู้ส่งออกทดแทนในตลาดจีน เนื่องจากจีนลดการซื้อสินค้าเกษตรจากสหรัฐเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดช่องว่างทางการค้าที่ไทยสามารถเข้าไปแทนที่ได้ โดยเฉพาะการส่งออกผลไม้เมืองร้อนที่ไทยมีความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบ ข้าวที่เป็นสินค้าหลักของประเทศ และผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีมูลค่าเพิ่มสูง ประการที่สอง การใช้ประโยชน์จากการลงทุนจากต่างประเทศ โดยประเทศต่าง ๆ ที่ต้องการสร้างความมั่นคงทางอาหารภายใต้สถานการณ์ความไม่แน่นอนของการค้าโลกจะมองหาพันธมิตรการลงทุนในภาคเกษตรไทย ซึ่งจะนำมาซึ่งการถ่ายทอดเทคโนโลยีขั้นสูงและเงินทุนที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาเกษตร 6.0 และประการสุดท้าย การพัฒนาตลาดภูมิภาคใหม่ เนื่องจากความไม่แน่นอนในการค้าระหว่างมหาอำนาจทำให้ประเทศขนาดกลางในเอเชียมองหาความร่วมมือทางการค้าระหว่างกันมากขึ้น

เปิดโอกาสให้ไทยเป็นผู้นำในการสร้างเครือข่ายการค้าภูมิภาคที่แข็งแกร่งและยั่งยืน ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพาตลาดใดตลาดหนึ่งเพียงอย่างเดียวและเพิ่มความมั่นคงทางการค้าในระยะยาว

3.3 แนวทางการปรับตัวของผู้ประกอบการและเกษตรกรในยุคเกษตร 6.0

3.3.1 การปรับตัวสู่เกษตร 6.0: กรอบแนวทางเชิงบูรณาการ

1) ในยุคเกษตร 6.0 การปรับตัวของผู้ประกอบการและเกษตรกรจำเป็นต้องเป็นไปอย่างเป็นระบบและครอบคลุมทุกมิติ โดยการพัฒนาทักษะและความรู้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จ โดยเฉพาะทักษะดิจิทัลที่จำเป็นต่อการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ (Liu et al., 2020) การเรียนรู้การใช้แอปพลิเคชัน ระบบเซ็นเซอร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการทำเกษตรสมัยใหม่ การจัดการฟาร์มสมัยใหม่ต้องอาศัยความรู้ที่หลากหลาย ทั้งด้านการวางแผนการผลิต การบริหารต้นทุน การจัดการความเสี่ยง และการตลาด นอกจากนี้เกษตรกรต้องเข้าใจการใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจ เช่น การวิเคราะห์สภาพอากาศ แนวโน้มตลาด และพฤติกรรมผู้บริโภค (Walter & Herther, 2017)

2) การปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตสู่ระบบการผลิตแบบแม่นยำและอัตโนมัติเป็นความท้าทายสำคัญ เกษตรกรต้องเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น โดรน ระบบให้น้ำอัตโนมัติ และเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบ GPS (Massruhá et al., 2020) อย่างไรก็ตามการลงทุนในเทคโนโลยีเหล่านี้ต้องพิจารณาความคุ้มค่าและความพร้อมของเกษตรกร ตลอดจนการปรับปรุงมาตรฐานการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดก็มีความสำคัญ โดยเฉพาะมาตรฐานด้านความปลอดภัยอาหาร เกษตรอินทรีย์ และการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการได้รับการรับรองมาตรฐานช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตและโอกาสทางการตลาด (van Bussel et al., 2022)

3) ด้านการบริหารจัดการ การลงทุนในเทคโนโลยีและการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตต้องการเงินทุนสูง เกษตรกรจำเป็นต้องมีทักษะการบริหารการเงินที่ดี ทั้งการวางแผนการลงทุน การจัดการกระแสเงินสด และการบริหารความเสี่ยง (Schattman et al., 2023) นอกจากนี้การเข้าถึงแหล่งเงินทุนและสินเชื่อที่เหมาะสม ตลอดจนการเรียนรู้ในเรื่องนวัตกรรมทางการเงินก็มีความสำคัญเช่นกัน เช่น สินเชื่อเกษตรดิจิทัล การระดมทุนผ่านแพลตฟอร์ม และการประกันภัยพืชผลรูปแบบใหม่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เกษตรกรมีทางเลือกในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนมากขึ้น (Gadanakis, 2024; He et al., 2024)

4) การสร้างเครือข่ายและพันธมิตรเป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์สำคัญ การรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อเพิ่มอำนาจต่อรองและแบ่งปันทรัพยากรเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพ การสร้างเครือข่ายช่วยให้เกษตรกรแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และทรัพยากร เช่น เครื่องจักรกลการเกษตร แรงงาน และข้อมูล รวมทั้งยังช่วยเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงตลาดและการต่อรองราคา (Bulut et al., 2021) นอกจากนี้ความร่วมมือกับภาคเอกชนในรูปแบบเกษตรพันธสัญญาหรือการร่วมพัฒนานวัตกรรมจะช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงเทคโนโลยีความรู้ และตลาดใหม่ๆ การสร้างเครือข่ายเกษตรกรที่มีการแลกเปลี่ยนทรัพยากรและความรู้ การพัฒนาความร่วมมือกับสถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัย และการสร้างพันธมิตรกับผู้ประกอบการเทคโนโลยีเพื่อพัฒนานวัตกรรมล้วนเป็นส่วนสำคัญของระบบนิเวศธุรกิจที่ยั่งยืน

5) การตลาดและการขาย ช่องทางการตลาดดิจิทัลกำลังเปลี่ยนแปลงวิธีการจำหน่ายผลผลิตทางการเกษตร เกษตรกรต้องเรียนรู้การใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ สื่อสังคม และการตลาดดิจิทัลเพื่อเข้าถึงผู้บริโภคโดยตรง รวมทั้งเรียนรู้การสร้างแบรนด์ และการเล่าเรื่องผ่านสื่อดิจิทัลช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ (Zambon et al., 2019) ตลอดจนการสร้างความสัมพันธ์กับผู้บริโภคผ่านช่องทางดิจิทัลก็เป็นโอกาสสำคัญในการสร้างมูลค่าเพิ่มและความยั่งยืนทางธุรกิจ (Li & Wang, 2024)

6) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่และการแปรรูปเป็นอีกหนึ่งมิติสำคัญ การสร้างมูลค่าเพิ่มผ่านการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นทางเลือกสำคัญที่เกษตรกรต้องทำความเข้าใจ รวมถึงความต้องการของตลาดและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์ผู้บริโภคและการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการแปรรูปช่วยยกระดับคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Neves et al., 2023) การสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าวเป็นวัสดุก่อสร้าง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีวภาพจากเศษพืชผล เช่น ปิโอพลาสติกจากแป้งมันสำปะหลัง และการสร้างระบบการใช้น้ำหมุนเวียนในฟาร์มเป็นตัวอย่างของการประยุกต์ใช้หลักเศรษฐกิจหมุนเวียนในการเกษตร

3.3.2 หลักปฏิบัติเฉพาะด้านตามแนวทางเกษตร 6.0

1) การปรับตัวตามหลักปฏิบัติระบบเกษตรเพื่อการฟื้นฟูต้องมุ่งเน้นการเรียนรู้เทคนิคการปลูกพืชหมุนเวียนและการปลูกพืชคลุมดิน การพัฒนาความเข้าใจเรื่องการกักเก็บคาร์บอนในดิน และการวัดผล รวมถึงการเรียนรู้การใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างความยั่งยืนของระบบการเกษตร

2) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเป็นอีกหนึ่งมิติสำคัญ โดยการนำเทคโนโลยีการผลิตเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ในการควบคุมศัตรูพืช การใช้เทคนิค DNA Fingerprinting ในการตรวจสอบความแท้ของเมล็ดพันธุ์ และการพัฒนาการใช้เอนไซม์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการหมักและการแปรรูป ล้วนเป็นเครื่องมือที่จะช่วยยกระดับการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) การประยุกต์ใช้พลังงานทางเลือก การสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์และเศษอินทรีย์ การพัฒนาการปลูกพืชพลังงาน เช่น สับปะรด และ Jatropha และการใช้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับการเกษตร (Agrivoltaics) จะช่วยให้เกษตรกรสามารถสร้างรายได้เสริมและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการผลิต

4) การจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นอีกหนึ่งโอกาสทางธุรกิจ โดยการเรียนรู้การวัดและติดตามการกักเก็บคาร์บอนในดิน การพัฒนาทักษะการจัดทำเอกสารสำหรับการขอรับรองคาร์บอนเครดิต และการสร้างแผนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในฟาร์ม ซึ่งจะเปิดโอกาสให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงตลาดคาร์บอนและสร้างรายได้เพิ่มเติมจากการดำเนินงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

5) การพัฒนาทักษะดิจิทัลแบบบูรณาการยังคงเป็นสิ่งจำเป็น การเรียนรู้การใช้แอปพลิเคชันสำหรับการจัดการฟาร์ม การพัฒนาทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์และโดรน และการเรียนรู้

การใช้ระบบ GPS ในการทำแผนที่ฟาร์มและการใส่ปุ๋ยแบบแม่นยำ จะช่วยให้การจัดการฟาร์มมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้

อย่างไรก็ตามการปรับตัวของผู้ประกอบการและเกษตรกรยังมีความท้าทายหลายประการ เช่น ข้อจำกัดด้านเงินทุน การขาดความรู้และทักษะ และการเข้าถึงเทคโนโลยี (Kareska, 2023) การสนับสนุนจากภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงมีความสำคัญ ทั้งด้านนโยบาย มาตรการจูงใจ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา การสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการปรับตัว เช่น ศูนย์เรียนรู้ ระบบที่ปรึกษา และเครือข่ายความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ จะช่วยเร่งการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน นอกจากนี้การส่งเสริมให้เกิดผู้นำการเปลี่ยนแปลงและตัวอย่างความสำเร็จในชุมชนก็เป็นกลยุทธ์สำคัญในการสร้างแรงบันดาลใจและการเรียนรู้ให้กับเกษตรกร

4. กรอบแนวทางการพัฒนา โครงสร้างพื้นฐาน ทรัพยากรมนุษย์ และนโยบายที่จำเป็นสำหรับการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0

จากการวิเคราะห์เอกสารยุทธศาสตร์ชาติและแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ พบว่าประเทศไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายสำคัญหลายประการ ได้แก่ ปัญหาความเหลื่อมล้ำ การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ข้อจำกัดด้านทรัพยากรธรรมชาติ และความจำเป็นในการปฏิรูประบบราชการ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) สำหรับภาคเกษตร ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขันได้กำหนดให้เกษตรสร้างมูลค่าเป็นประเด็นหลักที่สำคัญ โดยแบ่งออกเป็น 5 แนวทาง คือ เกษตรอัตลักษณ์พื้นถิ่น เกษตรปลอดภัย เกษตรชีวภาพ เกษตรแปรรูป และเกษตรอัจฉริยะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0

4.1 กรอบแนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

4.1.1 โครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีดิจิทัล

การพัฒนาสู่เกษตร 4.0 และ 5.0 ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีดิจิทัลต่าง ๆ เช่น เครือข่ายเซ็นเซอร์ อินเทอร์เน็ตของสิ่งของ (IoT) โดรน ระบบซอฟต์แวร์ การประมวลผลภาพดาวเทียม การประมวลผลแบบคลาวด์ การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ สำหรับเกษตร 6.0 ประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่รองรับการใช้งานระบบปัญญาประดิษฐ์ขั้นสูง เครือข่ายการสื่อสารความเร็วสูง และระบบการจัดการข้อมูลแบบบูรณาการ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่แม่นยำและการดำเนินงานแบบอัตโนมัติ

4.1.2 โครงสร้างพื้นฐานด้านการวิจัยและพัฒนา

แผนแม่บทประเด็นที่ 23 เรื่องการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ได้กำหนดกรอบการทำงานที่ครอบคลุม 5 ด้าน ได้แก่ การวิจัยด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม องค์กรความรู้พื้นฐาน และปัจจัยสนับสนุน (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) การพัฒนาสู่เกษตร 6.0 จำเป็นต้องมีการลงทุนในห้องปฏิบัติการวิจัยขั้นสูง ศูนย์ทดสอบเทคโนโลยี และเครือข่ายการวิจัยที่เชื่อมโยงระหว่างมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย และภาคเอกชน

