กรอบการพัฒนา อุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ ด้วย อววน.

พ.ศ. 2569 - 2578

โดย

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ

พฤศจิกายน 2568

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร

1. สถานการณ์และเหตุผลความจำเป็น **3**

2. นโยบายภาครัฐและการดำเนินงานที่ผ่านมา **5**

3. ข้อเสนอกรอบการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพด้วยอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อววน.) พ.ศ. 2569 – 2578 **8**

4. ประโยชน์และผลกระทบ **15**

ภาคผนวก

ก. (ร่าง) ยุทธศาสตร์ 10 ปี ชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทย 2569 – 2578

ข. ข้อเสนอการขับเคลื่อนอนาคตไทยด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตรและอาหาร

บทสรุปผู้บริหาร

กรอบการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพด้วยอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อววน.) พ.ศ. 2569 – 2578

---

1. สถานการณ์และเหตุผลความจำเป็น

1.1 สถานการณ์โลก[1,2] อุตสาหกรรมชีวภาพทั่วโลกกำลังเติบโตอย่างรวดเร็วด้วยมูลค่าตลาดกว่า 1.77 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ (57 ล้านล้านบาท) ในปี 2568 และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 5.71 ล้านล้านดอลลาร์ (185 ล้านล้านบาท) ในปี 2577 เติบโตเฉลี่ยร้อยละ 13.9 การเติบโตนี้ได้รับแรงหนุนจากการระบาดของโควิด-19 สร้างความสำเร็จในการพัฒนาวัคซีนชีวภาพ เช่น วัคซีน mRNA และสร้างรายได้ให้กับอุตสาหกรรมชีวภาพอย่างมากในปี 2564 อีกทั้ง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อาทิ เทคโนโลยี CRISPR สำหรับการปรับแต่งยีน (Gene Editing) กระบวนการค้นหายาใหม่ด้วย AI (AI-driven drug discovery) และการแพทย์แม่นยำ (precision medicine) ทำให้อุตสาหกรรมชีวภาพโลกเติบโตรวดเร็วยิ่งขึ้น

ปัจจุบันสหรัฐอเมริกาครองส่วนแบ่งตลาดชีวภาพใหญ่ที่สุด ขณะที่ภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกเป็นตลาดที่เติบโตเร็วที่สุด โดยเฉพาะจีนที่ลงทุนพัฒนายาชีวภาพและยารักษามะเร็ง มีสิทธิบัตรยาและเทคโนโลยีการแพทย์เพิ่มขึ้น 3 เท่าใน 10 ปี ผู้นำในอุตสาหกรรมนี้ ได้แก่ สหรัฐฯ จีน เดนมาร์ก เนเธอร์แลนด์ เกาหลีใต้ และสหราชอาณาจักร สาขาอุตสาหกรรมที่มีสัดส่วนในตลาดมากที่สุดได้แก่ การแพทย์และสุขภาพ เกษตร-อาหาร อุตสาหกรรมการผลิต ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และชีวสารสนเทศ (Bioinformatics) ตามลำดับ

1.2 สถานการณ์ประเทศไทย ประเทศไทยมีศักยภาพในการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพในหลายมิติ อาทิ อุตสาหกรรมการหมัก ประเทศไทยได้รับคัดเลือกเป็นประเทศที่มีศักยภาพติด 1 ใน 3 ของโลก ด้วยความได้เปรียบจากพืชเศรษฐกิจสำคัญอย่างอ้อย และมันสำปะหลังที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมชีวภาพ ประกอบกับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากหน่วยงานรัฐผ่านสิทธิประโยชน์เพื่อส่งเสริมการลงทุน[3] ขณะที่ภาคเกษตรและอาหาร ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกอาหารอันดับที่ 12 ของโลก[4] และมีขีดความสามารถในการผลิตโปรตีนทางเลือกจากพืช (Plant-based) ได้มากถึง 3,000 ตันต่อปี เป็นอันดับ 1 ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก[5] สำหรับด้านการแพทย์ ประเทศไทยมีระบบสาธารณสุขที่ดีที่สุดติดอันดับ 9 ของโลก[6] และอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์เคยติดอันดับ 5 ของโลกในปี 2564[7] สะท้อนถึง

---

[1] Grand View Research, Biotechnology Market (2024 – 2030) (2566) https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/biotechnology-market

[2] Precedence Research, Biotechnology Market Size, Share and Trends 2025 to 2034 (2568) https://www.precedenceresearch.com/biotechnology-market

[3] GFI and Hawkwood, Where to Build: Site Selection and Competitiveness in APAC fermentation manufacturing (2568)

[4] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2566)

[5] NRPT (2568) https://www.nrpt.co.th/general-5

[6] Healthcare Ranking of Countries (2568)

[7] Medical Tourism Association (2564)

ศักยภาพในการพัฒนาการแพทย์และบริการสุขภาพขั้นสูง จากข้อมูลปี 2566 ของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ พบว่าเศรษฐกิจชีวภาพไทยมีมูลค่า 2.7 ล้านล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 15 ของ GDP[8] มีการจ้างงาน 2.17 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 25 ของการจ้างงานภาคอุตสาหกรรม มีบริษัทกว่า 16,000 บริษัทที่มีศักยภาพในการนำเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรม[9]

เมื่อปี 2564 โมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) ได้ถูกประกาศเป็นวาระแห่งชาติ โดยมีเศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) เป็นหนึ่งในสาขาเศรษฐกิจ ที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเปลี่ยนโครงสร้างอุตสาหกรรม เพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจจากฐานทรัพยากรชีวภาพของไทย และสร้างอุตสาหกรรมศักยภาพ (New S-curve) ปัจจุบันมีหน่วยงานภาครัฐ อาทิ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ออกมาตรการเพื่อดึงดูดการลงทุนและยกระดับขีดความสามารถในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศ โดยให้สิทธิประโยชน์ด้านภาษีแก่กิจการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพสูงสุด 13 ปี กิจการที่ BOI ให้การส่งเสริม อาทิ การผลิตพลาสติกชีวภาพ ผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพ กิจการปรับปรุงพันธุ์ และการผลิตสารชีวโมเลกุลที่ใช้เซลล์จุลินทรีย์ พืช สัตว์[10] ในช่วงครึ่งปีแรกของปี 2568 หนึ่งในอุตสาหกรรมขอรับส่งเสริมการลงทุนที่มีมูลค่าการลงทุนสูงสุดติดอันดับ 1 ใน 5 ได้แก่ เกษตรและอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร 30,785 ล้านบาท[11] ซึ่งเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมเป้าหมายของโมเดลเศรษฐกิจ BCG สะท้อนถึงโอกาสของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพที่จะสามารถเข้ามามีส่วนแบ่งในตลาดเกษตร-อาหาร อีกทั้ง ไทยยังสามารถดึงดูดการลงทุนขนาดใหญ่ในกิจการศูนย์ข้อมูล (Data Center) จากสหราชอาณาจักรและประเทศในภูมิภาคเอเชีย ได้แก่ สิงคโปร์ ฮ่องกง จีน และญี่ปุ่น[7] ซึ่งจะยกระดับศักยภาพของประเทศไทยในการเปลี่ยนผ่านสู่อุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพขั้นสูงที่ผนวกการใช้ AI ในกระบวนการผลิตและการให้บริการ

ช่วง 5 ปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีนิติบุคคลจัดตั้งธุรกิจเทคโนโลยีชีวภาพเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในปี 2567 มีบริษัทจัดตั้งธุรกิจ 59 ราย สูงกว่าปี 2566 ถึงร้อยละ 11 ปัจจัยสำคัญที่ทำให้การจัดตั้งธุรกิจเพิ่มสูงขึ้นมาจากความสามารถในการเข้าถึงและใช้เทคโนโลยี AI จากข้อมูล ณ เดือนพฤษภาคม 2568 ของกรมพัฒนาธุรกิจการค้า พบว่ามีนิติบุคคลที่ยังดำเนินกิจการอยู่ 389 ราย มีทุนจดทะเบียนรวมกว่า 9,500 ล้านบาท คิดเป็น 6.3% ของมูลค่าการจดทะเบียนครึ่งปีแรกของปี 2568 โดยเป็นนิติบุคคลไทย (ร้อยละ 59) มากกว่าต่างชาติ (ร้อยละ 41)[12]

อย่างไรก็ตาม มูลค่าของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพไทยยังเล็กเมื่อเทียบกับตลาดโลก โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.7 ของมูลค่าอุตสาหกรรมชีวภาพโลกในปี 2567[12] อีกทั้ง ข้อมูลของสถาบันอาหารและสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) ชี้ให้เห็นว่า การทำธุรกิจแบบดั้งเดิมไม่สามารถผลักให้ภาคอุตสาหกรรมเติบโตอย่างก้าวกระโดด ตัวอย่างอุตสาหกรรมอาหารของไทยที่มีสัดส่วน

[8] ข้อมูลจาก สศช. (2567) ประมวลผลโดย BIOTEC

[9] สมาคมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพไทย, ข้อเสนอเพื่อการพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (2568)

[10] สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (2568) https://www.boi.go.th/upload/section1_th_wt_link.pdf

[11] สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (2568) https://osos.boi.go.th/TH/news/2224/

[12] กรมพัฒนาธุรกิจการค้า, Bio-Innovation นวัตกรรมเปลี่ยนการค้าโลก (2568) https://www.dbd.go.th/data-storage/attachment/9f2222f2d295895d61da27b3.pdf#

เกือบ 1 ใน 4 ของ GDP ภาคการผลิต และมีจำนวนผู้เล่นในอุตสาหกรรมจำนวนมากกว่า 125,000 ราย แต่อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมยังอยู่ในระดับต่ำ (ปี 2566 เติบโตคงที่เฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี ที่ร้อยละ 4.4)[13] เนื่องจากการดำเนินกิจการเป็นแบบดั้งเดิม ไม่มีการนำเทคโนโลยีขั้นสูงเข้ามาปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เกิดผลิตภัณฑ์หรือบริการมูลค่าสูง ต่างจากอุตสาหกรรมชีวภาพของโลกที่นำเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาปรับใช้จนสามารถพลิกโฉม (Disrupt) อุตสาหกรรมได้อย่างรวดเร็วและรุนแรง หากประเทศไทยไม่มีนโยบายส่งเสริมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพอย่างต่อเนื่อง อุตสาหกรรมใหม่ที่เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมย่อย (Sub-sector) เช่น อุตสาหกรรมอาหารอนาคต และอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพที่ต้องการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อปรับเปลี่ยนการดำเนินธุรกิจก็จะเติบโตได้ยาก

นอกจากนี้ ประเทศไทยยังเผชิญกับความท้าทายสำคัญ เช่น ผลิตภาพการผลิตภาคเกษตรอยู่ในระดับต่ำ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อการเพาะปลูกและภาคการผลิต การพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมทางการแพทย์ ได้แก่ ยา วัคซีน และเครื่องมือแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งส่งผลกระทบอย่างรุนแรงในภาวะวิกฤต แรงงานทักษะเฉพาะยังไม่เพียงพอสำหรับอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ อาทิ นักวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐและห้องปฏิบัติการวิจัยที่ยังไม่สอดรับกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ขณะเดียวกัน การวิจัยและพัฒนาของภาครัฐและเอกชนยังขาดการบูรณาการ

ดังนั้น การสนับสนุนอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพไทยอย่างต่อเนื่องจากภาคนโยบาย โดยการพัฒนาระบบนิเวศการวิจัยและพัฒนายกระดับภาคธุรกิจสู่เศรษฐกิจฐานข้อมูลและเทคโนโลยี การสร้างกำลังคนทักษะสูงและทักษะเฉพาะสำหรับอุตสาหกรรม การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นไปตามหลักมาตรฐานสากลเพื่อรองรับนวัตกรรม และการเชื่อมโยงนักวิจัยและภาคอุตสาหกรรมไทยกับเครือข่ายระดับนานาชาติเพื่อยกระดับขีดความสามารถทางเทคโนโลยี จึงเป็นความหวังที่จะปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมไทยให้แข่งขันได้ในระดับโลก ดึงดูดการลงทุน และสร้างการเติบโตที่ยั่งยืนให้กับประเทศ

2. นโยบายภาครัฐและการดำเนินงานที่ผ่านมา

2.1 แผนและมาตรการที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แผนปฏิบัติการด้านการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไทยด้วยโมเดลเศรษฐกิจ BCG พ.ศ. 2564-2570 หนึ่งในเศรษฐกิจสำคัญ ได้แก่ เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) เป็นกรอบแนวคิดในการมุ่งนำการวิจัยและพัฒนา ใช้เทคโนโลยีในการปรับโครงสร้างการผลิตและบริการของประเทศในสาขายุทธศาสตร์ที่รวมถึง การเกษตรและอาหาร สุขภาพและการแพทย์ และพลังงาน วัสดุ และเคมีชีวภาพ

2.1.2 แผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมของประเทศ พ.ศ. 2566-2570 กระทรวง อว. ได้โมเดล BCG เป็นยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อนที่สำคัญ มีจุดมุ่งเน้นของนโยบาย (Flagship) ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น ไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตและส่งออกชั้นนำของ

[13] ข้อมูลจากสถาบันอาหาร และ สสว. (2568) ประมวลผลโดย สอวช.

โลกด้าน Functional Ingredients และ Functional Food และไทยเป็นอันดับหนึ่งของอาเซียนด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์การแพทย์ขั้นสูง เป็นต้น

2.1.3 มาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของไทย พ.ศ. 2561 – 2570 กระทรวงอุตสาหกรรม ต้องการสร้างศูนย์กลางความเป็นเลิศด้านชีวภาพ (Center of Bio Excellence) โดยอาศัยเทคโนโลยีชีวภาพในการผลิตสินค้า อาทิ อาหารเครื่องดื่มมูลค่าสูง บรรจุภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ ยา และอาหารสัตว์ เพื่อผลักดันให้ไทยเป็น Bio Hub ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

2.2 การดำเนินงาน

ภายใต้กรอบการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพด้วย อววน. พ.ศ. 2569 – 2578 สอวช. ได้ร่วมดำเนินการกับหน่วยงานรัฐและเอกชนขับเคลื่อนการพัฒนาระบบนิเวศเทคโนโลยีและผลักดันกลุ่มอุตสาหกรรมย่อยอย่างเข้มข้นใน 2 ประเด็น ได้แก่ อุตสาหกรรมที่ใช้ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ และอุตสาหกรรมอาหารอนาคต โดยมีการดำเนินการ ดังนี้

2.2.1 ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) ร่วมกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) และหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัย รวม 23 หน่วยงาน[14] ในฐานะสมาชิกภาคีเครือข่ายชีววิทยาสังเคราะห์ประเทศไทย (Thailand SynBio Consortium) ได้ร่วมกันจัดทำ (ร่าง) ยุทธศาสตร์ 10 ปี ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพของประเทศไทย พ.ศ. 2569 – 2578 เพื่อใช้เป็นแนวทางขับเคลื่อนการดำเนินงาน

- สมาชิกภาคีเครือข่ายฯ จำนวน 13 ราย ได้แก่ สถาบันอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สอวช. สถาบันวิทยสิริเมธี (VISTEC) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ได้ลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือการสนับสนุนการพัฒนากลุ่มชีววิทยาสังเคราะห์ประเทศไทยแล้ว เพื่อเป็นกลไกรองรับการขับเคลื่อนความร่วมมือในการพัฒนางานวิจัย เทคโนโลยี และกำลังคนในสาขาชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพของประเทศไทย และต่อยอดองค์ความรู้สู่การนำไปใช้พัฒนาเศรษฐกิจและภาคอุตสาหกรรม

[14] **ภาคีเครือข่ายชีววิทยาสังเคราะห์ประเทศไทย** 23 หน่วยงาน ประกอบด้วย สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาการวิจัยและการสร้างนวัตกรรม (บพค.) หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.) สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (สกพอ.) กรมวิชาการเกษตร (กวก.) สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน) (ศลช.) สถาบันวิทยสิริเมธี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยนเรศวร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

- สมาชิกภาคีเครือข่ายฯ และหน่วยงานความร่วมมืออีก 10 หน่วยงาน (อยู่ระหว่างพิจารณาเอกสารบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ) รวมทั้งสิ้น 23 หน่วยงาน ได้แถลงเปิดตัวภาคีเครือข่ายดังกล่าวแล้ว เมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2568 โดยมีรัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (นายสุรศักดิ์ พันธ์เจริญวรกุล) เป็นประธานในพิธี

- สอวช. ร่วมกับภาคีเครือข่ายฯ จัดทำร่างยุทธศาสตร์ 10 ปี ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพของประเทศไทย พ.ศ. 2569 – 2578 เพื่อพัฒนากำลังคนทักษะสูงและงานวิจัยและพัฒนาที่ผสมผสานความรู้ด้านชีววิทยา วิศวกรรมศาสตร์ และ AI เข้าด้วยกัน ยกระดับกระบวนการผลิต พัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการ 4 สาขาอุตสาหกรรม ได้แก่ เกษตร อาหารมูลค่าสูง การแพทย์ขั้นสูง และเคมี-วัสดุ-พลังงานชีวภาพ และสร้างระบบนิเวศที่เหมาะสมสำหรับการนำเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรม

2.2.2 อาหารอนาคต สอวช. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (สศอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย สมาคมการค้าอาหารอนาคตไทย ได้ร่วมมือพัฒนา (ร่าง) ข้อเสนอการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอาหารอนาคต (Future Food) โดยทำงานร่วมกับกลไกภาคีเครือข่ายภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องเพื่อบูรณาการความร่วมมืออย่างใกล้ชิด

- คณะกรรมการอาหารแปรรูปและอาหารอนาคต สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย เสนอวิสัยทัศน์เพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยให้เป็นศูนย์กลางเกษตรอาหาร (Agriculture & Food Hub) เช่น การสนับสนุน Positive Lists สำหรับอาหารอนาคต พัฒนาวัตถุดิบต้นน้ำให้ได้คุณภาพและมาตรฐาน ส่งเสริมให้อาหารอนาคตไทยเป็นซอฟพาวเวอร์ ผ่านเทศกาลอาหารและท่องเที่ยว

- สอวช. ดำเนินการร่วมกับภาคีเครือข่ายและได้ข้อเสนอการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอาหารอนาคตไทยเพิ่มเติม เพื่อปิดช่องว่างของการพัฒนาตลอดห่วงโซ่การผลิต เช่น ต้นน้ำ – ต้องการการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตและการผลิตด้วยวัตถุดิบหรือเทคโนโลยีอื่น กลางน้ำ – ต้องการการลงทุนในเทคโนโลยีขยายขนาดและโครงสร้างพื้นฐานการสกัดขึ้นรูปโปรตีนที่ได้มาตรฐานและผลิตเชิงพาณิชย์ได้ (branded ingredient) ปลายน้ำ – ต้องส่งเสริมระบบมาตรฐานและการทดสอบสารฟังก์ชั่นของไทยเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค

ทั้งนี้ การดำเนินการดังที่ได้กล่าวข้างต้นเป็นเพียงจุดริเริ่มให้เกิดการรวมกลุ่มของนักวิจัยและผู้ประกอบการเพื่อร่วมกันพัฒนาระบบนิเวศส่งเสริมให้เกิดการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น หากการริเริ่มนี้ได้รับแรงสนับสนุนจากภาคนโยบายและหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่องจะสร้างการขยายผลในวงกว้าง

จากการสรุปบทเรียนการดำเนินงานที่ผ่านมา พบว่าการวิจัยและพัฒนาห่วงโซ่การผลิตของแต่ละอุตสาหกรรมมีช่องว่างสำคัญที่คล้ายคลึงกัน อาทิ ข้อจำกัดด้านการเข้าถึงแหล่งทุนและเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ด้านโครงสร้างพื้นฐานการทดสอบมาตรฐานและ

