

การพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการเพื่อความยั่งยืนในยุคดิจิทัล:
แนวทางการจัดการฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรไทย*
THE DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED ORGANIC LIVESTOCK SYSTEM
FOR SUSTAINABILITY IN THE DIGITAL ERA:
SMART FARM MANAGEMENT APPROACHES FOR THAI FARMERS

ประภัศร กลับลุณ*, พระวัชรพุทธิบัณฑิต (ปรีดา บัวเมือง), ไพรัตน์ ฉิมหาด, พระสมุห์ธนภัทร ทิพย์วงศ์,
พระครูวุฒิสากนธธรรม (สาคร นุ่นกลับล)

Prapatsorn Klubkun*, Phra Vajraphutthibundit (Preeda Buamuang), Pairat Chimhad, Phrasamu Thanapat Tipwong,
Phrakru Wuttisakorntham (Sakorn Nunklab)

คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช ประเทศไทย

Faculty of Social Sciences, Mahachulalongkornrajavidyalaya University, Nakhon Si Thammarat Campus,
Nakhon Si Thammarat, Thailand

*Corresponding author E-mail: 2512klabkhun@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เน้นการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการโดยผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรไทยในยุคที่เทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ระบบฟาร์มอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เพื่อเก็บข้อมูลเรียลไทม์ เช่น สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ และสุขภาพสัตว์ รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลผ่าน Big Data เพื่อช่วยการตัดสินใจอย่างแม่นยำ ช่วยให้เกษตรกรบริหารฟาร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งลดการใช้ทรัพยากร เช่น น้ำ อาหารสัตว์ และพลังงาน รวมถึงป้องกันโรคในสัตว์ได้ทันเวลาและลดความเสี่ยงจากการสูญเสียในฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่า การใช้ระบบฟาร์มอัจฉริยะช่วยลดต้นทุนเพิ่มผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญและเสริมสร้างความน่าเชื่อถือในผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์อินทรีย์ เนื่องจากตรวจสอบย้อนกลับและรับรองคุณภาพได้ชัดเจน นอกจากนี้ ยังได้ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความรู้และเครือข่ายระหว่างเกษตรกร รวมถึงการเข้าถึงตลาดที่กว้างขึ้น จึงเน้นย้ำความสำคัญของการพัฒนาทักษะดิจิทัลให้เกษตรกรควบคู่กับการใช้เทคโนโลยี เพื่อสร้างความยั่งยืนในระยะยาวและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของตลาดโลก รวมทั้งการสร้างความมั่นคงทางอาหารและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมควบคู่กันไป บทความสรุปข้อเสนอเชิงนโยบายสำคัญ ได้แก่ การสนับสนุนงบประมาณและเทคโนโลยี การจัดตั้งศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมฟาร์มอัจฉริยะ การสร้างมาตรฐานและกรอบรับรองฟาร์มปศุสัตว์อินทรีย์อัจฉริยะ ซึ่งจะช่วยเร่งนำระบบนี้ไปใช้ในวงกว้างและส่งเสริมเกษตรกรไทยให้พร้อมรับมือความท้าทายใหม่ ๆ ในยุคดิจิทัล รวมทั้งส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และชุมชน เพื่อสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการพัฒนาปศุสัตว์อินทรีย์อย่างยั่งยืนและสร้างมูลค่าเพิ่มในตลาดโลกได้อย่างต่อเนื่องและมั่นคงอย่างยั่งยืนจริง

คำสำคัญ: ปศุสัตว์อินทรีย์, ระบบฟาร์มอัจฉริยะ, เทคโนโลยีดิจิทัล, ความยั่งยืน, การพัฒนาที่ยั่งยืน

Abstract

This article focuses on the development of an integrated organic livestock system by incorporating digital technology to enhance the competitiveness of Thai farmers in an era of rapid technological and environmental changes. The smart farm system developed utilizes Internet of Things (IoT) technology to collect real-time data such as environmental conditions, temperature, and animal health and analyzes it using Big Data to support precise decision-making. This enables farmers to manage their farms with maximum efficiency, reduce the use of resources such as water, animal feed, and energy, as well as prevent animal diseases in a timely manner and effectively minimize farm losses. Studies have shown that the implementation of smart farming systems significantly reduces costs and increases productivity, while also enhancing the credibility of organic livestock products through clear traceability and quality assurance. Moreover, it promotes knowledge sharing and networking among farmers, as well as broader market access. The article highlights the importance of developing digital skills among farmers in parallel with the adoption of technology to ensure long-term sustainability and adaptability to rapid changes in the global market. It also emphasizes the need to ensure food security and environmental conservation concurrently. The article concludes with key policy recommendations, including budgetary and technological support, the establishment of smart farm promotion and training centers, and the creation of standards and certification frameworks for smart organic livestock farms. These measures will help accelerate the adoption of such systems on a wider scale and prepare Thai farmers to face new challenges in the digital era. Furthermore, the article encourages collaboration among the public sector, private sector, and communities to build an ecosystem conducive to sustainable organic livestock development and the continuous and stable creation of added value in the global market.