4.1.3 โครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

การผลิตพลังงานชีวภาพจากอ้อยเป็นแนวทางที่ยั่งยืนและเป็นไปได้ในการต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การประยุกต์ใช้การใช้ที่ดินและการจัดการที่ยั่งยืน เพื่อเพิ่มการดูดซับคาร์บอนในดิน การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ไฟฟ้าชีวภาพ และผลิตภัณฑ์ชีวภาพในระดับใหญ่ ประเทศไทยควรพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานหมุนเวียน รวมถึงระบบการจัดการขยะและของเสียจากการเกษตรให้กลายเป็นทรัพยากรที่มีมูลค่า

4.2 กรอบแนวทางการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์

4.2.1 การพัฒนาทักษะและความรู้เฉพาะทาง

การเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 ต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะในสาขาใหม่ๆ เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ การจัดการระบบอัตโนมัติ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ และการบริหารจัดการเศรษฐกิจหมุนเวียน ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ได้เน้นการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21

4.2.2 การสร้างเครือข่ายความร่วมมือ

การพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มดีในด้านการเกษตรกรรมที่หลากหลายต้องการการใช้ทรัพยากรและแม้แต่ความรู้ที่ได้รับตลอดกระบวนการ เส้นทางของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ควรมีแนวโน้มที่จะบรรจบกัน บูรณาการ ร่วมมือ และมีการมีส่วนร่วมของทีมนสหสาขาวิชา การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สำหรับเกษตร 6.0 จึงต้องเน้นการสร้างเครือข่ายการทำงานแบบสหสาขาวิชา ที่เชื่อมโยงระหว่างนักวิจัย เกษตรกร ผู้ประกอบการ และหน่วยงานภาครัฐ

4.3 กรอบแนวทางการพัฒนานโยบาย

4.3.1 นโยบายสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้นำเสนอยุทธศาสตร์การเกษตรและสหกรณ์ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) ที่มุ่งเน้นการขับเคลื่อนงานวิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อพัฒนาภาคการเกษตร โดยมี 5 มาตรการหลัก รวมถึงการยกระดับมาตรฐานการผลิตพืชสู่เกษตรปลอดภัย และการสร้างความเป็นเลิศในการเป็นศูนย์กลางความหลากหลายทางชีวภาพ

4.3.2 นโยบายสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียน

เศรษฐกิจหมุนเวียนมองภาพระบบการผลิตในแบบวัฏจักรและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์โดยการลดของเสียและการแทนที่การกำจัดด้วยกระแสการนำกลับมาใช้ใหม่ แนวทางการผลิตนี้เป็นเส้นทางที่สำคัญที่จะต้องปฏิบัติตามในภาคเกษตรเนื่องจากจะเปลี่ยนสิ่งที่ก่อนหน้านี้จะถูกทิ้งในสิ่งแวดล้อมให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น ปุ๋ยชีวภาพ พลังงานชีวภาพ และชีวมวล รัฐบาลควรกำหนดนโยบายที่ส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจหมุนเวียนในภาคเกษตร รวมถึงการให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี และการสนับสนุนทางการเงินสำหรับโครงการที่ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากของเสียทางการเกษตร

4.3.3 นโยบายด้านเครดิตคาร์บอน

ประเทศไทยอยู่ในศูนย์กลางของโอกาสการลดคาร์บอนและศักยภาพของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นมากขึ้น ประเทศสามารถจัดหาเกือบครึ่งหนึ่งของความต้องการเครดิตคาร์บอนทั่วโลกภายในปี 2030 และศักยภาพในการสร้างรายได้จากเครดิตคาร์บอนภายในสิ้นทศวรรษนี้อาจถึง 120 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ประเทศไทยควรพัฒนารอบนโยบายที่ชัดเจนสำหรับตลาดเครดิตคาร์บอน เพื่อให้เกษตรกรสามารถได้รับผลประโยชน์จากการดำเนินการเกษตรกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 ในประเทศไทยต้องการการดำเนินการแบบบูรณาการระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษา โดยเน้นการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล การพัฒนาทักษะกำลังคน และการสร้างนโยบายที่สนับสนุนนวัตกรรมและการพัฒนาที่ยั่งยืน การขับเคลื่อนแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ โดยเฉพาะประเด็นที่ 3 (การเกษตร) และประเด็นที่ 23 (การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม) จะเป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านดังกล่าว รวมถึงการติดตามประเมินผลและการปรับปรุงแผนงานอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาสู่เกษตร 6.0 เป็นโอกาสสำคัญสำหรับประเทศไทยในการยกระดับภาคเกษตรให้เป็นไปตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน การบูรณาการระหว่างเทคโนโลยีขั้นสูง หลักการสิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจหมุนเวียนจะช่วยให้ประเทศไทยสามารถรักษาและเสริมสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันทางการเกษตรในระดับโลก ในขณะเดียวกันก็สนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

5. การสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่

การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของธุรกิจเกษตรไทยในยุคเกษตร 6.0 นำไปสู่การสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญ 2 ประการ ได้แก่

5.1 การบูรณาการห่วงโซ่คุณค่าคู่ขนาน

การบูรณาการห่วงโซ่คุณค่าคู่ขนานในยุคเกษตร 6.0 เป็นแนวคิดใหม่ที่ต้องการการดำเนินงานแบบเป็นระบบ โดยมีแนวทางการบูรณาการที่ชัดเจน 4 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 การวางแผนการผลิตแบบบูรณาการ

เกษตรกรต้องวางแผนการผลิตที่คำนึงถึงทั้งผลผลิตหลักและการสร้างประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การเลือกพันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตสูงและช่วยกักเก็บคาร์บอนในดิน การวางแผนการปลูกพืชหมุนเวียนที่ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินควบคู่กับการผลิต และการออกแบบระบบการผลิตที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขณะเดียวกันกับการเพิ่มประสิทธิภาพ