การผลิตในระดับขยายขนาด และด้านกฎหมายและมาตรฐานที่ยังไม่เอื้อให้ผู้ประกอบการสามารถผลักดันผลิตภัณฑ์นวัตกรรมเข้าสู่ตลาด เนื่องจากกลุ่มนักวิจัยและผู้ประกอบการ (โดยเฉพาะสำหรับผู้ประกอบการ SMEs และกลุ่มผู้ประกอบการที่ต้องการเข้าสู่ตลาดใหม่) ขาดกลไกรูปแบบทางการที่ช่วยให้เกิดการรวมกลุ่มแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ด้านวิจัยและเทคโนโลยี ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดตั้ง **“คอนซอร์เทียม”** เพื่อเชื่อมโยงนักวิจัยและผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรม ในการปิดช่องว่างความสามารถทางเทคโนโลยีดังกล่าวตลอดทั้งห่วงโซ่ โดยสร้างพื้นที่การทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยจากหลากหลายสาขา และภาคเอกชนหรือสมาคมการค้าที่เป็นหน่วยงานขับเคลื่อนหลักในห่วงโซ่การผลิต

3. ข้อเสนอกรอบการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพด้วยอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อววน.) พ.ศ. 2569 – 2578 วิสัยทัศน์ “อุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพไทยสามารถแข่งขันได้ในระดับโลก ดึงดูดการลงทุน และเติบโตอย่างยั่งยืนด้วยนวัตกรรม” เป้าหมายสำคัญคือการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) มูลค่า 1 ล้านล้านบาท และสร้างกำลังคนทักษะสูง 7,000 คน มียุทธศาสตร์การดำเนินการระยะสั้น-กลาง-ยาว ได้แก่ ระยะสั้น (พ.ศ. 2569 – 2570) ปลดล็อคและต่อยอดอุตสาหกรรมเดิม ระยะกลาง (พ.ศ. 2571 – 2575) เสริมศักยภาพด้วยจุลินทรีย์ไทยและเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ และระยะยาว (พ.ศ. 2576 – 2578) สร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการลงทุนในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ โดยมีกลุ่มอุตสาหกรรมย่อย 4 สาขา และการพัฒนาระบบนิเวศเทคโนโลยี 2 สาขา ดังนี้

1) เกษตรยั่งยืนเพื่ออุตสาหกรรมอนาคต (Sustainable Agriculture for Future Industry) เพิ่มส่วนแบ่งให้เกษตรกรในห่วงโซ่คุณค่า ตัวอย่างการดำเนินการ ได้แก่ จัดตั้งตัวกลางบริหารเทคโนโลยีและห่วงโซ่ธุรกิจเกษตร จัดทำมาตรฐานวัตถุดิบเกษตรยั่งยืน จัดตั้งศูนย์กลางการใช้เทคโนโลยีจีโนมิกในการปรับปรุงพันธุ์พืชและเมล็ดพันธุ์ (Plant Genomic & Seed Hub)

2) อาหารอนาคตและโปรตีนทางเลือก (Future Food & Protein Diversification) ยกระดับความสามารถและระบบนิเวศให้เอื้อต่อการผลิตอาหารอนาคต ตัวอย่างการดำเนินการ ได้แก่ จัดทำระบบกล่าวอ้างหน้าที่ของสารสำคัญ วิจัยพัฒนาและสร้างระบบรับรองอาหารทางการแพทย์ จัดตั้งศูนย์โปรตีนทางเลือกอัจฉริยะ และดึงดูดการลงทุนอุตสาหกรรมสารสกัดและโปรตีนขั้นสูง

3) การแพทย์ขั้นสูง (Advanced Medicine) พัฒนาบุคลากรที่เชี่ยวชาญโครงสร้างพื้นฐานและการทดลองทางคลินิก ตัวอย่างการดำเนินการ ได้แก่ พัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์การแพทย์ขั้นสูง (Advanced Therapy Medicinal Products, ATMPs) ส่งเสริม Human Genomics Thailand ระยะที่ 2 และส่งเสริมระบบนิเวศอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ไทย

4) ไบโอโซลูชันสำหรับอุตสาหกรรม (Bio-solution for Industry) ในสาขาเคมี-วัสดุ-พลังงานชีวภาพ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลด GHGs ตัวอย่างการดำเนินการ ได้แก่ พัฒนาผลิตภัณฑ์สารเสริมในอาหารสัตว์ (Feed Additives) พัฒนาเทคโนโลยีลดการปล่อย GHGs สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีครบวงจร (Turnkey Technology) เช่น การผลิตและนำยีสต์มาใช้ซ้ำและการเปลี่ยนของเสียเป็นวัตถุดิบนำกลับมาใช้ใหม่ สร้างเครือข่ายแปลงงานวิจัยสู่การปฏิบัติ (Translational Research) และส่งเสริมรัฐบาล

ร่วมกับเอกชนลงทุนศูนย์กลางการให้บริการวิจัย ออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพขนาดใหญ่สำหรับภาคอุตสาหกรรม (Contract Development and Manufacturing Organization, CDMO)

5) จุลินทรีย์ไทยและเทคโนโลยีชีวภาพ (Microbial Technology and Biotechnology) สร้างระบบนิเวศการพัฒนาและใช้งานจุลินทรีย์ท้องถิ่นเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างการดำเนินการ ได้แก่ สร้างหน่วยพัฒนาธุรกิจและหน่วยให้บริการจุลินทรีย์ท้องถิ่นทั่วประเทศ พัฒนาระบบวิจัยต้นน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ วิจัยและพัฒนาพรี-โพร-โพสท์ไบโอติกและโพรไบโอติกส์สายพันธุ์ไทย และเพิ่มจำนวนโพรไบโอติกส์สายพันธุ์ใหม่ (Next Generation Probiotics) ใน Positive List ของ อย.

6) ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ (Synthetic Biology & Engineering Biology) การผสมผสานองค์ความรู้ด้านชีววิทยา วิศวกรรม และ AI สร้างระบบนิเวศและสร้างเทคโนโลยีใหม่ ตัวอย่างการดำเนินการ ได้แก่ บริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาเพื่อให้มีอิสระในการดำเนินการ (Freedom To Operate, FTO) พัฒนาและยกระดับการให้บริการธนาคารชีวภาพ (Biobank) และศูนย์โอมิกส์ (Omics Center) ของประเทศ ส่งเสริมให้เกิดโครงสร้างพื้นฐาน Biofoundry และโครงสร้างพื้นฐานการขยายขนาดที่มีมาตรฐาน (GMP & GMO Pilot Plant) เครือข่ายและชุมชนวิจัยเข้าถึงได้ พัฒนาแนวทางความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Guideline) และพื้นที่ทดลองนวัตกรรม (Innovation Sandbox) และสร้างระบบนิเวศที่ส่งเสริมการเติบโตของสตาร์ทอัพ

กลยุทธ์การดำเนินงาน 3 ประการ ได้แก่

1) สร้างเครือข่ายวิจัยและแพลตฟอร์มการให้บริการ (R&D Consortium & Services) เพื่อให้ผู้สร้างและผู้ใช้ประโยชน์งานวิจัยออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการร่วมกันตั้งแต่งานวิจัยต้นน้ำให้ตอบโจทย์การใช้งานจริงในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม โดยการลงทุนวิจัยผ่านคอนซอร์เทียม ห่วงโซ่อุปทาน และความร่วมมือกับต่างประเทศ การยกระดับและสร้างกลไกเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐาน ข้อมูล และเทคโนโลยีการสร้างโปรแกรมทดลองใช้เพื่อปรับปรุงเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ และการวิเคราะห์-บริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและพัฒนากลยุทธ์วิจัย

2) พัฒนากำลังคนทักษะสูง (New Skill Talents) เพื่อรองรับงานวิจัยขั้นแนวหน้าและพัฒนากำลังคนในภาคอุตสาหกรรม โดยการจัดทำหลักสูตร non-degree ด้านมาตรฐาน การขึ้นทะเบียน จริยธรรมทางชีวภาพ ความปลอดภัยทางชีวภาพ และการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา พัฒนาบุคลากรวิจัยระดับสูงระดับปริญญาโท ปริญญาเอกในสาขาที่เกี่ยวข้อง

3) ปรับปรุงกฎหมายกฎระเบียบ ทดลองตลาด และดึงดูดการลงทุน เพื่อผลักดันงานวิจัยเข้าสู่อุตสาหกรรม โดยการสร้างพื้นที่ทดลองนวัตกรรม การลดขั้นตอนและกำหนดแนวทางที่ชัดเจนสำหรับการขึ้นทะเบียนสินค้าและผลิตภัณฑ์ การสร้างระบบรับรองมาตรฐานที่สร้างมูลค่าเพิ่ม การส่งเสริมจัดตั้งศูนย์บ่มเพาะด้านเทคโนโลยีชีวภาพ การสร้างเครือข่ายภาคอุตสาหกรรมและเครือข่ายการลงทุนสตาร์ทอัพที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง (VC)

3.1 ยุทธศาสตร์ 10 ปี ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพของประเทศไทย พ.ศ. 2569 – 2578 มีเป้าหมายให้ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพมีสัดส่วนในการสร้างรายได้ 3% ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) หรือเทียบเท่า 450,000 ล้านบาท ภายในปี พ.ศ. 2578 ประกอบด้วย 3 ยุทธศาสตร์หลัก ดังนี้

1) การสร้างระบบนิเวศเพื่อสนับสนุนขีดความสามารถด้านการวิจัยและเพิ่มการใช้ประโยชน์จากภาคอุตสาหกรรม

- **นโยบายและงบประมาณ** การผลักดันให้ชีววิทยาสังเคราะห์เป็นเทคโนโลยีเป้าหมายของประเทศ หรือให้เป็นโปรแกรมสำคัญของแผนด้านวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม เพื่อกองทุนวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) สนับสนุนทุนวิจัยอย่างเพียงพอและต่อเนื่อง ทั้งนี้ เป้าหมายการลงทุนคือ 500 ล้านบาทต่อปี ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 10 ปี
- **การรับรู้ของสังคม** การจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความตระหนักรู้ในสังคม นอกจากช่วยให้เกิดความสนใจในหมู่เยาวชน ตลอดจนสร้างความต้องการใช้เทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรมแล้ว ยังจำเป็นต้องมีการสื่อสารเพื่อให้ประชาชนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเทคโนโลยีมากขึ้นและลดการต่อต้านในสังคม
- **กฎระเบียบและมาตรฐาน** สร้างความชัดเจนโดยพัฒนาแนวปฏิบัติการขึ้นทะเบียนและเกณฑ์การพิจารณาที่ชัดเจน (guideline) ลดการใช้ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ มีแพลตฟอร์มให้คำปรึกษาหรือกระบวนการประเมินก่อนเข้ากระบวนการจริงเพื่อช่วยผู้ประกอบการในการเตรียมเอกสารหลักฐาน (pre-assesment) ตลอดจนมีการเรียนรู้เมื่อมีกรณีเข้ามาให้พิจารณามากขึ้น เพื่อจัดกลุ่มความเสี่ยงสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีความเสี่ยงต่ำควรมีการอำนวยความสะดวกหรือลดขั้นตอนในกระบวนการขึ้นทะเบียนให้รวดเร็วยิ่งขึ้น มีการสนับสนุนห้องปฏิบัติการทดสอบพรีคลินิกด้านความปลอดภัยที่ได้มาตรฐาน (OECD-GLP Lab) นอกจากนี้ ควรมีการสร้างแนวปฏิบัติด้านชีวจริยธรรม (Bioethics) ที่ส่งเสริมงานวิจัยแต่ไม่ละทิ้งความรับผิดชอบต่อสังคม
- **ความร่วมมือนานาชาติ** เป็นสิ่งสำคัญสำหรับประเทศไทยที่จะติดตามความคืบหน้าต่างๆ ทั้งทางเทคโนโลยี กฎระเบียบ การบริหารความเสี่ยงจากการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี และการแบ่งปันผลประโยชน์ นอกจากนี้ การสร้างความร่วมมือกับพันธมิตรในระดับสากลเพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และเพื่อเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานที่ประเทศไทยลงทุนแล้วอาจไม่มีความคุ้มค่า เช่น การเข้าร่วมกับเครือข่าย Global Biofoundry Alliance (GBA) แล้ว ยังเป็นการดึงดูดให้บริษัทเจ้าของเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ในระดับโลกมาใช้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตอีกด้วย

ตัวอย่างกิจกรรม (1) การจัดทำและขับเคลื่อนแผนที่นำทางการพัฒนาเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ระยะ 10 ปี (2) การจัดฟอรั่มนานาชาติ (11.11) เพื่อสร้างเครือข่ายระดับชาติและนานาชาติ และเป็นเวทีประชาสัมพันธ์ให้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์เป็นที่รู้จักในวงกว้าง และ (3) การจัดกิจกรรมแข่งขันออกแบบโปรตีนสำหรับเยาวชนและนักศึกษา Thailand Synbio Challenge 2025 เพื่อสร้างแรงบันดาลใจและการรับรู้ในเทคโนโลยี

2) การสร้างรากฐานองค์ความรู้ เพื่อรองรับงานวิจัยขั้นแนวหน้าและผลักดันงานวิจัยสู่ภาคอุตสาหกรรม

- **ทักษะกำลังคน** สร้างหลักสูตรปริญญาสหวิทยาการเพื่อต่อยอดบัณฑิตสาขา System Biology และ Metabolic Engineering สู่การใช้ปัญญาประดิษฐ์และชีววิทยาสังเคราะห์ ตลอดจนหลักสูตรเพื่อ upskill/reskill ให้กับบุคลากรภาคอุตสาหกรรม
- **ระบบการวิจัย** สนับสนุนทุนและสร้างความเข้มแข็งให้กับห้องปฏิบัติการหรือศูนย์วิจัยหลัก (Key Lab) อย่างน้อย 10 แห่ง ทั้งห้องปฏิบัติการที่มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาเซลล์เจ้าบ้านหรือระบบการแสดงออกของยีนทั้งเซลล์พืช จุลินทรีย์ หรือเซลล์สัตว์ ให้มีเครื่องมือและทุนสำหรับบุคลากรและการตีพิมพ์ผลงานวิจัยคุณภาพสูง เพื่อสร้างเส้นทางอาชีพให้บัณฑิต นอกจากนี้ ยังควรสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานการวิจัย หรือการพัฒนาเครือข่าย Biofoundry และการพัฒนาและใช้ประโยชน์ฐานข้อมูลทางชีวภาพในระดับประเทศ

ตัวอย่างกิจกรรมและโครงการสำคัญ (1) (ร่าง) หลักการการจัดตั้งห้องปฏิบัติการหลัก (10 key labs) (2) หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาสังเคราะห์ (หลักสูตรนานาชาติ) วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (3) หลักสูตรระยะสั้น นักชีววิทยาสังเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลด้านอาหารและเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง (4) โครงการการสร้างสาหร่ายสายพันธุ์ใหม่ด้วยนวัตกรรมชีววิทยาสังเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมเพื่อสนับสนุนเป้าหมายการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ของประเทศไทย (5) ข้อเสนอโครงการมันสำปะหลังไทยพันธุ์ใหม่ต้านทานโรคใบด่าง: เพิ่มผลผลิตสู่ความยั่งยืนด้วยเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม สถาบันอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

3) การพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและขยายตลาด เพื่อนำเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพไปสู่การใช้งานจริงในเชิงพาณิชย์ สร้างมูลค่าเศรษฐกิจชีวภาพ

- **การต่อยอดขยายขนาด** เร่งรัดการลงทุนยกระดับโรงงานต้นแบบวิศวกรรมชีวภาพ (bioprocess) ที่ได้มาตรฐาน Good Manufacturing Practice (GMP) และแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety Guideline) และพัฒนาเป็นฐานข้อมูลและเครือข่ายผู้ให้บริการวิจัยออกแบบและผลิต (Contract Development and Manufacturing Organization: CDMO)
- **ระบบสนับสนุนธุรกิจ** สนับสนุนการศึกษาสิทธิ์ทางทรัพย์สินปัญญา การวิเคราะห์ประเมินและเลือกสรรเทคโนโลยีและเลือกกลยุทธ์การได้มาซึ่งทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งอาจใช้ได้หลายวิธีการทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีเอง การซื้อหรือเจรจาขอใช้เทคโนโลยีหรือสิทธิบัตรนั้น (build/buy/borrow) สนับสนุนการลงทุนวิจัยในแพลตฟอร์มเทคโนโลยี (proprietary technology/pre-competitive phase) ตลอดจนการสนับสนุนให้เกิดศูนย์บ่มเพาะธุรกิจเฉพาะทางด้านไบโอเทคโนโลยี ที่มีความร่วมมือกับเครือข่ายผู้ร่วมลงทุน (VC) ระดับสากลที่มีองค์ความรู้กลยุทธ์การลงทุนในธุรกิจเทคโนโลยีและทรัพย์สินทางปัญญา

ตัวอย่างโครงการ โครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบมาตรฐานสำหรับกระบวนการหมักแบบแม่นยำเพื่อส่งเสริม อุตสาหกรรมชีววิทยาสังเคราะห์ในประเทศไทย

ตัวอย่างโครงการริเริ่มอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ: คอนซอร์เทียมพัฒนาเทคโนโลยีปรับปรุงพันธุ์พืช: มันสำปะหลัง เพื่อสร้างความร่วมมือระหว่างนักวิจัยและภาคอุตสาหกรรมในการใช้เทคโนโลยีปรับแต่งจีโนมในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังต้านทานโรคใบด่าง เพิ่มความแข็งแรงให้มันสำปะหลังซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจหลัก สร้างห่วงโซ่อุปทานที่มีเสถียรภาพและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและสังคมไทยในระยะยาว

แนวทางทางเทคนิค

มุ่งเป้าใช้เทคโนโลยี CRISPR-Cas9/Cas12, TIGR-Tas หรือเทคโนโลยีที่ใกล้เคียงอื่น ๆ เพื่อแก้ไขจีโนมเฉพาะของมันสำปะหลังที่ควบคุมความต้านทานโรค CMD สายพันธุ์จะผ่านการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ ในโรงเรือนกระจก และการทดลองภาคสนามแบบควบคุม เพื่อส่งมอบสายพันธุ์ปรับปรุงที่สอดคล้องกับระบบการเกษตร และกฎระเบียบของไทย เข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมและการตลาดภาคเกษตรระดับชาติ ภายในระยะเวลา 3 ปี โดยร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญและสถาบันปรับแต่งจีโนมทั้งในและต่างประเทศ นำเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาปรับใช้และต่อยอดพัฒนาให้เหมาะสมกับบริบทและความต้องการของอุตสาหกรรมในประเทศไทย (Technology Localization) เพื่อแก้ไขข้อจำกัดและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้กับอุตสาหกรรม สร้างรายได้เพิ่มให้กับเกษตรกร และส่งเสริมความสามารถของบุคลากรไทยในด้านเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม

ผลกระทบและประโยชน์ (เบื้องต้น)

- ผลผลิต: ลดการสูญเสียจาก CMD อย่างน้อยร้อยละ 80 และเพิ่มผลผลิตสุทธิร้อยละ 10–30
- การส่งออก: เพิ่มมูลค่าการส่งออกร้อยละ 1 หรือ 1,500 ล้านบาท
- เกษตรกร: เสริมสร้างรายได้และความมั่นคงของเกษตรกรรายย่อยมีกำไรเพิ่มขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 10

ตัวชี้วัด (เบื้องต้น)

