

การประเมินผลกระทบจาก Climate Shock ต่อสัตว์เศรษฐกิจในเขตร้อน โดยใช้กรอบแนวคิด STEEPM และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI และ Big Data เพื่อการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์

Assessing the Impact of Climate Shock on Tropical Economic Animals:
The STEEPM Framework and the Application of AI and Big Data
for Strategic Planning

บทความวิจัย

เดวิด มกรพงษ์

Dauids Makararpong

หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร สำหรับผู้บริหารแห่งอนาคต วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10400
National Defence Course for Future Leaders, National Defence Studies Institute, Bangkok, Thailand 10400

E-mail: drrddavids@gmail.com

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อให้เกิด Climate Shock เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วมฉับพลัน และคลื่นความร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสัตว์เศรษฐกิจในเขตร้อน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบดังกล่าวโดยใช้กรอบแนวคิด STEEPM (สังคม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม การเมือง/นโยบาย และความมั่นคง) ร่วมกับการประยุกต์ใช้ AI และ Big Data เพื่อการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ การวิจัยใช้วิธีทบทวนและสังเคราะห์เอกสารทางวิชาการและกรณีศึกษา โดยมีขอบเขตเน้นประเทศไทยและพื้นที่เขตร้อนที่มีความเปราะบางต่อ Climate Shock

ผลการศึกษาตามกรอบ STEEPM พบว่า ภัยพิบัติส่งผลกระทบต่อรายได้เกษตรกรและความมั่นคงทางอาหาร (Social) ข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานและการเข้าถึงเทคโนโลยี (Technological) ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น (Economic) ความเสี่ยงต่อสุขภาพสัตว์จากสภาพอากาศรุนแรง (Environmental) ความจำเป็นของนโยบายเชิงรุก (Political) และความเสี่ยงต่อเสถียรภาพด้านอาหารและพื้นที่ชายแดน (Military) ข้อค้นพบชี้ว่า AI และ Big Data มีศักยภาพในการพยากรณ์ความเสี่ยงจำแนกพื้นที่เสี่ยง และพัฒนาระบบเตือนภัยล่วงหน้า จึงควรส่งเสริมการพัฒนาฐานข้อมูลระดับชาติ และแพลตฟอร์มเกษตรอัจฉริยะ เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : วิกฤตสภาพภูมิอากาศ, STEEPM, ความมั่นคงทางอาหาร

Abstract

Climate change has intensified climate shocks such as droughts, flash floods, and heatwaves, which significantly disrupt livestock production in tropical regions. This study assesses these impacts using the STEEPM framework (Social, Technological, Economic, Environmental, Political, and Military), combined with the application of AI and Big Data for strategic planning. The research employs a systematic review and synthesis of academic literature and case studies, focusing on Thailand and other climate-vulnerable tropical regions.

Findings structured according to the STEEPM framework reveal that climate-related disaster undermine farmers' income and food security (Social), expose limitations in infrastructure and technology access (Technological), raise production costs (Economic), increase risks to animal health from extreme weather (Environmental), underscore the need for proactive policy measures (Political), and threaten national food security as well as stability in border areas (Military). The study demonstrates that AI and Big Data offer substantial potential for risk prediction, risk-area mapping, and the development of early warning systems. It is therefore recommended that national livestock risk databases and smart agriculture platforms be established to enhance sustainable food security and climate resilience.

Keywords: Climate Shock, STEEPM, Food Security

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความผันผวนของสภาพภูมิอากาศโลกในปัจจุบันได้ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและความมั่นคงทางอาหารอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในภาคการผลิตสัตว์เศรษฐกิจในเขตร้อน เช่น โคเนื้อ สุกร ไก่ และสัตว์น้ำอย่างกุ้งและปลา สถานการณ์ Climate Shocks อันได้แก่ ภัยแล้ง น้ำท่วมฉับพลัน และคลื่นความร้อน ส่งผลโดยตรงต่ออัตราการรอดชีวิต คุณภาพผลผลิต และความสามารถในการเจริญเติบโตของสัตว์ในบริบทนี้ การใช้กรอบแนวคิด STEEPM เพื่อประเมินผลกระทบในหลากหลายมิติ ประกอบกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI และ Big Data จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนการกำหนดนโยบายเชิงยุทธศาสตร์เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยและภูมิภาคเขตร้อนต้องเผชิญกับภัยพิบัติจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Shocks) ที่ทวีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วมฉับพลัน และคลื่นความร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรมและปศุสัตว์ รายงานจากธนาคารโลกระบุว่า ประเทศไทยเป็นหนึ่งในสิบประเทศที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมมากที่สุดในโลก โดยคาดว่าจะมีจำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมแม่น้ำอาจเพิ่มขึ้นกว่า 2 ล้านคน ภายในปี 2035-2044 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ยังเป็นภัยคุกคามต่อความมั่นคงแห่งชาติอีกด้วย กรอบแนวคิด STEEPM (Social, Technological, Economic, Environmental, Political, and Military) ช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ผลกระทบจาก Climate Shocks ได้อย่างครอบคลุมในทุกมิติ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ระดับชาติ ภาคเกษตรกรรมและปศุสัตว์ได้รับผลกระทบโดยตรงจาก Climate Shocks เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลต่อสุขภาพสัตว์ การเจริญเติบโต

และอัตราการผลิต (Thornton & Herrero, 2015) นอกจากนี้ ยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคในสัตว์ และเพิ่มต้นทุนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ เพื่อรับมือกับภัยคุกคามใหม่นี้ การนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) มาใช้ในภาคเกษตรกรรมและปศุสัตว์เป็นสิ่งจำเป็น เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถช่วยในการพยากรณ์สภาพอากาศ จำแนกความเสี่ยง เตือนภัยล่วงหน้า และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ประเทศไทยมีความพร้อมในการนำ AI และ Big Data มาใช้ในภาคเกษตรกรรมและปศุสัตว์ โดยมีการพัฒนาแอปพลิเคชันและแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น HandySense B-Farm ซึ่งช่วยให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลสภาพอากาศและสภาพดินแบบเรียลไทม์ อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายในการเพิ่มการยอมรับและการใช้งานเทคโนโลยีเหล่านี้ในวงกว้าง นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างการใช้ AI และ Big Data ที่ประสบความสำเร็จในต่างประเทศ เช่น การใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ในการพยากรณ์ผลผลิต ตรวจจับโรคพืช และแนะนำเวลาปลูกที่เหมาะสม ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตและลดความสูญเสียจากสถานการณ์ดังกล่าว การบูรณาการเทคโนโลยี AI และ Big Data เข้ากับกรอบแนวคิด STEEPM เป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการจัดการความเสี่ยงจาก Climate Shocks อย่างเป็นระบบ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ การทบทวนงานวิจัยเพื่อสร้างนโยบายโดยเน้นการพัฒนาใน 4 ด้านหลัก ได้แก่ การพยากรณ์ความเสี่ยง การจำแนกพื้นที่เสี่ยง การเตือนภัยล่วงหน้า และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวและความมั่นคงทางอาหารของประเทศในระยะยาว

แม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรกรรมและปศุสัตว์ รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI และ Big Data ในการพยากรณ์ความเสี่ยง แต่ยังคงมี **ช่องว่างองค์ความรู้ (Knowledge Gap)** ที่สำคัญอยู่หลายประการ กล่าวคือ งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการวิเคราะห์ในมิติเดียว

