



แผนปฏิบัติการ  
**เทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง  
 สภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย**  
 การปรับตัวภาคการเกษตร



สวทช. NSTDA BIOTEC  
 a member of NSTDA

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

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค)  
 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ  
 113 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง  
 อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12120  
 อีเมล : pbu@biotec.or.th เว็บไซต์ : www.biotec.or.th



สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์  
 เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ



แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ  
ของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร  
**Climate change Technology Action Plan : Adaptation in Agriculture Sector**

พิมพ์ครั้งที่ 1  
จำนวน 500 เล่ม  
ตุลาคม 2558

**จัดทำโดย**

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ  
319 อาคารจัตุรัสจามจุรี ชั้น 14 ถนนพญาไท แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน  
กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ : 02-160-5432-7 ต่อ 310

โทรสาร : 02-160-5438

E-mail : [ene@sti.or.th](mailto:ene@sti.or.th)

website : [www.sti.or.th](http://www.sti.or.th)

**ผลิตและออกแบบโดย**

Birch Creation Company Limited



# สารบัญ

	หน้า
คำนำ	F
บทสรุปผู้บริหาร	G
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี	1
1.2 กรอบแนวคิดของการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี	6
1.3 วิธีการดำเนินงาน	8
บทที่ 2 แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย	13
2.1 เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์	14
2.2 เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ	55
2.3 เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และระบบเตือนภัย	68
2.4 สรุปประเด็นปัญหาและข้อจำกัดของการพัฒนาเทคโนโลยี	81
2.5 แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ	84
บทที่ 3 แผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร	113
3.1 ปัญหาและอุปสรรคสำคัญในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเกษตรกรไทย	119
3.2 แผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร	143



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 แสดงปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดของไทยปี พ.ศ. 2552-2556	54
ตารางที่ 2-2 กำลังคนในศาสตร์ต่างๆ และโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา เทคโนโลยีเป้าหมาย	85
ตารางที่ 3-1 อัตราการขยายตัว (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ สาขาเกษตร	114
ตารางที่ 3-2 พื้นฐานการศึกษา ที่มาของทักษะและเทคโนโลยีที่เกษตรกรใช้	115
ตารางที่ 3-3 ภัยคุกคาม ผลกระทบ และความเปราะบางของภาคเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	117

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1-1 Projected Changes in Agricultural Productivity-2080	2
รูปที่ 1-2 องค์ประกอบของแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี	5
รูปที่ 1-3 กรอบแนวคิดการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย: การปรับตัวภาคการเกษตร	7
รูปที่ 1-4 วิธีการดำเนินงาน การจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย: การปรับตัวภาคการเกษตร	10
รูปที่ 2-1 ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์พืช	38
รูปที่ 2-2 การใช้ High Throughput Phenotyping ค้นหาเพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ 40	
รูปที่ 2-3 การประเมินลักษณะที่ต้องการโดยใช้ High Throughput Phenotyping Platform	41
รูปที่ 2-4 ระบบ High Throughput Phenotyping ที่บูรณาการเทคโนโลยีต่างๆ ไว้ด้วยกัน	42
รูปที่ 2-5 แผนที่แสดงประเทศที่มีการปลูกพืชจีเอ็ม พ.ศ. 2557	50
รูปที่ 2-6 สถานภาพความก้าวหน้าของการใช้ประโยชน์พืชดัดแปลงพันธุกรรมของบางประเทศ	52
รูปที่ 2-7 เปรียบเทียบผลผลิตข้าวโพดต่อพื้นที่ของไทยและสหรัฐอเมริกา	53
รูปที่ 2-8 องค์ประกอบของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ	56
รูปที่ 2-9 หลักการของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ	57
รูปที่ 2-10 ขั้นตอนการดำเนินงานของระบบพยากรณ์และเตือนภัย	70
รูปที่ 2-11 องค์ประกอบของเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย	72
รูปที่ 3-1 แผนภาพแสดงการสนับสนุนการพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ชุมชนของ สวทช. ร่วมกับ หน่วยงานเครือข่าย	129
รูปที่ 3-2 โครงสร้างอายุของเกษตรกร พ.ศ. 2530-2554	140
รูปที่ 3-3 แผนภาพสรุปความเชื่อมโยงระหว่างปัญหา อุปสรรค และกลยุทธ์	145

D แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรับตัวภาคการเกษตร



# คำนำ

ประเทศไทยได้รับการสนับสนุนจากกองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (Global Environmental Facility: GEF) และโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP) ทำโครงการประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (Technology Needs Assessment: TNA) เสนอต่อสำนักงานเลขาธิการอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เมื่อ พ.ศ. 2555 เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเร่งรัดการดำเนินการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีภายใต้อนุสัญญาฯ และนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีของประเทศต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานโครงการฯ ดังกล่าว สวทน. ได้มอบหมายให้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ทำโครงการประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในภาคการเกษตร (Climate Change Technology Needs Assessment for Thailand: Adaptation in Agriculture Sector) ผลการศึกษาชี้ข้อสรุปว่า เทคโนโลยีการปรับตัวภาคการเกษตรที่ประเทศไทยต้องการในระยะ 10 ปี ได้แก่ 1) เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และระบบเตือนภัย (Forecasting and Early Warning) 2) เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ (Crop Improvement) และ 3) เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Precision Farming) อย่างไรก็ตาม โครงการประเมินความต้องการเทคโนโลยีดังกล่าว เป็นการประเมินความต้องการและจัดลำดับความต้องการเทคโนโลยีเท่านั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาแนวทางเชิงลึกถึงรูปแบบ วิธีการ ระยะเวลาที่เหมาะสมแก่การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้รับการจัดลำดับ

สวทน. ได้มอบหมายให้ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) ร่วมกับฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย สวทช. จัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร ในการผลักดันและส่งเสริมให้ภาคการเกษตรของประเทศไทยมีการใช้เทคโนโลยี เพื่อสร้าง/เพิ่มความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ การมีแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยนับเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญ สำหรับการผลักดันในระดับนโยบายและการขยายผลสู่การปฏิบัติจริง แผนปฏิบัติการที่ชัดเจนจะช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมุ่งสู่เป้าหมายในทิศทางเดียวกัน ทั้งด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี การสาธิตและถ่ายทอดเทคโนโลยี จนถึงการขยายผลให้มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง แผนปฏิบัติการที่จัดทำขึ้น มีรูปแบบ วิธีการ ระยะเวลาดำเนินการ ที่ครอบคลุมตั้งแต่การพัฒนา/จัดหา สาธิต ถ่ายทอด และขยายผลสู่การนำไปใช้ รวมถึงมีการกำหนดผู้รับผิดชอบที่ชัดเจน และผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ  
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ  
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ  
ตุลาคม 2558

# บทสรุปผู้บริหาร

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของฤดูกาลส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรเป็นอย่างมาก สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ทำการประเมินความต้องการเทคโนโลยี เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ในการตอบสนองเป้าหมายการเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอกับความต้องการที่เพิ่มขึ้น และสร้างดุลยภาพระหว่างการเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่กับการผลิตอย่างยั่งยืน ด้วยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปพร้อมกัน จากการประชุมผู้เกี่ยวข้อง ได้จัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีไว้ 3 เทคโนโลยี ดังนี้

- 1) เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และระบบเตือนภัย (Forecasting and Early Warning System)
- 2) เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ (Crop Improvement)
- 3) เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Precision Farming)

รายงานฉบับนี้เป็นการจัดทำ “แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย: การปรับตัวภาคการเกษตร (พ.ศ. 2558-2567)” โดยให้ความสำคัญกับ 1) การสร้างความสามารถด้านเทคโนโลยีฐานและการบูรณาการเทคโนโลยีสหสาขา 2) การใช้กลไกการมีส่วนร่วมระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน เกษตรกรและนักวิจัย ในกระบวนการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่การปฏิบัติ และ 3) การเสริมสร้างขีดความสามารถของบุคลากร ครอบคลุมทั้งกลุ่มเกษตรกร เจ้าหน้าที่ภาครัฐ นักวิจัยและนักวิชาการ ให้มีคุณภาพและความเข้มแข็ง เพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย “ภาคการเกษตรไทยปรับตัวได้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมรักษา/เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและสร้างคามยั่งยืนของภาคเกษตร” รายละเอียดของแผนปฏิบัติการ แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นแผนปฏิบัติการระยะระยะ 10 ปี เพื่อสร้างความสามารถในการวิจัยและพัฒนา ควบคู่กับการพัฒนากำลังคนใน 3 เทคโนโลยีเป้าหมาย รวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและนโยบาย/กฎระเบียบที่สำคัญ และ 2) แผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร มุ่งเน้นการดำเนินการร่วมกันระหว่างภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร

## 1. แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เป้าหมายของแผนปฏิบัติการนี้เป็นการสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีเพื่อใช้ปรับปรุงพันธุ์พืชที่ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลผลิตพืชที่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และเทคโนโลยีการพยากรณ์และระบบเตือนภัย ช่วยลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียอันเกิดจากภัยพิบัติและศัตรูพืช ดังนั้น การพัฒนากำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องควบคู่ไปกับการปฏิบัติจริง คือ การทำการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งการสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐาน จึงเป็นส่วนสำคัญของแผนปฏิบัติการ จากการพิจารณาข้อจำกัดในการพัฒนาและใช้เทคโนโลยีทั้ง 3 ด้านที่ผ่านมา พบว่ามีข้อจำกัดในภาพรวมที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ประเทศไทยยังมีการทำวิจัยไม่เพียงพอ จากข้อจำกัดในการลงทุนวิจัยพัฒนา และกำลังคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิจัยพื้นฐานด้านการเกษตร เช่น วิทยาการพืช (Plant sciences) การประยุกต์นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้กับงานวิจัยการเกษตรยังคงค่อนข้างจำกัด เช่น เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Analysis) และระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automation) การบูรณาการระหว่างศาสตร์ เช่น การทำงานร่วมกันระหว่างนักชีวโมเลกุลและนักปรับปรุงพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์พืช การทำงานร่วมกันระหว่างนักชีววิทยา กัญญาวิทยา นักคณิตศาสตร์ ผู้พัฒนาโมเดล เพื่อพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยการระบาดของแมลงศัตรูพืช ยังอยู่ในระยะเริ่มต้น จำเป็นต้องมีการบริหารจัดการให้การวิจัยเป็นไปในลักษณะ การบูรณาการศาสตร์ และสร้างความรู้ฐานด้านการเกษตรให้มากขึ้น เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพืชและสัตว์ที่จำเพาะของประเทศและปฏิสัมพันธ์ต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป นอกจากนี้การบูรณาการศาสตร์ที่ต้องมีการบริหารจัดการแล้ว โครงการที่มีความสำคัญสูงและมุ่งเป้าชัดเจน ควรทำในลักษณะโครงการมุ่งเป้าระดับชาติ มีการพัฒนากำลังคนด้านวิจัยทั้งในภาครัฐและเอกชนขนานไปกับการทำวิจัยในลักษณะการฝึกปฏิบัติงานจริง (On the Job Training) ส่งเสริมการพัฒนาคน นอกกระบวนมหาวิทยาลัย/โรงเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต นอกจากนี้ ประเทศไทยยังมีปัญหาขาดโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการวิจัย เนื่องจากไม่มีการลงทุนมากพอ เช่น ธนาคารเชื้อพันธุกรรมพืช สัตว์ จุลินทรีย์ก่อโรค เป็นต้น รวมถึงมีปัญหาด้านนโยบายที่ไม่เอื้อต่อการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยี เช่น นโยบายจีเอ็มโอ กฎระเบียบการนำเข้า-ส่งออกพันธุกรรมพืช เป็นต้น

จากปัญหาและข้อจำกัดในการพัฒนาเทคโนโลยีแต่ละด้านที่คล้ายกัน แผนปฏิบัติการ

ด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงเป็นแผนปฏิบัติการสร้างความสามารถที่รวมเทคโนโลยีเป้าหมายทั้ง 3 เข้าด้วยกัน แบ่งตามพันธกิจการวิจัยพัฒนา การพัฒนา กำลังคน และโครงสร้างพื้นฐาน แต่ละแผนงานมีกิจกรรมที่สอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย ที่มีทั้งกิจกรรมที่เป็น Cross Cutting และจำเพาะกับแต่ละเทคโนโลยี มีการกำหนด พืชเป้าหมายที่ต้องเร่งดำเนินการเป็นลำดับแรกๆ หรือเป็นโมเดลต้นแบบดำเนินงานของแผนปฏิบัติการ เพื่อให้แผนปฏิบัติการมีความชัดเจนในทางปฏิบัติและเห็นผลในระยะเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งกำหนดกลยุทธ์ของการผลักดันแผนปฏิบัติการให้ได้ผลสำเร็จตามเป้าหมายซึ่งประกอบด้วย การจัดทำโครงการในระดับโปรแกรม (Program Base) โดยมีหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญ ในการบริหารจัดการเป็นผู้บริหารโปรแกรม การสนับสนุนการสร้างความสามารถด้านการวิจัย และพัฒนาควบคู่กับการพัฒนากำลังคน การถ่ายทอดเทคโนโลยีและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การใช้กลไกคลังเตอร์เชื่อมโยงและผลักดันให้เกิดโครงการความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และเกษตรกรในพื้นที่ และการสร้างความร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนาระดับนานาชาติ เพื่อ การถ่ายทอดเทคโนโลยี และพัฒนาโครงการร่วมวิจัยระหว่างประเทศ (International Collaboration) ทั้งในระดับโลกและอาเซียน

### แผนปฏิบัติการที่ 1 การสร้างความสามารถในการวิจัยและพัฒนา และการสร้างความเข้มแข็งด้านกำลังคน

เห็นสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุล (Marker Assisted Selection : MAS) ในการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อพัฒนาพืชสายพันธุ์การค้าหรือที่เป็นที่นิยมให้มีลักษณะทน หรือปรับตัวได้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พืชเป้าหมายได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย และเมล็ดพันธุ์ (ข้าวโพด พริก มะเขือเทศ) การประเมินพันธุกรรมพืชเพื่อเผยแพร่ใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ การพัฒนาเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) โดยเฉพาะการพัฒนาเทคโนโลยีฐาน เช่น การถ่ายยีนสู่พืชเป้าหมาย การค้นหา ยีนเป้าหมายจากสิ่งมีชีวิตต่างๆ เป็นต้น การสร้างพืชจีเอ็มต้นแบบ การประเมินความปลอดภัยในระดับต่างๆ และการสร้างความสามารถในการควบคุมการประเมินความปลอดภัย ตัวอย่าง พืชต้นแบบ ได้แก่ ข้าวโพดใช้ปุ๋ยและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ทนยาปราบวัชพืช แมลงศัตรูพืช ไม้ดอกไม้ประดับยืดอายุปักแจกัน สนับสนุนการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเกษตรแม่นยำ เพื่อการจัดการทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาองค์ความรู้

ด้านสรีรวิทยา ชีววิทยาของพืชที่ตอบสนองต่อปัจจัยการผลิต การพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดสภาพแวดล้อม องค์ประกอบและสถานะของพืช เช่น เทคโนโลยีเซนเซอร์ เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Analysis) การควบคุมระยะไกล (Remote Sensing) ซึ่งเป็นเทคโนโลยี Cross Cutting การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการทำเกษตรแม่นยำเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในมันสำปะหลัง อ้อย ข้าว และการเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่งเสริมการวิจัยพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยเพื่อการผลิตผลการเกษตร เช่น การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว การระบาดของโรคกุ้ง เช่น ตัวแดงดวงขาว โรคตายด่วน (EMS) เป็นต้น การวิจัยพัฒนาและใช้เทคโนโลยีตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพและชีววิทยา พัฒนาระบบแจ้งเตือนภัยและการสื่อสารข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกร **พัฒนากำลังคน** ผลิตบุคลากรระดับปริญญาโท-เอก ที่มีโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพันธุ์ เกษตรแม่นยำ และระบบพยากรณ์และเตือนภัย เป็นต้น การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการรูปแบบ On the Job Training และการอบรมระยะสั้นอย่างต่อเนื่อง ในชุดความรู้ที่จำเป็น เช่น การปรับปรุงพันธุ์โดยใช้ MAS ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีมาตรฐาน วิทยาการสมัยใหม่สำหรับการปรับปรุงพันธุ์และเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ และเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย เป็นต้น

## แผนปฏิบัติการที่ 2 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

ยกระดับหน่วยเก็บเชื้อพันธุกรรมพืชที่มีคุณภาพเป็นหน่วยเก็บพันธุกรรมระดับประเทศ อาทิ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด พริก พร้อมทั้งสนับสนุนชุมชนในการรวบรวมพันธุ์ท้องถิ่น เพื่อใช้ประโยชน์เป็นแหล่งอาหารและสร้างอาชีพ การจัดตั้งระบบคัดเลือกลักษณะที่ปรากฏอย่างรวดเร็ว (**High Throughput Phenotyping Screening**) จำนวน 2 แห่ง ในระยะ 5 ปี (รวมโรงเรียน) ที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมพร้อมให้การร่วมวิจัย/บริการ การศึกษาสรีรวิทยาของพืชเพื่อให้เกิดความรู้สู่การปรับปรุงพันธุ์ และงานทางด้านเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ การจัดตั้งศูนย์รับส่งข้อมูลระดับพื้นที่เพื่อการติดตามการเปลี่ยนแปลงและเตือนภัย เพื่อลดความเสี่ยงและความเสียหายจากการเกิดโรคและวางแผนปรับเปลี่ยนการผลิตได้อย่างเหมาะสม และลดงบประมาณที่ต้องใช้ชดเชยเกษตรกร นอกจากนี้ ให้ความสำคัญกับการผลักดันด้านกฎหมาย/นโยบายที่เป็นเงื่อนไขของการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี เช่น นโยบายจีเอ็มโอ ระเบียบการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรม เพื่อให้ประเทศใช้ศักยภาพความก้าวหน้าเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมได้เต็มศักยภาพ

K แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรับตัวภาคการเกษตร

## แผนปฏิบัติการที่ 3 กลไกการบริหารจัดการและพัฒนางานวิจัย

การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างศาสตร์ต่างๆ (Multidisciplinary) การสร้างเครือข่ายการติดตามประเมินผล และการนำไปใช้ ต้องการกลไกบริหารจัดการและพัฒนางานวิจัยอย่างต่อเนื่อง มีการบริหารจัดการเพื่อสนับสนุนการวิจัย การพัฒนากำลังคน และโครงสร้างพื้นฐาน การประสานงานเพื่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีและขยายผลสู่ผู้ใช้ สร้างเครือข่าย (Networking) ให้เกิดการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยต่างศาสตร์ และกับต่างประเทศเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีและร่วมวิจัย และจัดสัมมนาวิชาการระดับชาติและนานาชาติ

## 2. แผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร

เป้าหมายของแผนปฏิบัติการนี้ มุ่งยกระดับรายได้ คุณภาพชีวิต และความมั่นคงในอาชีพเกษตรกรด้วยการปรับใช้ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาศักยภาพเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและเกษตรกร แกนนำให้มีทักษะ ความรู้ใหม่ มีกระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่เอื้อต่อการกระจายหรือปรับใช้เทคโนโลยีในวงกว้างอย่างยั่งยืน และสร้างเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีและความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและรายได้ หากพิจารณาภาพรวมของภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา พบว่าเกษตรกรไทยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการเกษตรน้อย โดยเฉพาะการใช้และขยายผลเทคโนโลยีสู่เกษตรกรรายย่อย ประเด็นปัญหาสำคัญ ได้แก่ 1) ขาดแหล่งข้อมูลประเภทเบ็ดเสร็จที่เกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องต้องการและนำไปใช้ได้ 2) ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานและการให้บริการของรัฐในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลของเกษตรกรรายย่อยยังไม่เพียงพอ 3) ข้อจำกัดของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมในการใช้ไอทีและความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาขึ้น 4) ขาดปัจจัยสนับสนุนให้เกิดระบบนวัตกรรมเกษตร และนำเทคโนโลยีไปใช้ในระดับชุมชน ทั้งด้านเงินลงทุน การจัดกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และการสาธิต และ 5) เกษตรกรมีอายุมากขึ้น คนรุ่นใหม่ไม่นิยมทำอาชีพเกษตรกร

จากปัญหาและข้อจำกัดดังกล่าว แผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกรไทยจึงเป็นแผนปฏิบัติการที่มุ่งเน้นการสร้าง/การจัดการข้อมูล ความรู้ และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาระบบนวัตกรรมเกษตร การพัฒนากลไกการสื่อสาร กระจายความรู้และเทคโนโลยี



สู่เกษตรกร การพัฒนาเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและเกษตรกรรุ่นใหม่ และการบริการโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรระดับท้องถิ่น ทั้งนี้ กลยุทธ์ในการผลักดันแผนปฏิบัติการให้ได้ผลสำเร็จตามเป้าหมาย ใช้กลไกความร่วมมือระหว่างรัฐ เอกชน และเกษตรกร จัดให้มีหน่วยจัดการความรู้เชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานผลิตความรู้และเทคโนโลยีกับหน่วยส่งเสริมเทคโนโลยี การลงทุนโครงสร้างพื้นฐานการสื่อสารและไอที เพื่อให้เกษตรกรมีโอกาสเข้าถึงบริการของรัฐอย่างทั่วถึง และมีมาตรการสนับสนุนเงินกู้ในกรณีเกษตรกรต้องลงทุนเทคโนโลยี

## แผนปฏิบัติการที่ 1 การจัดการข้อมูล ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา ระบบนวัตกรรมเกษตรของเกษตรกรรายย่อย

รวบรวมข้อมูล ความรู้ และเทคโนโลยีของหน่วยงานผลิตความรู้/เทคโนโลยี จัดทำเป็นฐานข้อมูลที่มีการจัดหมวดหมู่และค้นหาได้ง่าย เพื่อการเผยแพร่ผ่านช่องทางเว็บไซต์ที่มีความจำเพาะและเหมาะสมเชื่อมโยงข้อมูลความรู้การเกษตรจากหน่วยงานที่ผลิตความรู้ (มหาวิทยาลัย/สถาบันวิจัย) กับหน่วยงานส่งเสริม (กรมส่งเสริมการเกษตร/ร.ก.ส.) จัดทำสื่อเผยแพร่ความรู้/เทคโนโลยีให้อยู่ในรูปแบบง่าย เช่น Infographic ในรูปของโปสเตอร์ บอร์ดสื่อความหมาย หรือวีดีโอเพื่อการเผยแพร่สู่เกษตรกรโดยตรงในวงกว้าง จัดทำเป็นฐานข้อมูลหรือเว็บไซต์ที่มีความจำเพาะ เหมาะสม ค้นหาได้ง่าย สัมเคราะห์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เกษตรกรเข้าใจและใช้งานได้

## แผนปฏิบัติการที่ 2 การสื่อสาร กระจายความรู้ และเทคโนโลยีสู่เกษตรกรให้เกิดการนำไปใช้จริง

เชื่อมโยงความรู้ผ่านเครือข่ายสื่อสารที่มีอยู่ เช่น e-DLTV ระบบการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียมสำหรับนักเรียนในชนบท รวมถึงสื่อการเกษตรประเภทต่างๆ เช่น โทรทัศน์ วิทยุ และสิ่งพิมพ์ การเชื่อมโยงความรู้กับหน่วยงานในพื้นที่ เช่น ศูนย์เรียนรู้ชุมชน โรงเรียนส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การถ่ายทอดเทคโนโลยีร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่

### แผนปฏิบัติการที่ 3 พัฒนาเจ้าหน้าที่ส่งเสริม (Smart Officer) เกษตรกรแกนนำ และเกษตรกรรุ่นใหม่ (Smart Farmer) ผ่านการฝึกอบรมและการฝึกปฏิบัติจริง

จัดอบรมเชิงปฏิบัติให้กับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและเกษตรกรแกนนำอย่างสม่ำเสมอ สนับสนุน การดูงานแลกเปลี่ยนความรู้กับพื้นที่อื่น สร้างเกษตรกรรุ่นใหม่โดยเน้นหลักสูตรเรียนรู้จากการ ปฏิบัติจริง (On the Job Training) ผลิตสินค้าเกษตรที่มีราคาสูง

### แผนปฏิบัติการที่ 4 บริการโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ระดับท้องถิ่น

จัดตั้งศูนย์ให้บริการการเกษตรระดับชุมชน หมู่บ้าน เช่น เครื่องจักรกลการเกษตร การ ตรวจวิเคราะห์ดิน ศูนย์บริการจัดหาปัจจัยการผลิต เช่น แม่ปุ๋ยสั่งตัด จัดตั้งศูนย์บริการข้อมูล ระดับพื้นที่เพื่อติดตามข้อมูลสภาวะอากาศ โรค และการเตือนภัย โครงสร้างพื้นฐานที่จัดตั้งขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรและสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ของเกษตรกร นำ ไปสู่การสร้างนวัตกรรมของชุมชน





แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย การปรับตัวภาคการเกษตร

---

## 1.1 ความเป็นมาของการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี

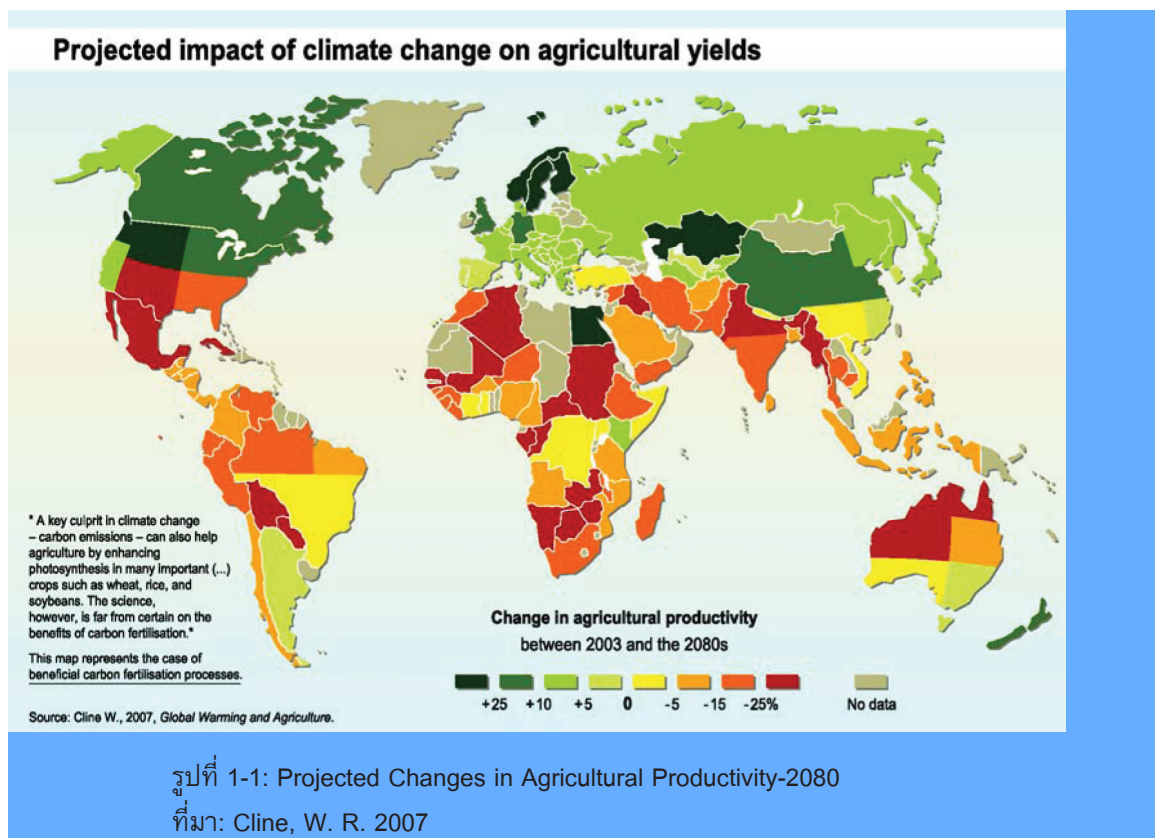
ธนาคารเพื่อการพัฒนาเอเชียระบุว่า ภาคเกษตรเป็นกลุ่มที่รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรุนแรงที่สุด แม้ว่าที่ผ่านมาทั่วโลกมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรอย่างต่อเนื่อง แต่การทำเกษตรส่วนใหญ่ยังต้องพึ่งพาสภาวะแวดล้อมทางธรรมชาติเป็นหลัก<sup>1</sup> จากรายงานของ คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Inter Governmental Panel on Climate Change: IPCC) ค.ศ. 2014 ระบุว่า หากภาคเกษตรไม่มีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ใน ค.ศ. 2050 ผลผลิตการเกษตรที่สำคัญ เช่น ข้าวสาลี ข้าว และข้าวโพด ในพื้นที่เขตร้อนและอบอุ่นจะมีปริมาณผลผลิตลดลงร้อยละ 25 เมื่อเทียบกับศตวรรษที่ 20 ส่งผลต่อความมั่นคงด้านอาหารของโลก<sup>2</sup> โดยเฉพาะผลผลิตข้าว การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้ผลผลิตข้าวในเอเชียมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจนอยู่ในระดับที่เริ่มส่งผลต่อผลผลิต (Heat Stress) พื้นที่เพาะปลูกในที่ลุ่มจะได้รับผลกระทบจากระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบรุนแรงได้แก่ พื้นที่เขตร้อน โดยเฉพาะเอเชียใต้ ในขณะที่เดียวกัน สภาพภูมิอากาศที่แปรปรวน ไม่เป็นไปตามฤดูกาลปกติ ส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตรเช่นกัน โดยอาจทำให้พืชไม่ออกดอกหรือออกล่าช้า มีการระบาดของโรคพืชและแมลงใหม่ๆ ที่มากับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป การศึกษาของ Cline (2007) ระบุว่า อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรในบริเวณพื้นที่เขตร้อนมีแนวโน้มลดลง (รูปที่ 1-1)

นอกจากการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Mitigation) ที่เกิดจากการเกษตรกรรม การสร้างความสามารถในการปรับตัวของภาคการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องสำคัญและต้องเร่งดำเนินการ โดยเฉพาะการวิจัยพัฒนา ถ่ายทอดและปรับใช้เทคโนโลยี

1 Fan Zhai and Juzhong Zhuang, 2009

2 IPCC, 2014. Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.

เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation Technology) จากรายงานของ IPCC ระบุว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น การปรับตัวภาคเกษตร จะช่วยลดความรุนแรงของผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยเฉพาะการลดลงของปริมาณผลผลิต การศึกษาของ Tao และ Zhang (2010) โดยใช้แบบจำลอง ชี้ว่าการปลูกข้าวโพดที่ปรับปรุงพันธุ์ให้ทนร้อนในบริเวณพื้นที่ภาคเหนือของจีน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่คาดว่าจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ในช่วง ค.ศ. 2050 ผลผลิตเฉลี่ยในพื้นที่ดังกล่าวคาดว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 แต่ในกรณีไม่มีการปรับตัว ผลผลิตเฉลี่ยจะลดลงร้อยละ 13-19<sup>3</sup>



3 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC 5th Assessment Report

ประเทศไทย ถูกจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะ 30 ปีข้างหน้า มากเป็นอันดับที่ 14 จาก 170 ประเทศ ที่ผ่านมา ประเทศไทยเริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงมาแล้วระยะหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ปัญหาน้ำท่วมฉับพลันเมื่อ พ.ศ. 2554 มีพื้นที่นาข้าวเสียหายรวมกันมากกว่า 10 ล้านไร่ ผลผลิตข้าวเสียหายรวมกว่า 2.5 ล้านตัน ชาวนามากกว่า 1 ล้านคน ได้รับผลกระทบ<sup>4</sup> ปัญหาโรคแมลงระบาดทางการเกษตรที่ทำลายพืชผลทางการเกษตรหลายชนิด เช่น การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ทำลายนาข้าวเสียหายรวมกันประมาณ 4-5 ล้านไร่ ระหว่าง พ.ศ. 2551-2553 ปัญหาเพลี้ยแป้งสีชมพูระบาดในมันสำปะหลังใน พ.ศ. 2552-2553 มีพื้นที่เสียหายมากกว่า 1 ล้านไร่ ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตลดลงประมาณร้อยละ 30 เป็นต้น มีรายงานการศึกษาที่ระบุว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลง หากอุณหภูมิเพิ่มสูงมากกว่า 35 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ช่อดอกเป็นหมัน มีละอองเกสรที่ผิดปกติ ผลผลิตและคุณภาพข้าวลดลงเนื่องจากเกิดภาวะเครียดของข้าวในระยะการสร้างเมล็ด (Grain Filling)<sup>5</sup>

ด้วยเหตุผลดังกล่าว การสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญเร่งด่วน เพื่อตอบสนองเป้าหมายการเพิ่มผลผลิตให้เพียงพอกับความต้องการที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งคำนึงถึงการสร้างดุลยภาพระหว่างการเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่กับการผลิตอย่างยั่งยืน ด้วยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปพร้อมๆ กัน

ประเทศไทยได้รับคัดเลือกให้เป็น 1 ใน 36 ประเทศ ที่ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (Global Environmental Facility: GEF) และโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP) ทำโครงการการประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (Climate Change Technology Needs Assessment for Thailand: TNA) เสนอต่อสำนักงานเลขาธิการอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเร่งรัดการดำเนินการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีภายใต้ต้นสัญญาฯ และนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี

4 เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 2 วันที่ 21-23 ธันวาคม 2555. กรุงเทพฯ  
5 อภิชาติ วรณวิจิตร, 2554



ของประเทศต่อไป โดยมีสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานโครงการฯ ดังกล่าว ใน พ.ศ. 2554 สวทน. มอบหมายให้สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ทำโครงการการประเมินความต้องการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในภาคการเกษตร (Climate Change Technology Needs Assessment for Thailand: Adaptation in Agriculture Sector) ผลการศึกษาชี้ข้อสรุปว่า เทคโนโลยีการปรับตัวภาคการเกษตรที่ประเทศไทยต้องการในระยะ 10 ปี ได้แก่ 1) เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และระบบเตือนภัย (Forecasting and Early Warning System) 2) เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ (Crop Improvement) และ 3) เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Precision Farming) อย่างไรก็ตาม โครงการประเมินความต้องการเทคโนโลยีฯ ดังกล่าวเป็นการประเมินความต้องการและจัดลำดับความต้องการเทคโนโลยีเท่านั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาแนวทางเชิงลึกถึงรูปแบบ วิธีการ ระยะเวลาที่เหมาะสมแก่การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้รับการจัดลำดับ

สวทน. จึงมอบหมายให้ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) ร่วมกับฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย สวทช. จัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย: การปรับตัวภาคการเกษตร ในการผลิตต้นและส่งเสริมให้ภาคการเกษตรของไทยมีการใช้เทคโนโลยี เพื่อสร้าง/เพิ่มความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ การมีแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ นับเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญ สำหรับการผลิตต้นในระดับนโยบายและการขยายผลสู่การปฏิบัติจริง แผนปฏิบัติการที่ชัดเจนช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมุ่งสู่เป้าหมายในทิศทางเดียวกัน ทั้งด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี การสาริตและถ่ายทอดเทคโนโลยี จนถึงการขยายผลให้มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง แผนปฏิบัติการที่จัดทำขึ้น มีรูปแบบ วิธีการ ระยะเวลาดำเนินการ ที่ครอบคลุมตั้งแต่การพัฒนา/จัดหา สาริต ถ่ายทอด และขยายผลสู่การนำไปใช้ รวมถึงมีการกำหนดผู้รับผิดชอบที่ชัดเจน และผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี  
เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย  
: การปรับตัวภาคการเกษตรในระยะ 10 ปี

การสร้างความสามารถ  
ด้านการวิจัยและพัฒนา



การถ่ายทอดเทคโนโลยี  
/การขยายผล

การพัฒนากำลังคน

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน นโยบาย/กฎระเบียบ  
ที่เป็นเงื่อนไขของการวิจัยและพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี

หน่วยงานดำเนินการ

งบประมาณ

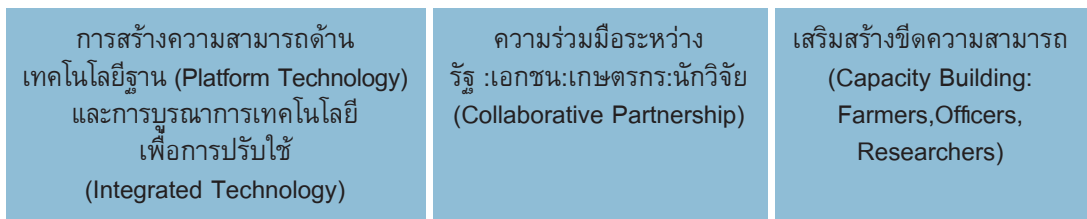
กรรมการกำกับและติดตามประเมินผล

รูปที่ 1-2 องค์ประกอบของแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี

แนวคิดของการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี (Technology Action Plan: TAP) เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย ด้านการปรับตัวภาคการเกษตร ยึดหลัก 1) การบูรณาการเทคโนโลยีสหสาขา (Integrated Technology) และการสร้างความสามารถด้านเทคโนโลยีฐาน (Platform Technology) เพื่อสร้างความสามารถในการปรับตัวของภาคการเกษตร 2) การใช้กลไกการมีส่วนร่วมระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน เกษตรกรและนักวิจัย ในกระบวนการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่การปฏิบัติ (Collaborative Partnership) และ 3) การเสริมสร้างขีดความสามารถของบุคลากร (Capacity Building) ครอบคลุมทั้งกลุ่มเกษตรกร เจ้าหน้าที่ภาครัฐ นักวิจัยและนักวิชาการ ให้มีคุณภาพและความเข้มแข็ง เพื่อมุ่งสู่เป้าหมาย “ภาคการเกษตรไทยปรับตัวได้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมรักษา/เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และสร้างความยั่งยืนของภาคเกษตร” ที่รวมทั้งการใช้/การจัดการทรัพยากรและปัจจัยการผลิตอย่างยั่งยืน และความยั่งยืนของเกษตรกรที่สามารถสามารถอยู่รอดได้ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้ การปรับตัวของภาคการเกษตรเป็นปัจจัยสนับสนุนสำคัญที่จะทำให้เกษตรกรมีความมั่นคงในอาชีพและรายได้ มีคุณภาพชีวิตที่ดี ประเทศมีความมั่นคงด้านอาหารและพลังงาน มีความสามารถในการรักษา/เพิ่มความสามารถในการแข่งขัน รวมถึงก่อให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

# กรอบแนวคิดการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร

## แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ ประเทศไทย: การปรับตัวภาคการเกษตร



### วิจัยและพัฒนา ถ่ายทอดเทคโนโลยี พัฒนากำลังคน และโครงสร้างพื้นฐาน

1. เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และระบบเตือนภัย
2. เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์
3. เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ



รูปที่ 1-3: กรอบแนวคิดการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับ  
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย: การปรับตัวภาคการเกษตร

แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี ฉบับนี้ ประกอบด้วยแผนของ 3 เทคโนโลยีหลัก ที่เป็นเทคโนโลยีที่ถูกจัดลำดับว่ามีความสำคัญสูงในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของภาคการเกษตรไทยในระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2558 - 2567) ได้แก่

- 1) เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และระบบเตือนภัย (Forecasting and Early Warning System)
- 2) เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ (Crop Improvement)
- 3) เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Precision Farming)

รายละเอียดของแผนปฏิบัติการ แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นแผนปฏิบัติการระยะ 10 ปี เพื่อสร้างความสามารถในการวิจัยและพัฒนา ควบคู่กับการพัฒนากำลังคนใน 3 เทคโนโลยีเป้าหมาย รวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและนโยบาย/กฎระเบียบที่สำคัญและ 2) แผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร มุ่งเน้นการดำเนินการร่วมกันระหว่างภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร

### 1.3 วิธีการดำเนินงาน

การจัดทำแผนปฏิบัติการฯ ฉบับนี้ เป็นการดำเนินงานต่อเนื่องมาจากโครงการประเมินความต้องการเทคโนโลยีฯ ดังนั้นวิธีการดำเนินงานจึงมีความต่อเนื่องจากโครงการประเมินความต้องการเทคโนโลยีฯ ดังมีรายละเอียดวิธีการดำเนินงานต่อไปนี้

1. ทบทวนข้อจำกัด (Barriers) ของการพัฒนา 3 เทคโนโลยีเป้าหมาย เชื่อมโยงกับสถานการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อกำหนดประเด็นเป้าหมายสำหรับการจัดทำแผนปฏิบัติการให้ครอบคลุมประเด็น

- 1.1) การสร้างความสามารถการวิจัยและพัฒนา (Technology Capability)
- 1.2) การถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transfer)
- 1.3) การพัฒนากำลังคน (Human Resources)
- 1.4) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Development) และนโยบาย/กฎระเบียบ (Policy and Regulation) ที่เป็นเงื่อนไขของการวิจัยและพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี

2. จัดประชุมระดมความคิดของผู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน รวมถึงผู้ใช้เทคโนโลยี เพื่อกำหนดแผนกิจกรรม (Activities) การสร้างความร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนา รูปแบบกลไก สนับสนุน/ผลักดัน การพัฒนากำลังคน โครงสร้างพื้นฐาน และนโยบาย/กฎระเบียบที่จำเป็น



ประชุมระดมความคิด Forecasting and Early Warning Technology  
วันอังคารที่ 22 กรกฎาคม 2557 เวลา 9.30-12.30 น.  
ณ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

3. จัดทำแผนปฏิบัติการ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 1 และ 2 โดยแต่ละแผนเทคโนโลยี ครอบคลุมรูปแบบและกลไกสนับสนุนแผนเทคโนโลยีอย่างละเอียด งบประมาณ ผลลัพธ์/ผลกระทบ ของโครงการต่อเศรษฐกิจและสังคมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น หน่วยงานที่รับผิดชอบการดำเนินงาน รวมถึงแนวทางการผลักดันแผนปฏิบัติการสู่การใช้ประโยชน์

## วิธีการศึกษา Technology Action Plan

### การดำเนินงาน



รูปที่ 1-4: วิธีการดำเนินงาน การจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย: การปรับตัวภาคการเกษตร







## บทที่ 2

# แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศของประเทศไทย

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อาทิ การเกิดภัยแล้ง น้ำท่วม ความแปรปรวนของฤดูกาล การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ส่งผลให้ผลผลิตการเกษตรลดลง พันธุ์พืชที่มีอยู่ไม่ทนหรือไม่สามารถปรับตัวต่อสภาวะอากาศที่เปลี่ยนไป การที่สภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปและความแปรปรวนของฤดูกาลมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นหรือเกิดขึ้น การสังเกตหรือประสบการณ์การทำเกษตรที่เกษตรกรเคยใช้มา อาจไม่พอต่อการรับมือ ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้า หรือเกิดสถานการณ์ที่ไม่เคยมีมาก่อน ไม่สามารถรับสถานการณ์หรือเตรียมการได้ทัน มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียผลผลิต มีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น เช่น การใช้สารควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช การใช้พลังงานในการสูบน้ำใช้ในสภาวะแล้ง หรือสูบน้ำออกในสภาวะน้ำท่วม จากปัญหาดังกล่าว การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ปรับตัวต่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ทนต่อโรค และแมลงศัตรูพืช (Biotic and Abiotic Stresses) การจัดการการทำเกษตร (การเลือกพืชและระยะเวลาการปลูกที่เหมาะสม) และการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ในเวลาและปริมาณที่พืชแต่ละชนิดต้องการ รวมถึงการพัฒนากระบวนการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมที่สัมพันธ์กับการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช จึงมีความสำคัญต่อการเตือนภัยเพื่อลดความเสี่ยงหรือมีเวลาจัดการได้ทันทั่วทั้งที่ ช่วยลดการสูญเสียผลผลิต ประหยัดต้นทุน ลดการใช้ทรัพยากร และเป็นการทำเกษตรอย่างยั่งยืน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ประกอบด้วยแผนปฏิบัติการของ 3 เทคโนโลยีเป้าหมายที่จัดเป็นเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการปรับตัวของภาคเกษตรไทยในระยะ 10 ปี ได้แก่ 1) แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ 2) แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ 3) แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และระบบเตือนภัย มุ่งเน้นการดำเนินงานเพื่อการสร้างความสามารถการวิจัยและพัฒนา การพัฒนากำลังคน โครงสร้างพื้นฐาน และนโยบาย/กฎระเบียบที่เป็นเงื่อนไขสำคัญ รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีฐานควบคู่ไปกับการพัฒนากำลังคน ที่นอกจากอาศัยผู้เชี่ยวชาญภายในประเทศ และการทำงานร่วมกันในการพัฒนาและสร้างกำลังคนแล้ว ยังอาศัยความร่วมมือกับต่างประเทศ เพื่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยี เร่งสร้างความสามารถของประเทศให้ก้าวทันต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยี เพื่อการประยุกต์ใช้ภายในระยะเวลาของการวางแผน 10 ปี

ลักษณะพันธุ์พืชที่ต้องการปรับปรุงเพื่อให้ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ทนแล้ง ทนน้ำท่วม ทนอุณหภูมิสูง ต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืช พันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นสูง รวมทั้งใช้ปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ยและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น ที่ผ่านมา ประเทศไทยมีนักปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีแบบมาตรฐานหรือวิธีผสมข้าม (Conventional Breeding) ที่มีประสบการณ์ ในภาครัฐและเอกชน แต่ในสถานการณ์ของโลก มีการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ ช่วยเร่งการปรับปรุงพันธุ์ให้ใช้ระยะเวลาสั้นลง มีความจำเพาะในการถ่ายทอดยีนหรือลักษณะที่ต้องการมากขึ้น รวมทั้งการคัดเลือกทั้งลักษณะที่ปรากฏ (Phenotype) และโครงสร้างยีน (Genotype) ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ลดระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์ ทุ่นงบประมาณ เนื้อที่ทดสอบและต้นทุนการปรับปรุงพันธุ์ ตัวอย่างเทคโนโลยีชีวภาพที่ต้องพัฒนาและนำมาใช้ คือ การใช้เครื่องหมายโมเลกุล (Marker Assisted Selection: MAS) และเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) ปัจจุบัน จำนวนนักปรับปรุงพันธุ์ของไทยเหลืออยู่ไม่มาก และเกือบทั้งหมดมุ่งเน้นการใช้การปรับปรุงพันธุ์แบบ Conventional Breeding เป็นหลัก ซึ่งนอกจากใช้เวลานานแล้ว บางลักษณะที่ต้องการปรับปรุง มีข้อจำกัดของการใช้เทคโนโลยีแบบเดิม จำเป็นต้องเร่งสร้างความสามารถเพื่อนำเทคโนโลยีใหม่ไปใช้ได้อย่างกว้างขวางและเห็นผลสำเร็จ