Keywords: Organic Livestock, Smart Farm, Digital Technology, Sustainability, Sustainable Development Goals (SDGs)

บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา การปศุสัตว์อินทรีย์ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากผู้บริโภคตระหนักถึงความปลอดภัยของอาหาร ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสวัสดิภาพสัตว์มากขึ้น (Willer, H. & Lernoud, J., 2023) ทำให้ตลาดผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์อินทรีย์ทั่วโลกจึงมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมูลค่าตลาดในปี 2024 อยู่ที่ประมาณ 8.5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 12.3 ต่อปี (Organic Trade Association, 2024) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาปศุสัตว์อินทรีย์ยังต้องเผชิญกับความท้าทายหลายด้าน ทั้งในระดับโลกและระดับประเทศ

ประเทศไทยในฐานะประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีศักยภาพสูงในการพัฒนาภาคปศุสัตว์อินทรีย์ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565ก) แต่เกษตรกรไทยยังประสบปัญหาหลายประการ เช่น การขาดความรู้ด้านเทคนิคการผลิต ต้นทุนการรับรองมาตรฐานที่สูง การเข้าถึงตลาดที่จำกัด รวมถึงการแข่งขันที่รุนแรงขึ้นในตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ (กรมปศุสัตว์, 2564) ปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการขยายตลาดและความยั่งยืนของภาคปศุสัตว์อินทรีย์ไทย

การพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการโดยผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น Internet of Things (IoT) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน และรักษาคุณภาพมาตรฐานอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wolfert, S. et al., 2024) ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยให้เกษตรกรสามารถบริหารจัดการฟาร์มได้อย่างแม่นยำและตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้ดีขึ้น

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดและแนวทางการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการ โดยผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย โดยเน้นการสร้างคามยั่งยืนทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ในการส่งเสริมการพัฒนาภาคปศุสัตว์อินทรีย์ให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน ทั้งในมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงและความท้าทายการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์ในยุคดิจิทัล

เทคโนโลยีดิจิทัลได้เปลี่ยนแปลงวิธีการจัดการปศุสัตว์อินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยี IoT ที่ติดตั้งเซ็นเซอร์ในฟาร์มเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และพฤติกรรมของสัตว์ (Indrasukhsri, S., 2021) ข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและวิเคราะห์ด้วยระบบ Big Data และ AI เพื่อให้คำแนะนำหรือสั่งการอัตโนมัติ เช่น การควบคุมอุณหภูมิหรือการให้อาหารที่เหมาะสมกับสัตว์แต่ละตัว (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ, 2565)

นอกจากนี้ ระบบฟาร์มอัจฉริยะยังช่วยลดแรงงานคนและเพิ่มความแม่นยำในการดูแลสัตว์ ทำให้สามารถตรวจจับโรคหรือความผิดปกติในระยะเริ่มต้นได้อย่างรวดเร็ว ลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต อีกทั้งยังช่วยในการบริหารจัดการข้อมูลการผลิตและการตลาดให้เป็นระบบมากขึ้น ทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564)

การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลยังช่วยสร้างความโปร่งใสในการผลิตและสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค ผ่านระบบติดตามย้อนกลับ (Traceability) และบล็อกเชน ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ส่งผลให้ผู้บริโภคมั่นใจในความปลอดภัยและความเป็นอินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2565)

ความท้าทายในการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์ในยุคดิจิทัล

แม้เทคโนโลยีดิจิทัลจะเปิดโอกาสใหม่ ๆ ให้กับระบบปศุสัตว์อินทรีย์ แต่ก็มี ความท้าทายหลายประการที่ต้องได้รับการแก้ไขเพื่อให้การพัฒนาประสบความสำเร็จ