ระดับที่ 2 การจัดการข้อมูลและการตรวจสอบ

การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการติดตามและวัดผลทั้งสองห่วงโซ่คุณค่า เช่น ระบบ IoT เพื่อติดตามการเจริญเติบโตของพืชและการกักเก็บคาร์บอน การใช้บล็อกเชนในการตรวจสอบย้อนกลับทั้งคุณภาพ

ผลิตภัณฑ์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาระบบ MRV (Monitoring, Reporting, Verification) สำหรับการวัดและรายงานผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

ระดับที่ 3 การสร้างตลาดและการตั้งราคา

การพัฒนากลไกการตั้งราคาที่สะท้อนมูลค่าจากทั้งสองห่วงโซ่ เช่น การขายผลผลิตพร้อมกับการ์บอนเครดิต การสร้างระบบการจ่ายเงินสำหรับบริการระบบนิเวศ (Payment for Ecosystem Services) และการพัฒนาตลาดสินค้าเกษตรที่มีการรับรองความยั่งยืน โดยผู้บริโภคจ่ายเงินเพิ่มสำหรับผลิตภัณฑ์ที่สร้างประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม

ระดับที่ 4 การสร้างเครือข่ายพันธมิตร

การสร้างความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดำเนินงานทั้งสองห่วงโซ่ เช่น ความร่วมมือระหว่างเกษตรกร บริษัทอาหาร และบริษัทที่ต้องการซื้อคาร์บอนเครดิต การสร้างพันธมิตรระหว่างภาครัฐ เอกชน และ NGOs เพื่อพัฒนามาตรฐานและกลไกสนับสนุน และการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลที่เชื่อมโยงผู้ซื้อและผู้ขายในทั้งสองตลาด

5.2 กลไกการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0

จากการสังเคราะห์องค์ความรู้สามารถกำหนดกลไกการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 สำหรับ ประเทศไทยได้ 3 กลไกหลัก ดังนี้

5.2.1 กลไกการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม

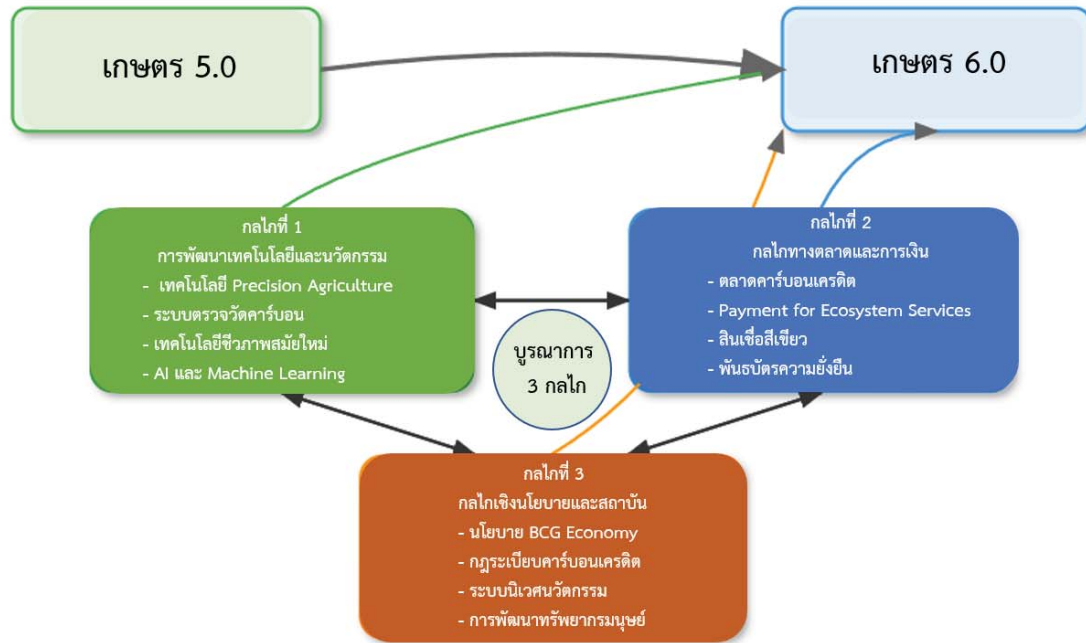
โดยการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่ตอบ โจทย์ทั้งในห่วงโซ่คุณค่าดั้งเดิม และห่วงโซ่คุณค่าเชิงนิเวศ เช่น เทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำสูง (Precision Agriculture) ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือเทคโนโลยีการตรวจวัด และติดตามการกักเก็บคาร์บอนในดินและพืช เพื่อรองรับระบบคาร์บอนเครดิตภาคเกษตร

5.2.2 กลไกทางการเงินและการตลาด

โดยการสนับสนุนทั้งสองห่วงโซ่คุณค่า เช่น การพัฒนาตลาดคาร์บอน เครดิตภาคเกษตร การจ่ายค่าตอบแทนสำหรับบริการทางนิเวศ และการพัฒนาระบบการเงินที่สนับสนุนการ ลงทุนในเทคโนโลยีเกษตรยั่งยืน เช่น สินเชื่อสีเขียว (Green Credit) หรือพันธบัตรเพื่อความยั่งยืน (Sustainability Bond)

5.2.3 กลไกเชิงนโยบายและสถาบัน

เป็นการสร้างสภาพแวดล้อมสนับสนุนการพัฒนาเกษตรยั่งยืนผ่าน 4 กลไกหลัก คือ นโยบายภาครัฐ (เช่น นโยบาย BCG สิทธิประโยชน์ภาษี) กฎหมายและกฎระเบียบ (เช่น กฎหมายคาร์บอนเครดิต, มาตรฐานออร์แกนิก) สถาบันสนับสนุน (เช่น ศูนย์เรียนรู้เกษตร 6.0, สถาบันวิจัย) และความร่วมมือระหว่างภาคส่วน เพื่อสร้างระบบนิเวศนวัตกรรมด้านเกษตรยั่งยืน



ภาพที่ 1: กลไกการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 ผ่าน 3 กลไกหลัก