## การปรับปรุงพันธุ์โดยใช้เทคโนโลยีเครื่องหมายโมเลกุล

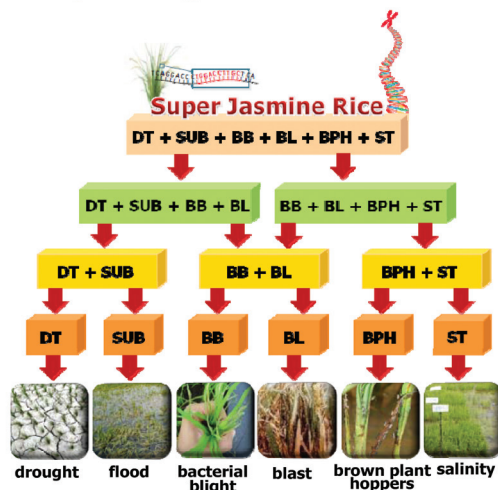
ลักษณะที่แสดงออกมีความสัมพันธ์กับการมีอยู่และการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะนั้นๆ การตรวจสอบหายีนตั้งแต่พืชยังเป็นต้นอ่อน ทุ่นเวลาและเนื้อที่ในการนำไปปลูก เพื่อคัดเลือกประชากร/สายพันธุ์ที่ต้องการ ในกรณีที่ไม่ทราบตำแหน่งของยีนเป้าหมาย อาจหาเครื่องหมายอื่นที่อยู่ใกล้กับยีนเป้าหมาย พัฒนาเป็นเครื่องหมายโมเลกุล เพื่อช่วยคัดเลือกลักษณะที่สังเกตได้ยาก เช่น การทนต่อภาวะแล้ง ความเค็ม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม แม้มียีนที่ต้องการ แต่การแสดงออกของยีนขึ้นกับสภาวะแวดล้อม (ลักษณะที่แสดงออก Phenotype = พันธุกรรม Genotype x สภาวะแวดล้อม) ดังนั้น การทดสอบในแปลงในสภาพแวดล้อมต่างๆ ยังมีความจำเป็นเพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะต้องการในสภาพแวดล้อมนั้นๆ

ลักษณะบางลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนหลายยีน กระจายอยู่บนโครโมโซมต่างๆ เช่น การทนแล้งของข้าว ดังนั้น การพัฒนาและใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือก จึงต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ เหล่านี้ด้วย

การปรับปรุงพันธุ์ให้มีคุณสมบัติที่ต้องการมากกว่า 1 ลักษณะ ทำได้โดยการใส่ลักษณะต่างๆ เพิ่มเข้าไปที่ละลักษณะ หรือที่เรียกว่า Gene Pyramid การใช้เครื่องหมายโมเลกุล ทำให้คัดเลือกพืชที่มีลักษณะที่ปรับปรุงหลายลักษณะ ได้ในเวลาเดียวกัน



### Gene Pyramiding



## พันธุวิศวกรรมหรือการตัดต่อยีน (Genetic Engineering)

ความหลากหลายทางพันธุกรรมเป็นหัวใจสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืชหรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ บางครั้งไม่สามารถ หาลักษณะที่ต้องการในพืชกลุ่มเดียวกันได้ แต่ลักษณะดังกล่าวมีในพืชหรือสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่สามารถนำมาผสมกับพืชเป้าหมายได้ ต้องตัดยีนจากสิ่งมีชีวิตอื่นนำมาต่อกับยีนของพืชที่ทำการปรับปรุง เรียกเทคนิคนี้ว่าการตัดต่อยีน (Genetic Engineering) พืชที่ได้จากการตัดต่อยีน เรียกว่า พืชตัดแปลงพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ ตัวอย่างเช่น ฝ้ายทนต่อหนอนเจาะสมอฝ้าย ได้จากการนำยีนสร้างสารพิษ (Toxin) จากหนอนเจาะสมอฝ้ายจากแบคทีเรียบีทีใส่เข้าไปในฝ้าย ทำให้ฝ้ายสร้าง Toxin เมื่อหนอนมากินต้นฝ้าย หนอนตายไม่ต้องใช้ยาปราบหนอน เรามักเรียกฝ้ายนี้ว่าฝ้ายบีที

แม้ว่า เทคนิคพันธุวิศวกรรมช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์เร็วขึ้น เนื่องจากมีการใส่ยีนที่มีความจำเพาะเข้าไปในพืช ที่ปรับปรุงโดยตรง พันธุ์พืชที่ผ่านการปรับปรุงต้องผ่านกระบวนการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety) ในหลายระดับ เช่น โรงเรือน ระบบเปิดในสภาพควบคุม และในแปลงเกษตรกร มีกระบวนการควบคุมอย่างเข้มงวด เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ (ใช้เป็นอาหาร) หรือต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ใช้เวลานานในการขออนุญาต และทดสอบ และใช้เงินในการพัฒนาจำนวนมากก่อนออกสู่ตลาด อย่างไรก็ตาม มีการขยายพื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มทางการค้าถึง 1,134 ล้านไร่ (พ.ศ. 2557)<sup>1</sup> โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถั่วเหลือง ฝ้าย ข้าวโพด และคาโนล่า

ประเทศไทย มีการพัฒนาเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมพีชมาเป็นระยะเวลาเกือบ 20 ปี พืชที่พัฒนาไปมากที่สุด จนถึงระดับทดสอบภาคสนาม คือ มะละกอต้านทาน (Papaya Ringspot Viruses) จากกระแสความไม่แน่ใจของประชาชนต่อผลกระทบของพืชจีเอ็ม รวมถึงกระแสต่อต้านจากเอ็นจีโอ รัฐบาลให้ยุติการทดสอบพีชจีเอ็มในภาคสนามตั้งแต่ พ.ศ. 2544 ทั้งนี้ ถ้าจะทดสอบต้องขออนุญาตคณะรัฐมนตรีเป็นรายๆ ไป และไม่อนุญาตให้มีการปลูกพีชจีเอ็มทางการค้า แต่อนุญาตให้นำเข้าถั่วเหลืองและข้าวโพดจีเอ็มเพื่อใช้ในอาหารสัตว์และแปรรูป

<sup>1</sup> ISAAA, 2014. Global Status of Commercialized/GM Crops: 1014

## 2.1.1) สถานภาพการสร้างความสามารถการวิจัยพัฒนา และพัฒนากำลังคน

### ก) การปรับปรุงพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล

โดยทั่วไปการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการปรับปรุงพันธุ์ อาศัยความเชี่ยวชาญใน 2 ส่วนหลัก คือ การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุล และการนำเครื่องหมายโมเลกุลไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ในส่วนแรกเป็นการพัฒนาเครื่องหมายใหม่ (หรือเครื่องหมายบางชนิดอาจมีอยู่แล้วในฐานะข้อมูลสาธารณะ) เทคโนโลยีหลักเป็นด้านจีโนมิกส์ บุคลากรหลัก คือ นักเทคโนโลยีชีวภาพหรือนักชีววิทยาโมเลกุล และต้องการความร่วมมือของนักปรับปรุงพันธุ์ในการสร้างประชากร และการตรวจสอบความถูกต้อง (Validate) เครื่องหมายในแปลงทดสอบ ในส่วนการนำเครื่องหมายโมเลกุลไปใช้ บุคลากรหลัก คือ นักปรับปรุงพันธุ์ ผู้มีความรู้ ประสบการณ์ในการปรับปรุงพันธุ์ โดยวิธีผสมข้าม (Conventional Breeding) และมีความรู้ความเข้าใจที่จะใช้เครื่องหมายโมเลกุลไปรวมกับการปรับปรุงพันธุ์

เทคโนโลยีจีโนมิกส์เป็นเทคโนโลยีแห่งยุค ปัจจุบันมีผู้สำเร็จการศึกษาด้านเทคโนโลยีชีวภาพจำนวนมาก ที่มีความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อนำไปสู่การสร้างเครื่องหมายโมเลกุล เช่น การพัฒนาเครื่องหมายแบบ SNP<sup>2</sup> การทำ Genotyping หรือ High Throughput Sequencing มีการวาง Linkage Map อยู่มากมาย เช่น ยีน (Quantitative Trait Loci : QTL) ข้าวทนแล้ง ยางพาราทนแล้ง ข้าวโพดต้านทานราสนิม ใบไหม้แผลใหญ่ มันสำปะหลังปริมาณแป้งสูง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ความร่วมมือระหว่างนักเทคโนโลยีชีวภาพที่พัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลกับนักปรับปรุงพันธุ์มีไม่มากนัก จึงยังไม่ตอบโจทย์ของนักปรับปรุงพันธุ์ เครื่องหมายที่พัฒนาขึ้นนำไป Validate หรือใช้โดยนักปรับปรุงพันธุ์ไม่มากนัก ดังนั้น กลยุทธ์ที่สำคัญ คือ การเสริมสร้างความเข้าใจในเรื่องการปรับปรุงพันธุ์ให้กับนักเทคโนโลยีชีวภาพที่มีประสบการณ์การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุล สำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ แม้ประเทศไทยเคยมีนักปรับปรุงพันธุ์ที่มีประสบการณ์มาก เช่น ในข้าวโพด ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และมีหลักสูตรการเรียนการสอนด้านเกษตรอยู่แล้ว แต่งานปรับปรุงพันธุ์ใช้เวลานาน และ

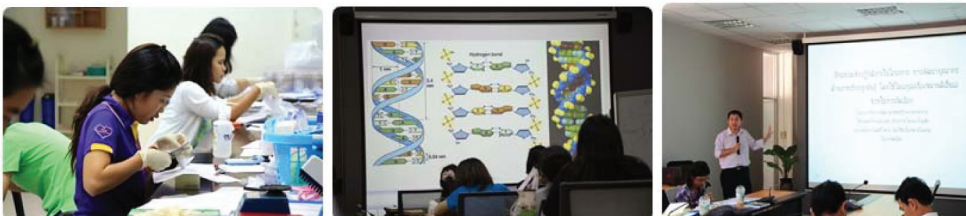
<sup>2</sup> สนิป (Single Nucleotide Polymorphism : SNP) เป็นบริเวณของดีเอ็นเอที่มีลำดับเบสแตกต่างกันเพียงตำแหน่งเดียว และก่อให้เกิดความแตกต่างทางพันธุกรรม ความแตกต่างนั้นสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์

ส่วนใหญ่ต้องทำงานในภาคสนาม ปัจจุบัน จึงไม่มีผู้สนใจเป็นนักปรับปรุงพันธุ์ ทำให้ขาดแคลนนักปรับปรุงพันธุ์ทั้งในภาครัฐและเอกชน ดังนั้น กลยุทธ์สำคัญ คือ การเสริมความรู้ความเข้าใจ การนำเครื่องหมายโมเลกุลไปใช้ ให้แก่นักปรับปรุงพันธุ์ที่มีอยู่ รวมทั้งสนับสนุนการสร้างนักปรับปรุงพันธุ์รุ่นใหม่ที่มีความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งอาจต้องมีการปรับปรุงหลักสูตรในระดับบัณฑิตศึกษา และการทำ **Advanced Training** รวมทั้งสร้างกลไกการทำงานร่วมกันระหว่างนักปรับปรุงพันธุ์และนักเทคโนโลยีชีวภาพ

การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลในประเทศไทยดำเนินการในพืชหลายชนิด เช่น ยางพารา มันสำปะหลัง ข้าวโพด อ้อย ถั่วเขียว และข้าว ส่วนใหญ่อยู่ในขั้นตอนหาเครื่องหมายโมเลกุลยังไม่ได้นำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ยกเว้นกรณีถั่วเขียว ที่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาสายพันธุ์ถั่วเขียว มีสายพันธุ์ใหม่ 5 สายพันธุ์ (KUML#1-5) ที่ให้ผลผลิตสูงกว่า 300 กก./ไร่ ขนาดเมล็ดใหญ่ ต้านทานต่อโรคราแป้งและใบจุด พร้อมแจกจ่ายให้กับเกษตรกรเพื่อปลูกในช่วงหลังนา และเนื่องจากถั่วเขียวเป็นพืชที่ใช้น้ำ จึงเป็นพืชทางเลือกของเกษตรกรในการเพาะปลูกเพื่อการปรับตัวต่อภัยแล้ง และในกรณีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ประสบความสำเร็จอย่างสูง ถึงขั้นที่มีการปลูกข้าวที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยอาศัยเครื่องหมายโมเลกุลอย่างแพร่หลายโดยเกษตรกร เช่น พันธุ์ข้าวชัยสิริน (กข6 ต้านทานโรคไหม้) และหอมชลสิทธิ์ (หอมดอกมะลิ 105 ทนน้ำท่วมฉับพลัน) รวมถึงมีพันธุ์ที่ได้รับการรับรองจากกรมการข้าวแล้ว ได้แก่ พันธุ์ กข51 (ทนน้ำท่วมฉับพลัน) พันธุ์ กข18 (ต้านทานโรคไหม้) อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จทางเทคโนโลยีและกำลังคนยังคงมีจำกัด ตัวอย่างหน่วยงานวิจัยที่มีอยู่เช่นที่หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ซึ่งเป็นหน่วยวิจัยร่วมระหว่างไบโอเทคและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นที่น่าสังเกตว่า ที่หน่วยดังกล่าวผู้พัฒนาหลักมีฐานมาจากการเป็นนักปรับปรุงพันธุ์ และมีความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดี รวมทั้งเป็นผู้พัฒนาและนำเครื่องหมายโมเลกุลมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ ดังนั้น เพื่อสร้างความสามารถของนักปรับปรุงพันธุ์ให้มีความเข้าใจในการประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุล สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) จึงสนับสนุนโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ “การพัฒนาบุคลากรทางด้านการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล” เพื่อพัฒนาศักยภาพบุคลากรของกรมการข้าวให้มีความรู้ ความสามารถในการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในลักษณะการฝึกปฏิบัติจริง (On the Job Training)

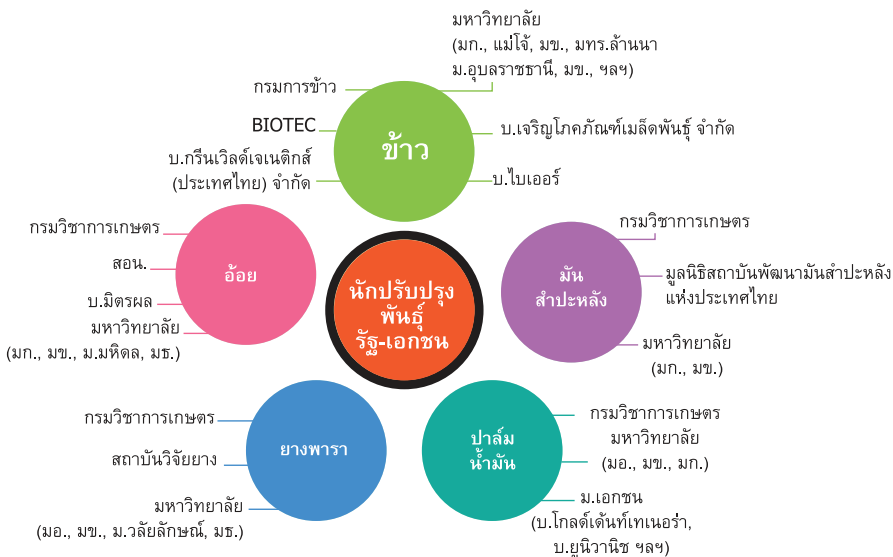
สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) สนับสนุน ดร.ธีรยุทธ ตูจินดาและคณะ หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว ดำเนินโครงการวิจัย “การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวนาชลประทานให้ทนต่อน้ำท่วมฉับพลัน ด้านทานโรคขอบใบแห้ง และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือก” และ “การพัฒนาบุคลากรด้านการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล” ภายใต้นักข้อตกลงความร่วมมือเพื่อการวิจัยและพัฒนาข้าวไทย ระหว่างกรมการข้าว สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สวก. และ สวทช.

“การพัฒนาบุคลากรด้านปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล” คณะผู้วิจัยทำโปรแกรมฝึกอบรมนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวรุ่นใหม่ของกรมการข้าว ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือก (MAS) ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐาน (Conventional Breeding) ทั้งภาคทฤษฎี และปฏิบัติแบบต่อเนื่องปีละ 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 3 ปี (พ.ศ. 2557- 2559) เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจ และประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยเป็นเครื่องมือในการพัฒนาพันธุ์พืชที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของประเทศ รวมทั้งถ่ายทอดความรู้ให้นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวในกรมการข้าวต่อไป นอกจากการฝึกอบรมแล้ว นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวกรมการข้าว ยังนำผลการฝึกอบรมไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่กรมการข้าวกำลังดำเนินการอยู่ขนานกันไป ซึ่งจะได้พันธุ์ข้าวที่เป็นเป้าหมายของกรมการข้าว โดยใช้เทคโนโลยีเครื่องหมายโมเลกุลเข้าช่วย



ที่มา : เอกสารเผยแพร่ การพัฒนาบุคลากรด้านปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล ฝ่ายบริหารคลังเตอร์ และโปรแกรมวิจัย ก.ค. 2557





**หน่วยงานรัฐ-เอกชนที่มีการปรับปรุงพันธุ์พืช**  
 หน่วยงานเหล่านี้มีความต้องการนักปรับปรุงพันธุ์ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ  
 เช่น การใช้เครื่องหมายโมเลกุล  
 ที่มา: ข้อมูลจากฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย 2557.

ในขณะนี้ ภาคเอกชนโดยเฉพาะบริษัทเมล็ดพันธุ์ มีความสนใจการใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยปรับปรุงพันธุ์มากขึ้น เนื่องจากข้อจำกัดของนักวิจัยทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพในบริษัท จึงมีความร่วมมือทำวิจัยกับภาครัฐ เช่น บริษัท Hortigenetics Research (S.E. Asia) Limited ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ สวทช. พัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลแบบ SNP ปรับปรุงพันธุ์พริกต้านทานโรคแอนแทรกคโนส บริษัท เจียใต้ จำกัด ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ สวทช. พัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลปรับปรุงพันธุ์แตงกวาด้านทานโรคราน้ำค้าง ภายใต้ความร่วมมือดังกล่าว มีการสนับสนุนการผลิตนักศึกษาในระดับปริญญาโทและเอก ภายใต้การสนับสนุนทุนการศึกษาของ สวทช. บริษัทเหล่านี้ ยังส่งบุคลากรของตนไปรับการอบรมขั้นสูงที่ Plant Breeding Academy ที่จัดโดย University of California, Davis สหรัฐอเมริกา

### Plant Breeding Academy มหาวิทยาลัย UC Davis

จากปัญหาจำนวนนักปรับปรุงพันธุ์มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่บริษัทเอกชนมีความต้องการนักปรับปรุงพันธุ์มากขึ้น Seed Biotechnology Center มหาวิทยาลัย UC Davis จัดทำหลักสูตรฝึกอบรมขั้นสูง (Post-Graduate Training) ด้านปรับปรุงพันธุ์พืชขึ้นเป็นการเฉพาะสำหรับบุคลากรที่ทำงานปรับปรุงพันธุ์ในบริษัทเอกชน หลักสูตรมีระยะเวลา 2 ปี ออกแบบให้ผู้รับการฝึกอบรมสามารถเข้ารับการฝึกอบรมพร้อมๆ กับการทำงานประจำ ผู้รับการฝึกอบรมต้องเข้าอบรม ที่มหาวิทยาลัย 3 โมดูล (Module) ต่อปี หรือ 6 โมดูล ใน 2 ปี แต่ละโมดูลใช้เวลา 1 สัปดาห์ ระยะเวลาที่เหลือเป็นการค้นคว้าและทำแบบฝึกหัดผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้รับฝึกอบรมยังคงทำงานประจำได้ การฝึกอบรมมีทั้งการบรรยาย การแลกเปลี่ยนความเห็น/ประสบการณ์ การฝึกปฏิบัติจริง บุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมจะมีความรู้และความเชี่ยวชาญในการบริหารและจัดการโปรแกรมปรับปรุงพันธุ์ได้ด้วยตนเอง หลักสูตรมุ่งเน้นที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพช่วยในการปรับปรุงพันธุ์

#### Curriculum Outline

- Breeding goals
- Genetics
- Statistics
- Quantitative genetics
- Components of genetic variance
- Heritability, selection theory
- Population development
- Heterosis, breeding hybrid crops
- Breeding systems
- Selection methods
  - Open pollinated crops
  - Hybrid crops
  - Clonally propagated crops
- Multiple traits and indirect selection
- Molecular marker use
  - Population structure
  - Marker assisted selection
  - Integration of genomics in breeding
- Genotype by environment interaction
- Breeding for resistance to biotic and abiotic stress
- Access to germplasm, intellectual property
- Data management
- Finishing varieties and seed production

ที่มา: 1) <http://pba.ucdavis.edu/files/176480.pdf>  
2) <http://pba.ucdavis.edu/Programs/>

## อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ไทย

อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์เป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำที่สำคัญ ที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร การใช้เมล็ดพันธุ์ดีทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น สร้างความมั่นคงด้านอาหาร เพิ่มรายได้ของเกษตรกร ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับอุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร ที่ผ่านมาอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ไทยเติบโตอย่างรวดเร็ว ใน พ.ศ. 2557 ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกเมล็ดพันธุ์พืช (ไม่รวมเมล็ดพันธุ์ข้าว) อันดับที่ 15 ของโลก มีรายได้ในการส่งออกเมล็ดพันธุ์เป็นมูลค่า 5,500 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 13 ต่อปี กลุ่มเมล็ดพันธุ์หลัก ได้แก่ ข้าวโพด เมล็ดพันธุ์ฝักมะเขือเทศ แดง และพริก

ด้วยความสำคัญของเมล็ดพันธุ์ต่อภาคการเกษตร และศักยภาพทางเศรษฐกิจ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางเมล็ดพันธุ์รองรับประชาคมอาเซียน ซึ่งเป็นโครงการสำคัญของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และริเริ่มความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน เพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางเมล็ดพันธุ์ในระดับสากล (Seed Hub) สร้างความพร้อมด้านการวิจัยพัฒนา การผลิต การจำหน่าย การนำเข้า-ส่งออกเมล็ดพันธุ์ที่หลากหลายมีคุณภาพดี ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการทั้งภายในและภายนอกประเทศ นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) กำหนดให้กิจการวิจัยและพัฒนา และ/หรืออุตสาหกรรมผลิตเมล็ดพันธุ์หรือการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นกิจการที่ได้รับสิทธิและประโยชน์สูงสุดตามกิจการที่มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อประเทศเป็นพิเศษ โดยได้รับยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรและภาษีเงินได้ 8 ปี ทุกที่ตั้ง และในกรณีตั้งกิจการในเขตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะได้รับสิทธิลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลสำหรับกำไรสุทธิร้อยละ 50 เป็นระยะเวลา 5 ปี นับแต่วันสิ้นสุดระยะเวลาการได้รับยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล เพื่อส่งเสริมให้อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ขยายตัวและต่อยอดสร้างมูลค่าเพิ่ม

การเริ่มต้นดำเนินธุรกิจเมล็ดพันธุ์ของไทย เป็นการรับจ้างผลิตเมล็ดพันธุ์ให้กับบริษัทข้ามชาติเป็นส่วนใหญ่ มีการลงทุนวิจัยและพัฒนาพ่อแม่พันธุ์ของไทยน้อย มีจำนวนบริษัทที่มีการวิจัยและพัฒนาสายพันธุ์ (Breeding) 34 บริษัทจากบริษัททั้งหมด 184 บริษัท (พ.ศ. 2552) ซึ่งมีทั้งบริษัทต่างชาติและบริษัทคนไทย การสร้างความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ของไทยให้แข่งขันได้และก้าวสู่การเป็น Seed Hub จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนบทบาทจากการรับจ้างผลิต เป็นการสร้างความสามารถให้ภาคเอกชนไทยวิจัยและพัฒนาพ่อแม่พันธุ์ของไทยเอง เร่งสร้างความสามารถด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อ

การปรับปรุงพันธุ์ ที่ผ่านมารัฐเอกชนมีปัญหาขาดแคลนนักปรับปรุงพันธุ์รุ่นใหม่ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ทำให้การปรับปรุงพันธุ์มีการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ไม่มาก ประเทศไทยจึงต้องสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ เช่น เทคโนโลยีเครื่องหมายโมเลกุล การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ภาคเอกชนด้วยการฝึกอบรมและการผลิตนักปรับปรุงพันธุ์รุ่นใหม่ที่สามารถใช้เครื่องมือด้านเทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความแม่นยำและร่นระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์<sup>(1)</sup> จากการสอบถามบริษัทเมล็ดพันธุ์ เพื่อประมาณการความต้องการนักปรับปรุงพันธุ์ พบว่าในระยะ 10 ปี บริษัทเมล็ดพันธุ์ต้องการนักปรับปรุงพันธุ์ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพิ่มขึ้นประมาณ 50 คน ในจำนวนนี้เป็นนักปรับปรุงพันธุ์ด้านข้าวโพดประมาณ 15 คน ส่วนที่เหลือเป็นนักปรับปรุงพันธุ์ผัก เช่น แดง มะเขือเทศ พริก เป็นต้น <sup>(2)</sup>

ที่มา: (1) ยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาด้านเมล็ดพันธุ์ (พ.ศ. 2554-2559), สวทช.

(2) จากการสัมภาษณ์บริษัทเมล็ดพันธุ์ โดยฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย, 2557.

## ข) พันธุวิศวกรรมหรือการดัดแปลงพันธุกรรม (จีเอ็มโอ)

การสร้างความสามารถของประเทศด้านพันธุวิศวกรรมพืช เริ่มดำเนินการมาก่อนการใช้เครื่องหมายโมเลกุล มีการจัดตั้งหน่วยพันธุวิศวกรรมด้านพืช ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตั้งแต่ พ.ศ. 2528 ภายใต้ความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และไบโอเทค การจัดตั้งนี้ทำให้เกิดการพัฒนากำลังคน และงานวิจัยพัฒนาพันธุวิศวกรรมอย่างมาก ได้มะละกอด้านทานโรคไวรัสจุดวงแหวน (Papaya Ringspot Virus) ที่มีการปลูกทดสอบภาคสนาม มีระบบการถ่ายยีนในมะเขือเทศ ข้าว ได้มะเขือเทศต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลืองผ่านการทดสอบระดับโรงเรือน ในบางโครงการไม่ได้ดำเนินการต่อเนื่อง เนื่องจากนโยบายจีเอ็มโอของประเทศไม่ชัดเจน มีความยุ่งยากในการขออนุญาตทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพในภาคสนาม โครงการวิจัยที่ยังดำเนินงานส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาระบบถ่ายยีนในพืชต่างๆ

ด้วยข้อวิตกกังวลของสังคม นโยบายรัฐบาลที่ไม่ให้มีการทดสอบพืชจีเอ็มโอในภาคสนาม จนกว่าได้รับอนุมัติจากคณะรัฐมนตรี ทำให้การพัฒนาพันธุวิศวกรรมอยู่ในระดับที่ช้าลง โดยเฉพาะ

การทดสอบภาคสนาม และการประเมินความปลอดภัย อย่างไรก็ตาม มีกำลังคนที่มีพื้นฐานพันธุวิศวกรรมอยู่พอสมควร ถ้ามีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนอย่างชัดเจน จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความก้าวหน้าในการวิจัยพัฒนาอย่างรวดเร็วได้

เนื่องจากพีชจีเอ็ม ต้องผ่านกระบวนการประเมินอย่างเข้มข้น และยังไม่เป็นที่ยอมรับในหลายประเทศ บริษัทเมล็ดพันธุ์ไทย ไม่มั่นใจในการลงทุนพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าว จึงเป็นหน้าที่หน่วยงานรัฐที่ต้องสร้างความเข้มแข็งของเทคโนโลยี เพื่อความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระยะยาวต่อไป และเป็นที่เชื่อมั่นว่าเทคโนโลยีดังกล่าว จะมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย มีการวิจัยพัฒนาพีชจีเอ็มอยู่บ้างในห้องปฏิบัติการ และการทดสอบความปลอดภัยในโรงเรือนทดลอง แต่ไม่อนุญาตให้ทดสอบภาคสนามหรือในที่เปิด (เดิมเคยมีการทดสอบภาคสนาม แต่กระแสดต่อต้านของเอ็นจีโอ ทำให้รัฐบาลห้ามการทดสอบใน พ.ศ. 2542) แม้ไม่ให้ปลูกพีชจีเอ็มในทางการค้าในประเทศไทย แต่ประเทศไทยอนุญาตให้นำเข้าข้าวโพดและถั่วเหลืองจีเอ็มมาใช้ในการแปรรูปและเป็นอาหารสัตว์ ใน พ.ศ. 2556 ข้าวโพดและถั่วเหลืองที่ปลูกทั่วโลกเป็นจีเอ็มโอร้อยละ 32 และ 79 ของผลผลิตข้าวโพดและถั่วเหลืองทั้งหมดตามลำดับ

อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของประเทศไทยมีมูลค่าประมาณปีละ 130,000 ล้านบาท (สมาคมอาหารสัตว์, 2556) ถั่วเหลือง ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในอาหารสัตว์ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ไม่ใช่ข้าวโพดจีเอ็ม) ประมาณ 7 ล้านไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 5 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ป้อนเข้าโรงงานอาหารสัตว์เกือบทั้งหมดในปีที่ผลผลิตไม่เพียงพอจะนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน ทั้งนี้ราคาข้าวโพดนำเข้าที่ต่ำกว่า เป็นแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการนำเข้าข้าวโพดจากประเทศเพื่อนบ้าน

ประเด็นน่าคิดเรื่องนโยบายจีเอ็มโอของไทยต่อความสามารถในการวิจัยพัฒนาของประเทศและอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไร่ (ไม่ใช่ข้าวโพดจีเอ็ม) เพื่อใช้ในประเทศและส่งออก (ในประเทศใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเพื่อผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 17,000 ตันต่อปี) ใน พ.ศ. 2556 ไทยส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดประมาณ 2,155 ล้านบาท (ประมาณ 20,809 ตัน) (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรและกรมศุลกากร, 2556) บริษัทผลิตเมล็ด

พันธุ์ข้าวโพดในไทยมีทั้งบริษัทต่างชาติที่จ้างเกษตรกรไทยผลิต มีการปรับปรุงพันธุ์ในต่างประเทศ และใช้ไทยเป็นฐานผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ไม่ใช่จีเอ็มโอ และบริษัทไทยเอง ซึ่งบริษัทไทยหลายแห่งและกรมวิชาการเกษตรมีความเข้มแข็งในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยวิธีการผสมพันธุ์แบบดั้งเดิม (Conventional Breeding)

จากการที่ไทยเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ชั้นดี ในช่วงแรกที่มีการพัฒนาพีซีเอ็มโดยบริษัทต่างประเทศ เช่น มอนซานโต และประเทศไทยยังอนุญาตให้มีการทดสอบพีซีเอ็มในภาคสนาม (ก่อน พ.ศ. 2542) บริษัทต่างประเทศหลายบริษัทนำพีซีเอ็มที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบในประเทศไทย เช่น ข้าวโพดบีทีป้องกันหนอนเจาะลำต้น โดยหวังว่าถ้าได้ผลดี ผ่านการประเมินจากรัฐบาลไทย และรัฐบาลไทยมีนโยบายให้ปลูกพีซีเอ็มเชิงการค้า สามารถใช้ไทยเป็นฐานการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจีเอ็มโอเพื่อจำหน่ายในไทยและส่งออก แต่เมื่อรัฐบาลไทยมีมติให้ยุติการทดสอบภาคสนาม บริษัทต่างชาติจึงหันไปทดสอบพีซีเอ็มและผลิตเมล็ดพันธุ์จีเอ็มโอในประเทศอื่นแทน เป็นการเสียโอกาสของเกษตรกรไทยในการรับจ้างผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ให้รายได้ต่อพื้นที่สูงกว่าการปลูกข้าวโพด ข้าว หรืออ้อย

ที่ผ่านมา ประเทศไทยประสบความสำเร็จอย่างสูงในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดสุวรรณ โดยวิธี Conventional Breeding ทำให้บริษัทผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดของไทยมีความสามารถในการแข่งขัน แต่ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม ทำให้การพัฒนาข้าวโพดจีเอ็มโอของบริษัทต่างชาติเป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีการปลูกมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดจีเอ็มโอของไทย ในบริษัทไทยรวมทั้งภาครัฐ ไม่มีการพัฒนามากนัก จากสถานการณ์การส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด non-GMO ของไทย ที่ไม่เติบโตมากและประเทศที่เคยนำเข้าหันไปใช้ข้าวโพดจีเอ็มโอมากขึ้น ถ้าประเทศไทยไม่สามารถปรับตัวได้ อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไทยต้องได้รับผลกระทบอย่างแน่นอน

### การพัฒนาข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรม

ปัจจุบันการพัฒนาข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก มีการพัฒนาพันธุ์ให้มีลักษณะทนทานสารกำจัดวัชพืช ต้านทานแมลง และทนแล้ง นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ด้านพลังงานทดแทนด้วย เช่น การเพิ่มปริมาณแป้งในข้าวโพด

1) ลักษณะต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช (Herbicide Tolerance) ส่วนใหญ่มีการพัฒนาลักษณะต้านทานสารกำจัดวัชพืช 2 ชนิด ได้แก่ ไกลโฟเซท (Glyphosate และ กลูโฟซิเนต (Glufosinate) (Green, 2009) โดยใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนโปรตีนที่เป็นตัวเป้าหมายของการรับสารเคมี การเพิ่มเมแทบอลิซึม (Metabolism) ของพืช หรือการเพิ่มลักษณะที่สามารถทนต่อสารกำจัดวัชพืชหลายๆ ประเภทได้ในพืชชนิดเดียว

2) ลักษณะต้านทานต่อแมลง (Insect Resistance) ลักษณะต้านทานต่อแมลงของข้าวโพดส่วนใหญ่เป็นยีนจากแบคทีเรีย *Bacillus Thuringiensis* (Bt) ที่สร้างโปรตีนที่เป็นสารพิษต่อแมลง ซึ่ง Bt แต่ละสายพันธุ์จะสร้างโปรตีน ที่มีลักษณะจำเพาะกับแมลงแตกต่างกัน (Clark et al., 2005) เช่น จำเพาะต่อแมลงพวกผีเสื้อ (แมลงใน Order Lepidoptera) และแมลงเต่าทอง โปรตีนที่ถูกร่างขึ้นนี้ทำหน้าที่จับกับโปรตีนที่เป็นตัวรับสัญญาณในตัวแมลง หรือ Glycoprotein Receptor ที่อยู่บริเวณช่องท้องของตัวแมลง ทำให้แมลงเกิดบาดแผลที่บริเวณช่องท้องและตายลง

3) ลักษณะทนต่อความแห้งแล้ง (Drought Stress Tolerance) พืชมีกลไกในการปรับตัวตามสภาวะแวดล้อมต่างๆ เห็นได้จากการที่พืชตอบสนองต่อสภาวะเครียดทางกายภาพ (Abiotic Stress) เช่น ความแห้งแล้ง ความเค็ม อุณหภูมิที่แปรเปลี่ยนไป พืชตอบสนองต่อสภาวะเครียดทางกายภาพ 2 วิธี ได้แก่ การรับรู้สภาวะ (Perception) และการส่งทอดสัญญาณ (Signal Transduction) เมื่อมีสภาวะเครียดที่เกี่ยวข้องกับสภาวะเหล่านี้ถูกกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกของยีนและสังเคราะห์โปรตีนที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบสนองต่อสภาวะเครียดเหล่านั้น ปัจจุบันมีการศึกษาโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับสภาวะเครียดต่างๆ หลายชนิด (Bartel and Phillips, 2005)

นอกจากการใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมเพื่อพัฒนาข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมแล้ว ปัจจุบันมีการใช้การผสมพันธุ์แบบดั้งเดิม (Conventional Breeding) ระหว่างต้นพ่อแม่พันธุ์ที่เป็นพืชดัดแปลงพันธุกรรมเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการรวมยีนมากกว่าหนึ่งลักษณะที่ต้องการในรุ่นลูก เรียกพืชดัดแปลงพันธุกรรมลักษณะนี้ว่า พืชดัดแปลงพันธุกรรมแบบรวมยีน (Stacked Genes) ส่วนใหญ่เป็นการผสมระหว่างพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะต้านแมลงและทนทานสารกำจัดวัชพืชเข้าด้วยกัน ได้ข้าวโพดดัดแปลงพันธุกรรมลูกผสมที่มีคุณสมบัติครอบคลุมทั้งสองคุณสมบัติ (James, 2012)

## 2.1.2) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

### ก) หน่วยเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช

ความหลากหลายของพันธุกรรมพืช เป็นพื้นฐานสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้ลักษณะตามต้องการ พืชที่มีความหลากหลายสูง มีฐานพันธุกรรมกว้าง เพิ่มโอกาสการเลือกพ่อแม่พันธุ์ เพื่อผสมกับพันธุ์ที่ต้องการปรับปรุง การปลูกพืชชนิดเดียวกัน ต่างสายพันธุ์ แต่สายพันธุ์ที่ปลูกมีเชื้อสายมาจากพ่อหรือแม่ที่ใกล้เคียงกัน เมื่อมีการระบาดของโรคหรือแมลง จะเกิดความเสียหายในวงกว้างมากกว่าการปลูกพืชต่างสายพันธุ์ที่มาจากพ่อแม่ที่หลากหลาย แม้ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้นที่ได้ชื่อว่ามี ความหลากหลายทางชีวภาพสูง แต่การเก็บรวบรวมพันธุกรรมยังไม่เป็นระบบที่ได้มาตรฐาน มีความไม่แน่นอนในความยั่งยืนของหน่วยเก็บ เนื่องจากการเก็บรวบรวมพันธุกรรมเป็นการเก็บถาวร ต้องการงบประมาณและการดูแลอย่างต่อเนื่องโดยผู้ชำนาญการ สถานที่เก็บมีการควบคุมอุณหภูมิ (ความเย็น) เพราะต้องเก็บในรูปที่ยังมีชีวิต มีการนำออกมาปลูกทดสอบเป็นระยะๆ เพื่อตรวจดูการมีชีวิต (Viability) และยังคงมีลักษณะเหมือนเดิม (ไม่เกิดการกลายพันธุ์หรือเสียคุณสมบัติเดิม) จากปัญหาบุคลากรที่มีประสบการณ์จำกัดและงบประมาณสนับสนุนการดูแลรักษาที่ไม่ต่อเนื่อง พันธุกรรมที่เก็บรวบรวมไว้มักมีการสูญเสียหรือปิดไป เมื่อบุคลากรที่ดูแลเกษียณอายุ (คล้าย Personal Collection) นอกจากนี้ ประเทศไทยยังสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพสูงจากปัญหาการทำลายป่าและสิ่งแวดล้อม พันธุกรรมพืชหลายชนิดสูญหายไปก่อนการค้นพบและเก็บรวบรวม อีกประการหนึ่งคือ พืชการค้าไทยหลายชนิดไม่ได้มีถิ่นกำเนิดในไทยแต่ถูกนำเข้ามาปลูกและเผยแพร่ เช่น มันสำปะหลัง ยางพารา เราจึงมีฐานพันธุกรรมของพืชเหล่านี้แคบ ต้องแสวงหาและนำเข้าพันธุกรรมที่หลากหลายจากประเทศถิ่นกำเนิด และมีสถานที่เก็บพันธุกรรมไว้ใช้ในระยะเวลา หน่วยเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืชหรือธนาคารพันธุกรรม (Germplasm Bank) นับเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญระดับชาติ เพื่อใช้เป็นทรัพยากรร่วมกันในการปรับปรุงพันธุ์ทั้งในภาครัฐและเอกชน (บริษัทเมล็ดพันธุ์ไทยที่ปรับปรุงพันธุ์ไม่สามารถลงทุนเก็บเชื้อพันธุกรรมได้เอง)





การจัดการ และผลิตภัณฑ์จากปลาและทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งในระบบน้ำจืดและน้ำทะเลในบริเวณเขตร้อน

11. ICRAF (International Center for Research in Agro-forestry) ตั้งอยู่เมืองไนโรบี ประเทศเคนยา เป็นศูนย์อนุรักษ์พันธุ์ไม้ในกระบวนการเกษตร ปัจจุบันมีตัวอย่าง 10,025 ตัวอย่าง

12. IFPRI (International Food Policy Research Institute) ตั้งอยู่ วอชิงตัน ดีซี เป็นศูนย์ในการจำแนกและวิเคราะห์นโยบายการใช้อาหารอย่างยั่งยืนในการพัฒนาโลก

13. IWMI (International Water Management Institute) ตั้งอยู่เมืองโคลัมโบ ประเทศศรีลังกา เป็นศูนย์ศึกษาทางด้านการใช้ทรัพยากรน้ำและทรัพยากรดินในการเกษตร และในการพัฒนาเมืองให้ดีขึ้น

14. ILRI (International Livestock Research Institute) ตั้งอยู่เมืองไนโรบี ประเทศเคนยา เป็นศูนย์อนุรักษ์พืชในกลุ่มอาหารปศุสัตว์ ปัจจุบันมีตัวอย่าง 13,204 ตัวอย่าง

15. IPGRI (International Plant Genetic Research Institute) ตั้งอยู่กรุงโรม ประเทศอิตาลี เป็นศูนย์อนุรักษ์ กัญชง ฝ้าย โกโก้ ข้าว มะพร้าว สบู่ ถั่ว เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเชื้อพันธุกรรมพืชอีก 2 หน่วยงานที่สำคัญ ซึ่งสามารถให้บริการแก่ผู้สนใจทั่วโลก คือ

1) ศูนย์วิจัยพืชผักแห่งเอเชีย (AVRDC) เป็นแหล่งรวบรวมเชื้อพันธุกรรมผักที่สำคัญของโลก จำนวนมากกว่า 59,294 สายพันธุ์ (Successions) 334 ชนิดพืช (Species) จาก 155 ประเทศ ซึ่งเป็นผักพื้นบ้านจำนวน 12,000 สายพันธุ์ ศูนย์วิจัยพืชผักแห่งเอเชีย ได้ส่งตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ผัก 600,000 ตัวอย่าง แก่นักวิจัย 180 ประเทศ และปลูกในประเทศกำลังพัฒนาพื้นที่มากกว่า 6.25 ล้านไร่

2) The Germplasm Resources Information Network (GRIN) เป็นผู้ดูแลการประสานงานของเชื้อพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับพืช สัตว์ สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง และจุลินทรีย์ ที่มีระบบการเก็บเป็นเมล็ดพันธุ์ ต้นพันธุ์ที่เป็นทั้งต้น หรือหัวพันธุ์ ตัวอย่างเช่น North Central Regional Plant Introduction Station เป็นแหล่งรวบรวมเชื้อพันธุกรรมของ Amaranth Brassica Cucumis Cucurbita Cuphea Daucus Flax Grasses Helianthus Ornamentals Umbels และ Zea Mays (USDA, 2012)

ที่มา: 1) เอกสารประชุมคณะกรรมการบริหารคลังสตอร์ทรัพยากร ชุมชนชนบท และผู้ด้อยโอกาส ครั้งที่ 3/2555, วันที่ 22 สิงหาคม 2555

2) พรรณธิดา ณ เชียงใหม่, 2556, หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช

## ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

เป็นแหล่งรวบรวม อนุรักษ์ และใช้ประโยชน์ทรัพยากรพันธุกรรมข้าว เริ่มดำเนินการสำรวจ รวบรวม เชื้อพันธุ์ข้าวจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศ ตั้งแต่ พ.ศ. 2525 ปัจจุบันมีเชื้อพันธุ์ข้าวที่รวบรวมและอนุรักษ์ไว้ไม่น้อยกว่า 20,000 ตัวอย่าง ประกอบด้วยข้าวพันธุ์พื้นเมือง ข้าวสายพันธุ์ดี ข้าวจากต่างประเทศ และข้าวป่า นอกจากนี้ ยังศึกษาวิจัย การจำแนก ประเมินลักษณะพันธุ์ ประเมินคุณค่า เชื้อพันธุ์ จัดทำแปลงอนุรักษ์ข้าวป่าในถิ่นเดิม ตลอดจนให้บริการข้อมูลและเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแก่หน่วยงานราชการ สถานศึกษา และกลุ่มเกษตรกร เชื้อพันธุ์ข้าวที่อนุรักษ์ไว้ในศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การคัดเลือกและพัฒนาพันธุ์ การแปรรูปในอุตสาหกรรม การใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ เป็นต้น

ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ ประกอบด้วยห้องอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ 3 แบบ คือ

1) ห้องอนุรักษ์ระยะสั้น (ประมาณ 3-5 ปี) เป็นห้องขนาด 315 และ 592 ลูกบาศก์เมตร อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 60 อนุรักษ์เชื้อพันธุ์ได้มากกว่า 30,000 ตัวอย่าง

2) ห้องอนุรักษ์ระยะปานกลาง (ประมาณ 20 ปี) เป็นห้องขนาด 250 ลูกบาศก์เมตร อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 60 อนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวได้ 30,000 ตัวอย่างข้าว

3) ห้องอนุรักษ์ระยะยาว (ประมาณ 50 ปี) เป็นห้องขนาด 187.5 ลูกบาศก์เมตร อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 60 อนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวได้ 25,000 ตัวอย่าง



ที่มา: <http://www.brrd.in.th/rkb/varieties/index.php-file=content.php&id=109.htm>

### สวทช. สนับสนุนการประเมินเชื้อพันธุกรรมพืชในคลัสเตอร์เมล็ดพันธุ์

ประกอบด้วย ข้าวโพด พริก มะเขือเทศ แตงกวา และฟักทอง โดยร่วมกับหน่วยงานเจ้าภาพหลักที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเชื้อพันธุกรรมพืชต่างๆ ทั้งการเก็บรวบรวม ขยายและประเมินลักษณะประจำพันธุ์ การสร้างกลุ่มเครือข่ายร่วมกับมหาวิทยาลัยต่างๆ และกรมวิชาการเกษตร ในการประเมินลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ลักษณะต้านทานต่อโรคแมลง และลักษณะเชิงคุณภาพ การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชื้อพันธุกรรมพืช โดยให้บริการฐานข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายทางอินเทอร์เน็ตที่ <http://www.biotech.or.th/germplasm> การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการเชื้อพันธุกรรมพืช เพื่อให้สอดคล้องกับกฎระเบียบตลอดจนแนวปฏิบัติทางกฎหมายทั้งภายในและต่างประเทศ มีแนวปฏิบัติที่ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับ สร้างความเป็นธรรมแก่บุคคลที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย

ปัจจุบันอยู่ระหว่างการเตรียมการยกระดับหน่วยบริหารจัดการเชื้อพันธุกรรมเหล่านี้ขึ้นเป็นหน่วยเก็บเมล็ดและเชื้อพันธุ์ระดับชาติ ในการดำเนินงานต้องมีการทำข้อตกลงร่วมกันระหว่าง สวทช. กับมหาวิทยาลัย/หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน การพัฒนากำลังคนที่ต้องสร้างความสามารถยกระดับการจัดการพันธุกรรมพืชด้วยการใช้ระบบ Breeding Management System หรือ BWS ที่พัฒนาโดย The Integrated Breeding Platform of Generation Challenge Program (GCP) เป็นต้น



### ผลการดำเนินงานหน่วยบริหารจัดการเชื้อพันธุกรรมพืชของคลัสเตอร์เมล็ดพันธุ์

พันธุ์พืช	หน่วยงานที่รวบรวม	จำนวนพันธุ์ที่รวบรวม	จำนวนพันธุ์ที่ขยายได้	จำนวนพันธุ์ที่ปลูกประเมิน	จำนวนพันธุ์ที่ถ่ายทอด
ข้าวโพด					
*ข้าวโพดไร่	ม.เกษตรศาสตร์	1,499	952	900	828
*ข้าวโพดหวาน	ม.ขอนแก่น	142	142	142	34
*ข้าวโพดข้าวเหนียว	ม.ขอนแก่น	267	267	267	26
*ข้าวโพดเทียน	ม.ขอนแก่น	97	95	95	32
พริก	ม.เกษตรศาสตร์	2,827	607	885	973
มะเขือเทศ	ม.ขอนแก่น	982	500	600	260
แตงกวา	ม.เทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา	726	698	698	448
ฟักทอง	ม.เทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา	415	415	415	-

**53 บริษัท**  
**11 หน่วยงานรัฐ**

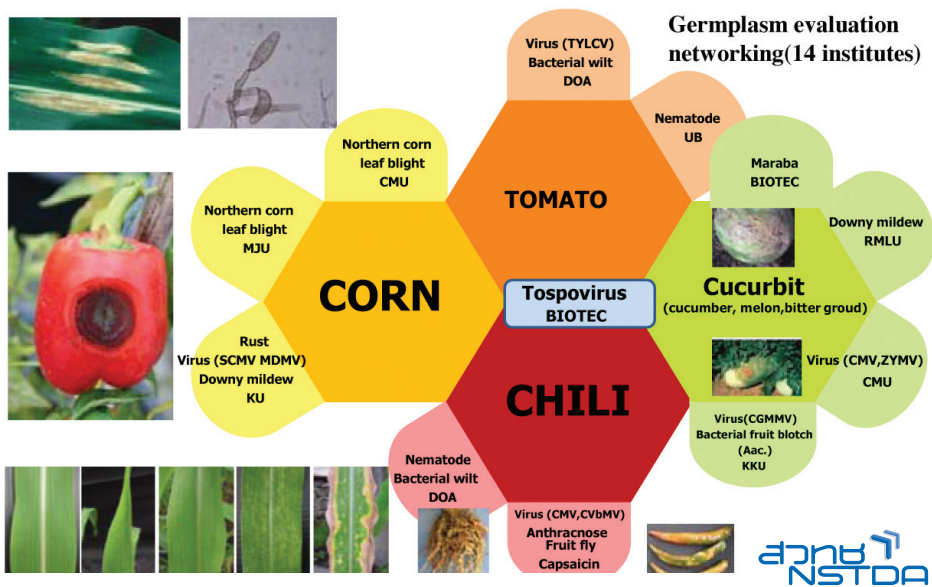


**2,598 พันธุ์**

ที่ผ่านมา มีการถ่ายทอดเชื้อพันธุกรรมที่ผ่านการประเมินและมีลักษณะดีเด่นให้แก่ นักปรับปรุงพันธุ์ภาครัฐ (11 แห่ง) และเอกชน (ไม่ต่ำกว่า 50 บริษัท) รวมแล้วกว่า 2,598 พันธุ์ ตัวอย่างความสำเร็จของการใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรม เช่น ภาคเอกชนนำเชื้อพันธุกรรมพริกเกษตรตัวผู้เป็นหมันต่อยอดเป็นพันธุ์ลูกผสมการค้า การร่วมวิจัยกับภาคเอกชน ในโครงการวิจัยการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงพันธุ์ เช่น การปรับปรุงพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวต้านทานโรคไวรัสร่วมกับบริษัท ยูนิซีดส์ จำกัด ออกเป็นพันธุ์ลูกผสมการค้า “ยูนิเอช 109” การสร้างเครือข่ายการตลาดสอบพันธุ์ข้าวโพดไร่ร่วมกับกลุ่ม SME ทางภาคเหนือ ส่งผลให้พันธุ์ข้าวโพดไร่ “นครสวรรค์ 3” ของศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตรขยายผลสู่ภาคเอกชนและเกษตรกร สร้างผลกระทบเป็นมูลค่าไม่ต่ำกว่า 300 ล้านบาท เป็นต้น

จากปัญหาโรคพืชที่เกิดขึ้น เช่น โรคแอนแทรกโนสในพริก โรคใบไหม้แผลใหญ่ในข้าวโพด โรคไวรัสใบด่างในแตงกวา ประเทศไทยต้องศึกษาความหลากหลายของเชื้อสาเหตุโรค สัณฐานวิทยาและระดับพันธุกรรม เพื่อใช้ประโยชน์จากข้อมูลดังกล่าวในการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านโรค และพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวินิจฉัยโรค เช่น การใช้เทคนิคทางอิมมูโนวิทยาผลิตแอนติบอดีและพัฒนาชุดตรวจ ปัจจุบันมีเครือข่ายเก็บรักษาเชื้อก่อโรคพืช และประเมินความต้านทานของพืชต่อเชื้อก่อโรคจำนวน 14 แห่ง กระจายอยู่ในหน่วยงานรัฐและมหาวิทยาลัย เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น และไบโอเทค เป็นต้น

**Pathogens diversity / Screening technique / Germplasm Evaluation for disease resistance : Networking and service provider for private sectors**



ที่มา: ฝ่ายบริหารคลังสเตอร์และโปรแกรมวิจัย, สวทช., 2557.