1. ทักษะและความรู้ของเกษตรกร เกษตรกรจำนวนมากยังขาดความรู้และทักษะในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ทำให้การนำระบบฟาร์มอัจฉริยะมาใช้ในฟาร์มเป็นไปได้อย่างจำกัด จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมและสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567)
2. โครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยี ในหลายพื้นที่ชนบทยังขาดการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและระบบสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการเชื่อมต่อและการส่งข้อมูลจากฟาร์มไปยังศูนย์กลางข้อมูล (มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน, 2563)
3. ต้นทุนการลงทุน การติดตั้งอุปกรณ์ IoT และระบบดิจิทัลมีต้นทุนเริ่มต้นที่สูง ซึ่งเป็นอุปสรรคสำหรับเกษตรกรขนาดเล็ก นอกจากนี้ การบำรุงรักษาและอัปเดตระบบก็ต้องใช้ทรัพยากรทั้งเวลาและเงินทุน (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2565)
4. การบริหารจัดการข้อมูลและความปลอดภัย ระบบฟาร์มอัจฉริยะสร้างข้อมูลจำนวนมากซึ่งต้องมีการบริหารจัดการอย่างเหมาะสม รวมถึงการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลเพื่อป้องกันการละเมิดสิทธิส่วนบุคคลและการโจรกรรมข้อมูล (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ, 2565)
5. การรับรองมาตรฐานและความเชื่อมั่นของผู้บริโภค แม้เทคโนโลยีจะช่วยให้การติดตามย้อนกลับและการตรวจสอบมาตรฐานอินทรีย์มีประสิทธิภาพ แต่ยังคงต้องการพัฒนาระบบการรับรองที่ครอบคลุมและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล เพื่อสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภค (กรมวิชาการเกษตร, 2565)

แนวทางการพัฒนาปศุสัตว์อินทรีย์อย่างยั่งยืน

เพื่อให้การพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการมีความยั่งยืนและประสบความสำเร็จ ควรมีการสนับสนุนในหลายมิติ ได้แก่

1. การส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรอย่างต่อเนื่องผ่านโครงการฝึกอบรมและการให้คำปรึกษา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567)
2. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านอินเทอร์เน็ตและระบบสื่อสารให้ครอบคลุมทั่วประเทศ โดยเฉพาะพื้นที่ชนบท (กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, 2563)
3. การจัดตั้งกองทุนหรือมาตรการสนับสนุนทางการเงินเพื่อช่วยลดภาระต้นทุนเริ่มต้นของเกษตรกรในการลงทุนระบบฟาร์มอัจฉริยะ (มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน, 2563)
4. การพัฒนาระบบบริหารจัดการข้อมูลและความปลอดภัยอย่างเป็นระบบ เพื่อสร้างความมั่นใจทั้งแก่เกษตรกรและผู้บริโภค (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ, 2565)
5. การส่งเสริมมาตรฐานอินทรีย์ที่โปร่งใสและเป็นที่ยอมรับ รวมถึงการพัฒนาระบบติดตามย้อนกลับที่ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ (กรมวิชาการเกษตร, 2565)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการเป็นโอกาสสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและความยั่งยืนของเกษตรกรรม อย่างไรก็ตาม ความท้าทายทั้งด้านทักษะเกษตรกร โครงสร้างพื้นฐาน ต้นทุน และการบริหารจัดการข้อมูลยังเป็นอุปสรรคที่ต้องการการสนับสนุนและพัฒนาอย่างครบวงจร เพื่อให้เกษตรกรสามารถปรับตัวและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีได้อย่างเต็มที่ ส่งผลให้ระบบปศุสัตว์อินทรีย์เติบโตได้อย่างยั่งยืนในอนาคต

องค์ประกอบของระบบฟาร์มอัจฉริยะในการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์

ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีดิจิทัลมีบทบาทสำคัญในการยกระดับคุณภาพชีวิตของมนุษย์ ระบบการผลิตอาหารและเกษตรกรรมก็ได้ปรับตัวเข้าสู่ยุคใหม่อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการปศุสัตว์ ซึ่งการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนในการผลิตกลายเป็นสิ่งจำเป็น หนึ่งในนวัตกรรมที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์ คือ ระบบฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farming System) ซึ่งเป็นการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อการจัดการฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ เทคโนโลยี IoT (Internet of Things) ระบบการจัดการข้อมูลแบบดิจิทัล และซอฟต์แวร์ควบคุมระบบ อย่างกรณีศึกษาของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมอินทรีย์ในจังหวัดเชียงใหม่ได้นำระบบฟาร์มอัจฉริยะมาใช้ เช่นการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน และใช้ Big Data วิเคราะห์สุขภาพโคนม ส่งผลให้สามารถลดการใช้ยา เพิ่มผลผลิตน้ำนม และได้รับการรับรองมาตรฐานอินทรีย์ระดับสากล