1) การปรับแต่งจีโนมมันสำปะหลังพันธุ์ท้องถิ่นที่มีความต้านทานต่อ CMD อย่างน้อย 80% ภายใน 24-36 เดือน
2) การถ่ายทอดพันธุ์ดังกล่าวและเทคโนโลยีสู่เกษตรกรและสถาบันวิจัยไทยโดยผ่านเครือข่ายส่งเสริมและสถาบันปรับปรุงพันธุ์ระดับชาติ

3.2 ยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมอาหารอนาคตของไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เข้าไปสนับสนุนการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตและส่งออกเกษตรอาหารของไทย ให้มีสัดส่วนของสินค้าที่ตอบสนองกับความต้องการของตลาดในอนาคตเพิ่มขึ้น ยกระดับความสามารถทางเทคโนโลยี และกลายเป็นเครื่องยนต์ใหม่ที่สำคัญของอุตสาหกรรมเกษตรอาหารไทย โดยมีเป้าหมายสำคัญที่ต้องบรรลุภายในปี 2570 คือ มูลค่าอุตสาหกรรมอาหารอนาคตเพิ่มขึ้นเป็น 500,000 ล้านบาท และลด GHGs 1 ล้านตัน CO_2eq ตามลำดับ โดยมีข้อเสนอ 3 ประการ ดังนี้

1) การต่อยอดอุตสาหกรรม โดยการวิจัยเพื่อส่งเสริมลงทุนเทคโนโลยีการสกัดขั้นสูงและการขึ้นรูปเพื่อสร้างอุตสาหกรรมกลางน้ำกลุ่มสารประกอบเชิงฟังก์ชันและโปรตีน (Functional ingredients and Proteins) ผ่านการสนับสนุน BOI ในการสรรหาผู้ประกอบการที่มีเทคโนโลยีผลิตส่วนประกอบฟังก์ชันและโปรตีนขั้นสูงดังตัวอย่างข้างต้น เพื่อให้ BOI พิจารณาสิทธิประโยชน์ที่เหมาะสมเพื่อดึงดูดการลงทุนต่อไป

2) การต่อยอดวิจัยและพัฒนา โดยการสร้างคอนซอร์เทียม เพื่อบริหารจัดการเครือข่ายวิจัยและอุตสาหกรรมอาหารอนาคตในกลุ่มสารประกอบเชิงฟังก์ชันและโปรตีน (Functional ingredients and Proteins) ผ่านการสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์และนวัตกรรม

3) การต่อยอดและพัฒนาตลาด โดยการยกระดับมาตรฐานและระบบการรับรองอาหารเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชัน และทดลองระบบการยื่นขอจดแจ้งเพื่อขอกล่าวอ้างเชิงหน้าที่ของสารสำคัญในสินค้าเกษตรและอาหาร ที่มีผลต่อสุขภาพในเชิงบวก (FFC Thailand Sandbox) และการจัดทำบัญชีรายการสารสำคัญ (Positive lists) เพื่อสนับสนุนการขึ้นทะเบียนอาหารอนาคต

ตัวอย่างโครงการริเริ่มอุตสาหกรรมอาหารอนาคต:
กลไกจัดตั้งและบริหารจัดการคอนซอร์เทียมดึงดูดการลงทุนอุตสาหกรรมสารสกัดและโปรตีนขั้นสูง
เพื่อปิดช่องว่างของความสามารถทางเทคโนโลยีดังกล่าวตลอดทั้งห่วงโซ่ โดยเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยจากหลากหลายสาขา กับภาคเอกชนหรือสมาคมการค้าที่เป็นหน่วยงานขับเคลื่อนหลักในห่วงโซ่การผลิต

หน่วยงานรับผิดชอบ: สอวช. สกสว. สวก. บพข. คณะกรรมอาหารแห่งชาติ สมาคมอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

กิจกรรม

1. คัดเลือกและจัดตั้งคอนซอร์เทียมเพื่อเป็นศูนย์กลางการดำเนินงานวิจัยและพัฒนา

- หน่วยงานรัฐและเอกชนร่วมกันร่างเอกสารสำคัญ (Key documents) เพื่อกำหนดแผนการดำเนินงานและตั้งเป้าหมายร่วม (Shared Goals)
- ภาคเอกชนเสนอและจัดหาผู้จัดการกลุ่ม (Consortium Manager) ให้เป็นผู้รับผิดชอบดูแลการดำเนินงาน

2. สรรหาเงินทุนตั้งต้น

- เงินทุนภาครัฐ (Government Funding) สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐาน
- เงินทุนจากภาคอุตสาหกรรม (Industrial Funding 1st Tier Members) สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยี แบ่งปันโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น
- การสนับสนุนในรูปแบบอื่นๆ (Other In-kind Funding) เช่น ทรัพยากร ผู้เชี่ยวชาญและโครงสร้างพื้นฐาน เป็นต้น

3. จัดตั้งกลไกบริหารจัดการ

<u>คณะกรรมการบริหาร (Executive Committee) และคณะกรรมการด้านเทคนิคหรือวิชาการ (Technical Committee)</u>

- กำหนดกลยุทธ์ด้านการลงทุนและเทคโนโลยี (Technology Investment & Research Strategy)
- จัดหาสมาชิกและบริหารทรัพยากร (Membership & Collaboration Agreement)
- วางแผนลำดับความสำคัญของทรัพยากร (Shared Resources)
- ทบทวนตัวชี้วัดและผลกระทบจากการดำเนินงาน (Performance Evaluation & Metrics)
- สนับสนุนการทำงานของผู้จัดการกลุ่ม (Consortium Manager)

<u>ผู้จัดการกลุ่ม (Consortium Manager)</u>

- บริหารสมาชิกและดูแลกิจกรรมหลัก (Governance & Administration)
- บริหารทรัพย์สินทางปัญญา และเผยแพร่ผลลัพธ์งานวิจัย (IP & Benefit-Sharing Framework)
- ตรวจสอบโครงการวิจัยให้สอดคล้องกับเป้าหมาย (Funding & Project Governance)

<u>สมาชิก (Members)</u>

- ทีมวิจัยภาครัฐและเอกชนทำงานร่วมกัน
- ดำเนินการวิจัยและพัฒนา (R&D, Collaboration, Product Development)
- สนับสนุนทรัพยากร ทั้งเงินทุนและทรัพยากรอื่นๆ

4. ประโยชน์และผลกระทบ

กรอบการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพด้วย อววน. พ.ศ. 2569 – 2578 จะช่วยปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมและสร้างโอกาสให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลาง (Hub) ของภาคการผลิตและบริการ อาทิ ศูนย์พัฒนาพันธุ์พืชด้วยเทคโนโลยีจีโนมิกส์และศูนย์เมล็ดพันธุ์ของเอเชีย (Plant Genomics & Seed Hub) ผู้ผลิตสารประกอบเชิงฟังก์ชัน (Functional Ingredients) และโปรตีนทางเลือกระดับโลก ศูนย์การแพทย์จีโนมิกส์และการแพทย์ขั้นสูงของเอเชีย (Genomics & Advanced Medicine Hub) และศูนย์กลางการให้บริการวิจัย ออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพขนาดใหญ่สำหรับภาคอุตสาหกรรม (Contract Development and Manufacturing Organization, CDMO) ซึ่งจะสร้างผลกระทบ**เพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ 1 ล้านล้านบาท เพิ่มการจ้างงานแรงงานทักษะสูง 7,000 ตำแหน่ง ลดต้นทุนและเพิ่มรายได้เกษตรกรร้อยละ 10 ยืดอายุสุขภาพ (Health Span) คนไทยเพิ่มขึ้น 3 ปี และช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHGs) 1 ล้านตัน CO_2eq** อีกทั้ง การดำเนินการส่งเสริมกลุ่มอุตสาหกรรมย่อย ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ และอาหารอนาคต ภายใต้กรอบการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพฯ ยังสร้างผลลัพธ์สำคัญ ดังนี้

- ผลลัพธ์การส่งเสริมชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพของประเทศไทย
  1) กำลังคนด้านชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพจำนวน 1,000 คน
  2) การตีพิมพ์ผลงานวิจัยคุณภาพสูง Field-Weighted Citation Impact (FWCI) มากกว่า 1.3
  3) จำนวนผลงานตีพิมพ์วิชาการเกี่ยวกับชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพติดอันดับ Top 20 ของโลก
  4) ห้องปฏิบัติการและศูนย์วิจัยระดับชาติด้านชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ 10 แห่ง
  5) เจ้าของ 1 IP เทคโนโลยีแพลตฟอร์มหรือกระบวนการสำคัญที่มีการใช้ในอุตสาหกรรมระดับโลก
  6) ผู้ใช้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์หรือวิศวกรรมชีวภาพในการผลิตสินค้าและบริการอย่างน้อย 1,500 บริษัท
  7) 50 สตาร์ทอัพ สัญชาติไทยในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาสังเคราะห์ หรือวิศวกรรมชีวภาพ
  8) โรงงานเทคโนโลยีชีวภาพขั้นสูงครบวงจรสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพ (Contract Development and Manufacturing Organization, CDMO) ที่รับบริการผลิตในประเทศ
  9) บริษัทด้านชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพระดับโลก 3 บริษัท มีถิ่นฐานตั้งอยู่ในประเทศไทย
  10) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพขั้นสูงที่ลงทุนและดำเนินงานโดยภาคเอกชน 1 แห่ง

- ผลลัพธ์การส่งเสริมอาหารอนาคตไทย
  1) ผู้ประกอบการด้านสารสกัดและโปรตีนขั้นสูงของไทย 5 ราย เข้าสู่ห่วงโซ่การผลิตระดับโลก
  2) ดึงดูดการลงทุนจากบริษัทเทคโนโลยีขั้นสูง 5 ราย รวมมูลค่า 3,000 ล้านบาท
  3) รายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น 3 เท่า ภายใน 4 ปี
  4) ผู้ประกอบการมีความสามารถในการผลิตสารสกัดและโปรตีนขั้นสูงที่มีความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 60 ในระดับอุตสาหกรรม
  5) มูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นเป็น 220,000 ล้านบาท
  6) มูลค่าตลาดภายในประเทศเพิ่มขึ้นเป็น 280,000 ล้านบาท

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

(ร่าง)

ยุทธศาสตร์ 10 ปี ชีววิทยาสังเคราะห์

ของประเทศไทย พ.ศ. 2569 – 2578

โดย

กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ

และ

ภาคีเครือข่ายชีววิทยาสังเคราะห์ประเทศไทย

พฤศจิกายน 2568

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร	**3**
บทที่ 1 โอกาสของชีววิทยาสังเคราะห์ต่อเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม	**7**
บทที่ 2 สถานภาพความพร้อมของประเทศไทย	**15**
บทที่ 3 ยุทธศาสตร์ 10 ปี ชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทย 2569-2578	**20**
บทที่ 4 แผนที่นำทางการพัฒนาชีววิทยาสังเคราะห์ของไทยในระยะ 10 ปี	**23**
บทที่ 5 กลไกขับเคลื่อน	**25**
ตัวอย่างโครงการริเริ่มภายใต้ยุทธศาสตร์ฯ	**28**

บทสรุปผู้บริหาร

ชีววิทยาสังเคราะห์ (Synthetic Biology) เป็นเทคโนโลยีอุบัติใหม่ที่สามารถสร้างมูลค่าให้กับเศรษฐกิจไทยได้ราวร้อยละ 3 ของ GDP หรือประมาณ 450,000 ล้านบาท เนื่องจากเป็นแพลตฟอร์มเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับภาคการผลิตในหลายสาขา ตั้งแต่เกษตรและอาหาร เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืช หรือการพัฒนาวัคซีนสัตว์เพื่อลดการใช้สารปฏิชีวนะ การพัฒนาเอนไซม์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ พลังงานหมุนเวียนและวัสดุชีวภาพ ตลอดไปจนถึงการยกระดับบริการด้านเภสัชกรรมและสุขภาพ เช่น การแพทย์จีโนมิกส์ หรือผลิตภัณฑ์การแพทย์ขั้นสูง (Advanced Therapeutic Medicinal Product: ATMP)

แม้ประเทศไทยจะอยู่ในอันดับ 1 ใน 10 ของเอเชียด้านการตีพิมพ์งานวิจัยด้านชีววิทยาศาสตร์ แต่ค่าเฉลี่ยคุณภาพงานวิจัยยังอยู่ในระดับต่ำ (field-weight citation<1.0) แสดงให้เห็นว่าระบบวิจัยด้านชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทยยังคงเผชิญกับความท้าทายหลายประการ เช่น เงินทุนวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพพื้นฐานแต่เดิม ที่ไม่เพียงพอและไม่ต่อเนื่อง (เฉลี่ย 40 ล้านบาทต่อปี) ห้องปฏิบัติการพื้นฐานเพื่อดำเนินกิจกรรม Design-Build-Test-Learn หรือ biofoundry มีการใช้งานที่จำกัดและยังไม่ได้มีการดำเนินงานในรูปแบบของเครือข่ายเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์และการเข้าถึงของนักวิจัย โรงงานต้นแบบวิศวกรรมชีวภาพขยายขนาดที่ไม่เพียงพอและบางแห่งถูกชะลอการก่อสร้าง การขาดการบูรณาการศาสตร์เพื่อคิดค้นและพัฒนาเครื่องมือและเทคโนโลยีใหม่ เช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์ออกแบบวงจรยีนเพื่อพัฒนาเซลล์เจ้าบ้านประสิทธิภาพสูง เป็นต้น

ยุทธศาสตร์ชีววิทยาสังเคราะห์ระยะ 10 ปีของประเทศไทย จึงมุ่งแก้ไขประเด็นเหล่านี้ ผ่าน 3 ยุทธศาสตร์หลัก ได้แก่

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การสร้างระบบนิเวศเพื่อสนับสนุนขีดความสามารถด้านการวิจัยและเพิ่มการใช้ประโยชน์จากภาคอุตสาหกรรม: โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลักดันให้ชีววิทยาสังเคราะห์เป็นเทคโนโลยีเป้าหมายของประเทศ ให้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยอย่างเพียงพอและต่อเนื่อง สร้างความชัดเจนหรืออำนวยความสะดวกในกระบวนการขึ้นทะเบียน สร้างแนวปฏิบัติด้านชีวจริยธรรม (Bioethics) ที่ส่งเสริมการอนุมัติงานวิจัยแต่ไม่ละทิ้งความรับผิดชอบต่อสังคม ตลอดจนการสร้างความร่วมมือกับพันธมิตรในระดับสากลเพื่อดึงดูดการลงทุน และติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและกฎระเบียบอย่างต่อเนื่อง

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การสร้างรากฐานองค์ความรู้: ผ่านการสร้างหลักสูตรปริญญาสหวิทยาการเพื่อต่อยอดบัณฑิตสาขา System Biology และ Metabolic Engineering สู่การใช้ปัญญาประดิษฐ์และชีววิทยาสังเคราะห์ หลักสูตรเพื่อ upskill/reskill ให้กับบุคลากรภาคอุตสาหกรรม รวมไปถึงการสร้างเส้นทางอาชีพให้บัณฑิต โดยสนับสนุนทุนและสร้างความเข้มแข็งให้กับห้องปฏิบัติการหรือศูนย์วิจัยหลัก ให้มีเครื่องมือและทุนสำหรับบุคลากรและการตีพิมพ์ผลงานวิจัยคุณภาพสูง ตลอดจนสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาเครือข่าย Biofoundry และการพัฒนาและใช้ประโยชน์ฐานข้อมูลทางชีวภาพในระดับประเทศ

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมและขยายตลาด: โดยเร่งรัดการลงทุนยกระดับโรงงานต้นแบบวิศวกรรมชีวภาพ (bioprocess) ที่ได้มาตรฐาน GMP และแนวทางปฏิบัติเพื่อความ

ปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety Guideline) พัฒนาเครือข่ายผู้ให้บริการวิจัย ออกแบบและผลิต (Contract Development and Manufacturing Organization: CDMO) สนับสนุนการศึกษาสิทธิ์ทางทรัพย์สินปัญญา การวิเคราะห์ประเมินและเลือกสรรเทคโนโลยีและการได้มาซึ่งทรัพย์สินทางปัญญาที่จำเป็น รวมไปถึงการสนับสนุนให้เกิดศูนย์บ่มเพาะธุรกิจเฉพาะทางด้านไบโอเทคโนโลยี ที่มีความร่วมมือกับเครือข่ายผู้ร่วมลงทุน (VC) ระดับสากลที่มีองค์ความรู้

ทั้งนี้ ได้มีการแปลงยุทธศาสตร์ฯ เป็น***แผนที่นำทางการพัฒนาชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพของไทยในระยะ 10 ปี*** โดย ตั้งเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์เป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะ 1-2 ปี จะมุ่งผลักดันเชิงนโยบายให้หน่วยงานในระบบงบประมาณวิจัย อาทิ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และหน่วยงานให้ทุนที่เกี่ยวข้อง ได้เห็นถึงความสำคัญของชีววิทยาสังเคราะห์ และเกิดการลงทุนในห้องปฏิบัติการ ทุนการศึกษาวิจัยขั้นพื้นฐานและแนวหน้า เช่น การออกแบบวงจรเซลล์ วิศวกรรมเซลล์เจ้าบ้าน ปัญญาประดิษฐ์และแบบจำลอง และโครงสร้างพื้นฐาน GMP การพัฒนาเคสต่างๆ ร่วมกับหน่วยงานเจ้าของกฎหมายเพื่อให้มีแนวปฏิบัติในการขึ้นทะเบียน และร่วมกับกลุ่มอุตสาหกรรมร่วมกำหนดโจทย์การวิจัยสร้างผลกระทบสูง นักวิจัยสร้างและสะสมความเชี่ยวชาญ ในการใช้เครื่องมือปรับแต่งพันธุกรรมประสิทธิภาพสูง เช่น การประยุกต์ใช้ AI และระบบอัตโนมัติในการออกแบบและสร้างองค์ประกอบทางชีวภาพขึ้นมาใหม่ เช่น Protein Synthesis, Gene Circuit, Cell-Free Systems และ CRISPR-based Gene Editing และนำไปสนับสนุนการพัฒนาเซลล์เจ้าบ้าน การปรับปรุงพันธุ์พืช เอนไซม์ หรือการให้บริการในกระบวนการทางชีวภาพ

ระยะ 3-5 ปี มุ่งผลักดันงานวิจัยระดับขยายขนาดให้ประสบความสำเร็จ ควบคู่ไปกับการมีหน่วยบ่มเพาะธุรกิจเทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีการสนับสนุนจากเครือข่ายร่วมลงทุนระดับโลก และมี Biofoundry รวมถึงฐานข้อมูลของประเทศที่พร้อมสำหรับการให้บริการวิจัยพัฒนาชีววิทยาสังเคราะห์ โดยโรงงานต้นแบบที่มีมาตรฐานต้องมีความพร้อมในการให้บริการการหมักแบบแม่นยำ โดยตั้งเป้าให้มีผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จในการทดลองขยายขนาด เช่น mRNA วัคซีน สารประกอบเชิงฟังก์ชัน เคมีภัณฑ์ รวมถึงเกิดธุรกิจบริการวิจัยด้านชีววิทยาสังเคราะห์

ระยะ 5-10 ปี จากการลงทุนอย่างเข้มข้นและต่อเนื่อง ทำให้ประเทศไทยมีระบบนิเวศที่เอื้อกับการพัฒนาและลงทุนในธุรกิจเทคโนโลยีชีวภาพ นักวิจัยจะสามารถพัฒนาเครื่องมือใหม่ๆ และตีพิมพ์ผลงานวิจัยที่มีผลกระทบสูงได้ สามารถจดสิทธิบัตร รวมถึงมีธุรกิจนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ และมีผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์เข้าสู่ตลาด เกิดการลงทุนและขยายตลาดต่อไป