ทศวรรษที่ผ่านมา สภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้ความถี่การเกิดภัยพิบัติมีมากขึ้นและรุนแรงขึ้น การกระจายตัวและปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไปทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันหรือภาวะแล้ง ตัวอย่างเช่น กรณีน้ำท่วมครั้งใหญ่ของไทยเมื่อ พ.ศ. 2554 ไม่เพียงทำความเสียหายต่อเศรษฐกิจเป็นจำนวนมาก ยังส่งผลให้เกิดการสูญเสียพันธุกรรมของไม้ผลสำคัญหลายชนิดของประเทศ เช่น ทุเรียนของจังหวัดนนทบุรี หรือส้มโอของจังหวัดนครปฐม เป็นต้น คุณอดิสรณ์ ฉิมน้อย ชนมรมอนุรักษ์และฟื้นฟูทุเรียนนนท์ ให้ข้อมูลว่าน้ำท่วมเมื่อ พ.ศ. 2554 ส่งผลให้ทุเรียนพันธุ์ดั้งเดิมสูญหายไปเหลือเพียงประมาณ 40 สายพันธุ์ เช่นเดียวกับคุณประวิทย์ บุญมี ประธานเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนส้มโอนครชัยศรี ที่ระบุว่าเกษตรกรผู้ปลูกส้มโอประสบปัญหาขาดแคลนกิ่งพันธุ์แท้คุณภาพดี สำหรับปลูกทดแทนส้มโอที่เสียหายจากน้ำท่วม

จากบทเรียนความสูญเสียจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นำมาสู่การเรียนรู้และการปรับตัว ดังกรณีของชุมชนคลองจินดาที่เป็นแหล่งผลิตพืชและผลไม้สำคัญของจังหวัดนครปฐม ชุมชนแห่งนี้ตั้งอยู่บริเวณตอนใต้ของลุ่มน้ำนครชัยศรี ประสบปัญหาน้ำท่วมขังเกือบทุกปี พ.ศ. 2554 เป็นปีที่ชุมชนได้รับความเสียหายค่อนข้างมาก โดยเฉพาะการสูญเสียพันธุ์ไม้ผลเศรษฐกิจและพันธุ์พืชดั้งเดิมหลายชนิด จึงนำมาสู่แนวคิดจัดตั้งธนาคารพันธุ์พืช มีการรวบรวมพันธุ์โดยชุมชน มีแผนบริหารจัดการเพื่อลดความเสี่ยงด้วยการมีแหล่งสำรองพันธุ์พืชนอกพื้นที่ การมีธนาคารพันธุ์พืชทำให้ชุมชนคลองจินดาไม่มีปัญหาขาดแคลนกิ่งพันธุ์ ใช้ประโยชน์สร้างอาชีพขยายกิ่งพันธุ์แก่ขาย สร้างรายได้ให้ชุมชนอีกทางหนึ่ง

ประเภทของพืชที่จัดเก็บในธนาคารพันธุ์พืชชุมชนคลองจินดา

- 1) พืชเศรษฐกิจ ได้แก่ มะนาว ฝรั่ง ชมพู่ มะพร้าว ผักทั่วไป
- 2) พืชอนุรักษ์ ได้แก่ มะนาวหนัง ฝรั่งไทย มะม่วงพันธุ์ดั้งเดิม ผักพื้นบ้านดั้งเดิม
- 3) พืชที่เหมาะสม ปรับตัวได้ การจัดการง่าย ตลาดดี เป็นไปตามความต้องการของตลาด เช่น เตยหอม

### รูปแบบและกระบวนการธนาคารพันธุ์พืชคลองจินดา





แม้ชุมชนเข้มแข็งมีความสามารถในการรวบรวมพันธุกรรมพืชท้องถิ่นและหรือพืชเศรษฐกิจสำคัญของแต่ละชุมชนได้ แต่สิ่งที่ยังเป็นข้อจำกัดของชุมชน คือ การนำเทคโนโลยีมาสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรเชื้อพันธุกรรม เป็นต้นว่า การจำแนกพันธุ์พืชด้วยเทคนิค DNA Fingerprint ในกรณีเป็นพืชประจำท้องถิ่นหรือพืชหายาก ต้องการเทคโนโลยีการขยายพันธุ์พืชเพื่อเพิ่มจำนวนให้ได้ลักษณะดีตรงตามพันธุ์ รวมถึงระบบการจัดเก็บรักษาสายพันธุ์พืช เป็นต้น

### ธนาคารเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังในประเทศไทย

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ไม่ได้มีถิ่นกำเนิดในไทย การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ผลผลิตและปริมาณแป้งสูง ต้านทานโรค ทนทานต่อความแห้งแล้ง หรือมีคุณลักษณะพิเศษ เช่น มีอะมิโลแพคตินสูง (Xaxy Cassava) จำเป็นต้องอาศัยพันธุกรรมที่หลากหลายจากประเทศถิ่นกำเนิด แหล่งเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังที่สำคัญ คือ ศูนย์เกษตรเขตร้อนนานาชาติ (International Center for Tropical Agriculture: CIAT) ซึ่งเป็นธนาคารเชื้อพันธุกรรมที่มีการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังไว้มากที่สุดในโลก และสถาบันเกษตรเขตร้อนนานาชาติ (International Institute of Tropical Agriculture: IITA) แหล่งรวบรวมเชื้อพันธุกรรมทั้ง 2 แห่งมีการอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังและใช้เป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์ให้นักปรับปรุงพันธุ์ใช้ประโยชน์ พัฒนา/ปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังใหม่ๆ

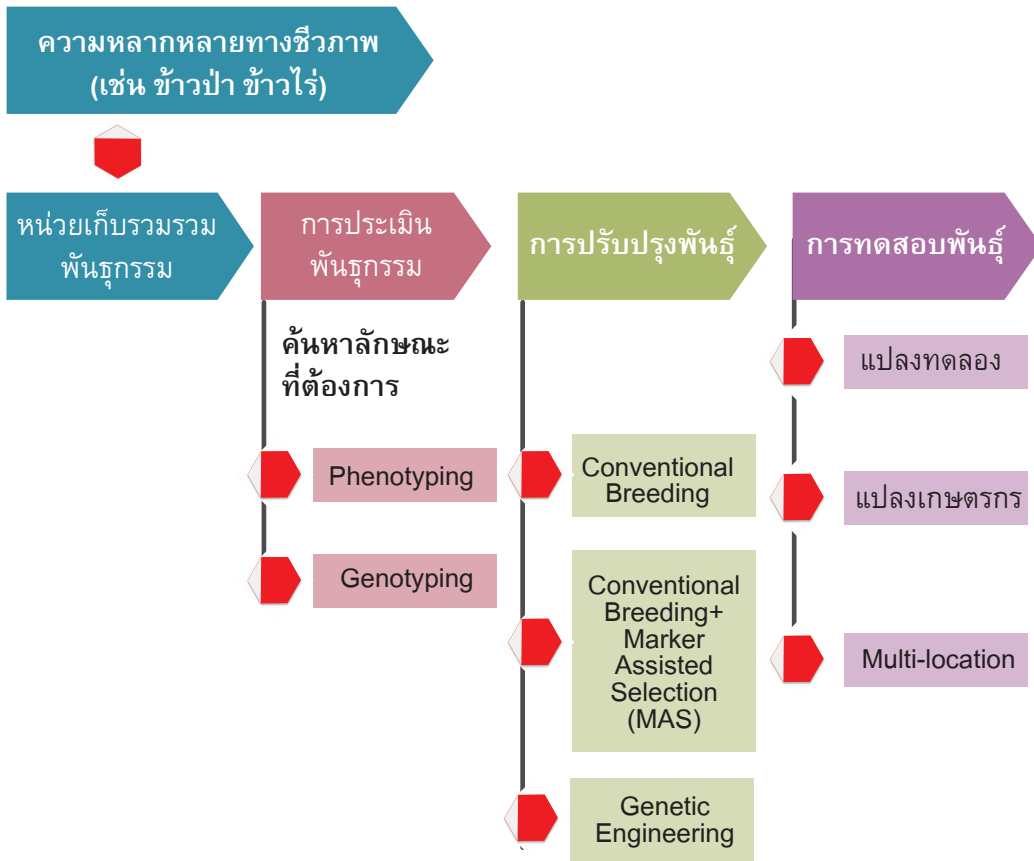
ใน พ.ศ. 2544 ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตรได้ถูกเลือกให้เป็นที่ตั้งธนาคารเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังแห่งที่สองของโลก โดยมีการเก็บรวบรวมเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังไว้มากกว่า 800 พันธุ์ มีทั้งมันสำปะหลังที่มีอยู่เดิมและเชื้อพันธุกรรมที่ CIAT จัดส่งมา เชื้อพันธุ์เหล่านี้อยู่ระหว่างการประเมินลักษณะที่สำคัญ การมีธนาคารเชื้อพันธุกรรมมันสำปะหลังเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่ช่วยงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังของประเทศไทย

ที่มา: [http://www.thaitapiocastarch.org/article12\\_th.asp](http://www.thaitapiocastarch.org/article12_th.asp)

## ข) High Throughput Phenotyping Screening Facilities

ในการปรับปรุงพันธุ์พืช ไม่ว่าจะโดยวิธีใดจำเป็นต้องตรวจดูว่า พืชที่นำมาใช้ผสมกับพืชที่ต้องการปรับปรุง รวมทั้งพืชที่ได้จากการปรับปรุง มีลักษณะตามต้องการหรือไม่ การประเมินทำใน 2 ระดับ ได้แก่ ประเมินพันธุกรรมระดับดีเอ็นเอ หรือข้อมูลที่บรรจุอยู่ในดีเอ็นเอของแต่ละสายพันธุ์ (Genotyping Evaluation) และลักษณะที่ปรากฏ (Phenotyping Evaluation) ซึ่งเป็นผลจากการแสดงออกของสารพันธุกรรมในดีเอ็นเอที่สัมพันธ์กับสภาวะแวดล้อม การประเมินลักษณะที่ปรากฏประเมินภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ควบคุมได้ เช่น ในโรงเรือนทดลอง และการประเมินภาคสนาม โดยเลือกสถานที่ที่มีสภาวะแวดล้อมที่ต้องการทดสอบ เช่น สภาพแล้ง สำหรับทดสอบพืชทนแล้ง หรือมีอุณหภูมิสูง สำหรับพืชทนร้อน เป็นต้น รูปที่ 2-1 แสดงขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ตั้งแต่การเลือกสายพันธุ์ที่เก็บรวบรวมไว้ที่หน่วยเก็บรวบรวมพันธุกรรม (มาผสมกับพันธุ์ที่ต้องการปรับปรุง) เพื่อการค้นหายีนที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการ ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์และขั้นตอนการทดสอบพันธุ์ ในแต่ละขั้นตอนมีการประเมิน Genotype และ Phenotype ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีตัวอย่างจำนวนมาก เช่น ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ เมื่อมีการผสมระหว่างพ่อแม่ได้ประชากรรุ่นลูก หรือ F1 จำนวนมาก ที่มีความแตกต่างในพันธุกรรม ต้องประเมินเพื่อค้นหาประชากรที่มีศักยภาพ เพื่อดำเนินการต่อในรุ่น F2, F3 ตามลำดับ ในขั้นตอนทดสอบพันธุ์ปรับปรุงที่ได้ โดยเฉพาะการประเมินลักษณะที่ปรากฏ ทำการประเมินในหลายพื้นที่ที่เรียกว่า Multilocation Tests เปรียบเทียบระหว่างสถานที่และระหว่างสายพันธุ์ เนื่องจากมีการประเมินหลายขั้นตอน มีตัวอย่างจำนวนมาก จึงต้องพัฒนาวิธีการประเมินที่รวดเร็ว ลดค่าใช้จ่ายในการประเมิน เพื่อย่นเวลาและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงพันธุ์

## ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ จากหน่วยงานรวบรวมพันธุ์กรรมสู่การปรับปรุงพันธุ์



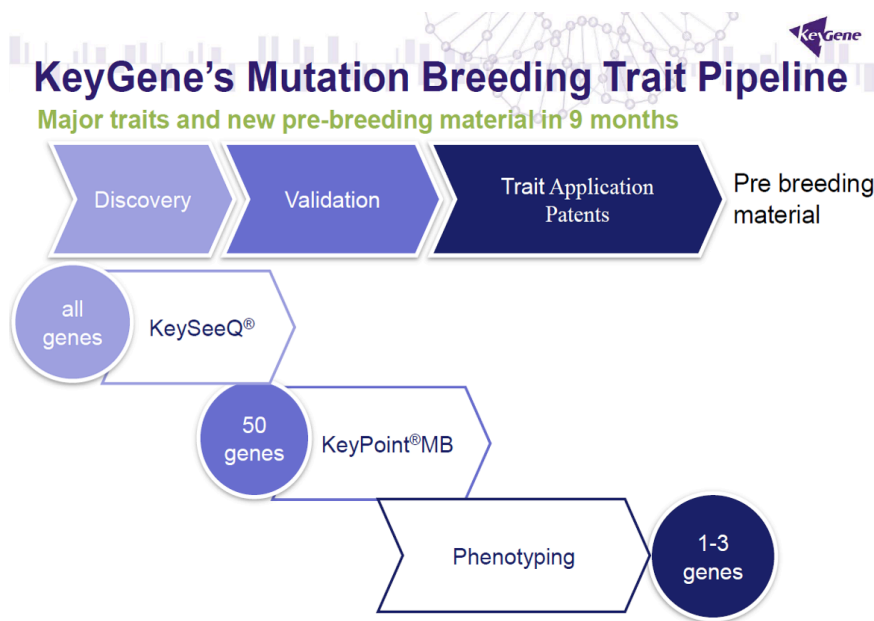
รูปที่ 2-1: ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์พืช

ปัจจุบัน การพัฒนาเทคโนโลยี Sequencing เป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ตรวจหาลำดับ การเรียงตัวของดีเอ็นเอทั้งสาย (Whole Genome) หรือบางชิ้นส่วนของดีเอ็นเอได้ และสามารถ วิเคราะห์หลายตัวอย่างได้ในเวลาเดียวกัน ใช้เวลาสั้น ใช้ปริมาณดีเอ็นเอน้อย และราคาถูกลง เรื่อยๆ เช่น การพัฒนาเทคโนโลยี Pyrosequencing ที่ปัจจุบันถูกทดแทนด้วย Ion Torrent Sequencing ทำให้การประเมิน Genotype เป็นไปด้วยอัตราที่ก้าวหน้า ตรงกันข้ามกับการ พัฒนาเทคโนโลยีการประเมินลักษณะที่ปรากฏ (Phenotype) ที่ไปในอัตราที่ช้ากว่ามาก โดย ทั่วไป การประเมินลักษณะที่ปรากฏใช้พื้นที่มากในการปลูกประเมินทดสอบ การประเมิน ลักษณะ เช่น ความสูง ขนาดฝัก คุณสมบัติเมล็ด หรือความต้านทานต่อโรค ใช้วิธีวัดหรือ ประเมินโดยสายตา การวิเคราะห์เชิงปริมาณ เช่น วิถีทางเคมี ต้องทำลายตัวอย่าง ถ้าต้องการ ให้พืชเจริญเติบโตต่อไปอีกเพื่อการวิเคราะห์ครั้งต่อไป ต้องใช้ตัวอย่างใหม่ ต้องปลูกพืช ทดสอบจำนวนมากในการทดลองแต่ละรุ่น การตรวจลักษณะปรากฏที่ผ่านมาใช้เวลามากเป็น Low Throughput และ Low Content เป็นคอขวดการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของ พันธุกรรมที่เก็บรวบรวม เนื่องจากการขาดข้อมูลของพันธุกรรมที่มีอยู่

การพัฒนาเทคโนโลยีการประเมิน Phenotype อย่างรวดเร็ว (High Throughput Phenotyping Screening) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินคุณสมบัติจำนวนมากของส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ต้น ดอก ราก เมล็ด รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพ แวดล้อม เช่น การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ การพัฒนาเทคโนโลยีเป็นการ บูรณาการเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติและ Image Analysis เข้าด้วยกัน โดยทำการประเมินใน โรงเรือน (Green House) หรือ Chamber ที่คุมสภาวะแวดล้อมได้ จากการมีตัวอย่างจำนวนมาก จึงอาศัยระบบอัตโนมัติและวิธีการตรวจวัดที่รวดเร็ว เพื่อลดระยะเวลาทำงาน ตัวอย่าง การใช้ระบบอัตโนมัติ เช่น การเคลื่อนย้ายกระถางปลูก การให้น้ำ การเคลื่อนย้ายกระถางปลูก นอกจากช่วยในการวัด ยังทำให้ต้นพืชทุกต้นสัมผัสกับสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนสม่ำเสมอ และทั่วถึง เช่น ความเข้มแสง มีการนำระบบ Image Analysis มาใช้ในการวัดขนาด รูปทรง และสรีรวิทยาของพืช และแปลงเป็น Digital Features แทนการวัดด้วยสายตา หรือวิถีทาง เคมี ทำให้การประเมินไวขึ้น (ในแต่ละวันผลิตภาพถ่ายได้มากถึง 100,000 ภาพ) มีความ แม่นยำขึ้น ตัวอย่างไม่ถูกทำลาย สามารถใช้ต้นเดิมในการวัดในระยะต่อไป ลดจำนวนพืชที่ใช้

ปลูก สามารถคัดเลือกประชากร/สายพันธุ์ที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ นำไปสู่การประเมินภาคสนามต่อไป นอกเหนือจากการพัฒนาระบบวัดแล้ว ยังมีการพัฒนาระบบ High Throughput Phenotyping Screening ให้รองรับตัวอย่างจำนวนมากๆ ได้ (Scaling)


บริษัท KeyGene เป็นบริษัทวิจัยและพัฒนา Biomarker และพัฒนาพันธุ์พืชในสหภาพยุโรป ใช้ High Throughput Phenotyping Platform ค้นหาจากสายพันธุ์ที่เก็บรวบรวม ใช้เวลาเพียง 9 เดือน ได้ยีนที่ควบคุมลักษณะเป้าหมาย 1-3 ยีน (รูปที่ 2-2)





รูปที่ 2-2: การใช้ High Throughput Phenotyping ค้นหาเพื่อใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์  
ที่มา: Arjen J. van Tunen, 2013. <sup>3</sup>

<sup>3</sup> [http://www.phenodays.com/fileadmin/user\\_upload/phenodays2013pdf/Herco\\_van\\_Liere.pdf](http://www.phenodays.com/fileadmin/user_upload/phenodays2013pdf/Herco_van_Liere.pdf)

ผลการประเมินลักษณะที่ต้องการในระยะต้นของการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้ High Throughput Phenotyping Platform สอดคล้องกับผลทดสอบระยะหลังที่มีการปลูกในโรงเรือน 2 สถานที่เพื่อดูผลผลิตการใช้ High Throughput Phenotyping Platform ตรวจกรองในระยะต้น ช่วยประหยัดเวลา (ใช้เวลาเพียง 5 อาทิตย์ ไม่ต้องรอให้ออกผลผลิต) พื้นที่ และงบประมาณ (รูปที่ 2-3)

Europe **Case study: Correlating early digital traits to later yield traits in tomato** 

**Experimental Set-up**

<p><b>PhenoFab</b> 30 genotypes 5 replicates 5 weeks</p>  <p>Early crop trait</p>	<p><b>Breeders/commercial greenhouse</b> 30 genotypes Two greenhouse locations</p>  <p>Later crop trait</p>
---	--

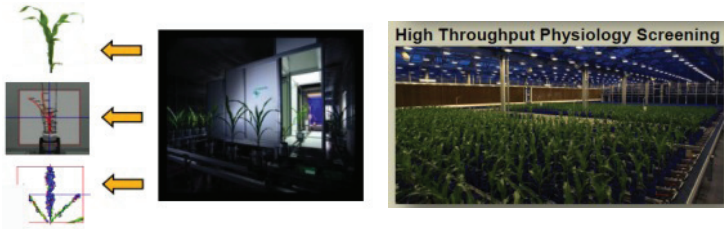
Shital Dixit | 15-01-2013 | 15

รูปที่ 2-3: การประเมินลักษณะที่ต้องการโดยใช้ High Throughput Phenotyping Platform  
ที่มา: Shital Dixit, 2013.

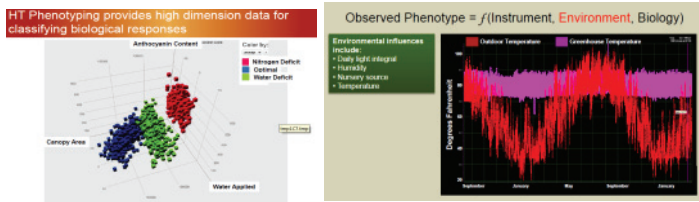
High Throughput Phenotyping นับเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญ นอกจากช่วยเร่งพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์พืช และการศึกษาสรีรวิทยาของพืชเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้ว ยังทำให้เกิดการพัฒนาและสร้างความเข้มแข็งในศาสตร์อื่นขนานกันไป เช่น การพัฒนาระบบอัตโนมัติ การพัฒนา Image Analysis รวมทั้ง Data Processing ศาสตร์ทั้งสองสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านอื่นๆ ต่อไปได้ เช่น การใช้ระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม หรือการใช้ระบบ Image Analysis ทางการแพทย์ หรือแม้แต่ในทางเกษตรด้านอื่นๆ (รูปที่ 2-4)

## เพิ่มผลผลิตพืชภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม

บูรณาการระบบอัตโนมัติและเทคโนโลยี Image Analysis เพื่อพัฒนา High Throughput Plant Physiology Screening Platform



เปลี่ยน Phenotypic Data ไปเป็นข้อมูลที่น่าไปใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์



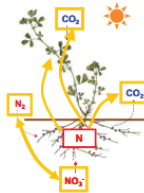
ได้ภาพประมาณ 100,000 ภาพต่อวัน

ประเด็นสำคัญที่สุดของการพัฒนา High Throughput Phenotyping Screening คือการทำงานที่ต้องอาศัยหลาย Approaches ประสานกัน ดังต่อไปนี้

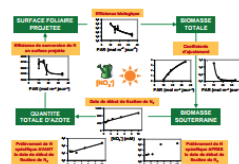
**Phenotyping Approach**



**Analytical approach**



**Modelisation**



หาความแตกต่างระหว่าง Genotypes วิเคราะห์ความแตกต่างที่ตรวจวัดได้

รูปที่ 2-4: ระบบ High Throughput Phenotyping ที่บูรณาการเทคโนโลยีต่างๆ ไปด้วยกัน ที่มา: ปรับจาก Christophe SALON, 2013

การพัฒนา High Throughput Phenotyping Screening Facilities นอกจากใช้เงินลงทุนสูง และงบประมาณการต่อเนื่องเพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มกำลังแล้ว ยังต้องการบุคลากรหลายสาขาที่มีประสบการณ์ร่วมทำงานเป็นทีม ในยุโรป มีการร่วมลงทุนและบริหารจัดการทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับชาติและนานาชาติ ตัวอย่างเช่น สถาบันวิจัย INRA ประเทศฝรั่งเศส มี High Throughput Phenotyping Screening Facilities โดยร่วมทุนระหว่าง INRA ร้อยละ 31 Burgandy Region ร้อยละ 31 รัฐบาลฝรั่งเศส ร้อยละ 8 และ European Funds ร้อยละ 30 มหาวิทยาลัย Aberystwyth ในอังกฤษ มี High Throughput Phenotyping Screening Facilities โดยการสนับสนุนของ Biotechnology Biological Research Council (BBSRC) และ Lywodraeth Cymru Welsh Government เป็นต้น ในทวีปเอเชีย มีการติดตั้งระบบดังกล่าวในประเทศจีนและประเทศญี่ปุ่น และในสถาบันวิจัยนานาชาติด้านพืช เช่น สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ที่ประเทศฟิลิปปินส์ นอกนั้น ไม่ปรากฏในประเทศอื่นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทย

### ค) Breeding Management System

การปรับปรุงพันธุ์พืชประกอบด้วยกิจกรรมหลายขั้นตอน ตั้งแต่การวางแผน การผสม การเพาะปลูก การคัดเลือก การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่เหมาะสม ใช้ข้อมูลจำนวนมากในการบริหารจัดการ จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือช่วยในการจัดการและเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างนักปรับปรุงพันธุ์ เพื่อสืบค้น ประมวลผล และนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างเป็นระบบ และมีประสิทธิภาพระบบ Breeding Workflow System หรือ BWS พัฒนาโดย The Integrated Breeding Platform of Generation Challenge Program (GCP) เป็นระบบการจัดการงานวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชตั้งแต่การจัดการพันธุกรรมพืช การสร้างกลุ่มผสม การหาตำแหน่งของยีนเพื่อการคัดเลือก การวางแผนงานวิจัย การประเมินลักษณะทางการเกษตร การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และการตัดสินใจโดยรวม ซอฟต์แวร์และฐานข้อมูลของพืชสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี



ถั่ว ประกอบด้วยข้อมูลฟีโนไทป์ ข้อมูลจีโนไทป์ พันธุ์ประวัติ และข้อมูลเครื่องหมายโมเลกุล ที่ออกแบบให้มีความจำเพาะกับพืชแต่ละชนิด นำไปประยุกต์ใช้กับการปรับปรุงพันธุ์พืชแบบ มาตรฐาน การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือก การปรับปรุง พันธุ์โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลช่วยในการคัดเลือกร่วมกับการผสมกลับ (<https://www.integratedbreeding.net>)

สวทช. โดยไบโอเทค ได้รับแต่งตั้งจาก GCP ให้เป็นศูนย์กลางของภูมิภาคในการ ส่งเสริมการใช้ซอฟต์แวร์ BWS ในภูมิภาคอาเซียน พร้อมทั้งผลักดันให้เกิดการเชื่อมโยงและ จัดเก็บข้อมูลงานวิจัยด้านพืชอย่างเป็นระบบ โดยจะเป็นศูนย์กลางของภูมิภาคในการส่งเสริม การใช้ระบบดังกล่าว (Help Desk) ให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชในประเทศไทยและในภูมิภาคต่อไป



### 2.1.3) นโยบาย/กฎระเบียบเพื่อส่งเสริมการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยี

#### ก) นโยบายการเข้าถึงและแบ่งปันผลประโยชน์

เชื้อพันธุกรรมเป็นพื้นฐานสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์พืชที่มีลักษณะดีเด่นตามต้องการ อย่างไรก็ตาม พืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากในประเทศไทยหลายชนิดไม่ได้มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย ตัวอย่างเช่น มันสำปะหลัง เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดจากอเมริกาใต้ เช่น ประเทศเปรู ประเทศเม็กซิโก ประเทศกัวเตมาลา ประเทศฮอนดูรัส และประเทศบราซิล หรือข้าวโพดเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศเม็กซิโก เป็นต้น ทำให้ประเทศไทยขาดความหลากหลายของพันธุกรรมเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ จึงมีความจำเป็นต้องเข้าถึงเชื้อพันธุกรรมของต่างประเทศ ในทางกลับกันประเทศไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชหลายชนิดสูง ด้วยเหตุนี้ จึงควรส่งเสริมให้มีกลไก/ระบบการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรมและตอบแทนเจ้าของเชื้อพันธุกรรมที่เป็นธรรม

อนุสัญญาความหลากหลายทางชีวภาพ (Convention on Biodiversity : CBD) ให้ความสำคัญกับเรื่องดังกล่าว มีการกำหนดกฎระเบียบในการกำกับดูแลการเข้าถึง การนำทรัพยากรชีวภาพไปใช้ประโยชน์รวมถึงการกำหนดให้มีการแบ่งปันผลประโยชน์ให้กับเจ้าของทรัพยากรชีวภาพ สำหรับประเทศไทยข้อกำหนดเรื่องการเข้าถึงและแบ่งปันผลประโยชน์มีเฉพาะในกรณีของพืช ซึ่งบรรจุอยู่ภายใต้ พ.ร.บ. คุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542

ประเทศไทยเป็นสมาชิกอนุสัญญาความหลากหลายทางชีวภาพ และให้ความสำคัญต่อหลักการเข้าถึงและการแบ่งปันผลประโยชน์จากการใช้ทรัพยากรชีวภาพ ในช่วงก่อนมีข้อกำหนดเรื่องการแบ่งปันผลประโยชน์ใน พ.ร.บ. คุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 นั้น ไปโอเทค สวทช. เป็นหน่วยงานแรกของประเทศที่พัฒนาข้อตกลงการค้าถ่ายโอนวัสดุชีวภาพ หรือ MTA (Material Transfer Agreement) เพื่อใช้เป็นข้อปฏิบัติในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์ที่ฝากเก็บในไปโอเทคที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัยและใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ รวมถึงกำหนดให้ใช้หลักการนี้กับหน่วยงานภายนอกด้วย จากประสบการณ์การจัดทำ MTA ของไปโอเทคชี้ให้เห็นว่าการเข้าถึงเชื้อพันธุกรรมมีส่วนในการสร้างนวัตกรรม และประเทศไทยที่เป็นเจ้าทรัพยากรชีวภาพได้รับประโยชน์ทั้งในรูปตัวเงินและการพัฒนาความสามารถด้านเทคโนโลยี มีกลไกป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อผู้ประกอบการไทย หากมีการนำทรัพยากรประเภทเดียวกันไปใช้ประโยชน์อีกด้วย

## กรณีศึกษา

การทำ MTA ระหว่างไบโอเทคกับบริษัท Shiseido ระหว่าง พ.ศ. 2548-2551 เป็นความตกลงร่วมกันเพื่อการวิจัยและพัฒนาสมุนไพรไทยเพื่ออุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เมื่อสิ้นสุดความร่วมมือ นักวิจัยทั้งสองฝ่ายพบสมุนไพรที่มีศักยภาพในอุตสาหกรรมดังกล่าว และมีการจดสิทธิบัตรทั้งในประเทศไทยและญี่ปุ่น โดยทั้งสองฝ่ายเป็นเจ้าของสิทธิบัตรร่วมกัน มีการทำข้อตกลงข้อหนึ่งกำหนดว่าสิทธิบัตรที่เกิดขึ้นจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อชุมชนหรือผู้ใช้สมุนไพรในประเทศไทยที่มีการใช้พืชเหล่านั้นอยู่แล้วในรูปแบบที่หลากหลาย ที่มา: บุษผา เตชะภัทรพร และคณะ 2553

## ข) พ.ร.บ. คຸ້ມครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542

กฎหมายที่มีความเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพันธุ์ที่สำคัญ คือ พ.ร.บ. คຸ້ມครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 มีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมและสร้างแรงจูงใจให้มีการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ใหม่ๆ ด้วยการให้สิทธิคຸ້ມครอง ส่งเสริมการอนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์พันธุ์พืชพื้นเมืองทั่วไป กระตุ้นให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแล บำรุงรักษา และใช้ประโยชน์พันธุ์พืชอย่างยั่งยืน

แม้ว่าด้วยเจตนารมณ์ของกฎหมาย มีเป้าหมายส่งเสริมการปรับปรุงพันธุ์พืช แต่กฎหมายมีข้อจำกัดอยู่หลายประการที่เป็นอุปสรรคต่อการปรับปรุงพันธุ์พืช เช่น ปัญหาค่าที่ดินถึงกิจกรรมที่เข้าข่ายต้องขออนุญาตต่อกรมวิชาการเกษตรและทำข้อตกลงแบ่งปันผลประโยชน์ ความล่าช้าในการขึ้นทะเบียนพันธุ์พืชใหม่ อันสืบเนื่องจากข้อกำหนดให้ผู้ยื่นขอจดทะเบียนพันธุ์พืชใหม่ต้องยื่นเอกสารข้อตกลงแบ่งปันผลประโยชน์ (ชนิด ชิงถาวร และคณะ, 2554)

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการตรวจสอบพันธุ์พืชเพื่อการคຸ້ມครองสิทธินักปรับปรุงพันธุ์ เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของนักปรับปรุงพันธุ์พืชใหม่ เป็นส่วนสำคัญที่นำไปสู่การพัฒนาการคຸ້ມครองพันธุ์พืชของหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน รัฐวิสาหกิจ และหน่วยงานอื่นๆ ให้มีมาตรฐานเดียวกัน เพื่อเตรียมความพร้อมในการเสนอตัวของประเทศไทยเพื่อเป็นผู้นำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการตรวจสอบพันธุ์พืช เมื่อเข้าสู่ประชาคมอาเซียน

ปัจจุบันไทยมีกฎหมายคຸ້ມครองพันธุ์พืชที่มีผลบังคับใช้โดยตรง มีการประกาศให้พืชทั้งหมด 62 ชนิดอยู่ในพระราชกฤษฎีกา และขอรับการคຸ້ມครองพันธุ์พืชใหม่ได้ โดยต้องดำเนินการตามหลักเกณฑ์ที่กรมวิชาการเกษตรประกาศไว้ ผู้ที่นำเอาพันธุ์พืชไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้มีสิทธิในพันธุ์นั้นจะถูกดำเนินคดีตามกฎหมาย ในส่วนของเกษตรกรตาม พ.ร.บ. คຸ້ມครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 ให้สิทธิเกษตรกรสามารถนำพันธุ์พืชใหม่ไปปลูกได้ในกรณี

ที่มีไว้มีวัตถุประสงค์เพื่อการค้า ผลิต หรือทำซ้ำเกินกว่า 2-3 ฤดูกาลแล้วแต่ชนิดพืช (<http://www.naewna.com/local/114706>)

### ค) พ.ร.บ. กักพืช พ.ศ. 2507

การนำเข้าพืชจากต่างถิ่นเข้ามาใช้ในการวิจัยและพัฒนาต้องปฏิบัติตาม พ.ร.บ. กักพืช พ.ศ. 2507 เพื่อควบคุมและป้องกันมิให้ศัตรูพืชระบาดเข้ามาในราชอาณาจักร พืชชนิดใดที่ถูกกำหนดให้เป็นสิ่งต้องห้าม ผู้นำเข้าต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการนำเข้า ผู้นำเข้าต้องยื่นความประสงค์ต่ออธิบดีกรมวิชาการเกษตร พร้อมผลวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช ไบรรับรองสุขอนามัยพืช การนำเข้ามาใช้เพื่อทำพันธุ์ต้องมีหนังสือรับรองว่าไม่เป็นพืชติดต่อสารพันธุกรรม (non-GMOs) เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยต้องทำลายภายใต้การควบคุมของพนักงานเจ้าหน้าที่หรือจัดการตามที่อธิบดีกรมวิชาการเกษตรเห็นควร (เกียรติกิติ สุวรรณธราดล และคณะ, 2556) อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติขั้นตอนการนำเข้าพืชค่อนข้างล่าช้า รวมถึงต้องทำลายทิ้งเมื่อสิ้นสุดการวิจัยในกรณีที่เป็นสิ่งต้องห้าม

#### การแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุข้าวระหว่างประเทศ

1. ต้องขออนุญาตการนำเข้าหรือส่งออกจากอธิบดีกรมวิชาการเกษตร ในการนำเข้าต้องมีไบรรับรองสุขอนามัยพืชกำกับมาด้วย โดยอาศัยอำนาจตามมาตรา 6 ทวิ และมาตรา 8 (1) แห่งพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 และแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2542 และพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2551
2. ต้องขออนุญาตกระทรวงพาณิชย์ในการส่งออกไปนอกราชอาณาจักรโดยผู้มีอำนาจอนุญาต คือรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพาณิชย์ หรือผู้ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพาณิชย์มอบหมาย (กรณีส่งออกและนำเข้า) ซึ่งในหลักการกระทรวงพาณิชย์จะพิจารณาอนุญาตให้ส่งออกหรือนำเข้าเพื่อการทดลองหรือวิจัยได้ ต่อเมื่อได้รับอนุญาตจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (อธิบดีกรมวิชาการเกษตร) ก่อน
3. ในการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุข้าวกับต่างประเทศเพื่อการศึกษา ทดลอง วิจัย ตามประกาศระเบียบกรมวิชาการเกษตร ว่าด้วยหลักเกณฑ์การแลกเปลี่ยนส่วนขยาย พันธุ์พืชระหว่างประเทศ พ.ศ. 2546 ลงวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2546 กำหนดให้ต้องทำสัญญาถ่ายโอนวัสดุชีวภาพ ถ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อประโยชน์ในทางการค้าต้องได้รับอนุญาตจาก อธิบดีกรมวิชาการเกษตร และทำข้อตกลงแบ่งปันผลประโยชน์ภายใต้พระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช

ตามมาตรา 52 พ.ศ. 2542 หากมิได้มีวัตถุประสงค์เพื่อประโยชน์ในทางการค้า ต้องแจ้งให้กรมวิชาการเกษตรทราบตามระเบียบที่คณะกรรมการคุ้มครองพันธุ์พืชกำหนดในมาตรา 53

4. ข้าวพันธุ์พื้นเมืองของไทยที่ส่งไปเก็บที่สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ หากมีผู้ประสงค์ขอซื้อพันธุ์ให้ชองจากประเทศไทยโดยตรง โดยดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 3.