ระบบฟาร์มอัจฉริยะในการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์ มีองค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คือ เทคโนโลยี IoT ซึ่งทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากเซ็นเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งในฟาร์ม เซ็นเซอร์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการวัดและตรวจสอบค่าต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น น้ำหนักตัวของสัตว์ ตลอดจนข้อมูลทางชีวภาพ ซึ่งสามารถใช้เพื่อประเมินสุขภาพและพฤติกรรมของสัตว์ในฟาร์มได้อย่างแม่นยำ อุปกรณ์เสริมอื่น ๆ เช่น ระบบติดตามด้วย GPS กล้อง และระบบเสียง ยังช่วยในการเฝ้าระวังและบันทึกพฤติกรรมของสัตว์แบบเรียลไทม์ โดยมีระบบการสื่อสารที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับศูนย์กลางข้อมูล ช่วยให้ข้อมูลสามารถถูกส่งต่อและประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบที่ 2 คือ ระบบการจัดการข้อมูลแบบดิจิทัล ซึ่งมีหน้าที่รวบรวมและจัดเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ โดยข้อมูลที่ได้อาจถูกนำมาวิเคราะห์ผ่านแพลตฟอร์มเฉพาะทางเพื่อประเมินสภาพของสัตว์ สุขภาพและสภาพแวดล้อมในฟาร์ม การวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวช่วยให้ผู้บริหารฟาร์มสามารถวางแผนการเลี้ยงสัตว์อย่างเหมาะสม ตลอดจนสามารถคาดการณ์ปัญหาหรือภาวะผิดปกติล่วงหน้า และมีระบบการแจ้งเตือนอัตโนมัติในกรณีที่พบความเสี่ยง เพื่อให้สามารถตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

องค์ประกอบที่ 3 คือ ซอฟต์แวร์ควบคุมระบบ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้บริหารฟาร์มสามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้จากระยะไกลผ่านระบบออนไลน์ ซอฟต์แวร์นี้ครอบคลุมตั้งแต่การจัดสรรอาหารสัตว์ การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน ไปจนถึงการดูแลสุขภาพสัตว์อย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังสามารถช่วยวางแผนการจัดการฟาร์มในระยะยาว เช่น การประเมินผลผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การควบคุมรอบการผลิต และการวางแผนด้านการตลาด

การนำระบบฟาร์มอัจฉริยะมาใช้ในการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์ก่อให้เกิดประโยชน์ในหลายมิติ โดยเฉพาะในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการปศุสัตว์ ผู้บริหารฟาร์มสามารถใช้ข้อมูลเชิงลึกในการวางแผนและตัดสินใจได้อย่างรอบคอบ ช่วยลดความสูญเสีย ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลผลิตได้อย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งยังช่วยให้สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในฟาร์มให้เหมาะสมกับความต้องการของสัตว์ เช่น การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการระบายอากาศ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและสุขภาพของสัตว์โดยตรง นอกจากนี้ ระบบยังช่วยให้สามารถติดตามสุขภาพและพฤติกรรมของสัตว์ได้อย่างใกล้ชิดทำให้สามารถตรวจพบปัญหาหรือความผิดปกติได้ตั้งแต่ระยะแรก และสามารถดำเนินการแก้ไขได้ทันทีลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบาดภายในฟาร์ม ในขณะเดียวกัน เทคโนโลยีเหล่านี้ยังช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิต เช่น ต้นทุนการให้อาหาร การดูแลสุขภาพสัตว์ และการจัดการสิ่งแวดล้อมภายใน

ฟาร์มอีกหนึ่งผลลัพธ์ที่สำคัญ คือ การเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ ทั้งในด้านมาตรฐาน ความปลอดภัย และความสม่ำเสมอของผลผลิต ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์อินทรีย์ และสุขภาพมากขึ้น อีกทั้งระบบฟาร์มอัจฉริยะยังช่วย ส่งเสริมการจัดการที่ยั่งยืน โดยลดการใช้สารเคมี ลดของเสีย และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของปศุสัตว์อินทรีย์ที่คำนึงถึงความสมดุลของระบบนิเวศ

กล่าวโดยสรุป ระบบฟาร์มอัจฉริยะถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่สามารถยกระดับการผลิตปศุสัตว์อินทรีย์ให้มีความทันสมัย มีประสิทธิภาพ และยั่งยืนมากยิ่งขึ้น การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับกระบวนการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ไม่เพียงแต่ช่วยตอบโจทย์ด้านเศรษฐกิจ แต่ยังเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหาร ความปลอดภัยของผู้บริโภค และความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งล้วนเป็นเป้าหมายสำคัญของการเกษตรในศตวรรษที่ 21

แนวทางการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการโดยผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัล

การพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการเป็นแนวทางสำคัญที่ตอบสนองต่อความต้องการด้านความยั่งยืนของภาคการเกษตรและการปศุสัตว์ในยุคปัจจุบัน โดยเน้นการผสมผสานระหว่างระบบการเกษตรและระบบการเลี้ยงสัตว์อย่างกลมกลืน บนพื้นฐานของหลักการเกษตรอินทรีย์ซึ่งมุ่งหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ และให้ความสำคัญกับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและการจัดการตามกระบวนการทางธรรมชาติอย่างเหมาะสม (IFOAM, 2020) หลักการสำคัญของเกษตรอินทรีย์ คือ การไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ทุกชนิด เช่น ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าหญ้า และฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การใช้ปัจจัยการผลิตจากธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และการปลูกพืชคลุมดิน ช่วยฟื้นฟูคุณภาพของดินและรักษาสมดุลทางชีวภาพในฟาร์ม (กรมปศุสัตว์, 2564) ดังนั้น การจัดการแบบธรรมชาติดังรวมถึงการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้สัตว์ช่วยควบคุมศัตรูพืช และการจัดการฟาร์มในลักษณะบูรณาการ ซึ่งสร้างความหลากหลายทางชีวภาพในระบบการผลิต การปล่อยสัตว์ในพื้นที่เกษตร เช่น ห่านหรือเป็ดช่วยพลิกฟื้นดิน ช่วยให้สัตว์มีบทบาทในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ กระจายเมล็ดพันธุ์ และควบคุมศัตรูพืชตามธรรมชาติ (FAO, 2019) ส่วนการบูรณาการระบบการเกษตรและปศุสัตว์ พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกจากสัตว์เลี้ยงช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและลดความจำเป็นในการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ การปลูกพืชอาหารสัตว์ในฟาร์มสามารถลดต้นทุนการจัดหาวัตถุดิบและเพิ่มความสามารถในการควบคุมคุณภาพของอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันวิจัยเกษตรอินทรีย์, 2563) ทำให้การส่งเสริมระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการต้องเริ่มต้นจากการถ่ายทอดองค์ความรู้และประสบการณ์ให้แก่เกษตรกรผ่านการอบรม การจัดตั้งกลุ่มเกษตรอินทรีย์ และการพัฒนาเครือข่ายการตลาด เช่น ตลาดสินค้าอินทรีย์และตลาดออนไลน์ ทั้งนี้ ภาครัฐมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการวิจัย การให้เงินทุน การกำหนดมาตรฐาน และการประชาสัมพันธ์สินค้าอินทรีย์ให้เป็นที่รู้จักในวงกว้าง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565ก) ส่งผลกระทบเชิงบวกต่อหลายด้าน โดยเฉพาะการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ที่ปลอดภัยจากสารตกค้างและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น เนื้อสัตว์ นม และไข่อินทรีย์ ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดสุขภาพในประเทศและต่างประเทศ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภคและสร้างรายได้ที่มั่นคงแก่เกษตรกร (IFOAM, 2020) ในมิติสิ่งแวดล้อม สามารถลดมลภาวะจากการใช้สารเคมี ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศของฟาร์ม นอกจากนี้ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างรู้คุณค่ายังส่งเสริมการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว (FAO, 2019)

กล่าวโดยสรุป ระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการโดยผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัล คือ ทางเลือกที่สำคัญในการขับเคลื่อนภาคการเกษตรไทยให้ก้าวสู่ความยั่งยืนอย่างแท้จริง ด้วยการผสมความรู้แบบดั้งเดิมเข้ากับแนวทางการจัดการที่ทันสมัยภายใต้หลักเกษตรอินทรีย์ เกษตรกรสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลผลิตที่ปลอดภัยเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในยุคใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแสดงเป็นตารางที่ 1 ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แนวทางการพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการโดยผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัล

ขั้นตอน	รายละเอียด
1. การวางแผน	วางแผนการผลิตและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม
2. การติดตั้ง IoT	ติดตั้งเซ็นเซอร์และระบบเฝ้าติดตามสุขภาพสัตว์
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	ใช้ Big Data และ AI วิเคราะห์และแจ้งเตือน
4. การจัดการฟาร์ม	ปรับปรุงกระบวนการผลิตตามข้อมูลที่ได้
5. การตรวจสอบย้อนกลับ	ใช้ Blockchain เพื่อความโปร่งใสและตรวจสอบได้