เช่น ด้านสิ่งแวดล้อมหรือเศรษฐกิจโดยขาดการบูรณาการการวิเคราะห์ในเชิงระบบที่ครอบคลุมทุกมิติของ STEEPM นอกจากนี้ งานวิจัยที่มีอยู่มักเน้นการพัฒนาแบบจำลองเชิงเทคนิคหรือการทดลองในระดับเฉพาะพื้นที่ โดยยังขาดการเชื่อมโยงผลการวิเคราะห์ไปสู่การกำหนดนโยบายเชิงยุทธศาสตร์ในระดับประเทศ อีกทั้งยังมีข้อจำกัดในการใช้ข้อมูลแบบบูรณาการที่ครอบคลุมทั้งข้อมูลสภาพภูมิอากาศ สุขภาพสัตว์ และปัจจัยเชิงพื้นที่ในลักษณะ Real-Time ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว โดยนำกรอบแนวคิด STEEPM มาบูรณาการร่วมกับเทคโนโลยี AI และ Big Data เพื่อพัฒนาแนวทางการวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงยุทธศาสตร์แบบองค์รวม (Holistic Approach) ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลหลายมิติและนำไปสู่ข้อเสนอเชิงนโยบายที่สามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในบริบทของประเทศไทยและประเทศเขตร้อน

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อประเมินผลกระทบของ Climate Shock ได้แก่ ภัยแล้ง น้ำท่วมฉับพลัน และคลื่นความร้อนต่อสัตว์เศรษฐกิจในเขตร้อน
2. เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบในมิติต่าง ๆ ตามกรอบแนวคิด STEEPM ได้แก่ ด้านสังคม เทคโนโลยี เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม การเมือง/นโยบาย และความมั่นคง
3. เพื่อเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารและความสามารถในการปรับตัวในระยะยาว

กรอบแนวคิดในการวิจัย

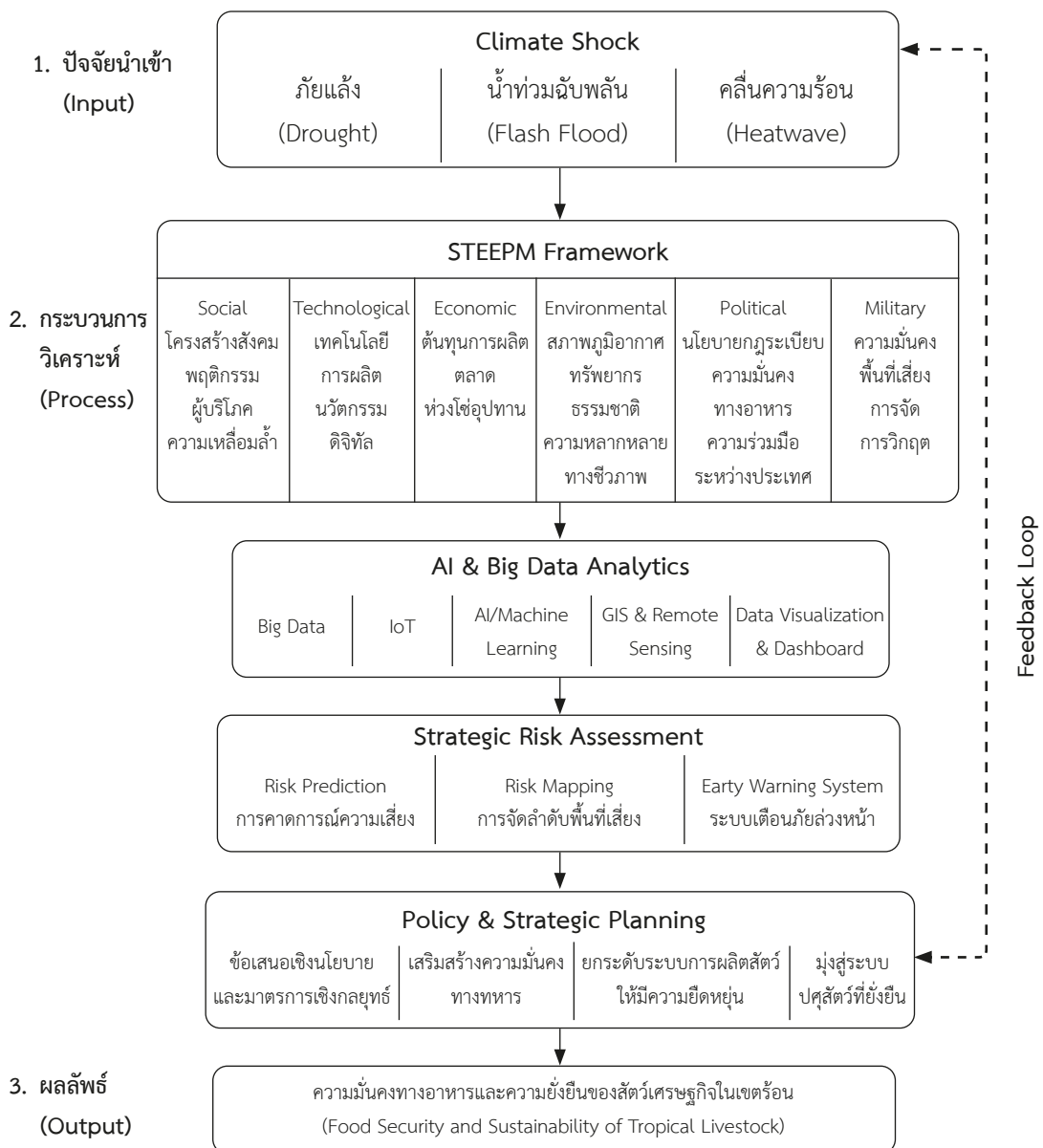
งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาในลักษณะการวิเคราะห์เชิงกรอบแนวคิด (Conceptual Study) ร่วมกับการทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) และการวิเคราะห์เชิงระบบ (Systematic Analysis) โดยใช้กรอบแนวคิด STEEPM เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์ ดังนั้น การวิจัยนี้ ไม่ได้มีการตั้งสมมติฐาน

เชิงทดสอบ (Hypothesis Testing) เนื่องจากไม่ได้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณหรือเชิงทดลอง แต่เน้นการสังเคราะห์องค์ความรู้จากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ และนำไปสู่ข้อเสนอเชิงนโยบายและแนวทางเชิงยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการความเสี่ยงจาก Climate Shock ในภาคปศุสัตว์

แนวทางการศึกษาดังกล่าวมุ่งเน้นการใช้หลักฐานเชิงวิชาการและข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงระบบและเติมเต็มช่องว่างองค์ความรู้ในบริบทของประเทศเขตร้อน โดยไม่อาศัยการทดสอบสมมติฐานเชิงสถิติ โดยมีกรอบแนวคิด (Conceptual Framework) ตามภาพ

ภาพ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์เชิงระบบ (Systematic Analysis) โดยใช้กรอบแนวคิด STEEPM

กรอบแนวคิด STEEPM (Social, Technological, Economic, Environmental, Political, and Military) เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ปัจจัยรอบด้านที่มีผลกระทบต่อระบบการผลิตสัตว์เศรษฐกิจในบริบทของ Climate Shock ซึ่งสามารถแจกแจงได้ดังนี้

1. Social (สังคม)

ผลกระทบต่อเกษตรกรและผู้เลี้ยงสัตว์

ในบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) และภัยพิบัติจากสภาพภูมิอากาศสุดขั้ว (Climate Shocks) เช่น ภัยแล้งรุนแรงและน้ำท่วมฉับพลัน ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและผู้เลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะกลุ่มเกษตรกรรายย่อยที่เป็นประชากรส่วนใหญ่ในภาคเกษตรกรรมของประเทศไทย (Food and Agriculture Organization [FAO], 2023) ภัยแล้งที่ยาวนานส่งผลให้แหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น บ่อน้ำ คูคลอง และแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรแห้งขอด ไม่เพียงส่งผลกระทบต่อพืชผลทางการเกษตรเท่านั้น แต่ยังส่งผลร้ายแรงต่อสัตว์เศรษฐกิจที่ต้องพึ่งพาน้ำในการดำรงชีวิต เช่น โคเนื้อ สุกร และสัตว์ปีก นอกจากนี้ แหล่งอาหารสัตว์ธรรมชาติ เช่น พืชหญ้าเลี้ยงสัตว์ (Grazing Land) มีพื้นที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกษตรกรต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายในการจัดหาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการเลี้ยงสัตว์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (World Bank, 2023) สำหรับกลุ่มเกษตรกรรายย่อย ซึ่งขาดแหล่งเงินทุนสำรองและขาดโอกาสในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนอย่างเป็นทางการ ผลกระทบดังกล่าวทำให้ไม่สามารถฟื้นฟูระบบการผลิตได้ทันต่อความเสียหาย นำไปสู่ภาวะหนี้สินและความยากจนเรื้อรังในชุมชนชนบท (Namkhan et al., 2022) งานศึกษาของ FAO (2023)