#### กรณีการนำเข้า-ส่งออกข้าวเปลือกเพื่อการวิจัย

ปัจจุบันไทยไม่มีข้อห้ามทางกฎหมาย แต่มีการกำหนดให้ **ข้าวเปลือกเป็นสิ่งกักตุน<sup>4</sup>** ดังนั้น การนำเข้าข้าวเปลือกเพื่อการวิจัยต้องขออนุญาตต่อกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยกระทรวงเกษตรฯ กำหนดให้ **ข้าวเปลือกเจ้าทุกพันธุ์เป็นเมล็ดพันธุ์ควบคุม** ห้ามรวบรวมขาย ส่งออก หรือนำผ่านเพื่อการค้า เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมวิชาการเกษตร หรือผู้ที่อธิบดีกรมวิชาการเกษตรมอบหมาย ตามประกาศเรื่องกำหนดชนิดที่ต้องขออนุญาตนำเข้า เพื่อป้องกันศัตรูพืชชนิดหนึ่งชนิดใดมิให้ระบาดเข้ามาในประเทศไทย (พ.ร.บ. กักพืช พ.ศ. 2507)

การนำเข้าเชื้อพันธุกรรมจากต่างประเทศเข้ามาทำการวิจัย/เชิงพาณิชย์ มีขั้นตอนและระยะเวลาในการขออนุญาตค่อนข้างนาน ในบางกรณียังต้องทำลายทิ้งหากทำการวิจัยเสร็จแล้ว จึงควรมีการปรับกฎ ระเบียบในการนำเข้าเชื้อพันธุกรรมจากต่างประเทศ เพื่อให้เอื้อต่อการพัฒนาพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ในประเทศ

การส่งออกข้าวเปลือกเพื่อการทดลองหรือวิจัย กระทรวงพาณิชย์กำหนดเป็นสินค้าต้องขออนุญาตในการส่งออกป็นอกราชอาณาจักร เช่นเดียวกับการส่งออกข้าวเปลือกเพื่อการค้าหรือเพื่อกิจการอื่น ในหลักการกระทรวงพาณิชย์จะพิจารณาอนุญาตเมื่อได้รับการอนุญาตจากกระทรวงเกษตรฯ (อธิบดีกรมวิชาการเกษตร) ก่อน กระทรวงเกษตรฯ โดยกรมวิชาการเกษตร (อธิบดีกรมวิชาการเกษตร) จะอนุญาตให้ส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อการทดลองหรือวิจัยได้ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

- 1) สายพันธุ์ข้าวที่ไม่ใช่พันธุ์ข้าวไทยเป็นพ่อ-แม่พันธุ์ให้นำออกได้
- 2) สายพันธุ์ข้าวที่มีพันธุ์ข้าวไทยเป็นพ่อ-แม่ ผู้ขอต้องลงนามข้อตกลงว่าด้วยการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุ์ (Material Transfer Agreement) ตามระเบียบของกรมวิชาการเกษตร ในกรณีที่ผู้ขอมีการนำสายพันธุ์ข้าวดังกล่าวไปวิจัยแล้วเกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ ต้องจัดทำข้อตกลงแบ่งปันผลประโยชน์ภายใต้พระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 ด้วย

<sup>4</sup> สิ่งกักตุน เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศหรืออาจมีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอนาคตกับทั้งเป็นพาหะหรือเป็นพืชอาศัยของศัตรูพืชที่ร้ายแรงของพืชเศรษฐกิจของประเทศ ฉะนั้น จะนำเข้ามาในหรือนำผ่านราชอาณาจักรได้เฉพาะทางด่านตรวจพืชที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ประกาศกำหนดไว้และต้องมีใบรับรองปลอดศัตรูพืชกำกับมาพร้อมกับสิ่งกักตุนด้วย (พ.ร.บ. กักพืช พ.ศ. 2507)

## ง) นโยบาย FAO กับการเก็บรวบรวมพันธุกรรม

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์แหล่งพันธุกรรมพืชสำหรับอาหารและเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน รวมถึงการแบ่งปันผลประโยชน์ ที่เกิดขึ้นจากการใช้แหล่งพันธุกรรมเหล่านี้ และมีความสอดคล้องกับ CBD (Convention on Biological Diversity) ทั้งการเข้าถึงและใช้ประโยชน์พันธุกรรมพืชที่รวบรวมไว้ในถิ่นที่อยู่ (In Situ Collection) และนอกถิ่นที่อยู่ (Ex Situ Collection)

ตามสนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร (International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: ITPGR) ที่บังคับใช้ใน พ.ศ. 2547 กำหนดให้พืชอาหารจำนวน 35 รายการ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ เช่น ข้าว ข้าวสาลี มะเขือเทศ ข้าวโพด เป็นต้น และพืชอาหารจำนวน 29 รายการ เป็นแหล่งพันธุกรรมที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ ประเทศที่ลงนามและบังคับใช้สนธิสัญญานี้ตกลงที่จะจัดเก็บความหลากหลาย และข้อมูลทางพันธุกรรมของพืชที่เป็นอาหารหลักนี้ ไว้ในธนาคารพันธุกรรม (Gene Banks) หน่วยงานด้านการปรับปรุงพันธุ์ทั้งภาครัฐและเอกชนสามารถใช้ประโยชน์ได้ ผู้ที่นำพันธุกรรมพืชไปใช้มีข้อตกลงที่จะแบ่งปันข้อมูลที่เกิดขึ้นกับผู้อื่นเพื่อการวิจัยต่ออย่างอิสระ หากต้องการเก็บข้อมูลไว้เอง ต้องแบ่งผลประโยชน์ที่ได้จากการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์แก่กองทุนเพื่อการพัฒนาการเกษตรในประเทศกำลังพัฒนาที่จัดตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2551 แนวคิดการแบ่งปันประโยชน์เช่นนี้หรือที่เรียกว่า Multilateral System (MLS) for Access and Benefit-Sharing เป็นจุดเด่นของสนธิสัญญา ITPGR สนธิสัญญา ITPGR ยังให้ความสำคัญรององค์ความรู้ด้านเกษตรกรรม พันธุ์พืชพื้นเมือง และสายพันธุ์ที่เกษตรกรพัฒนาขึ้นด้วย<sup>5 6</sup>

ประเทศไทยยังไม่ตัดสินใจให้สัตยาบันเข้าเป็นภาคีในสนธิสัญญา ITPGR ผลการศึกษา “การประเมินผลประโยชน์ในการใช้ทรัพยากรพันธุกรรมข้าวของไทยตามกรอบสนธิสัญญา ITPGR” สรุปว่าประเทศไทยอยู่ในสถานะเจ้าของทรัพยากรมากกว่าการเป็นประเทศที่มีศักยภาพด้านเทคโนโลยี หากอนาคตไทยต้องเข้าร่วมเป็นภาคีสถิติสนธิสัญญา ประเทศต้องเร่งพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรในการวิจัยและพัฒนาให้มากขึ้น เพื่อลดความเสียเปรียบ โดยเฉพาะการวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีที่สูงขึ้นมากกว่าการปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (ลอยลม ประเสริฐศรี, 2551)<sup>7</sup>

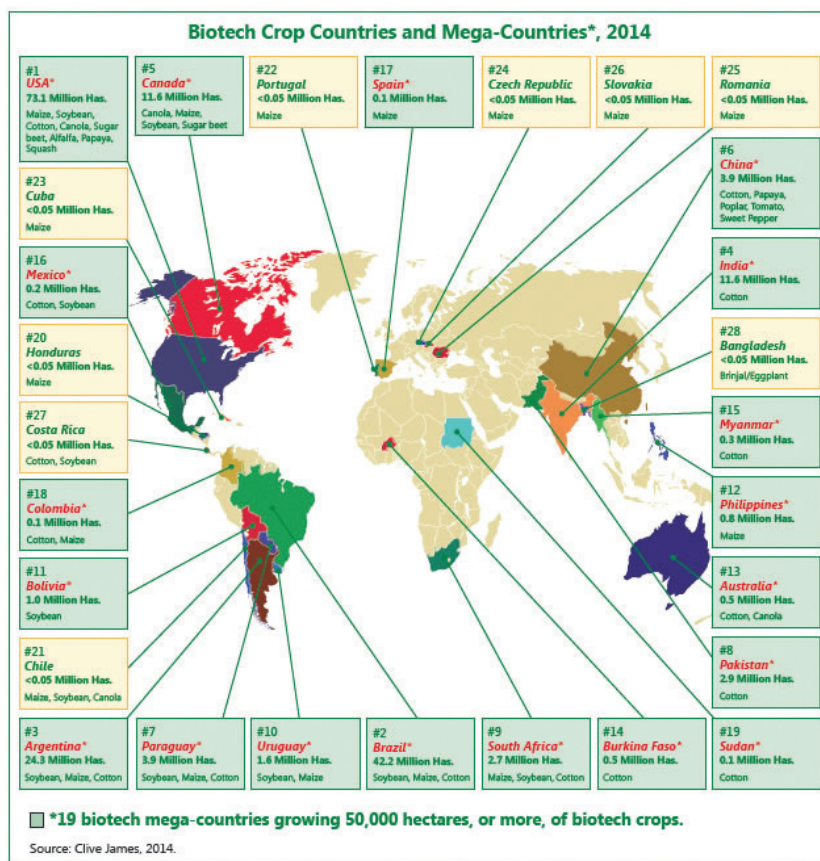
<sup>5</sup> <http://griphai.site90.net/a2.html#FAO>

<sup>6</sup> <http://www.measwatch.org/sites/default/files/ITPGR>.

<sup>7</sup> [http://measwatch.org/sites/default/files/bookfile/TueOctober2008-18-6-45-ITPGR\\_1.pdf](http://measwatch.org/sites/default/files/bookfile/TueOctober2008-18-6-45-ITPGR_1.pdf)

## จ) นโยบายพันธุวิศวกรรมของประเทศไทย

การปรับปรุงพันธุ์พืชด้วยเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การปลูกพืชจีเอ็มในเชิงพาณิชย์ของโลกเริ่มครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2539 โดยใน พ.ศ. 2557 พื้นที่ปลูกพืชจีเอ็มทั่วโลกรวม 1,134 ล้านไร่ กระจายอยู่ใน 28 ประเทศ ประเทศที่ปลูกพืชจีเอ็มมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศบราซิล และประเทศอาร์เจนตินา ชนิดพืชจีเอ็มที่ปลูกมาก ได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวโพด และฝ้าย (<http://www.isaaa.org>)<sup>8</sup>



รูปที่ 2-5: แผนที่แสดงประเทศที่มีการปลูกพืชจีเอ็ม พ.ศ. 2557  
ที่มา: <http://www.isaaa.org>

<sup>8</sup> ISAAA, 2014. Global Status of Commercialized/GM Crops: 1014



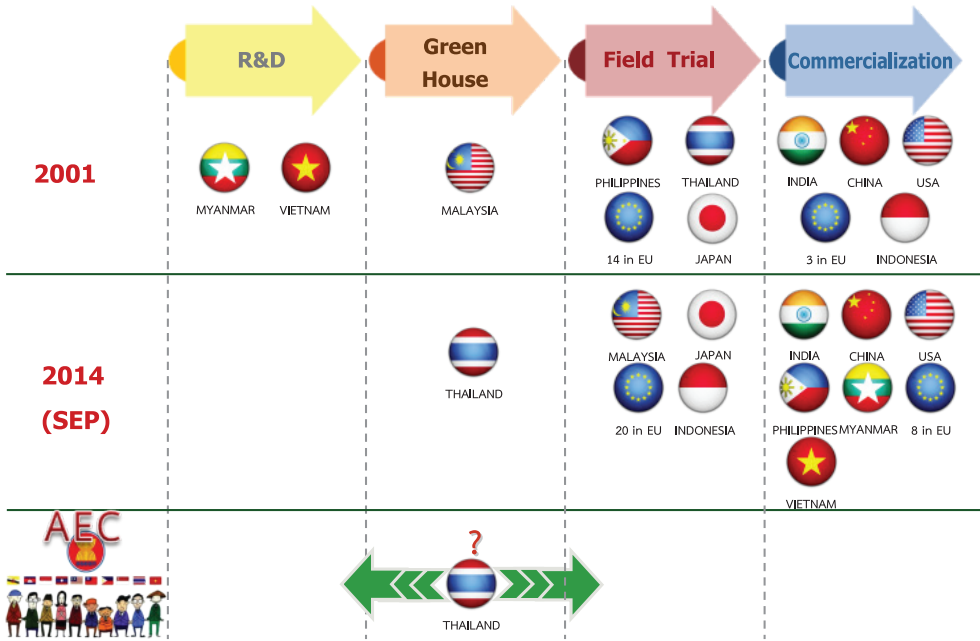
ประเทศไทยไม่อนุญาตให้นำเข้าพืชตัดแปลงพันธุกรรม ยกเว้นเพื่อการศึกษาทดลอง โดยอาศัยกลไกการควบคุมของ พ.ร.บ.กักพืช พ.ศ. 2507 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542) ซึ่งมีประกาศกระทรวงกำหนดให้พืชตัดแปลงพันธุกรรม 33 สปีชีส์ 51 สกุล (Genus) และ 1 วงศ์ (Family) เป็นสิ่งต้องห้ามในการนำเข้า ยกเว้นข้าวโพดและถั่วเหลืองที่นำเข้ามาเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นอาหารหรือเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

แม้ประเทศไทยยินยอมให้มีการทดสอบความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชตัดแปลงพันธุกรรมในภาคสนาม แต่ด้วยหลักการปฏิบัติที่มีขั้นตอนซับซ้อนทั้งการจัดทำข้อเสนอโครงการ มาตรการในการควบคุม และการรับฟังความเห็นสาธารณะ รวมถึงต้องให้คณะรัฐมนตรีเป็นผู้อนุมัติ ส่งผลให้ปัจจุบันไม่มีพืชจีเอ็มชนิดใดที่มีการปลูกทดสอบภาคสนาม

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จัดทำ “ร่างพระราชบัญญัติความปลอดภัยทางชีวภาพเนื่องจากสิ่งมีชีวิตตัดแปลงพันธุกรรม พ.ศ. ....” เพื่อเป็นกลไกควบคุมดูแลในเรื่องความปลอดภัยทางชีวภาพ ร่าง พ.ร.บ. นี้ผ่านการอนุมัติหลักการจากคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2551 และอยู่ระหว่างการพิจารณาของสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา

ด้วยข้อจำกัดด้านนโยบาย ทำให้ประเทศไทยไม่สามารถใช้ศักยภาพจากความก้าวหน้าเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมได้เต็มที่ และเป็นเพียงประเทศเดียวในอาเซียนที่การวิจัยและพัฒนาพืชจีเอ็มจำกัดอยู่ในเฉพาะห้องปฏิบัติการ ขณะที่รัฐบาลหลายประเทศในอาเซียนยินยอมให้ปลูกพืชจีเอ็มในเชิงพาณิชย์ เช่น ประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศเมียนมาร์ และล่าสุดใน พ.ศ. 2557 คือ ประเทศเวียดนาม (รูปที่ 2-6)



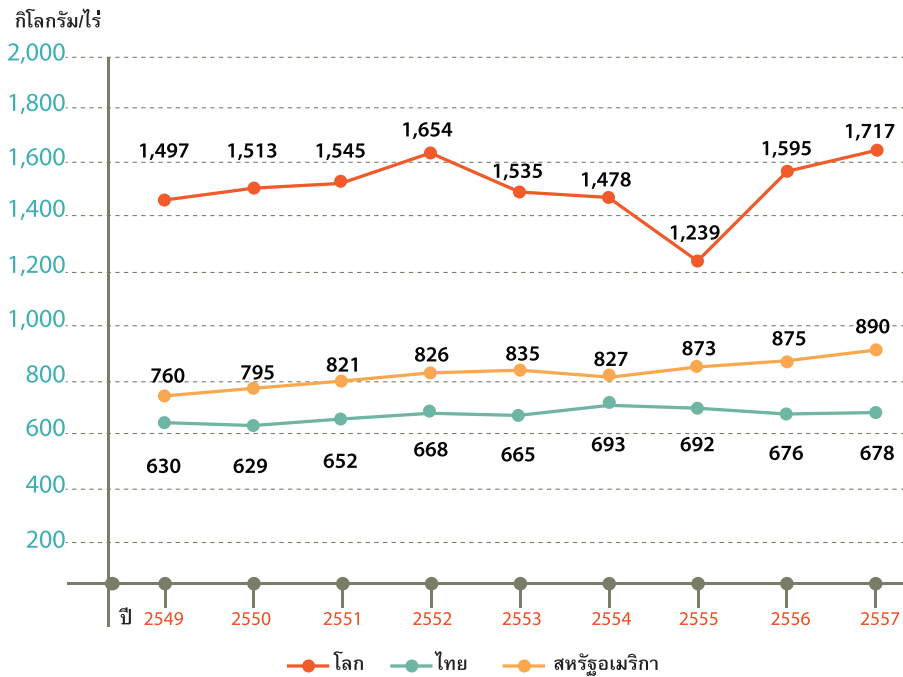


รูปที่ 2-6: สถานภาพความก้าวหน้าของการใช้ประโยชน์พืชตัดแปลงพันธุกรรมของบางประเทศ  
ที่มา: หน่วยงานนโยบายและความปลอดภัยทางชีวภาพ, 2557

การดำเนินนโยบายจีเอ็มโอในลักษณะเช่นนี้ จะทำให้ไทยสูญเสียความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย (การเป็นผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดและส่งออก การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) จากแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ประเมินว่าใน พ.ศ. 2575 จะมีความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 8-10 ล้านตัน จากปัจจุบันที่มีการใช้อยู่ที่ประมาณ 5 ล้านตัน ด้วยข้อจำกัดของพื้นที่และหากใช้เทคโนโลยีเช่นเดิม มีความเป็นไปได้สูงที่ประเทศไทยต้องนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และด้วยต้นทุนการปลูกข้าวโพดที่สูงกว่าประเทศคู่แข่งมาก (เนื่องจากผลผลิตเฉลี่ยข้าวโพดของไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลกร้อยละ 21 และน้อยกว่าประเทศสหรัฐอเมริกาถึงเท่าตัว) อาจส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพด 400,000 ครัวเรือน

(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)<sup>9</sup> ที่อาจต้องเลิกปลูกเนื่องจากแข่งขันด้านต้นทุนกับประเทศเพื่อนบ้านไม่ได้

อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบเช่นกัน ดังเห็นได้จาก พ.ศ. 2556 พื้นที่ปลูกข้าวโพดจีเอ็มของโลก มีสัดส่วนประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ปลูกข้าวโพดทั้งหมด (<http://www.gmo-compass.org>) ประเทศที่มีการขยายพื้นที่ปลูกข้าวโพดจีเอ็มมาก ได้แก่ ฟิลิปปินส์ ในปีที่ผ่านมาฟิลิปปินส์ปลูกข้าวโพดจีเอ็ม ประมาณ 5 ล้านไร่ จากพื้นที่ปลูกข้าวโพด 15.6 ล้านไร่ (Kim Luces, 2014)<sup>10</sup> สาเหตุที่เกษตรกรฟิลิปปินส์เลือกปลูกข้าวโพดจีเอ็ม เนื่องจากให้ผลผลิตสูงต้านทานหนอนและยาปราบวัชพืช ทำให้มีแนวโน้มปลูกเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2-7: เปรียบเทียบผลผลิตข้าวโพดต่อพื้นที่ของไทยและสหรัฐอเมริกา  
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

<sup>9</sup> สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2556.

<sup>10</sup> Kim Luces.2014. Genetically-modified crops, fastest adopted technology in recent History.

การยอมรับการปลูกข้าวโพดจีเอ็มโอในหลายประเทศส่งผลให้ตลาดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (non-GMOs) ของประเทศไทยลดลงและเหลือเฉพาะในประเทศที่ไม่อนุญาตให้มีการปลูกข้าวโพดจีเอ็มโอ ปัจจุบันผู้ส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดของประเทศไทย (ไม่ใช่ข้าวโพดจีเอ็มโอ) เริ่มได้รับผลกระทบบ้างแล้ว เช่น ใน พ.ศ. 2550 ประเทศฟิลิปปินส์นำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจากประเทศไทย 3,300 ตัน ใน พ.ศ. 2556 เหลือเพียง 200 ตัน การสูญเสียตลาดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดอาจรุนแรงมากขึ้น เมื่อประเทศเวียดนามซึ่งเป็นตลาดเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลักของประเทศไทย (ครึ่งหนึ่งของมูลค่าการส่งออก) อนุญาตให้ปลูกข้าวโพดจีเอ็มโอในเชิงพาณิชย์ตั้งแต่ พ.ศ. 2557

ตารางที่ 2-1: แสดงปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดของประเทศไทย พ.ศ. 2552-2557

พ.ศ.	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
2552	13,292	1,163
2553	14,044	1,199
2554	19,972	1,372
2555	15,444	1,362
2556	20,087	1,807
2557	29,023	2,541

ที่มา: สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร และกรมศุลกากร

ในสถานการณ์ที่ประเทศไทยส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (non-GMOs) ลดลง ส่งผลต่อเนื่องไปยังเกษตรกร ผู้รับจ้างผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ปัจจุบันมีเกษตรกรที่ประกอบอาชีพผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดประมาณ 15,000 ครัวเรือน พื้นที่ปลูกประมาณ 85,700-91,400 ไร่ การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรไร่ละ 8,000-12,000 บาท/ไร่ เกษตรกรมีกำไร 4,000-6,000 บาท/ไร่ ในระยะเวลา 4 เดือนสูงกว่าการปลูกพืชประเภทอื่นๆ ก่อนข้างมาก

ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ประเทศไทยมีผลผลิตข้าวโพดน้อยกว่าความต้องการใช้ของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ผลผลิตเฉลี่ยข้าวโพดของประเทศไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก ต้นทุนการผลิตสูงกว่าคู่แข่ง และประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากเป็นอันดับต้นๆ ของโลก ประเทศไทยควรทบทวนนโยบายพันธูวิศวกรรมของประเทศ ไม่ว่าจะเป็นการขออนุญาตทดสอบภาคสนามหรือการปลูกพืชจีเอ็มในเชิงพาณิชย์ ทั้งนี้นโยบายจีเอ็มโอที่ชัดเจน ยังช่วยกระตุ้นการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านดังกล่าวด้วย

## 2.2

## เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ (Precision Farming)

แม้มีสายพันธุ์พืชที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ สายพันธุ์ดังกล่าวอาจไม่แสดงศักยภาพออกมาได้เต็มที่ ถ้าขาดการจัดการที่ดี เช่น ปลูกในสภาพดิน หรือภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสมกับสายพันธุ์นั้นๆ การใส่ปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ยและน้ำมากหรือน้อยเกินไป การใช้ปัจจัยการผลิตที่มากเกินไป หรือในเวลาที่ใช้ได้จำกัด นอกจากต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ยังมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม อาทิ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น ไนตรัสออกไซด์ ที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียโดยจุลินทรีย์ในดิน การใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม นอกจากช่วยเพิ่มผลผลิต ยังประหยัดปัจจัยการผลิต ลดต้นทุนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การทำเกษตรแม่นยำ หมายถึง การเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ (ดิน สภาพแวดล้อม) การใส่ปัจจัยการผลิตในเวลาและปริมาณที่พืชแต่ละชนิดต้องการ (ทำสิ่งที่ถูกต้องในเวลาที่ถูกต้อง และสถานที่ถูกต้อง) การทำเกษตรแม่นยำต้องมีข้อมูลเพื่อตัดสินใจ เลือกใช้วิธีการและปริมาณปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมกับพืชนั้นๆ ในแต่ละสภาวะ/พื้นที่ ตัวอย่างเช่น มันสำปะหลังนิยมปลูกในชุดดิน 5 ชนิด แต่พันธุ์มันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อชุดดินแตกต่างกันไป เช่น KU50 และห้วยบง 60 ชอบดินทรายร่วนและดินเหนียวปนทราย ระยะเวลา 5 และ 72 ชอบดินเหนียว ดินเหนียวสีดำ และดินเหนียวสีแดง การเลือกพันธุ์มันสำปะหลังให้

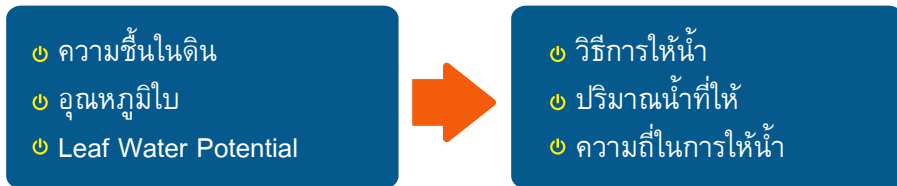
เหมาะสมกับพื้นที่ จึงต้องมีข้อมูลหรือการวิเคราะห์ชุดดินของพื้นที่นั้น เช่นเดียวกับการให้น้ำหรือปุ๋ย ที่ต้องทราบว่า ในขณะที่นั้น ความชื้นดิน ปริมาณธาตุอาหารในดินมีอยู่เท่าไร ข้อมูลเหล่านี้นำไปสู่การตัดสินใจทำในสิ่งที่เหมาะสม ในเวลาและสถานที่ที่เหมาะสม โดยสรุป การทำเกษตรแม่นยำมีหลักการหรือขั้นตอนต่อไปนี้



รูปที่ 2-8: องค์ประกอบของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ  
ที่มา: ศ.ดร.มรกต ดันติเจริญ

หลักการสำคัญการทำเกษตรแม่นยำ เริ่มต้นจากมีข้อมูล เช่น ความชื้น ปริมาณธาตุอาหาร สภาพอากาศในพื้นที่นั้นๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง เป็นต้น เมื่อได้ข้อมูล ทำการสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ (Decision Support System : DSS) เช่น เมื่อมีข้อมูลปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนในดิน ชุดดินเป็นแบบใด จะมีระบบตัดสินใจว่าควรให้ปุ๋ยไนโตรเจนปริมาณเท่าไร ทั้งนี้ ขึ้นกับชนิดพืช ชนิดของดิน ช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืช (ระยะแตกกอหรือออกดอก) การเก็บข้อมูลสู่การประยุกต์ใช้แต่ละพื้นที่เช่นนี้ ช่วยให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น ประหยัดปัจจัยการผลิต ลดต้นทุนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

## การให้น้ำ



\* ปริมาณความชื้นในดินสัมพันธ์กับสรีรวิทยาหรือการตอบสนองต่อพืช ถ้าปริมาณน้ำในดินน้อย (พืชขาดน้ำ) พืชจะปิดปากใบเพื่อจำกัดการคายน้ำ อุณหภูมิภายในใบหรือเรือนยอดพืชจะสูงขึ้น

## การให้ปุ๋ย



## การควบคุมวัชพืช / แมลงศัตรูพืช / โรค



รูปที่ 2-9: หลักการของเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

### 2.2.1) สถานภาพการสร้างความสามารถการวิจัยพัฒนา และพัฒนากำลังคน

จากรูปที่ 2-9 เห็นได้ว่า ข้อมูลแต่ละพื้นที่ในเวลานั้นๆ มีความสำคัญต่อการทำเกษตรแม่นยำ การขาดข้อมูลหรือวิธีการตรวจวัดที่เกษตรกรไม่สามารถตรวจสอบได้เอง ทำให้การใส่ปัจจัยการผลิต อาศัยข้อมูลที่ใช้กันอยู่ทั่วไป (ไม่จำเพาะต่อพื้นที่) ซึ่งอาจเกินความต้องการของพืช ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง โดยทั่วไป การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินทำได้หลายแบบ เช่น วิธีทางเคมี ปัจจุบันมีชุดตรวจสอบปริมาณปุ๋ยเอ็นพีเค (NPK) อย่างง่ายที่เกษตรกรตรวจวิเคราะห์ได้เอง (ปุ๋ยสั่งตัด) พัฒนาโดย ศ.ทศนีย์ อັตตะนันท์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

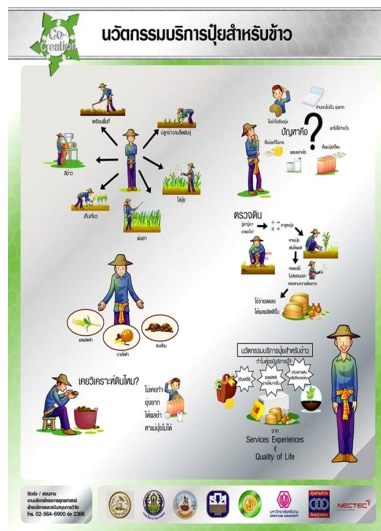
ที่สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ประเทศฟิลิปปินส์ หาปริมาณปุ๋ยที่ใส่ในนาข้าว โดยวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร (ไนโตรเจน) ในใบข้าว โดยใช้สีใบข้าวเกี่ยวกับกระดาษแถบสี ที่มีตั้งแต่สีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวแก่ ถ้าสีใบข้าวตรงกับแถบสีระดับใด เช่น ระดับ 3 (สีอ่อนที่สุดคือระดับ 1) หมายความว่า มีปริมาณไนโตรเจนเพียงพอ ให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียง 5 กิโลกรัมต่อไร่ (ดูระยะข้าวว่าแตกกอหรือออกดอก) ถ้าสีใบอยู่ระดับ 1 (สีที่ด่อนที่สุด) แสดงว่าขาดไนโตรเจน ต้องใส่ปุ๋ยมากกว่า 5 กิโลกรัม (มีคำแนะนำปริมาณปุ๋ยที่ให้อยู่ด้านหลังแถบสี) เป็นต้น เกษตรกรไทยในเขตภาคกลาง เช่น ที่จังหวัดอยุธยา ใช้แถบสีนี้เทียบกับสีใบข้าว ก่อนให้ปุ๋ยต้นข้าวศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) สวทช. มีการพัฒนาต่อยอด โดยนำแถบสีไปใส่เป็นแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อตรวจสอบสีใบข้าว โดยใช้มือถือทาบบนใบข้าวที่ต้องการตรวจวัดธาตุอาหาร สามารถอ่านผลและให้คำแนะนำปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนและโปตัสเซียมที่ข้าวต้องการได้ อย่างไรก็ตาม ข้าวแต่ละสายพันธุ์อาจมีสีใบข้าวที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นลักษณะของข้าวแต่ละพันธุ์

การใช้เซนเซอร์ในการตรวจวัด เช่น ความชื้นในดิน การวัดพารามิเตอร์ต่างๆ ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ (กุ้ง ปลา) เช่น ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ หรือปริมาณแอมโมเนีย ในเตรท นอกจากวัดได้รวดเร็วแล้ว ยังวัดได้ต่อเนื่อง ทำให้ได้ค่าในเวลานั้นๆ (Real Time) มีระบบบันทึกผลอัตโนมัติ สามารถส่งข้อมูลจากจุดวัด (แปลง/บ่อเลี้ยง) กลับมายังสำนักงานได้ สามารถเชื่อมโยงระบบวัดกับระบบควบคุมอัตโนมัติทำให้หุ่นการใช้แรงงานคนตัวอย่างเช่น การวัดความชื้นในดิน เมื่อความชื้นลดลงถึงระดับที่กำหนด ระบบให้น้ำทำงานโดยอัตโนมัติ ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (TMEC) พัฒนาเซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นในดินและทดสอบระบบวัดกับระบบควบคุมการให้น้ำในแปลงอ้อย อย่างไรก็ตาม การลงทุน

## ปุ๋ยสั่งตัด

คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรส่วนใหญ่ ไม่สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารพืชในดินขณะนั้น สูตรปุ๋ยและอัตราการใช้ ไม่เหมาะกับชนิดดิน หรือชนิดพืช ทำให้ปริมาณธาตุอาหาร ไม่ตรงความต้องการของพืช ถ้าใส่มากเกินไปเกินกว่าความจำเป็น ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น มีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม การระบาดของโรคและแมลง ถ้าใส่น้อยเกินไป ผลผลิตต่ำ

เพื่อให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพ ศ.ทัศนีย์ อัดตะนันท์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ริเริ่มโครงการเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด โดยให้เกษตรกรวิเคราะห์ดินด้วยตนเอง (มีชุดวิเคราะห์ดิน) และมีคำแนะนำชนิดและปริมาณปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่ได้ นำไปสู่การใช้สูตรปุ๋ยที่เหมาะสมและในปริมาณที่เหมาะสม



ที่มา: <http://www.ssnm.info/home>



เซนเซอร์และระบบอัตโนมัติยังมีต้นทุนสูง ไม่เหมาะกับเกษตรกรรายย่อย แต่ในสภาวะที่มีความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ การเกิดภาวะน้ำท่วมฉับพลัน พายุฝน การประยุกต์ใช้เซนเซอร์และระบบควบคุมอาจมีความคุ้มค่าต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น กุ้ง ซึ่งมีความไว (Sensitive) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำในบ่อผลตอบแทนที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งน้ำจะเป็นแรงจูงใจให้มีการลงทุนติดตั้งระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

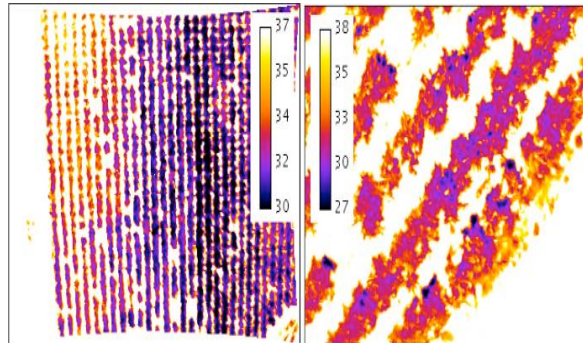
ในการตรวจวิเคราะห์และเก็บข้อมูล ส่วนใหญ่ผู้ตรวจวัดเป็นตัวอย่างหรือบางจุด ในหลายกรณี แปลงปลูกไม่ว่าขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก มีความไม่สม่ำเสมอของพื้นที่ จึงควรวัดหลายตัวอย่าง/หลายจุด มีการนำเทคโนโลยีระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ และอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) มาประยุกต์ใช้ในการเกษตรมากขึ้น ประเทศอินโดนีเซียมีการใช้ Remote Sensing ติดตามการระบาดของโรคโคนเน่า (Basal Stem Rot Disease) ที่ทำลายปาล์มน้ำมัน วิเคราะห์รูปแบบการระบาดของโรคเพื่อวางแผนควบคุมการระบาดได้ทันเวลาที่

วิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อนำไปสู่การได้แผนที่แสดงข้อมูลของพื้นที่ปลูกที่มีความไม่สม่ำเสมอ หรือการวิเคราะห์ข้อมูลพืชในแปลงปลูก อีกวิธีหนึ่ง คือ Hyper-Spectral Optical and Thermal Imaging ที่อาศัยหลักการวัดคลื่นแสงหรือความร้อนที่ปล่อยออกมา (เช่นช่วงของ Near Infrared หรือ Long Infrared) ตัวอย่างเช่น การวัดความชื้นของดิน อาศัยหลักการว่าพืชดูดน้ำเพื่อนำแร่ธาตุในดินไปใช้ และมีการคายน้ำผ่านทางปากใบเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในในสภาวะที่ปริมาณน้ำในดินต่ำ พืชปิดปากใบเพื่อรักษาน้ำ ทำให้อุณหภูมิใบหรือเรือนยอดพืชสูงขึ้น ถ้าปริมาณน้ำในดินสูง พืชมีการคายน้ำ อุณหภูมิใบลดลง โดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิ นำไปสู่การทำแผนที่แสดงปริมาณน้ำที่จุดต่างๆ ของพื้นที่ปลูก ทั้งนี้ ใช้กล้องวัดอุณหภูมิ (เช่น ที่ใช้ในการตรวจสอบแกนนอุณหภูมิของผู้โดยสารในสนามบินในช่วงที่มีการระบาดของโรคติดต่อ อาทิ ซาร์ อีโบล่า) ทำการ Scan เหนือเรือนยอด ร่วมกับการใช้ UAV ช่วยในการถ่ายภาพ

การใส่ปัจจัยการผลิต นอกจากต้องทราบสภาพของพื้นที่ หรือสภาวะแวดล้อมแล้ว ยังต้องทราบว่าพืชแต่ละชนิด แต่ละระยะ ต้องการปัจจัยการผลิตเท่าไร การขาดปัจจัยการผลิตทำให้พืชเกิดความเครียดและมีผลกระทบต่อผลผลิตอย่างไร ความเข้าใจในสรีรวิทยาของพืชต่อสภาวะความเครียด เช่น ขาดน้ำ ปุ๋ย นำไปสู่การใส่ปัจจัยการผลิต เพื่อให้พืชใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

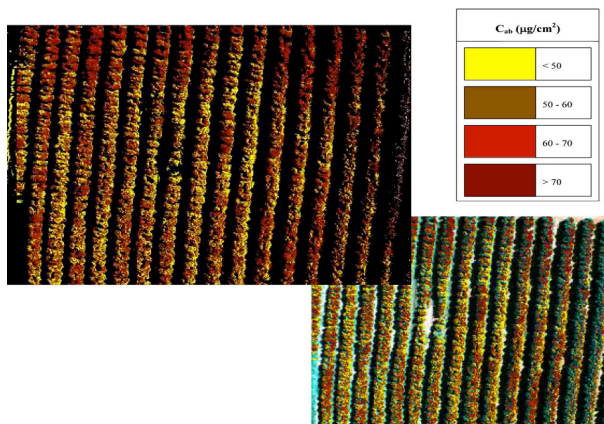
### ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ UAV กับเกษตรแม่นยำ

UAV ถูกนำมาใช้ร่วมกับเทคโนโลยี Remote Sensing ในการวิเคราะห์แปลงขนาดใหญ่ เช่น วิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วย Hyper-Spectral Optical and Thermal Imaging จัดทำเป็นแผนที่น้ำในแปลง สำหรับจัดการการให้น้ำที่เหมาะสม



ภาพถ่ายจาก UAV แสดงค่าแสงที่สะท้อนจากใบ  
ที่มา: Pablo J. Zarco-Tejada and et.al., 2008.

นอกจากการวัดคลื่นความร้อนแล้ว ยังมีการวัดสเปกตรัมของแสงสะท้อนจากใบ เพื่อหาองค์ประกอบสารในใบ เช่น ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่สัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารในดิน ข้อมูลที่ได้นำไปสู่การให้ปุ๋ยแก่พืชในปริมาณที่เหมาะสม



ภาพ Thermal Images ถ่ายจาก UAV แสดงค่า Water Tress Variability ของสวนผลไม้  
ที่มา: Pablo J. Zarco-Tejada and et.al., 2008.

## การพัฒนา UAV ในประเทศไทย

ภาพถ่ายทางอากาศเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในการจัดการและวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ โดยปกติการเก็บข้อมูลมักใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม ซึ่งมีราคาสูง ความละเอียดของภาพต่ำไม่สามารถบันทึกภาพผ่านบริเวณที่มีชั้นบรรยากาศหนาแน่นได้ การถ่ายภาพจากเครื่องบิน แม้ให้ภาพที่มีความละเอียดสูงกว่าภาพถ่ายจากดาวเทียม แต่ราคาปฏิบัติการต่อครั้งค่อนข้างสูง สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม (Institute of Field Robotics : FIBO) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) พัฒนาเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนบังคับ (UAV) มาประยุกต์ใช้กับการถ่ายภาพทางอากาศ

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม รศ.ดร.ชิต เหล่าวัฒนา ร่วมกับภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดย ดร.อรรณพ เรืองวิเศษ และคณะผู้วิจัยในโครงการ ออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนบังคับขนาดเล็กเพื่อช่วยในการสำรวจพื้นที่จากที่สูงในระดับต้นแบบ งานวิจัยให้ความสำคัญกับการพัฒนาวิธีการบินที่ประหยัดพลังงานและบินได้นาน มีต้นทุนการบินต่อเที่ยวไม่สูง การพัฒนาระบบสนับสนุนภารกิจการทำแผนที่ เช่น ระบบช่วยบันทึกภาพ อุปกรณ์กล้องถ่ายภาพ การติดตั้งเซนเซอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ (จากการสอบถาม ดร.อรรณพ พบว่าการบินเหนือพื้นที่ 5 ไร่ ที่ไม่มีการถ่ายภาพ ใช้เวลาประมาณ 5 นาที มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,000 บาท)

UAV ที่สร้างนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์ในการจัดการและวางแผนการใช้ทรัพยากรน้ำและการเกษตร รวมถึงรับมือกับภัยพิบัติในรูปแบบต่างๆ สามารถประยุกต์ใช้ในการจัดทำแผนที่ความละเอียดสูงเพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนจัดการปัจจัยการผลิต เช่น น้ำ ปุ๋ย หรือเกษตรแม่นยำ

## ระบบอากาศยานไร้คนขับ (UAV) สำหรับการสำรวจทางอากาศ

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการบิน

ภาพ : ดร.อรรถนพ

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

**RPV Tracker**  
wing span 2.32 m  
gross weight 4 kg  
endurance 10 min



← **RPV: Remotely Piloted Vehicle**

**UAV: Unmanned Aerial Vehicle**



**RPV Pusher**  
wing span 1.68 m  
gross weight 3 kg  
endurance 10 min



**UAV Glider**  
wing span 2.77 m  
gross weight 7 kg  
endurance 20 min



สวทช  
NSTDA

ที่มา: <http://fibo.kmutt.ac.th/fiboweb/2013/index.php/th/component/flexicontent/25-research-th/925-th-uav>

จากที่กล่าวมา เห็นได้ว่าเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำต้องอาศัยการบูรณาการของศาสตร์ความรู้หลายสาขา (Multidisciplinary) ต้องการผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตร วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม ทำงานร่วมกันในลักษณะเครือข่าย เช่น นักวิจัยด้านเซนเซอร์ นักวิจัยด้านสรีรวิทยาพืช วิศวกรการเกษตร ที่ผ่านมาผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านมีจำกัดและความร่วมมือในการดำเนินงานยังไม่ชัดเจน ดังนั้น กลยุทธ์สำคัญคือ มีกลไกการบริหารจัดการให้มีการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขา เป็นเครือข่ายผู้เชี่ยวชาญ เพื่อกระตุ้นให้มีการบูรณาการการวิจัยและพัฒนาให้มากขึ้น เช่น การจัดสัมมนาวิชาการ การมีหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นที่มีเป้าหมายเพื่อสร้างนักวิจัยเกษตรแม่นยำรุ่นใหม่และพัฒนาศักยภาพผู้ที่ทำงานด้านเกษตรแม่นยำ การสร้างความร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนาในประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ เช่น ประเทศอิสราเอล ประเทศเยอรมนี และมีหลักสูตรฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเข้มข้น เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักวิจัยด้านเกษตรแม่นยำที่มีอยู่เดิม ให้ความสามารถในการวิจัยและพัฒนาและประยุกต์ใช้วิทยาการที่ทันสมัย เช่น Hyper-Spectral Optical และ Thermal Imaging หรือมีความเข้าใจในพื้นฐานความรู้ที่สำคัญ เช่น เรื่อง Water & Nutrient Stress, Root Phenotyping เป็นต้น

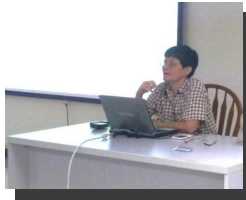
### การฝึกอบรมเกษตรแม่นยำ

สวทช. ร่วมกับศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จัดฝึกอบรมระยะสั้นหลักสูตรระบบเกษตรแม่นยำ ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เนื้อหาหลักสูตรประกอบด้วย ระบบการเกษตรแม่นยำ ระบบจัดการน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสม (Irrigation & Fertigation) หลักการและการใช้เครื่องมือเพื่อศึกษาพลวัตของสภาวะน้ำและกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซในพืช กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการทั้งภาครัฐและเอกชน นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา แต่ละปีมีผู้เข้ารับการฝึกอบรมประมาณ 50-70 คน เป้าหมายการฝึกอบรมต้องการเพิ่มพูนความรู้ให้บุคลากรที่ทำงานด้านเกษตรแม่นยำให้มีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น มีความสามารถในการนำความรู้ไปปรับใช้ รวมถึงเป็นการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยรุ่นใหม่



สวทช.  
NSTDA

BIOTEC  
a member of NSTDA



หลักการใช้เครื่องมือเพื่อศึกษาพลวัตของสภาวะน้ำและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สในพืช  
วันที่ 29-30 เมษายน 2557  
ณ ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

นอกจากหลักสูตรอบรมให้ความรู้พื้นฐานดังกล่าว สวทช. มีความร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญนานาชาติด้านเกษตรแม่นยำ เช่น Dr.Uri Yermiyahu จากสถาบัน Agricultural Research Organization ประเทศอิสราเอล Dr.Tobias Wojciechowski จากสถาบัน Forschungszentrum Julich ประเทศเยอรมนี เตรียมจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาศักยภาพนักวิจัยระยะแรกหลักสูตรเป็นการให้ความรู้หลักการพื้นฐานที่สำคัญของการเกษตรแม่นยำ เช่น เรื่อง Water & Nutrient Stress, Root Phenotyping และการประยุกต์ใช้วิทยาการที่ทันสมัย เช่น เทคโนโลยี Multi-Spectral Image เป็นต้น



**Training on  
Plant Phenotyping: High Throughput Root Phenotyping  
26-28 November 2014**

**Lecture room 1, Sirindhorn Science Home, Thailand Science Park, Pathum Thani**



**Organized by** National center for genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC)  
National Science and Development Agency (NSTDA)  
Ministry of Science and Technology (MOST), Thailand

**In collaboration with** Forschungszentrum Jülich, Germany

**Rationale and Background:**

Phenotyping is strategy to empower genetic analysis and genomic prediction. Modern phenotyping is to increase the accuracy, precision and throughput of phenotypic estimation at all levels of biological organization while reducing costs and minimizing labor through automation, remote sensing, improved data integration and experimental design. Effective phenotyping initiatives today require multi-faceted collaborations between biologists, computer scientists, statisticians and engineers. Root phenotyping is a challenging task, mainly because of the hidden nature of this organ. This training workshop shows basic concept of plant phenotyping emphasize on root development and efficiency technology to measurement and study.

The National Science and Technology Development Agency (NSTDA) and IBG-2 (Plant Sciences), Forschungszentrum Jülich have realized the importance of plant phenotyping plus the needs of personnel in educational, research and private sectors. Thus, NSTDA and Jülich Plant Phenotyping Centre have agreed to organize the training course on plant phenotyping focus on high throughput root phenotyping by a collaboration of Germany, as the amicable alliance of NSTDA and the number one in such knowledge, to convey such the important technology. This course is led by 2 distinct scientists from IBG-2 (Plant Sciences), Forschungszentrum Jülich , Germany, Prof. Dr. Ulrich Schurr, director of IBG-2: Plant Science Institute and Dr. Tobias Wojciechowski, research for lecture and workshop. The event is open for involved and interested persons in academic, research and private sectors to join.

**Aims:**

1. To enable the participants to learn the basic principle for plant phenotyping focus high throughput root phenotyping. The event will give the floor for the participants to exchange their experiences amongst themselves and the trainers.
2. To demonstrate and practise 'Shovelomics' technique for high throughput phenotyping of root architecture.