โดยสรุป การเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 ของประเทศไทยจำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการองค์ความรู้ และการดำเนินงานในหลายมิติ ทั้งในด้านเทคโนโลยี การตลาด การเงิน สิ่งแวดล้อม และนโยบาย โดยมีเป้าหมาย เพื่อสร้างระบบเกษตรที่สมดุลระหว่างการผลิตเพื่อความมั่นคงทางอาหาร การอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และการสร้างความเป็นอยู่ที่ดีให้กับเกษตรกรและชุมชนในชนบท อันจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนของภาคเกษตรไทยในระยะยาว

ข้อเสนอแนะ (Suggestions)

1. นโยบายภาครัฐและโครงสร้างพื้นฐานรัฐบาลควรเร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลให้ครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรม พัฒนาระบบสินเชื่อและการสนับสนุนทางการเงินที่เข้าถึงง่าย รวมถึงปรับปรุงกฎระเบียบให้เอื้อต่อการพัฒนานวัตกรรม นอกจากนี้ ควรจัดตั้งกองทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรโดยเฉพาะ
2. การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรปรับปรุงหลักสูตรการเกษตรให้ทันสมัย เน้นการพัฒนาทักษะดิจิทัลและการจัดการธุรกิจ ควรสร้างระบบพี่เลี้ยงและที่ปรึกษาด้านเทคโนโลยีการเกษตร รวมถึงส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างเกษตรกรรุ่นใหม่และรุ่นเก่า
3. การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ควรสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และสถาบันวิจัยในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการเกษตร โดยเน้นการวิจัยที่ตอบโจทย์ตลาดและความยั่งยืน พร้อมทั้งส่งเสริม การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

4. การพัฒนาธุรกิจและการตลาดผู้ประกอบการควรพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มและช่องทางการตลาดดิจิทัล ภาครัฐควรสนับสนุนการพัฒนาแพลตฟอร์มการเกษตร ระบบโลจิสติกส์ และการเชื่อมโยงตลาด รวมถึงส่งเสริมการสร้างแบรนด์สินค้าเกษตรไทยในตลาดโลก

5. การพัฒนาที่ยั่งยืน ควรพัฒนาระบบคาร์บอนเครดิตภาคเกษตรและมาตรการจูงใจด้านสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงพัฒนามาตรฐานความยั่งยืนที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

6. การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการในยุคเกษตร 6.0 ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ภาครัฐพัฒนาระบบฐานข้อมูลเรียลไทม์และกลไกการจัดการน้ำแบบลุ่มน้ำภาคเอกชนลงทุนเทคโนโลยีการจัดการทรัพยากรน้ำและธุรกิจรีไซเคิล สถาบันการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีการอนุรักษ์และถ่ายทอดความรู้ ความร่วมมือแบบบูรณาการผ่านการจัดตั้งศูนย์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ เครือข่ายเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม และระบบจัดการวิกฤตสิ่งแวดล้อมแบบครบวงจร

สรุป (Conclusion)

การศึกษานี้ได้วิเคราะห์การเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 ของประเทศไทยผ่าน 4 มิติหลัก ซึ่งสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงจากเกษตร 5.0 สู่เกษตร 6.0 การศึกษาพบว่าเกษตร 6.0 เป็นการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลจากเกษตร 5.0 เข้ากับแนวคิดความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม โดยมีหลักปฏิบัติสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ระบบเกษตรกรรมเพื่อการฟื้นฟูที่เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและความหลากหลายทางชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนที่ลดของเสียและใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การปฏิบัติทางชีวภาพที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพและวิทยาศาสตร์ชีวภาพ การพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพและพลังงานชีวภาพ และระบบคาร์บอนเครดิตเพื่อการจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2. สภาพแวดล้อมทางธุรกิจและแนวทางการพัฒนา จากการวิเคราะห์ SWOT และ TOWS Matrix พบว่าไทยมีจุดแข็งด้านทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์และภูมิปัญญาดั้งเดิมที่สั่งสมมายาวนาน แต่ยังมีจุดอ่อนด้านทักษะดิจิทัลของเกษตรกรและการเข้าถึงเงินทุนที่จำกัด ขณะเดียวกันมีโอกาจากการเติบโตของตลาดสีเขียวและนโยบายรัฐที่สนับสนุนเศรษฐกิจ BCG แต่ต้องเผชิญอุปสรรคจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สงครามการค้าระหว่างประเทศ และการแข่งขันที่รุนแรงในตลาดโลก

3. แนวโน้มและโอกาสทางธุรกิจ การศึกษาระบุแนวโน้มสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ตลาดอาหารออร์แกนิก ตลาดคาร์บอนเครดิต การพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องมือที่เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การขยายตัวของตลาดส่งออกในภูมิภาคเอเชีย และการเติบโตของธุรกิจบริการด้านการเกษตร ส่วนการปรับตัวของผู้ประกอบการต้องครอบคลุมการพัฒนาทักษะดิจิทัล การปรับปรุงกระบวนการผลิตสู่ระบบแม่นยำและอัตโนมัติ การบริหารจัดการต้นทุนและการเงิน การสร้างเครือข่ายและพันธมิตรทางธุรกิจ และการปรับกลยุทธ์การตลาดและการขายผ่านช่องทางดิจิทัล

4. **กรอบแนวทางการพัฒนาและโอกาสทางธุรกิจ** การพัฒนาสู่เกษตร 6.0 ต้องครอบคลุม 3 มิติหลัก คือ โครงสร้างพื้นฐาน (เทคโนโลยีดิจิทัล การวิจัยและพัฒนา และพลังงานสิ่งแวดล้อม) ทรัพยากรมนุษย์ (ทักษะเฉพาะทางและเครือข่ายความร่วมมือ) และนโยบาย (สนับสนุนวิจัย เศรษฐกิจหมุนเวียน และคาร์บอนเครดิต) โอกาสทางธุรกิจที่สำคัญประกอบด้วย การยกระดับสู่ผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงจากตลาดอาหารออร์แกนิกที่เติบโตต่อเนื่อง การพัฒนาเกษตรกรรมแม่นยำที่ลดต้นทุนการผลิต 15-30% และเพิ่มผลผลิต 20-40% การสร้างรายได้จากตลาดคาร์บอนเครดิตที่มีศักยภาพถึง 120 พันล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี 2030 การเข้าถึงตลาดโลกผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลที่เพิ่มอำนาจต่อรอง และการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนผ่านธุรกิจบริการเกษตรใหม่