ยุทธศาสตร์และแผนที่นำทางชีววิทยาสังเคราะห์ฯ ฉบับนี้ มีเป้าหมายเพื่อสร้างขีดความสามารถทางเทคโนโลยีให้กับประเทศ ทำให้เกิดกำลังคนระดับสูง 1,000 คน เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศรษฐกิจผ่านกระบวนการผลิตใหม่ ผลิตภัณฑ์ และบริการใหม่ ภาคเกษตรสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือผลผลิตตกต่ำ ประชาชนเข้าถึงผลิตภัณฑ์สุขภาพขั้นสูง ตลอดจนสร้างธุรกิจสตาร์ทอัพและดึงดูดการลงทุนในอุตสาหกรรมแห่งอนาคตให้กับประเทศต่อไป

ทั้งนี้ **ภาคีเครือข่ายชีววิทยาสังเคราะห์ประเทศไทย หรือ SynBio Consortium จะเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อน** แผนที่นำทางและยุทธศาสตร์ให้บรรลุเป้าหมาย โดยปัจจุบันได้ริเริ่มกิจกรรมและโครงการสำคัญภายใต้แผนยุทธศาสตร์ ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การสร้างระบบนิเวศเพื่อสนับสนุนขีดความสามารถด้านการวิจัยและเพิ่มการใช้ประโยชน์จากภาคอุตสาหกรรม

1) การจัดทำและขับเคลื่อนแผนที่นำทางการพัฒนาเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ระยะ 10 ปี
2) การจัดฟอรั่มนานาชาติ (11.11) เพื่อสร้างเครือข่ายระดับชาติและนานาชาติ และเป็นเวทีประชาสัมพันธ์ให้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์เป็นที่รู้จักในวงกว้าง
3) การจัดกิจกรรมแข่งขันออกแบบโปรตีนสำหรับเยาวชนและนักศึกษา Thailand Synbio Challenge 2025 เพื่อสร้างแรงบันดาลใจและการรับรู้ในเทคโนโลยี

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การสร้างรากฐานองค์ความรู้

4) (ร่าง) หลักการการจัดตั้งห้องปฏิบัติการหลัก (10 key labs)
5) หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาสังเคราะห์ (หลักสูตรนานาชาติ) วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6) หลักสูตรระยะสั้น นักชีววิทยาสังเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลด้านอาหารและเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง
7) โครงการการสร้างสาหร่ายสายพันธุ์ใหม่ด้วยนวัตกรรมชีววิทยาสังเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมเพื่อสนับสนุนเป้าหมายการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ของประเทศไทย
8) ข้อเสนอโครงการมันสำปะหลังไทยพันธุ์ใหม่ต้านทานโรคใบด่าง: เพิ่มผลผลิตสู่ความยั่งยืนด้วยเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม สถาบันอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมและขยายตลาด

9) โครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบมาตรฐานสำหรับกระบวนการหมักแบบแม่นยำเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมชีววิทยาสังเคราะห์ในประเทศไทย

ยุทธศาสตร์ 10 ปี ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ ของประเทศไทย พ.ศ. 2569 – 2578

SynBio Consortium
SynBio Consortium
แถลงเปิดตัว สมาชิก 23 หน่วยงาน
โดยมี รมว.อว. เป็นประธาน
เมื่อ 11 พ.ย. 68

ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพเป็นรากฐาน ที่มั่นคงสำหรับนวัตกรรมและการเติบโตที่ยั่งยืนของประเทศ
ประมาณการ: มูลค่ารวมของอุตสาหกรรมชีวภาพ 3% ของ GDP (450,000 ล้านบาท)

ขีดความสามารถ
2,000 กำลังคนด้าน Syn/EngBio
ค่าเฉลี่ย Field-weight citation มากกว่า 1.3
จำนวนงานวิจัยตีพิมพ์ Top 20 ของโลก
1 IP เทคโนโลยีแพลตฟอร์มที่มีการใช้ในอุตฯ ระดับโลก

กระบวนการ, ผลิตภัณฑ์และบริการ
เกษตร: ลักษณะพืช/ปุ๋ยชีวภาพ/สารกำจัดศัตรูพืชชีวภาพ
อาหาร: ส่วนประกอบและอาหารเชิงฟังก์ชั่น
การแพทย์: การแพทย์ชีวภาพในมนุษย์และสัตว์
พลังงานและเคมี: เคมีชีวภาพ, วัสดุชีวภาพ, เอนไซม์

บริษัทและผู้ใช้
1,500 บริษัทผู้ใช้ประโยชน์
50 สตาร์ทอัพ
3 บริษัท Syn/EngBio ระดับโลก
1 ศูนย์วิจัยภาคเอกชน

S2: สร้างรากฐานองค์ความรู้

ทักษะกำลังคน
- หลักสูตรปริญญาสหวิทยาการ (Degree)
- ทุนการศึกษา ทุนวิจัย และการแข่งขัน เพื่อดึงดูดบุคลากร (Scholarship)
- หลักสูตรระยะสั้นด้านชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ (Non-Degree)

ระบบการวิจัย
- ศูนย์วิจัยหลัก ที่มีการให้ทุนวิจัยและอุปกรณ์สำหรับงานวิจัยขั้นแนวหน้า (Frontier Research) และมีเส้นทางวิชาชีพที่ชัดเจน
- National Biofoundry ของประเทศไทย
- บริการฐานข้อมูลทางชีวภาพสำหรับนักวิจัย

S3: พัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมและขยายตลาด

การต่อยอดขยายขนาด
- โครงสร้างพื้นฐานขยายขนาด ที่ผ่านมาตรฐาน GMP + GMO
- เครือข่าย CDMO
- โครงการสนับสนุนทรัพย์สินทางปัญญาและการศึกษาสิทธิ์ในการทำการ (Freedom to Operate)

ระบบสนับสนุนธุรกิจ
- ทุนวิจัยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน
- ศูนย์บ่มเพาะธุรกิจด้านเทคโนโลยีชีวภาพ
- การวิเคราะห์ประเมินเทคโนโลยีและการเลือกสรรโดยใช้กลยุทธ Build/Buy/Borrow
- การสนับสนุนเรื่องการขยายตลาดโดยมีการเข้าร่วมกับผู้ร่วมลงทุน (VC) ต่างชาติ

S1: สร้างระบบนิเวศเพื่อสนับสนุนขีดความสามารถด้านการวิจัยและเพิ่มการใช้ประโยชน์จากภาคอุตสาหกรรม

นโยบายและงบประมาณ
- ประกาศให้ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพเป็นเทคโนโลยีเป้าหมายของชาติ
- จัดสรรทุนต่อเนื่องและสนับสนุนเป้าหมายระดับชาติโดยอาจมีโครงการร่วมลงทุนกับต่างชาติ
- จัดตั้งกลไกการกำกับดูแลและขับเคลื่อนระดับชาติประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างมีเอกภาพ

การรับรู้ของสังคม
- การจัดกิจกรรมที่ครอบคลุมและเน้นการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนและประชาสังคม
- งานสัมมนาวิชาการระดับนานาชาติ

กฎระเบียบและมาตรฐาน
- พัฒนาแนวปฏิบัติด้านการลงทะเบียนกระบวนการและผลิตภัณฑ์
- พัฒนาแนวปฏิบัติด้านชีวจริยธรรม (Bioethics)
- แพลตฟอร์มสนับสนุนกฎระเบียบข้อบังคับด้าน Genome Editing
- สร้างเครือข่ายการตรวจสอบมาตรฐานห้องแลบกับนานาชาติ
- มีส่วนร่วมในการตั้งมาตรฐานระดับนานาชาติ

ความร่วมมือนานาชาติ
- ดึงดูดบริษัท Syn/EngBio ต่างชาติให้เข้ามาลงทุน
- โครงการร่วมกับเครือข่าย Syn/EngBio นานาชาติ

บทที่ 1
โอกาสของชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพต่อเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม

1.1 โอกาสในระดับโลก

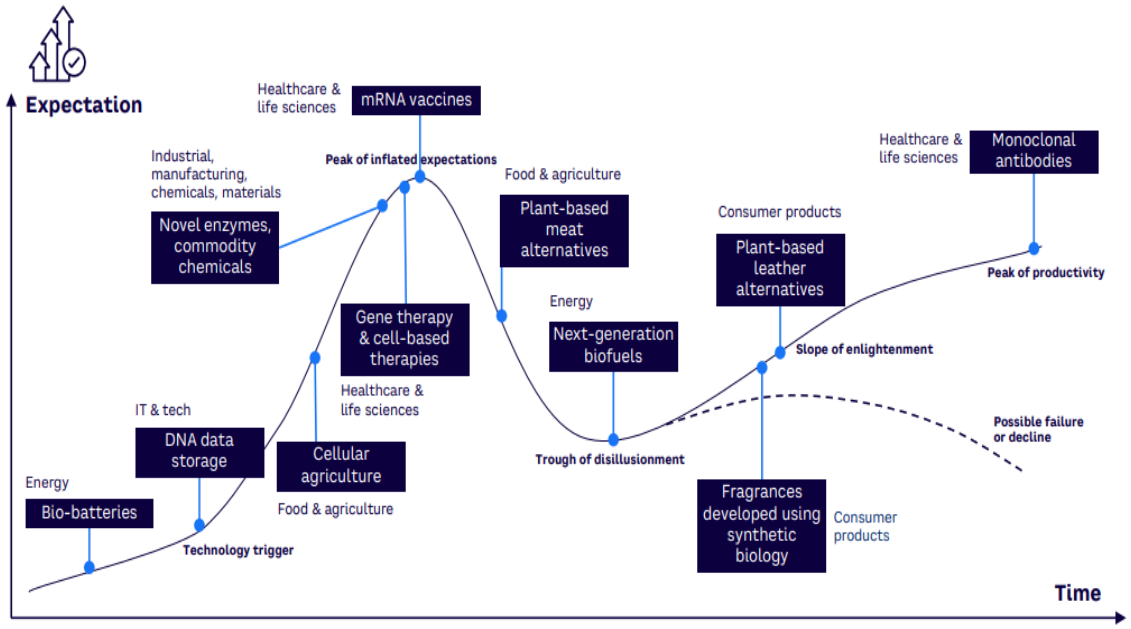
คาดการณ์ว่าตลาดผลิตภัณฑ์ชีววิทยาสังเคราะห์จากทั่วโลกจะสร้างมูลค่าเศรษฐกิจรวมสูงถึงหนึ่งในสามของ GDP ของโลก Alliance Bernstien (2021) ประเมินว่าเทคโนโลยีนี้มีศักยภาพผลกระทบได้สูงถึง 1.7-3.4 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ ทั้งนี้สาขาเศรษฐกิจที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบสูง ได้แก่ สาขาด้านสุขภาพ รองลงมาได้แก่ สาขาการเกษตร ประมง และอาหาร และสาขาที่เกี่ยวข้องการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคและสาขาบริการ[1] โดยมีปัจจัยหนุนคือการลงทุนทั่วโลกที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ ที่เติบโตอย่างรวดเร็ว จาก 532 ล้านเหรียญสหรัฐในปี พ.ศ. 2552 เพิ่มเป็น 7,800 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2564 โดยร้อยละ 37 เป็นการลงทุนในสาขาสุขภาพและยา รองลงมาได้แก่ สาขาอาหารและโภชนาการ และสาขาเกษตร

ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ของต่างประเทศ

สาขา	รูปแบบการใช้ประโยชน์
เกษตร	• การปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะที่ต้องการ เช่น ให้ผลผลิตสูง ทนต่อโรค และแมลง • การพัฒนาแบคทีเรียให้มีคุณสมบัติช่วยให้พืชสามารถใช้ประโยชน์จากปุ๋ยได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รวมถึงสร้างภูมิคุ้มเพื่อป้องกันแมลงและโรค • การพัฒนาวิธีการทางชีวภาพเพื่อฟื้นฟูและปรับสภาพดินที่เปื้อนสารเคมีตกค้าง เช่น ไกลโฟเสต • การพัฒนาสารชีวภาพในการกำจัดศัตรูพืช
อาหาร	• เนื้อสัตว์จากการเพาะเลี้ยง (cultured meat) เช่น เนื้อวัว เนื้อไก่ เนื้อเป็ด • การพัฒนาสารปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น nootkatone, valencene, vanillin and L-arabinose • ผลิตภัณฑ์นมจากกระบวนการหมักด้วยการใช้จุลินทรีย์ • กระบวนการผลิตอาหารที่ใช้พลังงานต่ำ
วัสดุคอมโพสิตชีวภาพ	• การผลิตหนังชีวภาพจากยีสต์ หรือรา • การผลิตเส้นใยด้วยการพัฒนาให้จุลินทรีย์มีคุณสมบัติพิเศษ • การพัฒนาจุลินทรีย์เปลี่ยนมีเทนเป็นพลาสติกชีวภาพ
เคมีชีวภาพ	• การพัฒนากระบวนการผลิตสารเคมีหรือส่วนประกอบทางเคมีจากพืช หรือของเสียแทนการผลิตจากปิโตรเลียม เช่น bio-BDO
สุขภาพและการแพทย์	• การพัฒนาวัคซีน เช่น โควิด-19 • ผลิตภัณฑ์ biologicals • ผลิตภัณฑ์แอนติบอดี้ • ผลิตภัณฑ์ cell-free sensors • การออกแบบโครงสร้างโมเลกุลเพื่อควบคุมปริมาณกลูโคสในเลือดสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน
พลังงาน	• เชื้อเพลิงชีวภาพที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ติดลบ • เชื้อเพลิงชีวภาพที่ใช้เทคโนโลยีดักจับคาร์บอน

ที่มา : François Candelon et.al. (2022) , Lanteng Wang, Xin Zang, Jiahai Zhou (2022)

[1] Alliance Bernstien, (2021) The Synthetic Biology Revolution: Investing in the Science of Sustainability. https://www.alliancebernstein.com/corporate/en/insights/investment-insights/the-synthetic-biology-revolution.html



วัฏจักรของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ (Gartner-hype cycle)

ที่มา : Arthur D Little, 2024

เมื่อนำตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์มาจัดตาม Gartner-hype cycle จำแนกตามสาขา สามารถสรุปได้ดังนี้

สาขาสุขภาพและชีววิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้โมโนโคนอลแอนติบอดีเป็นเทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ขณะที่การรักษาโรคด้วยการใช้ยีนบำบัดเป็นเทคโนโลยีที่เริ่มมีการนำเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์มาปรับใช้มากขึ้น

สาขาอาหารและการเกษตร เช่น การผลิตเนื้อสัตว์จากการเพาะเลี้ยงเซลล์ด้วยเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์มีการนำมาปรับใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตสินค้าเกษตรและอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของประชากรโลกภายใต้การมีอยู่อย่างจำกัดของทรัพยากร

สาขาอุตสาหกรรมการผลิต เคมีภัณฑ์ และวัสดุ เช่น การพัฒนาเอนไซม์ชนิดใหม่สำหรับอุตสาหกรรมปลายน้ำ และสารเคมีที่ใช้ในการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์อยู่ในช่วงที่ตลาดเติบโตเป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย ส่วนหนึ่งเกิดจากความร่วมมือกับระหว่างบริษัทผู้ซื้อ (เช่น Unilever) และบริษัทผู้พัฒนาเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์

สาขาสินค้าอุปโภค บริโภค ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีการนำเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์มาใช้ประโยชน์และผู้บริโภคมีความเข้าใจและเห็นประโยชน์รวมถึงเป็นเทคโนโลยีที่สามารถตอบโจทย์ความยั่งยืนให้กับผู้บริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง เช่น การผลิตหนังที่ผลิตจากพืช

สาขาพลังงาน การนำเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์มาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพเริ่มลดบทบาทลงเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงแหล่งพลังงานขนส่งไปสู่พลังงานรูปแบบอื่น เช่น ไฟฟ้า แต่ยังคงมีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพรุ่นต่อไปที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้หรือในกระบวนการผลิตที่เกิดผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ร่วมด้วย รวมไปถึงการพัฒนาเพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องบิน และการขนส่งที่ไม่สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าได้

สาขาไอทีและเทคโนโลยี อยู่ในช่วงเริ่มต้นของความร่วมมือระหว่างผู้พัฒนาเทคโนโลยี เช่น Twist, Microsoft, Illumina, Dell) และบริษัทผู้พัฒนาเทคโนโลยีด้านชีววิทยาสังเคราะห์ที่มีการพัฒนาเครื่องมือเพื่ออำนวยความสะดวกในการวิจัยและให้ความสำคัญในการจัดเก็บข้อมูล DNA เพิ่มมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์จะได้รับการคาดหมายว่าจะเป็นเทคโนโลยีที่สร้างผลกระทบสูงทั้งในเชิงเศรษฐกิจ และสังคมก็ตาม แต่มีประเด็นท้าทายส่งผลต่อการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดังกล่าวที่สำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ 1) ทักษะและขีดความสามารถของที่สำคัญของผู้ใช้ประโยชน์ 2) ความสามารถในการกำหนดมาตรฐาน เครื่องมือรวมถึงความสามารถในการวัด และความรู้พื้นฐานเพื่อการพัฒนาต่อยอด 3) การสนับสนุนด้านงบประมาณทั้งการวิจัยและการลงทุนทางธุรกิจ 4) การยอมรับของสังคม ประเด็นทางจริยธรรม และความเป็นส่วนตัว และ 5) ความท้าทายในการผลิตระดับขยายขนาดและการผลิตในระดับอุตสาหกรรมให้มีต้นทุนที่แข่งขันได้

1.2 โอกาสของประเทศไทย

การผลิตผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศในเชิงพาณิชย์ถือว่าเป็นเรื่องใหม่ในประเทศไทย และยังไม่มีการจัดเก็บข้อมูลไว้อย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ บวท. สามารถชี้ให้เห็นโอกาสและศักยภาพในการลงทุนเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยมุ่งเน้นสาขาที่ประเทศไทยเริ่มมีการลงทุนแล้ว หรือมีความพร้อมของเทคโนโลยีแล้วในต่างประเทศเป็นอันดับแรก ดังนี้

อุตสาหกรรมเกษตร

เกษตรเป็นฐานของความมั่นคงทางด้านอาหาร และเป็นแหล่งสร้างรายได้ของประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ การนำเทคโนโลยีด้านชีววิทยาสังเคราะห์มาใช้เพื่อยกระดับการพัฒนาการเกษตรของประเทศไทยเป็นไปในทิศทางเดียวกับทิศทางของโลก กล่าวคือ การนำมาใช้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช สัตว์เพื่อให้มีคุณสมบัติที่ต้องการ เช่น การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การใช้ประโยชน์จากคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างผลผลิต การใช้ประโยชน์จากปัจจัยการผลิต (ปุ๋ย น้ำ) ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การพัฒนาปัจจัยการผลิต

เพื่อการปรับปรุงบำรุงดินโดยการออกแบบให้แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน[2] การพัฒนาวัคซีน และการผลิตสารเสริมสุขภาพสัตว์ เป็นต้น

สถานภาพของธุรกิจเกษตรและเป้าหมายการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์

ประเภทกิจการ	จำนวนบริษัท (ราย)	รายได้ (ล้านบาท)	ตัวอย่างหรือศักยภาพการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์
เมล็ดพันธุ์ และส่วนขยายพันธุ์	970	18,700	• พันธุ์พืชที่ต้านทานต่อโรคและแมลง • พันธุ์พืชที่ต้านทานสารปราบวัชพืช • พันธุ์พืชที่มีคุณสมบัติที่ดี เช่น มันสำปะหลังปริมาณไซยาไนด์ต่ำ • พันธุ์พืชที่มีช่วยลดการสูญเสียระหว่างการเก็บเกี่ยวหรือหลังการเก็บเกี่ยว • พันธุ์พืชที่นำคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสร้างการเติบโต • พันธุ์พืชที่สามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากร (น้ำ ปุ๋ย) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ปุ๋ยเคมี	1,018	90,900	• สารบำรุงพืชชีวภาพ
ยาปราบศัตรูพืชและเคมีภัณฑ์อื่น ๆ เพื่อการเกษตร	254	50,800	• สารกำจัดศัตรูพืชชีวภาพ
อาหารสัตว์	391	552,450	• สารเสริมอาหาร
เภสัชภัณฑ์และเวชภัณฑ์สัตว์	7,240	200,000	• ไพรไบโอติกส์ • วัคซีนสัตว์

ที่มา : ประเมินจากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และกรมพัฒนาธุรกิจการค้า

อุตสาหกรรมอาหาร

อาหารที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ที่จำหน่ายในเชิงพาณิชย์แล้ว คือ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (cultured meat) เนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวร่นระยะเวลาการผลิตเนื้อสัตว์ให้เหลือเพียง 5-7 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับการผลิตเนื้อวัวที่ใช้เวลานานถึง 112 สัปดาห์ ในเชิงเปรียบเทียบ cultured meat สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการเลี้ยงปศุสัตว์ประเภทอื่น ไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรอาหารและน้ำ พื้นที่เลี้ยง รวมถึงปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) น้อยกว่าการเลี้ยงปศุสัตว์ประเภทอื่น 5-20 เท่า Krungthai COMPASS (2565)[3] คาดว่า ในปี พ.ศ. 2573 ตลาด cultured Meat ของประเทศไทยจะมีมูลค่าประมาณ 2.5 พันล้านบาท โดยมีส่วนแบ่งตลาดประมาณร้อยละ 3 ของมูลค่าตลาดเนื้อสัตว์ของไทย อย่างไรก็ดี ความท้าทายสำคัญ คือต้นทุนการผลิตที่สูง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์บริษัทเอกชนชั้นนำด้านอาหาร ที่ระบุว่าบริษัทยังไม่พร้อมที่จะลงทุนในเทคโนโลยีดังกล่าวในเวลานี้

[2] Len Calderone.(2020).Synthetic Biology in Agriculture. https://www.agritechtomorrow.com/article/2020/10/synthetic-biology-in-agriculture/12419/

[3] Krungthai COMPASS.(2565). ทำความรู้จัก Cultured meat แหล่งโปรตีนใหม่แห่งโลกอนาคต.