**Speakers:**

**Instructors**

- Prof.Dr. Ulrich Schurr IBG-2 (Plant Sciences), Forschungszentrum Jülich
- Dr. Tobias Wojciechowski IBG-2 (Plant Sciences), Forschungszentrum Jülich

**Thursday: 27 November 2014**

**Root system efficiency in the field root performance**

09.00 – 09.45	Shovelomics technology
09.45 – 10.30	Coring technology
10.30 – 10.45	Coffee break
10.45 – 11.10	Trenching technology
11.15 – 12.00	Mini-rhizotron technology
12.00 – 13.00	Lunch

**Modeling of root growth and performance**

13.00 – 14.30	Basic principles of structure and function models of root growth performance
14.30 – 14.45	Coffee break
14.45 – 16.30	Technologies: various models of structure and function models of root growth performance

**Friday: 28 November 2014**

**Practical and demonstrations**

09.00 – 10.30	Shovelomics technology
10.30 – 10.45	Coffee break
10.45 – 12.00	Shovelomics technology (continue)
12.00 – 13.00	Lunch
13.00 – 14.30	Summary and Discussion
14.30 – 14.45	Coffee break

ที่มา: เอกสารการประชุมคณะกรรมการบริหารคัลเจอร์และอาหาร ครั้งที่ 3/2557 วันที่ 25 สิงหาคม 2557

## 2.2.2) โครงสร้างพื้นฐาน

High Throughput Phenotyping นอกจากเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่ช่วยร่นระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์แล้ว ยังนำมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ในส่วนของ การศึกษาด้านสรีรวิทยาของพืชที่ตอบสนองต่อสภาวะความเครียด เช่น ขาดน้ำ ปุ๋ย ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต เพื่อนำไปสู่การใส่ปุ๋ยและน้ำที่เหมาะสมที่พืชใช้ได้เต็มประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับระบบ Image Analysis ที่นำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับ UAV ในกระบวนการตรวจวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เช่น การตรวจวัดความชื้นในแปลงปลูก ปริมาณธาตุอาหารในดิน

### เทคโนโลยี High Throughput Phenotyping และ Image Technology กับงานเกษตรแม่นยำ

ระบบ Phenotyping Image ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านสรีรวิทยา เช่น การศึกษาเกี่ยวกับ Root System ในสภาวะแวดล้อมต่างๆ เทคโนโลยี Image Technology นำมาประยุกต์ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากคลื่นความร้อนที่แผ่ออกมาที่เรือนยอดที่สัมพันธ์กับปริมาณความชื้นในแปลง และวัดสเปคตรัมของแสงที่สะท้อนจากใบ เพื่อหาปริมาณสารในใบ เช่นคลอโรฟิลล์ที่สัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารในดิน



ปัญหาความแปรปรวนของภูมิอากาศ เช่น ฝนตกหนัก ฝนทิ้งช่วง น้ำท่วม น้ำแล้ง นอกจากส่งผลกระทบต่อผลผลิตการเกษตรแล้ว ยังเป็นปัจจัยที่ทำให้การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชมีโอกาสเกิดขึ้นบ่อยครั้ง และ/หรือมีความรุนแรงมากขึ้น เช่นการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคไหม้ในข้าว การระบาดของโรคใบขาวในอ้อยและเพลี้ยแป้งในมันสำปะหลัง การระบาดของโรคตายด่วน (Early Mortality Syndrome: EMS) ตัวแดงดวงขาวในกุ้ง สร้างความเสียหายอย่างมากต่อผลผลิตการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะต่อเกษตรกรรายย่อยที่มีความสามารถในการรับมือกับความเสียหายที่เกิดขึ้นน้อยกว่าเกษตรกรรายใหญ่ จากปัญหาดังกล่าว นอกจากการพัฒนาพันธุ์พืช/สัตว์ให้ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมแล้ว ยังต้องพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพ แจ้งเตือนล่วงหน้าได้แม่นยำ ช่วยให้เกษตรกรวางแผนป้องกันการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชได้ทันทั่วถึง หรือวางแผนการปลูกและปรับเปลี่ยนชนิดพืชเพื่อลดความเสียหายที่เกิดขึ้น และยังช่วยให้ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีข้อมูลสำหรับการกำหนดนโยบายหรือมาตรการเพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อไป

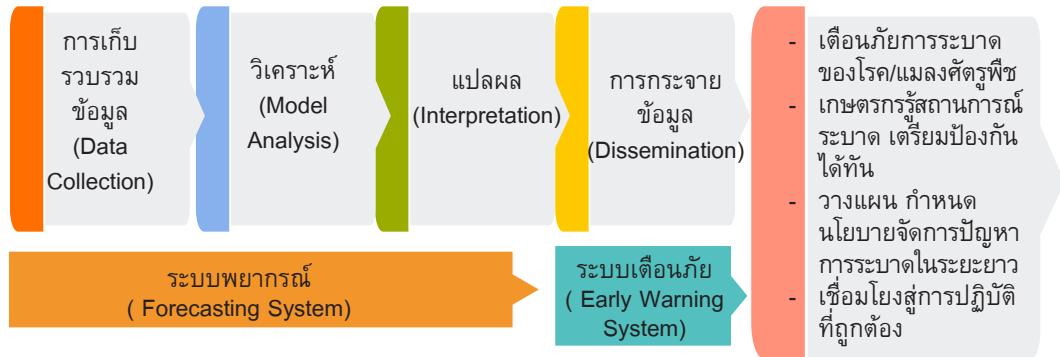
**การพัฒนาระบบพยากรณ์ (Forecasting System)** มีจุดประสงค์เพื่อคาดการณ์โอกาสการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ล่วงหน้า เช่น การพยากรณ์อากาศ การเกิดภัยแล้ง และอุทกภัย การระบาดของแมลงและศัตรูพืชผลผลิตของพืช ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระบบพยากรณ์มีทั้งการพยากรณ์ระยะยาวหรือในระยะสั้น ทั้งนี้ เพื่อให้เตรียมการรับมือได้ทันการณ์ IPCC คาดการณ์ว่าใน พ.ศ. 2643 อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น 1.8-4 องศาเซลเซียส ส่งผลกระทบต่อการเจริญของพืชวงจรชีวิตแมลงและศัตรูพืช สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) สนับสนุนการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ศึกษาผลกระทบจากโลกร้อนต่อผลผลิตข้าววนา น้ำฝนและชลประทานของไทยในช่วง พ.ศ. 2573-2582 และ พ.ศ. 2633-2642 จากแบบจำลองพบว่า ผลผลิตข้าวลดลงร้อยละ 11 และ 22 ตามลำดับ จากอุณหภูมิที่สูงขึ้น เป้าหมายของการพัฒนาระบบพยากรณ์ต่อการปรับตัวภาคเกษตร เช่น การพยากรณ์อากาศ การระบาดของโรค

และแมลงศัตรูพืช โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ทิศทางลม และการเพิ่มจำนวนแมลงและการเคลื่อนที่ เพื่อลดความเสี่ยงจากความเสียหาย การวางแผนเลือกชนิดพืชปลูก เวลา และรอบการปลูก (Crop Cycle) เพื่อป้องกันภัยพิบัติ จากธรรมชาติ และการเข้าทำลายของโรค ตัวอย่าง เช่น ในประเทศสกอตแลนด์ ตรวจพบ เพลี้ยก่อนเวลาที่เคยพบหลายสัปดาห์เมื่อ อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เกิดผลกระทบต่อการผลิตมันฝรั่งปลอดโรคที่อยู่ในช่วงเริ่มต้นของการเพาะปลูก ดังนั้น ถ้าสามารถคาดการณ์ได้ว่า ในปีใด อากาศจะอุ่นเร็วขึ้น อาจต้องเลื่อนระยะเวลาการปลูกมันฝรั่งปลอดโรคให้เร็วขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยในระยะต้นอ่อนของมันฝรั่ง

การพัฒนาระบบพยากรณ์ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นอกเหนือจากการพัฒนา โมเดล (Simulation Model) ที่จะใช้แล้ว จำเป็นต้องมีข้อมูลในอดีตที่เก็บสะสมกันมาต่อ เนื่อง (Historical Profile) รวมทั้งข้อมูลในปัจจุบัน เช่น Climate Patterns ข้อมูลการระบาดของแมลงและโรคพืช ปริมาณแมลงศัตรูพืช ปัจจัยที่มีผลต่อวงจรชีวิต เมื่อมีการพัฒนาโมเดล แล้ว จำเป็นต้องมีการทดสอบโมเดลกับข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีตที่ผ่านมา รวมทั้งผลทดสอบจากการทำการทดลองหรือผลที่เกิดขึ้นจริง เพื่อทำการปรับแบบจำลองให้มีความแม่นยำขึ้น

การพัฒนาขีดความสามารถทางด้านแบบจำลองระบบพยากรณ์ ต้องควบคู่กันไปกับระบบ เตือนภัยที่สามารถเตือนภัยได้อย่างรวดเร็ว เช่น การเตือนภัยการระบาดของโรคและแมลง **ศัตรูพืช/สัตว์ (Early Warning)** คือเป็นการแจ้งผลการพยากรณ์และการบอกให้เกษตรกรรู้ล่วงหน้าว่าจะเกิดอะไรขึ้น เพื่อให้เกษตรกรเฝ้าระวังและวางแผนป้องกันการระบาดของโรคและแมลงได้ทันทั่วถึง ในขั้นตอนของการแจ้งข้อมูลสู่เกษตรกรต้องมีระบบการสื่อสารที่เข้าถึงกลุ่ม เกษตรกรได้รวดเร็วและมีรูปแบบเนื้อหาที่ง่ายต่อการเข้าใจ

## ระบบพยากรณ์และเตือนภัย



รูปที่ 2-10: ขั้นตอนการดำเนินงานของระบบพยากรณ์และเตือนภัย

### 2.3.1) สถานภาพการสร้างความสามารถการวิจัยพัฒนา และพัฒนากำลังคน

ประเทศไทยมีประสบการณ์การพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยการระบาดของเชื้อก่อโรคในคนที่มีประสิทธิภาพ เช่น กรณีการระบาดของไข้หวัดนกและไข้เลือดออก กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข พัฒนาระบบติดตามข้อมูลปัจจัยการระบาดและเฝ้าระวังโรคอย่างต่อเนื่อง มีการพยากรณ์การระบาดและระบบแจ้งเตือนภัยที่สามารถส่งข้อมูลข่าวสารให้กับหน่วยงานในพื้นที่รวมทั้งประชาชน เพื่อดำเนินการป้องกันการระบาดของโรคให้ได้ทัน่วงที ประสบการณ์ดังกล่าวเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยของภาคเกษตรของไทยต่อไป

ที่ผ่านมา หลายหน่วยงานเริ่มพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยในภาคการเกษตร กรมการข้าวตั้งศูนย์ปฏิบัติการติดตามสถานการณ์ข้าว เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามสถานการณ์การปลูกข้าว ราคาตลาด ภัยธรรมชาติ ศัตรูข้าว และสถานการณ์เมล็ดพันธุ์ การพัฒนาระบบเตือนภัยธรรมชาติและศัตรูข้าว มีเครือข่ายจากศูนย์วิจัยข้าว 27 แห่ง และศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว 23 แห่ง ทั่วประเทศเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้ในการพยากรณ์การระบาดของโรคและแมลง รวมถึงข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานอื่นๆ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลที่ได้ถูกส่ง

ไปที่ศูนย์ปฏิบัติการสถานการณ์ข่าวเพื่อประมวลและสรุปเป็นรายงานสถานการณ์การระบาดของโรคและแมลง ประกาศแจ้งเตือนโดยประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่างๆ ของกรมการข้าว อาทิ แจ้งเตือนทางหนังสือ หน่วยงานในพื้นที่ ประกาศบนเว็บไซต์ [www.ricethailand.go.th](http://www.ricethailand.go.th) โดยมีข้อมูลการระบาดของโรคและแมลงย้อนหลัง 5 ปี ตัวอย่าง กรณีการพยากรณ์การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าว ข้อมูลที่บันทึก ได้แก่ ข้อมูลพันธุ์ข้าวและระยะการเจริญเติบโตของข้าว ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลจำนวนแมลงที่ได้จากกับดักแสงไฟ และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในแปลงนา ส่วนข้อมูลที่บันทึกสำหรับใช้ในการพยากรณ์การระบาดของโรคไหม้ในข้าว ได้แก่ ข้อมูลพันธุ์ข้าวและระยะการเจริญเติบโตของข้าว (ระยะกล้า ระยะออกรวง) ข้อมูลสภาพอากาศ (อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์) และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในแปลงนา หากพบว่าเกิดสถานการณ์ความเสี่ยงต่อการเกิดโรค มีการประกาศแจ้งเตือนให้เกษตรกรหมั่นสำรวจแปลงนาโดยมีเทคนิคในการเดินสุ่มตรวจโรคและแมลงให้ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมายเพื่อคำนวณความรุนแรงของการระบาดและปฏิบัติตามคำแนะนำในการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดโรค/แมลง ใน พ.ศ. 2555 มีการติดตั้งอุปกรณ์กับดักแสงไฟ และติดตั้งเครื่องมือตรวจสอบสภาพอากาศเพิ่มให้ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น จัดตั้งเครือข่ายการเฝ้าระวังโดยชาวนาชั้นนำที่ได้รับการฝึกอบรมจากสำนักส่งเสริมการผลิตข้าว เพื่อบันทึกข้อมูลและรายงานข้อมูลไปที่ศูนย์ปฏิบัติการสถานการณ์ข่าวเพื่อประมวลและสรุปผล อย่างไรก็ตาม การดำเนินงานประสบปัญหาและอุปสรรค เช่น ข้อมูลรายงานจากแปลงเกษตรกรไม่ทันต่อสถานการณ์และไม่ครอบคลุมเนื่องจากเครือข่ายมีขนาดเล็ก ขาดเครื่องมืออุปกรณ์ ขาดบุคลากรด้านอารักขาพืชทั้งในส่วนกลางและภูมิภาค การรายงานได้รับความร่วมมือต่อเมื่อมีการระบาดรุนแรงแล้ว

กรมส่งเสริมการเกษตรจัดตั้ง “ศูนย์จัดการศัตรูพืชชุมชน” เพื่อเป็นศูนย์กลางการพัฒนาเกษตรกร ชุมชน และท้องถิ่น มีการอบรมถ่ายทอดความรู้แก่กลุ่มเกษตรกรให้จัดการศัตรูพืชได้ด้วยตนเองอย่างครบวงจรและยั่งยืน โดยใช้เทคโนโลยีการควบคุมศัตรูพืชที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สอนให้เกษตรกรรู้เรื่องการจัดการแมลงและสำรวจจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จากนั้นส่งข้อมูลให้สำนักงานเกษตรอำเภอ เมื่อสำนักงานเกษตรอำเภอได้รับข้อมูลที่ได้จากแปลงติดตามสถานการณ์ นำข้อมูลไปวิเคราะห์ ถ้ามีแนวโน้ม การระบาดสูงขึ้นจะประกาศแจ้งเตือนผ่านสื่อต่างๆ ให้เกษตรกรทราบ เพื่อเตรียมพร้อมรับมือกับสถานการณ์การระบาดและลดการสูญเสียของผลผลิต กรมส่งเสริมการเกษตรตั้งเป้าหมายว่าจะจัดตั้งศูนย์จัดการศัตรูพืช

ชุมชน อย่างน้อยตำบลละ 1 ศูนย์ จากการดำเนินงานที่ผ่านมา พบว่า เกษตรกรไม่ส่งข้อมูล รายงานการสำรวจแมลงศัตรูพืชเข้ามาที่ศูนย์จัดการศัตรูพืชชุมชน ดังนั้น จะทำอย่างไรให้ เกษตรกรในพื้นที่สำรวจแมลงศัตรูพืชและส่งข้อมูลที่เชื่อถือได้กลับมาที่ศูนย์จัดการศัตรูพืช เพื่อวิเคราะห์และคาดการณ์ หากเกิดการระบาดจะได้แจ้งเตือนล่วงหน้าได้ทันการณ์ ดังนั้น หากต้องการสำรวจเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล อาจเริ่มต้นสำรวจในพื้นที่ที่เสี่ยงก่อน โดยจัดทำ เป็นโครงการ จัดหาเจ้าหน้าที่เก็บข้อมูล ซึ่งอาจเป็นเกษตรกรหรือเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยข้าว (ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาทมีระบบการเก็บข้อมูลที่น่าเชื่อถือ)

ถึงแม้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้รวบรวมข้อมูลดังกล่าว แต่ข้อมูลกระจายอยู่ตาม ฝ่ายต่างๆ นอกจากนี้ การขาดข้อมูลที่ได้มาตรฐานและมีคุณภาพที่น่าเชื่อถือ หรือการขาด ความต่อเนื่องในการเก็บข้อมูล ทำให้ยากที่จะป้อนข้อมูลดังกล่าวเข้าฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการ คาดการณ์ สิ่งประเทศไทยต้องเร่งดำเนินการเร่งด่วน จึงเป็นเรื่องการเก็บรวบรวมข้อมูล อย่างเป็นระบบและต่อเนื่องแบบ On-Site และ Real-Time ที่เชื่อถือได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ นอกจากนี้ ควรมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างองค์กร

### ข้อมูลที่ต้องการ

- ข้อมูลการระบาดเช่น พื้นที่การระบาด ทิศทางการอพยพและระบาด ฯลฯ
- ข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการระบาด เช่น ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ระดับพื้นที่ (Microclimate) ข้อมูลการ เพาะปลูก/การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ของเกษตรกร (เช่น พันธุ์พืชที่ปลูก ที่มาของพ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำ วิธีการ เพาะปลูก/เลี้ยง สัตว์น้ำ การให้น้ำ และน้ำ ฯลฯ)
- ข้อมูลชีววิทยาของแมลง/โรค

### เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้

- แบบจำลอง ( Modeling )
- เทคโนโลยีการตรวจวัดและติดตาม การเปลี่ยนแปลง เช่น เทคโนโลยี ภาพถ่าย (Image Processing)
- ICT



ระบบแนะนำการเพาะปลูกที่เหมาะสม

- ระบบเฝ้าระวังเตือน การระบาดของโรค/แมลง
- ระบบการสื่อสาร ให้ข้อมูลกับเกษตรกร ง่ายต่อการเข้าใจ

รูปที่ 2-11: องค์ประกอบของเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัย

จากรูปที่ 2-11 การพัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดการณ์อนาคตให้มีความถูกต้องมากที่สุด ต้องอาศัยข้อมูลที่ผ่านมาและในปัจจุบัน ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ **เทคโนโลยีตรวจวัด/ติดตามตรวจสอบการระบาดในพื้นที่** จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อช่วยให้การเก็บและติดตามข้อมูลการระบาด การวัดจำนวนแมลงศัตรูพืช การระบุชนิดของแมลงและโรคพืช มีความถูกต้องและสะดวกรวดเร็ว ตัวอย่างเช่น เนคเทคพัฒนาการใช้เทคโนโลยีภาพถ่าย (Image Processing) เข้ามาช่วยถ่ายภาพและคำนวณจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแปลง เพื่อช่วยเก็บข้อมูลและติดตามการระบาด ปัจจุบันเทคโนโลยีภาพถ่ายยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน เช่น ไม่สามารถใช้กับมุมถ่ายภาพที่มีเงาสะท้อนของน้ำ ต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพต่อไป

**เนคเทค** วิจัยใช้เทคโนโลยีภาพถ่าย (Image Processing) ช่วยในการถ่ายภาพและคำนวณจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ แมลงตัวอ่อน แมลงตัวเต็มวัย แมลงมีปีก และนับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลต่อต้น และส่งข้อมูลเข้าระบบกลาง (Server) ทำการวิเคราะห์ ทั้งนี้ การนับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายปัจจุบัน ยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน เช่น มุมถ่ายภาพต้องไม่มีเงาสะท้อนจากน้ำ ปัญหาแมลงหลบซ่อนที่โคนต้น

ที่มา: การประชุม “การพัฒนาระบบการพยากรณ์และเตือนภัย” วันอังคารที่ 22 กรกฎาคม 2554, ไร่โอเทค

เมื่อได้ข้อมูลจากการตรวจวัดและรวบรวมแล้ว ต้องนำข้อมูลมาตรวจสอบความถูกต้อง และจัดรูปแบบให้พร้อมต่อการประมวลผล (Validate and Verify) เพื่อนำมาพัฒนาแบบจำลอง ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชมีความซับซ้อนและแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ทำให้การระบาดมีความผันแปรไปในแต่ละปี ประเทศไทยต้องสร้างความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล **การพัฒนาแบบจำลองคาดการณ์โอกาสและแนวโน้มของการระบาดและความเสียหาย** การเชื่อมโยงระหว่าง Crop Model และ Host Model ที่ผ่านการพัฒนาแบบจำลองของประเทศไทยเป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการ

พัฒนาแบบจำลองการระบาดของเพลิงกระโดดสีน้ำตาลและโรคไหม้ ทั้งนี้ เมื่อได้แบบจำลองที่เหมาะสมต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง ศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลผลการพยากรณ์จากแบบจำลองกับการระบาดที่เกิดขึ้นจริง เพื่อพัฒนาแบบจำลองให้มีความแม่นยำมากขึ้น

ตัวอย่างงานวิจัยและพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ดร.นพดล คีรีเพชร หน่วยวิจัยสารสนเทศ การสื่อสารและการคำนวณ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) และคณะ พัฒนาระบบพยากรณ์การเคลื่อนย้ายประชากรเพลิงกระโดดสีน้ำตาลในข้าว เพื่อคาดการณ์การเคลื่อนย้ายประชากรเพลิงกระโดดสีน้ำตาล มีตัวแปรที่นำมาใช้สร้างแบบจำลอง ได้แก่ ความถี่ในการระบาดและอพยพ ระยะทางจากตำแหน่งที่ระบาดถึงตำแหน่งเป้าหมาย ความเร็วลมในทิศทางการอพยพ ความเสียหายของข้าวตำแหน่งที่เกิดการระบาดที่อายุน้อยกว่า 40 วัน 40-60 วัน และมากกว่า 60 วัน ฤดูกาลปลูกข้าว (นาปี/นาปรัง) ใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลสถานการณ์การระบาดของกรมส่งเสริมการเกษตร (รายสัปดาห์) ผลการดำเนินการสามารถสร้างแบบจำลองการเคลื่อนย้ายประชากรเพลิงกระโดดสีน้ำตาล จากข้อมูลรายงานการระบาดย้อนหลังรายสัปดาห์ ด้วยการสร้าง Decision Rules บนเส้นทางการอพยพได้ความถูกต้องประมาณร้อยละ 85 ในอนาคตการเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องของแบบจำลอง อาจเพิ่มเติมพันธุ์ข้าว อายุและจำนวนเพลิงกระโดดสีน้ำตาล ข้อมูลศัตรูธรรมชาติ เป็นต้น ทั้งนี้ จำเป็นต้องมีระบบเชื่อมโยงข้อมูลการระบาดรายสัปดาห์เข้ากับระบบพยากรณ์การอพยพเพื่อทำนายการอพยพได้ โดยอัตโนมัติ ข้อมูลการคาดการณ์ทิศทางและการเคลื่อนย้ายของประชากรเพลิงกระโดดสีน้ำตาล จะช่วยตัดสินใจในการวางแผนการจัดการล่วงหน้าที่เหมาะสมในการป้องกัน และควบคุมได้ดียิ่งขึ้น โดยแจ้งเตือนภัยผ่านระบบสารสนเทศการเตือนภัยการระบาดศัตรูข้าวของกรมการข้าว

ที่มา: การประชุม “การพัฒนาระบบการพยากรณ์และเตือนภัย” วันอังคารที่ 22 กรกฎาคม 2557, สวทช.

รศ.ดร.วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และคณะ พัฒนาแบบจำลองประชากร เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเชื่อมต่อกับแบบจำลองมวนตัวห้ำห้ำ ปัจจุบันอยู่ระหว่างการพัฒนาแบบจำลองประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าว เชื่อมต่อกับแบบจำลองมวนตัวห้ำห้ำห้ำ มี 3 แผนการดำเนินงาน คือ 1) ศึกษาและเก็บข้อมูลชีววิทยาของมวนตัวห้ำห้ำห้ำในสภาพห้องปฏิบัติการ นำข้อมูลมาใช้เป็น Input ของแบบจำลองศึกษา Functional Response และ Numerical Response 2) เชื่อมต่อแบบจำลองประชากรไขของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนตัวห้ำห้ำห้ำด้วย Lotka-Volterra Model โดยใช้โปรแกรม Fortran ใช้ค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นจากการศึกษา Functional Response และ Numerical Response และ 3) สืบหาและเก็บข้อมูลเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และมวนตัวห้ำห้ำห้ำ ในแหล่งปลูกข้าวภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หลังจากนั้น จะทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ และทำส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เพื่อให้การนำแบบจำลองไปใช้มีความสะดวก

ที่มา: การประชุม “การพัฒนากระบวนการพยากรณ์และเตือนภัย” วันอังคารที่ 22 กรกฎาคม 2554, ใโบไอเทค

รศ.ดร.วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และคณะ พัฒนาแบบจำลองการระบาดของโรคใบขาวในอ้อยและแมลงพาหะนำโรค เพื่อพยากรณ์การระบาดและเป็นข้อมูลเตือนภัยล่วงหน้า ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองประกอบด้วยปัจจัยทางกายภาพคือ ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิ เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม ในสภาพไร่ทั้งแปลงอ้อยปลูกและอ้อยต่อ ปัจจัยทางชีวภาพ คือจำนวนแมลงพาหะ เพลี้ยจักจั่น *Matsumuratetix Hiroglyphicus* (Matsumura) โดยใช้ กบดักกาวเหนียวร่วมกับแสงไฟล่อแมลงรวมทั้งการสำรวจการเกิดโรคใบขาว ผลการใช้แบบจำลองโลจิสติกพยากรณ์การระบาดของโรคใบขาวใกล้เคียงกับการสำรวจในสภาพไร่

ที่มา: จีรพันธ์ รัตนบุญญา, ยุกา หาญบุญทรง และวิโรจน์ ขลิบสุวรรณ “แบบจำลองโลจิสติกเรียกรสชั้นเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคใบขาวอ้อย” วารสารแก่นเกษตร 70 ฉบับพิเศษ: 443-448, 2555.



นอกจากการพยากรณ์ระดับพื้นที่แล้ว ในอนาคตมีความจำเป็นต้องพัฒนาความสามารถในการพยากรณ์ระดับภูมิภาค ระยะแรกอาจเริ่มจากภูมิภาคกลุ่ม CLMV (ประเทศกัมพูชา ประเทศลาว ประเทศพม่า และประเทศเวียดนาม) เพื่อป้องกันการระบาดของโรคและแมลงจากต่างพื้นที่ ดังเช่นเครือข่ายเฝ้าระวังการระบาดของเพลี้ยอ่อน (Aphids)<sup>11</sup> ที่ 19 ประเทศในสหภาพยุโรปและสแกนดิเนเวีย ร่วมกันทำหน้าที่เฝ้าระวังและติดตามการระบาด โดยมีสถานีตรวจนับแมลงกว่า 73 แห่งกระจายอยู่ทั่วภูมิภาค

### การระบาดของโรคกุ้ง

การระบาดของโรคกุ้งแต่ละครั้งสร้างความเสียหายแก่ผู้เลี้ยงเป็นจำนวนมาก การป้องกันที่ดีเป็นแนวทางสำคัญในการลดความสูญเสียของเกษตรกร ดังเห็นได้จากการระบาดของโรคกุ้งในประเทศจีนใน พ.ศ. 2536 ผลผลิตเสียหายถึง 115,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 40,000 ล้านบาท ประเทศไทยมีการวิจัยพัฒนาชุดตรวจตัวแดงดวงขาวที่ช่วยตรวจคัดกรอง ประกอบกับการจัดการที่ดีของเกษตรกร ทำให้เมื่อเกิดการระบาดของโรคดังกล่าว ประเทศไทยเสียหาย 900 ล้านบาทเท่านั้น

ประเทศ	ความเสียหายจากโรค
ไทย	30-40 ล้านเหรียญสหรัฐ (พ.ศ. 2536)
เวียดนาม	100 ล้านเหรียญสหรัฐ (พ.ศ. 2536)
จีน	400 ล้านเหรียญสหรัฐ (พ.ศ. 2535)
เอกวาดอร์	350 ล้านเหรียญสหรัฐ (พ.ศ. 2541)

ที่มา : Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R.P., Phillips, M. (2005)

<sup>11</sup> Rothamsted Research, 2014 available online <http://www.rothamsted.ac.uk/examine>

โรคตายด่วนหรือ EMS เกิดขึ้นครั้งแรกทางตอนใต้ของประเทศจีนใน พ.ศ. 2552 ต่อมามีการพบโรคนี้ในประเทศเวียดนาม ประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย สมาพันธ์เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโลก (Global Aquaculture Alliance - GAA) ระบุว่าโรค EMS ทำความเสียหายให้อุตสาหกรรมกุ้งของอาเซียนสูงถึง 32,000 ล้านบาท ประเทศไทยพบการระบาดของโรค EMS ครั้งแรกบริเวณภาคตะวันออกใน พ.ศ. 2554 ปัจจุบันมีการกระจายไปเกือบทุกพื้นที่ และมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นจากเดิมที่พบการตายของกุ้งในช่วงอายุ 20-30 วัน แต่ปัจจุบันพบการตายของกุ้งเกือบทุกช่วงอายุ ทั้งนี้ Dr.Donald Lighters แห่งมหาวิทยาลัยอริโซนา รายงานสาเหตุการเกิดโรค EMS หรือลักษณะอาการตับวายเฉียบพลัน (Acute Hepatopancreatic Necrosis Syndrome : AHPNS) เกิดจากแบคทีเรีย *Vibrio Parahaemolyticus* ที่สร้างสารพิษไปทำลายเนื้อเยื่อตับทำให้กุ้งตายในระยะเวลา 1 เดือน น.สพ.สุรศักดิ์ ดิลกเกียรติ สรุปรายงานข้อมูลจากผลการวิจัยจาก 10 ห้องปฏิบัติการทั่วโลกได้ผลที่สอดคล้องกัน คือตัวอย่างกุ้งที่ป่วยพบทั้งไวรัส แบคทีเรีย โปรโตซัว พบอาการตับไม่สมบูรณ์ ทั้งนี้สาเหตุการเกิดโรคมมาจากภาวะหมักหมมในแหล่งเลี้ยง ส่งผลให้กุ้งอ่อนแอ

เมื่อทราบสาเหตุแล้วว่าโรค EMS เกิดจากสาเหตุที่สำคัญคือ แบคทีเรีย *Vibrio Parahaemolyticus* จึงมีการพัฒนาไพโรเมอร์และวิธีพีซีอาร์ เพื่อการตรวจคัดกรองโรค EMS รวมถึงส่งเสริมให้มีการตรวจหาเชื้อด้วยการเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งห้องแล็บในฟาร์มเลี้ยงทั่วไปทำได้เอง ในกรณีที่ตรวจพบมีข้อเสนอแนะให้ทำลายลูกกุ้ง หรือหากตรวจพบในพ่อแม่พันธุ์ไม่ควรนำมาใช้เพาะลูกกุ้ง

การติดตามการเกิดโรคระบาดกุ้งสำคัญย้อนหลัง 20 ปีที่ผ่านมา เห็นได้ว่ารูปแบบการเกิดการระบาดคล้ายคลึงกัน คือ เริ่มต้นจากประเทศจีน และระบาดมายังประเทศในอาเซียนโดยใช้เวลาประมาณ 2-3 ปีก่อนระบาดมาสู่ประเทศไทย หากในอนาคตมีการนำเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยมาใช้เฝ้าระวังและติดตามการระบาดของโรค EMS ได้ ในระดับภูมิภาค ช่วยให้ประเทศไทยมีการเตรียมการที่ดีและลดความสูญเสียได้อย่างทันท่วงที

สิ่งสำคัญที่สุดที่ช่วยลดความเสี่ยงจากการระบาดของโรคและแมลงของเกษตรกรไทย คือ การสื่อสารให้ข้อมูลแก่เกษตรกร ต้องมีระบบการสื่อสารที่เข้าถึงกลุ่มเกษตรกรในช่องทางที่เหมาะสมรวดเร็ว มีรูปแบบเนื้อหาที่ง่ายต่อการเข้าใจของเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรเฝ้าระวัง และป้องกันการระบาดของโรคและแมลงได้ทันทั่วทั้งที่ ปัจจุบันหลายประเทศมีการนำระบบ SMS มาใช้ในระบบการแจ้งเตือนภัย แจ้งเตือนการเกิดโรคระบาดต่างๆ กันมากขึ้น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายโดยตรง รวดเร็ว ฉับไว ประเทศไทยมีการนำระบบ SMS มาใช้ในการเตือนภัยการระบาดของไขหวัดนก ทำให้เกษตรกรป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดและช่วยลดความเสียหายได้มาก

การพัฒนาาระบบพยากรณ์และเตือนภัย ต้องอาศัยการบูรณาการเทคโนโลยีที่หลากหลายสาขา (Multidisciplinary) เช่น กีฏวิทยา (Entomology) ชีววิทยา (Biology) โรคพืช (Plant Pathology) สรีรวิทยาพืช (Plant Physiology) อุตุนิยมวิทยา (Meteorology) คณิตศาสตร์ และโมเดล (Mathematic and Modeling) และเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) เป็นต้น การวิจัยและพัฒนาการพยากรณ์และการเตือนภัย จำเป็นต้องมีเครือข่าย (Network) ที่เข้มแข็งในเครือข่ายวิจัยนอกจากมีนักวิจัยจากหลายสาขาที่เกี่ยวข้องแล้ว ยังต้องมีผู้ใช้เทคโนโลยี เช่น กรมการข้าว กรมส่งเสริมการเกษตร เกษตรกร มาร่วมเป็นเครือข่ายด้วย เพื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย/ความต้องการและความสำคัญ เป็นต้น

สำหรับการพัฒนากำลังคนด้านระบบการพยากรณ์และการเตือนภัย ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการมีหลายหน่วยงานที่จัดอบรม เช่น มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยศูนย์วิจัยระบบทรัพยากรเกษตร

### 2.3.2) โครงสร้างพื้นฐาน

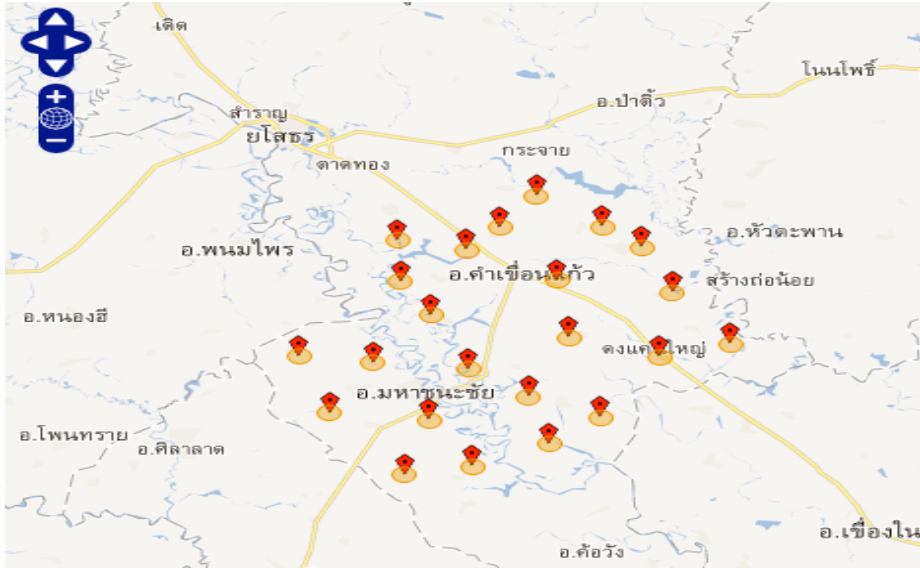
โครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับเทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัย ได้แก่ สถานีตรวจวัดภูมิอากาศในระดับพื้นที่ที่เป็นระบบ Real-Time แม้ว่าประเทศไทยมีกรมอุตุนิยมวิทยาที่ทำหน้าที่คาดการณ์หรือพยากรณ์ลักษณะอากาศอยู่แล้ว แต่ข้อมูลที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร เนื่องจากสถานีตรวจวัดอากาศมีเพียงจังหวัดละ 1-2 แห่งเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงในจังหวัดเดียวกันสภาพอากาศอาจมีความแตกต่างกัน การมีข้อมูลสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ระดับชุมชนที่เป็นระบบ Real-Time ทำให้การพยากรณ์มีความแม่นยำเพิ่มขึ้น รวมทั้งใช้ประโยชน์ในการให้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศกับชุมชนได้

เนคเทคติดตั้งสถานีตรวจวัดสภาพอากาศแบบไมโครให้กับศูนย์วิสาหกิจชุมชนผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวห้วยขมิ้น จ.สระบุรี เพื่อตรวจวัดสภาพอากาศระดับพื้นที่ในแต่ละฤดูกาลผลิต ข้อมูลสภาพอากาศอัตโนมัตินำไปสู่การคาดการณ์ผลผลิตข้าวที่ปลูกในพื้นที่ห้วยขมิ้น ข้อมูลสภาพอากาศในระดับพื้นที่ที่ตรวจวัดได้จะนำมาวิเคราะห์เชื่อมโยงกับข้อมูลการผลิตข้าวของชาวนา และประมวลผลเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะการปฏิบัติให้กับเกษตรกร เช่น ช่วงเวลาหว่านกล้า บำรุง ปักดำ เก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงช่วงที่สภาพอากาศเปลี่ยนแปลง รวมถึงลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคและแมลง



ที่มา: วารสารเคหการเกษตร, ปีที่ 2 ฉบับที่ 15 ธันวาคม 2556

ศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (CCKM) ตั้งศูนย์พยากรณ์อากาศชุมชนขึ้นในพื้นที่จังหวัดยโสธรและจังหวัดเชียงใหม่ เป็นโครงการนำร่องให้ชุมชนเข้ามามีบทบาทในการบันทึกสภาพอากาศรายวัน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์และประเมินสภาพอากาศ รวมถึงประเมินความเสี่ยงในการทำการเกษตร และส่งข้อมูลผ่านระบบ SMS ทางโทรศัพท์สู่เกษตรกรโดยตรง การดำเนินงานศูนย์ภูมิอากาศชุมชนยังอยู่ในระยะเริ่มต้น มีอุปสรรคในการกระจายข้อมูลข่าวสารไม่ทั่วถึง การใช้ SMS ไม่อาจเข้าถึงเกษตรกรทั้งหมด ในอนาคตต้องมีการพัฒนารูปแบบการสื่อสารกับเกษตรกรให้เข้าใจง่าย/และทั่วถึงมากขึ้น รวมถึงการเก็บข้อมูลใหม่ๆ เพื่อมาใช้ประมวลผลเพิ่มเติม



ศูนย์ภูมิอากาศชุมชนระดับหมู่บ้าน ในอำเภอคำเขื่อนแก้วและอำเภอมหาชนะชัย จังหวัดยโสธร  
ที่มา: ศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบพยากรณ์และเตือนภัยการเกิดโรคติดต่อในคนของประเทศไทย มีความก้าวหน้ามากกว่าการพยากรณ์ด้านการเกษตร ปัจจัยพื้นฐานสำคัญ คือ การมีกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ทำหน้าที่เป็นหน่วยงานรับผิดชอบโดยตรงในการรวบรวม ติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์การเกิดโรค เชื่อมโยงข้อมูลที่สำคัญสำหรับการเฝ้าระวังและพยากรณ์โรคติดต่อทั้งกับหน่วยงานภายในและต่างประเทศ ทำให้มีฐานข้อมูลที่เป็นระบบสำหรับการพยากรณ์และเตือนภัยรวมถึงควบคุมการเกิดโรคล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากประสบการณ์ดังกล่าว การมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่เป็นเจ้าภาพรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลการระบาดของโรคในพืชและสัตว์ รวมถึงแมลงศัตรูพืชที่เป็นระบบและต่อเนื่อง จึงเป็นอีกโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัยด้านการเกษตรของประเทศไทย

เพื่อกำหนดเป้าหมายแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศอย่างเหมาะสม ขอสรุปประเด็นปัญหาและข้อจำกัดในภาพรวมดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศพัฒนาแล้วก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว อาทิ เทคโนโลยีชีวภาพจีโนมิกส์ การใช้เทคโนโลยี Image Analysis ในการตรวจวิเคราะห์และแปลงภาพจำนวนมากเป็นระบบดิจิทัล (Digital) ทำให้ทำงานได้สะดวก รวดเร็ว ได้ข้อมูลจำนวนมากภายในเวลาสั้นนอกเหนือจากความสามารถของประเทศที่ต้องก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีแล้ว การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับงานการเกษตรมีค่อนข้างจำกัด ตัวอย่างเช่น การพัฒนาเทคโนโลยีจีโนมิกส์และพันธุวิศวกรรม ประเทศไทยมีงานด้านนี้พอสมควร ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญทางด้านการประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ งานด้าน Image Analysis และ Automation มีการประยุกต์ในการแพทย์และอุตสาหกรรมการผลิต

2. ประเทศไทยยังทำวิจัยไม่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิจัยพื้นฐานด้านการเกษตร เช่น วิทยาการพืช (Plant Sciences) ทั้งนี้จากข้อจำกัดในการลงทุนวิจัยพัฒนา การลงทุนโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น และการพัฒนากำลังคน นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านนโยบายระดับประเทศที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาและใช้เทคโนโลยี เช่น นโยบายพืชตัดแปลงพันธุกรรม เป็นต้น

3. การวิจัยปัจจุบันต้องการการบูรณาการศาสตร์ เช่น Molecular Breeding เป็นการทำงานร่วมกันระหว่าง Molecular Biologist และนักปรับปรุงพันธุ์ การพยากรณ์ระบบเตือนภัยการระบาดของศัตรูพืช เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างนักชีววิทยา ภูมิวิทยา นักคณิตศาสตร์ ผู้พัฒนาโมเดล เพื่อให้ทันวิจัยที่ทำงานด้านความรู้พื้นฐาน เช่น นักคณิตศาสตร์มาร่วมทำวิจัยการประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการให้การวิจัยเป็นไปในลักษณะการบูรณาการศาสตร์ ส่งเสริมการวิจัยสร้างความรู้ พัฒนาเทคโนโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพการเกษตร มากขึ้นกว่าการสอนให้รู้จักวิธีการเพาะปลูก ดังเช่นประเทศพัฒนาแล้วที่เป็นผู้ส่งออกเทคโนโลยีการเกษตร เช่น ประเทศอิสราเอล และประเทศเนเธอร์แลนด์ ประเทศไทยควรสร้างความรู้พื้นฐานด้านการเกษตรให้มากขึ้นเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพืชและสัตว์ และปฏิสัมพันธ์ต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

4. นอกจากการบูรณาการศาสตร์ที่ต้องมีการบริหารจัดการแล้ว โครงการที่มีความสำคัญสูงและมุ่งเป้าชัดเจน ควรบริหารจัดการในลักษณะโครงการมุ่งเป้าระดับชาติ เช่น การเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยของพืชเศรษฐกิจของประเทศ อาทิ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย เป็น 2-3 เท่า ในขณะเดียวกันใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ มีการพัฒนากำลังคนด้านวิจัยในภาครัฐและเอกชน ขนานไปกับการทำวิจัยในลักษณะ On the Job Training ส่งเสริมการพัฒนาคณะ นอกระบบ มหาวิทยาลัย โรงเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต นำความรู้และเทคโนโลยีไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและพัฒนาคุณภาพชีวิต

5. ขาดโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการวิจัย เนื่องจากไม่มีการลงทุนมากพอและต่อเนื่อง ขาดการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ เช่น ธนาคารเชื้อพันธุกรรมพืช สัตว์ จุลินทรีย์ก่อโรคพืช เป็นต้น

6. ปัญหานโยบาย เช่น นโยบายจีเอ็มโอ กฎระเบียบการนำเข้า-ส่งออกเชื้อพันธุกรรมพืช เป็นต้น

เพื่อความชัดเจนในการวางแผนปฏิบัติการ ที่สอดคล้องกับการพัฒนาแต่ละเทคโนโลยี เป้าหมายขอสรุปประเด็นปัญหาที่จำเพาะของแต่ละเทคโนโลยี ดังต่อไปนี้

### เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1. ขาดแคลนนักปรับปรุงพันธุ์รุ่นใหม่ นักปรับปรุงพันธุ์ที่มีอยู่ส่วนใหญ่ใช้ Conventional Breeding ขาดการบูรณาการระหว่างนักปรับปรุงพันธุ์และนักเทคโนโลยีชีวภาพ

2. นอกจากศาสตร์ด้านเกษตรและวิทยาศาสตร์แล้ว ศาสตร์ทางวิศวกรรม (นอกเหนือจากเครื่องจักรกลการเกษตร) เช่น Image Analysis มีบทบาทสำคัญในการนำมาใช้ตรวจวิเคราะห์ลักษณะการแสดงออกของพืช (Phenotype) ที่มีความแม่นยำและรวดเร็ว ทดแทนวิธีการแบบเดิมที่ต้องวิเคราะห์ด้วยตาหรือวิธีทางเคมี ต้องมีการพัฒนาศาสตร์ดังกล่าว และขยายการประยุกต์ใช้ในการเกษตรของประเทศให้มากขึ้น

3. ความหลากหลายของสายพันธุ์พืชและข้อมูลพันธุกรรม เป็นพื้นฐานสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประเทศไทยยังขาดหน่วยงานกลางที่เก็บรวบรวมสายพันธุ์พืช ข้อมูลพันธุกรรม และการจัดทำฐานข้อมูลที่เป็นระบบ ที่ภาครัฐและเอกชนสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์

4. การที่ศาสตร์ต่างๆ มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว รวมทั้งต้องมีการทำงานร่วมกันระหว่างศาสตร์ต่างๆ (Multidisciplinary) จึงต้องอาศัยการสร้างเครือข่ายร่วมมือวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีประเทศไทยยังขาดการบริหารจัดการให้เกิดการวิจัยพัฒนาร่วมกันที่เป็นเครือข่าย

5. ข้อจำกัดของนโยบายและกฎระเบียบที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ควรมีการทบทวนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันเพื่อกระตุ้นการพัฒนาและใช้เทคโนโลยี เช่น นโยบายจีเอ็มโอ ที่ต้องขออนุมัติจากคณะรัฐมนตรีในการทดสอบภาคสนาม กฎระเบียบการนำเข้า-ส่งออกเชื้อพันธุกรรมพืช เช่น ข้าว เป็นอุปสรรคของการวิจัยและพัฒนาในประเทศ รวมทั้งการสร้างความร่วมมือและถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และมีความล่าช้าในการพิจารณาอนุมัติ

### เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1. ประเทศไทยขาดความตระหนักและความเข้าใจในเรื่องการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การเพิ่มผลผลิตมุ่งเน้นการเพิ่มปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย โดยไม่ถูกวิธี

2. ขาดข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความต้องการปัจจัยการผลิตของพืช เช่น ความต้องการน้ำและปุ๋ยของพืชแต่ละชนิด ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน เนื่องจากการศึกษาวิจัยพื้นฐานด้านสรีรวิทยา และการตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมของพืชในประเทศไทยมีไม่เพียงพอ จำนวนนักวิจัยที่ทำงานเรื่องนี้มีจำกัด

3. ในภาพรวม ประเทศไทยขาดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์และเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น Image Technology, Remote Sensing, UAV เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยให้การจัดทำแผนที่แสดงข้อมูลของพื้นที่ปลูกที่มีความไม่สม่ำเสมอของพื้นที่ รวมทั้งข้อมูลพืชรายแปลง มีความแม่นยำและรวดเร็วขึ้น นำไปสู่การตัดสินใจใส่ปัจจัยการผลิตที่จำเพาะต่อพื้นที่ พืชที่ปลูก และปริมาณที่เหมาะสมกับช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้พืชใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญหลายสาขา เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านเกษตร นักวิจัยด้านสรีรวิทยาพืช นักโรคพืช วิศวกรการเกษตร เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GIS, Remote Sensing) นักวิจัยด้านเซนเซอร์ ที่ผ่านมาผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านมีจำกัดและความร่วมมือในการดำเนินงานไม่ชัดเจนหรือมีการแยกส่วน



## เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1. ที่ผ่านมา การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชก่อให้เกิดความเสียหายต่อเกษตรกรไทยจำนวนมาก เช่น การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โรคอีเอ็มเอส ในกุ้ง ในภาพรวมประเทศไทยยังไม่มีเทคโนโลยีพยากรณ์และเตือนภัยที่ทันต่อสถานการณ์ ปัญหาสำคัญคือ ไม่มีการเก็บและติดตามข้อมูลการระบาดของโรคและแมลงที่ต่อเนื่องและเป็นระบบ ที่เชื่อถือได้ ไม่มีหน่วยงานเจ้าภาพ ขาดเทคโนโลยีตรวจวัด/ตรวจสอบการระบาดในพื้นที่ที่มีความแม่นยำ