5. **องค์ความรู้ใหม่และกลไกการขับเคลื่อน** การศึกษาได้สังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ 2 ประการสำคัญ คือ แนวคิดการบูรณาการห่วงโซ่คุณค่าคู่ขนานระหว่างห่วงโซ่คุณค่าดั้งเดิมและห่วงโซ่คุณค่าเชิงนิเวศ และกลไกการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่าน 3 มิติ ได้แก่ กลไกการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม กลไกทางการตลาดและการเงิน และกลไกเชิงนโยบายและสถาบัน ซึ่งต้องทำงานร่วมกันและเสริมซึ่งกันและกันเพื่อผลักดันการเปลี่ยนผ่านอย่างมีประสิทธิภาพ

6. **ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย** เพื่อให้การเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 ประสบความสำเร็จ ภาครัฐควรเร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลและระบบสินเชื่อที่เข้าถึงง่าย สถาบันการศึกษาควรปรับปรุงหลักสูตรและสร้างระบบพี่เลี้ยงด้านเทคโนโลยี ส่วนภาคเอกชนควรสร้างความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัล รวมถึงการพัฒนาระบบคาร์บอนเครดิตและการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติแบบบูรณาการ

ความสำเร็จของการเปลี่ยนผ่านสู่เกษตร 6.0 จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ เอกชน สถาบันการศึกษา และเกษตรกร โดยมุ่งเน้นการบูรณาการเทคโนโลยีขั้นสูงกับภูมิปัญญาท้องถิ่น การสร้างความสมดุลระหว่างการผลิตและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืน เพื่อให้ประเทศไทยสามารถใช้ประโยชน์จากโอกาสในยุคเกษตร 6.0 และรับมือกับความท้าทายต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับภาคเกษตรไทยให้เป็นผู้นำด้านเกษตรยั่งยืนในระดับภูมิภาค และสร้างความมั่นคงทางอาหารที่ยั่งยืนในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง (References)

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2560). *ยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579)*.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2017/20171121-moac-thailand-4.pdf>

ชัยวัช โขวเจริญสุข. (สิงหาคม 2565). *อุตสาหกรรมอาหารในอนาคต*. วิจัยกรุงศรี, ธนาคารกรุงศรีอยุธยา

จำกัด (มหาชน). https://www.krungsri.com/getmedia/4d8ef6f9-0203-421f-8578-3664c0dd35ca/RI_Future_Food_220830_TH.pdf.aspx

ดนุวัศ สาคริก และ ปณินดา จันทร์สุกรี. (2018). ผลกระทบของปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม สถาบัน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อรายได้และรายจ่ายในภาคการเกษตรของเกษตรกรไทย. *วารสารรัฐ*

- ประศาสนศาสตร์, 16(2), 57-85. <https://gspajournal.com/wp-content/uploads/2019/01/3.-The-Impact-of-Socio-Economic-Institutional-and-Climate-Change-Factors-on-Agricultural-Income-and-Expenditure-of-Thai-Farmers.pdf>
- วิษณุ อรรถวานิช. (27 ธันวาคม 2565). ความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตรไทยตกต่ำเข้าขั้นโคม่า ! *The Active*. <https://theactive.thaipbs.or.th/data/agriculture-competition>
- ศุภสิน อธิพิพัทธ์วงศ์. (มกราคม 2568). ผลกระทบจากสงครามการค้า 2.0 ต่อเศรษฐกิจไทย (Research Intelligence). วิจัยกรุงศรี, ธนาคารกรุงศรีอยุธยา. https://www.krungsri.com/getmedia/f40e39d0-5cd8-4807-ba1c-4eaf730685e1/RI_Trade_War_250120_TH.pdf.aspx
- เสาวณี จันทะพงษ์ และ อโนทัย พุทธธาร. (4 เมษายน 2023). การเปลี่ยนแปลงระบบห่วงโซ่อุปทานโลกหลังโควิด-19 และท่ามกลางปัญญาภูมิรัฐศาสตร์: โครงสร้างการผลิตและการใช้เทคโนโลยีของไทย. *คอลัมน์ แรงสั่นสะเทือน* (ฉบับที่ 6/2023). ธนาคารแห่งประเทศไทย. <https://www.bot.or.th/content/dam/bot/documents/th/research-and-publications-pdf/articles-and-publications/articles/download/2023/chaengsibia/chaengsibia-2023-no6-global-supply-chain.pdf>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2568). *ข้อมูลเปิดภาครัฐด้านการเกษตร ปี 2567*. ศูนย์ข้อมูลเกษตรแห่งชาติ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. <https://oae.go.th/uploads/files/2025/07/04/358d9218afee6b6b.pdf>
- Adner, R., & Kapoor, R. (2016). Innovation ecosystems and the pace of substitution: Reexamining technology S-curves. *Strategic Management Journal*, 37(4), 625-648. <https://doi.org/10.1002/smj.2363>
- Ahmad, L., & Nabi, F. (2021). *Agriculture 5.0: Artificial intelligence, IoT and machine learning*. CRC Press.
- Antar, M., Lyu, D., Nazari, M., Shah, A., Zhou, X., & Smith, D. L. (2021). Biomass for a sustainable bioeconomy: An overview of world biomass production and utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139, Article 110691. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110691>
- Avery, M. L., Krietz, B., & Falcon, R. (2020). *Foodweb 2020: Forces shaping the future of food*. Institute for the Future.
- Aznar-Sánchez, J. A., Velasco-Muñoz, J. F., García-Arca, D., & López-Felices, B. (2020). Identification of opportunities for applying the circular economy to intensive