เนื่องจากตลาดยังมีขนาดค่อนข้างเล็ก แต่จะเริ่มต้นด้วยการนำเข้าผลิตภัณฑ์เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ทางการตลาด นอกจากนี้ ผู้ประกอบการไทยมีโอกาสพัฒนาต่อยอดใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดังกล่าว

ประเภทกิจการ	จำนวนบริษัท (ราย)	รายได้ (ล้านบาท)	ตัวอย่างหรือศักยภาพการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์
เนื้อสัตว์	1,662	491,000	• การผลิตเนื้อสัตว์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
น้ำนมดิบ	62	61,125	• การผลิตนมเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
ผลิตภัณฑ์นม	418	117,000	• ผลิตภัณฑ์นมเพื่อสุขภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
ซอสและเครื่องปรุงรส	290	38,620	• การพัฒนาสารให้กลิ่นรส

ที่มา : ประเมินจากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และกรมพัฒนาธุรกิจการค้า

อุตสาหกรรมพลังงานชีวภาพ

อุตสาหกรรมพลังงานมีมูลค่ารวมกว่า 4 ล้านล้านบาท โดยเป็นรายได้ที่เกิดจากการนำเข้าน้ำมันดิบเพื่อมากลั่นเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปต่าง ๆ ตามความความต้องการของตลาด การนำเข้าพลังงานมีสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 60 ของความต้องการใช้พลังงานภายในประเทศและการนำเข้าพลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ประเทศไทยมีผลผลิตทางการเกษตรและของเสียในกระบวนการผลิตจำนวนมากที่เอื้อต่อการนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน จึงเป็นที่มาของการจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนโดยมีเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนเป็นร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานขั้นต้นเมื่อสิ้นสุดแผน (พ.ศ. 2580) ไม่เพียงแต่อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพจะสามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ แต่ยังรวมถึงผู้ประกอบการผลิตน้ำมันที่มีโอกาสสร้างการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจากกระบวนการกลั่นน้ำมันที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากด้วย

สถานภาพของธุรกิจเชื้อเพลิงชีวภาพและเป้าหมายการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์

ประเภทกิจการ	จำนวนบริษัท (ราย)	รายได้ (ล้านบาท)	ตัวอย่างหรือศักยภาพการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์
เอทานอล	27	45,000	• การพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้ผลผลิตสูงขึ้น
ไบโอดีเซล	14	47,000	• การพัฒนาคุณภาพของผลผลิตไบโอดีเซลให้สูงขึ้นเพื่อไปสู่การเป็นเชื้อเพลิงของเครื่องบิน

ประเภทกิจการ	จำนวนบริษัท (ราย)	รายได้ (ล้านบาท)	ตัวอย่างหรือศักยภาพการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์
น้ำมัน	149	4,154,000	• การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์[4]

ที่มา : ประเมินจากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และกรมพัฒนาธุรกิจการค้า

อุตสาหกรรมวัสดุและเคมีชีวภาพ

การส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมวัสดุชีวภาพและเคมีชีวภาพเพื่อเป็นกลไกสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตรที่ประเทศไทยมีอยู่มากโดยใช้วิทยาการความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรไปสู่ผลิตภัณฑ์สารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่มีมูลค่าเพิ่มสูง และตอบรับตลาดที่ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ร้อยละ 90 ของผลิตภัณฑ์เคมีที่ใช้ปิโตรเลียมเป็นวัตถุดิบสามารถเปลี่ยนมาใช้วัตถุดิบจากชีวภาพได้ โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์จะส่งผลต่อการร่นระยะเวลาและต้นทุนการผลิตลง รวมถึงได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษตรงตามความต้องการของตลาดและมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ประเภทกิจการ	จำนวนบริษัท (ราย)	รายได้ (ล้านบาท)	ตัวอย่างหรือศักยภาพการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์
การผลิตเคมีภัณฑ์อินทรีย์ขั้นมูลฐาน	346	44,700	• การพัฒนาให้สารเคมีมีคุณสมบัติพิเศษ/เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
การผลิตเส้นใยประดิษฐ์	91	82,300	• การพัฒนาเส้นใยให้มีคุณสมบัติพิเศษ/เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
การผลิตเม็ดพลาสติก	677	490,600	• การพัฒนาเม็ดพลาสติกให้มีคุณสมบัติย่อยสลายได้

ที่มา : กรมพัฒนาธุรกิจการค้า

อุตสาหกรรมการแพทย์และสุขภาพ

ในต่างประเทศเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์นำมาใช้เป็นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์และสุขภาพมากที่สุด สำหรับประเทศไทยยังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา เป็นต้นว่า

การประยุกต์ใช้จีโนมิกส์ในทางการแพทย์เป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน การแพทย์จีโนมิกส์ (Genomics medicine) เป็นนวัตกรรมการบริการทางการแพทย์ที่นำข้อมูลพันธุกรรมเฉพาะบุคคล (genome data) ข้อมูลทางคลินิก ข้อมูลทางสุขภาพอื่น ๆ รวมถึงข้อมูลสภาพแวดล้อมของผู้ป่วยมาใช้ในการวินิจฉัย รักษา และทำนายปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรค การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลเหล่านี้นำมาซึ่งแนวทางการรักษาที่ตรงจุด แม่นยำและเหมาะสม

[4] Brooke Van Zandt.(2023).NREL Launches Synthetic Biology Project To Advance Biofuel Discovery Technologies With LanzaTech, Northwestern, and Yale. https://www.nrel.gov/news/program/2023/nrel-launches-synthetic-biology-project-to-advance-biofuel-discovery-technologies-with-lanzatech-northwestern-and-yale.html

กับผู้ป่วย หลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร แคนาดา ได้มีการนำการแพทย์จีโนมิกส์ไปใช้รักษาผู้ป่วยได้สำเร็จ โดยเฉพาะการรักษาผู้ป่วยโรควินิจฉัยยาก โรคมะเร็งบางชนิด นอกจากนั้น ยังมีการนำการแพทย์จีโนมิกส์เข้าสู่ระบบสุขภาพของประเทศเป็นที่เรียบร้อยเพื่อให้ประชากรทั่วประเทศสามารถเข้าถึงการรักษาด้วยการแพทย์จีโนมิกส์ได้

สำหรับประเทศไทยมีการดำเนินโครงการจีโนมิกส์ประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและสร้างฐานข้อมูลพันธุกรรมขนาดใหญ่ของคนไทยที่ได้จากโครงการถอดรหัสพันธุกรรมทั่วจีโนมของประชากรไทยจำนวน 50,000 ราย เพื่อให้นักวิจัยได้ใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการศึกษาวิจัยในอนาคตที่เกี่ยวกับสุขภาพของคนไทย ทำให้ประชาชนได้รับการวินิจฉัย การรักษาอย่างจำเพาะและมีประสิทธิภาพ ตลอดจนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นซึ่งถือเป็นฐานสำคัญ ในการต่อยอดใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์

สถานภาพของธุรกิจด้านการแพทย์และสุขภาพ และเป้าหมายการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์

ประเภทกิจการ	จำนวนบริษัท (ราย)	รายได้ (ล้านบาท)	ตัวอย่างหรือศักยภาพการใช้ประโยชน์ เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์
โรงพยาบาล	923	310,000	• การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการแพทย์แม่นยำ • การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการมีสุขภาพที่ดี (wellness)
โรงพยาบาลเฉพาะทาง	177	5,200	
คลินิกเฉพาะทาง	2,189	22,800	

ที่มา : กรมพัฒนาธุรกิจการค้า

มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทย เป็นการประเมินโดยอาศัยข้อมูล 4 มิติ ได้แก่ 1) ขนาดของตลาดและโอกาสในการเข้าสู่ตลาดของผู้ประกอบการ 2) จุดแข็งของประเทศหรือผู้ประกอบการ (วัตถุดิบ ความเชี่ยวชาญ) 3) ระดับความพร้อมด้านเทคโนโลยี (เทคโนโลยีในระดับต้นแบบหรือมีการผลิตและจำหน่ายในตลาดแล้ว) และ 4) ความคุ้มค่าในการลงทุน (เงินลงทุน ผลตอบแทน ระยะเวลาการคืนทุน สร้างความมั่นคงให้กับประเทศ) ซึ่งเป็นการอ้างอิงจากข้อมูลทุติยภูมิร่วมกับความเห็นของผู้ประกอบการที่สัมภาษณ์ และผู้ร่วมประชุมรับฟังความคิดเห็นต่อโครงการฯ เมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2567

ทั้งนี้ ในเบื้องต้นประเมินได้ว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ใน 10 ปีข้างหน้ามีมูลค่าต่ำสุด 324,000 ล้านบาทและอาจมีศักยภาพมากที่สุด 634,000 ล้านบาท คิดเป็น ร้อยละ 2-4 ของมูลค่า GDP ตามลำดับ โดยสาขาที่คาดว่าจะได้รับประโยชน์สูง ได้แก่ 1) สาขาเกษตร 2) เคมีชีวภาพและวัสดุชีวภาพ และ 3) สุขภาพและการแพทย์ และ 4) อาหาร

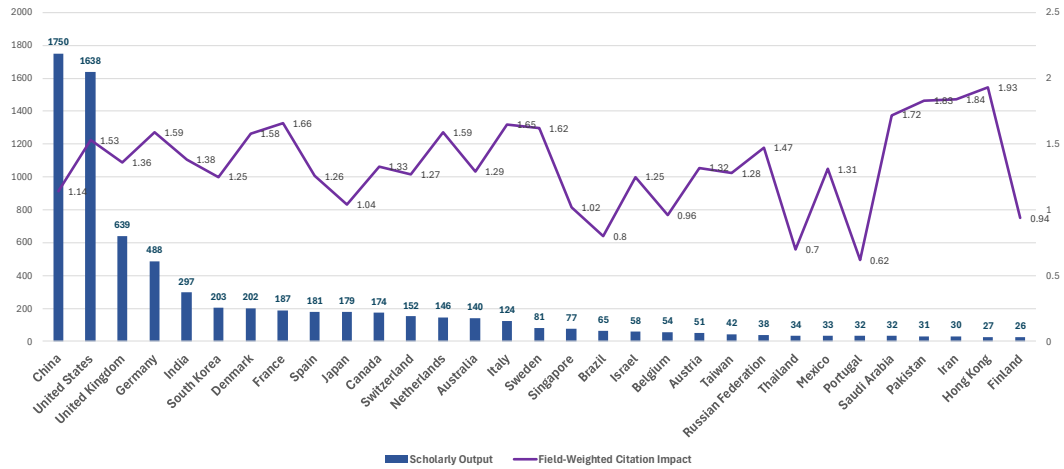
มูลค่าทางเศรษฐกิจที่คาดว่าจะเกิดจากการประยุกต์ใช้ synthetic biology ใน 10 ปีข้างหน้า

	ต่ำสุด (ล้านบาท)	มากที่สุด (ล้านบาท)
เกษตร • ผลผลิตเกษตร • สารปรับปรุงบำรุงดิน สารกำจัดศัตรูพืช • อาหารสัตว์ (สารเสริมสุขภาพ)	100,000 (0.1% ของตลาดโลก) 7,000 (5% ของตลาดในประเทศ) 15,000 (5% ของตลาดในประเทศ)	200,000 (0.2% ของตลาดโลก) 14,000 (10% ของตลาดในประเทศ) 30,000 (10% ของตลาดในประเทศ)
อาหาร (อาหารฟังก์ชัน/สารอาหารฟังก์ชัน)	58,000 (1% ของตลาดโลก)	116,000 (2% ของตลาดโลก)
สุขภาพ การแพทย์ (API, Biobetter, วัคซีน, การแพทย์แม่นยำ)	50,000 (1% ของตลาดอาเซียน)	150,000 (3% ของตลาดอาเซียน)
เคมีชีวภาพและวัสดุชีวภาพ (Special chemical & new enzymes, Biomaterial)	32,000 (0.2% ของตลาดโลก)	160,000 (0.9% ของตลาดโลก)
พลังงานชีวภาพ (เชื้อเพลิงชีวภาพ น้ำมันเครื่องบิน)	5,000 (5% ของตลาดในประเทศ)	20,000 (10% ของตลาดโลก)
รวม	**324,000**	**634,000**

บทที่ 2
สถานภาพความพร้อมของประเทศไทย

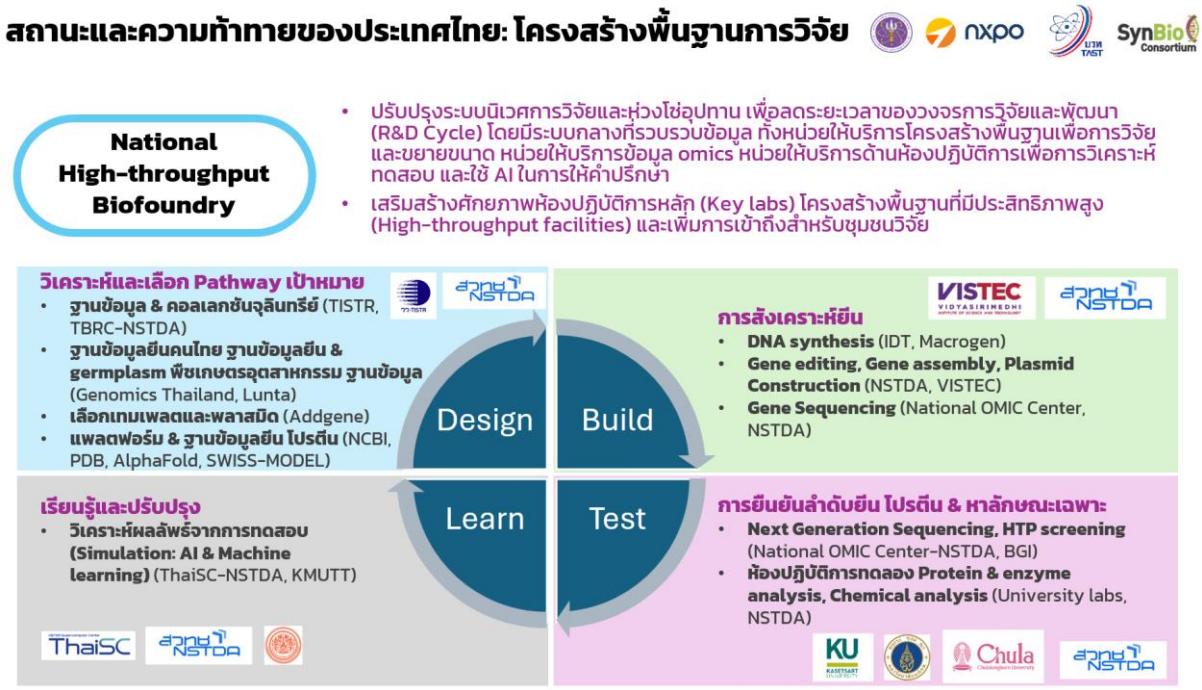
2.1 ศักยภาพด้านงานวิจัยของประเทศไทย

- **คุณภาพงานวิจัยด้านชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ**: ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 2 ของอาเซียน อันดับที่ 7 ของเอเชีย และ อันดับ 24 ของโลก โดยมีการปรับปรุงขึ้น 7 อันดับในช่วงสิบปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม ค่า Field-Weighted Citation Impact (FWCI) อยู่ที่ 0.7 ซึ่งยังคงต่ำกว่า 1.0 ซึ่งบ่งชี้ว่าคุณภาพของงานวิจัยยังคงต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมทั้งปริมาณและคุณภาพ
- **หัวข้อการวิจัยที่เป็นจุดแข็งและจุดอ่อน**: ประเทศไทยมีความเชี่ยวชาญด้าน metabolic engineering และ pathway engineering ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญของชีววิทยาสังเคราะห์ แต่ยังขาดการพัฒนาเครื่องมือขั้นสูงควบคู่กันไป เช่น genome editing, gene circuit, cell-free system, machine learning และ AI ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับชีววิทยาสังเคราะห์ แพลตฟอร์มสหวิทยาการเพื่อส่งเสริมความร่วมมือระหว่าง system biologist, computational scientist และ bioprocess engineer จะช่วยให้นักวิจัยได้พัฒนางานในสาขาที่ยังขาดอยู่ได้
- **การลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา**: งบประมาณการวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพในช่วง 5 ปีที่ผ่านมามีมูลค่า 200 ล้านบาท โดยมีโปรแกรมธัชวิทย์ ของหน่วยบริหารจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคน และทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม ที่มีลักษณะการให้ทุนแบบคอนซอร์เทียมวิจัย อย่างไรก็ตาม การลงทุนในประเทศไทยยังถือว่าน้อยเมื่อเทียบกับประเทศชั้นนำ เช่น สหราชอาณาจักร ที่ลงทุนมากกว่า 91,240 ล้านบาทภายในระยะเวลา 10 ปี
- ประเทศที่มีผลงานตีพิมพ์นานาชาติที่เกี่ยวข้องกับ synthetic biology มากที่สุด 31 อันดับของโลก และค่า Field-Weighted Citation Impact จากฐานข้อมูล Scival ระหว่างปี ค.ศ. 2018 - 2024



2.2 โครงสร้างพื้นฐาน

- **โครงสร้างพื้นฐานเพื่อการวิจัย**: ประเทศไทยมีโครงสร้างพื้นฐานด้าน high throughput และ bioinformatic อยู่บ้าง อย่างไรก็ตาม ยังไม่ได้มีการบริหารจัดการในลักษณะของ National Biofoundry ซึ่งรวมศูนย์ให้มีการทำงานหรือให้บริการที่ครบกระบวนการของ Design Build Test Learn ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาของวงจรการวิจัยและพัฒนา (R&D Cycle)