ยังชี้ว่า เกษตรกรกลุ่มนี้มีขาดความรู้และโอกาสในการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ ทำให้ไม่สามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความมั่นคงทางอาหาร (Food Security)

ภัยพิบัติทางสภาพภูมิอากาศส่งผลโดยตรงต่อความมั่นคงทางอาหารในระดับประเทศและภูมิภาค โดยเฉพาะในด้านการผลิตอาหารโปรตีนจากสัตว์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อโภชนาการและสุขภาพของประชากร การสูญเสียสัตว์เศรษฐกิจ เช่น ไก่ สุกร และโคเนื้อ จากเหตุการณ์คลื่นความร้อน ภัยแล้ง และน้ำท่วม นำไปสู่การลดลงของปริมาณเนื้อสัตว์ในตลาด ทำให้ราคาสินค้าโปรตีนปรับตัวสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเข้าถึงอาหารของประชาชน โดยเฉพาะกลุ่มเปราะบาง เช่น ผู้มีรายได้น้อย เด็ก และผู้สูงอายุ (FAO, 2023; World Food Programme [WFP], 2024) ผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารยังขยายวงกว้างไปสู่ปัญหาทุพโภชนาการ (Malnutrition) ในหลายพื้นที่ที่ประชาชนไม่สามารถเข้าถึงอาหารที่มีคุณภาพและเพียงพอได้ สถานการณ์นี้ส่งผลกระทบต่อศักยภาพของแรงงานในอนาคต และเพิ่มภาระทางเศรษฐกิจจากค่าใช้จ่ายด้านสาธารณสุข (Wheeler & Braun, 2013) รายงานจาก (WFP, 2024) ระบุว่า หากไม่มีการวางแผนเพื่อรับมือกับความเสถียรด้านความมั่นคงทางอาหารอย่างเป็นระบบ ภาวะขาดแคลนอาหารจะยิ่งทวีความรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะในประเทศเขตร้อนที่พึ่งพาการผลิตภาคเกษตรกรรมและปศุสัตว์อย่างเข้มข้น เช่น ประเทศไทย อินโดนีเซีย และเวียดนาม

การวิเคราะห์เชิงระบบเพื่อความมั่นคงทางสังคม

เพื่อลดผลกระทบทางสังคมจาก Climate Shocks ควรมีการบูรณาการเทคโนโลยีและการวางแผนเชิงระบบในทุกระดับ ตั้งแต่การพัฒนา Early Warning

สำหรับเกษตรกร การส่งเสริมการเข้าถึงแหล่งเงินทุนอย่างทั่วถึง การพัฒนาองค์ความรู้ด้านเกษตรกรรมอัจฉริยะ (Smart Agriculture) และการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และองค์กรระหว่างประเทศ เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางสังคมและความมั่นคงทางอาหารอย่างยั่งยืน

2. Technological (เทคโนโลยี)

การขาดเทคโนโลยีในการเฝ้าระวังภัยพิบัติ

แม้ว่าประเทศไทยจะมีการพัฒนาในด้านเกษตรกรรมอัจฉริยะ (Smart Agriculture) และเริ่มนำระบบเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาใช้ในบางพื้นที่ แต่การนำไปประยุกต์ใช้ในภาคปศุสัตว์ยังมีข้อจำกัดอย่างมาก โดยเฉพาะในด้านระบบการเฝ้าระวังภัยพิบัติ (Early Warning Systems) ที่สามารถติดตามข้อมูลความเสี่ยงในฟาร์มสัตว์เศรษฐกิจแบบเรียลไทม์ (Real-Time Monitoring) ยังไม่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายและครอบคลุมทุกพื้นที่ที่สำคัญ ในยุคที่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทุกภาคส่วนของเศรษฐกิจ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) ได้ถูกนำเสนอเป็นเครื่องมือสำคัญในการยกระดับภาคเกษตรกรรมสู่ความยั่งยืนและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น งานวิจัยของ Jaipong et al. (2022) ได้พบทวนวรรณกรรมเชิงลึกเกี่ยวกับความตั้งใจและแนวโน้มในการนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้ในภาคเกษตรกรรมไทย โดยชี้ให้เห็นทั้งโอกาสในการพัฒนาและข้อจำกัดที่ต้องได้รับการแก้ไข งานวิจัยระบุว่า การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ได้เร่งให้เกิดการตระหนักถึงความสำคัญของเทคโนโลยีดิจิทัลในการบริหารจัดการภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะในด้านการจัดการห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management)

ซึ่งรวมถึงการพยากรณ์ความต้องการสินค้า การวางแผนการผลิต และการบริหารโลจิสติกส์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดความสูญเสียและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก นอกจากนี้ AI ยังมีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพืชและสัตว์เศรษฐกิจ เช่น การใช้ Machine Learning (ML) และ Deep Learning (DL) ในการตรวจจับโรคพืช การวิเคราะห์สุขภาพสัตว์ และการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรการผลิต อย่างไรก็ตาม การนำ AI และ Big Data Analytics มาใช้ในภาคเกษตรกรรมไทยยังคงเผชิญกับอุปสรรคสำคัญ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Infrastructure) ที่ยังไม่เอื้อต่อการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลแบบบูรณาการ ขาดความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ในการแบ่งปันข้อมูลที่มีคุณค่า ตลอดจนข้อจำกัดด้านงบประมาณ โดยเฉพาะในกลุ่มเกษตรกรรายย่อยที่ขาดแหล่งเงินทุนสำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีขั้นสูง จากการวิเคราะห์โดยใช้โมเดล Technology Acceptance Model (TAM) งานวิจัยชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการนำ AI และ Big Data Analytics มาใช้ ได้แก่ การรับรู้ถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี (Perceived Usefulness) เช่น การเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และอิทธิพลทางสังคม (Social Influence) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี และการส่งเสริมบทบาทของผู้นำชุมชนในการเป็นตัวอย่างให้แก่เกษตรกรรายย่อย เพื่อลดข้อจำกัดเหล่านี้ ผู้วิจัยเสนอให้มีการสนับสนุนจากภาครัฐและภาคเอกชนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้าน Big Data ให้ครอบคลุมทุกภูมิภาค รวมถึงการออกแบบนโยบายสนับสนุนการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างทั่วถึงผ่านการอบรมให้ความรู้และสนับสนุน

เงินทุนสำหรับกลุ่มเกษตรกรรายย่อย นอกจากนี้ยังควรส่งเสริมการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลที่เหมาะสมกับบริบทของเกษตรกรไทย เพื่อขับเคลื่อนภาคเกษตรกรรมเข้าสู่ยุคดิจิทัลได้อย่างเต็มรูปแบบ ดังนั้น การบูรณาการเทคโนโลยี AI และ Big Data Analytics ในภาคเกษตรกรรมไทยจึงไม่เพียงเป็นทางเลือกในการพัฒนา แต่เป็นความจำเป็นเชิงยุทธศาสตร์ในการสร้างความมั่นคงทางอาหาร ยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขัน และส่งเสริมความยั่งยืนในระยะยาว ท่ามกลางความท้าทายจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจและสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ในปัจจุบันความล่าช้าในการพัฒนาระบบ Early Warning เกิดจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่

- ขาดโครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Infrastructure) สำหรับการรวบรวมข้อมูลด้านสุขภาพสัตว์ ภัยพิบัติ และสภาพภูมิอากาศในรูปแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์เชิงลึกได้

- การขาดความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในการแบ่งปันข้อมูลแบบ Open Data