- agriculture in Almería (South-East Spain). *Agronomy*, 10(10), 1499.
<https://doi.org/10.3390/agronomy10101499>
- Benbi, D. K. (2017). Nitrogen balances of intensively cultivated rice-wheat cropping systems in original green revolution states of India. In Y. P. Abrol (Ed.), *The Indian nitrogen assessment* (pp. 77-93). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811836-8.00006-9>
- Bulut, C., Nazli, M., Aydin, E., & Haque, A. U. (2021). The effect of environmental concern on conscious green consumption of post-millennials: The moderating role of greenwashing perceptions. *Young Consumers*, 22(2), 306-319. <https://doi.org/10.1108/YC-10-2020-1241>
- Chopra, J., Rangarajan, V., Rathnasamy, S., & Dey, P. (2024). Life cycle assessment as a key decision tool for emerging pretreatment technologies of biomass-to-biofuel: Unveiling challenges, advances, and future potential. *Bioenergy Research*, 17, 857-876.
<https://doi.org/10.1007/s12155-024-10741-8>
- Chui, M., Evers, M., Manyika, J., Zheng, A., & Nisbet, T. (2023). *The Bio Revolution: Innovations transforming economies, societies, and our lives*. McKinsey Global Institute.
- Deshpande, M. V., Kumar, N., Pillai, D., Krishna, V. V., & Jain, M. (2023). Greenhouse gas emissions from agricultural residue burning have increased by 75% since 2011 across India. *Science of the Total Environment*, 904, Article 166944.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166944>
- EOS Global Expansion. (2025, January 15). Japan's smart agriculture revolution: Technology adoption in rural farming. *EOS Agriculture Today*.
<https://www.eosglobalexpansion.com/japan-smart-agriculture>
- FAO. (2024). *The state of food security and nutrition in the world 2024: Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/items/ebe19244-9611-443c-a2a6-25cec697b361>
- Feng, Y., & Rosa, L. (2024). Global biomethane and carbon dioxide removal potential through anaerobic digestion of waste biomass. *Environmental Research Letters*, 19(2), Article 024024. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad1e81>
- Fielding, M., & Aung, M. T. (2018). *Bioeconomy in Thailand: A case study*. Stockholm Environment Institute.
- Fuentes-Peñailillo, F., Gutter, K., Vega, R., & Silva, G. C. (2024). Transformative technologies in digital agriculture: Leveraging Internet of Things, remote sensing, and artificial

- intelligence for smart crop management. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 13(4), Article 39. <https://doi.org/10.3390/jsan13040039>
- Future Market Insights. (2025). *Global organic food market outlook 2025-2035*. Future Market Insights Ltd.
- Gadanakis, Y. (2024). Advancing farm entrepreneurship and agribusiness management for sustainable agriculture. *Agriculture*, 14(8), 1288. <https://doi.org/10.3390/agriculture14081288>
- Geels, F. W. (2019). Socio-technical transitions to sustainability: A review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 39, 187-201. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.009>
- Giller, K. E., Hijbeek, R., Andersson, J. A., & Sumberg, J. (2021). Regenerative agriculture: An agronomic perspective. *Outlook on Agriculture*, 50(1), 13-25. <https://doi.org/10.1177/0030727021998063>
- Gómez-Godínez, L. J., Martínez-Romero, E., Banuelos, J., & Arteaga-Garibay, R. I. (2021). Tools and challenges to exploit microbial communities in agriculture. *Current Research in Microbial Sciences*, 2, Article 100062. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100062>
- Goold, H. D., Wright, P., & Hailstones, D. (2018). Emerging opportunities for synthetic biology in agriculture. *Genes*, 9(7), Article 341. <https://doi.org/10.3390/genes9070341>
- Green America. (2025). *Regenerative agriculture: Climate solutions on the ground*. Green America. <https://www.greenamerica.org/climate-solutions/regenerative-agriculture>
- He, L., Zhou, L., Qi, J., Song, Y., & Jiang, M. (2024). The role of digital finance embedded in green agricultural development: Evidence from agribusiness enterprises in China. *Land*, 13(10), 1649. <https://doi.org/10.3390/land13101649>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Mason-D'Croz, D., Palmer, J., BDIRSKY, B. L., Pradhan, P., Barrett, C. B., Benton, T. G., Hall, A., Pikaar, I., Bogard, J. R., Bonnett, G. D., Bryan, B. A., Campbell, B. M., Christensen, S., Clark, M., Fanzo, J., Godde, C. M., Jarvis, A., Loboguerrero, A. M., Mathys, A., McIntyre, C. L., Naylor, R. L., Nelson, R., Obersteiner, M., Parodi, A., Popp, A., Ricketts, K., Smith, P., Valin, H., Vermeulen, S. J., Vervoort, J., van Wijk, M., van Zanten, H. H. E., West, P. C., Wood, S. A., & Rockström, J. (2021). Articulating the effect of food systems innovation on the Sustainable Development Goals. *The Lancet Planetary Health*, 5(1), e50-e62. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30277-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30277-1)

- IMARC Group. (2024). *Organic food market: Global industry trends, share, size, growth, opportunity and forecast 2024-2033*. IMARC Group.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Kareska, K. (2023). *Innovations in modern agribusiness*. <https://ssrn.com/abstract=4405855>
- Klayson, S., & Jirakajohnkool, S. (2022). Factors related to the digital agricultural technology knowledge of young smart farmers in the central region of Thailand. *Journal of Science Innovation for Sustainable Development*, 4(2), 13-26. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JSISD/article/view/251016>
- Kristoffersen, E., Mikalef, P., Blomsma, F., & Li, J. (2021). The effects of business analytics capability on circular economy implementation, resource orchestration capability, and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 239, Article 108205. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108205>
- Lal, R. (2020). Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 123A-124A. <https://doi.org/10.2489/jswc.2020.0620A>
- Li, Q., & Wang, Z. (2024). Impact of contract farming on green technological efficiency of farmers: A comparative study of two contract organizational models. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, Article 1368997. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1368997>
- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. M. (2020). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current status, enabling technologies, and research challenges. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(6), 4322-4334. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3003910>
- Maffezzoli, F., Ardolino, M., Bacchetti, A., Perona, M., & Renga, F. (2022). Agriculture 4.0: A systematic literature review on the paradigm, technologies and benefits. *Futures*, 142, Article 102998. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102998>
- Market.us. (2024). *Taiwan smart agriculture market analysis and forecast 2024-2030*. Market.us Research.
- MarketsandMarkets Research. (2022). *China precision farming market by technology, offering, application, and region - Global forecast to 2030*. MarketsandMarkets. <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/china-precision-farming.asp>