- **การขยายขนาดการผลิต**: ปัจจุบันมีโรงงานต้นแบบและโรงงานขยายขนาด (Scale-up Facility) ตั้งแต่ 300L - 180,000L ที่ลงทุนโดยภาครัฐและเอกชน บางส่วนยังคงอยู่ระหว่างการก่อสร้าง และบางส่วนได้ถูกชะลอการก่อสร้างไป เช่น EECi Biopolis ทั้งนี้ โครงสร้างพื้นฐานที่ได้มาตรฐาน GMP และปฏิบัติตามแนวทางความปลอดภัยทางชีวภาพมีเพียง 1 แห่ง คือ Biotech Bioprocessing Facility ของ สวทช. แต่กำลังการผลิตไม่เพียงพอ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการลงทุนเพื่อยกระดับโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ให้รองรับการทำงานด้านชีววิทยาสังเคราะห์อย่างเพียงพอ เพื่อให้นักวิจัยและสตาร์ทอัพสามารถเร่งพัฒนานวัตกรรมออกสู่ตลาดได้

สถานะและความท้าทายของประเทศไทย

- จำเป็นต้องปรับปรุงมาตรฐาน GMO+GMP/CDMO และเพิ่มการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานกระบวนการผลิตระดับขยายขนาด (scale-up facilities) เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์
- เพิ่มกำลังคน นักวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ (Bioprocess Engineering)

ภาครัฐและภาคเอกชนได้ลงทุนใน ศูนย์พัฒนากระบวนการผลิตระดับขยายขนาด (scale-up facilities) และบริการที่เกี่ยวข้อง ซึ่งช่วยผลักดันการวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพไปสู่การพาณิชย์

	<500L	1,000-5,000L	5,000-50,000L	>100,000L
GMO & GMP	BBF-NSTDA (300L)	BBGI-FirmBox (750L)	EECI (5,000-15,000L)	BBGI-FirmBox (180,000-1ML)
GMP	ICPIM2-TISTR (300L)	NBF-KMUTT (2,000L)		
Non-GMP Non-GMO	FTC-KU-Betagro (300L)	Saraburi-CU (3,000L)	-	ICPIM1-TISTR (115,000L)
	IBGE-CU (300L)			

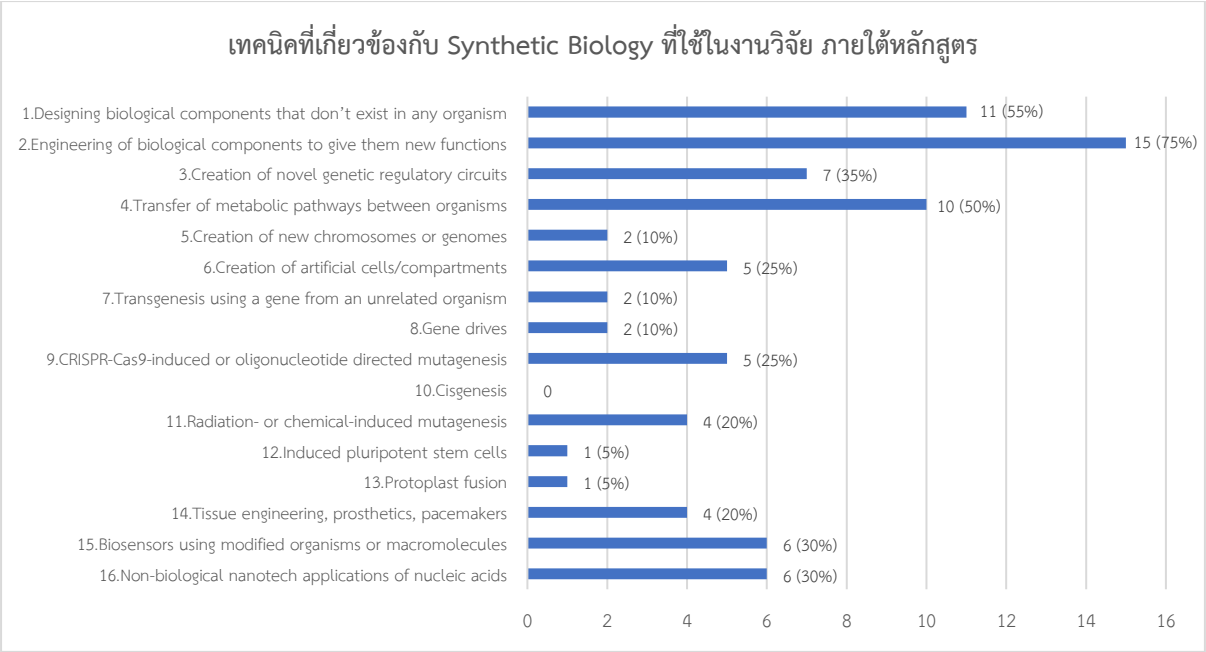
2.3 สิทธิบัตร

- **สถานะการจดสิทธิบัตร**: ยังไม่พบสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพจากทั้งนักประดิษฐ์ไทยและคำขอจากต่างประเทศ สิ่งนี้บ่งชี้ว่าขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีในเชิงพาณิชย์ยังไม่เติบโตเต็มที่ และประเทศไทยยังไม่ได้เป็นตลาดเชิงยุทธศาสตร์ของภูมิภาค
- **สิทธิบัตรของไทย** ส่วนใหญ่เป็นด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่/พันธุวิศวกรรม โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ในเชื้อเพลิงชีวภาพ (biofuel), ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (natural product) และเอนไซม์ชีวภาพ (biocatalyst)
- **ผู้พัฒนาเทคโนโลยีระดับโลก** มุ่งเน้นการยื่นจดสิทธิบัตรใน การพัฒนาเซลล์เจ้าบ้าน (host cell), โปรโมเตอร์และเวกเตอร์ (promoter and vector), กระบวนการหมัก (fermentation process), วงจรยีน (gene circuit) และปัญญาประดิษฐ์ (AI)
- ควรมีการเร่งรัดการวิจัยให้มี TRL ที่สูงขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นโอกาสทางการตลาด นอกจากนี้กระบวนการขึ้นทะเบียนควรมีความชัดเจนเพื่อส่งเสริมการนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม

2.4 การพัฒนาบุคลากรและหลักสูตรการศึกษา

- **จำนวนบุคลากรในสาขาที่เกี่ยวข้อง**: ประเทศไทยมีบุคลากรที่จบการศึกษาในสาขาที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพประมาณ 700 คน และมีมหาวิทยาลัย 12 แห่ง ที่มีหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง ในขณะที่อีก 6 แห่ง กำลังอยู่ระหว่างการพัฒนาหลักสูตร ทั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นคณะทางด้านการแพทย์

- **หลักสูตรการศึกษา**: ปัจจุบันมีหลักสูตรชีววิทยาสังเคราะห์โดยตรงเพียง 2 หลักสูตร เนื่องจากหลักสูตรส่วนใหญ่หรือกว่า 30 หลักสูตร เป็นหลักสูตรเกี่ยวกับ System Biology, Metabolic Engineering และ Bioinformatics
- **แนวทางการพัฒนาบุคลากร**: จำเป็นต้องมีการพัฒนา หลักสูตรระดับปริญญาตรี-โท-เอก และหลักสูตรอบรมเฉพาะทางที่เน้น AI, machine learning และ bioinformatics ควบคู่ไปกับหลักสูตรชีววิทยาพื้นฐาน ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการพัฒนางานวิจัยและอุตสาหกรรมชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพในอนาคต



2.5 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

- **โครงสร้างกฎหมายและการกำกับดูแล**: ประเทศไทยใช้ประกาศจากกระทรวงต่างๆในการควบคุมเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่และกำกับดูแลการใช้ชีววิทยาสังเคราะห์แตกต่างไปตามการใช้ประโยชน์ เช่น การใช้จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรมผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแต่ไม่มีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์จะกำกับดูแลโดย พ.ร.บ.อาหาร เป็นต้น ทั้งนี้ ประเทศไทยยังขาดกฎหมายที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าวอย่างถูกต้องและปลอดภัย กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ ได้แก่
    - คู่มือ หลักเกณฑ์ เงื่อนไข และวิธีปฏิบัติด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ สำหรับผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงาน สำหรับการใช้งานจุลินทรีย์ตัดแต่งพันธุกรรมแต่ไม่อยู่ในรายการเชื้อโรค

- ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง “หลักการ วิธีการ และเงื่อนไขการรับรองพืชที่พัฒนาจากเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม พ.ศ. 2567 สนับสนุนให้มีการปรับปรุงพันธุ์ และพัฒนาพืชพันธุ์ใหม่ และพัฒนาพืชพันธุ์ใหม่ ที่มีความปลอดภัยสูงด้วยเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม (GEd)
- การใช้งานในภาคการแพทย์ จะดูแลโดย พ.ร.บ.ยา (2562)
- (ร่าง) พ.ร.บ. ความหลากหลายทางชีวภาพ มีหมวดที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลการใช้ประโยชน์และการปลดปล่อยสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมสู่สิ่งแวดล้อม

- **จริยธรรมการวิจัย** ประเทศไทยมีมาตรฐานการวิจัยและจริยธรรมการวิจัยเป็นการทั่วไปที่ไม่ได้เฉพาะเจาะจงกับเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพ โดยสถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัยแต่ละแห่งจะมีคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพของตนเองเพื่อพิจารณาอนุญาตการทำวิจัยด้านวิศวกรรมชีวภาพ ซึ่งอาจเป็นการพึ่งพาวิจารณญานของผู้เชี่ยวชาญที่ไม่ได้เป็นมาตรฐานเดียวกันทุกแห่ง ดังนั้น ประเทศไทยจึงยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาคู่มือจริยธรรมการวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพในระดับประเทศขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางให้กับคณะกรรมการของแต่ละสถาบัน

บทที่ 3
ยุทธศาสตร์ 10 ปี ชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทย 2569-2578

ยุทธศาสตร์ชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทย ประกอบด้วย 3 ยุทธศาสตร์หลัก ได้แก่

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การสร้างระบบนิเวศเพื่อสนับสนุนขีดความสามารถการวิจัยและเพิ่มการใช้ประโยชน์จากภาคอุตสาหกรรม

- **นโยบายและงบประมาณ** การผลักดันให้ชีววิทยาสังเคราะห์เป็นเทคโนโลยีเป้าหมายของประเทศหรือให้เป็นโปรแกรมสำคัญของแผนด้านวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม เพื่อกองทุนวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) สนับสนุนทุนวิจัยอย่างเพียงพอและต่อเนื่อง ทั้งนี้ เป้าหมายการลงทุนคือ 500 ล้านบาทต่อปี ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 10 ปี
- **การรับรู้ของสังคม** การจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความตระหนักรู้ในสังคม นอกจากช่วยให้เกิดความสนใจในหมู่เยาวชน ตลอดจนสร้างความต้องการใช้เทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรมแล้ว ยังจำเป็นต้องมีการสื่อสารเพื่อให้ประชาชนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเทคโนโลยีมากขึ้นและลดการต่อต้านในสังคม
- **กฎระเบียบและมาตรฐาน** สร้างความชัดเจนโดยพัฒนาแนวปฏิบัติการขึ้นทะเบียนและเกณฑ์การพิจารณาที่ชัดเจน (guideline) ลดการใช้ความเห็นผู้เชี่ยวชาญ มีแพลตฟอร์มให้คำปรึกษาหรือกระบวนการประเมินก่อนเข้ากระบวนการจริงเพื่อช่วยผู้ประกอบการในการเตรียมเอกสารหลักฐาน (pre-assesment) ตลอดจนมีการเรียนรู้เมื่อมีกรณีเข้ามาให้พิจารณามากขึ้น เพื่อจัดกลุ่มความเสี่ยงสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีความเสี่ยงต่ำควรมีการอำนวยความสะดวกหรือลดขั้นตอนในกระบวนการขึ้นทะเบียนให้รวดเร็วยิ่งขึ้น มีการสนับสนุนห้องปฏิบัติการทดสอบพรีคลินิกด้านความปลอดภัยที่ได้มาตรฐาน (OECD-GLP Lab) นอกจากนี้ ควรมีการสร้างแนวปฏิบัติด้านชีวจริยธรรม (Bioethics) ที่ส่งเสริมงานวิจัยแต่ไม่ละทิ้งความรับผิดชอบต่อสังคม
- **ความร่วมมือนานาชาติ** เป็นสิ่งสำคัญสำหรับประเทศไทยที่จะติดตามความคืบหน้าต่างๆ ทั้งทางเทคโนโลยี กฎระเบียบ การบริหารความเสี่ยงจากการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี และการแบ่งปันผลประโยชน์ นอกจากนี้ การสร้างความร่วมมือกับพันธมิตรในระดับสากลเพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และเพื่อเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานที่ประเทศไทยลงทุนแล้วอาจไม่มีความคุ้มค่า เช่น การเข้าร่วมกับเครือข่าย Global Biofoundry Alliance (GBA) แล้ว ยังเป็นการดึงดูดให้บริษัทเจ้าของเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ในระดับโลกมาใช้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตอีกด้วย

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การสร้างรากฐานองค์ความรู้

- **ทักษะกำลังคน** สร้างหลักสูตรปริญญาสหวิทยาการเพื่อต่อยอดบัณฑิตสาขา System Biology และ Metabolic Engineering สู่การใช้ปัญญาประดิษฐ์และชีววิทยาสังเคราะห์ ตลอดจนหลักสูตรเพื่อ upskill/reskill ให้กับบุคลากรภาคอุตสาหกรรม
- **ระบบการวิจัย** สนับสนุนทุนและสร้างความเข้มแข็งให้กับห้องปฏิบัติการหรือศูนย์วิจัยหลัก (Key Lab) อย่างน้อย 10 แห่ง ทั้งห้องปฏิบัติการที่มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาเซลล์เจ้าบ้านหรือระบบการแสดงออกของยีนทั้งเซลล์พืช จุลินทรีย์ หรือเซลล์สัตว์ ให้มีเครื่องมือและทุนสำหรับบุคลากรและการตีพิมพ์ผลงานวิจัยคุณภาพสูง เพื่อสร้างเส้นทางอาชีพให้บัณฑิต นอกจากนี้ ยังควรสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานการวิจัย หรือการพัฒนาเครือข่าย Biofoundry และการพัฒนาและใช้ประโยชน์ฐานข้อมูลทางชีวภาพในระดับประเทศ

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การเพิ่มขีดความสามารถอุตสาหกรรมและขยายตลาด

- **การต่อยอดขยายขนาด** เร่งรัดการลงทุนยกระดับโรงงานต้นแบบวิศวกรรมชีวภาพ (bioprocess) ที่ได้มาตรฐาน Good Manufacturing Practice (GMP) และแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety Guideline) และพัฒนาเป็นฐานข้อมูลและเครือข่ายผู้ให้บริการวิจัย ออกแบบและผลิต (Contract Development and Manufacturing Organization: CDMO)
- **ระบบสนับสนุนธุรกิจ** สนับสนุนการศึกษาสิทธิ์ทางทรัพย์สินปัญญา การวิเคราะห์ประเมินและเลือกสรรเทคโนโลยีและเลือกกลยุทธ์การได้มาซึ่งทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งอาจใช้ได้หลายวิธีการทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีเอง การซื้อหรือเจรจาขอใช้เทคโนโลยีหรือสิทธิบัตรนั้น (build/buy/borrow) สนับสนุนการลงทุนวิจัยในแพลตฟอร์มเทคโนโลยี (proprietary technology/pre-competitive phase) ตลอดจนการสนับสนุนให้เกิดศูนย์บ่มเพาะธุรกิจเฉพาะทางด้านไบโอเทคโนโลยี ที่มีความร่วมมือกับเครือข่ายผู้ร่วมลงทุน (VC) ระดับสากลที่มีองค์ความรู้กลยุทธ์การลงทุนในธุรกิจเทคโนโลยีและทรัพย์สินทางปัญญา

เป้าหมายด้านงานวิจัยและขีดความสามารถทางเทคโนโลยี

- เพิ่มนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพเป็นจำนวน 1,000 คน
- การตีพิมพ์ผลงานวิจัยคุณภาพสูง โดยตั้งเป้าให้ Field-Weighted Citation Impact (FWCI) > 1.3
- จำนวนผลงานตีพิมพ์เกี่ยวกับชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพติดอันดับ Top 20 ของโลก
- พัฒนาห้องปฏิบัติการและศูนย์วิจัยระดับชาติด้านชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ 10 แห่ง
- เป็นเจ้าของ 1 IP เทคโนโลยีแพลตฟอร์มหรือกระบวนการสำคัญที่มีการใช้ในอุตสาหกรรมระดับโลก

เป้าหมายด้านอุตสาหกรรมและศักยภาพธุรกิจภายในประเทศ

- ผู้ใช้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์หรือวิศวกรรมชีวภาพในการผลิตสินค้าและบริการ 1,500 บริษัท

- ก่อตั้ง 50 Startups สัญชาติไทยในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาสังเคราะห์หรือวิศวกรรมชีวภาพ
- โรงงานเทคโนโลยีชีวภาพขั้นสูงครบวงจรสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพ (Contract Development and Manufacturing Organization, CDMO) ที่รับบริการผลิตในประเทศ
- บริษัทด้านชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพระดับโลก 3 บริษัท มีถิ่นฐานตั้งอยู่ในประเทศไทย
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพขั้นสูงที่ลงทุนและดำเนินงานโดยภาคเอกชน 1 แห่ง

บทที่ 4
แผนที่นำทางการพัฒนาชีววิทยาสังเคราะห์ของไทยในระยะ 10 ปี

แผนที่นำทางการพัฒนาชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพของไทย ได้ตั้งเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์หรือได้กำหนดหมุดหมายของความสำเร็จ (milestone) โดยแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะ 1-2 ปี จะมุ่งผลักดันเชิงนโยบายให้หน่วยงานในระบบงบประมาณวิจัย อาทิ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และหน่วยงานให้ทุนที่เกี่ยวข้อง ได้เห็นถึงความสำคัญของชีววิทยาสังเคราะห์ เกิดการบรรจุชีววิทยาสังเคราะห์ไว้ในแผนการลงทุนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 2571-2575 เกิดการลงทุนในห้องปฏิบัติการ ทุนการศึกษาวิจัยขั้นพื้นฐานและแนวหน้า เช่น การออกแบบวงจรเซลล์ วิศวกรรมเซลล์เจ้าบ้าน ปัญญาประดิษฐ์และแบบจำลอง และโครงสร้างพื้นฐาน GMP การพัฒนาเคสต่างๆ ร่วมกับหน่วยงานเจ้าของกฎหมายเพื่อให้มีแนวปฏิบัติในการขึ้นทะเบียน และร่วมกับกลุ่มอุตสาหกรรมร่วมกำหนดโจทย์การวิจัยสร้างผลกระทบสูง นักวิจัยสร้างและสะสมความเชี่ยวชาญ ในการใช้เครื่องมือปรับแต่งพันธุกรรมประสิทธิภาพสูง เช่น การประยุกต์ใช้ AI และระบบอัตโนมัติในการออกแบบและสร้างองค์ประกอบทางชีวภาพขึ้นมาใหม่ เช่น Protein Synthesis, Gene Circuit, Cell-Free Systems และ CRISPR-based Gene Editing และนำไปสนับสนุนการพัฒนาเซลล์เจ้าบ้าน การปรับปรุงพันธุ์พืช เอนไซม์ หรือการให้บริการในกระบวนการทางชีวภาพ

