ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย
เพื่อขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี
เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

การปรับตัวภาคเกษตร

สวทน
WWW.STI.OR.TH
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี

เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคเกษตร

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี
เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคเกษตร

พิมพ์ครั้งที่ 1
จำนวน 500 เล่ม
ตุลาคม 2559

จัดทำโดย
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
319 อาคารจัตุรัสจามจุรี ชั้น 14 ถนนพญาไท แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน
กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ : 02-160-5432-7 ต่อ 315
โทรสาร : 02-160-5438

E-mail : ifc@sti.or.th
website : www.sti.or.th

ที่ปรึกษา
1. ดร.กิติพงค์ พร้อมวงค์ เลขาธิการ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
2. ศ.ดร.มรกต ตันติเจริญ ผู้อำนวยการ โครงการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ : การปรับตัวภาคเกษตร
3. รศ.ดร.สมชาย ฉัตรรัตนา รองเลขาธิการ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
4. ดร. ญาดา มุกดาพิทักษ์ รองเลขาธิการ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
5. ดร.สิริพร พิทยโสภณ ผู้ช่วยเลขาธิการ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

คณะผู้จัดทำ
1. ดร.สุรชัย สถิตคุณารัตน์ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
2. นางสาวสุภัค วิรุฬหการุญ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
3. นางสาวณิศรา จันทรประทิน สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
4. นางสาวสิรินยา ลิม สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

ผลิตและออกแบบโดย
Birch Creation Company Limited

สวทน

คำนำ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายฉบับนี้ เป็นการดำเนินงานที่ต่อเนื่องจาก “โครงการการประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (Technology Needs Assesment : TNA)” และ “โครงการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย: การปรับตัวภาคการเกษตร (Technology Action Plan : TAP)” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกประเด็นสำคัญจากแผนปฏิบัติการฯ มาศึกษาในรายละเอียดและวิเคราะห์บริบทในการขับเคลื่อน รวมทั้งเสนอแนะแนวทางการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีเป้าหมาย ตลอดจนนำเสนอโครงการนำร่องที่พร้อมนำไปปฏิบัติได้จริง

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ขอขอบพระคุณหน่วยงานต่างๆ ที่ได้สละเวลาเพื่อให้ข้อมูลในการจัดทำ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายฉบับนี้จะมีข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจของรัฐบาล และเป็นส่วนหนึ่งที่จะก่อให้เกิดความร่วมมือระดับประเทศในการพัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยีด้านการปรับตัวภาคการเกษตรอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
ตุลาคม 2559

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร

บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.1 โครงการประเมินความต้องการเทคโนโลยี เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (Technology Needs Assesment : TNA) 1

1.2 โครงการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร (Technology Action Plan : TAP) 4

1.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร 4

4

บทที่ 2 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ 7

2.1 หลักการและความสำคัญของเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ 7

2.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ 7

2.3 สถานภาพของเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ในต่างประเทศ

2.4 บทวิเคราะห์สถานภาพของการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย 10

2.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 12

บทที่ 3 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ 21

3.1 หลักการและความสำคัญของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ 21

3.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ 22

3.3 สถานภาพของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในต่างประเทศ 23

3.4 บทวิเคราะห์สถานภาพของการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในประเทศไทย 25

3.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 28

บทที่ 4 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย 33

4.1 หลักการและความสำคัญของเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย 33

4.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยในต่างประเทศ 34

4.3 สถานภาพของเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยในต่างประเทศ 35

4.4 บทวิเคราะห์สถานภาพของการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยในประเทศไทย 37

4.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 40

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะโครงการนำร่อง

5.1 หลักการและความสำคัญของระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตร 45

5.2 องค์ประกอบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตร 46

5.3 สถานภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตรในต่างประเทศ 46

5.4 บทวิเคราะห์สถานภาพของการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตรในประเทศไทย 48

5.5 ข้อเสนอแนะโครงการนำร่อง 49

บทสรุปผู้บริหาร

ที่มาและความสำคัญ

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ร่วมกับหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีดำเนินโครงการการประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (Technology Needs Assessment: TNA) ใน 4 รายสาขา ได้แก่ 1) ด้านการเกษตร 2) ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 3) ด้านแบบจำลองคอมพิวเตอร์ 4) ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน และนำเสนอผลการศึกษาต่อคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ครั้งที่ 2/2555 เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2555 ที่ประชุมมีมติรับทราบผลการประเมินฯ และประธานมอบหมายให้ สวทน. ดำเนินการแปลผลแล้วนำเสนอต่อที่ประชุมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้สามารถสั่งการและมอบหมายให้หน่วยงานนำแต่ละเรื่องไปปฏิบัติ พร้อมทั้งประสาน กับสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อให้บรรจุเอาไว้เป็นแผนงานเสริมจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 และส่งสำนักงบประมาณเพื่อเตรียมการรองรับในการให้งบประมาณ นอกจากนี้ ประธานยังได้มอบหมายให้ สวทน. หารือกับสำนักงานนโยบายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และนำเข้าสู่การพิจารณาของคณะรัฐมนตรีต่อไป

สวทน. โดยการสนับสนุนจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้ร่วมกันจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตรเป็นอันดับแรก เนื่องจากเป็นภาคที่มีความสำคัญกับเศรษฐกิจและส่งผลกระทบต่อประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศ การจัดทำแผนปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากการประเมินความต้องการเทคโนโลยี ซึ่งระบุว่ากลุ่มพืชไร่เป็นภาคส่วนที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับสูง และได้คัดเลือกเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการปรับตัวภาคเกษตรไว้ 3 เทคโนโลยี เรียงลำดับ ความสำคัญได้ดังนี้

1) เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย
2) เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์
3) เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

เพื่อให้การขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการฯ เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม สวทน. จึงได้คัดเลือกประเด็นสำคัญจากแผนปฏิบัติการฯ มาศึกษาในรายละเอียด ทั้งในเชิงเทคโนโลยีและบริบทการขับเคลื่อน โดย สวทน. ได้เข้าพบหน่วยงานปฏิบัติเพื่อติดตามความก้าวหน้า ปัญหาและอุปสรรค รวมถึงตัวอย่างความสำเร็จของโครงการภาครัฐที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการให้บริการทั้ง 3 เทคโนโลยี นอกจากนี้ ยังได้ขอคำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางการขับเคลื่อน แผนและนำมาพัฒนาเป็นข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่คำนึงถึงศักยภาพของผู้เล่นซึ่งไม่จำกัดอยู่ที่ภาครัฐ หรือภาคการศึกษาเท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับภาคธุรกิจ เช่น ผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรแม่นยำหรือนักพัฒนาแอพพลิเคชั่นที่จะกลายเป็นกุญแจสำคัญของการพัฒนาและให้บริการเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึงและเป็นมืออาชีพในอนาคต นอกจากนี้ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายฉบับนี้ยังได้คัดเลือกโครงการนำร่องที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงเสนอต่อรัฐบาลเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการขับเคลื่อนแผนต่อไป

เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์

- จากการศึกษาด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรของประเทศไทยพบว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ผลผลิตของมันสำปะหลังลดลงร้อยละ 15 -30 ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ช่อดอกข้าวเป็นหมัน และผลผลิต ลดลงร้อยละ 11-22
- การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ทนต่อสภาวะแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็น อย่างไรก็ตาม ต้องคำนึงถึงลักษณะเด่นทางเศรษฐกิจไปพร้อมกัน เช่น ความหอม ปริมาณแป้ง หรือค่าความหวาน เพื่อให้พันธุ์พืชใหม่นั้นเป็นที่ต้องการของตลาด
- การปรับปรุงพันธุ์โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 3 ปี ต้องการนักปรับปรุงพันธุ์ที่มีความเชี่ยวชาญ และต้องการฐานพันธุกรรมที่หลากหลาย มีการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์มีชีวิตที่มีฐานข้อมูลลักษณะพันธุ์ทั้งในระดับยีน (genotype) และการแสดงออก (phenotype)
- ข้อมูลลักษณะพันธุ์ที่พืชแสดงออก (phenotype) เป็นข้อมูลที่สำคัญทั้งต่อการปรับปรุงพันธุ์และการทำเกษตรแม่นยำ แต่ข้อมูลเหล่านี้ในประเทศไทยยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากจำเป็นต้องมีการปลูกทดสอบพันธุ์ภาคสนามซึ่งใช้เวลานานและเป็นคอขวดของกระบวนการปรับปรุงพันธุ์
- ทั่วโลกให้ความสำคัญกับการประเมินพันธุ์ประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง High Throughput Phenotyping Facility (HTP) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่จะช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการปลูกทดสอบพันธุ์ในแปลง สำหรับประเทศไทยอุปกรณ์ดังกล่าวต้องนำเข้าและมีราคาสูง มีการติดตั้งเพียงแห่งเดียวที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และเริ่มมีการหารือระหว่างกรมการข้าวกับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติเพื่อพัฒนาอุปกรณ์นี้ขึ้นเอง
- การสร้างความร่วมมือระหว่างธนาคารเชื้อพันธุ์ (germplasm bank) ที่มีอยู่หลายแห่งทั้งหน่วยงานภาครัฐและมหาวิทยาลัย เป็นสิ่งสำคัญในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ จากเชื้อพันธุกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ[1] เนื่องจากจะช่วยยกระดับศักยภาพของหน่วยงานในเครือข่ายให้ได้มาตรฐาน ได้รับงบประมาณอย่างเพียงพอต่อเนื่อง รวมทั้งโครงสร้างพื้นฐานของภาครัฐถูกนำไปใช้ประโยชน์สูงสุด

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จัดตั้งคณะกรรมการบริหารเครือข่ายธนาคารเชื้อพันธุ์ระดับประเทศ เพื่อยกระดับหน่วยเก็บเชื้อพันธุกรรมพืชทั่วประเทศให้ได้มาตรฐานสากล คณะกรรมการฯ มีหน้าที่ดังต่อไปนี้

- สนับสนุนการจัดหางบประมาณ บุคลากร และอุปกรณ์ เช่น เครื่อง High Throughput Phenotyping ให้กับหน่วยงานในเครือข่าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินลักษณะพันธุ์
- จัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชของประเทศที่พร้อมให้บริการ จัดทำข้อมูลลักษณะการแสดงออกของพืชให้สมบูรณ์ และมุ่งเน้นลักษณะพันธุ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสายพันธุ์ที่ทนต่อสภาพภูมิอากาศและเป็นที่ต้องการของตลาด
- จัดทำแนวปฏิบัติ (guideline) การใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรม การเข้าถึงและแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรมทั้งในและต่างประเทศเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุ์เพื่อการวิจัย

[1] A guide to Effective Management of Germplasm Collections, International Plant Genetic Resourese Institute, FAO, 2003

Roadmap #1 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีปรับปรุงพันธุ์				
	3 ปี ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชที่ได้มาตรฐานสากล	5 ปี พืชเศรษฐกิจสายพันธุ์ใหม่ที่ทนต่อสภาพอากาศและเป็นที่ต้องการของตลาด	10 ปี ขยายเครือข่ายเชื่อมโยงระบบกระจายพันธุ์และธนาคารเชื้อพันธุ์ท้องถิ่น	20 ปี ส่งออกเมล็ดพันธุ์ดี ส่งออกธุรกิจบริการวิจัยปรับปรุงพันธุ์
กิจกรรม	○ จัดตั้งระบบบริหารจัดการเครือข่ายธนาคารเชื้อพันธุ์ระดับประเทศ - ยกระดับหน่วยเก็บเชื้อพันธุกรรมพืชทั่วประเทศให้ได้มาตรฐานสากล - สนับสนุนงบประมาณ บุคลากร และอุปกรณ์ ให้กับธนาคารเชื้อพันธุ์หรือหน่วยวิจัยในเครือข่าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินลักษณะพันธุ์ - พัฒนาบุคลากรปรับปรุงพันธุ์พืชและเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์	○ จัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชเศรษฐกิจหลัก ○ จัดทำแนวปฏิบัติ (Guideline) การใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรม การเข้าถึงและแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรม ทั้งในและต่างประเทศ ○ ศึกษาวิจัยเชิงนโยบายด้านการค้าและการประเมินความเสี่ยงจากการใช้ประโยชน์จากพืช GM	○ ขยายเครือข่ายสู่ธนาคารพันธุ์พืชท้องถิ่นและศูนย์เมล็ดพันธุ์ชุมชนเพื่อยกระดับศักยภาพศูนย์ในท้องถิ่นให้เป็นแหล่งเก็บรวมรวมและสำรองพันธุ์ดี ○ สนับสนุนงบประมาณ องค์ความรู้ เพื่อกระจายพันธุ์ใหม่ให้กับเอกชนหรือสหกรณ์ผู้ผลิตเมล็ด/ต้นพันธุ์เป้าหมาย ○ สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ○ จัดประชุมรับฟังความคิดเห็น สร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง ปรับปรุงแก้ไข และผลักดันร่าง พ.ร.บ. ความปลอดภัยทางชีวภาพไปสู่การบังคับใช้	○ ปรับปรุง พ.ร.บ. ที่เกี่ยวข้องเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับการส่งออกเมล็ดพันธุ์ เช่น - พ.ร.บ.พันธุ์พืช 2550 - พ.ร.บ.คุ้มครองพันธุ์พืช 2542 - พ.ร.บ.การส่งออกไปนอกหรือการนำเข้ามาในราชอาณาจักร ซึ่งสินค้า 2522 ○ มาตรการสนับสนุนการส่งออก - ธุรกิจเมล็ดพันธุ์ - ธุรกิจบริการวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์
หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ก.เกษตร สวทช. มหาวิทยาลัย BEDO	สมาชิกในเครือข่ายธนาคารเชื้อพันธุ์	สมาชิกในเครือข่ายธนาคารเชื้อพันธุ์ สหกรณ์ เอกชน ก.เกษตร คอบช. สนช.	ก.เกษตร ก.วิทย์ ก.พาณิชย์
งบประมาณ (รวม 10 ปี)	○ ยกระดับเครือข่าย 600 ล้านบาท ○ พัฒนาบุคลากร 150 ล้านบาท	○ ประเมินพันธุ์และจัดทำฐานข้อมูล 500 ล้านบาท	○ เพิ่มเครือข่ายธนาคารท้องถิ่น 100 ล้านบาท ○ กระจายพันธุ์ใหม่สู่ผู้ผลิต 100 ล้านบาท	N/A
ผลผลิต	○ ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชระดับประเทศ 30 แห่ง ○ ภัณฑารักษ์อาชีพ 150 คน ○ นักปรับปรุงพันธุ์ 50 คน ○ ระบบบริหารจัดการเครือข่าย 1 ระบบ ○ ระบบ High Throughput Phenotyping 3 แห่ง	○ ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พร้อมให้บริการ 1 ฐาน ○ เครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นจากฐานข้อมูลสาธารณะ ○ รายงานการศึกษาเชิงนโยบาย ○ พ.ร.บ.ความปลอดภัยทางชีวภาพ	○ เอกชนผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์และศูนย์เมล็ดพันธุ์ชุมชนนำพันธุ์ที่ทนต่อสภาพอากาศไปผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์ชั้นจำหน่ายที่ได้มาตรฐานคิดเป็นอย่างน้อย 10% ของกำลังการผลิตรวม	○ มีผู้ประกอบการธุรกิจเมล็ดพันธุ์และบริการวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์ที่เข้มแข็ง และขยายฐานการส่งออกไปในประเทศอาเซียน
ผลลัพธ์	○ ลดระยะเวลาและต้นทุนการประเมินเชื้อพันธุ์ลง 1 ใน 3 ○ สร้างตำแหน่งงานด้านปรับปรุงพันธุ์ ○ โครงสร้างพื้นฐานใช้งานเต็มศักยภาพ	○ สายพันธุ์ต้นแบบ ข้าว 10 สายพันธุ์ มัน 10 สายพันธุ์ อ้อย 10 สายพันธุ์	○ รักษาผลผลิต/ลดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรได้ 2,800 ล้านบาทต่อปี	○ มูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์เพิ่มสูงขึ้นเป็น 30,000 ล้านบาทต่อปี (ปัจจุบัน 5,000 ล้านบาทต่อปี)

เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

○ เกษตรแม่นยำใช้หลักการ Variable Rate Application: VRA กล่าวคือ สภาพแวดล้อมในแปลงเดียวกันมักมีความไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น ในแต่ละจุดของแปลงจึงควรได้รับการจัดการที่แตกต่างกันตามต้นทุนของสภาพพื้นที่ การใส่ปัจจัยการผลิตอย่างพอดี ไม่มากหรือน้อยเกินไป จะทำให้ได้ผลผลิตที่ดีกว่าในพื้นที่เท่าเดิม และยังช่วยเกษตรกรในการบริหารต้นทุน จากการศึกษาพบว่าเกษตรแม่นยำสามารถลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนลงได้ร้อยละ 10 ต่อไร่ และลดการปล่อยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกได้

○ ต่างประเทศได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำขั้นสูงมากว่า 10 ปี ตลาดของธุรกิจที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำของโลกมีแนวโน้มเติบโตร้อยละ 12 จนถึงปี 2020 โดยเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมสูง คือ การใช้ GPS เพื่อควบคุมการเดินรถไถพรวนและการเก็บตัวอย่างดินที่มีความแม่นยำเพื่อสร้างแผนที่แร่ธาตุในดินรวมถึงแผนที่ให้คำแนะนำการให้ปุ๋ยในแต่ละจุดของแปลง

○ เกษตรแม่นยำที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงยังมีราคาแพง มีความซับซ้อน และยังไม่มีกรณีตัวอย่างการประยุกต์ใช้ที่ประสบความ สำเร็จเกิดขึ้นในประเทศไทย เทคโนโลยีนี้จึงยังไม่แพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเกษตรกรรายย่อยที่เป็นเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศ และเป็นกลุ่มที่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ

○ ภาครัฐควรเร่งสนับสนุนให้มีการพัฒนารูปแบบของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำที่มีราคาถูกลง และเกษตรกรรายย่อยสามารถเข้าถึงได้อย่างเท่าเทียม เพื่อแก้ไขปัญหาความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยีและการเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตร รวมถึงส่งเสริมให้เกิดเป็นธุรกิจเกษตรแม่นยำขึ้นในประเทศไทย

○ ปัจจัยสำคัญในการลดต้นทุนเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ มี 2 ปัจจัย ได้แก่

- ความพร้อมของข้อมูลพื้นฐานที่เป็นดิจิทัลและพร้อมให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์หรือแอพพลิเคชั่นนำไปใช้ เช่น แผนที่ดินและน้ำความละเอียดสูง ข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชหลัก และข้อมูลผลการทดลองการตอบสนองของพืชต่อสภาพแวดล้อมหรือช่วงคลื่นแสงของเซนเซอร์ เป็นต้น

- การพัฒนาวิธีการตรวจวัดหรืออุปกรณ์ตรวจวัดภายในแปลง เช่น กล้องอินฟาเรด ให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยและมีราคาถูกลงจนเกษตรกรรายย่อยสามารถเข้าถึงได้

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System: DSS) ด้านเกษตรแม่นยำ ในรูปแบบของ ฟรีแวร์หรือ แอพพลิเคชั่นหรือสำหรับเกษตรกรมีการติดตามผลและพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีการขยายผลให้สามารถบริการได้ในหลากหลายพื้นที่ โดยมีกิจกรรมดังต่อไปนี้

○ สนับสนุนงบประมาณให้เอกชนหรือหน่วยงานรัฐร่วมกันพัฒนาและทดลองใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เช่น fertilizer application map ในพื้นที่โครงการเกษตรแปลงใหญ่ ในลักษณะของโครงการต่อเนื่องระยะยาว เพื่อประเมินรูปแบบของเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศไทยทั้งในด้านเทคนิคและความคุ้มค่า

○ สนับสนุนงบประมาณให้หน่วยงานเจ้าของข้อมูลภาครัฐ จัดทำคลังข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนา freeware ให้เป็นดิจิทัล เช่น ข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจหลัก ข้อมูลสภาพดินและน้ำความละเอียดสูง พร้อมทั้งพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (Application Programming Interface: API)

○ สนับสนุนเงินทุนแบบให้เปล่า (grant) หรือแบบจับคู่ (matching grant) ให้กับเอกชนหรือมหาวิทยาลัยที่สนใจพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแปลงให้เกิดเป็นธุรกิจเกษตรแม่นยำขึ้นในประเทศ

Roadmap #2 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ				
	3 ปี DSS freeware สำหรับเกษตรแปลงใหญ่	5 ปี DSS freeware สำหรับเกษตรรูปแบบอื่น ๆ	10 ปี ส่งเสริมให้เกิดธุรกิจและอุตสาหกรรมเกษตรแม่นยำ	20 ปี ส่งออก knowhow สู่อาเซียน
กิจกรรม	○ พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านเกษตรแม่นยำ (DSS) ในรูปแบบของ freeware สำหรับเกษตรแปลงใหญ่ - นำร่องเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในโครงการเกษตรแปลงใหญ่ ที่มีงบประมาณต่อเนื่องระยะยาว เพื่อประเมินความเป็นไปได้และความคุ้มค่า (CBA) - บูรณาการข้อมูลทั้งในและต่างประเทศ เพื่อจัดทำข้อมูล การเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจหลัก ข้อมูลแผนที่สภาพดินและน้ำความละเอียดสูงให้เป็นดิจิทัล พร้อมทั้งพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (API) - พัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจหลัก	○ พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านเกษตรแม่นยำ (DSS) ในรูปแบบของ freeware สำหรับเกษตรรูปแบบอื่นๆ ○ สนับสนุนเงินทุนแบบให้เปล่า (grant) หรือแบบจับคู่ (matching grant) ให้กับเอกชนหรือมหาวิทยาลัยที่สนใจพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแปลงให้เกิดเป็นธุรกิจเกษตรแม่นยำขึ้นในประเทศ ○ ติดตามสำรวจความต้องการของเกษตรกรเพื่อปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง ○ สร้างความตระหนักฝึกอบรมเทคโนโลยีให้กับกลุ่มที่มีศักยภาพ	○ ปรับนโยบายกองทุนหรือสินเชื่อที่มีอยู่เดิมให้มีเงื่อนไขของการนำเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำไปใช้ ○ ปรับนโยบายส่งเสริมการลงทุนที่มีอยู่เดิมให้สนับสนุนการลงทุนในกิจการเกษตรแม่นยำ	○ มาตรการสนับสนุนการส่งออกเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ
หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ก.เกษตร ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย เอกชน	ก.เกษตร ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย เอกชน	เอกชน ธกส. BOI	ก.พาณิชย์ ก.อุตสาหกรรม BOI
งบประมาณ (เป็นการประมาณการ 10 ปี)	○ งบวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี 120 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS freeware 120 ล้านบาท ○ พัฒนาคลังข้อมูล ดิน น้ำ พืช 67 ล้านบาท	○ งบวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี 20 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS freeware 120 ล้านบาท ○ พัฒนาคลังข้อมูล 42 ล้านบาท ○ อบรม 34 ล้านบาท	○ งบวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี 50 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS freeware 255 ล้านบาท ○ ฝึกอบรมและปรับปรุงระบบ 39 ล้านบาท	N/A
ผลผลิต	○ DSS freeware สำหรับเกษตรแปลงใหญ่ ○ คลังข้อมูลแผนที่ดิน น้ำ พืช ที่ได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยและเป็นประโยชน์กับเกษตรกร ○ รายงานประเมินความคุ้มค่า (CBA)	○ DSS freeware มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 50,000 ราย ○ ต้นแบบอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแปลง	○ ผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรแม่นยำ ○ DSS freeware มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 230,000 ราย	○ ผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรแม่นยำที่สามารถขยายฐานลูกค้าไปยังกลุ่มประเทศอาเซียนได้ ○ DSS freeware มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 500,000 ราย
ผลลัพธ์	○ ภาครัฐ เอกชน เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ มีความรู้ความเข้าใจและตระหนักในประโยชน์ของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำขั้นสูง	○ ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นและต้นทุนลดลง ส่งผลให้รายได้เกษตรกรเพิ่มขึ้นร้อยละ 10	○ ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นและต้นทุนลดลง ส่งผลให้รายได้เกษตรกรเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ○ ลดการนำเข้าปุ๋ยไนโตรเจน 5,400 ล้านบาทต่อปี ○ เปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำเกษตรไทยสู่เกษตร 4.0	○ รายได้เกษตรกรเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 ○ ไทยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร 16 ล้านตัน CO_2eq ต่อปี

เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย

- การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลให้การระบาดของโรคและแมลงมีแนวโน้มถี่มากขึ้น ที่ผ่านมาเกษตรกรไทยต้องสูญเสียรายได้จากสภาพภูมิอากาศและการระบาดของโรคและแมลงหลายต่อหลายครั้ง เช่น เหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ปี 2554 การระบาดของเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยแป้งระหว่างปี 2551-2553 ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตข้าวและมันสำปะหลังรวมกว่า 38,000 ล้านบาท
- เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยถูกระบุโดยผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญสูงสุดต่อการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากพยากรณ์อากาศสำคัญต่อการวางแผนเพาะปลูก นอกจากนี้ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด ทิศทางลม ความชื้นในบรรยากาศ เป็นต้น ยังสามารถนำไปคาดการณ์การระบาดของแมลงศัตรูพืช คำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืช หรือคำนวณความชื้น ในผลผลิตได้
- ประเทศไทยมีสถานีตรวจวัดอากาศโดยหน่วย งานต่าง ๆ หลายร้อยจุดทั่วประเทศ อย่างไรก็ตาม การรายงานพยากรณ์อากาศยังรายงานในระดับที่ค่อนข้างกว้าง เช่น ระดับภูมิภาค หรือระดับจังหวัด และยังไม่แม่นยำมากพอที่เกษตรกรจะนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจได้ นอกจากนี้ ยังไม่มีการนำตัวแปรด้านภูมิอากาศไปวิเคราะห์ให้เป็นประโยชน์กับการเพาะปลูกเท่าที่ควร
- ประเทศไทยต้องเร่งพัฒนาศักยภาพการพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง องค์ความรู้ด้านแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ การจัดหาคอมพิวเตอร์เพื่อการคำนวณประสิทธิภาพสูง ตลอดจนการติดตั้งสถานีตรวจวัดอากาศให้มีความถี่มากพอที่จะนำข้อมูลมาใช้พยากรณ์ได้อย่างแม่นยำ
- ที่ผ่านมาบางหน่วยงานได้ริเริ่มโครงการพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยในภาคเกษตร เช่น โครงการพยากรณ์อากาศระดับชุมชน การจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการเพื่อการเตือนภัย ตลอดจนได้พัฒนาเป็นแอพพลิเคชั่นเพื่อลดภาระของเจ้าหน้าที่ส่งเสริม อย่างไรก็ตาม โครงการส่วนใหญ่ไม่สามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง ทำเฉพาะพื้นที่ และไม่สามารถขยายผลได้
- ระบบที่ไม่แม่นยำ เข้าใจยาก รวมถึงการให้บริการที่ไม่ต่อเนื่อง จะส่งผลเสียต่อความเชื่อมั่นของเกษตรกร เมื่อเกษตรกรไม่เห็นความสำคัญและไม่ต้องการใช้ เทคโนโลยีดังกล่าวก็จะไม่สามารถแพร่หลายออกไปได้ ดังนั้น ความถูกต้องแม่นยำรวมถึงการให้บริการที่เป็นมืออาชีพ จึงจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการพยากรณ์และเตือนภัย

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System: DSS) ด้านการพยากรณ์และเตือนภัย ในรูปแบบของฟรีแวร์ หรือ แอพพลิเคชั่น สำหรับเกษตรกร มีการติดตามผลและพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีการขยายผลให้สามารถบริการได้ในหลากหลายพื้นที่ โดยมีกิจกรรมดังต่อไปนี้

- สนับสนุนงบประมาณในการพัฒนาศักยภาพของบุคลากร สถานีตรวจวัดอากาศ และเทคโนโลยีแบบจำลองในหน่วยปฏิบัติให้สามารถพยากรณ์อากาศด้านการเกษตรที่มีความละเอียด (grid) และมีความแม่นยำสูง รวมทั้งขยายเวลาพยากรณ์ให้ยาวขึ้นเป็นระดับฤดูกาลเพื่อใช้ควบคู่กับปฏิทินเพาะปลูก
- สนับสนุนงบประมาณให้หน่วยงานเจ้าของข้อมูลภาครัฐ จัดทำคลังข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนาฟรีแวร์ให้เป็นดิจิทัล เช่น ข้อมูลอากาศในอดีต ข้อมูลจากต่างประเทศ ตัวแปรด้านอากาศที่จำเป็นกับการเจริญเติบโตของพืช ข้อมูลการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูพืช พร้อมทั้งพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (Application Programing Interface : API)
- ศึกษารูปแบบ ความเป็นไปได้ และบทบาทของเอกชนหรือธุรกิจเพื่อสังคม ที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการใช้ข้อมูลภาครัฐเพื่อร่วมพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการพยากรณ์และเตือนภัย เพื่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว มีการให้บริการอย่างมืออาชีพ และการขยายผลในวงกว้าง