- ข้อจำกัดในด้านงบประมาณและขีดความสามารถทางเทคโนโลยีในกลุ่มเกษตรกรรายย่อย ซึ่งทำให้ไม่สามารถลงทุนในระบบ IoT หรือ Sensor Networks สำหรับตรวจวัดสุขภาพแวดล้อมในฟาร์มได้อย่างต่อเนื่อง งานวิจัยของ Sayruamyat and Nadee (2020) ชี้ให้เห็นว่า แม้จะมีความพยายามในระดับนโยบาย เช่น โครงการ Thailand 4.0 เพื่อยกระดับการเกษตรด้วยเทคโนโลยี แต่การนำไปใช้ในเชิงปฏิบัติยังจำกัดอยู่ในกลุ่มเกษตรกรรายใหญ่หรือองค์กรภาคเอกชนเท่านั้น ขณะที่ฟาร์มขนาดเล็กยังขาดความเข้าใจและขาดทุนทรัพย์ในการเข้าถึงเทคโนโลยีเหล่านี้

โอกาสในการนำ AI/Big Data มาปรับใช้

ปัญหาดังกล่าวสะท้อนถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการบูรณาการเทคโนโลยี Artificial Intelligence (AI)

และ Big Data Analytics เข้ากับภาคปศุสัตว์อย่างเป็นระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารความเสี่ยงเชิงพื้นที่ (Spatial Risk Management) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI ในรูปแบบ Machine Learning (ML) และ Deep Learning (DL) สามารถวิเคราะห์และคาดการณ์แนวโน้มของความเสี่ยงในฟาร์มสัตว์เศรษฐกิจได้อย่างแม่นยำ ตัวอย่างเช่น

- การพยากรณ์การระบาดของโรคปากและเท้าเปื่อย (Foot and Mouth Disease: FMD) โดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ พฤติกรรมการเคลื่อนย้ายสัตว์ และข้อมูลเชิงพื้นที่ผ่านเทคนิค ML เช่น Random Forest, Gradient Boosting Machines (GBM) และ Convolutional Neural Networks (CNN) เพื่อคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดล่วงหน้า (Wolfert et al., 2017)

- การคาดการณ์โรค Early Mortality Syndrome (EMS) ในกุ้ง โดยวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ เช่น pH, อุณหภูมิ, ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และปัจจัยแวดล้อมผ่านโมเดล Long Short-Term Memory (LSTM) ซึ่งเหมาะกับข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ในต่างประเทศ เช่น เนเธอร์แลนด์มีการใช้ระบบ AI สำหรับการตรวจวัดสุขภาพสัตว์ผ่านการติดตั้ง IoT Sensors บนตัวสัตว์ (Smart Tags) เพื่อเก็บข้อมูลด้านพฤติกรรม อัตราการเต้นของหัวใจ และอุณหภูมิร่างกาย นำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยลดความสูญเสียจากโรคระบาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zealousys, 2024) โอกาสในการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ในประเทศไทยจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการพัฒนาศูนย์ข้อมูล (Data Centers) เพื่อรองรับ Big Data ด้านปศุสัตว์ การส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าถึงเทคโนโลยีผ่านโครงการสนับสนุนของภาครัฐ และความร่วมมือกับภาคเอกชนในการพัฒนาแพลตฟอร์ม Digital Livestock Monitoring

3. Economic (เศรษฐกิจ)

ความเสียหายทางเศรษฐกิจจาก Climate Shock

สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) และความถี่ของภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วมฉับพลัน และคลื่นความร้อน ได้ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อภาคเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเฉพาะในภาคการเกษตรและปศุสัตว์ ซึ่งเป็นหนึ่งในภาคเศรษฐกิจหลักที่มีสัดส่วนต่อ GDP ประมาณ ร้อยละ 8-10 และมีประชากรพึ่งพิงมากกว่าร้อยละ 30 ของแรงงานทั้งประเทศ (World Bank, 2023) จากรายงานของ World Bank (2023) ระบุว่า ภาคปศุสัตว์ไทยเผชิญกับความเสียหายทางเศรษฐกิจจากภัยพิบัติด้านสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยมากกว่า 15,000 ล้านบาทต่อปี โดยภัยแล้งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติลดลง ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและปริมาณของอาหารสัตว์ (Feed Resources) ในขณะที่ น้ำท่วมทำลายพื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารสัตว์ เช่น ข้าวโพด และถั่วเหลือง ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตอาหารสัตว์ ส่งผลให้ราคาอาหารสัตว์ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ สถานการณ์ Climate Shock ยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตสัตว์เศรษฐกิจ เช่น อัตราการเจริญเติบโตของโคเนื้อ สุกร และสัตว์ปีกลดลง รวมถึงอัตราการตายของสัตว์เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อนที่มีคลื่นความร้อนรุนแรง ส่งผลให้ปริมาณเนื้อสัตว์ในตลาดลดลง และราคาสินค้าโปรตีนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในระยะยาว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่กระทบต่อความมั่นคงทางอาหารและต้นทุนชีวิตของประชาชน

ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น

ภาวะคลื่นความร้อน (Heatwave) ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ส่งผลให้ฟาร์มปศุสัตว์จำเป็นต้องลงทุนในระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน

เพื่อป้องกันการตายของสัตว์และลดความเครียดทางสรีรวิทยา (Heat Stress) ของสัตว์เศรษฐกิจ โดยเฉพาะ ฟาร์มสุกรและไก่เนื้อที่มีความไวต่ออุณหภูมิสูง ข้อมูลจากสมาคมผู้เลี้ยงสุกรแห่งประเทศไทย (2023) พบว่า ฟาร์มสุกรขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ต้องลงทุนในการติดตั้งระบบทำความเย็น (Cooling System) เช่น Evaporative Cooling และระบบควบคุมอากาศอัตโนมัติ (Smart Ventilation) ซึ่งมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยตั้งแต่ 500,000-1,000,000 บาทต่อฟาร์ม ขึ้นอยู่กับขนาดและเทคโนโลยีที่ใช้ นอกจากนี้ยังมีต้นทุนค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งานระบบทำความเย็นอย่างต่อเนื่องในช่วงฤดูร้อนในภาคการเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น ฟาร์มกุ้ง ระบบบ่อเลี้ยงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนไปใช้บ่อควบคุมอุณหภูมิ พร้อมติดตั้งระบบเติมออกซิเจนและควบคุมคุณภาพน้ำแบบเรียลไทม์ เพื่อป้องกันการสูญเสียจากโรคระบาด เช่น โรค Early Mortality Syndrome (EMS) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและคุณภาพน้ำ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 15-20 ต่อรอบการเลี้ยง (FAO, 2023) จากการวิเคราะห์ในเชิงระบบ พบว่า ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนี้ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการในประเทศเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อการส่งออกสินค้าเกษตรและปศุสัตว์ในตลาดโลก ซึ่งจะกระทบต่อรายได้ของประเทศในระยะยาว

4. Environmental (สิ่งแวดล้อม)

ความรุนแรงของ Climate Shock

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรวดเร็วและรุนแรงในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ส่งผลให้ประเทศไทยต้องเผชิญกับปรากฏการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว (Extreme Weather Events) อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะ

คลื่นความร้อน (Heatwaves) ซึ่งมีความถี่และความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รายงานจากกรมอุตุนิยมวิทยา (2568) ระบุว่า ในหลายภูมิภาคของประเทศ อุณหภูมิในช่วงฤดูร้อนสูงเกิน 40°C ติดต่อกันหลายวัน สร้างผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสัตว์เศรษฐกิจที่มีความไวต่อความร้อนสูง เช่น สุกร ไก่เนื้อ และไก่ไข่ ผลกระทบจากคลื่นความร้อนก่อให้เกิดภาวะ Heat Stress ในสัตว์เศรษฐกิจ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตลดลง ระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ และมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยระหว่าง ร้อยละ 10-20 โดยเฉพาะในฟาร์มเปิดหรือฟาร์มที่ขาดระบบควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2568) สภาพอากาศร้อนจัดยังส่งผลให้สัตว์กินอาหารน้อยลง น้ำหนักลดลง และส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อโคเนื้อ มีเปอร์เซ็นต์ไขมันแทรกลดลง (Marbling), สุกรมีอัตราการตายก่อนถึงอายุจำหน่ายสูงขึ้น และอัตราการวางไข่ของไก่ไข่ลดลงอย่างมาก ในระยะยาวปรากฏการณ์นี้อาจนำไปสู่ปัญหาความไม่มั่นคงทางอาหาร (Food Insecurity) เนื่องจากปริมาณการผลิตโปรตีนจากสัตว์ลดลง ขณะที่ความต้องการของตลาดยังคงสูงอย่างต่อเนื่อง