ผลกระทบและโอกาสของการสร้างความยั่งยืนในเกษตรกรรมต่อเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตของเกษตรกร

การสร้างความยั่งยืนในเกษตรกรรมถือเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยยกระดับระบบเกษตรไทยให้สามารถรับมือกับปัญหาในระยะยาว ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม แนวทางนี้มุ่งเน้นการผลิตที่ไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ และสามารถคงอยู่ได้ในระยะยาว โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรุ่นต่อไป ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมรายได้ ความมั่นคง และคุณภาพชีวิตของเกษตรกรอย่างรอบด้าน (Pretty, J., 2008) ดังนี้

1. ผลกระทบทางเศรษฐกิจ เกษตรกรรมยั่งยืนช่วยให้เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคงและลดความเสี่ยงจากความผันผวนของตลาดหรือภัยพิบัติธรรมชาติ ผ่านการลดต้นทุนการผลิต การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ (World Bank, 2021) การส่งเสริมการแปรรูปผลผลิตภายในชุมชน หรือการทำเกษตรอินทรีย์ ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดอาหารปลอดภัย ซึ่งเป็นที่ต้องการสูงในตลาดทั้งในและต่างประเทศ นอกจากนี้ การพัฒนาเกษตรกรรมยั่งยืนยังมีศักยภาพในการสร้างงานในชุมชนท้องถิ่น และเสริมสร้างระบบเศรษฐกิจฐานรากให้เข้มแข็ง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565)

2. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ระบบเกษตรกรรมที่ยั่งยืนช่วยลดการพึ่งพาสารเคมี ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างอนุรักษ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคนิคการปลูกพืชแบบหมุนเวียน การเลี้ยงสัตว์แบบอินทรีย์ และการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ล้วนส่งผลให้สามารถรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ และลดการพังทลายของดิน (IFOAM, 2020) รวมถึงสามารถป้องกันการปนเปื้อนของแหล่งน้ำและระบบนิเวศโดยรอบ ซึ่งช่วยรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อมให้คงอยู่ได้ในระยะยาว

3. ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ความยั่งยืนในเกษตรกรรมนำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรอย่างชัดเจน ทั้งในด้านสุขภาพที่ดีขึ้นจากการลดการสัมผัสสารเคมี อาหารที่ปลอดภัยและเพียงพอสำหรับการบริโภคภายในครัวเรือน และรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เกษตรคุณภาพสูง (ศูนย์พัฒนาเกษตรอินทรีย์,

2564) นอกจากนี้ เกษตรกรที่ยั่งยืนยังช่วยให้เกษตรกรมีความมั่นใจในอนาคต มีบทบาทในการพัฒนาชุมชน และมีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการดำเนินชีวิตของตนเองมากยิ่งขึ้น

โอกาสจากเกษตรกรรมยั่งยืน คือ การพึ่งพาตนเองตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ซึ่งส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถดำรงชีวิตโดยไม่พึ่งพาระบบตลาดเกินความจำเป็น และมีภูมิคุ้มกันจากวิกฤตเศรษฐกิจและภัยพิบัติต่าง ๆ (พิเชษฐ วิริยะจิตรา, 2563) อีกทั้ง ประชาชนทั่วไปยังได้รับประโยชน์จากการเข้าถึงอาหารปลอดภัย ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากสารเคมีตกค้างในอาหาร และช่วยเสริมสร้างสุขภาพของประชากรโดยรวม (FAO, 2019) ประเทศไทยมีโอกาที่จะรักษาและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติให้สมบูรณ์ผ่านนโยบายเกษตรกรรมที่ยั่งยืน เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การปลูกพืชคลุมดิน และการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ นอกจากนี้ การส่งเสริมเกษตรกรรมยังสามารถ สร้างงานและรายได้ในระดับชุมชน โดยเฉพาะผ่านการรวมกลุ่มของเกษตรกร เช่น สหกรณ์หรือวิสาหกิจชุมชน ซึ่งเปิดโอกาสให้มีการพัฒนาองค์ความรู้ และสามารถกำหนดทิศทางการดำเนินกิจการด้วยตนเองอย่างมีส่วนร่วม (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ, 2565)

กล่าวโดยสรุป การสร้างความยั่งยืนในเกษตรกรรมไม่เพียงแต่ส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยด้านอาหารเท่านั้น แต่ยังเป็นรากฐานที่มั่นคงในการยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรไทยในระยะยาว ทั้งในด้านรายได้ สุขภาพ ความมั่นคง และศักดิ์ศรีของผู้ผลิต การดำเนินการเกษตรกรรมยั่งยืนจึงควรได้รับการสนับสนุนจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาสังคม เพื่อร่วมกันสร้างอนาคตที่มั่นคงและยั่งยืนให้แก่ประเทศไทย