Roadmap # 3 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพยากรณ์และการเตือนภัย				
	3 ปี พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตรความละเอียดสูง	5 ปี พัฒนา DSS Freeware ด้านการพยากรณ์และเตือนภัย	10 ปี ส่งเสริมธุรกิจด้านการพยากรณ์และเตือนภัย	20 ปี ส่งออก knowhow สู่อาเซียน
กิจกรรม	○ พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS) ด้านการพยากรณ์และเตือนภัย ในรูปแบบของฟรีแวร์หรือแอพพลิเคชั่นสำหรับเกษตรกร - พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศความละเอียดและแม่นยำสูง - พัฒนาแบบจำลองศัตรูพืชที่สำคัญ - บูรณาการข้อมูลจากทั้งในและต่างประเทศ พร้อมทั้งพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (API)	○ ติดตามสำรวจความต้องการเพื่อการพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง รวมถึงสร้างความตระหนักและฝึกอบรมให้กับกลุ่มที่มีศักยภาพ ○ จัดตั้งเครือข่ายว่าด้วยการปรับตัวรับมือโลกร้อน	○ ศึกษารูปแบบและบทบาทของเอกชนที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการใช้ข้อมูลภาครัฐ เพื่อร่วมพัฒนาเทคโนโลยีการพยากรณ์อากาศหรือระบบ DSS ○ ปรับนโยบายกองทุนหรือสินเชื่อที่มีอยู่เดิม ให้มีเงื่อนไขของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	○ มาตรการสนับสนุนการส่งออกเทคโนโลยี ○ กองทุน/มาตรการลดหย่อนภาษีสำหรับผู้พัฒนาหรือส่งออกเทคโนโลยี
หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	กรมอุตุนิยมวิทยา เอกชน ก.วิทย์ กรมวิชาการเกษตร	กรมอุตุนิยมวิทยา เอกชน ก.วิทย์ ก.ทรัพย์ กิจการเพื่อสังคม วิสาหกิจชุมชน	กรมอุตุนิยมวิทยา เอกชน ธกส.	ก.พาณิชย์ ก.อุตสาหกรรม BOI
งบประมาณ (เป็นการประมาณการ 10 ปี)	○ พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศ 120 ล้านบาท ○ พัฒนาแบบจำลอง 15 ล้านบาท ○ บูรณาการและจัดทำข้อมูล 60 ล้านบาท	○ พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศ 60 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS และติดตามผล 54 ล้านบาท ○ สร้างความตระหนัก ฝึกอบรม 4 ล้านบาท	○ พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศ 75 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS และติดตามผล 75 ล้านบาท ○ สร้างความตระหนัก ฝึกอบรม 5 ล้านบาท	○ กองทุน/มาตรการลดหย่อนภาษีผู้พัฒนาหรือส่งออกเทคโนโลยีการปรับตัวฯ
ผลผลิต	○ DSS freeware สำหรับเกษตรแปลงใหญ่ ○ คลังข้อมูลแผนที่ดิน น้ำ พืช ที่ได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยและเป็นประโยชน์กับเกษตรกร ○ รายงานประเมินความคุ้มค่า (CBA)	○ DSS freeware มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 50,000 ราย ○ ต้นแบบอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแปลง	○ผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรแม่นยำ ○ DSS freeware มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 230,000 ราย	○ ผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรแม่นยำที่สามารถขยายฐานลูกค้าไปยังกลุ่มประเทศอาเซียนได้ ○ DSS freeware มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 500,000 ราย
ผลลัพธ์	○ พยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร 2x2 กิโลเมตร 1 สัปดาห์ ความแม่นยำ 65% ○ คลังข้อมูลอากาศ ข้อมูลศัตรูพืชที่สมบูรณ์พร้อมส่วนเชื่อมต่อโปรแกรม (API) สำหรับต่อยอดเป็น DSS	○ พยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร 1x1 กิโลเมตร 1 เดือน ความแม่นยำ 70% ○ DSS freeware ด้านพยากรณ์อากาศและเตือนภัยการเกษตรที่มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 200,000 ราย	○ พยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร 1x1 กิโลเมตร 3 เดือน ความแม่นยำ 75% ○ DSS freeware ด้านพยากรณ์อากาศและเตือนภัยการเกษตรที่มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 1,000,000 ราย	○ DSS freeware ด้านพยากรณ์อากาศและเตือนภัยการเกษตรที่มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 2,000,000 ราย ○ ผู้ประกอบการธุรกิจที่ต่อยอดจากเทคโนโลยีพยากรณ์อากาศและเตือนภัยด้านการเกษตรเข้าสู่ตลาดอาเซียน

ข้อเสนอโครงการนำร่อง

จากการประมวลข้อเสนอแนะเชิงนโยบายของทั้ง 3 เทคโนโลยี พบว่าการจัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System: DSS) ที่มีกลุ่มผู้ใช้ (users) เป็นเกษตรกร เป็นโครงการนำร่องที่นำไปสู่การขับเคลื่อนแผนได้ดีที่สุด โดยมีเหตุผลดังนี้

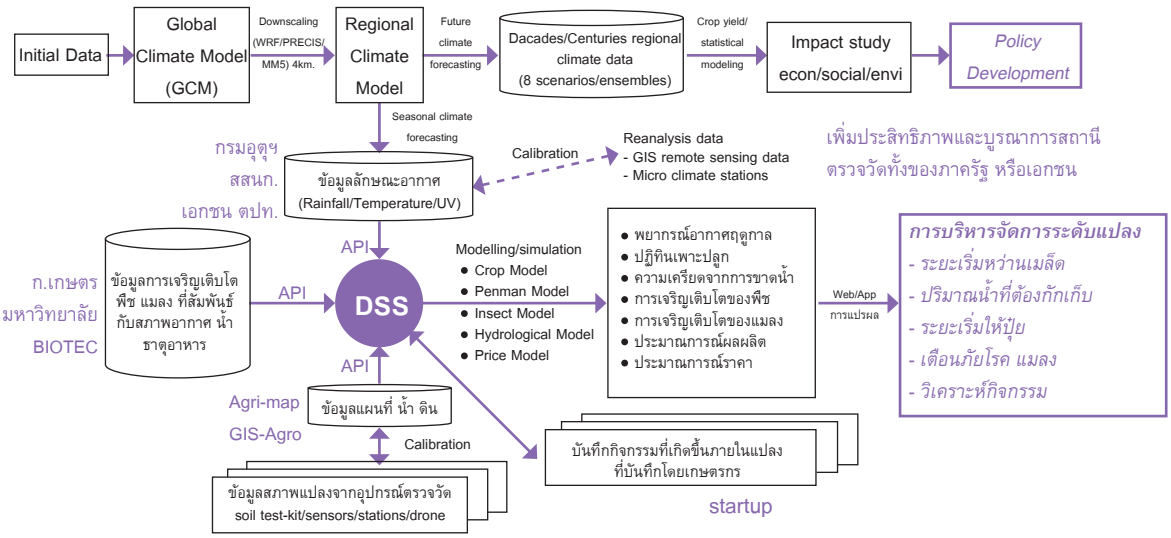
1. การพัฒนา DSS เป็นประโยชน์กับการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อการปรับตัวภาคเกษตรทั้ง 3 เทคโนโลยี รวมถึงพัฒนาศักยภาพเรื่องเทคโนโลยีแบบจำลอง (modelling) ไปพร้อมกัน เมื่อนำข้อมูลพยากรณ์อากาศที่มีความแม่นยำและความละเอียดสูง มาประกอบกับข้อมูลอื่นๆ เช่น ดิน น้ำ จะเป็นประโยชน์กับการทำเกษตรแม่นยำ และยังเป็นประโยชน์ต่อการระบุลักษณะพันธุ์พืชที่เหมาะสมกับสภาพอากาศและพื้นที่นั้นๆ

2. DSS ในรูปแบบของฟรีแวร์ หรือแอพพลิเคชั่นเป็น รูปแบบของเทคโนโลยีที่สามารถถ่ายทอดไปสู่เกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงข้อมูล และเทคโนโลยีเพื่อการปรับตัว และลดภาระให้กับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของภาครัฐ เนื่องจากในปัจจุบันเกษตรกรเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น อินเทอร์เนต และสมาร์ทโฟนมากขึ้น สิ่งสำคัญคือต้องมีโมเดลทางธุรกิจ (business model) รองรับ เพื่อให้สามารถให้บริการ (service model) ได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

3. การพัฒนา DSS จะเป็นเป้าหมาย ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยีและการเก็บข้อมูลของผู้เล่นทุกฝ่ายไปพร้อมกัน เนื่องจากการจัดทำ DSS ต้องอาศัยความร่วมมือจากทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และเกษตรกร ในการพัฒนาและเชื่อมโยงข้อมูลได้แบบ real-time การปรับปรุงอุปกรณ์ตรวจวัดให้สามารถเก็บตัวแปรที่จำเป็น ตลอดจนการพัฒนาระบบต่าง ๆ เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการใช้งานของเกษตรกรอย่างแท้จริง เป็นต้น

จากการเข้าพบเพื่อหารือกับหน่วยงานปฏิบัติหลายหน่วยงาน พบว่าประเทศไทยมีศักยภาพเพียงพอต่อการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเกษตรได้ ไม่ว่าจะเป็นความพร้อมของข้อมูล หรือศักยภาพด้านแบบจำลอง ทั้งนี้ผู้นำข้อมูลมาพัฒนาเป็นฟรีแวร์ หรือแอพพลิเคชั่นเพื่อให้บริการแก่เกษตรกร อาจเป็นหน่วยงานภาครัฐ ภาคการศึกษาหรือเอกชน หรือเป็นความร่วมมือของทั้ง 3 ภาคส่วน อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญที่สุดคือระบบจะต้องมีความเที่ยงตรง แม่นยำ ใช้งานง่าย มีการพัฒนาให้ตรงตามความต้องการของ ผู้ใช้อย่างต่อเนื่อง มีกิจกรรมฝึกอบรมเพื่อเพิ่มยอดผู้ใช้ และการให้บริการแก้ไขปัญหาระหว่างการใช้อย่างมืออาชีพ

รูปที่ 1 ข้อเสนอระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System: DSS) เพื่อการเกษตรของประเทศไทย



1 ที่มาและความสำคัญ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายฉบับนี้ เป็นการดำเนินงานที่ต่อเนื่องจาก “โครงการการประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย” และ “โครงการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร”

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกประเด็นสำคัญจากแผนปฏิบัติการฯ มาวิเคราะห์บริบทในการขับเคลื่อน เสนอแนะเป็นแผนงานและโครงการนำร่องที่พร้อมปฏิบัติจริง ที่ก่อให้เกิดการขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีฯ ได้อย่างเป็นรูปธรรม

รายละเอียดความเป็นมาของทั้ง 3 โครงการ มีดังต่อไปนี้

1.1 โครงการการประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (Thailand Technology Needs Assessments Report for Climate Change : TNA)

ประเทศไทยได้รับคัดเลือกให้เป็น 1 ใน 36 ประเทศที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (Global Environment Facilitiy: GEF) และโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP) ในการดำเนินโครงการการประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (Technology Needs Assessment: TNA) เสนอต่อสำนักงานเลขาธิการอนุสัญญาสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเร่งรัดการดำเนินการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และนำไปใช้ประโยชน์ ในการวางแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี (Technology Action Plan :TAP) ของประเทศต่อไป

โดยมีสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานโครงการ TNA และ สวทน. ได้ร่วมมือกับหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี 4 หน่วยงาน ได้แก่ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) (สสนก.) ศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (ศภ.) และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดำเนินโครงการการประเมินความต้องการด้านเทคโนโลยีใน 4 รายสาขา ได้แก่ (1) ด้านการเกษตร (2) ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (3) ด้านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ และ (4) การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน

สวทน. ได้นำเสนอผลการศึกษาโครงการฯ ดังกล่าวต่อที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ครั้งที่ 2/2555 เมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2555 ซึ่งที่ประชุมรับทราบผลการประเมินความต้องการด้าน เทคโนโลยีสำหรับประเทศไทยเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และประธานมอบหมายให้ สวทน. ดำเนิน

การแปลผล แล้วนำเสนอต่อที่ประชุมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้สามารถสั่งการและมอบหมายให้หน่วยงานนำแต่ละเรื่องไปปฏิบัติ เช่น ภาคการเกษตร มอบหมายให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และภาคพลังงานให้กระทรวงพลังงาน เป็นต้น พร้อมทั้งประสานงานกับสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อให้บรรจุเอาไว้เป็นแผนงานเสริมจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 และส่งสำนักงบประมาณเพื่อเตรียมการรองรับในการให้งบประมาณ นอกจากนี้ ประธานยังได้มอบหมายให้ สวทน. หารือกับสำนักงานนโยบายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และนำเข้าสู่การพิจารณาของคณะรัฐมนตรีต่อไป

นอกจากนี้ ผลการศึกษาโครงการฯ ยังได้ผนวกเข้าเป็นส่วนหนึ่งของแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558 – 2593 ยุทธศาสตร์ที่ 3 การสร้างขีดความสามารถด้านการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หัวข้อที่ 2 การพัฒนาเทคโนโลยี และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้นำผลการศึกษาดังกล่าว ผนวกเข้าในข้อเสนอ Submission ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านการเกษตร ในการประชุมย่อยว่าด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Subsidiary Body for Scientific and Technology advice – SBSTA) ครั้งที่ 39 โดยท่าทีเจรจาของไทยในการประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 19 (COP19) ด้านการเกษตรนั้น ให้ยึดถือจาก Submission ของ สศก. ที่มีไปยังสำนักเลขาธิการอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นสำคัญ

การวิเคราะห์ความเปราะบางต่อประเภทของเกษตร (Vulnerability Analysis)

โครงการ TNA ได้วิเคราะห์ความเปราะบาง (Vulnerability Analysis) ของเกษตรแต่ละประเภท พบว่าประเภทของการทำเกษตรที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับสูง คือ กลุ่มพืชไร่ และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ไม่สามารถทำในระบบปิดได้

โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการแข่งขัน และประเด็นความมั่นคงทางอาหารและพลังงานร่วมด้วยแล้ว จะพบว่ากลุ่มพืชไร่เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญสูง

ประเภท	ผลกระทบ	เหตุผล
พืชไร่ (ข้าว มัน อ้อย)	สูง	พืชไร่ ควบคุมอุณหภูมิ โรค แมลง ได้ยาก ทำให้ได้รับผลกระทบสูงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูง น้ำท่วม แล้ง โรค แมลง
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กุ้ง)	สูง	อุณหภูมิน้ำ และน้ำท่วม ส่งผลกระทบสูงต่อการผลิตสัตว์น้ำ
พืชผัก	ต่ำ	อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แต่ส่วนใหญ่ปลูกในเขตชลประทาน หรือปลูกในระบบปิด เช่น โรงเรือน
ผลไม้	ต่ำ	ผลผลิตตกต่ำเฉพาะกรณีที่เกิดน้ำท่วมยาวนาน อุณหภูมิสูงแกว่งตัว และสภาพอากาศสุดโต่ง

ที่มา : แปลจาก Thailand Technology Needs Assessment Report for Climate Change, Adaptation, 2012

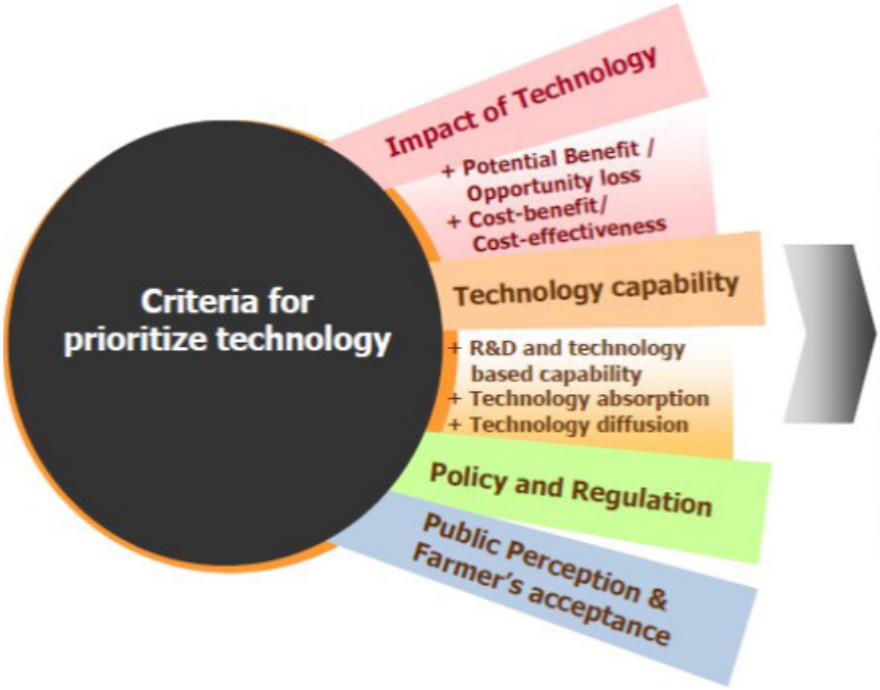
การคัดเลือกเทคโนโลยีที่มีความสำคัญสูง (Technology Prioritization)

การคัดเลือกเทคโนโลยีที่มีความสำคัญสูง (Technoogy Prioritization) ใช้วิธีการโหวตโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา ได้แก่

1) จะต้องเป็นเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดผลกระทบในวงกว้างและคุ้มค่าต่อการลงทุน
2) ประเทศไทยมีความสามารถด้านเทคโนโลยี ทั้งในด้านการทำวิจัยและพัฒนาขึ้นเองในประเทศ หรือความสามารถในการดูดซับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ
3) การพิจารณาว่ากฎระเบียบเอื้อต่อการใช้เทคโนโลยี
4) มีความเป็นไปได้ที่เกษตรกรจะยอมรับในตัวเทคโนโลยี

ผลการโหวตทั้ง 2 ครั้ง โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญตามเกณฑ์ข้างต้น ทำให้ได้เทคโนโลยีที่สำคัญ 3 ลำดับแรก ดังนี้

1) เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย
2) เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์
3) เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ



- **Forecasting & Early Warning (41 points)**
- **Crop improvement (33 points)**
- **Precision Farming (17 points)**

1.2 โครงการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร (Climate Technology Action Plan: Adaptation in Agricultural Sector)

สวทน. ได้พิจารณาจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร เป็นอันดับแรก เนื่องจากเป็นภาคที่มีความสำคัญกับเศรษฐกิจ และส่งผลกระทบต่อประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศ โดยได้รับการสนับสนุนจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ การดำเนินงานประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

(1) ทบทวนข้อจำกัดของการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย

(2) จัดประชุมระดมความคิดของผู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน รวมถึงผู้ใช้เทคโนโลยี

(3) จัดทำแผนปฏิบัติการด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทบทวนข้อจำกัดและการระดมความคิด

(4) จัดประชุมรับฟังความคิดเห็นต่อแผนปฏิบัติการ

ผลจากการดำเนินโครงการทำให้ประเทศไทยรับทราบข้อมูลสถานภาพ ปัญหา รวมถึงกรอบแนวทางการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยี ในรูปของแผนปฏิบัติการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

แผนปฏิบัติการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อสร้างความสามารถในการวิจัยและพัฒนา ควบคู่กับการพัฒนากำลังคนใน 3 เทคโนโลยีเป้าหมาย รวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและนโยบาย/กฎระเบียบที่สำคัญ

แผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร ที่มุ่งเน้นการดำเนินการร่วมกันระหว่างภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร

1.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อการขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการฯ

เพื่อให้การขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการฯ เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม สวทน.จึงได้คัดเลือกประเด็นสำคัญจากแผนปฏิบัติการฯ มาศึกษาในรายละเอียด ทั้งในเชิงเทคโนโลยีและบริบทการขับเคลื่อนโดย สวทน.ได้เข้าพบหน่วยงานปฏิบัติเพื่อติดตามความก้าวหน้า ปัญหาและอุปสรรค รวมถึงตัวอย่างความสำเร็จของโครงการภาครัฐที่มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการให้บริการทั้ง 3 เทคโนโลยี นอกจากนี้ ยังได้ขอคำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางการขับเคลื่อนแผน และนำมาพัฒนาเป็นข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่คำนึงถึงศักยภาพของผู้เล่นซึ่งไม่จำกัดอยู่ที่ภาครัฐ หรือภาคการศึกษาเท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับภาคธุรกิจ เช่น ผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรแม่นยำหรือนักพัฒนาแอพพลิเคชั่นที่จะกลายเป็นกุญแจสำคัญของการพัฒนาและให้บริการเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึงและเป็นมืออาชีพในอนาคต นอกจากนี้ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายฉบับนี้ยังได้คัดเลือกโครงการนำร่องที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงเสนอต่อรัฐบาลเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการขับเคลื่อนแผนต่อไป

Technology Needs Assessment (TNA)

- คัดเลือกประเภทเกษตรกรรมที่มีความเปราะบางสูง
- คัดเลือกเทคโนโลยีที่มีความสำคัญสูง

Technology Action Plan (TAP)

- รายงานการศึกษา แผนปฏิบัติการด้านการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

- ปรับปรุงแผนปฏิบัติการฯ ให้ทันกับสถานการณ์
- แยกแผนปฏิบัติการออกเป็นรายเทคโนโลยี
- วิเคราะห์บริบทในการขับเคลื่อน
- เสนอแนะโครงการนำร่องที่ก่อให้เกิดการขับคลื่อน

รูปที่ 1-1 กระบวนการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

01 คัดเลือกประเด็นสำคัญจากแผนปฏิบัติการฯ เพื่อศึกษารายละเอียดและบริบทการขับเคลื่อน

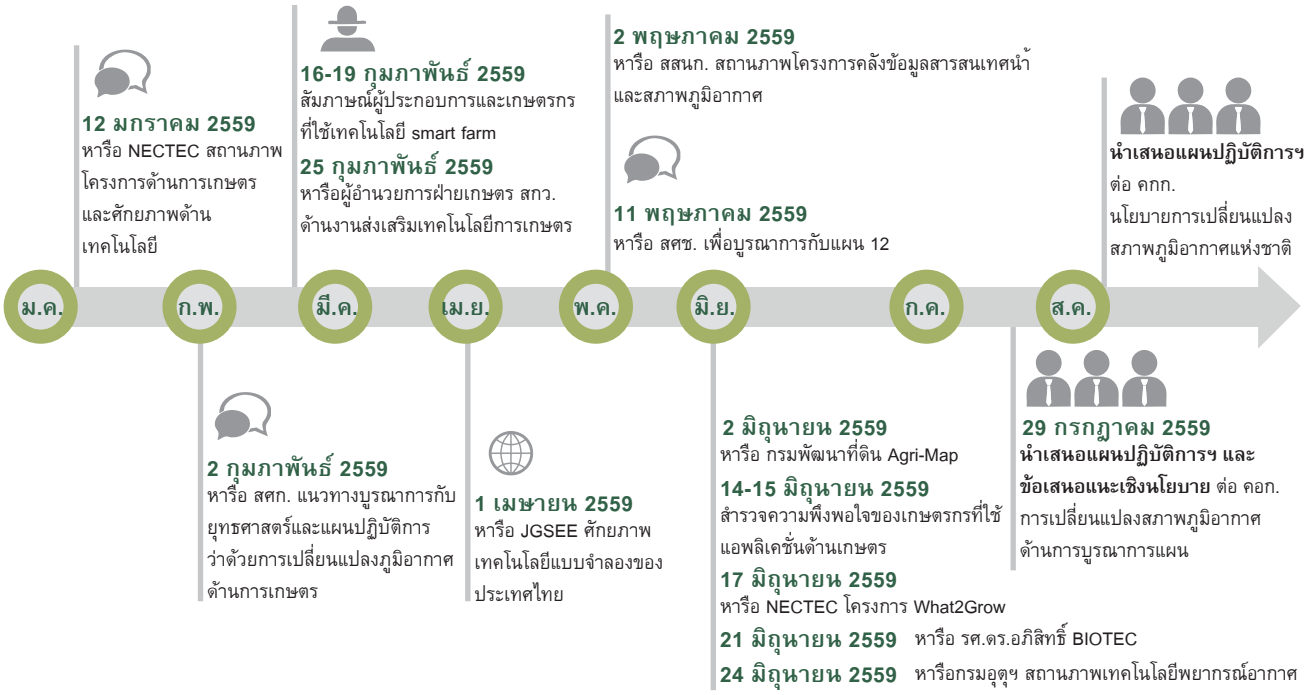
02 ลงพื้นที่เพื่อสุ่มสำรวจความต้องการ ปัญหา อุปสรรค ของเกษตรกร หรือผู้ประกอบการเกษตรที่ใช้เทคโนโลยี

03 ศึกษารูปแบบการพัฒนาเทคโนโลยี และการนำเทคโนโลยีไปใช้ในต่างประเทศ เพื่อวิเคราะห์ช่องว่างของการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีในประเทศไทย

04 สัมภาษณ์หน่วยงานปฏิบัติเพื่อติดตามความก้าวหน้า ปัญหา อุปสรรคของโครงการที่เกี่ยวข้อง และขอคำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางการขับเคลื่อนแผน

05 จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย และเสนอแนะโครงการนำร่องจัดทำแผนงานที่ระบุเป้าหมายระยะ 3 ปี 5 ปี และ 10 ปี และงบประมาณเบื้องต้น

รูปที่ 1-2 รายละเอียดการเข้าพบหน่วยงานเพื่อหารือและขอความเห็นอย่างไม่เป็นทางการต่อแผนปฏิบัติการฯ



2 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์

2.1 หลักการและความสำคัญของเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์

การปรับปรุงพันธุ์พืชจำเป็นต่อการรักษาปริมาณผลผลิตของพืชเศรษฐกิจในอนาคต เนื่องจากการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตร พบว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นเกิน 35 องศาเซลเซียส จะทำให้ช่อดอกข้าวเป็นหมันและผลผลิตลดลงร้อยละ 11 - 22 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงร้อยละ 15-30[1] เป็นต้น นอกจากนี้ ปรากฏการณ์เรือนกระจกยังมีแนวโน้มสัมพันธ์กับการเกิดปรากฏการณ์ ENSO (El-nino Sounthern Oscillation) ซึ่งเป็นสาเหตุของน้ำท่วม ภัยแล้ง หรือภาวะขาดแคลนน้ำ ดังนั้น การปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อให้มีคุณสมบัติ ทนน้ำท่วม ทนแล้ง ทนเค็ม ไม่ไวต่อแสง สามารถใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นสูงได้ หรือการปรับปรุงพันธุ์ให้สามารถใช้ปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย น้ำ อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงจำเป็นต่อการปรับตัวในภาคเกษตร

การพัฒนาพันธุ์พืชที่สามารถปรับตัวต่อความเครียดของสภาพแวดล้อม นอกจากจะเป็นการรักษาระดับผลผลิตซึ่งสัมพันธ์กับรายได้ของเกษตรกรและความมั่นคงทางอาหารของประเทศแล้ว ยังเป็นโอกาสในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจผ่านอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ ที่ผ่านมาประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกเมล็ดพันธุ์พืช (ไม่รวมเมล็ดพันธุ์ข้าว) อันดับที่ 15 ของโลก มีรายได้ในการส่งออกเมล็ดพันธุ์คิดเป็นมูลค่า 5,500 ล้านบาท อัตราเติบโตต่อเนื่องเฉลี่ยร้อยละ 13 ต่อปี กลุ่มเมล็ดพันธุ์หลัก ได้แก่ ข้าวโพด เมล็ดพันธุ์ผัก มะเขือเทศ แตง และพริก[2] ในส่วนของข้าวกลุ่มเกษตรกรที่เป็นผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวมีรายได้ต่อไร่สูงกว่าการปลูกข้าวถึงร้อยละ 70[3] ดังนั้น การสร้างศักยภาพในเทคโนโลยีปรับปรุงพันธุ์จึงเป็นโอกาสในการสร้างอุตสาหกรรมและรายได้อีกทางหนึ่ง

2.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยี

กระบวนการปรับปรุงพันธุ์ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเก็บรวบรวมพันธุ์ การประเมินพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ และการทดสอบพันธุ์ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้โดยทั่วไปใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 3 ปี เมื่อผ่านกระบวนการปรับปรุงพันธุ์จนได้เมล็ดพันธุ์หรือต้นพันธุ์ที่มีลักษณะที่ต้องการ และได้รับการขึ้นทะเบียนว่าเป็นพันธุ์ใหม่ที่ได้มาตรฐานแล้ว ยังจำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการกระจายพันธุ์ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะช่วยให้เมล็ดพันธุ์ดีถูกนำไปผลิตเพิ่มและจำหน่ายให้กับเกษตรกรต่อไป

[1] รายงานแห่งชาติ ฉบับที่ 2 การศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ สผ, 2554

[2] แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรับตัวภาคการเกษตร, สวทน. 2558

[3] “แพร่โมเดล” กรณีศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105, สวทน. 2558