2. การพัฒนาระบบพยากรณ์และเตือนภัย ต้องอาศัยการบูรณาการเทคโนโลยีที่หลากหลายสาขา (Multidisciplinary เช่น กีฏวิทยา (Entomology) ชีววิทยา (Biology) โรคพืช (Plant Pathology) สรีรวิทยาพืช (Plant physiology) อุตุนิยมวิทยา (Meteorology) คณิตศาสตร์และโมเดล (Mathematic and Modeling) และเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) เป็นต้น ผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านของประเทศไทยมีจำกัดและความร่วมมือในการดำเนินงานยังมีน้อย

3. ข้อมูลพยากรณ์ลักษณะอากาศโดยทั่วไปไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรเนื่องจากสถานีตรวจวัดอากาศมีเพียงจังหวัดละ 1-2 แห่งเท่านั้น ในความเป็นจริงในจังหวัดเดียวกันสภาพอากาศอาจมีความแตกต่างกัน การมีข้อมูลสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ระดับชุมชน (ตำบลหรือหมู่บ้าน) (Micro Climate) ที่เป็นระบบ Real Time ทำให้การพยากรณ์และเตือนภัยมีความแม่นยำมากขึ้น ส่งสัญญาณเตือนภัยได้ล่วงหน้าทันต่อการป้องกันได้

### 2.5

## แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

เมื่อพิจารณาประเด็นปัญหาของแต่ละเทคโนโลยีที่กล่าวมาข้างต้น เห็นได้ว่า ในแต่ละเทคโนโลยีมีประเด็นปัญหาในภาพรวมคล้ายคลึงกัน เช่น การขาดแคลนกำลังคนหรือโครงสร้างพื้นฐาน นอกจากนี้ ในแต่ละเทคโนโลยี ต้องใช้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในหลายศาสตร์ร่วมกัน หลายศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่เป็นเป้าหมายมากกว่า 1 เทคโนโลยี (Cross Cutting) ดังตารางที่ 2-2

ดังนั้น แผนปฏิบัติการ 3 แผนต่อไปนี้เป็นแผนปฏิบัติการสร้างความสามารถที่รวมเทคโนโลยีเป้าหมายทั้ง 3 เข้าด้วยกัน โดยแบ่งตามพันธกิจการวิจัยพัฒนา การพัฒนากำลังคน และโครงสร้างพื้นฐาน แต่ละแผนปฏิบัติการจะมีกิจกรรมที่สอดคล้องกับการพัฒนาในแต่ละเทคโนโลยี ที่มีทั้งกิจกรรมที่เป็น Cross Cutting และจำเพาะกับแต่ละเทคโนโลยี

## ตารางที่ 2-2: กำลังคนในศาสตร์ต่าง ๆ และโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมาย

		การปรับปรุง พันธุ์	เทคโนโลยี เกษตรแม่นยำ	ระบบพยากรณ์ เตือนภัย
กำลังคน	Molecular Breeder	x	x	
	Molecular Biologist	x	x	
	Plant Scientists	x	x	x
	นักโรคพืช	x	x	x
โครงสร้างพื้นฐาน	Image Analysis (Detection)	x	x	x
	Software และ IT	x	x	x

แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในระยะ 10 ปี (พ.ศ. 2558- 2567) ประกอบด้วย 3 แผนหลัก ได้แก่

- แผนปฏิบัติการที่ 1** การสร้างความสามารถในการวิจัยและพัฒนา และการสร้างความเข้มแข็งด้าน กำลังคน
- แผนปฏิบัติการที่ 2** การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน
- แผนปฏิบัติการที่ 3** กลไกการบริหารจัดการและพัฒนางานวิจัย

แต่ละแผนปฏิบัติการ นอกจากให้ความสำคัญต่อมิติการพัฒนาเทคโนโลยีแล้ว เพื่อให้แผนปฏิบัติการมีความชัดเจนในทางปฏิบัติ มีการกำหนดพืชเป้าหมายที่ต้องเร่งดำเนินการเป็นลำดับแรกๆ หรือเป็นโมเดลพืชต้นแบบดำเนินงานของแผนปฏิบัติการ เพื่อการสร้างความสามารถทางเทคโนโลยี (Platform) และสร้างกำลังคน เพื่อประยุกต์ใช้กับพืชอื่นๆ ต่อไป

## เป้าหมายของแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยในระยะ 10 ปี (พ.ศ. 2558- 2567)

1) มีกำลังคนที่มีความสามารถในศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ 3 เทคโนโลยีเป้าหมาย (เช่น นักปรับปรุงพันธุ์ นักชีวโมเลกุล นักเทคโนโลยีชีวภาพ นักวิจัยเกษตรแม่นยำ นักคณิตศาสตร์ และโมเดล ฯลฯ) เพื่อการประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการปรับตัว และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

2) ได้พันธุ์พืชที่ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น พืชทนน้ำท่วม ต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืช ช่วยรักษาเสถียรภาพของผลผลิตการเกษตรและคงความสามารถในการแข่งขัน

3) ลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของผลิตผลการเกษตร เพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ ทำให้เกษตรกรเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น (เพิ่มรายได้ ลดรายจ่าย)

4) มีโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการวิจัยพัฒนาทางการปรับตัวการเกษตร ทำให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลาง (Regional Hub) ในการวิจัยและพัฒนากำลังคนของอาเซียน

### กลยุทธ์

ในการผลักดันแผนปฏิบัติการให้สำเร็จตามเป้าหมาย จะมีการบริหารจัดการและกลยุทธ์ในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. จัดทำโครงการในระดับ Program Base จัดหางบประมาณ มีหน่วยงานที่มีประสบการณ์ในการบริหารจัดการเป็นผู้บริหารโปรแกรม ทั้งนี้ โปรแกรมควรมีเป้าหมายการดำเนินงานที่ชัดเจน เช่น พืชเป้าหมาย เทคโนโลยีเป้าหมาย โดยโปรแกรมแบ่งเป็น 3 ระยะ ระยะสั้น (ปีที่ 1-3) ระยะกลาง (ปีที่ 4-5) และระยะยาวคือ (มากกว่า 5 ปี) ทั้งนี้ มีคณะกรรมการกำกับเพื่อติดตามผลการดำเนินงานให้เป็นไปตามเป้าหมาย

2. สนับสนุนการพัฒนาใน 4 ด้านหลัก ได้แก่ 1) การสร้างความสามารถการวิจัยและพัฒนา 2) การถ่ายทอดเทคโนโลยี 3) การพัฒนากำลังคน และ 4) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในการพัฒนากำลังคนที่เชี่ยวชาญในศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเป้าหมาย จะทำควบคู่ไปกับการทำวิจัยพัฒนา ด้วยการฝึกอบรมในลักษณะของการฝึกปฏิบัติจริงพร้อมกับการโครงการวิจัย (On the Job Training) ให้กับบุคลากรที่ทำงานในภาครัฐและเอกชน สร้างกลไกส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยต่างสาขา (Multidisciplinary)

3. ใช้กลไกคลัสเตอร์เชื่อมโยงและผลักดันให้เกิดโครงการความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และเกษตรกรในพื้นที่ ตั้งแต่การสร้างขีดความสามารถในการวิจัยและพัฒนา ไปจนถึง การบูรณาการเทคโนโลยีไปสู่การปรับใช้

4. สร้างความร่วมมือการวิจัยและพัฒนาในระดับนานาชาติ พัฒนาโครงการร่วมวิจัยระหว่าง ประเทศ (International Collaboration) ทั้งในระดับโลกและอาเซียน โดยเฉพาะประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี เพื่อเข้าถึงเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าได้รวดเร็ว

## แผนปฏิบัติการที่ 1 การสร้างความสามารถในการวิจัยและพัฒนา และการสร้างความเข้มแข็งด้านกำลังคน

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
<p><b>ก.วิจัยแลพัฒนา</b></p>	
<p>■ การปรับปรุงพันธุ์ด้วยเทคโนโลยีเครื่องหมายโมเลกุล ประสบผลสำเร็จเฉพาะในข้าว (มีพันธุ์ข้าวที่กรมการข้าว ให้การรับรองพันธุ์และถ่ายทอด/เผยแพร่พันธุ์ให้กับเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมาย) ยังไม่มี รายงานความสำเร็จในพืชอื่นๆ</p>	<p><b>1. สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการประยุกต์ใช้ เครื่องหมายโมเลกุล (MAS) ในการปรับปรุงพันธุ์</b> (ดำเนินงานต่อเนื่องปีที่ 1-10)</p> <p><b>1.1 พืชเป้าหมายและลักษณะที่ต้องการปรับปรุงพันธุ์</b></p> <p><b>: ข้าว</b> ทนต่อ Abiotic Stress เช่น แล้ง อุณหภูมิสูง น้ำท่วม ดันทานโรค/แมลงศัตรูพืชที่สำคัญ เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล บั่ว โรคเมล็ดด่าง โรคกระสุนแดง</p> <p><b>: มันสำปะหลัง</b> ใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะกับชุดดิน ดันทานโรคแอนแทรกคโนส ไล่เดือนฝอย</p> <p><b>: อ้อย</b> ไว้ต่อได้นาน ความหวานสูง ใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ดันทานโรคเหี่ยวเน่าแดง แส้ดำ</p> <p><b>: เมล็ดพันธุ์</b> สร้างสายพันธุ์พ่อแม่ดันทานโรค <b>พริก</b> ดันทานโรคแอนแทรกคโนส/ไวรัสใบด่าง CMV (Cucumber Mosaic Virus) <b>มะเขือเทศ</b> ดันทานโรคไวรัสใบหงิกเหลือง โรคเหี่ยวเขียว โรคใบไหม้ <b>แตงกวา</b> ดันทานโรคราน้ำค้าง ไวรัส CGMMV (Cucumber Green Mottle Mosaic Virus) <b>ข้าวโพด</b> ดันทานโรคราน้ำค้าง โรคใบไหม้แผลใหญ่</p>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ พืชสายพันธุ์การค้าหรือที่เป็นที่นิยม ที่ปรับปรุงให้มีลักษณะที่ทนหรือปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 1 ลักษณะหรือมากกว่า เช่น ข้าว กข 6 ทนโรคไหม้และขอบใบแห้ง ชาวดอกมะลิ ทนแล้ง ข้าวโพดต้านโรคใบไหม้ แผลใหญ่ พริกต้านทานโรคแอนแทรกคโนส เป็นต้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ พันธุ์ที่ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ต้านทานโรค ลดความสูญเสีย/ความเสี่ยงจากภัยพิบัติ หรือการระบาดของแมลงศัตรูพืช ลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลง/ศัตรูพืช ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง</li> <li>■ พันธุ์ที่ใช้น้ำและปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ มีผลกระทบต่อเนื่องถึง Carbon/water Footprint เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม</li> <li>■ จากประสบการณ์การปรับปรุงพันธุ์พืชสายพันธุ์หนึ่ง สามารถนำไปต่อยอดในการปรับปรุงพืชชนิดนั้น แต่ต่างสายพันธุ์ได้ ทำให้ได้สายพันธุ์ที่หลากหลายที่มีลักษณะเดียวกันอย่างรวดเร็ว ตัวอย่างเช่น จากความสามารถในการปรับปรุงข้าวหอมดอกมะลิ 105 ทนน้ำท่วมสามารถใช้วิธีการเดียวกันประยุกต์ใช้กับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวชัยนาท พิษณุโลก และอื่นๆ ให้ทนน้ำท่วมได้ ทำให้เกษตรกรมีทางเลือกในการใช้พันธุ์ที่ตนชอบและเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ (ข้าวบางชนิดไวแสง บางชนิดไม่ไวแสง)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มหาวิทยาลัย</li> <li>■ กรมวิชาการเกษตร</li> <li>■ กรมการข้าว</li> <li>■ มูลนิธิสถาบันพัฒนาสินค้าเกษตรปลอดภัยประเทศไทย</li> <li>■ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (สอน.)</li> <li>■ บริษัทน้ำตาล (ปรับปรุงพันธุ์อ้อย)</li> <li>■ บริษัทเมล็ดพันธุ์</li> </ul>

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
<p><b>ก. วิจัยและพัฒนา</b></p>	
	<p>1.2 การพัฒนาเทคโนโลยีการหาเครื่องหมายโมเลกุล และการทดสอบประสิทธิภาพความแม่นยำ (Validation)</p> <p>1.3 การประยุกต์ใช้เครื่องหมายโมเลกุล (MAS) ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์</p> <p>1.4 การประเมินพันธุกรรมพืช (จากธนาคารพันธุกรรม) ในระดับ Genotype และ Phenotype</p>
<p>■ ยังไม่มีพืชตัดแปลงพันธุกรรมที่พัฒนาโดยคนไทยและผ่านการทดสอบภาคสนาม (ยกเว้นมะละกอด้านทานไวรัส Papaya Ringspot) จากข้อจำกัดของนโยบาย ทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีไม่ก้าวหน้า แต่มีบุคลากรที่มีความสามารถอยู่มาก (นักเรียนทุน)</p> <p>■ ยังไม่มีการทดสอบภาคสนามและไม่อนุญาตให้ปลูกพืชจีเอ็มหน่วยงานกำกับขาดประสบการณ์จริงในการขึ้นทะเบียน และการประเมินความปลอดภัย เพื่อนำไปสู่การอนุญาตให้ใช้</p>	<p>2. การพัฒนาเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม (ดำเนินงานต่อเนื่องปีที่ 1-10)</p> <p>2.1 พัฒนาเทคโนโลยีฐาน (Platform Technology) นำไปสู่การพัฒนาพืชตัดแปลงพันธุกรรม (จีเอ็มโอ) สายพันธุ์ต่างๆ โดยเฉพาะสายพันธุ์การค้า หรือสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับภูมิภาคของไทย ตัวอย่างเทคโนโลยีฐาน เช่น การถ่ายยีนสู่อ้อย เป้าหมายเน้นพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง (สายพันธุ์การค้า เช่น KU50, HB60, Rayong9) การ Construct ยีน การค้นหายีนเป้าหมายจากสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น ยีนสร้างสารพิษฆ่าแมลงศัตรูพืช ยีนสร้างสีดอก ยีนเพิ่มปริมาณและสัดส่วนกรดไขมันที่จำเป็นต่อสุขภาพคนและสัตว์ การคัดเลือก (Screen) และตรวจสอบพืชที่ได้รับการถ่ายยีน เป็นต้น</p>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ เชื้อพันธุกรรมพืช (Germ-plasm) อาทิ พริก อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวที่มีการประเมิน Genotype และ Phenotype รวมทั้งฐานข้อมูลที่นักปรับปรุงพันธุ์สามารถเข้าถึงและนำไปใช้งาน</li> <li>■ เครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาขึ้นและจากฐานข้อมูลสาธารณะที่มีการรวบรวม เพื่อนำให้นักปรับปรุงพันธุ์นำไปใช้งานได้สะดวก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ความหลากหลายของเชื้อพันธุกรรม ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถเลือกใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ได้พันธุ์การค้า ซึ่งพันธุ์การค้าที่มาจากฐานพันธุกรรมที่หลากหลาย มีความเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของโรค/แมลงศัตรูพืชน้อยกว่าพันธุ์การค้าที่มาจากฐานพันธุกรรมเดียวกัน</li> <li>■ การมีหน่วยกลางเก็บรวบรวมและให้บริการเชื้อพันธุกรรม รุ่นค่าใช้จ่าย ช่วยส่งเสริมบริษัทเมล็ดพันธุ์ขนาดกลางและเล็กในการวิจัยพัฒนา เพื่อสร้างพันธุ์ของตนเอง</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ เทคโนโลยีระบบการถ่ายยีนที่มีประสิทธิภาพ และการชักนำให้เกิดต้นของข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง นำไปสู่การพัฒนาพืชจีเอ็ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ แต่ละปีประเทศไทยนำเข้าถั่วเหลืองจีเอ็มมูลค่าหลายพันล้านบาท การเตรียมความพร้อมของไทยในการสร้างความสามารถ นอกจากทำให้ไทยไม่ต้องตกอยู่ภายใต้การรับหรือซื้อเทคโนโลยีอยู่ตลอด สายพันธุ์พืชที่ใช้ในการถ่ายยีนยังเป็นสายพันธุ์ที่ตอบสนอง ได้ดีในประเทศไทยและเพื่อนบ้าน</li> <li>■ พืชบางชนิด ประเทศไทยปรับปรุงพันธุ์ที่เป็นที่นิยมไปทั่วโลก เช่น มันสำปะหลัง KU50 ดังนั้น จึงอาจมีข้อได้เปรียบของไทย แม้ในช่วงแรกอาจอยู่ในลักษณะตามหลัง ทั้งนี้ อาจเป็นโอกาสที่ทำให้เกิดความร่วมมือวิจัยพัฒนากับประเทศที่มีเทคโนโลยี ในการร่วมกันพัฒนามันสำปะหลังจีเอ็มสายพันธุ์เด่นของไทย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มหาวิทยาลัย</li> <li>■ ไปโอเทค</li> <li>■ กรมวิชาการเกษตร</li> <li>■ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์</li> <li>■ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.)</li> <li>■ บริษัทเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด</li> <li>■ คลัสเตอร์กล้วยไม้</li> <li>■ บริษัทส่งออกไม้ประดับ</li> </ul> <p><b>ความร่วมมือกับต่างประเทศ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ISAAA</li> <li>■ CropLife</li> </ul>



ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
ก.วิจัยแลพัฒนา	<p><b>2.2 สร้างพีชจีเอ็มต้นแบบ</b> นำไปสู่การประเมินความปลอดภัยในระดับต่างๆ และสร้างความสามารถในการควบคุมการประเมินความปลอดภัย</p> <p><b>พีชต้นแบบ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>: ข้าวโพดทนต่อยาปราบวัชพืช แมลงศัตรูพืช ใช้ปุ๋ย และน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ</li> <li>: กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ เช่น กล้วยไม้ ปทุมมา เพื่อยืดอายุปักแจกัน การเปลี่ยนสีกลีบดอก</li> </ul> <p><b>2.3 สร้างความสามารถในการทดสอบและประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพของพืชดัดแปลงพันธุกรรม</b> ทั้งการประเมินความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม (ระดับโรงเรือนและแปลงควบคุม) และความปลอดภัยต่อการบริโภคเป็นอาหาร กระบวนการควบคุมและการขึ้นทะเบียนพีชจีเอ็ม</p>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ข้าวโพดจีเอ็ม หนยาปราบวัชพืช หนแมลงศัตรูพืช (มีสารพิษฆ่าแมลง) กล้วยไม้ และปทุมมาียดอายุการปักแจกัน</li> <li>■ กระบวนการทดสอบ การประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพ การควบคุมและขึ้นทะเบียน</li> <li>■ ข้อมูลการทดสอบภายใต้สภาวะแวดล้อมของไทย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ประเทศนำเข้าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดจากไทย (ไม่ใช่จีเอ็มโอ) ปลูกข้าวโพดจีเอ็มมากขึ้น กระบวนการส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไทย ข้าวโพดจีเอ็มสายพันธุ์ที่ไทยพัฒนา เหมาะกับไทยและประเทศเพื่อนบ้าน ทำให้บริษัทไทยรักษาตลาดได้ ส่งผลถึงเกษตรกรกลุ่มผลิตเมล็ดพันธุ์</li> <li>■ เกษตรกรไทยที่ใช้เมล็ดพันธุ์จีเอ็ม ลดความเสี่ยงจากแมลงศัตรูพืช ลดค่าใช้จ่ายสารเคมี</li> <li>■ ไม้ดอกไม้ประดับส่งออกที่สำคัญของไทย คือกล้วยไม้ และปทุมมาพันธุ์ที่พัฒนาขึ้น เพิ่มคุณภาพ มูลค่าและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ เพิ่มความสามารถแข่งขันของไม้ดอกไม้ประดับไทย</li> <li>■ หน่วยงานที่มีหน้าที่ประเมินควบคุม และขึ้นทะเบียน มีความสามารถ มีกฎเกณฑ์การปฏิบัติ เมื่อประเทศไทยมีนโยบายจีเอ็มโอที่ชัดเจนและสังคมยอมรับ ทำให้ทำงานได้ทันที รวมทั้งมีข้อมูลการประเมินในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ที่อาจแตกต่างจากข้อมูลที่มาจากต่างประเทศ</li> </ul>	

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
<p><b>ก.วิจัยแลพัฒนา</b></p>	
<p>แม้มีพันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูง แต่ผลผลิตในภาพรวมของประเทศต่ำกว่าศักยภาพของพันธุ์ เนื่องจากการใช้พันธุ์ที่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ การใช้ปัจจัยการผลิตมากเกินไปไม่เหมาะสม ทำให้ต้นทุนสูงขึ้น นอกจากนี้ ขาดข้อมูลความต้องการปัจจัยการผลิตที่พืชแต่ละชนิดต้องการในแต่ละระยะเวลา ต้องการวิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน ลักษณะของพืชที่ดี ที่วิเคราะห์ได้รวดเร็ว ง่าย เพื่อใช้ในการตัดสินใจใส่ปัจจัยการผลิต ที่เหมาะสม</p>	<p><b>3.สนับสนุนการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเกษตรแม่นยำ เพื่อการจัดการทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ</b> (ดำเนินงานต่อเนื่องปีที่ 1-10)</p> <p><b>3.1 พัฒนาองค์ความรู้ด้านสรีรวิทยา ชีววิทยาของพืช ในการตอบสนองต่อปัจจัยการผลิต เช่น Water and Nutrient Stress ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของพืชกับหน้าที่ เช่น โครงสร้างของรากกับการดูดซึมสารอาหารนำไปสู่การค้นพบลักษณะ (Trait) ใหม่ ๆ เพื่อการปรับปรุงพันธุ์</b></p> <p><b>3.2 พัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดสภาวะแวดล้อมองค์ประกอบของพืช สถานะของพืช เช่น เทคโนโลยีเซนเซอร์ Image Analysis และการใช้ Remote Sensing เพื่อการประยุกต์ใช้ในการให้ปัจจัยการผลิตที่พืชใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ (Cross Cutting)</b></p> <p><b>3.3 วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการทำเกษตรแม่นยำ เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ โดยมีการใช้ทรัพยากรต่อหน่วยผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น กรณีมันสำปะหลัง อ้อย ข้าว การเลี้ยงสัตว์น้ำ (กุ้ง)</b></p>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ องค์ความรู้การตอบสนองของพืชต่อปัจจัยการผลิตและสภาวะเครียดภายใต้การขาดปัจจัยการผลิต</li> <li>■ วิธีการตรวจวิเคราะห์โดยใช้ภาพถ่ายร่วมกับโปรแกรม (Soft-Ware) ในการแปรผล เช่น การศึกษาโครงสร้างสามมิติของรากเพื่อศึกษาพัฒนาการของรากในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต</li> <li>■ วิธีการตรวจวัดโดยไม่ทำลายตัวอย่างและรวดเร็ว เช่น การใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟ (Microwave) ในการวัดปริมาณน้ำในพืช</li> <li>■ วิธีการตรวจวัดปริมาณน้ำและสารอาหารในดินในลักษณะของแผนที่ในพื้นที่ที่มีความแตกต่างในจุดต่างๆ (Heterogeneous) โดยใช้ Hyperspectral Image Analysis และเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (UAV)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ปริมาณความต้องการปัจจัยการผลิตของพืชแต่ละชนิด ในแต่ละช่วงเวลา นำไปสู่การให้ปัจจัยการผลิตโดยวิธีและปริมาณที่เหมาะสม (การศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของรากทำให้ทราบว่า รากบริเวณใดมีความสามารถในการดูดสารอาหารได้ดี สามารถให้ปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย และน้ำ ในบริเวณนั้น)</li> <li>■ ทุนเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ ทำให้วิเคราะห์ได้หลายตัวอย่าง (Medium-High Throughput) มี Software สำหรับใช้ในการแปรผล แทนการตัดสินใจด้วยสายตา จึงมีความแม่นยำมากกว่า</li> <li>■ วิธีวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในดินที่รวดเร็ว เป็น Real Time ใช้ในการตัดสินใจให้สารอาหารที่เหมาะสม</li> <li>■ การตรวจวัดที่ไม่ทำลายตัวอย่าง ทำให้สามารถใช้ตัวอย่างเดิมในการตรวจวัดครั้งต่อไป ทุนจำนวนการเตรียมตัวอย่าง</li> <li>■ ผลผลิตต่อพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น ลดการบุกรุกทำลายป่า มีผลผลิตป้อนโรงงานมากขึ้นและลดต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในการแปรรูป</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มหาวิทยาลัย</li> <li>■ กรมวิชาการเกษตร</li> <li>■ กรมการข้าว</li> <li>■ กรมพัฒนาที่ดิน</li> <li>■ สวทช.</li> <li>■ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)</li> <li>■ บริษัทน้ำตาลและอ้อย</li> <li>■ มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย</li> <li>■ สอน.</li> <li>■ กรมประมง</li> </ul>

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
ก. วิจัยและพัฒนา	
<p>การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงขึ้น น้ำท่วม การระบาดของแมลง/โรคพืช มีผลกระทบต่อการผลิตทางการเกษตร และนับวันเกิดขึ้น การคาดการณ์ล่วงหน้า ทำให้เตรียมการป้องกันหรือเตือนภัย เพื่อลดความเสี่ยง หรือความเสียหายที่เกิดได้ การคาดการณ์ที่ดี ต้องอาศัยข้อมูลที่ดี ทั้งข้อมูลย้อนหลัง การเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และเป็นข้อมูลระดับพื้นที่ มีการบูรณาการระหว่างข้อมูลสภาวะแวดล้อม (อากาศ) กับข้อมูลทางชีววิทยา ซึ่งในปัจจุบัน ยังขาดข้อมูลทางด้านชีววิทยา และไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลสภาวะแวดล้อมกับข้อมูลชีววิทยาอย่างเป็นระบบ</p>	<p><b>4. ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบพยากรณ์และเตือนภัยเพื่อการผลิตผลการเกษตร</b> (ดำเนินงานต่อเนื่องปีที่ 1-10)</p> <p><b>4.1 การวิจัยพัฒนาระบบพยากรณ์เพื่อการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ</b> ที่มีผลกระทบต่อการผลิตผลการเกษตร เช่น การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว การระบาดของโรคกุ้ง เช่น ตัวแดงดวงขาว โรคตายด่วน (EMS) เป็นต้น</p> <p><b>4.2 การวิจัยพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการตรวจวัดสภาวะแวดล้อมทางกายภาพและชีววิทยา</b> เช่น การตรวจวัดชนิดและจำนวนแมลง เพื่อติดตาม การแพร่ระบาด การตรวจวัดปริมาณไวรัสในกุ้ง ตลอดห่วงโซ่การผลิต ตั้งแต่พ่อแม่พันธุ์ ลูกกุ้งในบ่อเลี้ยง รวมทั้งสภาพแวดล้อมในบ่อ</p> <p><b>4.3 พัฒนาระบบแจ้งเตือนภัย และการสื่อสารข้อมูล</b> ระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกร</p>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลผลิตลดลง ทำให้เกษตรกรมีรายได้ต่อพื้นที่มากขึ้น เช่น มันสำปะหลัง กำหนดเป้าหมายยกระดับผลผลิตเพิ่มขึ้นไร่ละ 2-6 ตัน (ผลผลิตเฉลี่ยปัจจุบันอยู่ที่ 3.8 ตัน/ไร่ วางเป้าหมายให้ได้เป็น 6-10 ตัน/ไร่ ตามศักยภาพของพื้นที่และเกษตรกร)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ การลดการใช้ทรัพยากร เช่น ปุ๋ย ไนโตรเจน ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานในการผลิตปุ๋ย การใส่ปุ๋ยในเวลาและปริมาณที่พืชต้องการ ลดการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้าง (Leaching) หรือถูกใช้โดยจุลินทรีย์ในดิน แล้วเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก</li> <li>■ ผลิตภัณฑ์ที่มาจากการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีค่า Carbon Footprint และ Water Footprint ลดลง เป็นการสร้างแบรนด์และลดผลกระทบจากการกีดกันทางการค้า</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ แบบจำลองพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตมันสำปะหลัง อ้อย ข้าว การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคกุ้งที่ผ่านการทดสอบ (Validate)</li> <li>■ เทคโนโลยีการตรวจวัด และข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและชีววิทยา ของพืช/สัตว์ และความรุนแรงของโรค</li> <li>■ ระบบเตือนภัยที่ทันต่อเหตุการณ์</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ระบบเตือนภัยที่ทันต่อเหตุการณ์ การติดตามสถานการณ์และมีข้อมูลอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งระบบพยากรณ์ช่วยในการวางแผนล่วงหน้าเพื่อการตัดสินใจและการป้องกันได้ทันที่ ลดความเสียหายที่เกิดขึ้น การเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติอาจหลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่การคาดการณ์อาจช่วยในการปรับตัวและวางแผนการผลิตเพื่อหลีกเลี่ยงจากภัยพิบัติ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มหาวิทยาลัย</li> <li>■ กรมวิชาการเกษตร</li> <li>■ กรมการข้าว</li> <li>■ กรมส่งเสริมการเกษตร</li> <li>■ กรมประมง</li> <li>■ กรมอุตุนิยมวิทยา</li> <li>■ GISTDA</li> <li>■ สวทช.</li> </ul>

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
<p><b>ข. พัฒนากำลังคน</b></p>	
<p>จำนวนนักวิจัยของไทยต่อประชากรต่ำ (8 คนต่อประชากร 10,000 คน) ในภาพรวมประเทศไทย ต้องเพิ่มสัดส่วนนักวิจัยเป็น 15 คนต่อประชากร 10,000 คน ใน พ.ศ. 2559 นอกจากนี้มีจำนวนนักวิจัยน้อยบางสาขายังขาดแคลน เช่น นักปรับปรุงพันธุ์ บางสาขาไม่มีการนำมาประยุกต์ใช้กับงานการเกษตรเท่าที่ควร เช่น เทคโนโลยีชีวโมเลกุล (Molecular Breeding) วิศวกรรมดิจิทัล (Digital Engineering) ทำให้ขาดการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการประยุกต์ใช้ทางการเกษตร</p>	<p><b>1. ผลิตบุคคลากรระดับปริญญาโท-เอก</b> ผลิตบุคคลากรระดับปริญญาโท-เอก ที่มีการทำวิทยานิพนธ์ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพันธุ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล (Molecular Breeding) เกษตรแม่นยำและเทคโนโลยีพยากรณ์และเตือนภัย</p> <p><b>2. การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ</b> จัดอบรมเชิงปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง มุ่งเน้นนักวิจัยที่ทำงานแล้ว ในภาครัฐและเอกชน มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้าง (Update) ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และการประยุกต์ใช้ รวมทั้งเพื่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยมีความร่วมมือกับวิทยากรหรือผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ</p> <p><b>ตัวอย่าง</b> <b>หัวข้อการอบรม</b></p> <p><b>1) หัวข้อที่จำเพาะต่อเทคโนโลยีแต่ละด้าน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ เทคโนโลยีปรับปรุงพันธุ์: เช่น Molecular Biology, Breeding Technology</li> <li>■ เทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ: เช่น Fertigation, Irrigation, Integrated Pest Management</li> <li>■ เทคโนโลยีระบบพยากรณ์และระบบเตือนภัย: เช่น คณิตศาสตร์ กัญญาวิทยา</li> </ul> <p><b>รูปแบบการฝึกอบรม</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ On the Job Training ฝึกอบรมปีละ 3 ครั้ง ๆ ละ 3 วัน โดยขนานไปกับการทำวิจัย ปีละ 90 คน (30 คน/เทคโนโลยี) ต่อเนื่อง 2 ปี</li> </ul> <p><b>2) หัวข้อที่เป็นเทคโนโลยี Cross Cutting ที่เป็นศาสตร์ที่ต้องนำไปใช้ร่วม เช่น สรีรวิทยา (Plant Physiology), Image Analysis เป็นต้น</b></p> <p><b>รูปแบบการอบรม</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ฝึกอบรมระยะสั้น ครั้งละ 3-4 วัน ประมาณ 12 ครั้ง/ปี ครั้งละ 30 คน</li> </ul>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ นักวิจัยใหม่ : ปริญญาโท 30 คน/ปี : ปริญญาเอก 20 คน/ปี</li> <li>■ นักวิจัยผ่านการฝึกอบรม หลักสูตรจำเพาะต่อเทคโนโลยี 90 คน/ปี (เทคโนโลยีละ 30 คน)</li> <li>■ นักวิจัยที่ผ่านการฝึกอบรม หลักสูตรเทคโนโลยี Cross Cutting 360 คน/ปี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มีนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญ ในจำนวนมากพอ ต่อการสร้าง ความเข้มแข็งในการวิจัยและพัฒนา (Critical Mass) เทคโนโลยีการเกษตร ของประเทศ</li> <li>■ มีงานวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีก้าวหน้า ทางการเกษตรมากขึ้น ทำให้เกิดการ ก้าวกระโดดในการพัฒนาการเกษตร ของไทย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ สกว.</li> <li>■ สวก.</li> <li>■ ก.เกษตร</li> <li>■ มหาวิทยาลัย</li> <li>■ สวทช.</li> <li>■ ก.ศึกษาธิการ</li> </ul>



## แผนปฏิบัติการที่ 2 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
<p>โครงสร้างพื้นฐานที่เป็นส่วนสำคัญในการสนับสนุนการวิจัย ต้องการการลงทุนสูง มีการดูแลให้บริการอย่างต่อเนื่อง โดยบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์เต็มที่</p> <p>การจัดตั้งโครงสร้างพื้นฐานเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีฐานระดับชาติ ที่มีความมุ่งมั่น (Dedicated Projects) มีพันธะสัญญาที่ชัดเจนตั้งแต่ต้น เพื่อสนับสนุนการลงทุนและดำเนินการโดยบุคลากรมืออาชีพที่มีความเชี่ยวชาญ</p>	<p><b>1. การยกระดับหน่วยเก็บเชื้อพันธุกรรมพืชที่มีคุณภาพ เป็นหน่วยเก็บพันธุกรรมระดับประเทศ</b> สนับสนุนชุมชนจัดตั้งธนาคารพันธุ์พืชท้องถิ่นเป็นแหล่งอาหารและสร้างอาชีพ</p> <p>1.1 ยกระดับธนาคารเชื้อพันธุกรรมพืชเศรษฐกิจของประเทศ อาทิ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด พริก</p> <p>1.2 ส่งเสริมการใช้ซอฟต์แวร์ (Software) เพื่อบริหารจัดการฐานพันธุกรรมและการสืบค้นข้อมูล</p> <p>1.3 จัดทำแนวปฏิบัติ (Guideline) การใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรม การเข้าถึงและแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรมทั้งในและต่างประเทศ ข้อตกลง/ระบบการแบ่งปันผลประโยชน์ (MTA) เพื่อการวิจัยพัฒนาและเชิงพาณิชย์ที่ชัดเจน</p> <p>1.4 สนับสนุนชุมชนในการรวบรวมพันธุ์ท้องถิ่น เก็บรักษาในสภาพถิ่นที่อาศัยเพื่อเป็นแหล่งอาหารและสร้างอาชีพ</p>
	<p><b>2. จัดตั้งระบบ High Throughput Phenotyping</b> Screening ระบบ Image Analysis และ Data Processing จำนวน 2 แห่ง ในระยะ 5 ปี</p>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ธนาคารเชื้อพันธุกรรมระดับประเทศที่ได้มาตรฐาน มีการเก็บรวบรวมพันธุ์ ประเมิน พร้อมข้อมูล เพื่อให้บริการ แก่ภาครัฐและภาคเอกชน</li> <li>■ แนวปฏิบัติการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรมที่เป็นไปตามเกณฑ์ของประเทศและสากล (CBD)</li> <li>■ แหล่งพันธุกรรมพืชพื้นบ้านในระดับชุมชน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ นักปรับปรุงพันธุ์จากรัฐและเอกชน (เอกชนขนาดกลางที่มีงานปรับปรุงพันธุ์ ไม่สามารถเก็บรวบรวมพันธุ์เองได้) สามารถเข้าถึง และนำไปใช้ ในการสร้างพันธุ์ใหม่ เพิ่มความหลากหลายของสายพันธุ์การค้า เกิดงานวิจัยในภาค เอกชนมากขึ้น</li> <li>■ แหล่งเก็บเชื้อพันธุกรรมชุมชน นอกจากช่วยอนุรักษ์พันธุ์พืชท้องถิ่น ชุมชนยังสามารถขยายพันธุ์และจำหน่ายเป็นสายพันธุ์แท้ เช่น กรณีของชุมชนคลองจินดา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มหาวิทยาลัย</li> <li>■ กรมวิชาการเกษตร (สถาบันพืชไร่ระยอง)</li> <li>■ สอน.</li> <li>■ สวทช.</li> <li>■ สมาคมโรงงานน้ำตาลไทย</li> <li>■ สมาคมเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย</li> <li>■ ก.ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>■ สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (BEDO)</li> <li>■ สวก.</li> <li>■ NGO</li> <li>■ อบต./อบท.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ระบบ High Throughput Phenotyping Screening (รวมโรงเรือน) ที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อม พร้อมสำหรับการร่วมวิจัย/ให้บริการ การศึกษาสรีรวิทยาของพืชเพื่อให้เกิดความรู้สู่การปรับปรุงพันธุ์และงานด้านเกษตรแม่นยำ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Phenotyping Facilities เป็นโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับการวิจัยในอนาคต (Next Generation Infrastructure and Technologies) ที่ทำให้ประเทศไทยก้าวทันต่อเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว รวมทั้งสร้างความเข้มแข็งด้านงานวิจัยพื้นฐานและประยุกต์ ทั้งภาครัฐ เอกชน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ อุทยานวิทยาศาสตร์ส่วนกลางและภูมิภาค</li> </ul>

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Phenotyping Facilities เป็นโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับการวิจัยในอนาคต (Next Generation Infrastructure and Technologies) ที่ทำให้ประเทศไทยก้าวทันต่อเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว รวมทั้งสร้างความเข้มแข็งด้านงานวิจัยพื้นฐานและประยุกต์ ทั้งภาครัฐ เอกชน รวมทั้งเกิดความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนเนื่องจากต้องการทั้งเงินลงทุนและเทคโนโลยีที่บริษัทขนาดกลางและเล็ก รวมถึงหน่วยวิจัยอีกหลายแห่งไม่สามารถลงทุนได้ เกิดเครือข่ายการทำวิจัย (Enabling Infrastructure/ Environment)</li> <li>■ การทำ Plant Phenotyping ใช้ลักษณะใหม่ๆ ของพืช สามารถคัดเลือกพืชที่ต้องการภายใต้สภาวะควบคุม ก่อนการนำไปทดสอบในแปลงทดลองภายนอก ทุ่นเวลา สถานที่ทดสอบ รวมทั้งมีความเข้าใจ ในการปรับตัวของพืชต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ</li> <li>■ Phenotyping เป็นสหสาขาเทคโนโลยีทำให้เกิดการพัฒนาในศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น Sensor Development, Automation, Non Destructive Analysis สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านการแพทย์และอุตสาหกรรมต่อไป</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ อุทยานวิทยาศาสตร์ส่วนกลางและภูมิภาค</li> </ul>

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
<p>การเกิดภัยพิบัติและ การระบาดของแมลง โรคพืช และสัตว์เกิดขึ้น จำเป็นต้องมีระบบพยากรณ์และเตือนภัยล่วงหน้า การพยากรณ์ที่แม่นยำจำเป็นต้องมีข้อมูลระดับพื้นที่ ที่มีการติดตามอย่างต่อเนื่อง</p>	<p><b>3. ศูนย์รับส่งข้อมูลระดับพื้นที่เพื่อการติดตามการเปลี่ยนแปลงและเตือนภัย</b></p>
	<p><b>4. ผลักดันด้านกฎหมาย/นโยบายที่เป็นเงื่อนไขของการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ผลักดันนโยบายจีเอ็มม กฎหมายความปลอดภัยทางชีวภาพ</li> <li>■ ปรับปรุงกฎระเบียบ/ขั้นตอนการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรมให้มีความคล่องตัวมากขึ้น</li> <li>■ จัดทำข้อตกลง/ระบบการแบ่งปันผลประโยชน์ (MTA)</li> <li>■ สร้างความร่วมมือกับองค์กรนานาชาติ เช่น IRRI CIAT ISAAA เพื่อการใช้สิทธิ Patent (ยีน/เทคนิค/สายพันธุ์) และการเข้าถึงเทคโนโลยี/เทคนิคเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช</li> </ul>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<p>ศูนย์รับส่งข้อมูลระดับพื้นที่ เน้นพื้นที่เป้าหมายในระยะแรก ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ พื้นที่ปลูกข้าวเขตชลประทาน (เพ็ญกระโดดสีน้ำตาล)</li> <li>■ พื้นที่ปลูกอ้อยในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (โรคใบขาว)</li> <li>■ พื้นที่เลี้ยงกุ้งในเขตภาคตะวันออกและภาคใต้ (ไวรัสกุ้งและ EMS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ข้อมูลและระบบพยากรณ์การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โรคใบขาว ไวรัสกุ้งและ EMS ช่วยลดความเสี่ยงและความเสียหายจากการเกิดโรคและวางแผนปรับเปลี่ยนการผลิตได้อย่างเหมาะสม และลดงบประมาณที่ต้องใช้ชดเชยเกษตรกร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ก.เกษตร</li> <li>■ ฐ.ก.ส.</li> <li>■ ก.มหาดไทย (อบต.)</li> <li>■ ก.ไอซีที</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ นโยบายจีเอ็มโอ</li> <li>■ ระเบียบการแลกเปลี่ยนเชื้อพันธุกรรม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ประเทศใช้ศักยภาพความก้าวหน้าเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมได้เต็มศักยภาพ รวมถึงการวิจัยและพัฒนา พันธุ์พืชใหม่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ก.เกษตร</li> <li>■ ก.ทรัพยากรฯ</li> <li>■ สวทช.</li> <li>■ BEDO</li> </ul>

## แผนปฏิบัติการที่ 3 กลไกการบริหารจัดการและพัฒนางานวิจัย

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
<p>การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต้องอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างศาสตร์ต่างๆ (Multidisciplinary) การสร้างเครือข่าย การติดตามประเมินผลและการนำไปใช้</p>	<p><b>กลไกการสนับสนุนโปรแกรมการบริหารจัดการให้บรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์</b> (ดำเนินการต่อเนื่องปีที่ 1-10)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) บริหารจัดการเพื่อการสนับสนุนการวิจัย การพัฒนากำลังคน และโครงสร้างพื้นฐาน</li> <li>2) ประสานงานเพื่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยี และขยายผลสู่ผู้ใช้</li> <li>3) สร้างเครือข่าย (Networking) ให้เกิดการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยต่างศาสตร์ และกับต่างประเทศเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีและร่วมวิจัย</li> <li>4) จัดสัมมนาวิชาการระดับชาติและนานาชาติ</li> </ol>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ผลงานตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติและแห่งชาติ</li> <li>■ โครงสร้างพื้นฐานสนับสนุนการวิจัย</li> <li>■ จำนวนนักวิจัยในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้น</li> <li>■ เทคโนโลยีที่นำไปประยุกต์ใช้เพื่อการเพิ่มผลผลิตและใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ</li> <li>■ ผลผลิตจากการพัฒนาเทคโนโลยี เช่น พันธุ์พืชใหม่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ความเข้มแข็งของประเทศในด้านเทคโนโลยีการปรับตัวสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ลดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ก.เกษตร</li> <li>■ สวทศ.</li> <li>■ สวทช.</li> <li>■ สกว.</li> <li>■ สวก.</li> <li>■ วช.</li> </ul>



ที่ผ่านมา การใช้เครื่องหมายโมเลกุลเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชยังคงค่อนข้างจำกัด มีตัวอย่างความสำเร็จไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม ในจำนวนที่ประสบความสำเร็จพบว่ามีผลกระทบสูงมาก ยกตัวอย่างที่มีผู้ประเมินผลกระทบ (ฝ่ายบริหารคลังเตอร์และโปรแกรมวิจัย สวทช., 2557) ไว้ดังต่อไปนี้

### > การพัฒนาพันธุ์ข้าวเหนียวต้านทานโรคไหม้ “ธัญสิริน”

ข้าวเหนียว กข6 เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากคุณภาพหุงต้มดี แต่ กข6 ไม่ทนต่อโรคไหม้ เมื่อเกิดการระบาดของสูญเสียผลผลิตตั้งแต่ร้อยละ 10 จนถึงไม่ได้ผลผลิตเลย นอกจากนี้ ลำต้นยังหักล้มง่าย ทำให้สูญเสียผลผลิตและเก็บเกี่ยวผลผลิตยาก มีการใช้เครื่องหมายโมเลกุลปรับปรุงพันธุ์ กข 6 ให้ต้านทานโรคไหม้ ได้รับพระราชทานนามจาก สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี “ธัญสิริน” พันธุ์ดังกล่าวมีคุณภาพการหุงต้มเหมือน กข 6 แต่ต้านทานโรคไหม้ ลำต้นแข็งแรง ไม่หักล้ม

มีการเผยแพร่ “ธัญสิริน” ให้เกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในระหว่าง พ.ศ. 2551-2556 มีเกษตรกรเข้าร่วม 1,584 ครอบครัว พื้นที่ปลูกข้าว 6,010 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 45,056 ตัน สร้างรายได้จากการขายเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกและข้าวสารให้ชุมชนและโรงสีกว่า 990 ล้านบาท

### > ข้าวหอม “ชลสิทธิ์” ทนน้ำท่วมฉับพลัน

ปัญหาน้ำท่วมนาข้าวจากอุทกภัยเกิดขึ้นเป็นประจำเกือบทุกปี จึงมีการวิจัยพัฒนาใช้เครื่องหมายโมเลกุลร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์แบบวิธีมาตรฐานพัฒนาพันธุ์ข้าวหอมชลสิทธิ์ทนน้ำท่วมฉับพลัน ที่ทนอยู่ในน้ำได้นาน 2-3 สัปดาห์ พื้นตัวหลังน้ำลดได้ดี ไม่หักล้มง่าย ไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี ผลผลิตข้าวเปลือกประมาณ 800-900 กิโลกรัม/ไร่