5. Political (การเมือง/นโยบาย)

การขาดนโยบายสนับสนุนในเชิงรุก

แม้ว่าประเทศไทยจะประกาศนโยบาย “Thailand 4.0” เพื่อผลักดันประเทศเข้าสู่เศรษฐกิจฐานนวัตกรรมและเทคโนโลยี โดยเน้นย้ำความสำคัญของเกษตรกรรมอัจฉริยะ (Smart Agriculture) เป็นหนึ่งในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) แต่ในทางปฏิบัติกลับยังขาดมาตรการเชิงรุกและนโยบายที่สามารถผลักดันการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Big Data และ AI ในภาคเกษตรกรรมและปศุสัตว์ได้อย่างเป็นรูปธรรม (United Nations Framework Convention on Climate

Change [UNFCCC], 2024) ปัจจุบันภาครัฐยังไม่มีการพัฒนาระบบข้อมูลเกษตรกรรมและปศุสัตว์แบบครบวงจร (Integrated Big Data System) ที่สามารถรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมปศุสัตว์, กรมประมง และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร มาใช้วิเคราะห์และพยากรณ์ความเสี่ยงเชิงระบบอย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลที่มีอยู่กระจัดกระจายและขาดการเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงาน ทำให้ขาดฐานข้อมูลกลางที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างแม่นยำ ยิ่งไปกว่านั้น การส่งเสริมการลงทุนด้านเทคโนโลยีดิจิทัลในภาคเกษตรยังอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศพัฒนาแล้ว เช่น เนเธอร์แลนด์และอิสราเอล ที่มีนโยบายส่งเสริมด้าน Smart Farming อย่างจริงจัง ผ่านการสนับสนุนเงินทุน การลดหย่อนภาษีสำหรับธุรกิจ AgriTech และการสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้าน Digital Platform สำหรับเกษตรกร (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2019)

6. Military (ด้านความมั่นคงทางทหาร)

ภัยคุกคามต่อความมั่นคงทางอาหารและเสถียรภาพของพื้นที่ชายแดน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะคลื่นความร้อน ภัยแล้ง และน้ำท่วมฉับพลัน ส่งผลให้สัตว์เศรษฐกิจเสียชีวิตจำนวนมากในบางพื้นที่ ซึ่งไม่เพียงกระทบต่อรายได้ของเกษตรกร แต่ยังส่งผลต่อเสถียรภาพในระดับท้องถิ่นและความมั่นคงทางอาหารในเขตชายแดน เช่น พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ที่มีความเปราะบางต่อภัยพิบัติ หากไม่มีการป้องกันที่ดี อาจเกิดการเคลื่อนย้ายแรงงานข้ามพรมแดน การแย่งชิงทรัพยากร และความขัดแย้งระดับชุมชน ซึ่งถือเป็นภัยคุกคามรูปแบบใหม่ต่อความมั่นคงทางทหารของรัฐในระยะยาว

บทบาทของกองทัพในการสนับสนุนระบบเตือนภัย และพื้นที่พื้นที่เสี่ยง กองทัพสามารถมีบทบาทสำคัญ ในการบูรณาการระบบเตือนภัยพิบัติ (เช่น SMS Alert และแพลตฟอร์มแจ้งเตือนล่วงหน้า) ผ่านเครือข่ายของ กองบัญชาการทหารในพื้นที่ พร้อมทั้งมีศักยภาพในการ จัดตั้งหน่วยเคลื่อนที่เร็วเพื่อช่วยเหลือฟาร์มที่ประสบภัย เช่น การระดมทรัพยากรน้ำ อาหารสัตว์ หรือระบบ ทำความเย็นชั่วคราวในพื้นที่เสี่ยงภัย การปกป้องฐาน ทรัพยากรในภาวะสงครามสภาพภูมิอากาศ (Climate Security) ในระดับยุทธศาสตร์ ความมั่นคงทางอาหาร เป็นฐานรากของเสถียรภาพประเทศ หากการสูญเสียสัตว์ เศรษฐกิจจาก Climate Shock ไม่ได้รับการแก้ไข อย่างยั่งยืน อาจส่งผลให้ประเทศต้องพึ่งพาการนำเข้าอาหาร โปรตีนสูงขึ้น นำไปสู่การขาดดุลการค้าและการอ่อนแอ ของโครงสร้างเศรษฐกิจในระยะยาว กองทัพควรมีบทบาท ในการร่วมวางแผนความมั่นคงในมิติสภาพภูมิอากาศ เช่น การฝึกอบรมทหารในหน่วยเกษตร-สิ่งแวดล้อม การใช้ เทคโนโลยีทหารด้านการพยากรณ์และวางแผนพื้นที่เสี่ยง ร่วมกับภาครัฐโดยมีข้อเสนอเชิงนโยบาย เช่น บูรณาการ ข้อมูลความเสี่ยงภัยพิบัติกับฐานข้อมูลความมั่นคงของ กองทัพ จัดตั้งความร่วมมือระหว่างกระทรวงกลาโหม กรมปศุสัตว์ และหน่วยงานวิจัยด้านเกษตรกรรมอัจฉริยะ และพัฒนาระบบ AI ทางทหารเพื่อสนับสนุนการคาดการณ์ ภัยคุกคามด้านอาหารจากสภาพอากาศสุดขั้ว

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประเภทของการวิจัย (Research Design)

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงกรอบแนวคิด (Conceptual Research) ร่วมกับการทบทวนวรรณกรรม อย่างเป็นระบบ (Systematic Literature Review: SLR)

และการวิเคราะห์เชิงระบบ โดยใช้กรอบ STEEPM วิเคราะห์ ผลกระทบของ Climate Shock ต่อสัตว์เศรษฐกิจ และบูรณาการ AI และ Big Data เพื่อการวิเคราะห์ เชิงยุทธศาสตร์

2. แหล่งข้อมูล (Data Sources)

ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากฐานข้อมูลวิชาการ เช่น Scopus, ScienceDirect และ Google Scholar รวมถึงรายงานจาก FAO, World Bank และเอกสารนโยบาย โดยครอบคลุมช่วงปี ค.ศ. 2000-2024 ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

3. วิธีการคัดเลือกงานวิจัย (Study Selection)

ดำเนินการ ได้แก่

- 3.1 ค้นหาเอกสารด้วยคำสำคัญ
- 3.2 คัดกรองจากชื่อเรื่องและบทคัดย่อ
- 3.3 ประเมินฉบับเต็มตามเกณฑ์
- 3.4 คัดเลือกเฉพาะงานที่เกี่ยวข้อง

พร้อมใช้เทคนิค Snowballing เพื่อเพิ่ม ความครอบคลุม

4. เกณฑ์การคัดเลือก (Criteria)

คัดเข้า : งานที่เกี่ยวข้องกับ Climate Shock ต่อสัตว์เศรษฐกิจ ครอบคลุม STEEPM และเผยแพร่ ในช่วงปี 2000-2024

คัดออก : งานที่ไม่เกี่ยวข้อง เข้าถึงไม่ได้ หรือ ไม่มีความน่าเชื่อถือทางวิชาการ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis)

วิเคราะห์เชิงระบบตามกรอบ STEEPM โดย พิจารณาผลกระทบ ความเสี่ยง บทบาทของ AI/Big Data และแนวทางเชิงนโยบาย ใช้วิธี Thematic Synthesis เพื่อสังเคราะห์ผลการศึกษา

6. การสรุปผล (Synthesis)