รูปที่ 2-1 กระบวนการปรับปรุงพันธุ์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ที่มา : ปรับปรุงจากแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรับตัวภาคการเกษตร, สวทน. 2558

แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อการรองรับสภาพภูมิอากาศการปรับตัวภาคเกษตรได้ระบุให้ ธนาคารเชื้อพันธุ์พืช (germplasm bank) และโรงเรือนรวมทั้งระบบอัตโนมัติสำหรับการประเมินเชื้อพันธุ์ประสิทธิภาพสูง (High Throughput Screening) เป็นโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่รัฐบาลควรให้ความสำคัญ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ธนาคารเชื้อพันธุ์พืช (germplasm bank)

ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านการปรับปรุงพันธุ์ที่สำคัญของประเทศ เนื่องจากเป็นแหล่งเก็บรวบรวมส่วนขยายพันธุ์ (germplasm) ที่ยังมีชีวิตของพืช เช่น เมล็ด ท่อนพันธุ์ เกสร หรือเซลล์เนื้อเยื่อ เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์และเป็นแหล่งสำรองพันธุ์ดีเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ เมล็ดพันธุ์จะต้องถูกเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำเพื่อหยุดการเจริญเติบโตชั่วคราว และจะต้องนำออกมาปลูกทดสอบในแปลงเพื่อตรวจสอบสภาพการมีชีวิตอย่างสม่ำเสมอ ธนาคารจึงมีหน้าที่หลักในการเก็บสะสมและให้บริการรับฝากตัวอย่างพันธุ์พืชจากหน่วยวิจัยพันธุ์พืชในที่ต่างๆ เจ้าหน้าที่ประจำธนาคารจะช่วยประเมินระบุลักษณะพันธุ์ และบริหาร จัดการข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อพันธุ์ที่สะสมอยู่ในธนาคาร รวมทั้งจัดทำเป็นฐานข้อมูลที่สืบค้นได้ง่าย ธนาคารเชื้อพันธุ์ควรเปิดกว้างและสนับสนุนให้นักปรับปรุงพันธุ์ทั่วไป ทั้งภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน สามารถใช้ประโยชน์เพื่อรับฝากและขอใช้เชื้อพันธุ์ได้ รวมถึงควรสร้างเครือข่ายกับทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเก็บรวบรวมพันธุ์ดีและเพิ่มจำนวนตัวอย่างเชื้อพันธุ์ เพื่อให้ฐานพันธุกรรมของประเทศกว้างขึ้น การมีเชื้อพันธุกรรมพืชที่มีชีวิตเก็บสะสมไว้เป็นจำนวนมาก โดยตัวอย่างเหล่านั้นเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์ที่จัดเก็บไว้อย่างเป็นระบบและสืบค้นได้ง่าย จะช่วยเพิ่มโอกาสในการค้นพบลักษณะพันธุ์ดีที่ต้องการ และช่วยลดต้นทุนเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ลงได้

การประเมินพันธุ์ประสิทธิภาพสูง (High Throughput Screening) [4]

ในการปรับปรุงพันธุ์พืช ไม่ว่าโดยวิธีใด จะต้องมีการตรวจดูว่าพืชที่ใช้ปรับปรุงพันธุ์ หรือพืชที่ปรับปรุงพันธุ์มีลักษณะตามต้องการหรือไม่ การประเมินต้องทำทั้ง 2 ระดับ ได้แก่ การประเมินพันธุ์ระดับดีเอ็นเอ (genotyping) และการปลูกประเมินลักษณะที่ปรากฏ (phenotyping)

การประเมินพันธุ์ระดับยีน (genotyping)

ปัจจุบันเทคโนโลยี genotyping มีความก้าวหน้าไปมากและมีการใช้อย่างแพร่หลาย นักปรับปรุงพันธุ์สามารถตรวจหาลำดับ DNA (DNA sequencing) ของพืชได้จากเนื้อเยื่อตั้งแต่ตอนเป็นต้นอ่อน เพื่อคัดกรองประชากรก่อนจะนำไปปลูกทดสอบ ในกรณีที่ไม่ทราบตำแหน่งของยีนเป้าหมายอาจหาเครื่องหมายอื่นที่อยู่ใกล้กับยีนเป้าหมาย พัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อค้นหาลักษณะที่สังเกตได้ยาก หรือที่เรียกว่า Marker Assisted Selection (MAS) ข้อดีของเทคโนโลยีนี้คือสามารถหาลักษณะที่สังเกตด้วยตาไม่ได้ เช่น ลักษณะทนแล้งหรือทนเค็ม เป็นต้น

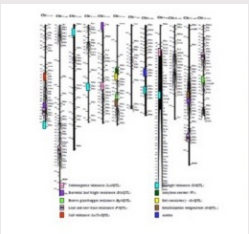
การปลูกเพื่อประเมินลักษณะที่ปรากฏ (phenotyping)

แม้พืชตัวอย่างจะมียีนที่ต้องการ แต่ลักษณะที่พืชแสดงออกมีความสัมพันธ์กับสภาวะแวดล้อม ดังนั้น แม้จะทราบลำดับดีเอ็นเอ แต่การปลูกทดสอบในแปลงที่ควบคุมสภาพแวดล้อมและการปลูกประเมินภาคสนามยังคงมีความจำเป็น การประเมินลักษณะที่ปรากฏนี้เป็นขั้นตอนที่ใช้ระยะเวลานาน เปรียบเสมือนคอขวดของกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากต้องรอให้พืชเติบโตจึงจะสังเกตเห็นลักษณะที่ต้องการ และเมื่อตัวอย่างมีจำนวนมากขึ้นต้องใช้พื้นที่ปลูกทดสอบมากขึ้นจึงทำให้มีต้นทุนสูงขึ้นด้วย การพัฒนาวิธีการประเมิน phenotype ที่รวดเร็ว สามารถประเมินตัวอย่างได้ครั้งละจำนวนมาก เช่น ระบบ High Throughput Phenotyping (HTP) จึงเป็นแนวทางที่นักปรับปรุงพันธุ์ทั่วโลกกำลังให้ความสนใจ

HTP เป็นระบบที่สามารถช่วยลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ลงได้ถึง 1 ใน 3 ระบบประกอบด้วยสายพานอัตโนมัติ (automation) ควบคุมการเคลื่อนย้ายกระถางปลูกผ่านกล้องถ่ายรูปชนิดพิเศษ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลลักษณะต้นพืช เช่น ความสูง สีของใบ ฯลฯ และผลิตภาพถ่ายได้มากถึง 100,000 ภาพต่อวัน จากนั้นคอมพิวเตอร์จะวิเคราะห์สรีระวิทยาของพืชจากภาพถ่าย (image analysis) ซึ่งสามารถทำได้แม่นยำกว่าการประเมินด้วยสายตา จากนั้นคอมพิวเตอร์จะประมวลผล (data processing) และค้นหาต้นพืชที่มีลักษณะที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ ระบบนี้ติดตั้งภายในโรงเรือนจึงสามารถควบคุมอุณหภูมิและปัจจัยแวดล้อมของต้นพืชที่ปลูกทดสอบได้

พันธุกรรม (Genotyping)	X	สภาพแวดล้อม (Phenotyping)
= ลักษณะที่แสดงออก		

High Throghput Genotyping



การตรวจหาลำดับ DNA
Genome Sequencing
เทคโนโลยีเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อค้นหายีนที่ต้องการ
Market Assisted Selection, MAS

- หาลักษณะที่ต้องการได้ตั้งแต่ยังเป็นต้นอ่อน
- ช่วยค้นหาลักษณะที่สังเกตได้ยาก เช่น ทนแล้ง ทนเค็ม
- เครื่องหมายโมเลกุลอาจมีอยู่แล้วในฐานข้อมูลสาธารณะ

High Throghput Phenotyping

ควบคุมสภาพแวดล้อม
Precisely Controlled Treatment
สายพานอัตโนมัติ
Automated Sample Handing
วิเคราะห์ด้วยภาพถ่าย
Image Analysis
วิเคราะห์สถิติด้วยคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง
Robust Data Analysis

- สุ่มหาตัวอย่างได้ทีละจำนวนมาก
- ทุ่นเวลา, ประหยัดพื้นที่ปลูกประเมิน
- ควบคุมสภาวะแวดล้อมได้

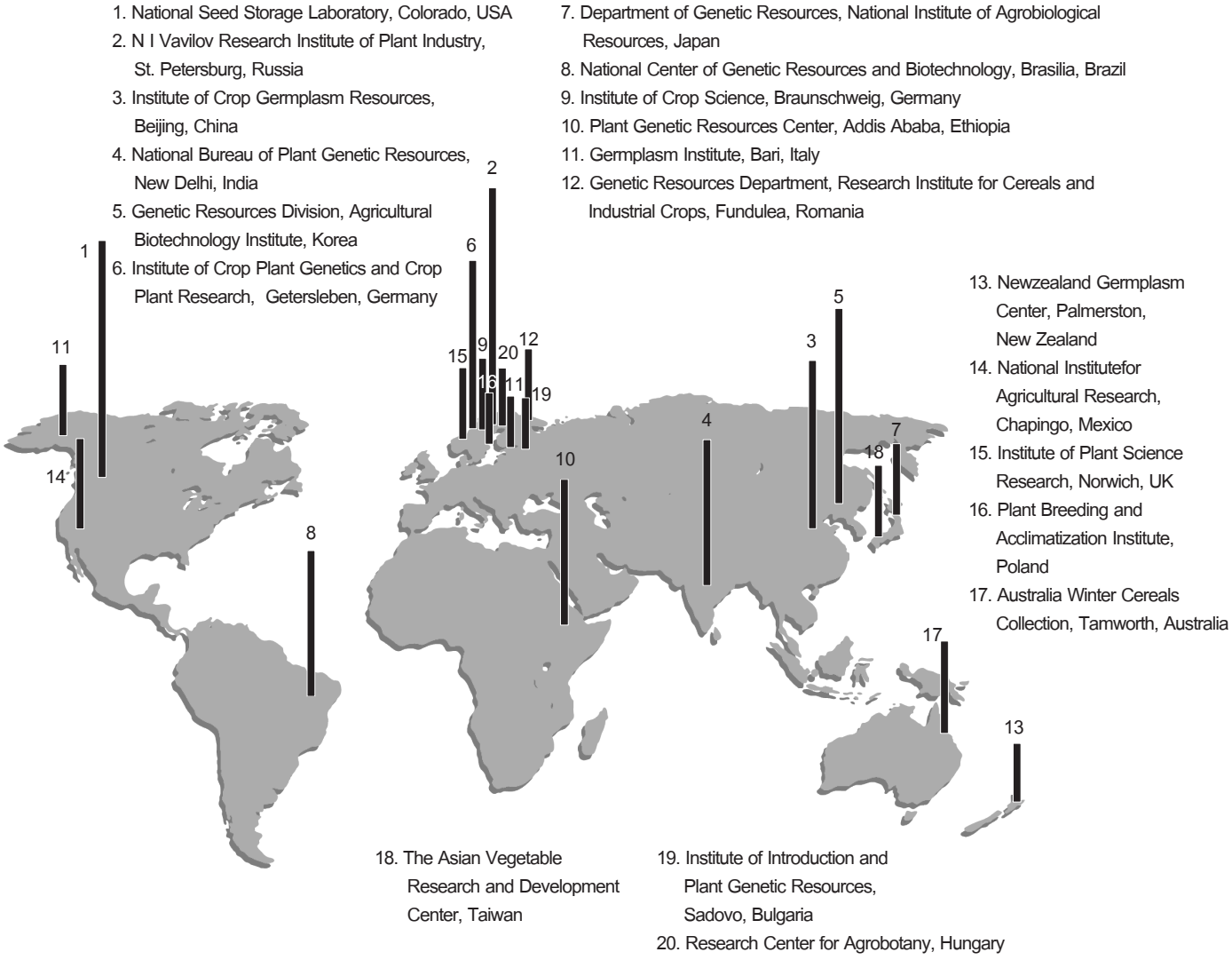
[4] แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรับตัวภาคการเกษตร, สวทน. 2558

2.3 สถานภาพเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ในต่างประเทศ

ธนาคารเชื้อพันธุ์พืช (germplasm bank)

ปัจจุบันมีธนาคารเชื้อพันธุ์พืชอยู่ 1,500 แห่ง ใน 100 ประเทศทั่วโลก และเก็บตัวอย่างพืชไว้กว่า 6.5 ล้านตัวอย่าง ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชที่มีจำนวนตัวอย่างเก็บไว้มากที่สุดคือที่ประเทศสหรัฐอเมริกา รองลงมาเป็นประเทศรัสเซีย และประเทศจีน นอกจากประเทศต่าง ๆ จะมีการบริหารจัดการเชื้อพันธุ์ภายในประเทศของตนแล้ว ยังมีความร่วมมือระหว่างประเทศหรือ เป็นสมาชิกของเครือข่ายความร่วมมือด้านการจัดการเชื้อพันธุ์พืชของคณะที่ปรึกษาระหว่างประเทศด้านวิจัยการเกษตร (Consultative Group on International Agriculture Research : CGIAR) การสร้างความร่วมมือนี้ก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และเทคนิค ลดความซ้ำซ้อนในการ ทำวิจัย ช่วยขยายฐานพันธุกรรมให้มีความหลากหลายมากขึ้น และเป็นการสร้างความมั่นใจว่าจะมีสำเนาเมล็ดพันธุ์ไว้ที่ศูนย์ในประเทศอื่นในกรณีที่เมล็ดพันธุ์สูญหายไปจากประเทศต้นกำเนิด

รูปที่ 2-2 ธนาคารเชื้อพันธุ์ที่สำคัญ 20 อันดับแรกของโลก



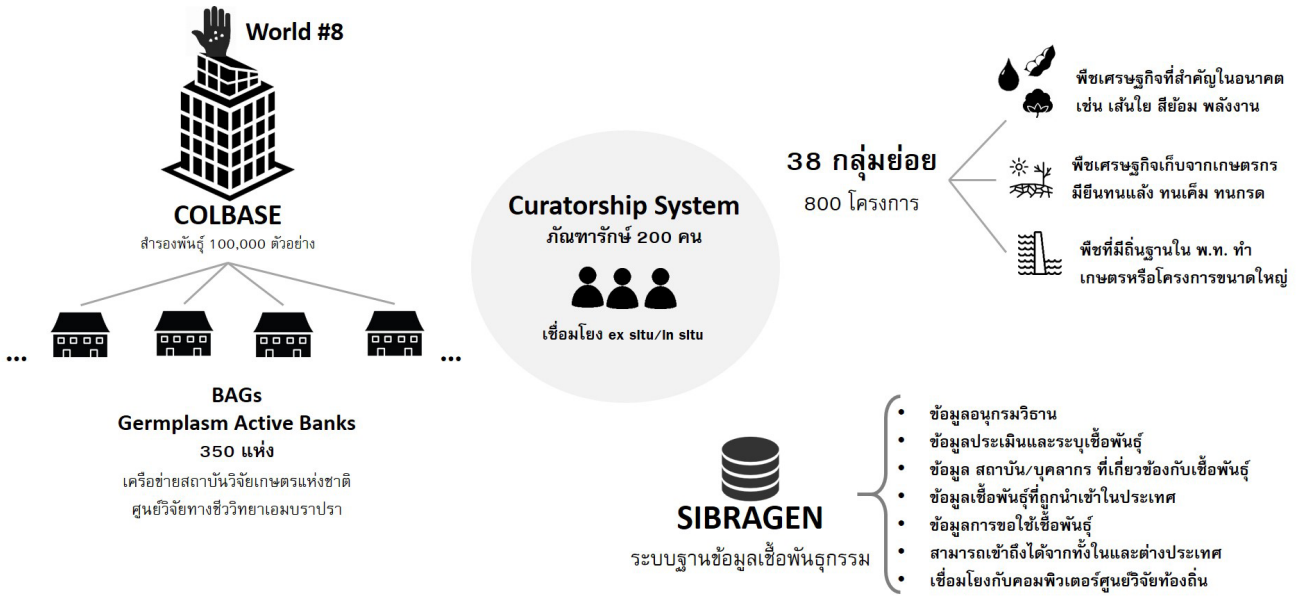
ที่มา : FAO document repository, Havesting Nature Diversity, Conservation and Use of Genetic Resource

ประเทศบราซิลเป็นประเทศหนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง และรัฐบาลให้ความสำคัญกับการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการเกษตรเป็นอย่างมาก ประเทศบราซิลมีการบริหารจัดการเชื้อพันธุกรรมพืชที่มีประสิทธิภาพและมีตัวอย่างพันธุ์พืชเก็บไว้มากเป็นอันดับที่ 8 ของโลก ระบบบริหารจัดการเชื้อพันธุ์พืชของบราซิล (The National Genetic Resources Platform: CENARGEN) ดำเนินการโดยความร่วมมือของ 2 หน่วยงาน คือ ศูนย์วิจัยทางชีววิทยาเอมบราปรา และเครือข่ายสถาบันวิจัยเกษตรแห่งชาติ ทั้ง 2 หน่วยงานจะร่วมกันประเมินระบุลักษณะพันธุ์ แลกเปลี่ยนข้อมูลและตัวอย่างเชื้อพันธุ์พืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

CENARGEN มีระบบภัณฑารักษ์ (curatorship system) เพื่อสร้างความร่วมมือระหว่างธนาคารเชื้อพันธุ์ทั่วประเทศ (Germplasm Active Banks : BAGs) ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 350 ธนาคาร และมีธนาคารกลาง (COLBASE) สำรองพันธุ์พืชไว้กว่า 100,000 ตัวอย่าง ระบบภัณฑารักษ์นี้ จะช่วยเชื่อมโยงการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ในห้องเย็น (Ex situ) กับการเก็บในแปลง (In situ) โดยจะมีภัณฑารักษ์ซึ่งเป็นผู้ดูแลเชื้อพันธุ์ที่ทำงานเต็มเวลาทั้งหมด 200 คน ดูแลพืชที่แบ่งกลุ่มย่อย 38 กลุ่ม เช่น กลุ่มพืชเส้นใย สีย้อม กลุ่มพืชพลังงาน กลุ่มพืชที่พันธุ์อาจสูญหายเนื่องจากโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ เช่น การก่อสร้างเขื่อนผลิตไฟฟ้า เป็นต้น

นอกจากนี้ บราซิลยังมี SIBRAGEN ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตที่มีความสมบูรณ์ ประกอบด้วยข้อมูลอนุกรมวิธาน ข้อมูลบุคคลหรือสถาบันที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมข้อมูลเชื้อพันธุกรรมที่ถูกนำเข้ามาในประเทศ ข้อมูลการขอใช้เชื้อพันธุ์ ข้อมูลการประเมินและระบุเชื้อพันธุ์ เป็นต้น ฐานข้อมูลนี้เผยแพร่และเข้าถึงได้ทั้งจากนักวิจัยในและต่างประเทศ รวมทั้งเชื่อมโยงกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของศูนย์วิจัย ในท้องถิ่นอีกด้วย[5]

รูปที่ 2-3 ตัวอย่างระบบบริหารจัดการเชื้อพันธุ์พืชประเทศบราซิล (The National Genetic Resource Platform : CENARGEN)



ที่มา : ปรับปรุงจากรายงานการศึกษาสถานภาพการบริหารจัดการธนาคารเชื้อพันธุกรรมพืชสากลและไทย, สวทน. 2554

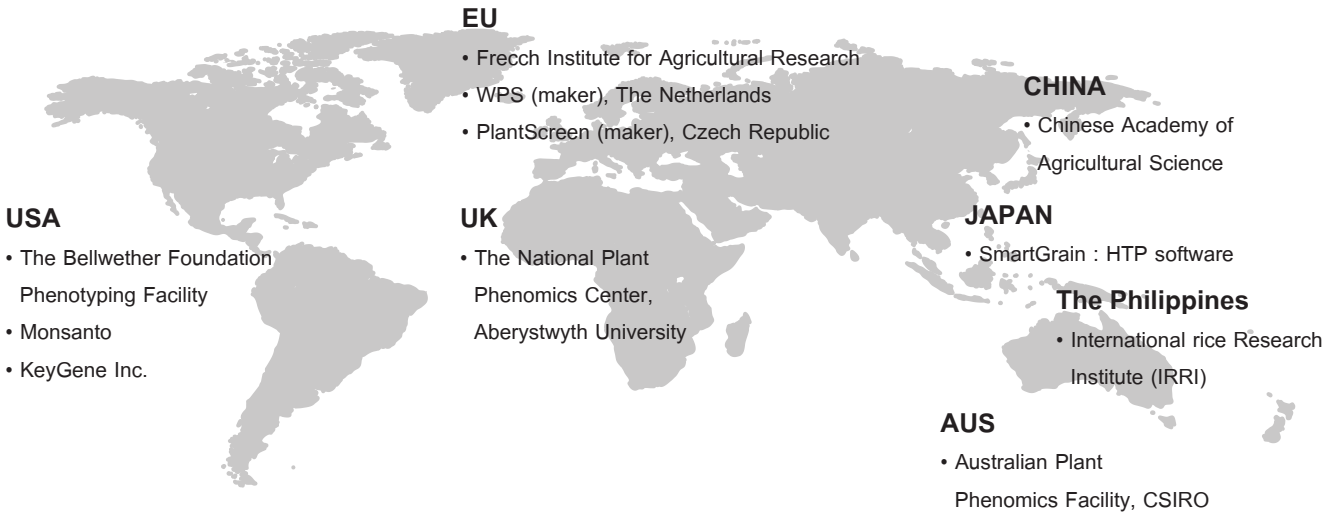
[5] รายงานการศึกษาสถานภาพการบริหารจัดการธนาคารเชื้อพันธุกรรมพืชสากลและไทย, สวทน., 2554

การประเมินพันธุ์ประสิทธิภาพสูง (High Throughput Screening)[6]

ในต่างประเทศเริ่มหันมาให้ความสำคัญกับการคัดเลือกพันธุ์ประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมุ่งเน้นพัฒนาระบบ High Throughput Phenotyping (HTP) เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ ระบบ HTP จะช่วยให้การทำ phenotyping ก้าวทัน genotyping ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นมาก่อนหน้า สถานีวิจัยและปรับปรุงพันธุ์พืชของ ภาครัฐและบริษัทเอกชนจึงได้เริ่มติดตั้งและใช้งานระบบ HTP แล้วในหลายประเทศ เช่น สถาบันวิจัยในประเทศฝรั่งเศส ประเทศอังกฤษ ประเทศออสเตรเลีย ประเทศจีน และประเทศญี่ปุ่น ส่วนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่ามีการติดตั้งระบบนี้ที่สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติที่ประเทศฟิลิปปินส์

เทคโนโลยี HTP ยังคงมีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง โดยมีแนวโน้มมุ่งไปที่การพัฒนาซอฟท์แวร์เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วในการประมวลผล เช่น ซอฟท์แวร์ตรวจวัดรูปทรงเมล็ดพันธุ์พืชความแม่นยำสูง SmartGrain[7] นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาคอมพิวเตอร์กริดแพลตฟอร์ม เช่น Image Harvest[8] เพื่อให้นักปรับปรุงพันธุ์หรือนักพฤกษศาสตร์สามารถประมวลผลภาพถ่ายลักษณะพืชที่ถูกผลิตขึ้นมาเป็นจำนวนมากได้จากคอมพิวเตอร์ทั่วไป เป็นต้น

รูปที่ 2-4 ตัวอย่างประเทศที่มีการใช้งานและพัฒนาระบบ High Throughput Phenotyping (HTP)



ที่มา : ปรับปรุงจากแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรับตัวภาคการเกษตร, สวทน. 2558

[6] แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรับตัวภาคการเกษตร, สวทน. 2558

[7] TAKANARI TANABATA ET AL., SMARTGRAIN: HIGH-THROUGHPUT PHENOTYPING SOFTWARE FOR MEASURING SEED SHAPE THROUGH IMAGE ANALYSIS, PLANT PHYSIOLOGY, 2012

[8] AVI. C. KNECHT, IMAGE HARVEST: AN OPEN-SOURCE PLATFORM FOR HIGH-THROUGHPUT PLANT IMAGE PROCESSING AND ANALYSIS, JOURNAL OF EXPERIMENTAL BOTANY, 2016

2.4 บทวิเคราะห์สถานภาพการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย

การปรับปรุงพันธุ์พืชเศรษฐกิจหลักในประเทศไทย ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง และยาง อยู่ภายใต้การดูแลของภาครัฐ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับปรุงพันธุ์ข้าวมีความก้าวหน้าค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับพืชอื่นๆ เนื่องจากกรมการข้าว ได้มีแผนจัดตั้งศูนย์นวัตกรรมข้าวเพื่อการวิเคราะห์เชิงลึก รวมถึงมีการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน (Phytotron Greenhouse) เพื่อวิจัยพันธุ์ข้าวที่สัมพันธ์กับสภาพอากาศ ในขณะที่ภาคเอกชนมีบทบาทในการจัดหาพันธุ์พืชโตเร็วอื่นๆ เช่น ผัก พริก แตง รวมทั้งพืชสำหรับอุตสาหกรรม เช่น ข้าวโพด อ้อย อย่างไรก็ตาม บริษัทที่ลงทุนทำวิจัยและพัฒนาปรับปรุงพันธุ์พืชมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาลักษณะพันธุ์เพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจ มากกว่าปรับปรุงพันธุ์เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.4.1 การพัฒนาเทคโนโลยี

ธนาคารเชื้อพันธุ์พืช (germplasm bank)

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีธนาคารเชื้อพันธุ์พืชที่มีห้องเย็นเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ได้ในระยะยาวและสามารถเก็บตัวอย่างได้มากที่สุด คือ อาคารทรัพยากรพันธุกรรมพืชและจุลินทรีย์สิรินธร กรมวิชาการเกษตร ซึ่งเก็บตัวอย่างได้มากถึง 100,000 ตัวอย่าง แต่ปัจจุบันมีตัวอย่างอยู่ประมาณ 22,000 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเมล็ดพันธุ์ข้าวและตัวอย่างพืชอื่นที่ได้จากการรับฝากเชื้อพันธุ์จากหน่วยงานในกระทรวงเกษตรฯ แต่ยังไม่ได้ให้บริการรับฝากเชื้อพันธุ์จากหน่วยงานอื่นมากนัก สำหรับสถานีวิจัยส่วนภูมิภาคของกระทรวงเกษตร ฯ ส่วนใหญ่เป็นการเก็บเชื้อพันธุ์แบบชั่วคราวในแปลงปลูกทดลองขนาดใหญ่และการเก็บเนื้อเยื่อในตู้เก็บรักษาอุณหภูมิ มีบุคลากรที่เชี่ยวชาญการปรับปรุงพันธุ์และการระบุลักษณะที่ปรากฏ (phenotyping) แต่ไม่สามารถระบุเชื้อพันธุ์ด้วยดีเอ็นเอได้ (genotyping)

ปัจจุบันประเทศไทยมีฐานข้อมูลด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชที่สมบูรณ์และเชื่อมโยงกับตัวอย่างจริงเพียงไม่กี่ชนิด ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ผักวงศ์แตง และพริก ส่วนใหญ่ยังคงขาดข้อมูลความเชื่อมโยงระหว่างยีนกับลักษณะที่พืชแสดงออก เนื่องจากขาดแคลนบุคลากรเพื่อระบุลักษณะที่ปรากฏของเชื้อพันธุ์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลา ใช้พื้นที่และงบประมาณมาก อีกทั้งยังต้องทำงานเชื่อมโยงกับสถานีวิจัยต่าง ๆ ซึ่งมีแปลงทดลองอย่างใกล้ชิด

นอกเหนือจากหน่วยงานในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชเศรษฐกิจหลักของประเทศโดยตรงแล้ว มหาวิทยาลัยยังเป็นผู้มีส่วนร่วมสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืชของประเทศ มหาวิทยาลัยบางแห่งมีโครงสร้างพื้นฐานด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชที่ทันสมัย รวมถึงมีธนาคารเชื้อพันธุ์พืชเศรษฐกิจที่สำคัญหลายชนิด เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีการติดตั้งโรงเรือนและระบบ high throughput phenotyping facility มีสถานีและแปลงทดสอบเก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมอ้อย ไว้กว่า 3,000 ชนิด นอกจากนี้ มหาวิทยาลัยยังมีบทบาทในการทำวิจัยวิธีการเก็บเชื้อพันธุ์ด้วยความเย็นยิ่งยวด (-198 องศาเซลเซียส) (Cryopreservation) ซึ่งเป็นความหวังของการเก็บเชื้อพันธุ์พืชที่ไม่สามารถเก็บในรูปเมล็ดได้ เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ไม้ผล และพืชสวน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ปัญหาหลักของการบริหารจัดการเชื้อพันธุ์ของมหาวิทยาลัย คือ การขาดงบประมาณที่ต่อเนื่อง ขาดแคลนบุคลากรหรือนักวิจัยอาชีพที่มีตำแหน่งประจำ ทั้งนี้ เนื่องจากการบริหารจัดการเป็นรูปแบบห้องปฏิบัติการเพื่อการศึกษา ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการแก่บุคคลภายนอก นอกจากนี้ ที่ผ่านมาการเก็บเชื้อพันธุ์ของอาจารย์มหาวิทยาลัยโดยมากจะเป็นการเก็บตามความสนใจของนักวิจัยมากกว่าเพื่อประโยชน์ของประเทศโดยรวม[9] ดังนั้น เมื่อนักปรับปรุงพันธุ์ที่มีความรู้เลิกทำวิจัยโดยไม่มีการถ่ายทอดความรู้ให้กับบุคลากรรุ่นใหม่ เมล็ดพันธุ์ที่ถูกเก็บไว้จึงไม่ได้รับการดูแลรักษาพันธุ์ดีจึงสูญหายไปพร้อมนักปรับปรุงพันธุ์ เช่น กรณีของข้าวสาลีพันธุ์อินทรีย์ 1 และ 2 ที่ถูกพัฒนาขึ้นแต่ปัจจุบันได้สูญหายไปและไม่มีตัวอย่างหลงเหลืออยู่ เป็นต้น[10]