- Massruhá, S., Leite, M., Oliveira, S., Molin, J., Carvalho, P., & Maciel, D. (2020). *Digital agriculture technologies for sustainable development*. Embrapa Agricultural Informatics.
- McKinsey & Company. (2024). *Regenerative agriculture: Economic potential and implementation challenges*. McKinsey Global Institute.
- Meechoovet, Y., & Siriwato, S. (2023). Thailand's smart agriculture and its impacts on Thai farmers: A case study of smart agriculture in Ayutthaya, Thailand. *Asian Political Science Review*, 7(1), 1-17. <https://doi.org/10.14456/aprs.2023.1>
- Mignogna, D., Ceci, P., Cafaro, C., Corazzi, G., & Avino, P. (2023). Production of biogas and biomethane as renewable energy sources: A review. *Applied Sciences*, 13(18), Article 10219. <https://doi.org/10.3390/app131810219>
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. (2024). *Sustainable agriculture promotion measures in Japan*. MAFF Japan.
- Monteiro, A., Santos, S., & Gonçalves, P. (2021). Precision agriculture for crop and livestock farming - Brief review. *Animals*, 11(8), Article 2345. <https://doi.org/10.3390/ani11082345>
- National Science and Technology Development Agency. (2021). *BCG model: Fostering sustainable development in Thai economy*. NSTDA. https://www.nstda.or.th/en/images/pdf/BCG_Booklet1.pdf
- Neves, M. F., Casagrande, B. P., Cambaúva, V., Teixeira, G. O., & Toledo, P. J. F. (2023). Agriculture 6.0: A new proposal for the future of agribusiness. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 17(9), 1-16. <http://dx.doi.org/10.24857/rgsa.v17n9-021>
- Neves, M. F., et al. (2024). *Sustainable agriculture transformation in developing countries*. Academic Press.
- One Step Beyond. (2025). *Japan's agricultural technology revolution: Smart farming solutions*. One Step Beyond Analytics.
- Papakonstantinou, G. I., Voulgarakis, N., Terzidou, G., Fotos, L., Giamouri, E., & Papatsiros, V. G. (2024). Precision livestock farming technology: Applications and challenges of animal welfare and climate change. *Agriculture*, 14(4), Article 620. <https://doi.org/10.3390/agriculture14040620>
- Pigford, A. A. E., Hickey, G. M., & Klerkx, L. (2018). Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and

- development in sustainability transitions. *Agricultural Systems*, 164, 116-121.
<https://doi.org/10.1016/j.agry.2018.04.007>
- Rosete, A. R. M. (2020). Property, access, exclusion: Agribusiness venture agreements in the Philippines. *Journal of Rural Studies*, 79, 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.08.037>
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. *Agronomy*, 10(2), Article 207. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>
- Schattman, R. E., Rowland, D. L., & Kelemen, S. C. (2023). Sustainable and regenerative agriculture: Tools to address food insecurity and climate change. *Journal of Soil and Water Conservation*, 78(2), 33A-38A. <https://doi.org/10.2489/jswc.2023.1202A>
- Siwal, S. S., Zhang, Q., Devi, N., Saini, A. K., Saini, V., Pareek, B., & Thakur, V. K. (2022). Recovery processes of sustainable energy using different biomass and wastes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, Article 111483.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111483>
- Srivetbodee, S., & Igel, B. (2021). Digital technology adoption in agriculture: Success factors, obstacles and impact on corporate social responsibility performance in Thailand's smart farming projects. *Thammasat Review*, 24(2), 149-170.
<https://doi.org/10.14456/tureview.2021.22>
- The Nation. (2025, January 20). Thailand's carbon credit market hits new highs in Q1 of fiscal 2025. *The Nation Thailand*. <https://www.nationthailand.com/sustaination/40045871>
- United Nations Environment Programme. (2024). *Promoting a sustainable agriculture and food sector in Thailand*. UNEP.
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *Key aspects of the Paris Agreement*. UNFCCC. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- van Bussel, L. M., Kuijsten, A., Mars, M., & van 't Veer, P. (2022). Consumers' perceptions on food-related sustainability: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 341, Article 130904. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130904>
- Vargas, D. B., Pinto, T. P., & Lima, C. Z. (2023). Green transition: The bioeconomy and conversion of green into value. *Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia*, Fundação Getulio Vargas. https://agro.fgv.br/sites/default/files/2023-09/eesp_relatorio_agro-bioeconomia_eng-ap1_v1%20Completo.pdf

- Velasco-Muñoz, J. F., Aznar-Sánchez, J. A., Batlles-de-laFuente, A., & Fidelibus, M. D. (2022). Circular economy in agriculture: A systematic literature review. *Resources, Conservation and Recycling*, 179, Article 106028. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106028>
- Vijayakumar, S., Murugaiyan, V., Ilakkiya, S., Kumar, V., Sundaram, R. M., & Kumar, R. M. (2025). Opportunities, challenges, and interventions for agriculture 4.0 adoption. *Discover Food*, 5, Article 265. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00576-3>
- Walter, P., & Herther, M. (2017). Nine trends transforming the agribusiness industry. *L.E.K. Consulting Executive Insights*, 19(62), 1-6. https://www.lek.com/sites/default/files/insights/pdf-attachments/1962_Agribusniess_Trends_LEK_Executive_Insights.pdf
- Weihrich, H. (2018). The TOWS matrix—A tool for situational analysis. *Long Range Planning*, 15(2), 54-66. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(82\)90120-0](https://doi.org/10.1016/0024-6301(82)90120-0)
- World Bank. (2024). *Food security update: World Bank response to rising food insecurity*. World Bank Group. <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/brief/food-security-update>
- Zambon, I., Cecchini, M., Egidi, G., Saporito, M. G., & Colantoni, A. (2019). Revolution 4.0: Industry vs. agriculture in a future development for SMEs. *Processes*, 7(1), Article 36. <https://doi.org/10.3390/pr7010036>
- Zhang, H., Feng, Y., Jia, Y., Liu, P., Hou, Y., Shen, J., Zhu, Q., & Zhang, F. (2024). China's agriculture green development: From concept to actions. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 11(1), 20-34. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2023512>