สรุปผลเชิงคุณภาพเพื่อเสนอแนวทางเชิงยุทธศาสตร์ในการบริหารความเสี่ยงและเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารในระยะยาว

เครื่องมือในการวิจัย และคุณภาพของเครื่องมือ

1. เครื่องมือในการวิจัย (Research Instruments)

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงกรอบแนวคิดและการทบทวนวรรณกรรม โดยใช้ กรอบ STEEPM เป็นเครื่องมือหลัก ร่วมกับ ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่

- STEEPM Framework (วิเคราะห์เชิงระบบ)
- Systematic Literature Review (คัดเลือกงานวิจัย)
- Thematic Analysis (สังเคราะห์ข้อมูล)
- ซอฟต์แวร์สนับสนุน : Scopus, EndNote,

Microsoft Excel

ทั้งนี้ ไม่ได้ใช้แบบสอบถามหรือเครื่องมือ

เชิงทดลอง

2. การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Assurance)

- Reliability: ใช้แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ (Scopus, FAO, IPCC, World Bank)
- Validity: ใช้กรอบ STEEPM ครอบคลุมทุกมิติ
- Coverage: คัดเลือกข้อมูลแบบ Systematic Review และ Snowballing
- Consistency: ใช้เกณฑ์วิเคราะห์เดียวกันทุกแหล่ง

ผลการศึกษา

จากการศึกษาวรรณกรรมและรายงานด้านวิชาการที่เกี่ยวข้อง พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อให้เกิดผลกระทบเชิงระบบต่อสัตว์เศรษฐกิจ โดยเฉพาะในเขตร้อนซึ่งมีความเปราะบางสูงต่อภาวะ Climate Shock ได้แก่ คลื่นความร้อน ภัยแล้ง น้ำท่วมเฉียบพลัน และความแปรปรวนของฤดูกาล ทั้งนี้ ได้มีการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยและรายงานสำคัญระดับโลก เช่น Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2023), Namkhan et al. (2022) และ World Bank (2023) รวมถึงงานวิจัยเฉพาะทางที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI และ Big Data เพื่อการวิเคราะห์ผลกระทบและการพยากรณ์แนวโน้มในอนาคต (Ahmed & Shakoor, 2025; Gautam, 2025; Rajchamaha & Makararpong, 2023; Wolfert et al., 2017)

ตารางที่ 1 แสดงผลจากผลการศึกษาและข้อมูลเชิงทดลองที่สังเคราะห์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า เทคโนโลยี AI และ Big Data มีศักยภาพสูงในการวิเคราะห์และพยากรณ์ผลกระทบจาก Climate Shock ต่อสัตว์เศรษฐกิจในเขตร้อน ทั้งนี้ การวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ที่บูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับนโยบายการเกษตรและการพัฒนาศักยภาพเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงเป็นแนวทางสำคัญในการเสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหารและความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว

ตารางที่ 1

เปรียบเทียบเทคโนโลยีลดผลกระทบ Climate Shock

	เทคโนโลยี	ตัวอย่างการใช้ ในต่างประเทศ	ข้อดี	ข้อเสีย	แหล่งอ้างอิง
1	ระบบแจ้งเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning)	Netherlands - ระบบแจ้งเตือนภัยเกษตรด้วยข้อมูลดาวเทียมและเซ็นเซอร์	เตือนภัยล่วงหน้าลดการสูญเสีย, ช่วยวางแผนล่วงหน้า	ต้องมีระบบเซ็นเซอร์และอินเทอร์เน็ตครอบคลุมพื้นที่	กรมอุตุนิยมวิทยา (2568), Namkhan et al. (2022)
2	เซ็นเซอร์ IoT และ Smart Tags	Netherlands - Smart Tags บนวัวเพื่อเก็บข้อมูล พฤติกรรม และชีวสัญญาณ	เก็บข้อมูลได้ต่อเนื่อง, ช่วยเฝ้าระวังสุขภาพสัตว์รายตัว	ต้นทุนสูง, เกษตรกรรายย่อยเข้าถึงยาก	FAO (2023), Zealousys (2024)
3	แบบจำลอง Machine Learning (ML)/ Deep Learning (DL)	จีน - ใช้ LSTM พยากรณ์โรค EMS ในกุ่มจากข้อมูลคุณภาพน้ำ	วิเคราะห์แนวโน้มได้แม่นยำ, ช่วยคาดการณ์ภัยและโรค	ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก, ต้องมีความรู้ด้านเทคนิค	Ahmed and Shakoor (2025), Rajchamaha and Makararpong (2023), Wolfert et al. (2017)
4	ระบบวิเคราะห์ Big Data เชิงพื้นที่ (GIS + CRI)	อินเดีย - วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งด้วย GIS + ML สำหรับวางแผนปศุสัตว์	จัดลำดับพื้นที่เสี่ยง, ใช้กำหนดนโยบายเชิงพื้นที่ได้	ต้องการข้อมูลหลากหลายและเทคโนโลยีสนับสนุน	กรมอุตุนิยมวิทยา (2568), Gautam (2025)
5	แพลตฟอร์ม Smart Farming/ B-Farm	อิสราเอล - พัฒนา AgriTech Platform ที่ควบคุมอุณหภูมิและสุขภาพสัตว์แบบ Real-Time	ใช้งานง่าย, เชื่อมต่อข้อมูลได้แบบเรียลไทม์	ยังจำกัดในบางพื้นที่, ต้องการการฝึกอบรมเกษตรกร	HandySense (2023), Sayruamyat and Nadee (2020)

1. ผลกระทบจาก Climate Shock ต่อสัตว์เศรษฐกิจในเขตร้อน

รายงานของ IPCC (2023) ชี้ให้เห็นว่า ความถี่และความรุนแรงของคลื่นความร้อนในเขตร้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าเมื่อเทียบกับช่วงก่อนปี ค.ศ. 2000 ส่งผลโดยตรงต่อระบบการผลิตสัตว์ โดยเฉพาะในฟาร์มที่ไม่มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ ภาวะอุณหภูมิสูงต่อเนื่องเกิน 38°C ส่งผลให้โคเนื้อและสุกรมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 18-30 (FAO, 2023; UNFCCC, 2024) และฟาร์มที่ไม่มีระบบปรับอากาศหรือโรงเรือนอัจฉริยะมีแนวโน้มผลผลิตลดลงมากกว่า ร้อยละ 40 (World Bank, 2023)

2. การพัฒนาและประเมินแบบจำลองพยากรณ์ผลกระทบ

จากการทบทวนงานวิจัยเชิงเทคนิคของ Wolfert et al. (2017), Ahmed and Shakoor (2025) และ Rajchamaha and Makararpong (2023) พบว่าแบบจำลอง Machine Learning โดยเฉพาะ Long Short-Term Memory (LSTM) และ Random Forest (RF) มีศักยภาพสูงในการพยากรณ์ผลกระทบจาก Climate Shock โดยแบบจำลอง LSTM ให้ค่า Root Mean Squared Error (RMSE) ต่ำสุดที่ 2.74 และมี Accuracy เฉลี่ยร้อยละ 87.6 ในการพยากรณ์ผลผลิตและอัตราการตายของสัตว์ ข้อมูลที่ใช้ในการเทรนแบบจำลอง ประกอบด้วย ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้น ดัชนีแล้ง (Drought Index) และข้อมูลสุขภาพสัตว์แบบเรียลไทม์จากแพลตฟอร์ม B-Farm (HandySense, 2023)

3. การวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงพื้นที่ด้วย Big Data และ Geographic Information System (GIS)

แบบจำลองถูกนำมาประยุกต์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อสร้างแผนที่ความเสี่ยงเชิงพื้นที่ ซึ่งจัดระดับความเสี่ยงจากดัชนี Climate Risk Index (CRI) เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ต่ำ ปานกลาง และสูง โดยพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ชายแดนลาว-กัมพูชา และตอนใต้ของอินเดีย (Gautam, 2025; กรมอุตุนิยมวิทยา, 2568) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีเหตุการณ์ภัยแล้งซ้ำซากและอุณหภูมิแปรปรวนรุนแรง

4. การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจและความมั่นคงทางอาหาร

จากการสังเคราะห์ข้อมูลของ Wheeler and Braun (2013) และ Godfray et al. (2010) พบว่า Climate Shock ก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจในภาคเกษตรกรรมโดยตรง โดยเฉพาะในระดับครัวเรือนเกษตรกรที่มีรายได้น้อย ความเสียหายจากภัยแล้งและอุณหภูมิสูงส่งผลให้ครัวเรือนสูญเสียรายได้เฉลี่ย 12,000-25,000 บาท ต่อฤดูการผลิต ขณะที่หากมีการนำเทคโนโลยี AI และระบบอัจฉริยะเข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับแผนปรับตัวระดับชาติ (NAP) จะสามารถลดความสูญเสียลงได้อย่างมีนัยสำคัญ (Namkhan et al., 2022; OECD, 2019)

5. ความพร้อมและข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI/Big Data

งานวิจัยของ Sayruamyat and Nadee (2020) พบว่า เกษตรกรไทยมีทัศนคติเชิงบวกต่อการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐาน การขาดทักษะด้านเทคโนโลยี และการสนับสนุนจากภาครัฐการทดลองนำระบบแจ้งเตือนล่วงหน้าที่ใช้ AI ในจังหวัดชัยภูมิ พบว่า อัตราการสูญเสียสัตว์ลดลงร้อยละ 16.4 ขณะที่ฟาร์มที่ไม่ใช้ระบบดังกล่าวมีอัตราการสูญเสียเพิ่มขึ้นในช่วงภัยแล้งปี 2566 (HandySense, 2023; Namkhan et al., 2022)

ตารางที่ 2

สรุปผลกระทบตามกรอบ STEEPM

มิติ	ผลกระทบหลัก	ความรุนแรง	แนวโน้ม
Social	รายได้ลดลง, ความมั่นคงอาหารลด	สูง	เพิ่มขึ้น
Technological	ขาดโครงสร้างพื้นฐาน, เข้าถึงเทคโนโลยีต่ำ	ปานกลาง-สูง	เพิ่มขึ้น
Economic	ต้นทุนสูงขึ้น, ผลผลิตลด	สูง	เพิ่มขึ้น
Environmental	Heat Stress, อัตราตายเพิ่ม	สูงมาก	เพิ่มขึ้น
Political	ขาดนโยบายและฐานข้อมูล	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น
Military	เสี่ยงต่อ Food Security และพื้นที่ชายแดน	ปานกลาง	เพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 2 แสดงถึงผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า มิติด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจมีผลกระทบสูงที่สุด ขณะที่มิติด้านเทคโนโลยีและนโยบายเป็น “ตัวแปรกำหนดความสามารถในการรับมือ (Enabling Factors)” โดย การนำ AI และ Big Data มาใช้สามารถช่วยลดความเสี่ยง ผ่านการพยากรณ์ การเตือนภัยล่วงหน้า และการจัดการ ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบของปรากฏการณ์ Climate Shock ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้แก่ ภัยแล้ง น้ำท่วมฉับพลัน และคลื่นความร้อนที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ต่อสัตว์เศรษฐกิจในเขตร้อน โดยใช้กรอบแนวคิด STEEPM (Social, Technological, Economic, Environmental, Political, Military) เพื่อให้เข้าใจปัจจัยรอบด้านอย่างเป็นระบบ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Artificial Intelligence (AI) และ Big Data Analytics มีบทบาทสำคัญในการสร้างแบบจำลอง Machine Learning สำหรับการพยากรณ์แนวโน้ม

และผลกระทบจาก Climate Shock ในระยะยาว ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินความเสี่ยงและกำหนดกลยุทธ์รับมือได้อย่างแม่นยำและเฉพาะเจาะจงมากขึ้น ผลการศึกษานำไปสู่ข้อเสนอเชิงนโยบายที่สามารถเสริมสร้างขีดความสามารถในการปรับตัว (Resilience) ของระบบปศุสัตว์ในประเทศเขตร้อน เช่น การพัฒนาระบบเตือนภัยล่วงหน้า การจัดการทรัพยากรน้ำและอาหารสัตว์ การออกแบบนโยบายเกษตรอัจฉริยะ และการสนับสนุนเกษตรกรด้วยข้อมูลที่ขับเคลื่อนด้วย AI ใน ตารางที่ 2 จะเป็นการสรุปและข้อเสนอแนะในการใช้เทคโนโลยีในระดับโครงสร้างพื้นฐาน และระบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการประยุกต์ใช้ในประเทศไทย และงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการเทคโนโลยีอัจฉริยะเข้ากับการวิเคราะห์เชิงระบบสามารถยกระดับการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์และเพิ่มความมั่นคงทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมในภาคปศุสัตว์ท่ามกลางวิกฤตสภาพภูมิอากาศ ที่ทวีความรุนแรงในปัจจุบัน โดยการใช้กรอบแนวคิด STEEPM งานวิจัยได้วิเคราะห์ปัจจัยรอบด้านอย่างรอบคอบ ทั้งในแง่ของผลกระทบต่อชุมชนเกษตรกร การเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจท้องถิ่น ความจำเป็นในการนำเทคโนโลยี

สมัยใหม่เข้ามาเสริมความสามารถในการพยากรณ์ และ บทบาทของภาครัฐในการกำหนดทิศทางนโยบายที่เหมาะสม (Thornton & Herrero, 2015) ตลอดจนประเด็นทางจริยธรรม เช่น ความเท่าเทียมในการเข้าถึงเทคโนโลยี และทรัพยากร จุดเด่นของงานวิจัยอยู่ที่การนำ Artificial Intelligence และ Big Data Analytics เข้ามาสร้างแบบจำลอง Machine Learning เพื่อจำลองและพยากรณ์ผลกระทบจาก Climate Shock ทั้งในมิติระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยประเมินความเสี่ยงเท่านั้น แต่ยังสามารถแนะนำแนวทางรับมืออย่างเป็นระบบทั้งในระดับฟาร์ม ระดับจังหวัด ไปจนถึงระดับประเทศ

องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดสู่การพัฒนานโยบายสาธารณะที่มีฐานข้อมูลรองรับ ตลอดจนการออกแบบระบบบริหารจัดการความเสี่ยงที่เน้นความยืดหยุ่น (Resilience) ของระบบปศุสัตว์ โดยเฉพาะในบริบทของโลกที่เผชิญกับความไม่แน่นอนทางสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยนี้ไม่ได้เป็นเพียงแค่การวิเคราะห์ปัญหา แต่ยังเป็นต้นแบบของการออกแบบระบบคิดเชิงยุทธศาสตร์ที่เชื่อมโยงวิทยาการสมัยใหม่เข้ากับการจัดการทรัพยากรในโลกแห่งความจริง เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในภาคเกษตรกรรมของภูมิภาคเขตร้อน

ตารางที่ 3

แสดงถึงการสรุปและข้อเสนอแนะในการใช้เทคโนโลยีในระดับโครงสร้างพื้นฐาน และระบบเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการประยุกต์ใช้ในประเทศไทย