[9] วีรวุฒิ ฉกะนันท์, บทที่ 9 แหล่งพันธุกรรมพืชในประเทศไทย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2542

[10] รายงานการศึกษาสถานภาพการบริหารจัดการธนาคารเชื้อพันธุกรรมพืชสากลและไทย, สวทน., 2554

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างสถานภาพการบริหารจัดการธนาคารเชื้อพันธุ์ของประเทศไทย

หน่วยงาน	ศักยภาพ	หมายเหตุ
อาคารทรัพยากรพันธุกรรมพืชและจุลินทรีย์สิรินธร กรมวิชาการเกษตร	◦ มีโครงสร้างพื้นฐานการเก็บสำเนาเมล็ดพันธุ์ในระยะยาว ◦ มีหน่วยวิจัยเกี่ยวกับการเก็บเมล็ดพันธุ์และมีองค์ความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการเชื้อพันธุ์	◦ ไม่สามารถเก็บพืชที่ไม่ใช้เมล็ดเป็นส่วนขยายพันธุ์ได้ ◦ ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์อยู่ระหว่างการดำเนินการ ◦ การขยายบริการเพื่อรับฝากเชื้อพันธุ์จากหน่วยงานอื่นอยู่ระหว่างดำเนินการ
ศูนย์วิจัยกรมวิชาการเกษตรส่วนภูมิภาค เช่น ธนาคารเชื้อพันธุ์มันสำปะหลัง ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง	◦ มีแปลงทดลอง เพื่อทดสอบพันธุ์ และเป็นเจ้าของตัวอย่างเชื้อพันธุ์ที่ยังมีชีวิตอยู่เป็นจำนวนมาก ◦ ฐานข้อมูลสามารถเข้าถึงได้ผ่านระบบของ CGAIR	◦ ไม่มีโครงสร้างพื้นฐานในการเก็บสำเนาเชื้อพันธุ์ในระยะยาว ◦ การประเมินพันธุ์ใช้การปลูกทดสอบในแปลง
ศูนย์วิจัยในมหาวิทยาลัย เช่น สถานีเก็บเชื้อพันธุกรรมอ้อย บ้านทิพุเย จ.กาญจนบุรี	◦ มีทรัพยากรบุคคลด้านการปรับปรุงพันธุ์ ◦ มีการทำวิจัยและองค์ความรู้การเก็บเชื้อพันธุ์โดยเฉพาะวิธี cryopreservation	◦ ไม่มีโครงสร้างพื้นฐานในการเก็บสำเนาเชื้อพันธุ์ในระยะยาว ◦ ไม่มีฐานข้อมูลที่บุคคลภายนอกสามารถเข้าถึงได้
คลัสเตอร์เมล็ดพันธุ์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	◦ มีองค์ความรู้เรื่องการจัดการฐานข้อมูลและการบริหารจัดการเชื้อพันธุ์ รวมทั้งมีเครือข่ายกับนักปรับปรุงพันธุ์และเอกชนที่เป็นผู้มีบทบาทสำคัญ	◦ ไม่มีการทำกิจกรรมเพื่อเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ด้วยตนเอง แต่สนับสนุนให้มหาวิทยาลัยเป็นผู้จัดเก็บเชื้อพันธุ์
สำนักงานเศรษฐกิจฐานชีวภาพ (BEDO)	◦ เป็นหน่วยประสานงานที่มีงบประมาณต่อเนื่องในการบูรณาการข้อมูลเพื่อจัดทำฐานข้อมูลของพืชเศรษฐกิจ สำคัญตามข้อตกลงอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ	◦ ไม่มีการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพันธุ์ เช่น ข้อมูลการประเมินพันธุ์

ที่มา : รายงานการศึกษาสถานภาพการบริหารจัดการธนาคารเชื้อพันธุกรรมพืชสากลและไทย, สวทน. 2554

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างสภานภาพการบริหารจัดการธนาคารเชื้อพันธุ์ของประเทศไทย

<table>
<tr><th></th><th>การระบุลักษณะพันธุ์ด้วยดีเอ็นเอ Genotyping</th><th>การปลูกทดสอบพันธุ์ Phenotyping</th><th>ตู้เก็บรักษาอุณหภูมิชั่วคราว In vitro</th><th>ห้องเย็นเพื่อเก็บระยะยาว Ex situ</th><th>บริการรับฝากหรือขอใช้เชื้อพันธุ์</th><th>ถังไนโตรเจนเหลวเพื่อเก็บที่ความเย็นยิ่งยวด Cryopreservation</th><th>ฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับตัวอย่างและพร้อมให้บริการ Database</th></tr>
<tr><td rowspan="2">
ข้าว</td><td colspan="3">ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี
กรมการข้าว</td><td></td><td></td><td>ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี
กรมการข้าว</td></tr>
<tr><td colspan="2">มหาวิทยาลัย</td><td>อาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์สิรินธร
กรมวิชาการเกษตร</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>
มันสำปะหลัง</td><td></td><td colspan="3">ธนาคารเชื้อพันธุ์มันสำปะหลัง
ศูนย์วิจัยพืชไร่ ระยอง
กรมวิชาการเกษตร</td><td></td><td>บริหารจัดการฐานข้อมูลโดย ม.เกษตร</td></tr>
<tr><td>
อ้อย</td><td></td><td>สถานีเก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมอ้อย
ม.เกษตรศาสตร์</td><td></td><td colspan="2">สถานีรวบรวมเชื้อพันธุกรรมอ้อย ม.เกษตรศาสตร์</td><td>บริหารจัดการฐานข้อมูลโดย BITEC</td></tr>
</table>

การประเมินพันธุ์ประสิทธิภาพสูง (High Throughput Screening)

ในประเทศไทยมีการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการปรับปรุงพันธุ์พืชหลายชนิด เช่น ยางพารา มันสำปะหลัง ข้าวโพดอ้อย ถั่วเขียว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้าว ซึ่งประสบความสำเร็จอย่างสูง และมีความร่วมมือระหว่างกรมการข้าว สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานพัฒนา การวิจัยการเกษตร (สวก.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) พัฒนานักปรับปรุงพันธุ์ในกรมการข้าวให้สามารถใช้เครื่องหมายโมเลกุลร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐาน ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อปรับปรุงพันธุ์มากขึ้น อย่างไรก็ตาม ทั้งการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีมาตรฐาน และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ยังมีข้อจำกัดในขั้นตอนการปลูกประเมินที่ต้องใช้เวลานาน ด้วยเหตุนี้ จึงมีหน่วยปรับปรุงพันธุ์บางหน่วย เช่น กรมการข้าว เริ่มเห็นถึงความสำคัญระบบ High Throughput Phenotyping Facility ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่จะช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์ทำงานได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ช่วยลดช่องว่างระหว่างเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมกับเทคนิคการปลูกประเมิน แต่เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีราคาสูงมาก กว่าสิบล้านบาท และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ กรมการข้าว จึงอยู่ระหว่างการหารือกับศูนย์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ (เนคเทค) เพื่อพัฒนาระบบดังกล่าวขึ้นเอง ในขณะที่มหาวิทยาลัยเกษตรกำแพงแสนเป็นหน่วยงานเพียงแห่งเดียวที่ได้รับการอนุมัติงบประมาณเพื่อนำเข้าและติดตั้งอุปกรณ์แล้ว

ปัจจัยเอื้อต่อการวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์

นอกจากความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีจะช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทยมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแล้ว การสร้างเครือข่ายกับธนาคารเชื้อพันธุ์ ในต่างประเทศเพื่อแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุ์ จะทำให้นักวิจัยสามารถเข้าถึงฐานพันธุกรรมที่กว้างขึ้นได้ ทั้งนี้ พระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 ได้อนุญาตให้นำเข้าเมล็ดพันธุ์ที่มีชีวิตได้เพื่อการศึกษาวิจัย หากเป็นเมล็ดพันธุ์ที่กำหนดเป็นสิ่งต้องห้าม ต้องขออนุญาตตามขั้นตอนและได้รับอนุญาตจากอธิบดีซึ่งมักใช้เวลานานในระหว่างนั้นหากไม่ได้มีการจัดการเชื้อพันธุ์ที่ถูกต้อง เชื้อพันธุ์อาจเสื่อมสภาพ ทำให้นักวิจัยต้องร้องขอให้ประเทศเจ้าของพันธุ์ส่งกลับมาใหม่ ดังนั้น การปรับปรุงพระราชบัญญัติดังกล่าวให้เอื้อต่อการนำเข้าเมล็ดพันธุ์เพื่อการวิจัย รวมถึงการจัดทำแนวปฏิบัติการใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมทั้งระหว่างหน่วยงานในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งจะเป็นคู่มือที่ระบุขั้นตอนการจัดการและการเคลื่อนย้ายเชื้อพันธุ์ที่ถูกต้องเหมาะสม จึงเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานปรับปรุงพันธุ์ของประเทศไทย

2.4.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการขยายผล

เมล็ดพันธุ์หรือท่อนพันธุ์ดีเป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรกที่ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต อย่างไรก็ตาม เกษตรกรไทยยังคงประสบปัญหาขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ เช่น ในกรณีของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีความต้องการปีละ 600,000 ตัน แต่ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวของรัฐ ศูนย์ข้าวชุมชนและผู้ประกอบการ มีกำลังการผลิตเมล็ดพันธุ์ชั้นจำหน่ายรวมกันเพียงปีละประมาณ 450,000 ตัน ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการ ทำให้ชาวนาต้องเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เอง หรือมีการนำพันธุ์ข้าวไม่มีคุณภาพหรือปลอมปนจำหน่ายให้กับเกษตรกร ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ต่ำและไม่สม่ำเสมอ กรมการข้าวได้มียุทธศาสตร์การผลิตและการกระจายเมล็ดพันธุ์ข้าวปี 2554 - 2560 ที่สนับสนุนให้เอกชนและศูนย์ข้าวชุมชนเข้ามาดำเนินการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพให้มากขึ้น โดยตั้งเป้าหมายให้มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่เพียงพอกับความต้องการภายในปี 2560 ทั้งนี้ การกระจายพันธุ์พืชใหม่จะต้องเชื่อมโยงกับระบบการกระจายพันธุ์ที่มีอยู่ งบประมาณวิจัยปรับปรุงพันธุ์ต้องคำนึงถึงการสนับสนุนงบประมาณและองค์ความรู้ในการกระจายพันธุ์ใหม่ให้กับเอกชนหรือสหกรณ์ผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เป้าหมาย จึงจะทำให้เมล็ดพันธุ์ดีไปถึงมือเกษตรกร

ปัจจุบันแม้ว่าในแต่ละปีจะมีการพัฒนาพันธุ์ข้าวใหม่ออกมา 5 - 6 พันธุ์ แต่เกษตรกรยังคงปลูกข้าวหอมพันธุ์เดิม เนื่องจากเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศหรือโรงสี ทั้งนี้ พืชที่ถูกปรับปรุงลักษณะให้ทนกับสภาพอากาศ อาจส่งผลให้ลักษณะทางเศรษฐกิจบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป เช่น ข้าวทนแล้งอาจจะมีความหอมลดลง หรือ เม็ดข้าวแข็ง ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดหรือโรงสี ชาวนา จึงไม่นิยมนำไปปลูก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่การปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีลักษณะที่ทนกับสภาพอากาศ จะต้องคำนึงถึงลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น รูปลักษณ์ รสชาติ ตลอดจนความสะดวกในการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรควบคู่ไปด้วย

2.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากผลการศึกษาสถานภาพของประเทศไทยด้านการปรับปรุงพันธุ์พบว่าประเทศไทยมีศักยภาพด้านการปรับปรุงพันธุ์เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะข้าว และมีหน่วยงานด้านการปรับปรุงพันธุ์ อยู่มากมาย ซึ่งแต่ละแห่งมีศักยภาพที่โดดเด่นแตกต่างกัน อีกทั้งมีความเชี่ยวชาญในพืชต่างชนิดกัน เช่น กรมวิชาการเกษตรมีธนาคารเชื้อพันธุ์พืชสำหรับเก็บเชื้อพันธุ์ระยะยาว สถานีวิจัยในท้องถิ่นมีแปลงเก็บพันธุ์ขนาดใหญ่และมีศักยภาพในการประเมินพันธุ์ ในขณะที่ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพมีโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่ทันสมัยตลอดจนศักยภาพในการบริหารจัดการฐานข้อมูล

อย่างไรก็ตาม หน่วยงานเหล่านี้ยังขาดความเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายที่เข้มแข็งระดับประเทศ ทำให้โครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีไม่ถูกใช้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งการแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดเทคโนโลยีอยู่ในวงจำกัด นอกจากนี้บางหน่วยงานอาจไม่ได้รับการจัดสรรทรัพยากรอย่างเพียงพอและต่อเนื่อง เนื่องจากถูกมองว่าไม่ใช่หน่วยงานรับผิดชอบหลักด้านการปรับปรุงพันธุ์ และอาจส่งผลให้การวิจัยเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชเศรษฐกิจอีกหลายชนิดถูกละเลยหรือไม่ได้รับการสนับสนุนเท่าที่ควร

ทั้งนี้ การสร้างความเข้มแข็งให้กับการปรับปรุงพันธุ์พืชชนิดอื่นจะเริ่มทวีความสำคัญมากขึ้นในอนาคตเมื่อสภาพภูมิอากาศหรือสภาพตลาดสินค้าเกษตรเปลี่ยนแปลงไป ทำให้นโยบายของรัฐบาลต้องปรับเปลี่ยนไปสนับสนุนการปลูกพืชชนิดอื่นที่ทนแล้งและได้ราคาดีกว่าแทนการปลูก ข้าว มัน อ้อย ยาง เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้ ประเทศไทยจึงควรให้ความสำคัญกับการสร้างระบบบริหารจัดการเชื้อพันธุ์พืชระดับชาติ เพื่อเป็นกลไกเชื่อมโยงธนาคารเชื้อพันธุ์และโครงสร้างพื้นฐานที่รัฐได้ลงทุนไปแล้ว ให้ถูกนำไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับที่องค์การอาหารโลก (FAO) ได้ระบุไว้ว่าการสร้างความร่วมมือระหว่างธนาคารเชื้อพันธุ์เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสถานีวิจัยและปรับปรุงพันธุ์พืชที่เข้ามาเป็นสมาชิกของเครือข่ายจะได้รับการจัดสรรทรัพยากรที่จำเป็นเพื่อยกระดับศักยภาพให้ก้าวเข้าสู่มาตรฐานสากลในทุก ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นการประเมินเชื้อพันธุ์ การจัดระบบฐานข้อมูลให้เชื่อมโยงและเข้าถึงได้ การให้บริการรับฝากเชื้อพันธุ์ ตลอดจนการมีภัณฑารักษ์มืออาชีพเป็นผู้บริหารจัดการเชื้อพันธุ์

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จัดตั้งคณะกรรมการบริหารเครือข่ายธนาคารเชื้อพันธุ์ระดับประเทศ เพื่อยกระดับหน่วยเก็บเชื้อพันธุกรรมพืชทั่วประเทศให้ได้มาตรฐานสากล คณะกรรมการฯ มีหน้าที่ดังต่อไปนี้

- สนับสนุนการจัดหางบประมาณ บุคลากร และอุปกรณ์ เช่น เครื่อง High Throughput Phenotyping (HTP) ให้กับหน่วยงานเครือข่าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินลักษณะพันธุ์
- จัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชของประเทศที่พร้อมให้บริการมุ่งเน้นลักษณะพันธุ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสายพันธุ์ที่ทนต่อสภาพภูมิอากาศและเป็นที่ต้องการของตลาด
- จัดทำแนวปฏิบัติ (guideline) การใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรม การเข้าถึงและแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรมทั้งในและต่างประเทศ

Roadmap #1 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์				
	3 ปี ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชที่ได้มาตรฐานสากล	3 ปี ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชที่ได้มาตรฐานสากล	10 ปี ขยายเครือข่ายเชื่อมโยงกับระบบกระจายพันธุ์/ เกิดธุรกิจบริการวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์	20 ปี เป็นประเทศผู้ส่งออกเมล็ดพันธุ์ดี/ ธุรกิจบริการวิจัยด้านปรับปรุงพันธุ์
กิจกรรม	○ จัดตั้งระบบบริหารจัดการเชื้อพันธุ์ระดับประเทศ เพื่อสร้างเครือข่ายการใช้โครงสร้างพื้นฐานด้านการปรับปรุงพันธุ์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ○ ยกระดับหน่วยเก็บเชื้อพันธุกรรมพืชทั่วประเทศ ให้ได้มาตรฐานสากล ○ สนับสนุนงบประมาณ บุคลากร และอุปกรณ์ เช่น เครื่อง High Throughput Phenotype Screening ให้กับธนาคารเชื้อพันธุ์หรือหน่วยวิจัยในเครือข่าย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินลักษณะพันธุ์ ○ พัฒนาบุคลากรปรับปรุงพันธุ์พืชและเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์	○ จัดทำฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชเศรษฐกิจหลัก (ข้าว มัน อ้อย) มุ่งเน้นลักษณะพันธุ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสายพันธุ์ที่ทนต่อสภาพภูมิอากาศและเป็นที่ต้องการของตลาด ○ จัดทำแนวปฏิบัติ (Guideline) การใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรม การเข้าถึงและแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรมทั้งในและต่างประเทศ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการนำเข้าเชื้อพันธุ์เพื่อการวิจัย ○ ศึกษาวิจัยเชิงนโยบายด้านการค้าและการประเมินความเสี่ยงจากการใช้ประโยชน์จากพืช GM	○ ขยายเครือข่ายสู่ธนาคารพันธุ์พืชท้องถิ่นและศูนย์เมล็ดพันธุ์ชุมชนเพื่อยกระดับศักยภาพศูนย์ในท้องถิ่นให้เป็นแหล่งเก็บรวบรวมและสำรองพันธุ์ดี ○ สนับสนุนงบประมาณองค์ความรู้ เพื่อกระจายพันธุ์ใหม่ให้กับเอกชนหรือสหกรณ์ผู้ผลิตเมล็ด/ต้นพันธุ์เป้าหมาย ○ สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ○ จัดประชุมรับฟังความคิดเห็น สร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง ปรับปรุงแก้ไข และผลักดันร่าง พ.ร.บ. ความปลอดภัยทางชีวภาพไปสู่การบังคับใช้	○ ปรับปรุง พ.ร.บ. ที่เกี่ยวข้องเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับการส่งออกเมล็ดพันธุ์ เช่น - พ.ร.บ.พันธุ์พืช 2518, 2535, 2550 - พ.ร.บ.คุ้มครองพันธุ์พืช 2542 - พ.ร.บ.การส่งออกไปนอกหรือการนำเข้ามาในราชอาณาจักรซึ่งสินค้า 2522 ○ มาตรการสนับสนุนการส่งออก - ธุรกิจเมล็ดพันธุ์ - ธุรกิจบริการวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์
หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ก.เกษตร สวทช. มหาวิทยาลัย BEDO	สมาชิกในเครือข่ายธนาคารเชื้อพันธุ์	สมาชิกในเครือข่ายธนาคาร เชื้อพันธุ์ สหกรณ์ เอกชน ก.เกษตร คอบช. สนช.	ก.เกษตร ก.วิทย์ ก.พาณิชย์
งบประมาณ (รวม 10 ปี)	○ ยกระดับเครือข่าย 600 ล้านบาท ○ พัฒนาบุคลากร 150 ล้านบาท	○ ประเมินพันธุ์และจัดทำฐานข้อมูล 500 ล้านบาท	○ เพิ่มเครือข่ายธนาคารท้องถิ่น 100 ล้านบาท ○ กระจายพันธุ์ใหม่สู่ผู้ผลิต 100 ล้านบาท	N/A
ผลผลิต	○ ธนาคารเชื้อพันธุ์พืชระดับประเทศ 30 แห่ง ○ ภัณฑารักษ์อาชีพ 150 คน ○ นักปรับปรุงพันธุ์ 50 คน ○ ระบบบริหารจัดการเครือข่าย 1 ระบบ ○ ระบบ High Throughput Phenotyping 3 แห่ง	○ ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พร้อมให้บริการ 1 ฐาน ○ เครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นจากฐานข้อมูลสาธารณะ ○ รายงานการศึกษาเชิงนโยบาย ○ พ.ร.บ.ความปลอดภัยทางชีวภาพ	○ เอกชนผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์และศูนย์เมล็ดพันธุ์ชุมชนนำพันธุ์ที่ทนต่อสภาพอากาศ ไปผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์ชั้นจำหน่ายที่ได้มาตรฐาน คิดเป็นอย่างน้อย 10% ของกำลังการผลิตรวม	○ มีผู้ประกอบการธุรกิจเมล็ดพันธุ์และบริการวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์ที่เข้มแข็ง และขยายฐานการส่งออกไปในประเทศอาเซียน
ผลลัพธ์	○ ลดระยะเวลาและต้นทุน การประเมินเชื้อพันธุ์ลง 1 ใน 3 ○ สร้างตำแหน่งงานด้านปรับปรุงพันธุ์ ○ โครงสร้างพื้นฐานใช้งานเต็มศักยภาพ	○ สายพันธุ์ต้นแบบ ข้าว 10 สายพันธุ์ มัน 10 สายพันธุ์ อ้อย 10 สายพันธุ์	○ รักษาผลผลิต/ลดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรได้ 2,800 ล้านบาทต่อปี	○ มูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์เพิ่มสูงขึ้นเป็น 30,000 ล้านบาทต่อปี (ปัจจุบัน 5,000 ล้านบาทต่อปี)

แผนงานระยะ 10 ปี : เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์													
ปีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม		
พัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยี องค์ความรู้ กำลังคน											645		
1. วิจัยต้นแบบสายพันธุ์ที่ทนต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเป็นที่ต้องการของตลาด	30	30	30	55	55	55	60	60	60	60	495	พืชหลักสายพันธุ์ใหม่ที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ข้าว10 สายพันธุ์ มัน 10 สายพันธุ์ อ้อย 10 สายพันธุ์	กรมการข้าว กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัย สมาคม เอกชน
2. ดำเนินงานตามยุทธศาสตร์การพัฒนาบุคลากร ด้านการปรับปรุง พันธุ์พืชและเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	150	นักปรับปรุงพันธุ์พืช 500 คน (รวมนักศึกษาปริญญาโท เอก นักวิจัยทั้งในภาครัฐและเอกชน)	ก.เกษตร สวทช. สวทน.
โครงสร้างพื้นฐาน											500		
3. ยกระดับและสร้างเครือข่ายหน่วยเก็บเชื้อพันธุกรรมพืชที่มีคุณภาพให้เป็นธนาคารเชื้อพันธุ์พืช (Plant germplasm bank network) ระดับประเทศ	36	36	36	36	36	24	24	24	24	24	300	1) ธนาคารเชื้อพันธุ์ระดับประเทศที่ได้มาตรฐาน 30 แห่ง 2) ภัณฑารักษ์อาชีพ 150 คน 3) ระบบบริหารจัดการเครือข่าย 1 ระบบ 4) ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พร้อมให้บริการ 1 ฐาน 5) เครื่องหมายโมเลกุล ที่พัฒนาขึ้นจากฐานข้อมูลสาธารณะ	กรมการข้าว กรมวิชาการเกษตร สำนักงานอ้อยและน้ำตาล สมาคมโรงน้ำตาลไทย สมาคมเมล็ดพันธุ์ฯ มหาวิทยาลัย สวทช. BEDO
4. ติดตั้งระบบ High Throughput Phenotyping (HTP)	50	100	50	-	-	-	-	-	-	-	200	ระบบ High Throughput Phenotyping 3 แห่ง	ม.เกษตรศาสตร์ กรมการข้าว
การบริหารจัดการเพื่อถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร											100		
5. สร้างเครือข่าย เก็บพันธุ์พืชท้องถิ่นและเครือข่ายกระจายพันธุ์ดี	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10	50	ธนาคารพันธุ์พืชชุมชนและเครือข่ายกระจายพันธุ์ดี 10 แห่ง	เครือข่ายธนาคารเชื้อพันธุ์
6. สนับสนุนงบประมาณ องค์ความรู้ และพันธุ์พืชทนแล้ง ให้กับสหกรณ์ผู้ผลิตเมล็ด/ต้นพันธุ์เป้าหมาย	-	-	-	-	-	10	10	10	10	10	50	กลุ่มผู้ผลิตเมล็ด/ต้นพันธุ์ นำพันธุ์ที่ทนต่อสภาพภูมิอากาศไปผลิต 10% ของกำลังการผลิตรวม	เครือข่ายธนาคารเชื้อพันธุ์ สหกรณ์วิสาหกิจชุมชน บริษัทเอกชน
พัฒนาปัจจัยเอื้อ เช่น นโยบาย กฎหมาย กองทุน องค์กร											10		
7. จัดทำแนวปฏิบัติ (guideline) การใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรม การเข้าถึงและแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรม	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3	แนวปฏิบัติ (guideline) 1 ฉบับ	สวทช. เครือข่ายธนาคารเชื้อพันธุ์
8. สนับสนุนการศึกษาวิจัยเชิงนโยบายด้านการค้า และการประเมินความเสี่ยง จากการใช้ประโยชน์จากพืช GM	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	5	รายงานการศึกษาวิจัยเชิงนโยบาย 5 เรื่อง	คอบช. ก.พาณิชย์ ก.วิทย์
9. จัดประชุมรับฟังความคิดเห็น สร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง ปรับปรุง แก้ไขร่าง พ.ร.บ. ความปลอดภัยทางชีวภาพ ฯ และผลักดันไปสู่การบังคับใช้	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	พ.ร.บ. ความปลอดภัยทางชีวภาพ ฯ	สนช. ก.เกษตร ก.ทรัพย์ ก.วิทย์

3 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

3.1 หลักการและความสำคัญของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

เกษตรแม่นยำเป็นหลักการบริหารจัดการการเพาะปลูกเพื่อใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในระดับแปลงหรือระดับโรงเรือน ซึ่งละเอียดกว่าการทำโซนนิ่งที่เป็นการบริหารจัดการในระดับตำบล เกษตรแม่นยำใช้หลักการ Variable Rate Application (VRA) กล่าวคือ สภาพแวดล้อมในแปลงเดียวกันมักมีความไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น แม้จะปลูกพืชชนิดเดียวกันในแปลงเดียวกันแต่ความสมบูรณ์ของต้นรวมถึงผลผลิตกลับแตกต่างกัน ความไม่สม่ำเสมอมีสาเหตุจากหลายปัจจัย เช่น สภาพธรรมชาติของดิน การจัดการดินด้วยการให้น้ำและปุ๋ย หรือผลจากการจัดการดินทำให้เกิดดินดาน ซึ่งไม่เหมาะสมกับการปลูกพืช เป็นต้น[1] ด้วยเหตุนี้ ในแต่ละจุดของแปลงจึงควรได้รับการจัดการที่แตกต่างกันตามต้นทุนของสภาพพื้นที่ ไม่มากหรือน้อยเกินไป หากทราบสถานภาพต้นทุนที่มีอยู่ในพื้นที่ ก็จะสามารถใส่ปัจจัยการผลิต เช่น น้ำ ปุ๋ย หรือยาฆ่าแมลง เฉพาะบริเวณที่ขาด ในปริมาณที่ถูกต้อง และในช่วงจังหวะเวลาที่พืชต้องการ ซึ่งนอกจากจะช่วยลดต้นทุนแล้ว ยังทำให้ได้ผลผลิตที่ดีกว่า ในพื้นที่เท่าเดิม

เกษตรแม่นยำจะทวีความสำคัญต่อการปรับตัวในภาวะแล้งและฝนทิ้งช่วง ซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดถี่หรือรุนแรงขึ้นเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้น การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการเก็บกักน้ำ นอกจากนี้ การศึกษาผลกระทบยังพบอีกว่าหากสถานการณ์การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกยังคงดำเนินต่อไปเช่นปัจจุบัน รูปแบบการตกของฝนจะเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือจำนวนวันที่ฝนตก จะลดลงแต่ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละครั้งจะเพิ่มมากขึ้น กลายเป็นฝนที่ตกหนักและรุนแรง ซึ่งจะชะล้างหน้าดิน ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ในอนาคตเกษตรกรจึงอาจต้องใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ผลผลิตเท่าเดิม ในขณะเดียวกันก็ยังคงต้องควบคุมต้นทุนไม่ให้ส่งผลต่อกำไร จึงมีความเป็นไปได้สูงว่าเทคโนโลยี VRA เช่น การสร้างแผนที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (nitrogen map) จะเป็นประโยชน์หรือเป็นที่ต้องการของเกษตรกรมากขึ้นด้วย