ตารางที่ 2 ผลกระทบและโอกาสของการสร้างความยั่งยืนในเกษตรกรรมต่อเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตของเกษตรกร

ประเด็น	ฟาร์มอัจฉริยะ	ฟาร์มดั้งเดิม
การใช้ทรัพยากร	มีประสิทธิภาพสูง	สิ้นเปลืองมากกว่า
การติดตามสุขภาพสัตว์	แบบเรียลไทม์	ใช้แรงงานคน
การป้องกันโรค	แจ้งเตือนอัตโนมัติ	ตรวจพบเมื่อเกิดปัญหาแล้ว
ความน่าเชื่อถือ	ตรวจสอบย้อนกลับได้	ยากต่อการตรวจสอบ

จากตารางที่ 2 พบว่า จากข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างฟาร์มอัจฉริยะและฟาร์มดั้งเดิม สามารถวิเคราะห์ผลกระทบและโอกาสของการสร้างความยั่งยืนในเกษตรกรรม ได้ดังนี้ 1) ผลกระทบทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ฟาร์มอัจฉริยะ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรอย่างมีนัยสำคัญ ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติและการตรวจสอบแบบเรียลไทม์ช่วยลดการสูญเสียจากโรคระบาดในปศุสัตว์ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงและผลตอบแทนเพิ่มขึ้น การติดตามสุขภาพสัตว์ที่แม่นยำยังช่วยเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์ สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับฟาร์มในทางตรงกันข้าม ฟาร์มดั้งเดิม มีการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลืองมากกว่า ต้นทุนแรงงานสูง และมักตรวจพบปัญหาเมื่อเกิดขึ้นแล้ว ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจที่สามารถป้องกันได้ 2) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในฟาร์มอัจฉริยะช่วยลดการใช้น้ำ อาหารสัตว์ และยาสัตว์แพทย์อย่างไม่จำเป็น ระบบป้องกันโรคที่ทำงานแบบเชิงรุกช่วยลดการใช้ยาปฏิชีวนะ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการลดปัญหาเชื้อดื้อยา ส่วนฟาร์มดั้งเดิม มักมีการใช้ทรัพยากรที่ไม่เหมาะสม เช่น การให้อาหารหรือการใช้น้ำเกินความจำเป็น ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว 3) ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ได้แก่ ฟาร์มอัจฉริยะ ช่วยลดภาระงานของเกษตรกรผ่านระบบอัตโนมัติ เกษตรกรสามารถตรวจสอบสถานะฟาร์มได้จากระยะไกล ลดความเครียดจากการ

เฝ้าระวังแบบตลอดเวลา ระบบตรวจสอบย้อนกลับได้ยังช่วยสร้างความมั่นใจในการจัดการฟาร์มและเพิ่มความน่าเชื่อถือต่อผู้บริโภค ในขณะที่ฟาร์มดั้งเดิม ต้องอาศัยแรงงานคนมากกว่าเกษตรกรต้องทำงานหนักและมีความเสี่ยงสูงในการพลาดการตรวจพบปัญหา ความยากต่อการตรวจสอบย้อนกลับอาจสร้างความไม่แน่ใจในการจัดการฟาร์ม และ 4) โอกาสในการสร้างความยั่งยืน ได้แก่ การเปลี่ยนผ่านสู่ฟาร์มอัจฉริยะเปิดโอกาสในการสร้างเกษตรกรที่ยั่งยืนผ่านการใช้เทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร การลงทุนในเทคโนโลยีเหล่านี้อาจมีต้นทุนเริ่มต้นสูง แต่จะสร้างผลตอบแทนที่ยั่งยืนในระยะยาว ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม

สรุป

การพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการโดยผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัล เป็นทางเลือกที่ตอบโจทย์ความยั่งยืนทั้งทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมจากการนำเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เข้ามาช่วยในการจัดการฟาร์มทำให้เกิดระบบฟาร์มอัจฉริยะ ที่สามารถตรวจสอบและควบคุมการเลี้ยงสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความสูญเสีย และเพิ่มผลผลิตโดยยังคงรักษามาตรฐานอินทรีย์ไว้ได้ ช่วยให้เกษตรกรสามารถบริหารจัดการฟาร์มได้แม่นยำและง่ายขึ้น ทั้งยังส่งเสริมให้การเลี้ยงสัตว์เป็นไปตามหลักความยั่งยืนและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม ยังเผชิญกับความท้าทายหลายด้าน เช่น การขาดทักษะและความรู้ด้านเทคโนโลยีของเกษตรกร โครงสร้างพื้นฐานที่ยังไม่พร้อม และต้นทุนการลงทุนที่สูง รวมถึงความยุ่งยากในการจัดการข้อมูลและการรับรองมาตรฐานอินทรีย์ ที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในตลาด เพื่อให้ระบบปศุสัตว์อินทรีย์เติบโตอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องมีการสนับสนุนทั้งในด้านการอบรมและพัฒนาทักษะของเกษตรกร พัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในพื้นที่ชนบท พร้อมกับการส่งเสริมมาตรฐานและการตรวจสอบที่โปร่งใส โดยอาจใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนเข้ามาช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ การสร้างเครือข่ายตลาดที่เข้มแข็งจะช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงผู้บริโภคและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์อินทรีย์ได้อย่างยั่งยืน โดยมีข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ได้แก่ จัดตั้งศูนย์ฝึกอบรมฟาร์มอัจฉริยะ สนับสนุนเงินทุนสำหรับเกษตรกรรายย่อย พัฒนาระบบรับรองมาตรฐานที่เป็นสากล ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี Blockchain ในการตรวจสอบย้อนกลับ สำหรับหัวข้อวิจัยในอนาคต มุ่งเน้นการประเมินผลกระทบของเทคโนโลยีดิจิทัลต่อรายได้และคุณภาพชีวิตเกษตรกร รวมถึงการพัฒนาโมเดลการจัดการฟาร์มอัจฉริยะที่เหมาะสมกับแต่ละภูมิภาคของไทย เพราะฉะนั้น การพัฒนาระบบปศุสัตว์อินทรีย์แบบบูรณาการในยุคดิจิทัล จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการสร้างความยั่งยืนทางการเกษตรในประเทศไทย โดยการผสมผสานระหว่างหลักการเกษตรอินทรีย์และเทคโนโลยีดิจิทัลจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรไทยในตลาดโลก พร้อมทั้งส่งเสริมให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและรักษาสภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. (2564). แนวทางการเลี้ยงสัตว์แบบเกษตรอินทรีย์. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. (2565). มาตรฐานและการรับรองสินค้าอินทรีย์ในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2564). รายงานเทคโนโลยีและนวัตกรรมการปศุสัตว์ในยุคดิจิทัล. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. (2563). แผนพัฒนาดิจิทัลแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.
- พิเชษฐ์ วิริยะจิตรา. (2563). เศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาเกษตรกรรมไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เกษตรยั่งยืน.
- มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน. (2563). การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อพัฒนาการเกษตรอินทรีย์. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน.
- ศูนย์พัฒนาเกษตรอินทรีย์. (2564). แนวทางการพัฒนาเกษตรอินทรีย์เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตเกษตรกร. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิเกษตรอินทรีย์.
- สถาบันวิจัยเกษตรอินทรีย์. (2563). คู่มือการทำฟาร์มอินทรีย์แบบบูรณาการ. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์เกษตรธรรมชาติ.
- สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ. (2565). บทบาทเทคโนโลยีดิจิทัลในการพัฒนาการเกษตรยั่งยืน. กรุงเทพมหานคร: BEDO.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565ก). รายงานนโยบายและแนวทางส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. (2565ข). รายงานการเกษตรยั่งยืนในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. (2567). รายงานภาวะเศรษฐกิจการเกษตรไตรมาส 1 - 3 ปี 2567 และแนวโน้มปี 2567. เรียกใช้เมื่อ 20 พฤษภาคม 2568 จาก <https://www.oae.go.th>
- สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. (2565). รายงานประจำปี 2564. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม.
- FAO. (2019). The State of Food and Agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction. Retrieved May 20, 2025, from <https://www.fao.org>.
- IFOAM. (2020). The principles of organic agriculture. Retrieved May 20, 2025, from <https://www.ifoam.bio>.
- Indrasukhsri, S. (2021). The study of factors and obstacles in implementing a smart farming solution. Master of Business Administration. Bangkok: Thammasat University.
- Organic Trade Association. (2024). Organic Market Report 2025. Washington, D.C.: Organic Trade Association.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 363(1491), 447-465.
- Willer, H. & Lernoud, J. (2023). The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2023. Switzerland: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL).
- Wolfert, S. et al. (2024). "Systematic Literature Review". European Review of Agricultural Economics, 51(4), 1012-1044.
- World Bank. (2021). Transforming food systems for a resilient and prosperous future. Washington, D.C.: World Bank.