ระหว่าง พ.ศ. 2551-2556 มีการเผยแพร่ข้าวพันธุ์หอมชลสิทธิ์ผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดี ให้กับเกษตรกรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ลำปาง นครราชสีมา มีเกษตรกรเข้าร่วม 600 ครอบครัว พื้นที่ปลูก 4,438 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 29,360 ตัน สร้างรายได้จากการขายเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกและข้าวสารแก่ชุมชนและโรงสีกว่า 700 ล้านบาท ใน พ.ศ. 2555 มีการน้อมเกล้าฯ ถวายเมล็ดพันธุ์ข้าว “พันธุ์หอมชลสิทธิ์ทนน้ำท่วมฉับพลัน” แต่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อแจกจ่ายให้แก่เกษตรกรที่ประสบภัยพิบัติในพื้นที่จังหวัดพัทลุง ในฤดูปลูก 2556/2557 การปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดพัทลุง สามารถสร้างผลกระทบเชิงเศรษฐกิจกว่า 279 ล้านบาท

### > การคัดเลือก “พันธุ์กระเจี๊ยบเขียว” ต้านทานไวรัส

การใช้เทคนิคทางอิมมูโนวิทยาในการคัดเลือกพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวต้านทานไวรัส ทำให้บริษัท เมล็ดพันธุ์สามารถพัฒนาพันธุ์ลูกผสมใหม่ UNIH 109 ที่มีความต้านทานโรคไวรัส บริษัทจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ให้เกษตรกรผู้ปลูกกระเจี๊ยบเขียวปีละประมาณ 2,000 กิโลกรัม โดยขายให้กับเกษตรกรในเครือข่าย (Contract Farming) 1,200 กิโลกรัม และนอกเครือข่าย 800 กิโลกรัม เกษตรกรผลิตกระเจี๊ยบเขียวได้ 2,500-3,000 กิโลกรัม/ไร่ และขายผลสดกลับคืนให้กับบริษัท ในราคา 18 บาท/กิโลกรัม ต้นทุนการปลูกโดยเฉลี่ย 3,500 บาท/ไร่ พื้นที่ปลูก 1 ไร่ ใช้เมล็ดพันธุ์เท่ากับ 600 กรัม ดังนั้น เมล็ดพันธุ์ 2,000 กิโลกรัมจึงสามารถปลูกในพื้นที่ 3,333 ไร่ กระเจี๊ยบเขียวลูกผสมสายพันธุ์ UNIH 109 สร้างผลกระทบให้กับเกษตรกรผู้ปลูกเท่ากับ 138.33 ล้านบาท และให้กับบริษัทเท่ากับ 3.52 ล้านบาท รวมผลกระทบทั้งสิ้น 141.85 ล้านบาทต่อปี







ภาคเกษตรมีความสำคัญต่อประเทศไทยเนื่องจากร้อยละ 40 ของแรงงานไทยอยู่ในภาคเกษตร ภาคเกษตรเป็นแหล่งผลิตอาหารและวัตถุดิบป้อนอุตสาหกรรมต่อเนื่องจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมอาหาร พลังงาน อาหารสัตว์ วัสดุชีวภาพ รวมทั้งเป็นสินค้าส่งออก ประเทศไทยส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารเป็นอันดับที่ 13 ของโลก ในขณะที่ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกอันดับต้นๆ ของโลก แต่ประสิทธิภาพการผลิตของไทยค่อนข้างต่ำ ตัวอย่างเช่น ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ของผลผลิตเกษตร ข้าวไทยผลผลิตเฉลี่ย 509 กก./ไร่ เวียดนามผลผลิตเฉลี่ย 902 กก./ไร่ ต้นทุนการผลิตสินค้าเกษตรไทยสูงกว่าประเทศเพื่อนบ้าน การผลิตข้าวไทยมีต้นทุนสูงกว่าเวียดนามไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยสูงกว่าประเทศกัมพูชาและประเทศลาวกว่า 1 เท่าตัว ประสิทธิภาพของแรงงานภาคเกษตรค่อนข้างต่ำ เกษตรกรไทยมีรายได้ต่อหัวเพียง 3,651 เหรียญสหรัฐ (101,000 บาท/ปี) เกษตรกรมาเลเซียมีรายได้ต่อหัว 21,708 เหรียญสหรัฐ สูงกว่าประเทศไทย 6 เท่าตัว เกษตรกรอิสราเอลสร้างรายได้ต่อหัวมากถึง 119,279 เหรียญสหรัฐ มากกว่าเกษตรกรไทย 32 เท่าตัว (IMD, 2014) สิ่งเหล่านี้สะท้อนความด้อยประสิทธิภาพของภาคเกษตรรวมทั้งคุณภาพชีวิตของเกษตรกรไทย

สามทศวรรษที่ผ่านมา การขยายตัวของผลผลิตภาคเกษตรของไทยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เพียงร้อยละ 3 ต่อปี ไม่มีการใช้ความรู้ เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการผลิตเพิ่มขึ้น มีการสูญเสียในกระบวนการผลิต คุณภาพของแรงงานหรือทักษะของเกษตรกรไม่ได้รับการพัฒนา ส่งผลให้ผลิตภาพการผลิต (Total Factor Productivity : TFP) สาขาเกษตรของไทยติดลบตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 เป็นต้นมา

ตารางที่ 3-1: อัตราการขยายตัว (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสาขาเกษตร

	GDP	แรงงาน	ที่ดิน	ทุน	TFP
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529)	3.1	0.0	0.1	1.8	1.2
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534)	4.1	-0.1	0.1	3.0	1.2
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539)	2.8	-0.2	0.1	6.5	-3.5
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544)	2.1	-0.2	0.1	3.2	-1.0
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549)	2.6	0.2	0.1	3.2	-0.9
แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554)	3.9	0.1	0.2	4.0	-0.1

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของพงศ์เทพ อัครธนกุล (2552) ที่สรุปว่าเกษตรกรไทยยังใช้ทักษะทำการเกษตรจากประสบการณ์ที่ถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ มีความพยายามพัฒนาทักษะการเรียนรู้และวิจัยด้วยตัวเองระดับหนึ่งของเกษตรกรผู้ปลูกพืชสวน ไม้ผล ไม้ดอก และไม้ประดับ มีการเรียนรู้จากเพื่อนบ้าน ร่วมฝึกอบรมจากสถาบันการเกษตร เข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่จากธุรกิจเกษตรผ่านระบบการทำเกษตรพันธสัญญา และการรับรู้ผ่านสื่อวิทยุและโทรทัศน์ อย่างไรก็ตาม การเข้าถึงและใช้เทคโนโลยียังคงค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะเกษตรกรรายเล็กที่มีพื้นที่ถือครอง 5-15 ไร่ ที่เป็นเกษตรกรส่วนใหญ่ในภาคเกษตรไทย และเป็นเกษตรกรที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว มันสำปะหลัง เกษตรกรกลุ่มนี้จำนวนน้อยมากที่เข้าถึงข้อมูลสารสนเทศทางอินเทอร์เน็ต

ตารางที่ 3-2: พื้นฐานการศึกษา ที่มาของทักษะและเทคโนโลยีที่เกษตรกรใช้

ประเภทของเกษตรกร	พื้นฐานการศึกษา	ที่มาของทักษะ	ที่มาของเทคโนโลยี
ชานา/ชาวไร่/เกษตรกรเขต เกษตรน้ำฝน	ประถมศึกษา	ประสบการณ์จากบรรพบุรุษ เรียนรู้จากเพื่อนบ้าน เรียนรู้ด้วยตัวเอง ข้อมูลจากบริษัทธุรกิจเกษตร	บริษัท หน่วยบริการของรัฐ
ชาวสวน เกษตรเขตน้ำฝน	ประถมศึกษา มัธยม 1-3 +	ประสบการณ์จากบรรพบุรุษ เรียนรู้จากเพื่อนบ้าน เรียนรู้จากสถาบันเกษตร ขอแนะนำจากบริษัทธุรกิจเกษตร	บริษัท หน่วยบริการของรัฐ สถาบันอุดมศึกษาเกษตรศาสตร์
ผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อย	มัธยม 3-6 +	เรียนรู้ด้วยตัวเอง ฝึกอบรมจากสถาบันเกษตรกร บริษัทจำหน่ายพ่อ-แม่พันธุ์/ อาหารสัตว์/เวชภัณฑ์	บริษัท หน่วยบริการของรัฐ สถาบันอุดมศึกษาเกษตรศาสตร์
ผู้เลี้ยงสัตว์รายใหญ่	มัธยม 3-6 +	บริษัทจำหน่ายพ่อ-แม่พันธุ์/ อาหารสัตว์/เวชภัณฑ์	บริษัทข้ามชาติ สถาบันอุดมศึกษาเกษตรศาสตร์
ผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ	มัธยม 3-6 +	บริษัทจำหน่ายพ่อ-แม่พันธุ์/ อาหารสัตว์/เวชภัณฑ์/ บริษัทผู้รับซื้อ	บริษัทข้ามชาติ หน่วยบริการของรัฐ สถาบันอุดมศึกษาเกษตรศาสตร์

ที่มา: พงศ์เทพ อัครธนกกุล, 2552



เกษตรกรรายย่อยส่วนมากทำการเกษตรภายใต้สิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ขาดแคลนน้ำ พื้นที่เกษตรของประเทศที่มีระบบชลประทานมีเพียงร้อยละ 30 ของพื้นที่เกษตรทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) คุณภาพดิน เช่น กรณีมันสำปะหลังที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในพื้นที่ดินดาน ขาดการปรับปรุงบำรุงดิน พื้นที่ถือครองของเกษตรกรส่วนใหญ่มีขนาดเล็กไม่เอื้อต่อการนำเครื่องจักรกลทดแทนแรงงาน เนื่องจากไม่คุ้มค่าการลงทุน การกระจายความรู้และเทคโนโลยีสู่เกษตรกรรายย่อยจำนวนมากเป็นความท้าทายในแง่ของนโยบายและการทำงาน

การแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศหรือฤดูกาล ทำให้เกิดความไม่แน่นอนสูงในการทำเกษตรที่ต้องพึ่งพาธรรมชาติ จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมช่วยเสริม อาทิ เทคโนโลยีโรงเรือนที่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อยเพื่อลดความเสี่ยงจากภาวะฝนตกไม่ตรงตามฤดูกาล รวมทั้งศัตรูพืช

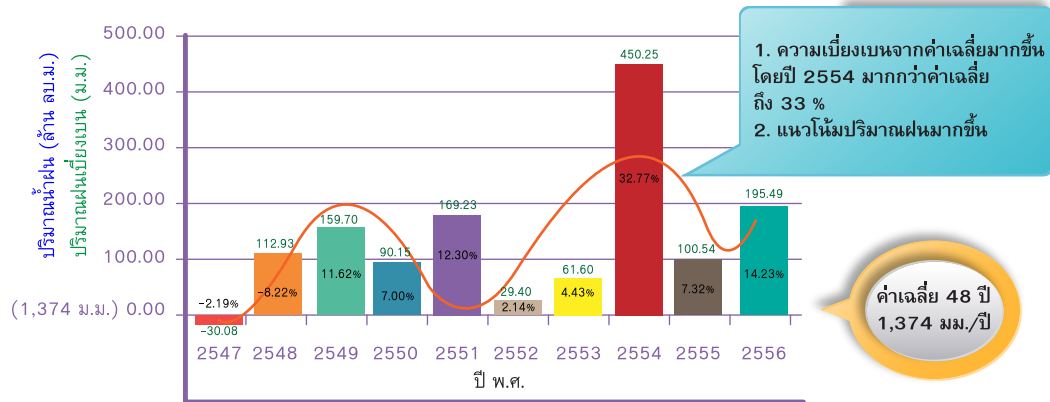
ผลการนำเทคโนโลยีโรงเรือนมาใช้ ทำให้เกษตรกรปลูกผักได้ตลอดปี ผลผลิตเสียหายลดลงร้อยละ 30 มีรายได้เดือนละไม่น้อยกว่า 15,000 บาท บางรายมากกว่า 60,000 บาท ผลสำเร็จดังกล่าวทำให้เกษตรกรลงทุนสร้างโรงเรือนเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3-3 แสดงภัยคุกคาม ผลกระทบและความเปราะบางของภาคเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เกษตรกรมีแนวโน้มเผชิญกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศมากขึ้นโดยเฉพาะปริมาณฝน พื้นที่เกษตรที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชลดลง ผลผลิตเกษตรเสียหาย การทำเกษตรในอนาคตต้องใช้ความรู้และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ร่วมกับภูมิปัญญาเพื่อป้องกันและลดความสูญเสีย รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพื่อชดเชยความเสียหายจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

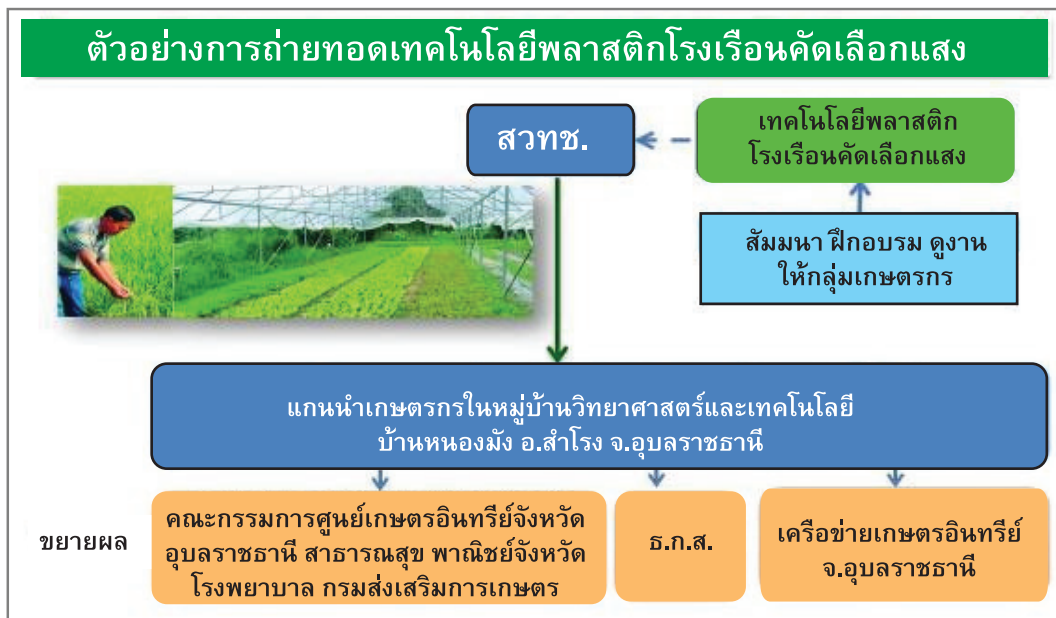
ตารางที่ 3-3: ภัยคุกคาม ผลกระทบ และความเปราะบางของภาคเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

พืชที่รับผลกระทบ	ภัยคุกคาม	สรุปผลกระทบ	ความเปราะบาง
ข้าวนาสวน/นาดำ	อุณหภูมิสูงขึ้น	จำนวนวันที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส คิดเป็นร้อยละ 10-20 หากอุณหภูมิสูงเกิน 35 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวโดยเฉพาะระยะการตั้งท้อง และออกช่อดอก อัตราการเกิดเมล็ดลึบสูงขึ้น และปริมาณเมล็ดข้าวคุณภาพลดลง อุณหภูมิที่สูงขึ้นในช่วงเดือนตุลาคมกระทบต่อระยะรวงข้าวสุก ซึ่งเป็นระยะที่ข้าวมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ	สูง
มันสำปะหลัง	น้ำท่วม	ปริมาณน้ำฝนรวมสูงเกินกว่าเกณฑ์ที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ทำให้พื้นที่ที่เหมาะสมปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือลดลง	สูง
ลิ้นจี่	อุณหภูมิสูงขึ้น	ต้นลิ้นจี่ต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 100 ชั่วโมง เพื่อการออกดอกในช่วงฤดูหนาว	สูง
ยางพารา	อุณหภูมิสูงขึ้น	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยที่พอเหมาะสำหรับการปลูกยางพารา คือ 27-28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่สูงกว่านี้ทำให้ผลผลิตน้ำยางลดลง	สูง
สัตว์น้ำ	อุณหภูมิสูงขึ้น	อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	สูง
ปศุสัตว์	อุณหภูมิสูงขึ้น	ภาวะความเครียดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการขยายพันธุ์และภูมิคุ้มกันโรคลดลง	สูง
สัตว์น้ำ	น้ำท่วม	น้ำท่วมฉับพลันที่เกิดบ่อยขึ้นทำให้ผลผลิตเสียหายและเอื้อให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคเพิ่มขึ้น	สูง

ที่มา: [http://cmsdata.iucn.org/downloads/thailand\\_vulnerability\\_profile\\_\\_thai\\_\\_press.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/thailand_vulnerability_profile__thai__press.pdf)



ที่มา: รอยล จิตรดอน, 2557.



เกษตรกรส่วนใหญ่ขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ถูกต้อง ผลสำรวจความคิดเห็นเกษตรกรอำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร ของปริญญา หนองเกวียนหัก และพิชัย ทองดีเลิศ (2557) สะท้อนว่าเกษตรกรเข้าใจว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิหรือภาวะโลกร้อนเพียงอย่างเดียว มีน้อยรายที่เข้าใจว่าสถานการณ์ดังกล่าวรวมการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ หรือความแปรปรวนของฤดูกาล เมื่อขาดความเข้าใจที่ถูกต้อง การปรับตัวของเกษตรกรจึงทำได้ระดับหนึ่ง เป็นต้นว่าการปรับวันกรีตและเพิ่มความถี่ในการกรีตขางพาราในช่วงที่ฝนไม่ตก มีเกษตรกรน้อยรายที่ปลูกพืชแซมในสวนยางเพื่อเพิ่มรายได้ (ภาสกร ธรรมโชติ และวีระศักดิ์ คงฤทธิ์, 2556) สิ่งเหล่านี้สะท้อนว่าเกษตรกรต้องได้รับความรู้เพิ่มเติมเพื่อปรับตัวได้ดียิ่งขึ้น

### 3.1

## ปัญหาและอุปสรรคสำคัญในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเกษตรกรไทย

การปรับโครงสร้างภาคเกษตรต้องส่งเสริมให้เกษตรกรไทยใช้ความรู้ และเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น การออกแบบกลไกและมาตรการให้เกิดประสิทธิผลต้องเข้าใจสาเหตุหลักที่ทำให้เกษตรกรไทยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำกัด จากการประมวลข้อมูลผลงานวิจัยที่ผ่านมา และประสบการณ์ในการทำงานในพื้นที่จริง พบปัญหาและข้อจำกัดสำคัญ ดังนี้

### 1. ข้อจำกัดของแหล่งความรู้และเทคโนโลยีที่มีการรวบรวมในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการเข้าถึง ติดตาม และใช้งานสำหรับเกษตรกรรายย่อยและเจ้าหน้าที่ส่งเสริม

นอกจากเนื้อหาและวิธีการเรียบเรียงที่เกษตรกรเข้าใจได้ง่ายแล้ว การรวบรวมในลักษณะชุดความรู้เทคโนโลยีของการปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์แต่ละอย่าง ทำให้เกษตรกรไม่ต้องสืบค้นหรือติดต่อหลายหน่วยงาน สามารถนำไปใช้ได้ทันที

การทำเกษตรให้ได้ผลดีเกษตรกรต้องมีองค์ความรู้พื้นฐาน 5 เรื่อง ได้แก่ 1) ดิน 2) น้ำ 3) พืช 4) ธาตุอาหาร การใช้สารเคมี และ 5) การบริหารจัดการ ความรู้ที่ต้องการต้องอยู่ในรูปแบบเบ็ดเสร็จ พร้อมใช้ เข้าใจ และเข้าถึงง่าย เช่น การวิเคราะห์ดินก่อนใส่ปุ๋ยเพื่อให้รู้ว่าต้องใส่ปุ๋ยอะไร แต่ไม่มีสถานที่รับวิเคราะห์ดินในพื้นที่ต้องส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ยังส่วนกลาง ใช้เวลานาน และไม่รู้แหล่งจำหน่ายปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ เป็นต้น ทำให้ความรู้ไม่เกิดประโยชน์เต็มที่ (สุพรรณ สัจจวรรณ, 2557)

ความรู้ทางวิชาการที่เผยแพร่โดยนักวิจัย/นักวิชาการส่วนใหญ่มีเนื้อหาซับซ้อน ปัจจุบันมีหลายหน่วยงานมีผู้ทำหน้าที่ย่อข้อมูล ความรู้และนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจและเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการนำเทคโนโลยีไปใช้ เช่น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว. จัดทำเอกสารเผยแพร่ชุดความรู้ “สถานการณ์และความเสี่ยงของสินค้าเกษตรไทย” เป็นหนังสือภาพและเผยแพร่ความรู้เกษตรแบบง่าย (EZ Knowledge) ในรูปแบบต่างๆ เช่น บทความและคลิปวิดีโอสั้น สวทช. จัดพิมพ์หนังสือเพื่อจำหน่ายหรือแจกจ่าย เช่น สวทช. คิดค้นชุมชนเข้มแข็ง การผลิตปุ๋ยหมักจากมูลไส้เดือนดิน คู่มือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเบื้องต้น แต่การเผยแพร่หรือกระจายข้อมูลยังอยู่ในแวดวงจำกัด เนื่องจากหน่วยงานเหล่านี้ อาจไม่มีหน้าที่หลักในการกระจายและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกรในวงกว้าง จึงต้องเชื่อมโยงการทำงานกับหน่วยงานส่งเสริม เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร หรือธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) เป็นต้น

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ทำเอกสารเผยแพร่ชุดความรู้ “สถานการณ์และความเสี่ยงของสินค้าเกษตรไทย” เป็นหนังสือภาพเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็ว ตัวอย่างเช่น “สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงแรงถึงพริก” พริกเป็นพืชเศรษฐกิจที่ให้ผลตอบแทนสูง แต่อ่อนแอ ไม่ทนโรคและแมลง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสร้างความสูญเสียสูงต่อเกษตรกร ในปี 2555/2556 ฝนตกหนักติดต่อกันทำให้พริกเป็นโรคน้ำ อายุการเก็บเกี่ยวพริกลดลงจาก 3-4 เดือน เหลือ 1-2 เดือน ผู้ปลูกพริกสูญเสียรายได้มากกว่า 3 พันล้านบาท



ที่มา: จันทร์จรัส เร็วเดชะ, 2557

ความรู้ ข้อมูลข่าวสาร ส่วนหนึ่งเผยแพร่ผ่านสื่อรายการโทรทัศน์ ได้แก่ MOST Channel รายการพลังวิทย์คิด เพื่อคนไทย และโครงการ e-DLTV กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีสถานีโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการเกษตร “ช่องทีวีเกษตร” (MOST TV) ออกอากาศ 24 ชั่วโมง และมีรายการ “คนไทยหัวใจเกษตร” ของสถานีโทรทัศน์ช่อง 9 จึงควรใช้ช่องทางเหล่านี้เผยแพร่ความรู้อีกทางหนึ่ง



ในแมงหนังสือ มีหนังสือเกี่ยวกับการเกษตร เช่น เคนการเกษตร เกษตรกรรมธรรมชาติ วารสารอุ้งข้าวเทคโนโลยีชาวบ้าน เป็นต้น วางจำหน่ายและเป็นที่นิยมในหมู่เกษตรกร ดังนั้น ควรใช้สื่อเหล่านี้เป็นช่องทางกระจายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับพันธุ์พืชที่พัฒนาขึ้นหรือเทคโนโลยีเกษตรใหม่ๆ สนับสนุนให้นักวิจัยเขียนผลงานสำหรับเผยแพร่ให้เกษตรกรและประชาชนทั่วไป การส่งผ่านข้อมูลข่าวสารผ่านระบบ SMS เข้ามือถือเกษตรกร หรือการใช้ศูนย์วิทยุชุมชนเป็นช่องทางการสื่อสารความรู้และเทคโนโลยีสู่เกษตรกร กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดย สวทช. พัฒนาต้นแบบการส่งข้อมูล SMS เทคโนโลยีการผลิตลำไยคุณภาพ ไปยังเกษตรกรที่ลงทะเบียนเข้าร่วมโครงการ มีการใช้ศูนย์วิทยุชุมชนในการกระจายความรู้ โดยนำร่องในอำเภอจุน จังหวัดพะเยา เมื่อมีการนำร่องไประยะหนึ่งเกษตรกร อำเภอเชียงม่วน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา และอำเภอป่าแดด อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย มีความสนใจขอรับบริการข้อมูลดังกล่าว

อย่างไรก็ดี การจัดทำสื่อแบบง่ายขึ้นกับความพร้อมของแต่ละฝ่ายและหรือแต่ละบุคคล ไม่มีการจัดเก็บและรวบรวมให้เป็นระบบ จึงกระจายอยู่ตามที่แตกต่างกัน การรวบรวมจัดการข้อมูลเพื่อการเผยแพร่อย่างเป็นระบบจะส่งต่อให้เกษตรกรที่มีความพร้อมด้านไอทีเข้าถึงความรู้ดังกล่าวโดยตรง รวมถึงเป็นช่องทางในการช่วยให้ผู้ที่มีหน้าที่ถ่ายทอดความรู้สู่เกษตรกร (เจ้าหน้าที่ส่งเสริม ธ.ก.ส. เอ็นจีโอ คลินิกเทคโนโลยีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เจ้าหน้าที่ส่งเสริมกระทรวงเกษตรและสหกรณ์) เข้าถึงข้อมูล ความรู้ ทั้งนี้ฐานข้อมูลหรือเว็บไซต์ควรมีความจำเพาะ เหมาะสม ค้นหาได้ง่ายจะเพิ่มการยอมรับและปรับใช้เทคโนโลยี

## 2. ความไม่เท่าเทียมกันในการเข้าถึงและใช้บริการของภาครัฐ

เช่น ระบบไอที นอกจากการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานของรัฐที่ไม่ทั่วถึง ระบบการให้บริการที่เกษตรกรไม่สามารถจ่ายได้ ความสามารถด้านไอทีของเจ้าหน้าที่ส่งเสริม และเกษตรกร รายย่อยเป็นอีกอุปสรรคในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนั้น นอกจากการเข้าถึงแหล่งข้อมูลโดยตรง ควรมีช่องทางการเผยแพร่ข้อมูลที่จำเพาะต่อพื้นที่ในวงกว้างมากขึ้น

การเผยแพร่ความรู้ผ่านสื่อต่างๆ โดยเฉพาะในรูปสื่อสิ่งพิมพ์อาจไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมในการเข้าถึงความรู้ของเกษตรกร ผลสำรวจความคิดเห็นเกษตรกรอำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร โดยปริญญา หนองเจริญนัท และพิชัย ทองดีเลิศ (2557) ชี้ว่า เกษตรส่วนใหญ่รับรู้ข้อมูลผ่านสื่อบุคคล เช่น กำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน รองลงมาคือ เพื่อนบ้าน สมาชิกในครอบครัว และสื่อมวลชน เช่น โทรทัศน์ วิทยุกระจายเสียง หอกระจายข่าวหมู่บ้าน/เสียงตามสายประจำหมู่บ้าน ตามลำดับ และให้ความสำคัญกับการอ่านน้อย ดังนั้น หากต้องการให้ข้อมูลและความรู้ไปถึงมือเกษตรกรจริง ควรปรับปรุงช่องทางการสื่อสารให้มีความหลากหลายมากกว่าสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น การสื่อสารผ่านเจ้าหน้าที่ส่งเสริม (Smart Officer) หรือเกษตรกรแกนนำ (Smart Farmer) ที่อยู่ในพื้นที่



### 3. จำนวนเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและเกษตรกรแกนนำที่มีความรู้ ความสามารถ ด้านไอที และเทคโนโลยีค่อนข้างจำกัด

มีผลในการเข้าถึงความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ การแพร่กระจายเทคโนโลยีสู่เกษตรกร  
ทำได้ในวงกว้างและไม่ประสบผลสำเร็จ เกษตรกรขาดความเชื่อถือ ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่  
ขาดโอกาสในการใช้ความรู้ เทคโนโลยีใหม่ๆ

ประเทศไทยมีหน่วยงานและเจ้าหน้าที่ส่งเสริมจำนวนมาก แต่เจ้าหน้าที่ส่วนหนึ่งมี  
ข้อจำกัดในการเข้าถึงเทคโนโลยีหรือความรู้ที่ทันสมัย นำมาสู่แนวความคิดการทำงานร่วมกันระหว่าง  
กรมส่งเสริมการเกษตร และสวทช. ในการขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกรโดยใช้จุดแข็ง  
ของแต่ละฝ่าย ทั้งนี้กรมส่งเสริมฯ มีศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำ  
ตำบลมากกว่า 7,000 ศูนย์ ศูนย์เรียนรู้ในพื้นที่กว่า 800 ศูนย์ทั่วประเทศ และเจ้าหน้าที่ส่งเสริม  
ทั้งในส่วนของตัวเองและอาสาสมัครเกษตรกรหมู่บ้าน (อกม.) อีกประมาณ 75,000 คน  
และสวทช. มีผลงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่พร้อมใช้ เช่น เทคโนโลยีพันธุ์พืช เทคโนโลยี  
การผลิตที่ให้ผลผลิตสูง ผลผลิตมีคุณภาพ การพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือการเกษตร/แปรรูป  
และเทคโนโลยีอื่นๆ ที่สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ แนวทางการ  
ดำเนินงานร่วมกัน คือ สวทช. ฝึกอบรมให้ความรู้ด้านเทคโนโลยีให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมและ  
อาสาสมัครเพื่อนำความรู้และเทคโนโลยีใหม่ไปขยายผลในวงกว้าง

นอกเหนือจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมหรือถ่ายทอดเทคโนโลยีในภาครัฐ หรือสถาบันการศึกษา  
แล้วภาคเอกชนโดยเฉพาะบริษัทที่จำหน่ายปัจจัยการผลิตทางการเกษตรหรือเป็นผู้รับซื้อ  
ผลผลิตทางการเกษตรเป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เกษตรกร ดังกรณี  
ของกลุ่มมิตรผล เครือเบทาโกร และบริษัทสงวนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด เป็นต้น

การให้เกษตรกรเข้าถึงความรู้และนำความรู้ไปปรับใช้นั้น การถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบ  
ของการจัดอบรมอาจไม่เพียงพอ แต่ต้องอาศัยการทำงานอย่างใกล้ชิด ดังกรณีตัวอย่างของ  
ประเทศเวียดนามมีโครงการ “เพื่อนเกษตรกร” ทำหน้าที่ให้คำแนะนำทางวิชาการแก่เกษตรกร  
อย่างใกล้ชิดทำให้เกษตรกรใช้เทคโนโลยีและการจัดการที่เหมาะสมมีผลผลิตเพิ่มขึ้น ต้นทุน  
การผลิตลดลง

บริษัทอ็อนยาง ประเทศเวียดนาม ดำเนินธุรกิจครบวงจร ตั้งแต่การวิจัยและพัฒนา พันธุ์ข้าว การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว ทำธุรกิจโรงสีและแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าต่างๆ ชาวนาในเครือข่ายของบริษัทต้องทำสัญญากับบริษัท บริษัทเป็นผู้ให้บริการปัจจัยการผลิต ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ดี สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และปุ๋ย โดยเกษตรกรไม่เสียดอกเบี้ย ในระยะเวลา 4 เดือน มีเจ้าหน้าที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูก การใช้ปุ๋ย การใช้สารเคมี ป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและเหมาะสมตลอดฤดูปลูกโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายผ่าน นักวิชาการ ที่เรียกว่า “เพื่อนเกษตรกร” หรือ FF (Farmers' Friends) ในสัดส่วนเพื่อน เกษตรกร 1 คน ต่อพื้นที่นาข้าว 500 ไร่



Danh Qui บริษัทอ็อนยาง



เจ้าหน้าที่ของบริษัทอ็อนยางกำลังให้คำแนะนำเกษตรกร

Danh Qui Secretary of General Director ให้ข้อมูลว่า “ระบบการส่งเสริมการเกษตรแบบเดิมๆ ที่ใช้การประชุม อบรม สัมมนาในเวลาสั้นๆ ชาวนาไม่อาจนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ จึงปรับเปลี่ยนไปใช้วิธีการให้นักวิชาการที่มีความรู้ไปคลุกคลีให้คำแนะนำกับชาวนาตลอดฤดูปลูก นักวิชาการเหล่านี้ต้องสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาการเกษตร ปัจจุบันบริษัทมีเจ้าหน้าที่ส่งเสริมรวม 1,200 คน ทำงานอยู่ทั่วเวียดนาม ทุกเช้านักวิชาการมีหน้าที่ไปทำงานร่วมกับชาวนาอย่างใกล้ชิด การทำงานส่งเสริมการเกษตรแบบเชิงรุกนี้มีผลตอบแทนที่ดีมาก ทำให้ช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา โครงการสร้างชื่อเสียงให้บริษัทอย่างมาก หลายจังหวัดนำรูปแบบ FF ไปขยายผลในจังหวัดของตน”

ที่มา: วารสารอู๋ข้าว ฉบับเดือนมิถุนายน 2557

ประเทศไทยมีบุคลากรที่ทำหน้าที่เผยแพร่ข้อมูล ความรู้ไปสู่เกษตรกรจำนวนหนึ่ง แต่บุคลากรเหล่านี้ต้องการการพัฒนาความรู้เพิ่มเติม เข้าถึงความรู้ และเทคโนโลยีใหม่เพื่อนำไปสื่อสารต่อกับเกษตรกรแกนนำหรือเกษตรกรในพื้นที่เพื่อการแก้ไขปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม หรือสร้างโอกาสใหม่ให้กับเกษตรกรในพื้นที่

#### 4. ขาดปัจจัยแวดล้อมสนับสนุน (Enabling Environment)

ที่ทำให้เกิดนวัตกรรมการเกษตรขึ้นในหมู่เกษตรกรรายย่อย ชุมชน ศูนย์เรียนรู้ที่มีอยู่มาก ในพื้นที่ขาดการเชื่อมโยงกับแหล่งความรู้ภายนอก ไม่มีการดำเนินกิจกรรม ทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์

ศูนย์เรียนรู้ชุมชน เป็นกลไกสำคัญในการเชื่อมโยงและนำความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน ปัจจุบันมีศูนย์เรียนรู้ที่ชุมชนตั้งขึ้นเอง เช่น ศูนย์เรียนรู้โรงเรียนชาวสวนคลองจินดา ศูนย์เรียนรู้ที่จัดตั้งโดยปราชญ์ชาวบ้านที่สำคัญ เช่น บ้านผู้ใหญ่วิบูลย์ เข้มเฉลิม (วนเกษตร) ศูนย์เรียนรู้ชุมชนไม้เรียงของประยงค์ รณรงค์ หรือโรงเรียนชานา เช่น โรงเรียนชานาของมูลนิธิข้าวขวัญ โรงเรียนชานาของจังหวัดต่างๆ แม้ว่าชุมชนมีความมุ่งมั่นใช้ประโยชน์จากความรู้ และส่งเสริมให้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างสมาชิกด้วยกัน การดำเนินกิจกรรมของชุมชนหลายส่วนยังต้องการการสนับสนุนทางวิชาการ ความรู้ และเทคโนโลยีเพิ่มเติม จึงต้องมีกลไกเสริมความรู้ความก้าวหน้าเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับพื้นที่ให้กับศูนย์เรียนรู้ชุมชนและส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการของหน่วยงานต่างๆ ไปทำงานร่วมกับชุมชนเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน

ศูนย์เรียนรู้ โรงเรียนชาวสวนคลองจินดา เกษตรนวัตกรรมโลกร้อน จัดตั้งขึ้นโดยชุมชนคลองจินดาเพื่อใช้เป็นแหล่งแลกเปลี่ยนความรู้ เทคนิค เทคโนโลยี พันธุ์พืชและการทำการเกษตร รวมถึงการปรับตัวรับมือกับภาวะโลกร้อน ภายในศูนย์เรียนรู้ของชุมชน มีตัวอย่างของ 12 สวนต้นแบบรับมือโลกร้อน เช่น การทำเกษตรยกร่องแบบคลองจินดา ซึ่งเป็นภูมิปัญญาของชุมชนในการทำแก้มลิงเก็บน้ำในสวน การไถดินจากร่องสวน นอกจากนี้ช่วยเพิ่มพื้นที่เก็บน้ำแล้ว ดินเลนที่ไถยขึ้นบน ร่องสวนมีสมบัติเป็นปุ๋ยหมักธรรมชาติ ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ การทำค้ำกลางร่องน้ำช่วยลดความร้อน ผลไม้มีคุณภาพดี ผิวสวย และใช้ประโยชน์ของพื้นที่ดินได้เต็มที่ การปลูกพืชผสมผสานเพื่อลดความเสี่ยง/ความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วม โดยเน้นพันธุ์ท้องถิ่น เช่น เตยหอม และจัดตั้งธนาคารพันธุ์พืชเพื่อเป็นแหล่งรวบรวมพันธุกรรมของพืชพื้นเมือง พืชเศรษฐกิจของท้องถิ่น ไม่เพียงเป็นการอนุรักษ์พันธุ์พืชแต่เกษตรกรมีรายได้ จากการจำหน่ายพันธุ์แท้ให้กับเกษตรกรทั้งในและนอกพื้นที่



การยกร่องสวน

การทำค้ำกลางร่องน้ำลดอุณหภูมิและใช้ประโยชน์ของที่ดินเต็มที่



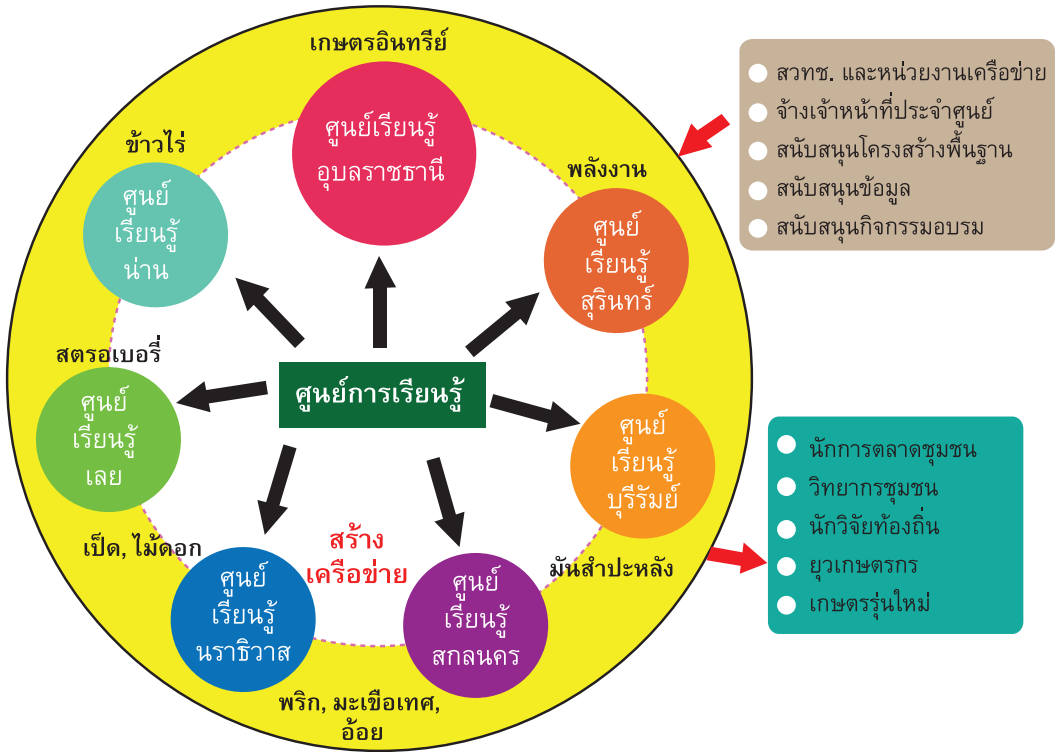
เตยหอม



ต้นพันธุ์ดีเพื่อจำหน่ายให้กับเกษตรกรในและนอกพื้นที่

ร.ก.ส. จัดตั้งศูนย์เรียนรู้เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจพอเพียงชุมชนต้นแบบ มุ่งเน้นให้เกษตรกรเข้ามาเรียนรู้และเพิ่มทักษะอาชีพการเกษตรร่วมกันในลักษณะนำทำ นำพา (Learning by Doing) ภายใต้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและเกษตรทฤษฎีใหม่ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมาใช้เป็นหลักสำคัญ ตั้งแต่ พ.ศ. 2552 จนถึงปัจจุบัน มีศูนย์การเรียนรู้ 84 ชุมชนทั่วประเทศ อย่างไรก็ตาม ร.ก.ส. จำเป็นต้องพัฒนาระบบฐานข้อมูล รวมทั้งรวบรวมองค์ความรู้ต่างๆ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผน ติดตาม ประเมินผลการดำเนินการของศูนย์เรียนรู้ รวบรวมองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีเพิ่มเติมเพื่อนำไปเผยแพร่ให้เกษตรกรและผู้สนใจทราบและใช้ประโยชน์ต่อไป

ในภาครัฐมีการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้จำนวนมาก แต่ศูนย์เรียนรู้ที่จัดตั้งขาดการดำเนินการเนื่องจากไม่มีบุคลากรประจำในท้องที่ จึงใช้ประโยชน์จากศูนย์เรียนรู้ได้ไม่เต็มที่ สวทช. ร่วมกับหน่วยงานเครือข่าย มีโครงการนำร่องพัฒนาศูนย์เรียนรู้เพื่อเป็นช่องทางถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่โรงเรียนและชุมชน ปัจจุบัน สนับสนุนศูนย์การเรียนรู้ชุมชน 8 ศูนย์การเรียนรู้ใน 7 จังหวัด โดยสนับสนุนการจ้างเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ สวทช. และหน่วยงานเครือข่ายให้ความช่วยเหลือทางวิชาการ ข้อมูลเทคโนโลยีสนับสนุนการจัดฝึกอบรม ค่าการเรียนรู้ ทำแปลงสาธิต จัดหาเทคโนโลยี จัดให้มีการดูงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างศูนย์เรียนรู้ การสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสมกับพื้นที่ ผลการดำเนินงานทำให้เกษตรกรยกระดับการผลิตในอาชีพเดิมและสร้างอาชีพใหม่เยาวชนเกิดทักษะกระบวนการคิด การเรียนรู้เพื่อใช้ในการเรียนและชีวิตประจำวัน และสร้างบุคลากรในท้องถิ่น ได้แก่ นักการตลาดชุมชน วิทยากรด้านการเกษตรและการแปรรูปชุมชน นักวิจัยท้องถิ่น ยุวเกษตรกร และเกษตรกรรุ่นใหม่



รูปที่ 3-1: แผนภาพแสดงการสนับสนุนการพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ชุมชนของ สวทช. ร่วมกับหน่วยงานเครือข่าย



สวทช. และเครือข่ายมีการสนับสนุนการทำงานของศูนย์เรียนรู้แต่ละแห่งแตกต่างกัน เช่น ศูนย์เรียนรู้อุบลราชธานีและสุรินทร์ มีผู้นำที่เข้มแข็ง สมาชิกมีการรวมกลุ่มอย่างเหนียวแน่น ไม่ต้องพึ่งความช่วยเหลือด้านการเงินจากราชการ มีความพร้อมในการลงทุนเทคโนโลยีด้วยตนเอง เช่น การสร้างโรงเรือนปลูกผักอินทรีย์โดยใช้เงินกู้จาก ธ.ก.ส. ช่วยให้เกษตรกรปลูกผักได้ตลอดปี ลดการเน่าเสียของผักจากการโดนฝน มีศักยภาพในการหาตลาดรองรับสินค้าของกลุ่มทำให้ขายผลผลิตได้ในราคาสูง ศูนย์เรียนรู้นราธิวาสเป็นศูนย์เรียนรู้ที่จัดตั้งขึ้นระหว่างไบโอเทค และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ผู้นำศูนย์เรียนรู้เป็นเจ้าหน้าที่กรมอุทยานที่เข้มแข็ง เป็นบุคคลสำคัญในการขับเคลื่อนการดำเนินกิจกรรมในพื้นที่ และมีความสามารถในการประสานงานในพื้นที่ ทำให้ได้งบประมาณเพิ่มเติมจากจังหวัดมาดำเนินงานเพิ่มเติมจากงบประมาณประจำ

การมีผู้นำศูนย์การเรียนรู้เป็นเจ้าหน้าที่หน่วยงานภาครัฐ มีจุดอ่อนคือการโยกย้ายเจ้าหน้าที่มีผลต่อความยั่งยืนของศูนย์เรียนรู้ การสร้างเกษตรกรแกนนำหรือเยาวชนในพื้นที่เป็นช่องทางหนึ่งในการเพิ่มจำนวนผู้นำศูนย์ในพื้นที่ สวทช. และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) จ้างคนในท้องถิ่นเป็นเจ้าหน้าที่ของศูนย์เรียนรู้เพื่อทำหน้าที่ถ่ายทอดเทคโนโลยี เนื่องจากมีความเข้าใจภาษาและวัฒนธรรมของคนในพื้นที่ เช่น ที่จังหวัดนราธิวาส นอกจากนี้ ยังเป็นการจ้างงาน เช่น บัณฑิตคืนถิ่นโดยหวังว่าเจ้าหน้าที่ศูนย์เรียนรู้จะมีความรู้ ความสามารถเพิ่มขึ้น นำความรู้ที่มีไปสร้างอาชีพของตนเอง และเป็นผู้นำกลุ่มช่วยขยายผลการใช้วิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีต่อไป หากประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพในท้องถิ่น อาจเป็นแรงดึงดูดเยาวชนกลับคืนสู่พื้นที่มากขึ้น

นอกจากศูนย์เรียนรู้ภายใต้การดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐ และสถาบันการเงินแล้ว ยังมีศูนย์เรียนรู้ที่ดำเนินการโดยภาคเอกชนร่วมกับภาครัฐ และสถาบันการศึกษา เช่น เครือเบทาโกร จัดตั้ง “ศูนย์เรียนรู้วิถีพอเพียง เครือเบทาโกรร่วมแบ่งปัน” พื้นที่ประมาณ 15 ไร่ ที่ตำบลลำนารายณ์ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี มีต้นแบบจากศูนย์กสิกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง จังหวัดชลบุรี ของ อ.วิวัฒน์ ศัลยกำธร วัตถุประสงค์การจัดตั้งศูนย์เรียนรู้เพื่อเป็นแหล่งเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ชีวิตอย่างพอเพียง มีคุณภาพชีวิตที่ดี มีคุณค่าต่อตัวเองและผู้อื่น การเรียนรู้ที่ได้ก่อให้เกิดแรงบันดาลใจที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและเกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในชุมชน

กลุ่มเป้าหมายเริ่มจากเด็กและเยาวชน มีการจัดการเรียนการสอนในลักษณะฐานเรียนรู้  
ต่างๆ ได้แก่ ฐานนาข้าว ฐานปุ๋ยหมัก ฐานไก่ไข่ ฐานหมูหลุม ฐานเผาถ่าน ฐานไบโอดีเซล ฐาน  
แปรรูปผลิตภัณฑ์ ฐานบำบัดน้ำเสียและสาริตการผลิตแก๊สชีวภาพ แต่ละฐานออกแบบอธิบาย  
การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ให้เด็กเกิดแรงบันดาลใจ สนุก ตื่นเต้น น่าสนใจ เพื่อ  
นำไปสู่การมีคุณลักษณะที่ดี “เด็กต้องรู้จักจริง ทำอย่างมีคุณภาพ อยู่อย่างพอเพียง คิดอย่างเป็น  
ระบบ และประยุกต์ใช้กับสิ่งต่างๆ ได้” (เป็นการเรียนรู้แบบ STEM : Science Technology  
Engineering Mathematics ในศูนย์เรียนรู้)





เครื่องเบทาโกร มีพื้นที่ปฏิบัติการใน 2 ตำบล คือ ตำบลลำนารายณ์ และตำบลศิลาทิพย์ รวมพื้นที่ดำเนินการ 21 หมู่บ้าน ครอบคลุมประชากรกว่า 2,000 ครัวเรือน เน้นส่งเสริมให้ชุมชนมีศักยภาพในการพัฒนาตนเองอย่างยั่งยืน ผ่านหลากหลายกิจกรรมครอบคลุมด้าน เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมและเพณีท้องถิ่น อาทิ กิจกรรมธนาคารพัฒนาหมู่บ้าน การพัฒนาอาชีพ (เน้นพืชหลัก 4 ชนิดในพื้นที่ คือ ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพด และ อ้อย) เพื่อปลูกฝังความรัก ความภาคภูมิใจในถิ่นฐานบ้านเกิด และส่งเสริมการพึ่งพาตนเองในชุมชน



ศูนย์เรียนรู้วิถีพอเพียงเครื่องเบทาโกร จังหวัดลพบุรี จัดทำฐานการเรียนรู้ที่หลากหลาย

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและให้เกิดการยอมรับในหมู่เกษตรกรแต่ละพื้นที่ จำเป็นต้องมีการสาธิต ปรับแต่งให้เหมาะสมโดยร่วมกับเกษตรกรในลักษณะเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง (Learning by Doing) เพื่อให้เห็นผลเชิงประจักษ์นำไปสู่การยอมรับอย่างยั่งยืน

การดำเนินงานร่วมกันระหว่างรัฐ เอกชน และสถาบันวิจัยในรูปคลัสเตอร์ เช่น การดำเนินงานของคลัสเตอร์มันโคราซเป็นการดำเนินงานในลักษณะที่มีนักวิชาการ/เจ้าหน้าที่ส่งเสริมไปดำเนินงานอย่างใกล้ชิดหรือฝังตัวในพื้นที่กับเกษตรกร เป็นกลไกสำคัญในการเพิ่มการยอมรับและปรับใช้เทคโนโลยีมากขึ้น ขณะเดียวกันนักวิจัย นักวิชาการ และนักส่งเสริมต้องเข้าใจปัญหาและความต้องการของเกษตรกร



### คลัสเตอร์มันโคราซ

เป็นการดำเนินงานที่ขยายผลจากสคีควโมเดลซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาวิกฤตการณ์เพลิงไหม้ชีวมพระบาดในแหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลให้เกษตรกรสูญเสียรายได้ และโรงงานแป้งมันสำปะหลังขาดแคลนวัตถุดิบเข้าโรงงาน การแก้ปัญหาดังกล่าวเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิชาการ โรงงานอุตสาหกรรม เช่น บริษัทสงวนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด และบริษัทที่ พี เคเอทานอล จำกัด และเกษตรกร โดยภาควิชาการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีให้เกษตรกรต้นแบบ ให้เกษตรกรนำความรู้ไปถ่ายทอดให้เกษตรกรรายอื่นๆ รูปแบบการส่งผ่านความรู้ และเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังไปสู่เกษตรกรทำในรูปการทำแปลงเรียนรู้ การฝึกอบรม และการทำแปลงต้นแบบ ในช่วงแรกศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาค 6 สนับสนุนงบประมาณการรวมกลุ่มและภาคเอกชนร่วมสนับสนุนงบประมาณการดำเนินงานและสถานที่ทำแปลงสาธิต เกษตรกรแกนนำที่ร่วมโครงการมีผลผลิตมันสำปะหลังสูงถึง 8-10 ตัน/ไร่ (ธิดารัตน์ รอดอนันต์, 2556) การวิเคราะห์ดินก่อนใส่ปุ๋ยทำให้เกษตรกรมีกำไรเพิ่มขึ้นไร่ละ 1,214 บาท ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินขยายผลไปยังอำเภอต่างๆ ของจังหวัดนครราชสีมา (สุกิจ รัตนศรีวงษ์ และคณะ, 2557)



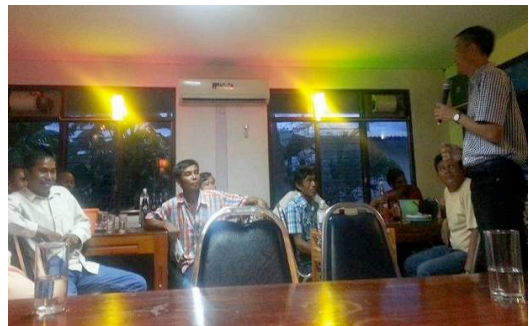
กิจกรรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมและการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการระเบิดดินดาน

สวทช. จัดประกวดโครงการ “1 ไร่ กำไรงาม” เพื่อเป็นช่องทางในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และปรับใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยมีกิจกรรมเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ทางวิชาการตลอด ระยะเวลาของโครงการ เริ่มต้นตั้งแต่การอบรมให้ความรู้แก่ผู้เข้าร่วมประกวดและเกษตรกร ผู้สนใจ หลังจากนั้นมีการติดตามผลเป็นระยะๆ พร้อมให้คำแนะนำเพิ่มเติมทางวิชาการแก่เกษตรกร เพื่อนำไปสู่การยกระดับผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง ในระหว่างการแข่งขันของ เกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการมีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์และเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือ พัฒนาต่อยอดความรู้ร่วมกัน



ภาพเจ้าหน้าที่ตรวจเยี่ยมฟาร์มที่ร่วมโครงการ



การแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่าง นักวิชาการและเกษตรกรที่ร่วมโครงการ

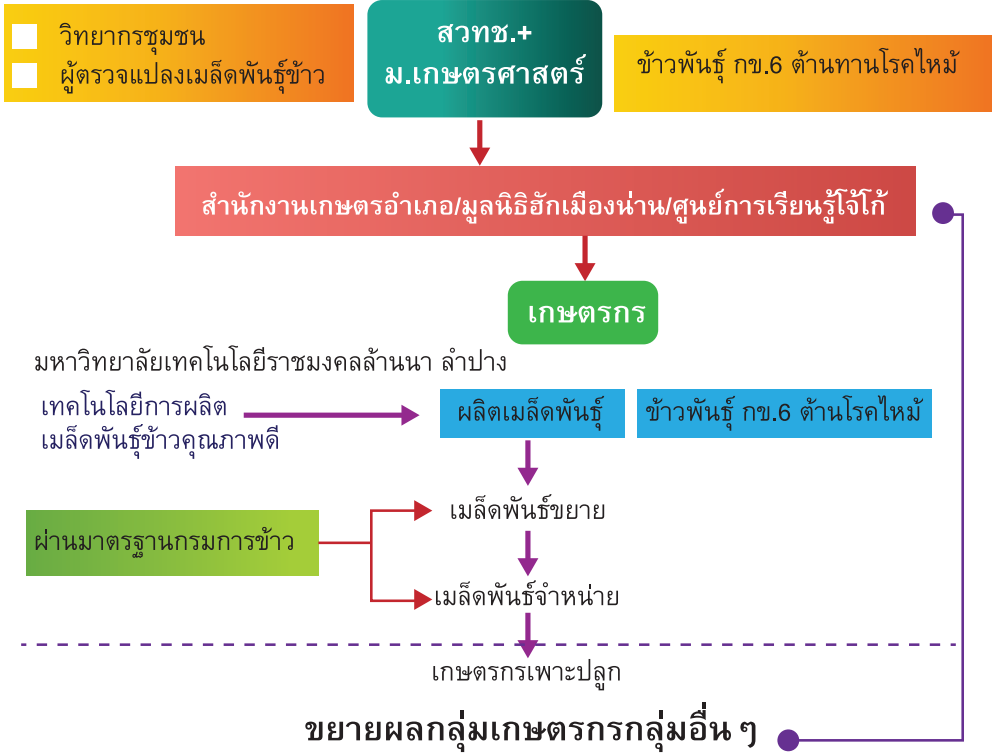
### ตัวอย่าง การขยายเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีและข้าวสายพันธุ์ ใหม่ผ่านศูนย์การเรียนรู้

สวทช. ทำงานร่วมกับสำนักงานเกษตรอำเภอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง มูลนิธิอีกเมืองน่าน และศูนย์การเรียนรู้ใจโก้ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

สวทช. ประสานงานหน่วยงานในพื้นที่ สำนักงานเกษตรอำเภอ มูลนิธิอีกเมืองน่าน และศูนย์การเรียนรู้ใจโก้ ทหารเรือโครงการและกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดี และสนับสนุนพันธุ์ข้าวธัญสิริน ขยายผลโดยสำนักงานเกษตรอำเภอ มูลนิธิอีกเมืองน่าน และศูนย์การเรียนรู้ใจโก้

### พัฒนาคนในชุมชน



## 6. ขาดเงินลงทุนในการนำเทคโนโลยีไปใช้

เช่น ระบบน้ำหยด หรือการใช้โรงเรือน การลงทุนบางอย่างต้องการการประหยัดจากขนาด (Economy of Scale) เช่น เครื่องจักรกลการเกษตรเนื่องจากเกษตรกรรายย่อยมีพื้นที่ถือครองไม่มาก เกษตรกรรายเดียวไม่สามารถลงทุนได้อย่างคุ้มค่า รัฐบาลหรือหน่วยงานในท้องถิ่นควรทำหน้าที่สนับสนุนการให้บริการเทคโนโลยีหรือสนับสนุนให้เกิดการรวมกลุ่มและช่วยเหลือในการลงทุน ทั้งนี้รวมถึงการให้บริการตรวจวิเคราะห์คุณภาพดิน การผสมปุ๋ยตามสูตรที่เฉพาะเจาะจง เป็นต้น

การมีหน่วยงานให้บริการเทคโนโลยีในพื้นที่เป็นส่วนเสริมสำคัญที่เพิ่มการยอมรับและปรับใช้เทคโนโลยี ที่ผ่านมาแม้ว่าเกษตรกรจะวิเคราะห์ดินได้ แต่ไม่อาจหาแหล่งซื้อแม่ปุ๋ยที่ต้องการได้ เกษตรกรหลายพื้นที่มีการรวมตัวและมีการเชื่อมโยงกับสหกรณ์การเกษตรเพื่อการตลาดลูกค้า ธ.ก.ส. (สกต.) เพื่อแก้ไขข้อจำกัด เช่น เกษตรกรแกนนำตำบลหนองกลารวมตัวจัดตั้งคลินิกดินเพื่อให้บริการวิเคราะห์ดินและคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดแก่เกษตรกรในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียง มี สกต. หนองกลาเป็นผู้จัดหาแม่ปุ๋ยให้เกษตรกร เช่นเดียวกับคลินิกดิน-ปุ๋ยสั่งตัดอำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ มีการระดมทุนของสมาชิกและกองทุนควมามูลนิธิมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สนับสนุนเงินกู้ปลอดดอกเบี้ยจำนวน 200,000 บาทเป็นเงินทุนหมุนเวียน มี สกต. ยางตลาดทำหน้าที่จัดหาแม่ปุ๋ยให้สมาชิก

เกษตรกรต้องการความรู้และเทคโนโลยีที่มีความจำเพาะต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น ที่ผ่านมามีคำแนะนำทางการเกษตร เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีส่วนใหญ่ไม่สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ การใส่ปุ๋ยมากเกินไปส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม การระบาดของโรคและแมลง ถ้าใส่ปุ๋ยน้อยเกินไปให้ผลผลิตต่ำ เพื่อให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพเกษตรกรต้องวิเคราะห์ดินก่อนการเลือกใช้ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสมหรือใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด

การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดให้ประสบความสำเร็จมีปัจจัยสนับสนุน 3 ประการคือ ผู้ที่มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดที่ถูกต้อง มีเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ผลแบบง่าย มีตัวกลางในการรับวิเคราะห์ดินหรือซื้อแม่ปุ๋ยได้สะดวก พิสุทธิพันธ์ กิตติชัยณรงค์ สิริรักษ์ ชัยเชย และรุ่งโรจน์ พัทธ์กันต์ธรรม (2557) ศึกษาผลการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดของเกษตรกรผู้นำ 6 ราย ของตำบลหนองกลา จังหวัดพิษณุโลก ที่ผ่านการอบรมจากคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้โครงการบริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร พ.ศ. 2556 เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีตามวิธีปุ๋ยสั่งตัดกับการใช้ปุ๋ยวิธีของเกษตรกรในพื้นที่ปลูกข้าว 135 ไร่ การใช้ปุ๋ยสั่งตัดลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีจาก 674 บาท/ไร่ เหลือเพียง 351 บาท/ไร่ ความสำเร็จดังกล่าวทำให้เกษตรกรผู้นำรวมตัวและจัดตั้งคลินิกดิน หนองกลาให้บริการวิเคราะห์ดินและคำแนะนำปุ๋ยสั่งตัดเพื่ออำนวยความสะดวกแก่เกษตรกรในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียง เกษตรกรซื้อแม่ปุ๋ยที่ (สกต.) หนองกลา ส่งผลให้เกษตรกรใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดเพิ่มขึ้น



## การแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศเกิดบ่อยครั้งขึ้น

การมีข้อมูลทันการณ์เพื่อการตัดสินใจเป็นการสร้างกระบวนการเรียนรู้ของเกษตรกร มีความพร้อมรับมือสถานการณ์ที่อาจเสี่ยงต่อการสูญเสียผลผลิต การมีสถานีตรวจวัดอากาศระดับพื้นที่เป็นหัวใจสำคัญต่อการรับรู้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่ทันต่อสถานการณ์

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ดำเนิน “โครงการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลการเกษตร ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ” บูรณาการข้อมูลและความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พัฒนาระบบภูมิสารสนเทศที่แสดงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร การถือครองพื้นที่ การคาดการณ์ภัยธรรมชาติด้วยการใช้ข้อมูลดาวเทียมร่วมกับข้อมูลที่สำรวจจากพื้นที่พัฒนาเป็นระบบบริหารจัดการเกษตรที่สนับสนุนเกษตรกรให้ทำการเกษตรได้ตรงความต้องการของตลาด และพัฒนาคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น

จังหวัดยโสธรเป็นแหล่งปลูกข้าวหอมมะลิคุณภาพดี มีการปลูกข้าวเพียงปีละหนึ่งครั้งเนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวเกือบทั้งหมดอยู่นอกเขตชลประทาน ตั้งแต่ พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา กลุ่มชาวนาในพื้นที่อำเภอบากเรือ นาโส และเลิงนกทา ในจังหวัดยโสธร สังเกตเห็นสภาพอากาศมีความแปรปรวน ฝนทิ้งช่วงในช่วงดำนาซึ่งเป็นเวลาที่ต้นข้าวต้องการน้ำมาก แต่มีฝนตกหนักในช่วงข้าวออกรวงในช่วงต้นฤดูหนาว ช่วงเวลาการตกของฝนที่คลาดเคลื่อนส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณผลผลิตข้าวหอมมะลิ ปัญหาการระบาดของโรคพืชและแมลงมากขึ้น ความแปรปรวนของสภาพอากาศที่เกิดขึ้น ทำให้ชาวนาไม่อาจวางแผนการทำนาโดยใช้วิธีการเดิมได้

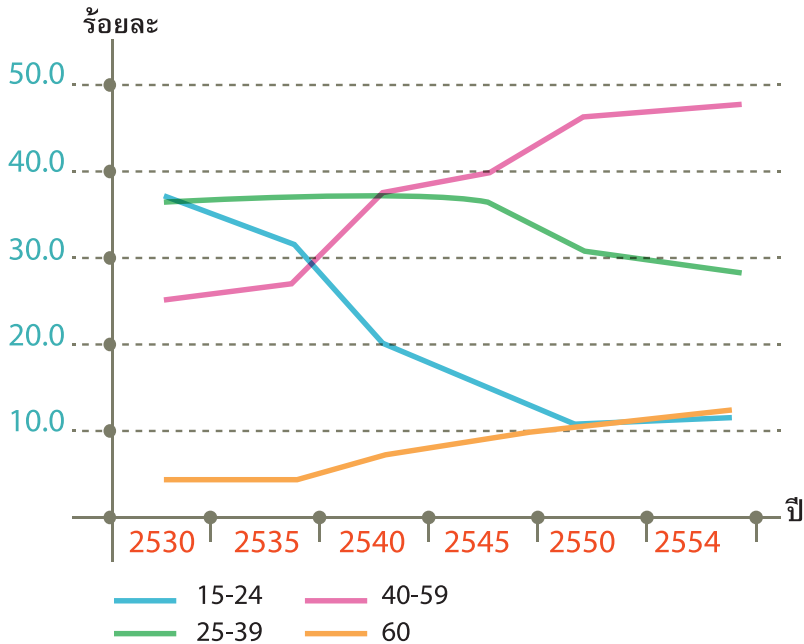
ชาวนากลุ่มนี้แก้ปัญหาความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ด้วยการรวมตัวจัดตั้ง “ศูนย์ภูมิอากาศชุมชน” เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ อาทิ อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลมโดยร่วมเป็นหนึ่งในโครงการนำร่อง เรื่องการปรับตัวของเกษตรกรเพื่อรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ที่ดำเนินการโดยมูลนิธิสายใยแผ่นดิน และมูลนิธินโยบายสุขภาวะ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ: สสส.) ได้รับความร่วมมือด้านวิทยาศาสตร์และการประมวลผลข้อมูลจากศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CCKM) ชาวนาในพื้นที่ได้รับการฝึกอบรมการใช้

เครื่องมือเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศ การเก็บรวบรวมข้อมูล มีการส่งข้อมูลไปประมวลผลที่ ศูนย์ CCKM และส่งผลกลับมาที่ชุมชนเพื่อใช้ในการวางแผนเพาะปลูกด้วยวิธีการส่งข้อมูล ผ่านระบบ SMS ทางโทรศัพท์สู่เกษตรกรโดยตรง ผลที่ได้จากการมีศูนย์ภูมิอากาศชุมชน ทำให้เกษตรกรได้รับทราบข้อมูลสภาพภูมิอากาศละเอียดในระดับพื้นที่ ช่วยให้การวางแผน การเพาะปลูกทำได้ง่ายขึ้น เช่น พ.ศ. 2553 หลังจากเกษตรกรได้รับข้อมูลพยากรณ์อากาศ ว่าในปีดังกล่าว ฤดูมรสุมมาล่าช้าไปประมาณหนึ่งเดือน เกษตรกรหลายรายที่จังหวัดยโสธร ตัดสินใจเลื่อนการเพาะกล้าออกไปหนึ่งเดือน ส่งผลให้ไม่ต้องลงทุนเพาะกล้าใหม่อีกรอบ

## 7. ลูกหลานเกษตรกรไม่ต้องการทำอาชีพเกษตรกร ในขณะที่มีความต้องการเกษตร รุ่นใหม่ที่สามารถนำเทคโนโลยีมาเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

เกษตรกรไทยมีอายุเพิ่มขึ้น เกษตรกรส่วนหนึ่งออกจากภาคเกษตร เยาวชนไม่นิยมเป็น เกษตรกรเนื่องจากมีทัศนคติว่าเป็นอาชีพทำงานหนัก ผลตอบแทนต่ำ รายได้ไม่แน่นอน เป็น อาชีพที่ไม่มีเกียรติ ความต้องการผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพ (ความปลอดภัย) รวมถึง มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้การทำเกษตรในอนาคตต้องใช้ความรู้ที่หลากหลาย คุณสมบัติของเกษตรกรรุ่นใหม่ต้องมีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล ใช้ความรู้และ เทคโนโลยีแก้ปัญหา เพิ่มผลผลิต และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตร เปลี่ยน ภาพลักษณ์การเกษตรเป็นอาชีพที่ให้ผลตอบแทนสูงและมีเกียรติ ปัจจุบันมีหลายหน่วยงาน ที่มีโครงการสร้างและพัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่เป็นผู้สืบทอดอาชีพเกษตรกรอย่างมืออาชีพ เช่น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ดำเนินโครงการ “สร้างและพัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่” ธ.ก.ส. ดำเนินโครงการผลิใบต้นกล้าการเกษตร โครงการยุวเกษตรกรชาวนาไทยรุ่นใหม่ และโครงการ ทายาทเกษตรกรมืออาชีพ เป็นต้น





รูปที่ 3-2: โครงสร้างอายุของเกษตรกรปี 2530-2554

### โครงการสร้างและพัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จัดทำโครงการสร้างเกษตรกรรุ่นใหม่ที่มุ่งให้ความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมโครงการออกไปประกอบอาชีพเกษตรกรรม แก้ปัญหาเกษตรกรขาดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการประกอบอาชีพที่เหมาะสมในอนาคต เป็นแบบอย่างที่ดีให้เกษตรกรรายอื่น ผ่านกลไกวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี วิทยาลัยประมง และวิทยาลัยการอาชีพ เกษตรกรที่ผ่านการอบรมหลักสูตรการพัฒนาเกษตรกรมืออาชีพยุคใหม่จะได้รับเอกสารสิทธิ์ที่ดินทำกิน ส.ป.ก.4-01

## คุณธนโชติห์ เลิศนธิธีรพร ผู้เข้าร่วมโครงการสร้างและพัฒนาเกษตรกรรุ่นที่ 5

คุณธนโชติห์ได้รับการอบรมความรู้เทคโนโลยีการเกษตรเป็นเวลา 2 เดือน ที่วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีแพร่ และปฏิบัติงานจริงที่ศูนย์ปฏิบัติการโครงการสร้างและพัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่ อำเภอศรีสัชชนาลัย จังหวัดสุโขทัย เป็นเวลา 4 เดือน หลังจากนั้นนำความรู้ที่ผ่านการอบรมไปปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าวโพดหวานแบบปลูกพร้อมกันเป็นการปลูกแบบไล่วันปลูก ค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับความต้องการของตลาด และตัดสินใจแปรรูปข้าวโพด เป็น “น้ำนมข้าวโพด” เนื่องจากเล็งเห็นโอกาสทางการตลาดที่สังคมไทยกำลังก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุ ต้องการอาหารสุขภาพเพิ่มขึ้น แต่ในขณะนั้นมีผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดวางจำหน่ายแล้ว คุณธนโชติห์จึงหาวิธีการสร้างความต่างของผลิตภัณฑ์ เป็นที่มาของการนำน้ำแร่ที่ได้รับมาตรฐาน มาเป็นส่วนประกอบ สร้างแบรนด์ “น้ำนมข้าวโพดแร่” ทำสื่อโฆษณา และประชาสัมพันธ์ผ่านโซเชียลเน็ตเวิร์คทำให้มีตลาดที่แน่นอน

## กิจกรรมการส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรการเกษตรของ ธ.ก.ส.

ธ.ก.ส. มีโครงการต่างๆ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรการเกษตร อาทิ โครงการผลิตบัณฑิตการเกษตรร่วมกับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โครงการทุนการศึกษาบุตรหลานเกษตรกรร่วมกับ สวก. โครงการทุนการศึกษาระดับมัธยมศึกษาในสถาบันการศึกษาต่างๆ เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โครงการยุวเกษตรกร ชาวนาไทยรุ่นใหม่ร่วมกับมูลนิธิข้าวไทย โครงการทายาทเกษตรกรมืออาชีพร่วมกับมูลนิธิอาจารย์จำเนียร สารานาค และมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เป็นหลักสูตร 9 เดือน แบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกจัดการเรียนรู้เรื่องแนวคิดหลักการและองค์ความรู้ต่างๆ ให้เกิดความเข้าใจในการทำการเกษตรที่ยั่งยืน ช่วงที่สองเน้นการพัฒนาจากการปฏิบัติจริงเพื่อเปลี่ยนแปลงตนเองสู่วิถีการเกษตรที่ยั่งยืนบนที่ดินของตนเอง การดำเนินการต่างๆ มุ่งหวังให้เยาวชนไทยตระหนักถึงความสำคัญของการเกษตร นำความรู้ วิทยาการและเทคโนโลยีสมัยใหม่ไปปรับใช้ในการสืบทอดอาชีพเกษตรกรกรมของครอบครัว

### ตัวอย่างความสำเร็จของโครงการ “ทายาทเกษตรกรมืออาชีพ”

ในรุ่นที่ 1 มีเกษตรกรที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็น “คนต้นแบบ” ประมาณ 30 คน ที่ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพ เลี้ยงตัวเองได้ มีรายได้เฉลี่ยเกือบ 1 ล้านบาทต่อปี หนึ่งในนั้นคือ นายแก่นคำหาล้า พิลาน้อย เกษตรกรวัย 31 ปี จากอำเภอกุดชุมหภูมิ จังหวัดยโสธร ที่ตัดสินใจไม่เรียนต่อระดับมหาวิทยาลัยแต่เลือกเข้าสู่อาชีพเกษตรกร ด้วยความเชื่อที่ว่า “อาชีพเกษตรกรเป็นอาชีพที่ทำให้มีรายได้ที่ดีได้ ถ้าคนที่ทำใช้องค์ความรู้และสติปัญญาให้ มากไม่ทำตามเขาไปเฉยๆ”

ที่มา: <http://thaipublica.org/2013/12/khankamlar-pilanoi/>

โดยสรุปปัญหาและอุปสรรคที่ส่งผลให้การใช้และขยายผลเทคโนโลยีสู่ชุมชนอยู่ในวงจำกัด มีดังนี้

1. ขาดแหล่งข้อมูลประเภทเบ็ดเสร็จที่เกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องต้องการและนำไปใช้ได้
2. ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานและการให้บริการของรัฐในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลของเกษตรกรรายย่อยยังไม่เพียงพอ
3. ข้อจำกัดของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมในการใช้ไอทีและความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาขึ้น
4. ขาดปัจจัยสนับสนุนให้เกิดระบบนวัตกรรมเกษตรและนำเทคโนโลยีไปใช้ในระดับชุมชน ทั้งด้านเงินลงทุน การจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการสาธิต
5. เกษตรกรมีอายุมากขึ้น คนรุ่นใหม่ไม่นิยมทำอาชีพเกษตรกร

## 3.2

## แผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร

แผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกรไทยในระยะ 10 ปี (พ.ศ. 2558- 2567) ประกอบด้วย 4 แผนหลัก มุ่งเน้นการดำเนินงานร่วมกันระหว่างภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร

- แผนปฏิบัติการที่ 1** การจัดการข้อมูล ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาระบบนวัตกรรม เกษตร ของเกษตรกรรายย่อย
- แผนปฏิบัติการที่ 2** การสื่อสาร การกระจายความรู้และเทคโนโลยีสู่เกษตรกรให้เกิดการนำไปใช้จริง
- แผนปฏิบัติการที่ 3** พัฒนาเจ้าหน้าที่ส่งเสริม เกษตรกรแกนนำและเกษตรกรรุ่นใหม่ผ่านการฝึกอบรมและปฏิบัติจริง
- แผนปฏิบัติการที่ 4** สนับสนุนให้เกิดระบบนวัตกรรมการเกษตรและการใช้เทคโนโลยี โดยให้บริการโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ระดับท้องถิ่น

### เป้าหมายแผนปฏิบัติการถ่ายทอดและขยายผลการใช้เทคโนโลยีสู่เกษตรกร ในระยะ 10 ปี (พ.ศ. 2558- 2567)

1. ยกระดับรายได้ คุณภาพชีวิต และความมั่นคงในอาชีพเกษตรกร จากการใช้ความรู้ เทคโนโลยีเพื่อรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมและเกษตรกรแกนนำมีทักษะ ความรู้ใหม่ มีกระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่เอื้อต่อการกระจาย/ปรับใช้เทคโนโลยีในวงกว้างอย่างยั่งยืน
3. เกิดเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ใช้เทคโนโลยี ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพและรายได้

## กลยุทธ์

ในการผลักดันแผนปฏิบัติการให้ได้ผลสำเร็จตามเป้าหมาย ควรมีการบริหารจัดการและกลยุทธ์ในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

มีหน่วยจัดการความรู้เชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานผลิตความรู้และเทคโนโลยี กับหน่วยส่งเสริมเทคโนโลยี

ลงทุนโครงสร้างพื้นฐานการสื่อสารและไอที เพื่อให้เกษตรกรมีโอกาสเข้าถึงบริการของรัฐอย่างทั่วถึง

มีมาตรการสนับสนุนเงินกู้ ในกรณีเกษตรกรต้องลงทุนเทคโนโลยี จากปัญหาสภาพรวมนำมาเชื่อมโยงกับกลยุทธ์และกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ความรู้และเทคโนโลยีในการผลิตสินค้าเกษตรดังรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-3: แผนภาพสรุปความเชื่อมโยงระหว่างปัญหา อุปสรรค และกลยุทธ์

## แผนปฏิบัติการที่ 1 การจัดการข้อมูล/ความรู้ เพื่อการพัฒนา ระบบนวัตกรรมเกษตรของเกษตรกรรายย่อย

ข้อมูล ความรู้ที่เหมาะสมกับ  
เกษตรกร  
มีไม่เพียงพอและกระจุกกระจาย  
ไม่มีการรวมเป็นหมวดหมู่ให้  
เกษตรกรเข้าถึงง่ายและใช้ประโยชน์  
ได้อย่างเต็มที่

- 1.1 รวบรวมข้อมูล ความรู้ และเทคโนโลยีของหน่วยงาน  
ผลิตความรู้/เทคโนโลยี จัดทำเป็นฐานข้อมูลที่มีการ  
จัดหมวดหมู่และค้นหาได้ง่ายเพื่อการเผยแพร่ ผ่าน  
ทางช่องทางเว็บไซต์ที่มีความจำเพาะเหมาะสม
- 1.2 เชื่อมโยงข้อมูล ความรู้การเกษตรจากหน่วยงานที่  
ผลิต ความรู้ (มหาวิทยาลัย/สถาบันวิจัย) กับ  
หน่วยงานส่งเสริม (กรมส่งเสริมการเกษตร/ธ.ก.ส.)
- 1.3 จัดทำสื่อเผยแพร่ความรู้/เทคโนโลยีให้อยู่ในรูปแบบ  
ที่ง่ายต่อการเข้าใจ เช่น Infographic ในรูปของ  
โปสเตอร์ บอร์ดสื่อความหมาย หรือวิดีโอเพื่อการ  
เผยแพร่สู่เกษตรกรโดยตรงในวงกว้าง

## แผนปฏิบัติการที่ 2 การสื่อสาร กระจายความรู้ และเทคโนโลยี สู่เกษตรกรให้เกิดการนำไปใช้จริง

เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถ  
เข้าถึงข้อมูล สื่อหลายชนิดเข้า  
ไม่ถึงเกษตรกรเนื่องจาก  
ข้อจำกัดทางคมนาคม  
และเกษตรกรไม่เข้าใจเนื้อหา

- 2.1 การเชื่อมโยงความรู้ผ่านเครือข่ายสื่อสารที่มีอยู่ เช่น  
e-DLTV ระบบการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม  
สำหรับนักเรียนในชนบท รวมถึงสื่อการเกษตร  
ประเภทต่างๆ  
เช่น โทรทัศน์ วิทยุ และสื่อสิ่งพิมพ์
- 2.2 การเชื่อมโยงความรู้กับหน่วยงานในพื้นที่ เช่น  
ศูนย์ เรียนรู้ชุมชน โรงเรียน ส่งเสริมให้เกิด  
กิจกรรมในพื้นที่ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้  
การถ่ายทอดเทคโนโลยีร่วมกับเกษตรกร

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ฐานข้อมูลที่มีความทันสมัย เชื่อมโยงระหว่างหน่วยผลิตความรู้/เทคโนโลยี กับหน่วยส่งเสริม/ เผยแพร่ เทคโนโลยี</li> <li>■ เอกสารหรือวีดีโอเผยแพร่ ข้อมูลสู่เกษตรกรโดยตรง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ เทคโนโลยีช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิต การเข้าถึงเทคโนโลยีของ เกษตรกรถือเป็นบริการภาครัฐที่ลด ความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและ สังคมยกระดับการผลิตและคุณภาพ ชีวิตของเกษตรกร สร้างโอกาสให้ เกษตรกรเท่าทันต่อความก้าวหน้า เทคโนโลยีและนำไปใช้เพิ่มความ เข้มแข็ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มหาวิทยาลัย</li> <li>■ สถาบันวิจัย</li> <li>■ ก.เกษตร</li> <li>■ ก.วิทยาศาสตร์</li> <li>■ ฐ.ก.ส.</li> <li>■ อปท./อบจ/อบต.</li> <li>■ สภาเกษตรกร</li> <li>■ ก.ศึกษาธิการ</li> <li>■ ก.มหาดไทย</li> <li>■ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน</li> </ul>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ เกษตรกรเข้าถึง/ได้รับข้อมูล ข่าวสารมากขึ้น</li> <li>■ เกิดกิจกรรมการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ในชุมชน เกิดการถ่ายทอด เทคโนโลยี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ชุมชน/เกษตรกรมีความรู้เพิ่มขึ้น การสาธิต ปฏิบัติจริงเป็นการทำงาน ร่วมกันระหว่างชุมชน นักวิชาการ ทำให้เกิดการสังเคราะห์เทคโนโลยี ร่วมกัน ชุมชนมีความเข้าใจ มั่นใจ ในเทคโนโลยีก่อนการขยายผล วงกว้าง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มหาวิทยาลัย</li> <li>■ สถาบันวิจัย</li> <li>■ ก.เกษตร</li> <li>■ ก.วิทยาศาสตร์</li> <li>■ บริษัทเอกชน</li> <li>■ ก.ศึกษาธิการ</li> <li>■ ก.มหาดไทย</li> </ul>



### แผนปฏิบัติการที่ 3 พัฒนาเจ้าหน้าที่ส่งเสริม (Smart Officer) เกษตรกร แกนนำและเกษตรกรรุ่นใหม่ (Smart Farmer) ผ่านการฝึกอบรมและ การปฏิบัติจริง

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
ต้องการเจ้าหน้าที่ส่งเสริมหรือ เกษตรกรแกนนำที่มีความรู้และ ประสบการณ์มากขึ้น	3.1 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเจ้าหน้าที่ส่งเสริม (Smart Office) เกษตรกรแกนนำและเกษตรกร รุ่นใหม่ (Smart Farmer) อย่างสม่ำเสมอ สนับสนุนการดูงาน/แลกเปลี่ยนความรู้กับพื้นที่อื่น
เกษตรกรรุ่นใหม่ไม่ต้องการ ประกอบอาชีพเกษตรกรรม เนื่องจากไม่ก้าวหน้า รายได้ต่ำ	3.2 สร้างเกษตรกรรุ่นใหม่โดยเน้นหลักสูตรเรียนรู้จากการ ปฏิบัติจริง (On the Job Training) ผลิตสินค้าเกษตร ที่มีราคาสูง

### แผนปฏิบัติการที่ 4 บริการโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการเกษตรระดับท้องถิ่น

ปัญหา/อุปสรรค	กิจกรรม
ความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึง บริการของภาครัฐ และการเข้าถึงแหล่งทุน	4.1 จัดตั้งศูนย์ให้บริการการเกษตรระดับชุมชน หมู่บ้าน เช่น เครื่องจักรกลการเกษตร การตรวจวิเคราะห์ดิน ศูนย์บริการจัดหาปัจจัยการผลิต เช่น แม่ปุ๋ยสั่งตัด 4.2 จัดตั้งศูนย์บริการข้อมูลระดับพื้นที่เพื่อติดตามข้อมูล สภาวะอากาศ โรค และเพื่อการเตือนภัย

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ เจ้าหน้าที่ส่งเสริม/เกษตรกร แกนนำ อย่างน้อย 1,000 คน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มีวิทยากรแกนนำเผยแพร่ ความรู้/เทคโนโลยีสู่เกษตรกร ในพื้นที่จำนวนมากขึ้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ก.เกษตร</li> <li>■ อปท./อบต.</li> <li>■ ฐ.ก.ส.</li> <li>■ ภาคเอกชน</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ เกษตรกรรุ่นใหม่จำนวน 500 คน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ เกษตรกรรุ่นใหม่ ที่เป็นต้นแบบ ให้เยาวชนรุ่นใหม่อยากเข้าสู่อาชีพ เกษตรกรที่มีรายได้ดีมากกว่าเดิม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ก.เกษตร</li> <li>■ ฐ.ก.ส.</li> <li>■ ก.ศึกษาธิการ</li> </ul>

ผลผลิต (Outputs)	ผลลัพธ์ (Outcomes)	หน่วยงานดำเนินงาน
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ศูนย์บริการการเกษตร</li> <li>■ สถานีตรวจวัดอากาศและ ข้อมูลระดับพื้นที่ ทำให้เกษตรกร วางแผน การผลิตได้อย่าง เหมาะสม การเตือนภัยทำ ได้ทันทั่วทั้งที่ ลดความเสี่ยง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ มีความคุ้มค่าในการลงทุน (ใช้ Facilities ได้เต็มประสิทธิภาพ) ประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกร เพิ่มขึ้น</li> <li>■ เกิดการเรียนรู้ ของเกษตรกรนำไปสู่การสร้าง นวัตกรรมของชุมชน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ก.ไอซีที</li> <li>■ ก.เกษตร</li> <li>■ ก.คมนาคม</li> <li>■ ฐ.ก.ส.</li> </ul>





## เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว, ม.ป.ป., เอกสารความรู้การอนุรักษ์พันธุ์กรรมข้าว สืบค้นได้จาก  
<http://www.brrd.in.th/rkb/varieties/index.php-file=content.php&id=109.htm>

เกรียงศักดิ์ สุวรรณธราดล และคณะ, 2556. โครงการศึกษากฎหมายและระเบียบที่  
เกี่ยวข้องกับการเกษตรด้านพืชเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ประชาคมอาเซียน. เสนอ  
ต่อกรมวิชาการเกษตร.

จีรพันธ์ รัตนบุญญา, ยุพา หายบุญทรง และวิโรจน์ ขลิบสุวรรณ “แบบจำลองโลจิสติกส์เก  
รสรุ่นเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคใบขาวอ้อย” วารสารแก่นเกษตร 70 ฉบับ  
พิเศษ: 443-448, 2555.

ชนิด ชังถาวร และคณะ, 2554. โครงการการศึกษาผลกระทบของกฎระเบียบการเข้าถึง  
และแบ่งปันผลประโยชน์จากการใช้ทรัพยากรชีวภาพต่ออุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ใน  
ประเทศไทย.

บุบผา เตชะภัทรพร และ คณะ, 2553. โครงการศึกษาข้อตกลงการเข้าถึงและการแบ่ง  
ปันผลประโยชน์จากการใช้ทรัพยากรชีวภาพในองค์กรวิจัยและพัฒนา.

ฝ่ายบริหารคลังสตอร์และโปรแกรมวิจัย, สวทช. 2555. ยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาด้านเมล็ด  
พันธุ์ (พ.ศ. 2554-2559)

มูลนิธิพลังนิเวศและชุมชน, สืบค้นเมื่อ กันยายน 2557., ปุ่มสั่งตัด, สืบค้นได้จาก <http://www.ssnm.info/home>

ลอยลม ประเสริฐศรี, 2251. การประเมินผลประโยชน์ในการใช้ทรัพยากรพันธุกรรมข้าว  
ของไทยตามกรอบสนธิสัญญา ITPGR, สืบค้นได้จาก  
[http://measwatch.org/sites/default/files/bookfile/TueOctober2008-18-6-45-ITPGR\\_1.pdf](http://measwatch.org/sites/default/files/bookfile/TueOctober2008-18-6-45-ITPGR_1.pdf)

วัชริน มีรอด และคณะ, 2555. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยการประเมินผลกระทบของ  
อุทกภัย/ภัยพิบัติและแนวทางการสร้างความมั่นคงด้านอาหารของประเทศไทย

สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป., **สนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพยากรพันธุกรรมพืชเพื่ออาหารและการเกษตร** โครงการพัฒนาความรู้และยุทธศาสตร์ความตกลงพหุภาคีด้านสิ่งแวดล้อม. สืบค้นได้จาก <http://www.measwatch.org/sites/default/files/ITPGR.pdf>

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์, ม.ป.ป., **กฎหมายระหว่างประเทศ Genetic Resources and Intellectual Property Rights**. สืบค้นได้จาก <http://griphai.site90.net/a2.html#FAO>

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม, ม.ป.ป., **โครงการออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนบินขนาดเล็ก**, สืบค้นได้จาก <http://fibo.kmutt.ac.th/fiboweb/2013/index.php/th/component/flexicontent/25-research-th/925-th-uav>

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2556

หนังสือพิมพ์แนวหน้า ฉบับวันที่ 30 กรกฎาคม 2557, กรมวิชาการฯ เดินหน้าพัฒนา วางมาตรฐานปรับปรุงพันธุ์พืช. สืบค้นได้จาก <http://www.naewna.com/local/114706>

อภิชาติ วรรณวิจิตร, 2554. **เทคโนโลยีชีวโมเลกุลกับการพัฒนาพันธุ์พืชภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก**.

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 2 วันที่ 21-23 ธันวาคม 2555. กรุงเทพฯ

เอกสารเผยแพร่ การพัฒนาบุคลากรด้านปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล, ฝ่ายบริหารคลังสัตว์และโปรแกรมวิจัย, กรกฎาคม 2557.

โอภาส บุญเส็ง, 2551. **ธนาคารเชื้อพันธุ์มันสำปะหลังแห่งที่สองของโลก**, หนังสือเทคโนโลยีชาวบ้านวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2551, สืบค้นได้จาก [http://www.thaitapiocastarch.org/article12\\_th.asp](http://www.thaitapiocastarch.org/article12_th.asp)

Christophe SALON, 2013. RhizoBox, available online

[http://www.phenodays.com/fileadmin/user\\_upload/phenodays2013pdf/Christophe\\_Salonn.pdf](http://www.phenodays.com/fileadmin/user_upload/phenodays2013pdf/Christophe_Salonn.pdf)

Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC 5th Assessment Report

Cline, W. R. 2007. Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country. Washington

D.C., USA: Peterson Institute.

Fan Zhai and Juzhong Zhuang, 2009. Agricultural Impact of Climate Change: A General Equilibrium Analysis with Special Reference to Southeast Asia.

GMO Compass, 2014. GMO Database, available online <http://www.gmocompass.org/eng/gmo/db/>

Herco van Liere and Marco van Schriek, 2013. Development of Stress Specific Digital Phenotyping Protocols for Multiple Crops, available online [http://www.phenodays.com/fileadmin/user\\_upload/phenodays2013pdf/Herco\\_van\\_Liere.pdf](http://www.phenodays.com/fileadmin/user_upload/phenodays2013pdf/Herco_van_Liere.pdf)

IPCC, 2014. Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.

ISAAA. 2014. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013.

Kim Luces. 2014. Genetically-modified crops, fastest adopted technology in recent History.

Pablo J. Zarco-Tejada and et.al., 2008. A new era in remote sensing of crops with unmanned robots available online <http://spie.org/x32288.xml>

Rothamsted Research, 2014. Europe-wide database on Aphids incidence. Available online <http://www.rothamsted.ac.uk/examine/objectives.html>

Shital Dixit, 2013. Deciphering Digital Traits Towards Predicting Crop Yield. Available online

[http://www.phenodays.com/fileadmin/user\\_upload/phenodays2013pdf/Shital\\_Dixit.pdf](http://www.phenodays.com/fileadmin/user_upload/phenodays2013pdf/Shital_Dixit.pdf)

The Integrated Breeding Platform of Generation Challenge Program (GCP) available online <https://www.integratedbreeding.net>

UC Davis Plant Breeding Academy, available online <http://pba.ucdavis.edu/Programs/>

UC Davis Seed Biotechnology Center, 2013. The Plant Breeding Academy, available online <http://pba.ucdavis.edu/files/176480.pdf>

Walter A et al. Ann Bot, 2012. Advanced phenotyping offers opportunities for improved breeding of forage and turf species, available online

<http://aob.oxfordjournals.org/content/early/2012/02/22/aob.mcs026.full>



รายนามคณะทำงาน จัดทำหนังสือ  
แผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ  
ของประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร

คณะที่ปรึกษา

ดร.พีเชฐ ตรงคเวโรจน์  
ศ.ดร.หนักสิทธิ์ คูวัฒนาชัย

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ที่ปรึกษาเลขาธิการ  
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี  
และนวัตกรรมแห่งชาติ

ดร.ญาดา มุกดาพิทักษ์

รองเลขาธิการ ปฏิบัติหน้าที่แทน เลขาธิการ  
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์  
เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

รศ.ดร. สมชาย ฉัตรรัตนหา

รองเลขาธิการ สำนักงานคณะกรรมการ  
นโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

คณะผู้จัดทำ

ศ.ดร.มรกต ตันติเจริญ

ผู้อำนวยการโครงการจัดทำแผนปฏิบัติการด้านเทคโนโลยี  
เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ  
ประเทศไทย : การปรับตัวภาคการเกษตร

นางอุทัยวรรณ กรุดลอยมา

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

นางสาววัชริน มีรอด

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

นางสาวกุลวรางค์ สุวรรณศรี

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

นางสาววารภรณ์ มงคลไชยสิทธิ์

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นางศิริพร วัฒนศรีรังกุล

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

นางสาวธนพร กลิ่นเกษร

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ดร.สุรัชย์ สถิตคุณารัตน์

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์  
เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

ดร.ชาญวิทย์ อุดมศักดิ์กุล

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์  
เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

นางสาวสุภัค วิรุฬหารุญญ

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์  
เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

ดร.อภิชาติ อภัยวงศ์

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์  
เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