การให้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมกับต้นทุนของสภาพพื้นที่และความต้องการของพืชไม่เพียงช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตและรายได้ให้กับเกษตรกรเท่านั้น แต่ยังช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซไนตรัสออกไซด์) จากภาคเกษตรได้อีกด้วย จากการศึกษาประโยชน์เชิงเศรษฐกิจของการทดลองใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในประเทศออสเตรเลีย[2] พบว่า เกษตรกรที่ทดลองใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เช่น การใช้ GPS เพื่อกำหนดเส้นทางเดินของแทรกเตอร์ไถพรวนไม่ให้ไถซ้ำกับส่วนที่ดำเนินการไปแล้ว หรือการใส่ปุ๋ยตามแผนที่ที่สร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยี VRA สามารถลดต้นทุนลงได้ร้อยละ 10 ซึ่งหลัก ๆ เป็นผลมาจากปริมาณปุ๋ยที่ใส่ลดลง ทั้งนี้ ประเทศไทยนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรสำคัญประมาณ 5 ล้านตันต่อปี มูลค่า

[1] รศ.ดร.อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2559

[2] Michael Robertson et al, The economic benefits of precision agriculture: case studies from Australian grain farms., CSIRO, 2007

เฉลี่ย 60,000 ล้านบาท กว่า 1 ใน 3 เป็นปุ๋ยสูตรไนโตรเจน[3] ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้เพียงร้อยละ 50 ของปริมาณปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินเท่านั้น เนื่องจากไนโตรเจนละลายน้ำได้รวดเร็ว จึงถูกชะล้างสูญหายไปจากดินและสะสมในแหล่งน้ำต่าง ๆ ได้ง่าย บาง ส่วนยังระเหยขึ้นกลายเป็นก๊าซเรือนกระจก ดังนั้น การประยุกต์ใช้แผนที่ไนโตรเจนที่สามารถระบุได้ว่าบริเวณใดต้องการปุ๋ยปริมาณเท่าใดและใส่เท่าที่จำเป็นจึงช่วยลดการนำเข้าปุ๋ยเคมีและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรได้

เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำจะช่วยยกระดับเกษตรกรให้เป็น smart farmer เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้เกษตรกรเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพพื้นที่ และเข้าใจการตอบสนองของพืชต่อสภาพแวดล้อมมากขึ้น เป็นการทำเกษตรบนฐานความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ที่จะไปช่วยสนับสนุนการใช้ภูมิปัญญาดั้งเดิม ทำให้การตัดสินใจของเกษตรกรมีความแม่นยำมากขึ้น ลดความผิดพลาดและการสูญเสียที่ไม่จำเป็น นอกจากนี้ เกษตรแม่นยำยังต่อยอดไปสู่เกษตรอัจฉริยะ (smart farm) ที่ใช้ระบบอัตโนมัติ (automation) ควบคุมปัจจัยการผลิตรวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในแปลงแทนแรงงานคน เช่น การเปิดปิดระบบให้น้ำ การผสมปุ๋ย หรือการควบคุมความเข้มของแสงให้เหมาะกับพืชแต่ละชนิด ซึ่งเป็นการทำเกษตรที่เข้าใกล้ระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรม การเพาะปลูก ที่สามารถควบคุมตัวแปรได้เช่นนี้ จะทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและปริมาณสม่ำเสมอ สามารถคำนวณหรือควบคุมต้นทุนได้อย่างแม่นยำ อีกทั้งยังลดการพึ่งพาแรงงานภาคเกษตร ที่นับวันจะยิ่งลดน้อยลง เกษตรแม่นยำจึงเป็นเทคโนโลยีสำคัญ ที่จะช่วยขับเคลื่อนให้เกิดการปฏิรูปภาคเกษตรของประเทศไทยให้มุ่งสู่เกษตร 4.0 ที่มีการใช้ความรู้และเทคโนโลยีอย่างเข้มข้นตามที่รัฐบาลมุ่งหวังต่อไป

3.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยี

เกษตรแม่นยำมีตั้งแต่เทคโนโลยีขั้นพื้นฐาน เช่น ชุดตรวจวัดดินแบบพกพา (kit) เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด ไปจนถึงเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำขั้นสูงที่มีความซับซ้อนและแม่นยำยิ่งขึ้น ในสหรัฐอเมริกาหรือยุโรปเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเป็นที่รู้จักในรูปแบบของการใช้ระบบพิกัด GPS ควบคุมรถไถพรวน รถพ่นปุ๋ยและยา ให้เคลื่อนที่อัตโนมัติในแปลง (automatic section controller/auto-steer vehicle) รถที่ควบคุมเส้นทางด้วยเทคโนโลยี GPS นี้จะมีความเที่ยงตรงสูง ไม่ดำเนินการซ้ำซ้อนกับพื้นที่ที่จัดการไปแล้ว พร้อมกันนี้ยังสามารถสุ่มเก็บตัวอย่างดินไปทดสอบและสร้างแผนที่ความแตกต่าง ของสภาพภายในแปลง (variable map) เพื่อใช้เป็นข้อมูลวางแผนเพาะปลูกต่อไป

เทคโนโลยีดังกล่าวเหมาะกับเกษตรแปลงใหญ่ที่มีการใช้แทรกเตอร์เกษตรเป็นทุนเดิม อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรแปลงเล็กหรือเกษตรแปลงผสม ดังนั้นเพื่อหารูปแบบเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศไทยและเพื่อให้เห็นทางเลือกของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำรูปแบบอื่น ๆ ด้วย ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายฉบับนี้จึงได้พิจารณาเทคโนโลยีแบบแยกองค์ประกอบซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการเก็บข้อมูลและส่วนของการแปรผล

1) การเก็บข้อมูล สามารถทำได้ด้วยการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมส่งสัญญาณระยะไกล (remote sensing : RS) ทั้งนี้ ในกรณีที่เทคโนโลยีดาวเทียมไม่สามารถให้ข้อมูลที่ละเอียดมากพอในระดับแปลง อาจใช้อุปกรณ์ตรวจวัดในแปลงอื่น ๆ เพื่อช่วยเก็บข้อมูล เช่น อากาศยานไร้คนขับ (drone) เซนเซอร์ติดตั้งในแปลงเพื่อวัดระดับแร่ธาตุ ความชื้นในดิน และอากาศ หรือการใช้เทคโนโลยีกล้องอินฟาเรดตรวจจับอุณหภูมิเพื่อวัดสภาพของต้นพืช ด้วยค่าความแตกต่างดัชนีพืชพรรณ (Normalize Different Vegetable Index : NDVI)[4] เป็นต้น

2) การแปรผล เมื่อนำข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากอุปกรณ์มาประกอบกันและนำไปประมวลผลด้วยแบบจำลองในซอฟท์แวร์ (modelling/simulation) โปรแกรมจะสร้างแผนที่ความละเอียดสูง แสดงสถานภาพปริมาณแร่ธาตุของแปลง หรือคำนวณปริมาณแร่ธาตุที่แปลงต้องการในแต่ละจุด (variable rate application map/prescription map) นอกจากนี้ ระบบยังสามารถคำนวณผลผลิตในสถานการณ์การให้ปุ๋ยและน้ำที่แตกต่างออกไป เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของเกษตรกรได้อีกด้วย

[3] ฝ่ายปุ๋ยเคมี สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 7 พฤษภาคม 2558

[4] Bruno Basso et al., Review of Crop Yield Forecasting Methods and Early Warning System, Michigan State University, 2013

เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำสามารถนำไปประยุกต์ใช้ควบคู่กับอุปกรณ์หรือโรงเรือนอัตโนมัติต่าง ๆ กลายเป็นระบบเกษตรอัจฉริยะ (smart farm) ซึ่งเป็นรูปแบบการทำเกษตรแห่งอนาคต เกษตรกรสามารถดูแลพืชของตนเองได้จากสถานที่ห่างไกลและไม่ต้องอยู่ในแปลงตลอดเวลา เช่น การใช้ระบบอินเตอร์เนตเชื่อมต่อเซนเซอร์ตรวจวัดสภาพแปลงเข้ากับโทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดระบบให้น้ำ โรงผสมปุ๋ย ระบบไฟ เป็นต้น ทำให้เกษตรกรสามารถรับรู้สภาพภายในแปลงได้แบบ real-time และสามารถควบคุมการเปิดปิดได้จากระยะไกล ปัจจุบันการทำเกษตรอัจฉริยะนิยมทำในโรงเรือนปิด เช่น การปลูกผัก สลัด มะเขือเทศ เมล่อน ฯลฯ เนื่องจากการควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ สามารถทำได้ง่ายกว่าเกษตรที่ทำในระบบเปิด

รูปที่ 3-1 แสดงองค์ประกอบของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำที่เหมาะกับเกษตรแปลงเล็ก

3.3 สถานภาพเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในต่างประเทศ

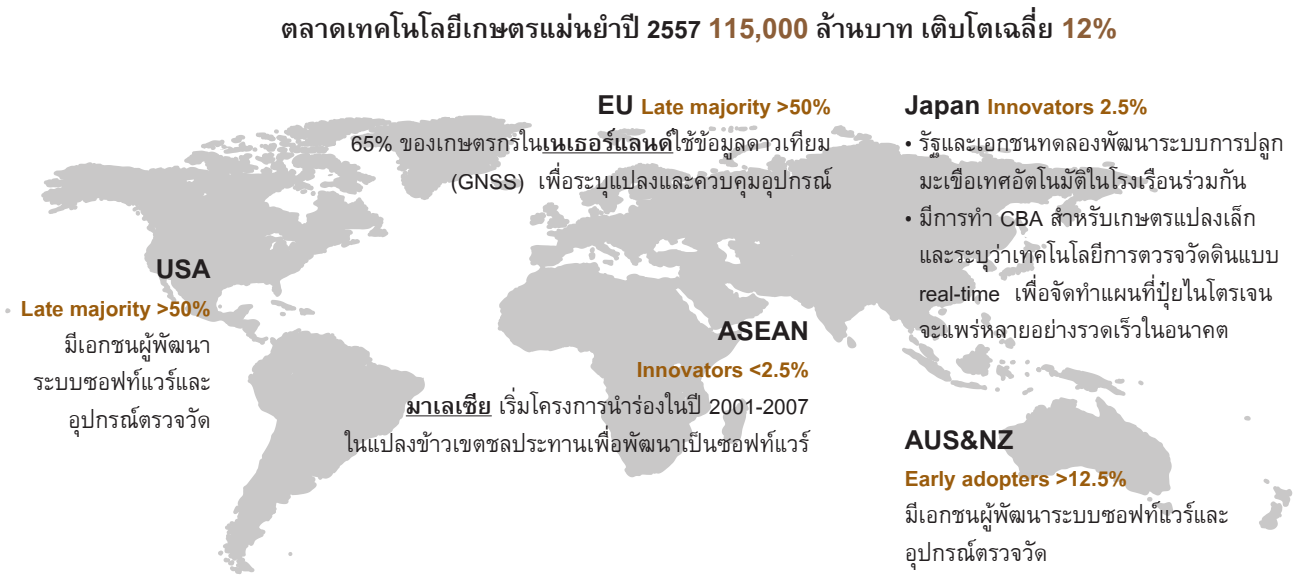
เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ได้ถูกใช้มานานกว่า 10 ปี ในต่างประเทศ โดยเฉพาะในประเทศที่ทำเกษตรแปลงใหญ่ เช่น สหรัฐอเมริกา ประเทศในยุโรป ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ การยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในประเทศเหล่านี้อยู่ในระดับที่มากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป ซึ่งหมายความว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ (early majority) เกินกว่าครึ่งหนึ่งยอมจ่ายเงินลงทุนซื้อเทคโนโลยีนี้ในเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 2 – 3 ปี ที่ผ่านมา เวบไซต์ EarActiv.com ได้ระบุว่าเกษตรกรรมของยุโรปกำลังก้าวเข้าสู่ยุคดิจิตัล เทคโนโลยี GNSS (Global Navigation Sattelite System) ที่มีการใช้กัน อย่างแพร่หลายอยู่แล้วในวงการเกษตรของประเทศในยุโรปได้ถูกกล่าวถึงมากขึ้น นอกจากนี้ บริษัทที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT)

ในประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มหันมาระดมทุนเพื่อพัฒนาซอฟท์แวร์หรือระบบอัตโนมัติสำหรับภาคการเกษตรมากขึ้น เช่น โครงการ FARM 2050 [5] เป็นต้น ทั้งนี้ มีรายงานว่ามูลค่าตลาดของธุรกิจเกษตรแม่นยำทั่วโลก ในปี 2557 อยู่ที่ 100,000 ล้านบาท และคาดว่าจะมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อเนื่องร้อยละ 12 ไปจนถึงปี 2564[6]

ในต่างประเทศมีการพัฒนาซอฟท์แวร์สนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System: DSS) เชิงพาณิชย์สำหรับการทำเกษตรแม่นยำอยู่มากกว่า 100 ซอฟต์แวร์ สามารถตอบสนองความต้องการของเกษตรกรในรูปแบบที่หลากหลาย บางบริษัทอาจให้บริการซอฟท์แวร์เพื่อการจัดการแปลงเพียงอย่างเดียว แต่บางบริษัทอาจพ่วงด้วยอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลภายในแปลงด้วย เช่น เซนเซอร์ตรวจวัดสภาพแปลงแบบมือถือ หรืออากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กสำหรับบินเก็บข้อมูลแปลงจากอากาศ เป็นต้น[7]

แม้ว่าเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำจะยังไม่เป็นที่นิยมในประเทศที่แปลงเกษตรมีขนาดเล็ก เช่น ประเทศญี่ปุ่น แต่มีการศึกษาระบุว่าเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำมีความเป็นไปได้กับพื้นที่เกษตรขนาดเล็ก โดยเฉพาะเทคโนโลยีการตรวจวัดสภาพดินแบบ Real-Time ที่ถูกระบุว่าจะเป็นที่นิยมมากขึ้นในอนาคต[8] นอกจากนี้ ประเทศมาเลเซียซึ่งเป็นประเทศที่มีพืชเศรษฐกิจหลักและลักษณะการทำเกษตรที่คล้ายคลึงกับประเทศไทย ได้ริเริ่มโครงการทดลองเกษตรแม่นยำระดับประเทศหรือ National Program Precision Farming for Rice ระหว่างปี ค.ศ. 2001 - 2007 ด้วยความร่วมมือจาก 3 หน่วยงาน คือ หน่วยงานส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยปุตรามาเลเซีย (Putra Malaysia University) และสถาบันวิจัยด้านรีโมตเซนซิ่ง (Malaysian Remote Sensing Agency) โครงการนำร่องระยะยาวนี้ได้จัดทำแผนที่ความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำความละเอียดสูงในพื้นที่ปลูกข้าวเขตชลประทานจำนวน 8 แปลงในรัฐ Selangor ซึ่งมีเกษตรกรเกี่ยวข้องทั้งหมด 86 ราย โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้ปุ๋ย และคำนวณต้นทุนในการปลูกข้าว และเพื่อพัฒนาเป็นโปรแกรมช่วยตัดสินใจ (Decision Supporting System : DSS) ที่สามารถใช้กับพื้นที่อื่นได้

รูปที่ 3-2 สถานภาพการยอมรับเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในต่างประเทศ



* หมายถึง % การยอมรับนวัตกรรมเกษตรแม่นยำในแต่ละประเทศ ประมาณการโดย สวทน.

ที่มา : Europe entering the era of “precision agriculture”, euractiv.gr/ Sakae Shibusawa et al, Precision Farming Approach to Small Farm Agriculture, 2002Michael Robertson et. al., The economic benefits of precision agriculture: Case study form Australian grain farms., CSIRO, 2007

[5] FARM2050.COM

[6] SARANTIS MCHALOPOULOS, “EUROPE ENTERING THE ERA OF PRECISION AGRICULUTURE”, HTTP://WWW.EURACTIV.COM/SECTION/SCIENCE-POLICYMAKING/NEWS/EUROPE-ENTERING-THE-ERA-OF-PRECISION-AGRICULTURE/ UPDATED JULY, 2016

[7] Trimble Agriculture Division, http://www.farmworks.com, accessed August 2016

[8] Sakae Shibusawa et al, Precision Farming Approach to Small Farm Agriculture, 2002

3.4 บทวิเคราะห์สถานภาพการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในประเทศไทย

3.4.1 การพัฒนาเทคโนโลยี

หน่วยงานภาครัฐ ภาคการศึกษา ของประเทศไทยมีโครงการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำอยู่เกือบครบทุกองค์ประกอบ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ข้อมูลดาวเทียมควบคู่กับการวางแผนเพาะปลูก การดัดแปลงอุปกรณ์เซนเซอร์เพื่อตรวจวัดและเก็บข้อมูลภายในแปลง การพัฒนาโรงเรือนอัตโนมัติ ตลอดจนการพัฒนาแอพพลิเคชั่น เช่น ปุ๋ยสั่งตัด หรือแอพพลิเคชั่นตรวจวัดสีใบข้าว นอกจากนี้ บริษัทเทคโนโลยีเกิดใหม่หรือ start-up หลายบริษัทได้เริ่มหันมาให้ความสำคัญกับการพัฒนาซอฟท์แวร์เพื่อช่วยเกษตรกรบริหารจัดการการเพาะปลูกมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเทคโนโลยีส่วนใหญ่ยังอยู่ในระยะโครงการนำร่อง ยังไม่เป็นที่รู้จักและใช้งานอย่างแพร่หลายในหมู่เกษตรกร เทคโนโลยีที่สำคัญบางเทคโนโลยี เช่น การพัฒนาแผนที่สภาพแปลงแบบดิจิตัล (nitrogen map) ยังอยู่ระหว่างการถ่ายทอดความรู้จากต่างประเทศ เป็นต้น

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำขั้นสูงในประเทศไทย

<table>
<tr><th colspan="2">โครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูล</th><th rowspan="2">อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพภายในแปลง Sensor/Drone/ Infrared/camera/ Auto-steer equipment</th><th colspan="3">การประมวลผลและแปรผล SOFTWARE/MODELLING</th><th rowspan="2">ระบบควบคุมอุปกรณ์อัตโนมัติ Smart farming</th><th rowspan="2">ระบบเชื่อมต่อกับผู้ใช้/ การส่งข้อมูลกลับโดยผู้ใช้</th></tr>
<tr><th>ข้อมูลแผนที่เพื่อการอ้างอิง Geo-informatics</th><th>ข้อมูลดิจิตอลประกอบการประมวลผล เช่น NDVI หรือข้อมูลพืช</th><th>แผนที่สภาพแปลงความละเอียดสูง Nitrogen/Water Status Map</th><th>แผนที่ให้ปุ๋ยและน้ำ Application Map</th><th>แผนที่ผลผลิต Yield Map</th></tr>
<tr><td>ระบบฐานข้อมูลเกษตรกรรายแปลง TAMIS NECTEC</td><td>ข้อมูลพืช ม.มหิดล</td><td>ชุดตรวจดิน ม.เกษตร/ NECTEC/กรมพัฒนาที่ดิน</td><td colspan="2">กำลังจะรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีผ่านกลไกเทคโนโลยีของ UNFCCC</td><td>แบบจำลองคาดการณ์ผลผลิตอ้อย BIOTEC/ ม.ขอนแก่น</td><td>โรงเรือนอัตโนมัติ ม.แม่โจ้/ ม.เกษตร/เอกชน</td><td>App Food Wisdom บริษัท ดูอินไทย</td></tr>
<tr><td>ข้อมูลดาวเทียมเพื่อการเกษตร GIS-Agro</td><td>ข้อมูล NDVI ม.ธรรมศาสตร์ ม.เกษตร BIOTEC</td><td>กล้องอินฟาเรดตรวจสอบสภาพแปลงปลูกอ้อย BIOTEC</td><td></td><td>App ปุ๋ยรายแปลง กรมพัฒนาที่ดิน</td><td></td><td>ตู้คอนเทนเนอร์ปลูกผัก ควบคุมแสงอัตโนมัติ หอการค้าภาคเหนือ</td><td>App Growup Crops บริษัท T-Tech Innovation</td></tr>
<tr><td>แผนที่เพื่อการบริหารจัดการเกษตร Agri-Map ก.เกษตร</td><td></td><td>เซนเซอร์ตรวจวัดแบบ real time มหาวิทยาลัย/ รัฐ/เอกชน</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>โมเดลพืชทดแทน What2Grow NECTEC</td><td></td><td>โดรนเพื่อการเกษตร มจธ./ AIT.JFox AirCraft</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>App กดดูรู้ดิน สวทน./ กรมพัฒนาที่ดิน</td><td></td><td>แทรกเตอร์ควบคุมด้วย GNSS ม.เกษตร/ บ.ธาอัส จำกัด</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

ข้อมูลพื้นฐานของภาครัฐ

หน่วยงานภาครัฐ เช่น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ริเริ่มโครงการบูรณาการข้อมูลภูมิศาสตร์ด้านการเกษตรของประเทศโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการโซนนิ่งและการวางแผนเชิงนโยบายของภาครัฐ เช่น โครงการแผนที่เกษตรเพื่อการบริหารจัดการเชิงรุก (Agri-Map) โครงการบูรณาการข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร (What2Grow) โครงการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GIS-Agro) เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม นอกจากข้อมูลเชิงพื้นที่แล้ว ในการพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์และคำนวณปริมาณผลผลิตตามสถานการณ์ต่างๆ ยังจำเป็นต้องใช้ข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวกับพืช เช่น ข้อมูลการตอบสนองของพืชต่อสภาพแวดล้อม หรือข้อมูลเจริญเติบโตของพืชหลัก ซึ่งกรมการข้าว กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัย รวมทั้งสถาบันวิจัยต่าง ๆ ได้มีการทำวิจัยและจัดทำเป็นฐานข้อมูลไว้จำนวนมาก หากแต่ไม่ได้นำมาบูรณาการหรือวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลอื่น ดังนั้น หากมีการปรับปรุงข้อมูลดังกล่าวให้สมบูรณ์และทันสมัยอยู่เสมอตลอดจนพัฒนาส่วนต่อยอดโปรแกรม (Application Programing Interface : API) ให้อยู่ในรูปแบบที่นักวิจัยหรือนักพัฒนาแอพพลิเคชั่นสามารถเข้าถึงได้ จะช่วยลดต้นทุนในการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำลงได้อีกมาก

อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพภายในแปลง

เกษตรแม่นยำเป็นหลักบริหารจัดการเพื่อใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในระดับแปลง (site specific) จึงต้องใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูงและเป็นปัจจุบัน (real-time) อย่างไรก็ตาม ข้อมูลพื้นฐานที่จัดเก็บโดยภาครัฐส่วนใหญ่จะไม่ละเอียดพอสำหรับการจัดการระดับแปลง เนื่องจากเป็นการจัดเก็บข้อมูลเพื่อการวางแผนระดับประเทศ อีกทั้งข้อมูลของภาครัฐส่วนใหญ่จัดเก็บเป็นรายปีและไม่ได้วัดการเปลี่ยนแปลงแบบ real-time ดังนั้น นวัตกรรมอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพภายในแปลง จึงเป็นหัวใจสำคัญของการทำเกษตรแม่นยำ

ทั้งนี้ รัฐบาลได้เคยมีการสนับสนุนทุนวิจัยชุดตรวจวัดดิน (soil test kit) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแปลงขั้นพื้นฐาน จนประสบความสำเร็จและมีราคาที่เกษตรกรเข้าถึงได้ จึงมีการใช้อย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตาม การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแปลงขั้นสูงอื่น ๆ ยังมีไม่มากนัก อุปกรณ์บางชนิดมีแนวโน้มราคาถูกลง เช่น อุปกรณ์เซนเซอร์เนื่องจากสามารถนำเข้าจากประเทศจีนเพื่อมาปรับให้สามารถตรวจวัดพารามิเตอร์ที่ต้องการได้ แต่บางอุปกรณ์ เช่น กล้องอินฟาเรด ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาสูงและมีคุณสมบัติเกินความจำเป็น ยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาอีกมากเพื่อให้มีราคาถูกลงและเหมาะสมกับสภาพการใช้งานของประเทศไทย

3.4.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการขยายผล

กลไกตลาดเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะทำให้เทคโนโลยีถูกขยายผลไปสู่ผู้ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลาดเกษตรแม่นยำของประเทศไทยและอาเซียนคาดว่าจะมีแนวโน้มเติบโตสูงในอนาคตอันใกล้ โดยเฉพาะกลุ่มผู้ประกอบการเกษตรรายใหญ่ เช่น โรงงานอ้อยและน้ำตาล โรงงานแป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีกำลังซื้อสูง มีการรวมแปลงลูกไร่เพื่อบริหารจัดการแบบเกษตรแปลงใหญ่ และมีแผนขยายการลงทุนไปยังประเทศเพื่อนบ้านซึ่งมีต้นทุนแรงงานที่ถูกกว่า บริษัทเอกชนที่มองเห็นโอกาสจึงได้เริ่มนำเข้าอุปกรณ์จากต่างประเทศมาทดลองใช้และดัดแปลงเพื่อวางจำหน่ายในประเทศไทยและมีแผนที่จะขยายธุรกิจเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำไปสู่ตลาดอาเซียน ตลอดจนได้ริเริ่มนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้กับโครงการเกษตรแปลงใหญ่ของภาครัฐซึ่งได้รับผลตอบรับเป็นอย่างดี[9] อย่างไรก็ตาม การขยายผลให้เกิดความต้องการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในประเทศไทย จนเกิดเป็นธุรกิจเช่นเดียวกับในต่างประเทศได้นั้น ยังต้องเผชิญกับความท้าทายอีกหลายประการ ดังต่อไปนี้

โครงการนำร่องดำเนินการไม่ต่อเนื่องและยังไม่มีต้นแบบความสำเร็จ

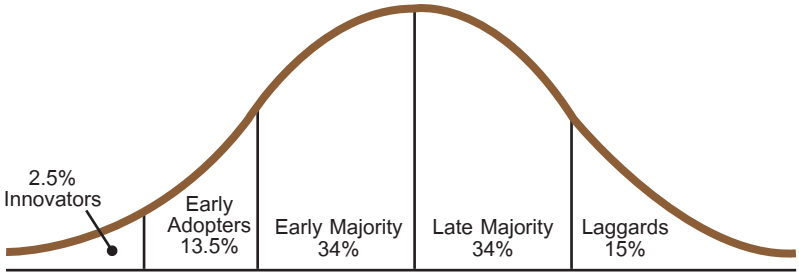
เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำขั้นสูงเป็นเทคโนโลยีใหม่ มีความซับซ้อนและมีราคาสูง สถานภาพการยอมรับและลงทุนในประเทศไทย จึงยังอยู่ในกลุ่มนวัตกร (Innovator) หรือกลุ่มบุคคลที่เปิดรับนวัตกรรม ซึ่งมักเป็นกลุ่มผู้ประกอบการที่มีการศึกษาและพร้อมรับความเสี่ยง สอดคล้องกับทฤษฎีการยอมรับนวัตกรรมที่ระบุว่าคนกลุ่มนี้มีเพียงร้อยละ 2.5 เท่านั้น (รูปที่ 3-3)[10] ผู้ประกอบการเกษตรรายใหญ่ที่อยู่ในกลุ่มนวัตกรเหล่านี้แสวงหาความร่วมมือกับนักวิจัยในมหาวิทยาลัยทดลองติดตั้งระบบ

[9] หนังสือพิมพ์คมชัดลึกออนไลน์ http://www.komchadluek.net/news/kom-kid/234811 กรกฎาคม 2559

[10] E.M. Roger, Diffusion of Innovation, 4th Edition

และอุปกรณ์เพื่อเก็บข้อมูลในไร่ของตน ส่วนใหญ่เป็นการทดลองในระบบปิด เช่น โรงเรือน หรือตู้คอนเทนเนอร์ การทดลองในระบบเปิดมีอยู่บ้างในพืชบางชนิด เช่น อ้อย มะเขือม่วง องุ่น และกาแฟ อย่างไรก็ตาม โครงการส่วนใหญ่อยู่ในระยะเริ่มต้น จึงยังไม่เห็นที่ผลชัดเจน และยังไม่มีการประเมินความคุ้มค่า (Cost Benefit Analysis: CBA) นอกจากนี้ บางโครงการที่ดำเนินกิจกรรมเสร็จสิ้นไปแล้ว แต่ผู้ประกอบการกลับไม่ต้องการดำเนินการต่อ เนื่องจากค่าดูแลรักษาอุปกรณ์มีราคาสูง อุปกรณ์ที่ติดตั้งในแปลงเสี่ยงต่อการถูกขโมย หรือการแปรผลต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ฯลฯ ทำให้โครงการไม่ต่อเนื่องจนเกิดเป็นกรณีตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จจนนำไปใช้กับพื้นที่อื่นได้

รูปที่ 3-3 ทฤษฎีการเปิดรับเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในสังคม



ที่มา : Technology Adoption โดย E.M. Roger, Diffusion of Innovation, 4th Edition

ยังไม่มีรูปแบบเทคโนโลยีที่เกษตรกรรายย่อยสามารถเข้าถึงได้ด้วยตนเอง

ระบบเกษตรแม่นยำต้องลงทุนสูงและต้องการความรู้ทางเทคโนโลยี ทำให้เกษตรกรรายย่อยซึ่งเป็นคนส่วนใหญ่ของประเทศยังไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีเหล่านี้ได้ ในทางกลับกันผู้ประกอบการเกษตรรายใหญ่ เริ่มใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ความละเอียดสูงสำรวจหน้าดินและแปลงเกษตรต่างๆ เพื่อคัดเลือกสวนหรือแปลงที่คาดว่าจะให้ผลผลิตดีที่สุด และเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจรับซื้อผลผลิตจากเกษตรกร ความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยีและข้อมูลเช่นนี้อาจส่งผลร้ายต่อเกษตรกรรายย่อยในอนาคต ดังนั้นภาครัฐจึงควรเร่งสนับสนุนให้มีการพัฒนารูปแบบของการพัฒนาหรือการถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่เกษตรกรทุกพื้นที่สามารถเข้าถึงข้อมูลและใช้ประกอบการตัดสินใจได้อย่างเท่าเทียม

ที่ผ่านมากระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัย หน่วยงานวิจัยภาครัฐ กิจการเพื่อสังคม หรือองค์กรไม่แสวงผลกำไรต่าง ๆ ได้พยายามถ่ายทอดองค์ความรู้สู่เกษตรกรด้วยการอบรมผ่านเครือข่าย สหกรณ์ เจ้าหน้าที่ส่งเสริม และได้จัดตั้งศูนย์การเรียนรู้อีกหลายพันแห่งทั่วประเทศ เช่น จัดตั้งศูนย์การเรียนรู้ ICT ชุมชน 2,000 ศูนย์ใน 77 จังหวัด โครงการที่สามารถส่งเสริมองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรจนประสบความสำเร็จต้องมีการติดตามอย่างใกล้ชิดเป็นระยะเวลาหลายปี รวมถึงต้องสามารถช่วยเหลือเกษตรกรได้ในทุกแง่มุมตั้งแต่การผลิตไปจนถึงการตลาด อย่างไรก็ตาม เจ้าหน้าที่ส่งเสริมของภาครัฐมีอยู่อย่างจำกัด อีกทั้งมีภารกิจหลักอื่น ๆ ในความดูแลเป็นจำนวนมาก การจัดฝึกอบรม ประชาสัมพันธ์และการติดตามประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงไม่สามารถทำได้อย่างเต็มที่และไม่ทั่วถึง นอกจากนี้ แม้ว่าจะมีความพยายามพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อให้คำแนะนำต่าง ๆ ให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งเจ้าหน้าที่ส่งเสริม แต่แอพพลิเคชั่นเหล่านั้นกลับไม่เป็นที่รู้จักในหมู่เกษตรกร อาจด้วยปัจจัยหลายประการ เช่น ขาดการฝึกอบรมและประชาสัมพันธ์ฟังก์ชันไม่ตรงกับความต้องการที่แท้จริง หรือเกษตรกรไม่เห็นถึงประโยชน์ของบริการนั้น ๆ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ภาครัฐยังคงพยายามพัฒนารูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้ให้กับเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง เช่น กรมส่งเสริมการเกษตรได้เริ่มปรับวิธีการส่งเสริมการเกษตร ในพื้นที่ ให้พื้นที่การผลิตสินค้าชนิดเดียวกันรวมการผลิตเป็นแปลงที่ใหญ่ขึ้น โดยที่เกษตรกรเจ้าของแปลงยังคงเป็นเจ้าของและผู้ผลิตในแปลงนั้น ๆ และมอบหมายให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น เกษตรตำบล เจ้าหน้าที่กรมชลประทาน หรือเจ้าหน้าที่สำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (สปก.) ให้เป็นผู้จัดการแปลง (field manager) คัดเลือกรวบรวมแปลงที่เหมาะสม และบริหารจัดการตั้งแต่การเพาะปลูกไปจนถึงการตลาด เพื่อช่วยให้เกษตรกรรายย่อยลดต้นทุนการผลิตลง สามารถใช้เครื่องมือ เครื่องจักรกลมาช่วยในการผลิต และส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โครงการเกษตรแปลงใหญ่จึงเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่จะถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำสู่เกษตรกรรายย่อยได้

3.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

เกษตรแม่นยำที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงยังมีราคาแพง มีความซับซ้อน และยังไม่มีกรณีตัวอย่างการประยุกต์ใช้ที่ประสบความสำเร็จเกิดขึ้นในประเทศไทย เทคโนโลยีนี้จึงยังไม่แพร่หลายในหมู่เกษตรกร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรรายย่อยที่เป็นเกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศและเป็นกลุ่มที่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยเหตุนี้ภาครัฐจึงควรสนับสนุนให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในรูปแบบที่เกษตรกรในทุกระดับและทุกพื้นที่สามารถเข้าถึงได้ เช่น การพัฒนาเป็นฟรีแวร์ (freeware) หรือ แอพพลิเคชั่น (application) ด้านเกษตรแม่นยำที่แสดงแผนที่แบบ variation rate และสามารถให้คำแนะนำการให้ปุ๋ยและน้ำรายแปลง (prescription/application map) ด้วยความละเอียดและแม่นยำสูงได้ รวมถึงสนับสนุนให้มีการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีราคาถูกลงและเหมาะสมกับประเทศไทย

โครงการนี้ไม่เพียงมีเป้าหมายในการช่วยให้เกษตรกรในประเทศใช้เทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเท่านั้น แต่ควรสนับสนุนให้เกิดเป็นธุรกิจหรืออุตสาหกรรมใหม่ที่สามารถส่งออกสู่ประเทศในกลุ่มอาเซียนและสร้างรายได้กลับเข้าประเทศได้ในอนาคต ดังนั้น จึงควรนำร่องเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำไปพร้อมกับโครงการเกษตรแปลงใหญ่ที่มีเกษตรรายย่อยเป็นกลุ่มเป้าหมาย และควรมีความร่วมมือกับภาคเอกชนที่จะสามารถนำเอาความรู้ความเชี่ยวชาญที่ได้จากการทำโครงการไปพัฒนาต่อยอดเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะกับการทำเกษตรประเภทอื่น ๆ รวมทั้งสามารถสร้างโมเดลทางธุรกิจขึ้นมารองรับความต้องการที่หลายหลายและให้บริการได้อย่างเป็นมืออาชีพ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System: DSS) ด้านเกษตรแม่นยำ ในรูปแบบของฟรีแวร์ หรือแอพพลิเคชั่นสำหรับเกษตรกร มีการติดตามผลและพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีการขยายผลให้สามารถบริการได้ในหลากหลายพื้นที่ โดยมีกิจกรรมดังต่อไปนี้

- สนับสนุนงบประมาณให้เอกชนหรือหน่วยงานรัฐร่วมกันพัฒนาและทดลองใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เช่น fertilizer application map ในพื้นที่โครงการเกษตรแปลงใหญ่ ในลักษณะของโครงการต่อเนื่องระยะยาว เพื่อประเมินรูปแบบของเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศไทยทั้งในด้านเทคนิคและความคุ้มค่า
- สนับสนุนงบประมาณให้หน่วยงานเจ้าของข้อมูลภาครัฐ จัดทำคลังข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนาฟรีแวร์ให้เป็นดิจิทัล เช่น ข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจหลัก ข้อมูลสภาพดินและน้ำความละเอียดสูง พร้อมทั้งพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (Application Programming Interface: API)
- สนับสนุนเงินทุนแบบให้เปล่า (grant) หรือแบบจับคู่ (matching grant) ให้กับเอกชนหรือมหาวิทยาลัยที่สนใจพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแปลงให้เกิดเป็นธุรกิจเกษตรแม่นยำขึ้นในประเทศ

Roadmap #2 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำระยะ 20 ปี				
	3 ปี DSS freeware สำหรับเกษตรแปลงใหญ่	5 ปี DSS freeware สำหรับเกษตรรูปแบบอื่น ๆ	10 ปี ส่งเสริมให้เกิดธุรกิจและอุตสาหกรรมเกษตรแม่นยำ	20 ปี ส่งออก knowhow สู่อาเซียน
กิจกรรม	○ พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านเกษตรแม่นยำ (DSS) ในรูปแบบของฟรีแวร์สำหรับเกษตรแปลงใหญ่ - นำร่องเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำในโครงการเกษตรแปลงใหญ่ ที่มีงบประมาณ ต่อเนื่องระยะยาว เพื่อประเมินความเป็นไปได้และความคุ้มค่า (CBA) - บูรณาการข้อมูลทั้งในและต่างประเทศ เพื่อจัดทำข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจ หลัก ข้อมูลแผนที่สภาพดินและน้ำความละเอียดสูงให้เป็นดิจิทัล พร้อมทั้งพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (API) - พัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจหลัก	○ พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านเกษตรแม่นยำ (DSS) ในรูปแบบของฟรีแวร์สำหรับเกษตรรูปแบบอื่นๆ ○ สนับสนุนเงินทุนแบบให้เปล่า (grant) หรือแบบจับคู่ (matching grant) ให้กับเอกชนหรือมหาวิทยาลัยที่สนใจพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแปลงให้เกิดเป็นธุรกิจเกษตรแม่นยำขึ้นในประเทศ ○ ติดตามสำรวจความต้องการของเกษตรกรเพื่อปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง ○ สร้างความตระหนักฝึกอบรมเทคโนโลยีให้กับกลุ่มที่มีศักยภาพ	○ ปรับนโยบายกองทุนหรือสินเชื่อที่มีอยู่เดิมให้มีเงื่อนไขของการนำเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำไปใช้ ○ ปรับนโยบายส่งเสริมการลงทุนที่มีอยู่เดิมให้สนับสนุนการลงทุนในกิจการเกษตรแม่นยำ	○ มาตรการสนับสนุนการส่งออกเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ
หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ก.เกษตร ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย เอกชน	ก.เกษตร ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย เอกชน	เอกชน ธกส. BOI	ก.พาณิชย์ ก.อุตสาหกรรม BOI
งบประมาณ (เป็นการประมาณการ 10 ปี)	○ งบวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี 120 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS freeware 120 ล้านบาท ○ พัฒนาคลังข้อมูล ดิน น้ำ พืช 67 ล้านบาท	○ งบวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี 20 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS freeware 120 ล้านบาท ○ พัฒนาคลังข้อมูล 42 ล้านบาท ○ อบรม 34 ล้านบาท	○ งบวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี 50 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS freeware 255 ล้านบาท ○ ฝึกอบรมและปรับปรุงระบบ 39 ล้านบาท	N/A
ผลผลิต	○ DSS freeware สำหรับเกษตรแปลงใหญ่ ○ คลังข้อมูลแผนที่ดิน น้ำ พืช ที่ได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยและเป็นประโยชน์กับเกษตรกร ○ รายงานประเมินความคุ้มค่า (CBA)	○ DSS freeware มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 50,000 ราย ○ ต้นแบบอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแปลง	○ ผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรแม่นยำ ○ DSS freeware มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 230,000 ราย	○ ผู้ประกอบการธุรกิจเกษตรแม่นยำที่สามารถขยายฐานลูกค้าไปยังกลุ่มประเทศอาเซียนได้ ○ DSS freeware มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 500,000 ราย
ผลลัพธ์	○ ภาครัฐ เอกชน เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ มีความรู้ความเข้าใจและตระหนักในประโยชน์ของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำขั้นสูง	○ ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นและต้นทุนลดลง ส่งผลให้รายได้เกษตรกรเพิ่มขึ้นร้อยละ 10	○ ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นและต้นทุนลดลง ส่งผลให้รายได้เกษตรกรเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ○ ลดการนำเข้าปุ๋ยไนโตรเจน 5,400 ล้านบาทต่อปี ○ เปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำเกษตรไทยสู่เกษตร 4.0	○ รายได้เกษตรกรเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 ○ ไทยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร 16 ล้านตัน CO_2eq ต่อปี

แผนงานระยะ 10 ปี : เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ													
ปีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม	ผลผลิต	หน่วยงาน รับผิดชอบ
พัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยี องค์ความรู้ กำลังคน											190		
1. สนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการทำงานวิจัยด้านเกษตรแม่นยำ	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	1) องค์ความรู้การตอบสนองของพืชต่อปัจจัยการผลิต 2) อุปกรณ์ตรวจวัดในแปลงในราคาที่เข้าถึงได้	หน่วยงานให้ทุน ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย ก.เกษตร เอกชน
2. จัดทำแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชหลัก เช่น ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย	30	30	30	-	-	-	-	-	-	-	90	1) แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชหลัก 1 แบบจำลอง	ก.เกษตร ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย
โครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูล											114		
5. บูรณาการข้อมูลทั้งในและ ตปท. เพื่อจัดทำข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชหลักเป็นดิจิตัลพร้อมพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (API)	10	10	10	10	10	-	-	-	-	-	50	คลังข้อมูลพืชหลักพร้อมส่วนต่อประสานโปรแกรม (API) 1 ฐาน	ก.เกษตร ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย
6. บูรณาการข้อมูลทั้งในและ ตปท. เพื่อจัดทำข้อมูลสภาพดินและน้ำความละเอียดสูงเป็นดิจิตัลพร้อมพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (API)	10	10	10	10	10	-	-	-	-	-	50	คลังข้อมูลแผนที่ดินและน้ำความละเอียดสูงพร้อม API1 1 ฐาน	ก.เกษตร ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย
7. เซอร์เวอร์เก็บข้อมูลและการดูแลรักษาระบบ	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14		
การขยายผลสู่เกษตรกร											559		
8. นำร่องโครงการเกษตรแม่นยำในโครงการเกษตรแปลงใหญ่	40	40	40	20	20	-	-	-	-	-	160	ต้นแบบ DSS freeware สำหรับเกษตรแปลงใหญ่ 1 ระบบ	ก.เกษตร ก.วิทย์ เอกชน
9. พัฒนา DSS freeware ที่กับเกษตร หลากหลายรูปแบบ	-	-	-	40	40	50	50	50	50	50	330	DSS freeware ด้านเกษตรแม่นยำอื่น ๆ 1 ระบบ	ก.เกษตร ก.วิทย์ เอกชน
10. สร้างความตระหนัก ฝึกอบรมการใช้งาน DSS ให้กับกลุ่มที่มีศักยภาพ เช่น เจ้าหน้าที่ส่งเสริม ผู้จัดการเกษตรแปลงใหญ่ ปราชญ์ชุมชน	-	-	-	15	15	15	15	3	3	3	69	จำนวนผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่น อย่างต่อเนื่อง 100,000 ราย	ก.เกษตร ก.วิทย์ เอกชน
พัฒนาปัจจัยเอื้อ เช่น นโยบาย กฎหมาย กองทุน องค์กร ฯลฯ											0		
11. ปรับนโยบายการบริหารกองทุนหรือเงินกู้ที่มีอยู่เดิมให้มีเงื่อนไขของการนำเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำไปใช้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	กองทุนที่ให้การสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ	ธกส.
12. ปรับนโยบายส่งเสริมการลงทุนที่มีอยู่เดิม ให้สนับสนุนเอกชนผู้พัฒนาอุปกรณ์หรือผู้พัฒนาระบบเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เช่น เซนเซอร์ตรวจวัด UAV ระบบน้ำหยด ฯลฯ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	มาตรการ กองทุน ที่สนับสนุนการลงทุนในกิจการด้านเกษตรแม่นยำ	ก.อุตฯ ก.วิทย์

4 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย

4.1 หลักการและความสำคัญของเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตสามารถเลือกใช้แบบจำลองได้หลายแบบ ซึ่งแต่ละแบบให้ผลที่แตกต่างกัน จึงยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าภูมิอากาศของประเทศไทยจะเป็นอย่างไรในศตวรรษหน้า อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยส่วนใหญ่ชี้ว่าปรากฏการณ์เรือนกระจกจะทำให้สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีความแปรปรวนมากขึ้น และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตในภาคเกษตร ด้วยเหตุนี้ เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยจึงถูกคัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญให้เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญสูงสุดต่อการปรับตัวภาคเกษตร ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาผลกระทบในระยะยาว (100 ปี) เพื่อการวางนโยบายภาครัฐ หรือการพยากรณ์อากาศในระดับฤดูกาล (3 เดือน) ซึ่งส่งผลต่อการวางแผนเพาะปลูกของเกษตรกรโดยตรง

การสร้างภาพอนาคตของภูมิอากาศในระดับทศวรรษหรือศตวรรษ (Climate Scenario) เพื่อศึกษาผลกระทบต่อประเทศไทย มีความจำเป็นต่อการวางนโยบายการบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (โซนนิ่ง) เนื่องจากจะเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการสนับสนุนการจัดหาพันธุ์พืช หรือส่งเสริมวิธีการจัดการที่เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ ตัวอย่างเช่น จากการศึกษาพบว่าหากปรากฏการณ์เรือนกระจกยังดำเนินต่อไปจะส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนในภาคอีสานลดน้อยลง[1] ดังนั้นพื้นที่ที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวซึ่งเป็นพืชที่ต้องการน้ำมากก็จะลดน้อยลงไปด้วย นอกจากนี้ การศึกษายังพบว่าประเทศไทยจะมีฤดูหนาวที่สั้นลง[2] ดังนั้น พื้นที่ที่เคยปลูกพืชเมืองหนาวอาจต้องปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชเขตร้อนแทน เป็นต้น

นอกจากการสร้างภาพอนาคตในระยะยาวระดับ 100 ปีแล้ว การพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร (Agrometeorological services) ซึ่งเป็นการพยากรณ์ในระดับฤดูกาล ยังมีความจำเป็นต่อการตัดสินใจของเกษตรกร ตั้งแต่การเริ่มฤดูเพาะปลูกไปจนถึงการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทำเกษตรในพื้นที่นอกเขตชลประทานที่ต้องพึ่งพาน้ำฝน หรือการทำเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งต้องพบกับความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศ เช่น น้ำท่วม หรือน้ำแล้งอยู่เป็นประจำทุกปี ทั้งนี้ เกริก ปั้นเหน่งเพชร และคณะได้ระบุว่า “สภาพอากาศที่รุนแรงและส่งผลเสียต่อการเพาะปลูกมากที่สุด ได้แก่ ระยะฝนทิ้งช่วงที่ยาวนานผิดปกติ ปัญหาน้ำท่วมปลายฤดูเพาะปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว และฤดูฝนที่สิ้นสุดช้ากว่าปกติ” [3]

---

[1] รายงานแห่งชาติ ฉบับที่ 2 การศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ สผ, 2554

[2] สกว. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย (Thailand Climate Change Information)

[3] เกริก ปั้นเหน่งเพชร และคณะ, 2552

ดังนั้น ระบบพยากรณ์และเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากสภาพภูมิอากาศแปรปรวน และป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหาย ดังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ช่วงเดือนพฤศจิกายนปี 2554 ที่ส่งผลให้ข้าวในพื้นที่ภาคกลาง เสียหายกว่า 4-5 ล้านไร่ คิดเป็นมูลค่า 17,000 ล้านบาท

ตัวแปรที่เกี่ยวกับสภาพอากาศ เช่น ความชื้น ความเข้มแสง หรืออุณหภูมิ ไม่เพียงสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตพัฒนาการ และผลผลิตของพืชเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูพืช ที่ผ่านมาเกษตรกรไทยต้องสูญเสียรายได้จากการระบาดของโรคและแมลงหลายต่อหลายครั้ง เช่น การระบาดของเพลี้ยกระโดดในนาข้าวและเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง ระหว่างปี 2551-2553 สร้างความเสียหายให้กับผลผลิตข้าวและมันสำปะหลังรวมไม่น้อยกว่า 21,000 ล้านบาท เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยสำหรับภาคเกษตร จึงเป็นเทคโนโลยีที่ประเทศไทยต้องเร่งสร้างศักยภาพ เพื่อให้พร้อมรับมือกับการระบาดของโรคและแมลง ซึ่งมีแนวโน้มถี่ขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้นในอนาคต

4.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยี

การพยากรณ์ (Forecasting)

การพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตรมีหลากหลาย ทั้งการพยากรณ์อากาศ การพยากรณ์ปริมาณน้ำ การพยากรณ์ปริมาณผลผลิต หรือการพยากรณ์การระบาดของแมลงศัตรูพืช อย่างไรก็ตาม ทั้งหมดนี้ล้วนอาศัยข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศเป็นส่วนประกอบสำคัญในการคำนวณ การพยากรณ์อากาศมีทั้งการพยากรณ์ระยะสั้น (1-3 วัน) การพยากรณ์ระยะกลาง (5 วัน -1 สัปดาห์) การพยากรณ์ระยะยาว (2 สัปดาห์ - 2 ปี) ตลอดจนการสร้างภาพอนาคต (Scenario) ในระดับศตวรรษ ทั้งนี้ ความแม่นยำของการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับความพร้อมของระบบซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1) ความพร้อมของข้อมูล

• ข้อมูลสามารถเก็บได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น สถานีตรวจวัดอากาศ (Weather station) การปล่อยบอลลูน ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลที่รายงานจากเกษตรกรในท้องถิ่น เป็นต้น

• การทำนายอนาคตจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในอดีตที่เก็บอย่างต่อเนื่อง รวมถึงข้อมูลในปัจจุบันมาใส่ในแบบจำลอง ซึ่งต้องมีการปรับรูปแบบของข้อมูลนำเข้า (format) ให้เหมาะกับโปรแกรม

2) ความสามารถด้านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์

• การประมวลผลและการพยากรณ์จะใช้แบบจำลองที่หลากหลาย เช่น แบบจำลองสภาพภูมิอากาศ (climate model/ earth system model) แบบจำลองสำหรับการย่อส่วน (downscaling) รวมถึงแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช (crop model) และการเจริญเติบโตของแมลง (pest model)

3) คอมพิวเตอร์เพื่อการคำนวณประสิทธิภาพสูง (super computer)

• ยิ่งมีข้อมูลนำเข้า (input data) จำนวนมากยิ่งทำให้ข้อมูลมีความแม่นยำสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม การประมวลผลก็จะยิ่งใช้เวลานาน คอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง จึงเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในศาสตร์การพยากรณ์

เทคโนโลยีของระบบพยากรณ์ในปัจจุบันยังไม่สามารถพยากรณ์ให้มีความแม่นยำได้ถึงร้อยละ 100 (ผลที่ยอมรับได้คือแม่นยำร้อยละ 60 ขึ้นไป) เนื่องจากการทำนายสภาพภูมิอากาศได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัย และเป็นระบบเปิด ดังนั้น ยิ่งเป็นการพยากรณ์ในระยะที่ไกลออกไป ความแม่นยำจะยิ่งลดลงตามลำดับ เช่น การพยากรณ์ 1-3 วัน จะแม่นยำกว่าการพยากรณ์ 1 สัปดาห์

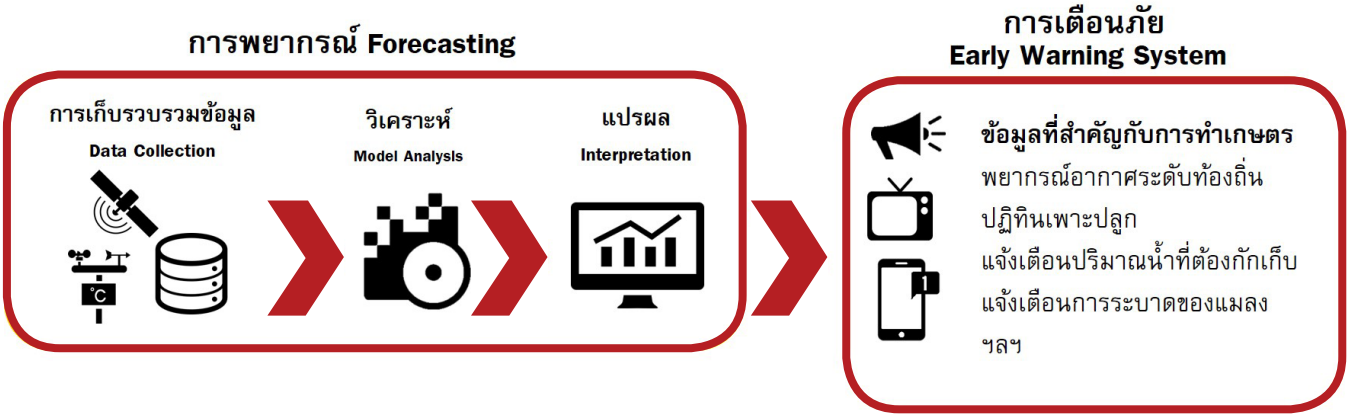
ระบบเตือนภัย (Early Warning System)

ระบบเตือนภัย คือ ระบบแจ้งข่าวสารเพื่อให้เกษตรกรสามารถวางแผนและป้องกันความเสียหายได้ทันท่วงที ระบบเตือนภัยสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดตั้งเครือข่ายแจ้งข่าวสาร การประกาศผ่านกลุ่มหรือเครือข่ายเกษตรกร การแจ้งเตือนผ่านสื่อ เช่น การประกาศในโทรทัศน์ การแจ้งเตือนผ่าน SMS เวบไซต์ หรือแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน เป็นต้น

ระบบเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพในบางกรณีอาจไม่ใช่การสื่อสารทางเดียว แต่จำเป็นต้องอาศัยการรายงานสถานการณ์จากท้องถิ่นกลับเข้าสู่ระบบ ซึ่งจะมีประสิทธิภาพหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับการให้ความร่วมมือและขนาดของเครือข่ายว่าจะสามารถส่งข้อมูลได้ครบถ้วนตรงกับความเป็นจริง และรายงานได้ทันกับสถานการณ์หรือไม่ เช่น เกษตรใช้โทรศัพท์มือถือส่งภาพถ่ายรายงานจำนวนเพลี้ยกระโดดเพื่อวิเคราะห์ความรุนแรงและทิศทางการอพยพ หรือข้อมูลอากาศที่ได้จากสถานีตรวจวัดส่วนบุคคล ข้อมูล เหล่านี้จะถูกนำเข้าสู่ระบบซึ่งจะช่วยให้การพยากรณ์มีความสมบูรณ์และแม่นยำมากขึ้น

ระบบเตือนภัยที่มีการรายงานกลับจากผู้ใช้ สอดคล้องกับหลักการ Internet of Things (IoTs) ซึ่งในอนาคตจะสร้างความเปลี่ยนแปลงอย่างมากให้กับทุกระบบการผลิต ไม่เว้นแม้แต่ในภาคเกษตร เนื่องจากเทคโนโลยี IoT จะทำให้ผู้ประกอบการสามารถบันทึก ติดตามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการผลิตแบบ real-time โดยข้อมูลมากมายที่ถูกบันทึกไว้เหล่านี้จะไปสอนให้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) ฉลาดขึ้น จนสามารถเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาหรือเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้ เช่นเดียวกับในภาคเกษตรที่การใช้ IoT เริ่มมีความเป็นไปได้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากเกษตรกรที่มีอุปกรณ์เชื่อมต่อกับอินเตอร์เนตมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ทำให้การนำเข้าและส่งออกข้อมูลสะดวกรวดเร็ว การติดตั้งโปรแกรมต่าง ๆ ในสมาร์ทโฟนยังทำได้ง่ายเพียงดาวน์โหลดแอพพลิเคชั่นเข้ามาในเครื่องเท่านั้น ทั้งนี้ ตัวอย่างของเทคโนโลยีที่จะมีความสำคัญมากขึ้นเมื่อข้อมูลจำนวนมากหลั่งไหลเข้าสู่ระบบ คือ โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (big data analysis) เพื่อคัดกรองเฉพาะข้อมูลที่เป็นประโยชน์เท่านั้น