	เทคโนโลยี	บทบาทหลัก	ประโยชน์ต่อสัตว์เศรษฐกิจ	ตัวอย่างการใช้อย่างแตกต่างประเทศ	ข้อเสนอแนะ/นโยบาย
1	ข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data)	ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ดัชนีพืช NDVI เพื่อประเมินสภาพภูมิอากาศที่กระทบต่อสุขภาพสัตว์	ช่วยให้เตรียมระบบ ป้องกันล่วงหน้า เช่น ระบบให้น้ำ หรือทำความเย็น	Copernicus (EU), NASA MODIS ใช้สำหรับการจัดการน้ำและพื้นที่เลี้ยงสัตว์	สร้างศูนย์ข้อมูลระดับชาติผสานข้อมูลดาวเทียมกับ Big Data ภาคเกษตร
2	อินเทอร์เน็ตดาวเทียม (Satellite Internet)	ให้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในพื้นที่ห่างไกลสำหรับส่งข้อมูลสุขภาพสัตว์ และรับการเตือนภัย	ทำให้เกษตรกรในพื้นที่ห่างไกลสามารถเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลได้แบบเรียลไทม์	Starlink ในฟาร์ม ขนบทออสเตรเลีย เพื่อการส่งข้อมูลสุขภาพโคเนื้อ	สนับสนุนการติดตั้งงานอินเทอร์เน็ตดาวเทียมในพื้นที่ชนบทเพื่อเข้าถึงข้อมูล
3	AI แบบแม่นยำ (Precision AI)	วิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายชั้นจากเซ็นเซอร์และภาพถ่ายเพื่อพยากรณ์ความเสี่ยงรายตัว	สามารถตรวจจับความเครียดจากความร้อนและอาการเจ็บป่วยล่วงหน้าได้	AI วิเคราะห์พฤติกรรมวัวในเนเธอร์แลนด์ เพื่อคาดการณ์ Heat Stress	จับคู่ทุนวิจัย-เอกชนเพื่อพัฒนา AI วิเคราะห์โรคสัตว์จากหลายแหล่งข้อมูล

	เทคโนโลยี	บทบาทหลัก	ประโยชน์ต่อสัตว์เศรษฐกิจ	ตัวอย่างการใช้ในต่างประเทศ	ข้อเสนอแนะ/นโยบาย
4	Internet of Things (IoT)	เก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อมภายในฟาร์มแบบเรียลไทม์ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เสียง การเคลื่อนไหวสัตว์	สามารถเฝ้าระวังสุขภาพสัตว์แบบต่อเนื่อง ลดอัตราการตายและแจ้งเตือนความเสี่ยงล่วงหน้า	สหรัฐอเมริกาใช้เซ็นเซอร์ IoT ในฟาร์มโคนมเพื่อตรวจการกินอาหารและสุขภาพของวัว	สนับสนุนให้เกษตรกรรายย่อยติดตั้งเซ็นเซอร์ราคาประหยัดและบูรณาการเข้ากับระบบ Big Data ของภาครัฐ
5	การบูรณาการแพลตฟอร์มดิจิทัล (Platform Integration)	รวมข้อมูลจาก AI, IoT, ดาวเทียม และการรายงานจากฟาร์ม เข้ากับระบบของรัฐเพื่อการตัดสินใจ	เพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ความเสี่ยงแบบรายฟาร์มและระดับจังหวัด	อิสราเอลและเนเธอร์แลนด์พัฒนาแพลตฟอร์มระดับชาติในการจัดการข้อมูลปศุสัตว์	จัดตั้งแพลตฟอร์มระดับประเทศภายใต้กรมปศุสัตว์เพื่อรวบรวมวิเคราะห์และแจกจ่ายข้อมูลให้เกษตรกรใช้ตัดสินใจ

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า เทคโนโลยี AI และ Big Data มีศักยภาพสูงในการวิเคราะห์และพยากรณ์ผลกระทบจาก Climate Shock ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเขตร้อน โดยเฉพาะต่อภาคปศุสัตว์ซึ่งเป็นภาคการผลิตอาหารที่สำคัญ งานวิจัยเสนอให้มีการบูรณาการเทคโนโลยีอัจฉริยะเข้ากับกรอบแนวคิด STEEPM เพื่อสร้างระบบวิเคราะห์เชิงยุทธศาสตร์ที่ครอบคลุมทุกมิติทั้งในด้านสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี นโยบาย และความมั่นคง โดยเฉพาะการพัฒนาาระบบเตือนภัยล่วงหน้า การใช้เซ็นเซอร์ IoT และการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) เพื่อจำแนกพื้นที่เสี่ยงพร้อมทั้งการส่งเสริม Smart Farming

และแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับเกษตรกรในระดับปฏิบัติการ ข้อเสนอเชิงนโยบายที่สำคัญ ได้แก่ การส่งเสริมการเข้าถึงเทคโนโลยีของเกษตรกรรายย่อย การจัดตั้งฐานข้อมูลระดับชาติด้าน Climate Risk ในภาคปศุสัตว์ และการออกแบบนโยบายเกษตรอัจฉริยะที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลจริง (Evidence-based Policy) พร้อมทั้งการเสริมบทบาทของภาครัฐและภาคความมั่นคงในการเตรียมรับมือภัยพิบัติองค์ความรู้ที่ได้สามารถต่อยอดสู่การออกแบบระบบบริหารจัดการความเสี่ยงที่ยืดหยุ่น (Resilience-oriented Management) เพื่อสร้างความมั่นคงด้านอาหารและยกระดับความสามารถในการฟื้นตัวของภาคปศุสัตว์ไทยในระยะยาว ท่ามกลางวิกฤตสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรง

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุวิทยามหาวิทยาลัย. (2568, 31 ธันวาคม). *สรุปสภาวะอากาศทั่วไปในรอบปี พ.ศ. 2568*. <https://www.tmd.go.th/climate/summaryearly>
- Ahmed, N., & Shakoor, N. (2025). Advancing agriculture through IoT, Big Data, and AI: A review of smart technologies enabling sustainability. *Smart Agricultural Technology*, 10, 100848. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100848>
- Food and Agriculture Organization. (2023). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc3017en>
- Gautam, L. (2025). *AI and Big Data Applications in Climate Risk Management: Best Practices from Global Agriculture*. Veolia Institute. https://www.institut.veolia.org/sites/g/files/dvc2551/files/document/2025/01/23_VEOLIA_FACTS_27_2025_GB_WEB_L_Gautam.pdf
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), 812-818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- HandySense. (2023). *B-Farm: Smart Agriculture Platform for Thai Farmers*. <https://coingeek.com/thailand-launches-ai-agriculture-app-microsoft-ai-tools-aid-farmers/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate Change 2023: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- Jaipong, P., Sriboonruang, P., Siripipattanakul, S., Sitthipon, T., Kaewpuang, P., & Auttawechasakoon, P. (2022). A Review of Intentions to Use Artificial Intelligence in Big Data Analytics for Thailand Agriculture. *Review of Advanced Multidisciplinary Science, Engineering & Innovation*, 1(2), 1-8. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4168434
- Namkhan, M., Sukumal, N., & Savini, T. (2022). Impact of climate change on Southeast Asian natural habitats, with focus on protected areas. *Global Ecology and Conservation*, 39, e02293. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02293>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *Digital Opportunities for Better Agricultural Policies*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/571a0812-en>
- Rajchamaha, K., & Makararpong, D. (2023). Dairy Farmers' Intention to Use High-Precision Area-Level Weather Warning Technology in Dairy Farms in Thailand Through an Application on Mobile

- Phones. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 17(18), 85-98. <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i18.41265>
- Sayruamyat, S., & Nadee, W. (2020). Acceptance and Readiness of Thai Farmers Toward Digital Technology. In Y.-D. Zhang, J. K. Mandal, C. So-In, & N. V. Thakur (Eds.), *Smart Trends in Computing and Communications* (pp. 75-82). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0077-0_8
- Thornton, P. K., & Herrero, M. (2015). Adapting to climate change in the mixed crop and livestock farming systems in sub-Saharan Africa. *Nature Climate Change*, 5(9), 830-836. <https://doi.org/10.1038/nclimate2754>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2024). *Thailand National Adaptation Plan (NAP)*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NAP_THAILAND_2024.pdf
- Wheeler, T., & Braun, J. V. (2013). Climate Change Impacts on Global Food Security. *Science*, 341(6145), 508-513. <https://doi.org/10.1126/science.1239402>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in Smart Farming-A review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- World Bank. (2023). *Thailand Climate Risk Country Profile*. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/thailand/climate-data-projections>
- World Food Programme. (2024). *Global Report on Food Crises 2024*. <https://www.wfp.org/publications/global-report-food-crises-grfc>
- Zealousys. (2024, January 15). *The Future of Agriculture in the Netherlands: A Tech-Driven Vision*. <https://www.zealousys.com/blog/the-future-of-agriculture-in-the-netherlands-a-tech-driven-vision/>