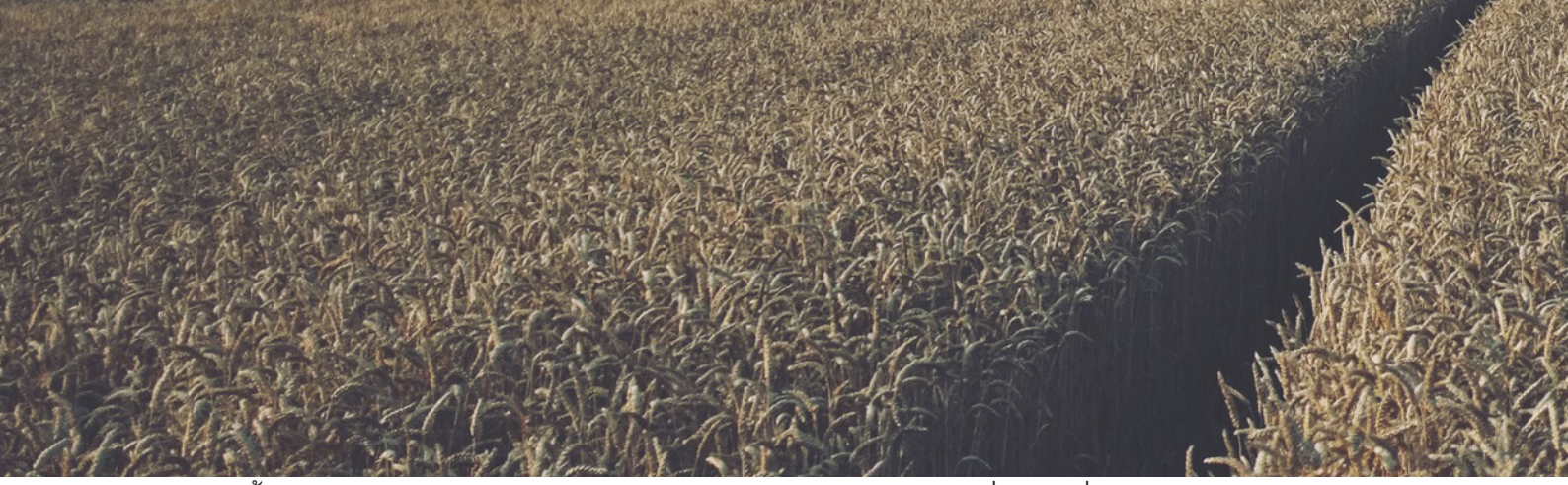
รูปที่ 4-1 องค์ประกอบของเทคโนโลยีการพยากรณ์และการเตือนภัย



ที่มา : ปรับปรุงจากแผนปฏิบัติการเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรับตัวภาคการเกษตร, สวทน., 2559

4.3 สถานภาพเทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัยในต่างประเทศ

ในต่างประเทศได้ให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีการพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร และพยายามปรับปรุงให้พยากรณ์อากาศสามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้นานขึ้น ตลอดจนมีความละเอียดและแม่นยำสูง เช่น กรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศญี่ปุ่นได้มีแผนปรับปรุงระบบพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตรบน Google Map ให้มีความละเอียดของกริด (grid) เป็น 1x1 ตารางกิโลเมตร และขยายเวลาการพยากรณ์จาก 2 สัปดาห์เป็น 1 เดือน ทั่วประเทศ เรียกว่าระบบ Agriculture Meteorological Alert Transmission & Expert Regional Assistant System (AMATERAS) รวมทั้งได้มีการประเมินความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับภาคเกษตรในกรณีที่พยากรณ์อากาศไม่แม่นยำ

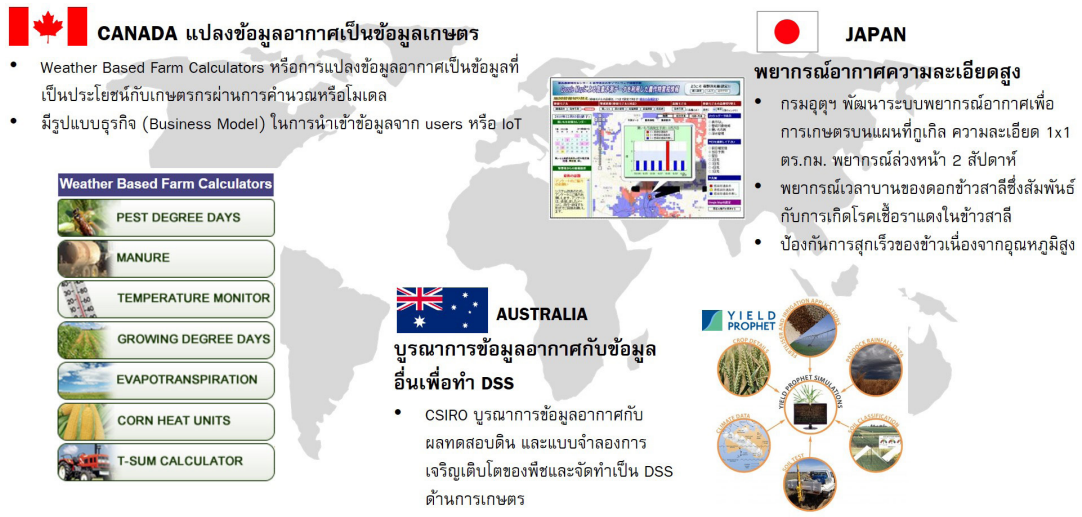


นอกจากนี้ ในหลายประเทศยังได้มีการนำข้อมูลพยากรณ์อากาศและพารามิเตอร์อื่นๆ ที่เกี่ยวกับสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ความเร็วและทิศทางลม ความชื้นในบรรยากาศ ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ ค่ารังสีอัลตรา-ไวโอเลต (UV) เป็นต้น ไปเข้าฟังก์ชั่นคำนวณและแปรผลเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับเกษตรกร ตัวอย่างเช่น เวบไซต์ Farmwest.com ของประเทศแคนาดาที่ได้พัฒนา Weather Based Farm Calculators ซึ่งนำอุณหภูมิสะสมในแต่ละวันมาคำนวณอัตราการเจริญเติบโตของพืช (Growing Degree Days) และคาดการณ์การระบาดของแมลง (Pest Degree Days) การคำนวณสัมประสิทธิ์ การคายระเหยน้ำของพืช (Evapo-transpiration) เพื่อดูสภาพความเครียดจากการขาดน้ำของพืช (waterstress) เป็นต้น

ในประเทศญี่ปุ่นได้เริ่มนำข้อมูลสภาพอากาศไปใช้เตือนภัยเพื่อป้องกันการสุกเร็วของข้าวเนื่องจากอุณหภูมิสูงตลอดจนพยากรณ์เวลาบานของดอกข้าวสาลีซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดโรคเชื้อราแดงในข้าวสาลี เป็นต้น

ในต่างประเทศได้มีการพัฒนาซอฟท์แวร์สนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System : DSS) ด้านการเกษตรทั้งในรูปแบบของซอฟท์แวร์เชิงพาณิชย์และฟรีแวร์ (freeware) ระบบจะนำเข้าข้อมูลจาก หลากหลายส่วนทั้งข้อมูลอากาศ ข้อมูลพืช ข้อมูลการให้ปุ๋ยและน้ำ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแปลง ตลอดจนผลการตรวจวัดสภาพดิน (soil test) มาผ่านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงผลในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนกิจกรรมของเกษตรกร เช่น โปรแกรม Yield Prophet[4] ที่พัฒนาโดยสถาบันวิจัย CSIRO[5], University of Queensland และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาแบบจำลองด้านพืชที่เรียกว่า APSIM[6] เป็นต้น

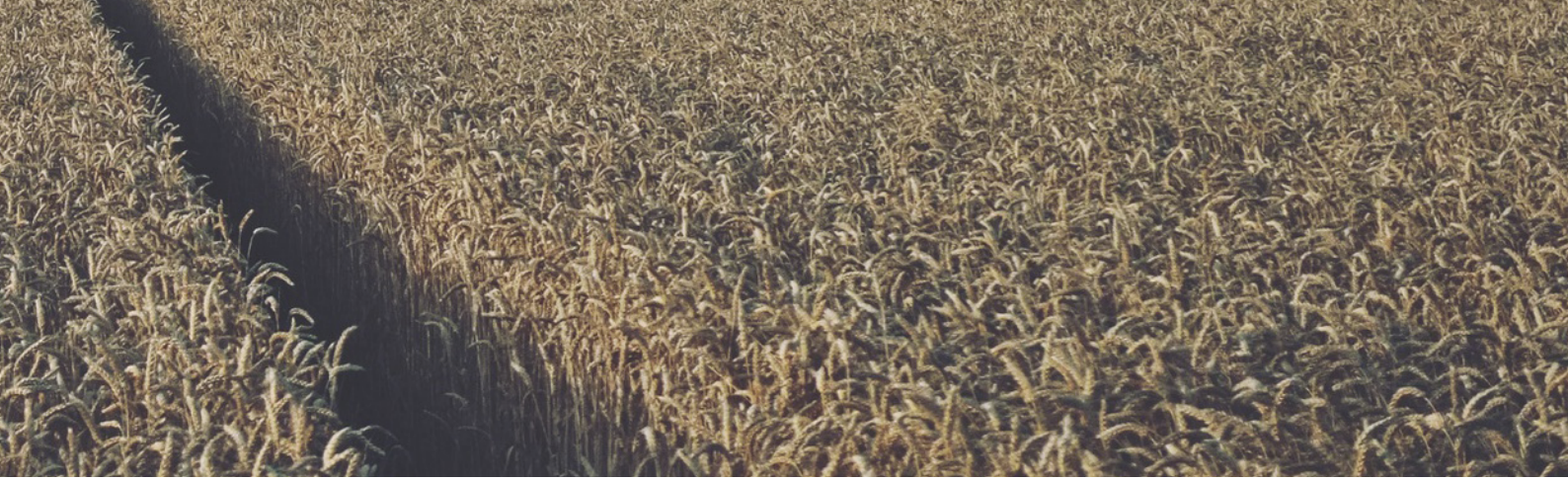
รูปที่ 4-2 ตัวอย่างสถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยีพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตรในต่างประเทศ



[4] Yieldprophet.com.au

[5] The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation

[6] AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEM SIMULATOR



4.4 บทวิเคราะห์สถานภาพของการพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยในประเทศไทย

4.4.1 การพัฒนาเทคโนโลยี

ระบบพยากรณ์

กรมอุตุนิยมวิทยาติดตั้งสถานีตรวจวัดอากาศหลัก ที่ได้มาตรฐานขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization : WMO) จังหวัดละ 1- 2 แห่ง ทั้งหมด 127 สถานี ทั่วประเทศ และมีสถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ (Auto Weather Station : AWS) ที่ส่งข้อมูลได้แบบ real-time อีก 87 สถานี รวมถึงใช้ข้อมูลอื่น ๆ ประกอบการพยากรณ์อากาศ เช่น ข้อมูลดาวเทียมเพื่อคาดการณ์ทิศทางของมรสุม เป็นต้น การพยากรณ์อากาศของประเทศไทยได้จากสถานีตรวจวัดอากาศหลักของกรมอุตุนิยมวิทยา ส่วนข้อมูลจากโทรมาตรซึ่งมีการติดตั้งในจำนวนที่มากกว่าจะใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของระบบพยากรณ์อากาศ และยังไม่มีการนำข้อมูลจากโทรมาตรไปใช้เพื่อประกอบการพยากรณ์อากาศ เนื่องจากต้องเขียนโปรแกรมขึ้นเพื่อปรับรูปแบบการนำเข้าข้อมูลให้เหมาะสมกับการประมวลผลปลายทาง นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งของโทรมาตรให้เป็นไปตามมาตรฐานสถานีตรวจวัดอากาศอีกด้วย

การรายงานพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตรของประเทศไทยสามารถรายงานได้ล่วงหน้า 3 เดือน อย่างไรก็ตาม เป็นการรายงานในระดับภูมิภาคและรายงานในลักษณะร้อยละของพื้นที่ ซึ่งค่อนข้างกว้างและไม่เพียงพอที่เกษตรกรจะนำไปประกอบการตัดสินใจวางแผนเพาะปลูกในระดับแปลงได้

การพัฒนาพยากรณ์อากาศความละเอียดสูง จะต้องอาศัยข้อมูลนำเข้าจากสถานีตรวจวัดที่มีจำนวนมากขึ้น อีกทั้งต้องใช้แบบจำลอง downscaling เพื่อทอนข้อมูลพื้นที่จากสเกลใหญ่มาเป็นสเกลที่เล็กลง ตลอดจนต้องใช้ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล ซึ่งปัจจุบันกรมอุตุนิยมวิทยาอยู่ระหว่างการพัฒนาศักยภาพแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ให้สามารถสร้างข้อมูลอากาศได้ความละเอียดระดับ 2x2 ตารางกิโลเมตร อย่างไรก็ตาม ที่ผ่านมา เนื่องจากศักยภาพด้านการพยากรณ์อากาศในประเทศไทยยังไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเพียงพอทั้งโครงสร้างพื้นฐานและบุคลากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาการพยากรณ์เพื่อการเกษตร ทำให้ต้องขอรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี และความช่วยเหลือจากต่างประเทศมาโดยตลอด

ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างที่มาของข้อมูลสภาพอากาศในประเทศไทย

หน่วยงาน	รายละเอียด
กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	สถานีตรวจวัดภาคพื้น 127 สถานี ทั่วประเทศ สถานี AWS 87 สถานี ปล่อยบอลลูน 5 สถานี
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	สถานีตรวจวัดภาคพื้น 120 สถานี 16 จังหวัด
สถาบันสารสนเทศน้ำและการเกษตร (สสนก.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	โทรมาตร 1,000 สถานี
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) GISTDA กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ข้อมูลดาวเทียม

ระบบเตือนภัย

ที่ผ่านมาหลายหน่วยงานในประเทศไทยได้ริเริ่มโครงการพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยหลายโครงการ เช่น โครงการพยากรณ์อากาศชุมชน ซึ่งเป็นโครงการนำร่องร่วมกับสหกรณ์เกษตร 3 แห่งในพื้นที่จังหวัดยโสธร และอีก 1 แห่งในชุมชนแม่ทา จังหวัดเชียงใหม่ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการจะคอยเก็บข้อมูลอากาศด้วยอุปกรณ์ Multi-meter และส่งกลับไปยังศูนย์ข้อมูลเพื่อประมวลผลด้วยแบบจำลอง จากนั้นข้อมูลสภาพอากาศจะถูกส่งกลับมาสู่เกษตรกรด้วยระบบ SMS โครงการนี้ได้รับการสนันสนุนงบประมาณจากมูลนิธิ Oxfam ได้รับการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีจากศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (CCKM) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมูลนิธิสายใยแผ่นดิน และมูลนิธินโยบายสุขภาวะเป็นผู้ประสานเครือข่ายเกษตรกร จากการดำเนินโครงการดังกล่าวเป็นระยะเวลา 2 ปี ทำให้รับทราบถึงปัญหาและได้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์หลายประการ อาทิ

- ปัญหาหลักของการดำเนินโครงการ คือ เกษตรกรเก็บข้อมูลไม่ต่อเนื่อง
- แผนงานภาครัฐมักให้ความสำคัญกับการจัดการภัยพิบัติ ซึ่งไม่ตรงกับความต้องการของเกษตรกร
- การพยากรณ์ยังมีความผันผวน การปรับตัวที่ดีจึงควรมีหลายมาตรการรวมกัน และเกษตรกรต้องเป็นผู้เลือก เช่น ตอบโจทย์ระยะสั้น (แหล่งน้ำในฟาร์ม) ตอบโจทย์ระยะยาว (บำรุงดิน เปลี่ยนวันเพาะปลูก)
- ควรมีกองทุนเพื่อการปรับตัวหรือเพิ่มทุนในกองทุนที่มีอยู่แล้ว เช่น กองทุนของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธกส.) สร้างเงื่อนไขให้ดำเนินกิจกรรมการปรับตัว หรือจัดตั้งกองทุนพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อเกษตรอินทรีย์
- ฝ่ายส่งเสริมต้องเกาะติดชุมชน จัดกิจกรรมต่อเนื่อง จัดทำชุดความรู้และประเมินความเสี่ยงสำหรับครัวเรือน
- การบูรณาการ 4 หน่วยงาน ทำให้เกิดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงและปรับให้เหมาะกับเกษตรกรในท้องถิ่น ดังนั้นจึงควรมีเครือข่ายของหน่วยงานที่ทำงานด้านการปรับตัวเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์
- หากได้รับการตอบรับจากภาครัฐต่อการดำเนินโครงการ คาดว่าจะมีการขยายองค์ความรู้และทักษะของการปรับตัวของชุมชนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศโลกไปสู่เกษตรกรรายย่อยอีก 172,000 คน ในจังหวัดยโสธร 62,000 คน และจังหวัดเชียงใหม่ 110,000 คน

อย่างไรก็ตาม โครงการดังกล่าวไม่ได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกันกับโครงการนำร่องอีกหลายโครงการที่สามารถทำได้เฉพาะบางพื้นที่ และไม่สามารถขยายผลได้เมื่อโครงการจบลง

ตารางที่ 4-2 ตัวอย่างโครงการพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยในภาคเกษตร

โครงการ	หน่วยงาน	รายละเอียดโครงการ
พยากรณ์อากาศด้านการเกษตร	กรมอุตุนิยมวิทยา	เวบไซต์รายงานสภาพอากาศในระดับภูมิภาค และให้คำแนะนำต่อการดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรสำหรับพืชเศรษฐกิจ เช่น ไม้ผล ยาง และปศุสัตว์
โครงการพยากรณ์อากาศชุมชน (2554 - 2556)	มูลนิธิ Oxfam มูลนิธิสายใยแผ่นดิน มูลนิธินโยบายสุขภาวะ ศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (CCKM)	เกษตรกรอาสาสมัครเก็บข้อมูลสภาพอากาศรายวัน เพื่อนำเข้าในแบบจำลองคาดการณ์อากาศ (WRF) และรายงานพยากรณ์อากาศท้องถิ่นรายสัปดาห์ผ่าน SMS ให้กับเกษตรกรในจังหวัดยโสธรจำนวน 159 ครอบครัว
โครงการจัดตั้งศูนย์จัดการศัตรูพืช	กรมส่งเสริมการเกษตร	ศูนย์กลางการถ่ายทอดความรู้แก่กลุ่มเกษตรกรให้จัดการศัตรูพืชมีแผนจัดตั้งศูนย์ตำบลละ 1 ศูนย์
โครงการจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการติดตามสถานการณ์การปลูกข้าว	กรมการข้าว	แจ้งข้อมูลข่าวสาร และเตือนภัยศัตรูข้าว มีเครือข่ายศูนย์วิจัยข้าว 27 แห่ง ศูนย์จะรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานอื่นๆ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และส่งไปที่ศูนย์ปฏิบัติการสถานการณ์ข้าว เพื่อประมวลและสรุปเป็นรายงาน ประกาศแจ้งเตือนผ่านเวบไซต์ รวมทั้งได้จัดตั้งเครือข่ายเฝ้าระวังโดยชาวนา

โดยสรุปจากการสำรวจสถานภาพการพัฒนาเทคโนโลยีพยากรณ์อากาศและเตือนภัยสำหรับภาคเกษตรในประเทศไทยพบว่ามีการดำเนินงานในเกือบทุกองค์ประกอบ โดยจะเห็นได้ว่ามีโครงการที่เกี่ยวข้องกับการเตือนภัยหลายโครงการ แต่โครงการที่เกี่ยวกับการพยากรณ์อากาศความละเอียดสูงยังอยู่ระหว่างการพัฒนา นอกจากนี้ การนำข้อมูลอากาศไปบูรณาการร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ เพื่อพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตรที่สมบูรณ์ยังมีไม่มากนัก (ตารางที่ 4-3)

ตารางที่ 4-3 ตัวอย่างสถานภาพระบบพยากรณ์และเตือนภัยของประเทศไทยแบ่งตามองค์ประกอบของเทคโนโลยี

<table>
<tr><th>การพยากรณ์อากาศความละเอียดสูง</th><th>การแปลงข้อมูลอากาศเป็นข้อมูลเกษตร ผ่านการคำนวณหรือแบบจำลอง</th><th>บูรณาการข้อมูลอากาศกับข้อมูลอื่น เพื่อจัดเป็น DSS</th><th>ศูนย์ประสานงานกลางเพื่อการแจ้งเตือนภัย</th><th>การแจ้งเตือนผ่านสื่อต่างๆ เช่น เวบไซต์ sms โทรทัศน์ วิทยุ สมาร์ทโฟน</th><th>การรายงานข้อมูลกลับโดยผู้ใช้เพื่อให้ระบบแม่นยำขึ้น</th></tr>
<tr><td>พยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร (ระดับภูมิภาค) กรมอุตุนิยมวิทยา</td><td>การคาดการณ์ผลผลิตข้าว กรมการข้าว</td><td>คลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ 23 หน่วยงานรัฐ</td><td colspan="2">ศูนย์ปฏิบัติการติดตามสถานการณ์การปลูกข้าว โดยกรมการข้าว</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>ศูนย์จัดการศัตรูพืช 1 ตำบล 1 ศูนย์ โดย กรมการส่งเสริมการเกษตร</td><td colspan="2">App. Food Wisdom บริษัท ดูอินไทย</td></tr>
<tr><td>โครงการพยากรณ์อากาศชุมชน CCKM</td><td></td><td></td><td colspan="3">โครงการพยากรณ์อากาศชุมชน โดย Oxfam Greennet CCKM สสส.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">App ระบบเตือนภัยเพลี้ยกระโดด โดย NECTEC และกรมการข้าว</td></tr>
</table>

4.4.2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการขยายผล

ที่ผ่านมาเกษตรกรอาศัยการฟังพยากรณ์อากาศจากโทรทัศน์หรือวิทยุและเรียนรู้เทคโนโลยีอื่นๆ ผ่านศูนย์เรียนรู้ชุมชนซึ่งมีมากกว่า 800 แห่งทั่วประเทศ การฝึกอบรมดำเนินการโดยหน่วยงานภาครัฐ มหาวิทยาลัย ภาคเอกชน หรือกลุ่มกิจการเพื่อสังคม (Social Enterprise) ซึ่งยังมีข้อจำกัดที่สามารถทำได้เพียงบางพื้นที่ หรือทำได้เฉพาะกลุ่มเกษตรกรที่มีความเข้มแข็งเท่านั้น แต่ในปัจจุบัน โครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมีความพร้อมมากขึ้น อินเตอร์เนตและสมาร์ทโฟนต่างมีราคาถูกลงและเข้าถึงได้ ทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง จากการสังเกตการณ์กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟในจังหวัดเชียงใหม่[7] พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนที่สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เนตได้ และจากการทำแบบสำรวจเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ในจังหวัดยโสธรกว่าร้อยละ 95 ใช้แอพพลิเคชั่น เช่น LINE และ Facebook เป็น ประจำทุกวัน โดยการพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตรเป็นหนึ่งในฟังก์ชั่นที่เกษตรกรที่ต้องการให้ทำเป็นแอพพลิเคชั่น มากที่สุด[8]

ดังนั้น การรวบรวมองค์ความรู้ไว้บนอินเทอร์เน็ต หรือพัฒนาเป็นแอพพลิเคชั่นบนมือถือ ที่แสดงผลในรูปแบบที่เข้าใจง่ายโดยไม่ต้องผ่านการตีความโดยเจ้าหน้าที่หรือผู้เชี่ยวชาญ จึงกลายเป็นตัวช่วยสำคัญที่ทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ได้ด้วยตนเองมากขึ้น หรือรับทราบข้อมูลแจ้งเตือนได้รวดเร็วทันการมากกว่าการพึ่งพารายงานจากเจ้าหน้าที่ ตัวอย่างแอพพลิเคชั่นที่ภาครัฐพัฒนาขึ้นเพื่อการเตือนภัย เช่น โปรแกรมเตือนภัยเพลี้ยกระโดด แอพพลิเคชั่นเกาะติดสภาพอากาศประจำวัน แอพพลิเคชั่นแสดงข้อมูลฝนหลวง เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ที่ผ่านมาแอพพลิเคชั่นที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อส่งข้อมูลพยากรณ์และการเตือนภัยให้กับเกษตรกร ยังไม่เป็นที่รู้จักหรือใช้งานอย่างแพร่หลายเท่าที่ควร เนื่องจากยังอยู่

[7] การลงพื้นที่สังเกตการณ์ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟอินทรีย์ดอยขุนลาว จ.เชียงใหม่ 16-19 กุมภาพันธ์ 2559

[8] ประมวลผลแบบสอบถามความคิดเห็นการใช้งานแอพพลิเคชั่น MealFiction ศูนย์การเรียนรู้ ICT ชุมชนตำบลน้ำอ้อม อ.ค้อวัง จ.ยโสธร, สวทน. 2559.

ในระยะเริ่มต้น เกษตรกรจึงอาจยังไม่เชื่อมั่นและไม่เห็นประโยชน์ นอกจากนี้ ความท้าทายประการสำคัญของการพัฒนาแอพพลิเคชั่นด้านการพยากรณ์และเตือนภัย คือ ข้อมูลไม่แม่นยำ เข้าใจยาก หรือไม่สามารถให้บริการหรือแก้ปัญหาให้กับเกษตรกรได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเสี่ยงต่อการสูญเสียความเชื่อมั่นจากเกษตรกร และทำให้เทคโนโลยีดังกล่าวไม่สามารถแพร่กระจายออกไปได้ ดังนั้น ความถูกต้องแม่นยำตลอดจนการติดตามให้บริการและแก้ปัญหาอย่างมืออาชีพ จึงจำเป็นอย่างยิ่งต่อการยอมรับเทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัย

ในปัจจุบันมีธุรกิจเทคโนโลยีเกิดใหม่ หรือ Startup ที่มีศักยภาพสูงและให้ความสนใจในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นด้านการเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรเป็นผู้ใช้เพิ่มมากขึ้น Startup จึงเป็นความหวังของการขับเคลื่อนให้เทคโนโลยีไปถึงมือเกษตรกร โดยภาครัฐจะมีบทบาทสำคัญในการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูลต่างๆ ให้พร้อม เพื่อลดต้นทุนการพัฒนาแอพพลิเคชั่นของเอกชน

4.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

แม้การพยากรณ์อากาศจะยังไม่สามารถทำให้แม่นยำได้ร้อยละ 100 แต่การรับทราบข้อมูลพยากรณ์อากาศล่วงหน้าประกอบกับประสบการณ์ที่สั่งสมมา ก็เพียงพอที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจได้ดีขึ้น ลดความเสี่ยงจากการสูญเสียผลผลิตอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศที่ไม่แน่นอน นอกจากนี้ ตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้จากข้อมูลพยากรณ์อากาศ ยังเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญที่สามารถนำไปต่อยอดในการพยากรณ์อื่น ๆ ได้ เช่น การพยากรณ์น้ำ การพยากรณ์การระบาดของแมลง การคาดการณ์ปริมาณผลผลิต อีกทั้งเมื่อนำข้อมูลอากาศมาบูรณาการกับข้อมูลอื่น เช่น ข้อมูลพิกัดแผนที่แปลง ยังสามารถแปรผลเป็นปริมาณน้ำที่สะสมในแปลงเพื่อช่วยให้เกษตรกรวางแผนการบริหารจัดการน้ำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้ ข้อมูลทั้งหมดนี้ สามารถพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อกิจกรรมทางการเกษตร ที่จะช่วยให้เกษตรกรบริหารจัดการแปลงได้ดีขึ้น

ทั้งนี้ แม้จะมีหลายหน่วยงานพยายามพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตรออกมามากมาย แต่ยังคงมีความท้าทายอีกมาก เช่น การสร้างความน่าเชื่อถือให้กับการพยากรณ์ และการนำข้อมูลดังกล่าวไปส่งให้ถึงมือเกษตรกรในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและทำให้เห็นผลจริง ด้วยเหตุนี้ ภาครัฐจึงควรสนับสนุนงบประมาณในการสร้างศักยภาพของระบบพยากรณ์อากาศของประเทศ ทั้งโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ การเพิ่มจำนวนสถานีตรวจวัดอากาศ และการจัดหาคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง ตลอดจนการพัฒนาศักยภาพด้านแบบจำลอง โดยตั้งเป้าหมายให้ภาคส่วนต่างๆ รวมถึงเอกชน สามารถนำเอาข้อมูลไปพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบที่เกษตรกรเข้าถึงได้ มีการติดตามผลอย่างใกล้ชิดเพื่อปรับปรุงให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ และมีการให้บริการที่ต่อเนื่องเป็นมืออาชีพ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System: DSS) ด้านการพยากรณ์และเตือนภัย ในรูปแบบของฟรีแวร์ หรือแอพพลิเคชั่นสำหรับเกษตรกร มีการติดตามผลและพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีการขยายผลให้สามารถบริการได้ในหลากหลายพื้นที่ โดยมีกิจกรรมดังต่อไปนี้

- สนับสนุนงบประมาณในการพัฒนาศักยภาพของบุคลากร สถานีตรวจวัดอากาศ และเทคโนโลยีแบบจำลองในหน่วยปฏิบัติ ให้สามารถพยากรณ์อากาศด้านการเกษตรที่มีความละเอียดและแม่นยำสูง รวมทั้งขยายเวลาพยากรณ์ให้ยาวขึ้นเป็นระดับฤดูกาล เพื่อใช้ควบคู่กับปฏิทินเพาะปลูก
- สนับสนุนงบประมาณให้หน่วยงานเจ้าของข้อมูลภาครัฐ จัดทำคลังข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนา ฟรีแวร์ให้เป็นดิจิทัล เช่น ข้อมูลอากาศในอดีต ข้อมูลจากต่างประเทศ ตัวแปรด้านอากาศที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ข้อมูลการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของแมลงศัตรูพืช พร้อมทั้งพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (Application Programming Interface: API)
- ศึกษารูปแบบ ความเป็นไปได้ และบทบาทของเอกชนหรือธุรกิจเพื่อสังคม ที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการใช้ข้อมูลภาครัฐเพื่อร่วมพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการพยากรณ์และเตือนภัย

Roadmap # 3 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยระยะ 20 ปี				
	3 ปี พยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตรความละเอียดสูง	5 ปี DSS Freeware	10 ปี ส่งเสริมธุรกิจเพื่อการขยายผล	20 ปี ส่งออก knowhow สู่อาเซียน
กิจกรรม	○ พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศความละเอียดและแม่นยำสูง ○ บูรณาการข้อมูลจากทั้งในและต่างประเทศ เพื่อจัดทำข้อมูลการพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร และข้อมูลการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูพืช พร้อมทั้งพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (API) ○ พัฒนาแบบจำลองศัตรูพืชที่สำคัญ	○ พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศความละเอียดและแม่นยำสูง ○ พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS) ด้านการพยากรณ์และเตือนภัย ในรูปแบบของฟรีแวร์ หรือแอพพลิเคชั่นสำหรับเกษตรกร ○ ติดตามสำรวจความต้องการเพื่อการพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง ○ สร้างความตระหนักและฝึกอบรมให้กับกลุ่มที่มีศักยภาพ ○ จัดตั้งเครือข่ายว่าด้วยการปรับตัวรับมือโลกร้อน	○ พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศความละเอียดและแม่นยำสูง ○ ศึกษารูปแบบและบทบาทของเอกชนที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการใช้ข้อมูลภาครัฐ เพื่อร่วมพัฒนาเทคโนโลยีการพยากรณ์อากาศ หรือระบบ DSS เพื่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว และขยายผลไปสู่เกษตรกรในวงกว้าง ○ ปรับนโยบายกองทุนหรือสินเชื่อที่มีอยู่เดิม ให้มีเงื่อนไขของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	○ มาตรการสนับสนุนการส่งออกเทคโนโลยี ○ กองทุน/มาตรการลดหย่อนภาษีสำหรับผู้พัฒนาหรือส่งออกเทคโนโลยี
หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	กรมอุตุนิยมวิทยา เอกชน ก.วิทย์ กรมวิชาการเกษตร	กรมอุตุนิยมวิทยา เอกชน ก.วิทย์ ก.ทรัพย์ กิจการเพื่อสังคม วิสาหกิจชุมชน	กรมอุตุนิยมวิทยา เอกชน ธกส.	ก.พาณิชย์ ก.อุตสาหกรรม BOI
งบประมาณ (เป็นการประมาณการ 10 ปี)	○ พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศ 120 ล้านบาท ○ พัฒนาแบบจำลอง 15 ล้านบาท ○ บูรณาการและจัดทำข้อมูล 60 ล้านบาท	○ พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศ 60 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS และติดตามผล 54 ล้านบาท ○ สร้างความตระหนัก ฝึกอบรม 4 ล้านบาท	○ พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศ 75 ล้านบาท ○ พัฒนา DSS และติดตามผล 75 ล้านบาท ○ สร้างความตระหนัก ฝึกอบรม 5 ล้านบาท	○ กองทุน/มาตรการลดหย่อนภาษีผู้พัฒนาหรือส่งออกเทคโนโลยีการปรับตัวฯ
ผลผลิต	○ พยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร 2x2 กิโลเมตร 1 สัปดาห์ ความแม่นยำ 65% ○ คลังข้อมูลอากาศ ข้อมูลศัตรูพืชที่สมบูรณ์พร้อมส่วนเชื่อมต่อโปรแกรม (API) สำหรับต่อยอดเป็น DSS	○ พยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร 1x1 กิโลเมตร 1 เดือน ความแม่นยำ 70% ○ DSS freeware ด้านพยากรณ์อากาศและเตือนภัยการเกษตรที่มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 200,000 ราย	○ พยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร 1x1 กิโลเมตร 3 เดือน ความแม่นยำ 75% ○ DSS freeware ด้านพยากรณ์อากาศและเตือนภัยการเกษตรที่มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 1,000,000 ราย	○ DSS freeware ด้านพยากรณ์อากาศและเตือนภัยการเกษตรที่มีผู้ใช้ต่อเนื่อง 2,000,000 ราย ○ ผู้ประกอบการธุรกิจที่ต่อยอดจากเทคโนโลยีพยากรณ์อากาศและเตือนภัยด้านการเกษตรเข้าสู่ตลาดอาเซียน
ผลลัพธ์	○ หน่วยงานภาครัฐและเอกชนไทยมีศักยภาพในเทคโนโลยีพยากรณ์และเตือนภัย ○ ลดความเสี่ยงจากการสูญเสียรายได้ของเกษตรกรอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ 38,000 ล้านบาท ○ ลดการใช้ยาฆ่าแมลง 24,000 ตันต่อปี ลดการนำเข้ายาฆ่าแมลง 7,500 ล้านบาทต่อปี ○ สร้างรายได้เข้าประเทศจากธุรกิจต่อเนื่อง 10,000 ล้านบาท			

แผนงานที่ 3 การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย ระยะ 10 ปี													
ปีที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม	ผลผลิต	หน่วยงานรับผิดชอบ
พัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยี องค์ความรู้ กำลังคน											205		
1. พัฒนาศักยภาพบุคคลากรด้านการพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร	30	30	30	20	20	10	10	10	10	10	180	บุคคลากรที่มีศักยภาพในหน่วยปฏิบัติ	หน่วยให้ทุน กรมอุตุฯ ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย
2. พัฒนาแบบจำลองการเจริญเติบโตของศัตรูพืชที่สำคัญ	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	25	งานวิจัยและข้อมูลของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ 10 ชนิด	หน่วยให้ทุน ก.วิทย์ ก.เกษตร มหาวิทยาลัย
โครงสร้างพื้นฐาน											149		
3. พัฒนาระบบพยากรณ์อากาศความละเอียดสูง บูรณาการและเพิ่มจำนวนสถานีตรวจวัดอากาศให้ครอบคลุมพื้นที่และพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่อ DSS	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	75	พยากรณ์อากาศความละเอียด 1x1 km ความแม่นยำ 75% 3 เดือน	กรมอุตุนิยมวิทยา เอกชน ก.วิทย์
4. บูรณาการข้อมูลทั้งในและ ตปท. เพื่อจัดทำคลังข้อมูลที่จำเป็นต่อ DSS พร้อมพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรม (API)	20	20	20	2	2	2	2	2	2	2	74	คลังข้อมูลพยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตร คลังข้อมูลแมลงศัตรูพืช	กรมอุตุนิยมวิทยา ก.เกษตร ก.วิทย์ มหาวิทยาลัย
การบริหารจัดการเพื่อถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร											123		
7. พัฒนา DSS ด้านการพยากรณ์และเตือนภัย	1	1	1	20	20	10	10	10	10	10	93	DSS ที่มีผู้ใช้ 1,000,000 ราย	ก.เกษตร ก.วิทย์ บริษัทเอกชน
8. ติดตามสำรวจความต้องการของเกษตรกรเพื่อปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	21	รายงานผลการสำรวจ	ก.เกษตร ก.วิทย์ บริษัทเอกชน
9. สร้างความตระหนัก ฝึกอบรมการใช้งาน DSS ให้กับกลุ่มที่มีศักยภาพ	-	-	-	2	2	1	1	1	1	1	9	จำนวนผู้ใช้งานแอพพลิเคชั่นอย่างต่อเนื่อง	ก.เกษตร สหกรณ์การเกษตร
พัฒนาปัจจัยเอื้อ เช่น นโยบาย กฎหมาย กองทุน องค์กร											26		
10. ศึกษาบทบาทของเอกชนในการใช้ข้อมูลหรือร่วมพัฒนาระบบ DSS	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	6	รายงานการศึกษา 2 ฉบับ	กรมอุตุนิยมวิทยา ก.เกษตร ก.วิทย์
11. ปรับนโยบายกองทุน เงินกู้ยืม ที่มีอยู่ ให้มีเงื่อนไขของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	กองทุนที่ให้การสนับสนุนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	ธกส.
12. จัดตั้ง “เครือข่ายว่าด้วยการปรับตัวรับมือโลกร้อน” ที่ประกอบด้วยนักเทคโนโลยี เกษตรกร เจ้าหน้าที่ส่งเสริม ฯลฯ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	เครือข่ายการปรับตัวรับมือโลกร้อน 1 เครือข่าย	ก.ทรัพย์ ก.วิทย์ ก.เกษตร

5 บทสรุปและข้อเสนอแนะโครงการนำร่อง

5.1 หลักการและความสำคัญของระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตร

เกษตรกรรมเป็นภาคส่วนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและเกี่ยวข้องกับประชาชนส่วนใหญ่ รวมทั้งความมั่นคงทางพลังงานและอาหารของประเทศ อย่างไรก็ตามภาคส่วนดังกล่าวยังคงเป็นภาคส่วนที่มีความเปราะบางสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงจำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเตรียมรับมือกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในช่วงหลายสิบปีต่อจากนี้ โดยเทคโนโลยีที่ถูกระบุว่ามีความจำเป็นต่อการปรับตัว ได้แก่ เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ และเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย

จากการประมวลข้อเสนอแนะเชิงนโยบายของทั้ง 3 เทคโนโลยี พบว่าการจัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System: DSS) ที่มีกลุ่มผู้ใช้ (users) เป็นเกษตรกร เป็นโครงการนำร่องที่นำไปสู่การขับเคลื่อนแผนได้ดีที่สุด โดยมีเหตุผลดังนี้

1. การพัฒนา DSS เป็นประโยชน์กับการพัฒนาทั้ง 3 เทคโนโลยีเป้าหมาย

เนื่องจากเมื่อนำข้อมูลพยากรณ์อากาศที่มีความแม่นยำและความละเอียดสูง มาประกอบกับข้อมูลอื่นๆ เช่น ข้อมูลแผนที่สภาพดินและน้ำ ระบบจะเสนอแนะวิธีการจัดการแปลงที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเป็นไปตามหลักเกษตรแม่นยำ ตลอดจนสามารถระบุลักษณะพันธุ์พืชที่เหมาะสมกับสภาพอากาศ และพื้นที่นั้น ๆ นอกจากนี้การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจยังเป็นการยกระดับศักยภาพด้านเทคโนโลยีแบบจำลอง (Modelling) ไปพร้อมกันด้วย

2. DSS ในรูปแบบของฟรีแวร์เป็นรูปแบบของเทคโนโลยีที่สามารถถ่ายทอดไปสู่เกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสื่อที่นำความรู้สู่เกษตรกรได้อย่างทั่วถึง ลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงข้อมูล และลดภาระให้กับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของภาครัฐ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การบริการสามารถทำได้อย่างต่อเนื่อง จะต้องมีโมเดลทางธุรกิจ (business model) รองรับ ปรับรูปแบบการให้บริการ (service model) ให้เหมาะสมกับผู้ใช้ ประกอบกับการฝึกอบรมการใช้งานอย่าง ต่อเนื่องให้กับกลุ่มสหกรณ์ที่เข้มแข็ง เช่น ผู้จัดการแปลงของ โครงการเกษตรแปลงใหญ่ หรือกลุ่มเกษตรกรตัวอย่าง (smart farmers) เป็นต้น

3. การพัฒนา DSS จะเป็นเป้าหมาย ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยีและการเก็บข้อมูลของผู้เล่นทุกฝ่ายไปพร้อมกัน

เนื่องจากการจัดทำ DSS จะต้องอาศัยความร่วมมือจากทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และเกษตรกร ในการเก็บข้อมูลและการพัฒนาระบบให้ตอบสนองต่อความต้องการใช้งานอย่างแท้จริง

5.2 องค์ประกอบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตร

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตรประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ข้อมูลนำเข้า (Input data) ที่มีคุณภาพ และเทคโนโลยีแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ หรือ Modelling ทั้งนี้ รายงานการประเมินความต้องการเทคโนโลยีฯ (TNA) ได้ระบุเทคโนโลยีแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นต่อการปรับตัวภาคการเกษตรไว้ดังนี้

- CROP SIMULATION : DSS for Agrotechnology Transfer (DSSAT) แบบจำลองการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช เพื่อออกแบบวิธีการใส่ปุ๋ยให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด
- LAND EVALUATION MODEL (FAO) แบบจำลองเพื่อวิเคราะห์บริเวณให้น้ำ ตามหลักการเกษตรแม่นยำ
- FARMMIN แบบจำลองแสดงการไหลเวียนของไนโตรเจน หรือคำนวณปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนจากการระเหย เพื่อวิเคราะห์ปริมาณในการใส่ปุ๋ย

5.3 สถานภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตรในต่างประเทศ

ในต่างประเทศได้มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้ DSS ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การบริหารจัดการทางบัญชี 2) การบริหารจัดการภายในแปลง และ 3) การบริหารความเสี่ยงจากปัจจัยทางภูมิอากาศ

ตารางที่ 5-1 แสดงประเภทของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเกษตร

Office DSS เพื่อบริหารจัดการทางบัญชี	- การจัดทำบัญชีรายรับรายจ่าย - คลังสินค้าหรือผลผลิตและตลาด
Field DSS เพื่อบริหารจัดการภายในแปลง (เกษตรแม่นยำ)	- แผนที่ความอุดมสมบูรณ์ของแปลง - แผนที่การให้ปุ๋ย น้ำ (Variable Rate Application) - แผนที่ผลผลิต ประมาณการปริมาณผลผลิต
Weather DSS เพื่อบริหารความเสี่ยงจากปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ	- พยากรณ์อากาศเพื่อการเกษตรความละเอียดสูง - คาดการณ์ปริมาณน้ำฝน - แบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช - เตือนภัยโรค แมลง ที่สัมพันธ์กับพารามิเตอร์อากาศ - คาดการณ์ระยะเพาะปลูก และเก็บเกี่ยว

อย่างไรก็ตาม DSS ไม่จำเป็นต้องมีครบทั้ง 3 ประเภทในระบบเดียว เกษตรกรสามารถเลือกใช้เฉพาะบางฟังก์ชันที่เห็นว่าเหมาะสมกับแปลงหรือพืชของตนได้ ตารางที่ 5-2 แสดงการเปรียบเทียบฟังก์ชั่นของ DSS ในต่างประเทศ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า DSS ส่วนใหญ่จะต้องมีข้อมูลพยากรณ์อากาศความละเอียดสูง และแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืชหลัก ส่วนข้อมูลอื่นๆ เช่น เตือนภัยโรคแมลง หรือการส่งข้อมูลกลับจากเกษตรกรในพื้นที่ อาจเป็นฟังก์ชั่นเสริม

ตารางที่ 5-2 ฟังก์ชั่นของระบบสนับสนุนการตัดสินใจในต่างประเทศ

ฟังก์ชั่น	Farmwest.com (Canada)	AMATERAS (Japan)	Yield Prophet (Australia)	FarmWorks (USA)
พยากรณ์อากาศความละเอียดสูง	●	●	●	●
การระบุสภาพแปลงด้วยแผนที่ความละเอียดสูง	○	●	●	●
ข้อมูลดิน (soil classification)	○	○	●	●
แบบจำลองการเติบโตของพืชหลัก	●	●	●	●
เตือนภัยโรคแมลง	●	◖	○	●
การส่งข้อมูลกลับโดยผู้ใช้ เช่น บันทึกกิจกรรม, ข้อมูลทดสอบดิน,รายงานอากาศจากพื้นที่	●	○	○	●
แพลตฟอร์ม	website	website	website tablet smartphone	website/tablet/ smartphone/ software
หน่วยงานรับผิดชอบ	รัฐบาล เอกชน เกษตรกร	กรมอุตุฯ สถานีวิจัยเกษตรท้องถิ่น มหาวิทยาลัย	สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัย	บริษัทผู้พัฒนาซอฟท์แวร์

● มี ◖ มีแต่ยังไม่สมบูรณ์ ○ ไม่มี

5.4 บทวิเคราะห์สถานภาพของการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตรในประเทศไทย

จากการเข้าพบเพื่อหารือกับหน่วยงานปฏิบัติหลายหน่วยงาน พบว่าประเทศไทยมีโครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูลที่มีศักยภาพเพียงพอจะพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจได้ เนื่องจากรัฐบาลไทยเริ่มให้ความสำคัญกับการทำข้อมูลด้านการเกษตรให้เป็นดิจิทัล และสนับสนุนให้เกษตรกรใช้เทคโนโลยีสารสนเทศประกอบการทำกิจการมากขึ้น โดยได้จัดตั้งศูนย์การเรียนรู้ ICT 1,998 ศูนย์ ใน 77 จังหวัด นอกจากนี้ หน่วยงานในต่างประเทศก็มีความพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากหลากหลายช่องทาง ตัวอย่างที่มาของข้อมูลที่อาจนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ด้านการเกษตรมีดังต่อไปนี้

ข้อมูลพยากรณ์อากาศ

- กรมอุตุนิยมวิทยา มีข้อมูลพยากรณ์อากาศและข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลัง พร้อมส่วนต่อประสานโปรแกรม (API) ที่พร้อมให้บริการกับทั้งภาครัฐและเอกชน
- โครงการคลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่งชาติ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยงานต่างๆ กว่า 30 หน่วยงานได้ร่วมกันบูรณาการฐานข้อมูลเกี่ยวกับน้ำและอากาศ 377 รายการ จัดทำเป็นฐานข้อมูลระดับชาติ เพื่อพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการน้ำ
- ข้อมูลพยากรณ์อากาศท้องถิ่น (16 วัน) โดยบริษัทเอกชนต่างประเทศ

ข้อมูลเชิงแผนที่ด้านดินและน้ำ

- กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จัดทำโครงการแผนที่เกษตรเพื่อการบริหารจัดการเชิงรุก (AGRI-MAP)
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) จัดทำโครงการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเกษตรด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GIS-AGRO)
- World Soil Information (ISRIC) ให้บริการ ข้อมูลสถานภาพดินความละเอียด 1X1 ตารางกิโลเมตร

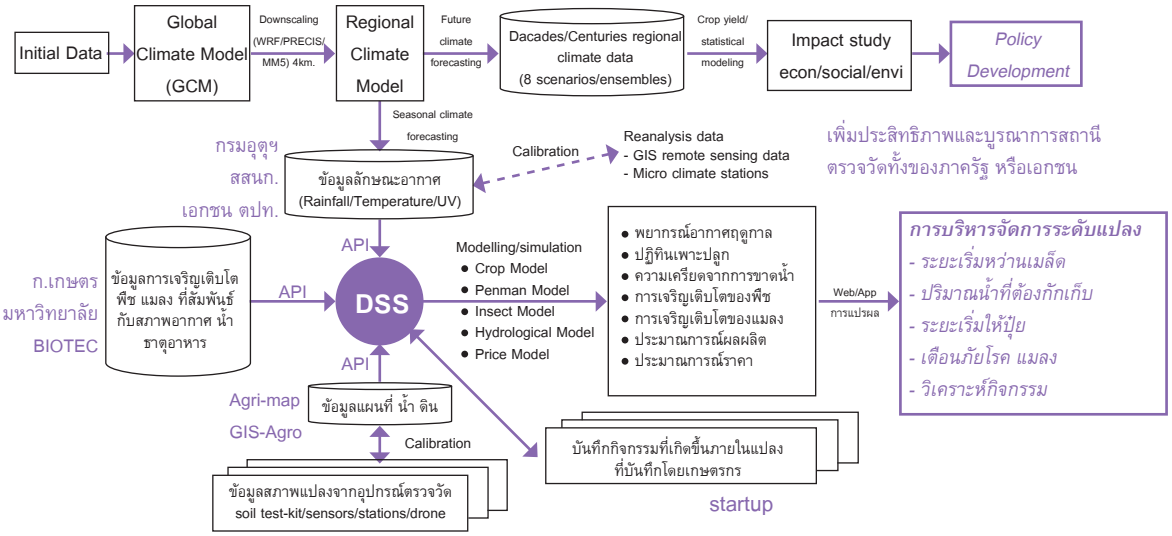
ข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชหลักและแมลงศัตรูพืช

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยภาครัฐ มีคลังข้อมูลจากการทำวิจัยที่เก็บข้อมูลพืชและแมลงศัตรูพืชไว้หลากหลายชนิด

ข้อมูลจากการตรวจวัดภายในแปลง

- บริษัท ดูอินไทย พัฒนาแอพพลิเคชั่น Meal Fiction ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มให้เกษตรกรบันทึกกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในแปลง รวมถึงบันทึกข้อมูลสภาพอากาศเป็นประจำทุกวัน ซึ่งข้อมูลจะถูกส่งกลับเข้าสู่ระบบและนำไปประมวลให้ระบบแม่นยำขึ้น
- ผู้ประกอบการเกษตร ร่วมทำวิจัยกับมหาวิทยาลัย โดยมีข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ และเซนเซอร์ตรวจวัดสภาพดินส่วนบุคคล

รูปที่ 5-1 ข้อเสนอระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Supporting System: DSS) เพื่อกิจกรรมทางการเกษตรของประเทศไทย



5.5 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ข้อมูลที่เกี่ยวกับอากาศ ดิน และน้ำ เป็นข้อมูลที่สำคัญต่อเกษตรกร เนื่องจากเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต พัฒนาการ และผลผลิตของพืชที่ปลูก ข้อมูลเหล่านี้หากมีความละเอียดในระดับแปลง จะยิ่งทำให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจและบริหารแปลงของตนได้ดีขึ้น ซึ่งที่ผ่านมาเกษตรกรไทยยังไม่มีโอกาสใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านี้อย่างเต็มที่ด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น ข้อมูลไม่ตอบโจทย์ความต้องการ เกษตรกรยังไม่ทราบว่าเข้าถึงข้อมูลได้อย่างไร หรือจะสามารถนำข้อมูลไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อย่างไร เป็นต้น

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS) ด้านการเกษตรในรูปแบบของฟรีแวร์หรือแอพพลิเคชั่น เป็นซอฟท์แวร์ที่รวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับภาคเกษตรมาประมวลผลให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการดำเนินกิจกรรมของเกษตรกร ตั้งแต่การเริ่มฤดูเพาะปลูกไปจน ถึงการเก็บเกี่ยวและขนส่งผลผลิต ตัวอย่างเช่น การนำพยากรณ์อากาศระดับฤดูกาลมาพัฒนาควบคู่กับปฏิทินเพาะปลูก การนำข้อมูลอุณหภูมิสะสมมาคาดการณ์ระยะเก็บเกี่ยว หรือระยะระบาดของแมลงศัตรูพืช การจัดทำแผนที่แปลงที่สามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับการให้น้ำและปุ๋ย การพยากรณ์อากาศล่วงหน้าเพื่อแนะนำวันที่ควรขนส่งผลผลิต เป็นต้น

ในยุคที่เทคโนโลยีสารสนเทศก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว เกษตรกรในปัจจุบันสามารถเข้าถึง อินเตอร์เนตและสมาร์ทโฟน และมีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS) ด้านการเกษตรในรูปแบบของฟรีแวร์หรือแอพพลิเคชั่นที่มีเกษตรกรเป็นผู้ใช้ จึงเริ่มมีความเป็นไปได้มากขึ้นด้วย และอาจเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ที่จะทำให้ข้อมูล องค์ความรู้ และเทคโนโลยีถูกถ่ายทอดไปยังเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเกษตรกรสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและลดการพึ่งพาเจ้าหน้าที่ภาครัฐที่มีอยู่อย่างจำกัด

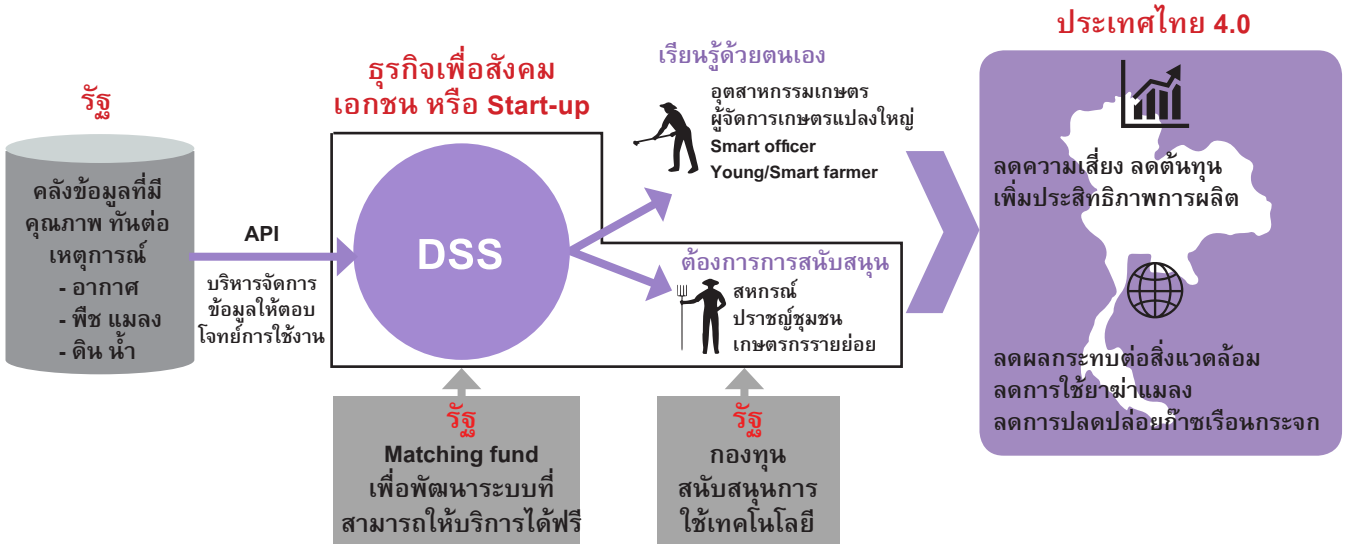
หน่วยงานภาครัฐหลายหน่วยงานได้เห็นความสำคัญของการนำข้อมูลภาครัฐที่มีอยู่มาพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เช่น Agri-map หรือ GIS-Agro เพื่อให้เจ้าหน้าที่ภาครัฐใช้ประกอบการวางนโยบายการบริหารจัดการพื้นที่เกษตร อย่างไรก็ตาม DSS ที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับเกษตรกรยังมีน้อยมาก และแทบไม่มีแอพพลิเคชั่นด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต แอพพลิเคชั่นที่ประสบความสำเร็จและสามารถรักษาฐานผู้ใช้ไว้ได้ยังมีน้อยมากเช่นกัน

การให้บริการอย่างมืออาชีพจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด ที่จะทำให้ข้อมูลและเทคโนโลยีนี้ไปสู่มือเกษตรกรได้ ดังนั้น หน่วยงานที่จะรับผิดชอบนำข้อมูลมาพัฒนาเป็นฟรีแวร์ หรือแอพพลิเคชั่น จึงต้องมีความพร้อมในด้านเทคโนโลยีและ มีความคล่องตัวสูง มีรูปแบบธุรกิจที่ทำให้สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน สามารถดำเนินกิจกรรมที่จำเป็น เช่น การฝึกอบรมและประชาสัมพันธ์เพื่อเพิ่มยอดผู้ใช้ พร้อมให้บริการแก้ไขปัญหาตลอดเวลาได้ ดังนั้น จึงไม่จำกัดว่าหน่วยดำเนินการจะต้องเป็นหน่วยงานภาครัฐเท่านั้น แต่อาจเป็นภาคเอกชน องค์กรไม่แสวงผลกำไร หน่วยงานการศึกษา หรือกิจการเพื่อสังคม

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายฉบับนี้ขอเสนอแนะบทบาทหน้าที่ของแต่ละภาคส่วนในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการเกษตร ดังนี้

รัฐ	o สนับสนุนการจัดทำฐานข้อมูลที่เป็นประโยชน์กับ DSS และรูปแบบการเชื่อมต่อข้อมูล o ลงทุนร่วมกับเอกชนพัฒนา DSS ที่ตอบสนองการใช้งานของเกษตรกรรายย่อย แบบไม่มีค่าบริการ o สนับสนุนงบประมาณให้เกษตรกร ในกรณีที่ต้องมีการลงทุนติดตั้งอุปกรณ์หรือเทคโนโลยี เพื่อการปรับตัวอื่นเพิ่มเติม
เอกชน	o พัฒนา DSS เพื่อนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการผลิตในภาคเกษตรมาประมวลผลให้อยู่ในรูปแบบที่เกษตรกรนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด o ให้บริการอย่างต่อเนื่องและทั่วถึง มีการเพิ่มฟังก์ชันสำหรับ พืชเศรษฐกิจประเภทอื่น ๆ o ต่อยอด DSS เพื่อตอบสนองการใช้งานของกลุ่มผู้ประกอบการเกษตรแบบมีค่าบริการ
เกษตรกร และผู้ประกอบการ	o เรียนรู้ ใช้งาน นำข้อมูลไปประกอบการตัดสินใจเพื่อลดความเสี่ยง เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และทำเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม o บันทึกกิจกรรม ให้ความร่วมมือในการรายงานข้อมูลกลับอย่างต่อเนื่อง

รูปที่ 5-2 ข้อเสนอบทบาทและหน้าที่ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับ DSS



กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สวทน
WWW.STI.OR.TH

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
เลขที่ 319 อาคารจัตุรัสจามจุรี ชั้น 14 ถนนพญาไท
แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
อีเมล์ : ifc@sti.or.th เว็บไซต์ : www.sti.or.th