ระยะ 3-5 ปี มุ่งผลักดันงานวิจัยระดับขยายขนาดให้ประสบความสำเร็จ ควบคู่ไปกับการมีหน่วยบ่มเพาะธุรกิจเทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีการสนับสนุนจากเครือข่ายร่วมลงทุนระดับโลก และมี Biofoundry รวมถึงฐานข้อมูลของประเทศที่พร้อมสำหรับการให้บริการวิจัยพัฒนาชีววิทยาสังเคราะห์ โดยโรงงานต้นแบบที่มีมาตรฐานต้องมีความพร้อมในการให้บริการการหมักแบบแม่นยำ โดยตั้งเป้าให้มีผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จในการทดลองขยายขนาด เช่น mRNA วัคซีน สารประกอบเชิงฟังก์ชั่น เคมีภัณฑ์ รวมถึงเกิดธุรกิจบริการวิจัยด้านชีววิทยาสังเคราะห์

ระยะ 5-10 ปี จากการลงทุนอย่างเข้มข้นและต่อเนื่อง ทำให้ประเทศไทยมีระบบนิเวศที่เอื้อกับการพัฒนาและลงทุนในธุรกิจเทคโนโลยีชีวภาพ นักวิจัยจะสามารถพัฒนาเครื่องมือใหม่ๆ และตีพิมพ์ผลงานวิจัยที่มีผลกระทบสูงได้ สามารถจดสิทธิบัตร รวมถึงมีธุรกิจนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ และมีผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์เข้าสู่ตลาด เกิดการลงทุนและขยายตลาดต่อไป

ยุทธศาสตร์และแผนที่นำทางชีววิทยาสังเคราะห์ฯ ฉบับนี้ มีเป้าหมายเพื่อสร้างขีดความสามารถทางเทคโนโลยีให้กับประเทศ ทำให้เกิดกำลังคนระดับสูง 1,000 คน เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศรษฐกิจผ่านกระบวนการผลิตใหม่ ผลิตภัณฑ์ และบริการใหม่ ภาคเกษตรสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือผลผลิตตกต่ำ ประชาชนเข้าถึงผลิตภัณฑ์สุขภาพขั้นสูง ตลอดจนสร้างธุรกิจสตาร์ทอัพและดึงดูดการลงทุนในอุตสาหกรรมแห่งอนาคตให้กับประเทศต่อไป

แผนที่นำทางชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพของไทย ในระยะ 10 ปี

	1–2 ปี	3–5 ปี	5–10 ปี
ยุทธศาสตร์	**เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือ**	**จุดคุ้มทุนการวิจัย ประสบความสำเร็จในการขยายขนาด**	**สร้างเครื่องมือใหม่ ๆ เติบโตตามกลไกตลาด**
ผลิตภัณฑ์และบริการเป้าหมาย	**ลักษณะพืช, เอนไซม์, บริการพัฒนากระบวนการทางชีวภาพ**	**mRNA Vaccine &ATMPs สารประกอบเชิงฟังก์ชั่น เคมีภัณฑ์เฉพาะ บริการการผลิตและวิจัย**	**สิ่งมีชีวิตสังเคราะห์ ผลิตภัณฑ์ Syn/EngBio ในตลาดทั่วไป**
โปรแกรมการวิจัยและพัฒนา	**วิจัยขั้นพื้นฐานและแนวหน้า** *วิศวกรรมจีโนม การออกแบบโปรตีน* *การออกแบบเส้นทางชีวภาพและวงจรเซลล์* *วิศวกรรมเซลล์เจ้าบ้านและชุมชนจุลินทรีย์* *ปัญญาประดิษฐ์และการสร้างแบบจำลอง* *มาตรฐานและการวัดผล*	**วิจัยเพื่อการประยุกต์ใช้** *การขยายขนาดการเพาะเลี้ยงเซลล์* *กระบวนการขั้นปลาย* *เทคนิคการทำให้บริสุทธิ์* *การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ* *การทดสอบความเป็นพิษและการทดลองทางคลินิก*	**แพลตฟอร์มเทคโนโลยีเพื่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน** *ความสามารถในการผลิตโฉมอุตสาหกรรมในอนาคต*
โครงสร้างเพื่อการวิจัย	**เครือข่ายศูนย์วิจัยหลัก** *จุลินทรีย์, พืช, สัตว์, การใช้กับมนุษย์* **เครือข่ายเพื่อรวบรวมข้อมูลชีวภาพ** *สร้างความร่วมมือกับเครือข่ายทั้งในและนอกประเทศ*	**Bio Foundries ของประเทศไทยและศูนย์ข้อมูลทางชีวภาพ** *จีโนมเซลล์เจ้าบ้าน, ข้อมูลโอมิกส์ รวมถึงการพัฒนาซอฟต์แวร์และมาตรฐาน* **โรงงานต้นแบบ GMP** **การสนับสนุนทุนเพื่อใช้ประโยชน์จาก CDMO**	
กำลังคน	**กลุ่มนักวิจัยสหวิทยาการ** *นักชีววิทยาระบบ, นักชีววิทยาสังเคราะห์ที่มีความสามารถด้านแมชชีนเลิร์นนิ่ง, นักวิศวกรรมกระบวนการชีวภาพ* **กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านธุรกิจชีวภาพ** *ผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐานและการขึ้นทะเบียน, นักจริยธรรมทางชีวภาพ, ผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีชีวภาพ*		
ระบบนิเวศ	**นโยบายและงบประมาณ** *ทุนวิจัยเชิงยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนานวัตกรรมล้ำหน้า* **สร้างกลุ่มผู้ใช้และความตระหนัก** *เพื่อการระบุผลิตภัณฑ์เป้าหมายเพื่อการพัฒนา* **แนวปฏิบัติและกฎระเบียบ** *แนวปฏิบัติสำหรับการขึ้นทะเบียน* *ห้องทดสอบความเป็นพิษที่เป็นไปตามมาตรฐาน OECD GLP*	**หน่วยบ่มเพาะธุรกิจเทคโนโลยีชีวภาพ** *พื้นที่วิจัยร่วมและที่ปรึกษาด้านเทคโนโลยี* *คณะกรรมการที่ปรึกษาธุรกิจและที่ปรึกษา* *เครือข่ายกองทุนร่วมลงทุนด้านชีววิทยา* *การสนับสนุนด้านทรัพย์สินทางปัญญา* *แพลตฟอร์มกฎระเบียบสำหรับวิศวกรรมจีโนม*	**การลงทุนและขยายตลาด** *ศูนย์วิจัยภาคเอกชน* *CDMO และธุรกิจเพื่อการวิจัยอื่นๆ* *ผลิตภัณฑ์ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมชีวภาพ* *การลงทุนจากกองทุนร่วมลงทุนระดับโลก*

บทที่ 5
กลไกขับเคลื่อน

5.1 ภาคีเครือข่ายชีววิทยาสังเคราะห์ประเทศไทย

ภาคีเครือข่ายชีววิทยาสังเคราะห์ประเทศไทย หรือ SynBio Consortium ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2564 นำโดย 4 ภาคีเครือข่ายนำร่อง ได้แก่ โดยสถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม (สนอ.) สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.) และ บริษัท บีบีจีไอ จำกัด (มหาชน) ที่ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีชีวภาพขั้นสูงหรือชีววิทยาสังเคราะห์ (Synthetic Biology) มาพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน และยกระดับความสามารถในการแข่งขันให้กับอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-curves) ซึ่งสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ และโมเดลเศรษฐกิจบีซีจี และเพื่อขยายความร่วมมือของภาคีเครือข่ายฯ ในปี 2568 นี้ สอวช. และสถาบันอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ในฐานะเลขานุการร่วม SynBio Consortium จึงได้จัดให้มีการลงนามกรอบความร่วมมือของภาคีเครือข่ายชีววิทยาสังเคราะห์ประเทศไทยขึ้น ปัจจุบันประกอบด้วยสมาชิกทั้งสิ้น 13 ราย ได้แก่ สถาบันอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สอวช. สถาบันวิทยสิริเมธี (VISTEC) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และหน่วยงานความร่วมมืออีก 10 หน่วยงาน (อยู่ระหว่างพิจารณาเอกสารบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ) ได้แก่ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาการวิจัยและการสร้างนวัตกรรม (บพค.) หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.) กรมวิชาการเกษตร สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน) (TCELS) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ภาคีเครือข่ายฯ มีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวกลางหรือ intermediary ที่คอยเชื่อมโยงผู้เล่นทั้งภาครัฐ เอกชน และภาควิจัยและการศึกษา ให้ทำงานร่วมกัน โดย

1. เพื่อเชื่อมโยงและประสานงานกับเครือข่ายทั้งในและต่างประเทศ ให้นำไปสู่ความร่วมมือในการพัฒนา เศรษฐกิจและอุตสาหกรรมซึ่งมีฐานมาจากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์และเทคโนโลยีเกี่ยวเนื่อง
2. เพื่อร่วมประชาสัมพันธ์ให้เกิดความตระหนักและเห็นถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ และ เทคโนโลยีเกี่ยวเนื่อง ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมตลอดจนขีดความสามารถในการแข่งขัน

3. เพื่อพัฒนาฐานข้อมูล และให้บริการข้อมูลข่าวสารแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรม ซึ่งมีฐานมาจาก เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์และเทคโนโลยีเกี่ยวเนื่อง

4. เพื่อเสนอแนะ ผลักดัน และร่วมขับเคลื่อนนโยบาย ด้านกฎระเบียบ มาตรการ และกลไก รวมถึงการจัดการ ทรัพย์สินทางปัญญา ที่เอื้อให้เกิดการพัฒนาระบบนิเวศ สนับสนุนเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมซึ่งมีฐานมาจากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์และเทคโนโลยีเกี่ยวเนื่อง

5. เพื่อเป็นกลไกรองรับการขับเคลื่อนหรือความร่วมมือระหว่างหน่วยงานทุกภาคส่วน ในการดำเนินโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม รวมถึงการพัฒนากำลังคน และการต่อยอดองค์ความรู้ซึ่งมีฐานมาจากเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์และเทคโนโลยีเกี่ยวเนื่อง

จากการดำเนินงาน 4 ปีที่ผ่านมาภาคีเครือข่ายฯ ได้ริเริ่มกิจกรรมและขับเคลื่อนโครงการภายใต้ยุทธศาสตร์ฯ ดังต่อไปนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การสร้างระบบนิเวศสนับสนุน

1) การจัดทำและขับเคลื่อนแผนที่นำทางการพัฒนาเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ระยะ 10 ปี
2) การจัดฟอรั่มนานาชาติ (11.11) เพื่อสร้างเครือข่ายระดับชาติและนานาชาติ และเป็นเวทีประชาสัมพันธ์ให้เทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์เป็นที่รู้จักในวงกว้าง
3) การจัดกิจกรรมแข่งขันออกแบบโปรตีนสำหรับเยาวชนและนักศึกษา Thailand Synbio Challenge 2025 เพื่อสร้างแรงบันดาลใจและการรับรู้ในเทคโนโลยี โดย มหาวิทยาลัยนเรศวรและเครือข่าย

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การเสริมสร้างฐานความรู้

4) (ร่าง) หลักการการจัดตั้งห้องปฏิบัติการหลัก (10 key labs) (ภาคผนวก ก)
5) หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาสังเคราะห์ (หลักสูตรนานาชาติ) วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6) หลักสูตรระยะสั้น นักชีววิทยาสังเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลด้านอาหารและเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
7) โครงการการสร้างสาหร่ายสายพันธุ์ใหม่ด้วยนวัตกรรมชีววิทยาสังเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์จากอุตสาหกรรมเพื่อสนับสนุนเป้าหมายการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ของประเทศไทย โดย มจธ. และเครือข่ายนักวิจัยภายใต้โครงการ ธัชวิทย์ บพค.
8) ข้อเสนอโครงการมันสำปะหลังไทยพันธุ์ใหม่ต้านทานโรคใบด่าง: เพิ่มผลผลิตสู่ความยั่งยืนด้วยเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม สถาบันอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ภาคผนวก ข)

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การเพิ่มขีดความสามารถอุตสาหกรรมและขยายตลาด

9) ข้อเสนอโครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบมาตรฐานสำหรับกระบวนการหมักแบบแม่นยำเพื่อส่งเสริม อุตสาหกรรมชีววิทยาสังเคราะห์ในประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ภาคผนวก ค)

ตัวอย่างรายละเอียดโครงการริเริ่ม
ภายใต้ยุทธศาสตร์ 10 ปี ชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทย 2569 – 2578

1. (ร่าง) หลักการการจัดตั้งห้องปฏิบัติการหลัก (10 key labs)

Key Labs คือ ห้องปฏิบัติการที่มีบทบาทสำคัญในการผลักดันให้งานด้านชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศเติบโตและแข่งขันได้อย่างยั่งยืน ห้องปฏิบัติการนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) หน่วยวิจัยหรือห้องปฏิบัติการเฉพาะทางที่มีศักยภาพสูงด้านการวิจัยพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์

2) ศูนย์กลางให้บริการเครื่องมือขั้นสูงระดับประเทศ (National service facility)

คุณสมบัติ (Eligibility)

1. *Expertise:*
    - ห้องปฏิบัติการเฉพาะทาง : หน่วยวิจัยภาครัฐหรือเอกชน ที่มีความพร้อมความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน สามารถทำงานวิจัยพัฒนาชีววิทยาสังเคราะห์ตามกระบวนการ
    - -Build-Test-Learn (DBTL) มีผลงานวิจัยเป็นที่ประจักษ์ และเป็นที่ยอมรับของประชาคมวิจัย
    - National service facility: ศูนย์กลางให้บริการเครื่องมือขั้นสูง มีกำลังคนเชี่ยวชาญ สามารถให้บริการในรูปแบบของธุรกิจ เช่น high-throughput automation for design-build-test-learn, omics platforms, biomanufacturing testbed, cell banking & characterization platform, omics center และอาจรวมไปถึง scaleup pilot plant
2. *Commitment:* ต้นสังกัดมีนโยบายสนับสนุนที่ชัดเจน ทั้ง in kind และ in cash มีการจัดองค์กร กำลังคน และรูปแบบการบริหาร หรือการกำหนด KPI ที่เอื้อต่อการวิจัยพัฒนา สร้างความร่วมมือและการให้บริการ
3. *Collaboration:* มีการทำงานร่วมกับเครือข่าย ใช้ความเชี่ยวชาญร่วมเพื่อตอบโจทย์ความต้องการลูกค้า ทั้งในเชิงโจทย์วิจัยและการบริการ
4. *Supply Chain:* มีการเชื่อมโยงที่ครบทั้งห่วงโซ่การผลิต มีผังกระบวนการทำงานที่แสดงให้เห็นถึงความร่วมมือและส่งต่องานวิจัยได้

เกณฑ์การพิจารณา (Criteria)

1) มีการร่วมวิจัยทั้งภาครัฐและภาคเอกชน
2) มีระบบการพัฒนากำลังคน สร้างความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน/สาขา ทั้งในส่วนที่เป็นนักวิจัย และนักเทคนิคให้บริการ
3) มีความร่วมมือกับหน่วยงานต่างประเทศเพื่อเร่งความเร็วในการยกระดับศักยภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

4) มีโมเดลให้บริการ (เฉพาะประเภทที่ 2)

- Service model & Cost structure เช่น เอกชนลงทุน รัฐซื้อ ให้ยืมพื้นที่ pay per use
- Paper & IP มีการบริหารจัดการผลประโยชน์ที่ชัดเจน เก็บความลับของลูกค้า และมีเครือข่ายการทำงาน และ/หรือให้คำแนะนำ เพื่อการดำเนินการต่อจนถึงผู้ใช้
- Standards มีมาตรฐานคุณภาพเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถขึ้นทะเบียน หรือใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้

ขอบเขตการสนับสนุนและการติดตามประเมินผล

	หน่วยวิจัยเฉพาะทาง	**National service facility**
ขอบเขต	● โครงสร้างพื้นฐาน ● การขอมาตรฐาน ● ทุนวิจัย ทุนการศึกษา ทุนฝึกอบรม	● โครงสร้างพื้นฐาน ● การขอมาตรฐาน ● ทุนพัฒนาเส้นทางอาชีพและทักษะกำลังคนเชี่ยวชาญเพื่อการให้บริการ
ระยะเวลา	ต่อเนื่อง 5 ปี ปรับเปลี่ยนตามความจำเป็น	ต่อเนื่อง 5 ปี ปรับเปลี่ยนตามความจำเป็น
การติดตามประเมินผล	ทุกปี โดยมี KPI ที่สำคัญ คือ • Process: จำนวนโครงการวิจัย • Output: ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี เช่น จำนวนผลงานตีพิมพ์ จำนวนสิทธิบัตร/เทคโนโลยี • Outcome: Citation Impact, จำนวนบุคลากร	ทุกปี โดยมี KPI ที่สำคัญ คือ • Process KPI: จำนวน platform service ที่เปิดให้บริการ • Output KPI: จำนวนผู้มาใช้บริการโครงการความร่วมมือวิจัยกับภาคเอกชน • Outcome: Citation Impact, จำนวนบุคลากร

กลไกการบริหาร

- คณะทำงานที่เป็นกลาง มีองค์ประกอบของหน่วยงานที่สามารถให้ข้อมูล และช่วยผลักดันให้เกิดการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เช่น คณะทำงานย่อยภายใต้คอนซอร์เทียม)
- เกณฑ์พิจารณาที่น่าเชื่อถือและโปร่งใส มีคณะกรรมการวิชาการช่วยกำกับทิศทางการให้การสนับสนุน
- มีการกันงบประมาณค่าดำเนินการของคณะทำงานไว้ล่วงหน้า
- จัดให้มีกลไก buffer งบประมาณ เช่น ผ่านกองทุน เนื่องจากการของบตามปีงบประมาณจะทำให้เกิดความล่าช้า 2 ปี

2. โครงการมันสำปะหลังไทยพันธุ์ใหม่ต้านทานโรคใบด่าง: เพิ่มผลผลิตสู่ความยั่งยืนด้วยเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม (Novel Thai CMD-Resistant Cassava Varieties: Enhancing Productivity through Genome Editing Technology)

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเกษตรของประเทศไทย ครอบคลุมครัวเรือนเกษตรกรกว่า 580,000 ครัวเรือน ใน 48 จังหวัด และสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจรวมประมาณ 150,000 ล้านบาทต่อปี ประเทศไทยมีผลผลิตมันสำปะหลังประมาณ 28–31 ล้านตันต่อปี บนพื้นที่เพาะปลูกราว 8–9 ล้านไร่ จัดอยู่ในลำดับที่ 3 ของโลกด้านการผลิต และเป็น ประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก

อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมมันสำปะหลังของไทยยังคงเผชิญข้อจำกัดด้านผลผลิตและประสิทธิภาพการผลิต โดยเฉพาะจาก โรคใบด่างมันสำปะหลัง (Cassava Mosaic Disease: CMD) ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างรุนแรง และเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังไทยในระยะยาว อันอาจนำไปสู่ภาวะชะงักงันของห่วงโซ่มูลค่าทางเศรษฐกิจของภาคการผลิตนี้

เทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม (Genome Editing / GEd) เป็นนวัตกรรมทางชีวภาพที่สามารถปรับเปลี่ยนลำดับพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตอย่างจำเพาะและแม่นยำ เพื่อสร้างลักษณะทางพันธุกรรมที่พึงประสงค์ เช่น ความต้านทานโรค ความทนแล้ง หรือการปรับปรุงคุณภาพผลผลิต โดยใช้เครื่องมือสมัยใหม่ เช่น CRISPR/Cas9 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูง ปลอดภัย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศได้อย่างมีศักยภาพ

ในการนี้ สถาบันอุตสาหกรรมเกษตรได้แต่งตั้งคณะทำงานจัดทำข้อเสนอโครงการการใช้ประโยชน์เทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนมในมันสำปะหลัง โดยมีเป้าหมายปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีความต้านทานต่อโรคใบด่างด้วยเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนม และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังของประเทศไทยในระยะยาว

แนวทางทางเทคนิค

โครงการนี้จะมุ่งเป้าใช้เทคโนโลยี CRISPR-Cas9/Cas12, TIGR-Tas หรือเทคโนโลยีที่ใกล้เคียงอื่นๆ เพื่อแก้ไขจีโนมเฉพาะของมันสำปะหลังที่ควบคุมความต้านทานโรค CMD สายพันธุ์จะผ่านการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ ในโรงเรือนกระจก และการทดลองภาคสนามแบบควบคุม เพื่อส่งมอบสายพันธุ์ปรับปรุงที่สอดคล้องกับระบบการเกษตร และกฎระเบียบของไทย เข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมและการตลาดภาคเกษตรระดับชาติ ภายในระยะเวลา 3 ปี นอกจากนี้ ทางโครงการจะร่วมมือกันกับผู้เชี่ยวชาญและสถาบันปรับแต่งจีโนมทั้งในและต่างประเทศ โดยทำการนำเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาปรับใช้และต่อยอดพัฒนาให้เหมาะสมกับบริบทและความต้องการของอุตสาหกรรมในประเทศไทย (Technology Localization) ซึ่งจะทำให้

สามารถดำเนินโครงการได้รวดเร็วขึ้น สามารถแก้ไขข้อจำกัดและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้กับอุตสาหกรรม สร้างรายได้เพิ่มให้กับเกษตรกร และส่งเสริมความสามารถของบุคลากรไทยในด้านเทคโนโลยีการปรับแต่งจีโนมให้ก้าวหน้าเร็วขึ้นอีกด้วย

ผลกระทบและประโยชน์ (เบื้องต้น)

- ผลผลิต: ลดการสูญเสียจาก CMD อย่างน้อย 80% และเพิ่มผลผลิตสุทธิ 10–30%
- การส่งออก: เพิ่มมูลค่าการส่งออกร้อยละ 1 หรือ 1,500 ล้านบาท
  (การปรับปรุง 5–10% ในปริมาณหรือคุณภาพจะเพิ่มมูลค่าส่งออก 6,000–12,000 ล้านบาท จากฐานปัจจุบันประมาณ 120,000 ล้านบาท)
- เกษตรกร: เสริมสร้างรายได้และความมั่นคงของเกษตรกรรายย่อยมีกำไรเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 10%

ตัวชี้วัด (เบื้องต้น)

ความสำเร็จของโครงการจะวัดจาก 1) การปรับแต่งจีโนมมันสำปะหลังพันธุ์ท้องถิ่นที่มีความต้านทานต่อ CMD อย่างน้อย 80% ภายใน 24-36 เดือน และ 2) มีการถ่ายทอดพันธุ์ดังกล่าวและเทคโนโลยีสู่เกษตรกรและสถาบันวิจัยไทยโดยผ่านเครือข่ายส่งเสริมและสถาบันปรับปรุงพันธุ์ระดับชาติ

บทสรุป

โครงการนี้นำเสนอโอกาสเสริมสร้างให้ไทยเป็นผู้นำระดับโลกของในการผลิตมันสำปะหลัง เพิ่มความทนทานของมันสำปะหลัง ทำให้ห่วงโซ่อุปทานมีเสถียรภาพ และสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและสังคมไทยในระยะยาว

3. การพัฒนาโรงงานต้นแบบมาตรฐานสำหรับกระบวนการหมักแบบแม่นยำ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมชีววิทยาสังเคราะห์ในประเทศไทย

ประเทศไทยมีนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพผ่านแผนพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-Curve) มุ่งเน้น การใช้วัตถุดิบชีวภาพจากภาคการเกษตรมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตสารชีวภาพ สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมอาหาร พลังงาน และวัสดุชีวภาพ ตามนโยบาย BCG (Bio-Circular-Green Economy) และเล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์และกระบวนการหมักแบบแม่นยำ

อย่างไรก็ ตาม ประเทศไทยยังขาดโครงสร้างพื้นฐานและโรงงานต้นแบบที่ได้มาตรฐานสำหรับรองรับการพัฒนาและทดสอบ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เทคโนโลยีทั้งสองนี้ปัจจุบัน นวัตกรและผู้ประกอบการไทยที่ต้องการพัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้ยังเผชิญ กับข้อจำกัดหลายประการ เช่น (1) ขาดโรงงานต้นแบบที่รองรับมาตรฐาน GMP และการใช้จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรม (GMO) (2) ขาดบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบและปรับขยายกระบวนการผลิต และ (3) ขาดโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพระดับพาณิชย์

โครงการนี้จึงมีเป้าหมายในการปรับปรุงและพัฒนาโรงงานต้นแบบสำหรับกระบวนการหมักแบบแม่นยำ (Precision Fermentation) เดิมของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้ได้ตามาตรฐานสากล เพื่อรองรับการผลิตสารชีวภาพในระดับอุตสาหกรรมทั้งในกลุ่มอาหารและกลุ่มที่ไม่ใช่อาหาร รองรับการขยายขนาด กระบวนการผลิตจากระดับห้องปฏิบัติการไปสู่ระดับกึ่งอุตสาหกรรม โรงงานต้นแบบนี้จะเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาเทคโนโลยีรองรับทั้งการทดลองผลิต การขอรับรองมาตรฐาน และการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคอุตสาหกรรม โดยโรงงานต้นแบบจะช่วยพัฒนากระบวนการผลิตในระดับนำร่องเสมือนจริงเพื่อให้นักวิจัยและผู้ประกอบการได้ข้อมูล กระบวนการและสภาวะที่ต้องควบคุมในการผลิต อีกทั้ง ได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการทดสอบมาตรฐาน การทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้รวมถึงการวิจัยทางการตลาดเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุน การผลิตใน โรงงานต้นแบบนี้สามารถลดความเสี่ยงทั้งด้านเทคนิค วิศวกรรม รวมถึงทางเศรษฐศาสตร์ต้นทุนกระบวนการ และ เป็นตัวเร่งในการพัฒนาธุรกิจและการนำผลิตภัณฑ์ต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์

เป้าหมาย

- เป็นโรงงานต้นแบบมาตรฐานระดับสากล รองรับการผลิตที่ได้มาตรฐาน GMP และสามารถใช้จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรม (GMO) ได้
- รองรับการผลิตสารชีวภาพจากกระบวนการหมักแบบแม่นยำ เช่น โปรตีนทางเลือก เอนไซม์ ไบโอพลีเมอร์ และสารชีวภาพอื่นๆ
- ระบบควบคุมและตรวจสอบคุณภาพที่แม่นยำ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดมาตรฐาน

- ให้บริการทดสอบและขยายสเกลการผลิต สำหรับสตาร์ทอัพและอุตสาหกรรมที่ต้องการพัฒนาจากระดับห้องปฏิบัติการสู่ระดับอุตสาหกรรม

สิ่งส่งมอบ

1) โรงงานต้นแบบการหมักแบบแม่นยำที่รองรับการใช้จุลินทรีย์ดัดแปลงพันธุกรรม เพื่อรองรับการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ อาหารและที่ไม่ใช่อาหาร ที่ได้มาตรฐานสากล 1 โรงงาน
2) Service Bulletin แนวทาง ขอบเขต และอัตราการ ให้บริการ 1 ฉบับ
3) ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการขยายสเกล 2 ผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ข.

ข้อเสนอ

การขับเคลื่อนอนาคตไทย
ด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตรและอาหาร
(Agri & Food Technology for the Future)

โดย

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ

พฤษภาคม 2568

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร **6**

บทที่ 1 ..... **7**

บทนำ **7**

1.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารในบริบทโลกและไทยความสำคัญของอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารต่อระบบเศรษฐกิจไทย 7

1.2 ภาพรวมสถานการณ์ปัจจุบัน ความท้าทาย และโอกาสของอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารของไทย 8

1.3 ความจำเป็นในการพลิกโฉมเกษตรและอาหารสู่การเป็นผู้ผลิตสินค้ามูลค่าสูง และแข่งขันได้ ด้วย การลงทุนในเทคโนโลยีและนวัตกรรม 9

บทที่ 2 ..... **11**

สถานการณ์ภาคเกษตรไทย **11**

2.1 แนวโน้มทิศทางตลาดสินค้าเกษตรโลก 11

2.2 สถานการณ์สินค้าเกษตรไทย 13

2.2.1 การส่งออกและนำเข้าของสินค้าเกษตรไทย 13

2.2.2 ประสิทธิภาพการผลิตของสินค้าเกษตรไทย 14

2.2.3 ขีดความสามารถทางการแข่งขันของสินค้าเกษตรไทย 14

2.2.4 อัตราการการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตรไทย 15

2.3.1 สรุปกรณีศึกษานโยบายสนับสนุนอุตสาหกรรมเกษตรในต่างประเทศ 16

บทที่ 3 ..... **18**

สถานการณ์อุตสาหกรรมอาหารอนาคตไทย **18**

1.1 แนวโน้มทิศทางตลาดอาหารโลก 18

1.2 สถานการณ์ผลิตภัณฑ์อาหารอนาคตของไทย 19

3.2.1 ช่องว่างของอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชันของประเทศไทย 20

3.2.2 ช่องว่างของอุตสาหกรรมอาหารโปรตีนทางเลือกสกัดจากวัตถุดิบไทย 21

3.2.3 สรุปกรณีศึกษานโยบายสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารอนาคตในต่างประเทศ 22

บทที่ 4 ..... **27**

ข้อเสนอการขับเคลื่อนอนาคตไทยด้วยเทคโนโลยีเกษตรและอาหาร (Agri & Food Technology for the Future) **27**

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การสร้างความมั่นคงทางอาหาร (Food security) 28

กลยุทธ์ 1 Zoning พื้นที่และบริหารจัดการน้ำ ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม 28

กลยุทธ์ 2 วิจัยพัฒนา แปลงทดลอง และสร้างเครือข่ายผู้ใช้เทคโนโลยี 29
กลยุทธ์ 3 ส่งเสริมให้เกิดธุรกิจบริหารจัดการตลอด Supply Chain และแบ่งปันผลประโยชน์อย่างเป็นธรรม 30
ยุทธศาสตร์ที่ 2 การเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน (Competitiveness) 31
กลยุทธ์ 4 ส่งเสริมให้เกิดโมเดลธุรกิจสำหรับนวัตกรรมการเกษตร 31
กลยุทธ์ 5 สร้างแบรนด์ด้านคุณภาพและ ESG เพื่อสร้างความแตกต่างและการยอมรับของคู่ค้า 32
ยุทธศาสตร์ที่ 3 การสร้างห่วงโซ่อุปทานใหม่ (New supply chain) สินค้าเกษตรเข้าสู่อุตสาหกรรมมูลค่าสูง (Future Food Market Diversification) 33
กลยุทธ์ 6 ส่งเสริมการลงทุนและถ่ายทอดเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสารสกัด/โปรตีนขั้นสูง 33
กลยุทธ์ 7 Consortium สร้างกลุ่มวิจัยและพัฒนาต้นน้ำจนถึงตลาด 35
กลยุทธ์ 8 ต่อยอดและพัฒนาตลาดด้วยการยกระดับมาตรฐาน ระบบจดแจ้งการกล่าวอ้างทางสุขภาพ และจัดทำบัญชีกล่าวอ้างหน้าที่อื่น 38
บทที่ 5 ..... **42**
High impact Initiative: AgriFood Future Zone **42**
ตัวอย่างกลไก ..... Error! Bookmark not defined.

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 อันดับการส่งออกและนำเข้าสินค้าเกษตรของโลก 14
ภาพที่ 2 ขีดความสามารถทางการแข่งขันของสินค้าเกษตรไทย 15
ภาพที่ 3 อัตราการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตรไทย 16
ภาพที่ 4 มูลค่าตลาดอาหารอนาคตไทย ปี 2566 19
ภาพที่ 5 สัดส่วนมูลค่าส่งออกอาหารอนาคตไทย ปี พ.ศ. 2566 20
ภาพที่ 6 ซัพพลายเชนของอาหารเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชัน 21
ภาพที่ 7 ซัพพลายเชนโปรตีนทางเลือกสกัดจากวัตถุดิบไทย 22
ภาพที่ 8 ข้อเสนอการขับเคลื่อนอนาคตไทยด้วยเทคโนโลยีเกษตรและอาหาร 28
ภาพที่ 9 ยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมอาหารอนาคตไทย 33
ภาพที่ 9 โจทย์การวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมกลุ่มสารประกอบเชิงฟังก์ชันและโปรตีนทางเลือกของไทย 35
ภาพที่ 10 รูปแบบการสร้างองค์ความรู้ระหว่างองค์กรในลักษณะ R&D Consortium[10] 36
ภาพที่ 11 ตัวอย่างกลไกการจัดตั้งและบริหารจัดการ Functional ingredients consortium 38
ภาพที่ 12 ระบบจดแจ้งการกล่าวอ้างคุณสมบัติทางสุขภาพ ..... **Error! Bookmark not defined.**
ภาพที่ 13 ภาพรวมการสร้างโอกาสตลอดห่วงโซ่การผลิตข้าว 42
ภาพที่ 14 คาดการณ์มูลค่าตลาดอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารปี พ.ศ. 2575 44
ภาพที่ 15 ตัวอย่างการขับเคลื่อนเชิงพื้นที่ : ตำบลกุดสระ จังหวัดอุดรธานี 45
ภาพที่ 16 กลไกการขับเคลื่อน AgriFood Future Zone 46

สารบัญตาราง

ตาราง 1 มาตรการทางการค้าที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน 11
ตาราง 2 ตัวอย่างบริษัทที่มีนโยบายการจัดหาวัตถุดิบที่ยั่งยืน 12
ตาราง 3 ประสิทธิภาพการผลิตข้าวไทยเทียบกับคู่แข่งสำคัญ..... 14
ตาราง 4 มาตรการทางการค้าที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน 17
ตาราง 5 เปรียบเทียบนโยบายและมาตรการสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารอนาคตของต่างประเทศ..... 25

บทสรุปผู้บริหาร

ประเทศไทยมีบทบาทสำคัญในฐานะผู้ผลิตและส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารของโลก โดยในปี พ.ศ. 2567 ไทยส่งออกอาหารมากที่สุดเป็นอันดับ 12 ของโลก ส่วนแบ่งตลาดประมาณ ร้อยละ 2.4 ของการส่งออกทั้งหมดของโลก ในขณะที่อุตสาหกรรมเกษตรและอาหารก็มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทย โดยการส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารคิดเป็นกว่า 1 ใน 6 ของการส่งออกทั้งหมดของไทย และมีสัดส่วนการจ้างงานมากกว่า 1 ใน 3 ของแรงงานทั้งประเทศ อย่างไรก็ดี ไทยกำลังเผชิญความท้าทายเชิงโครงสร้าง อาทิ การพึ่งพาการผลิตแบบดั้งเดิม ผลผลิตต่อไร่ต่ำ แรงงานสูงวัย ปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งฝุ่น PM 2.5 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตร ตลอดจนแนวโน้มของตลาดโลกที่หันมาให้ความสำคัญกับความยั่งยืนและอาหารเพื่อสุขภาพ ทำให้ไทยจำเป็นต้องพลิกโฉมอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารไปสู่ระบบที่ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นฐาน เพื่อสร้าง “เกษตรอาหารมูลค่าสูง แข่งขันได้ และมั่นคง”

ข้อเสนอเชิงยุทธศาสตร์เพื่อขับเคลื่อนวิสัยทัศน์ดังกล่าว ประกอบด้วย 3 ยุทธศาสตร์ ประกอบด้วย **ยุทธศาสตร์ 1** ความมั่นคงทางอาหาร (Food Security) เช่น การทำ Zoning เพื่อส่งส่งเสริมการปลูกพืชโปรตีนสูง และการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมไปแก้ไขข้อจำกัดในการปลูกพืช **ยุทธศาสตร์ 2** การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เช่น การพัฒนาโมเดลธุรกิจให้กับนวัตกรรมทางการเกษตร ตลอดจนการสร้างแบรนด์ด้าน ESG และระบบตรวจสอบย้อนกลับ เพื่อสร้างจุดเด่นและการยอมรับสำหรับคู่ค้าทั้งในและต่างประเทศ และ**ยุทธศาสตร์ 3** การส่งเสริมอุตสาหกรรมอาหารอนาคต (Future Food Market Diversification) เพื่อเป็นการสร้างตลาดมูลค่าสูงให้กับสินค้าเกษตรไทย ผ่านการจัดตั้ง Consortium ตั้งแต่ต้นน้ำถึงตลาด การดึงดูดการลงทุนเทคโนโลยีขั้นสูง และการสร้างระบบจดแจ้งการกล่าวอ้างทางสุขภาพจากวัตถุดิบไทย (FFC Sandbox)

แม้จะสามารถกำหนดเป้าหมายร่วมในระดับชาติภายใต้ยุทธศาสตร์หลักทั้ง 3 ด้าน แต่การบริหารจัดการด้านการเกษตรจำเป็นต้องออกแบบให้สอดคล้องกับบริบทเฉพาะของแต่ละพื้นที่ จึงเสนอแนวทาง “การพัฒนาเชิงพื้นที่” (Area-Based Approach) โดยเบื้องต้นได้คัดเลือกตำบลกุดสระ จังหวัดอุดรธานี เป็นตัวอย่างพื้นที่นำร่อง เนื่องจากมีความพร้อมทั้งด้านที่ดิน แหล่งน้ำ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยประยุกต์กลไก The Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP) ที่เน้นการบูรณาการข้ามกระทรวงภายใต้การบริหารโดยผู้อำนวยการโครงการ (Program Director) เพื่อขับเคลื่อนโจทย์เชิงยุทธศาสตร์ โดยเปิดพื้นที่ให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัย และเกษตรกรในพื้นที่มีบทบาทร่วมพัฒนาเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์เศรษฐกิจและชุมชนอย่างแท้จริง

ยุทธศาสตร์ข้างต้นจะช่วยผลักดันไทยสู่ระบบเกษตรอาหารมูลค่าสูง ที่แข่งขันได้และมั่นคง ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ การสร้างแบรนด์ด้านความยั่งยืน และตลาดแปรรูปขั้นสูง ส่งผลให้ผลิตโปรตีนจากพืชได้มากขึ้น ลดการพึ่งพาการนำเข้า เพิ่มการส่งออกจากต้นทุนและคุณภาพที่แข่งขันได้ พร้อมสร้างห่วงโซ่การผลิตใหม่ของสินค้าเกษตรด้วยอุตสาหกรรมอาหารอนาคต ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ลดปัญหาราคาสินค้าเกษตรผันผวน และสินค้าเกษตรล้นตลาด โดยตั้งเป้าในปี พ.ศ. 2575 มูลค่าตลาดอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารจะเพิ่มขึ้นเป็น 4.6 ล้านล้านบาท โดยเป็นมูลค่าตลาดจากอุตสาหกรรมอาหารอนาคตกว่า 1 ใน 4 หรือประมาณ 1.1 ล้านล้านบาท (จากปี พ.ศ. 2566 ที่มีมูลค่าอยู่ที่ 2.6 ล้านล้านบาท และเป็นสัดส่วนจากอุตสาหกรรมอาหารอนาคตประมาณ ร้อยละ 10 หรือประมาณ 3 แสนล้านบาท)

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารในบริบทโลกและไทยความสำคัญของอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารต่อระบบเศรษฐกิจไทย

ไทยเป็นผู้ผลิตอาหารสำคัญของโลก โดยในปี พ.ศ. 2566 ไทยส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารมากที่สุดเป็นอันดับที่ 15[1] และ 12[2] ของโลก คิดเป็นส่วนแบ่งตลาดกว่าร้อยละ 2.2 และร้อยละ 2.4 ตามลำดับ ทั้งนี้ การส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารคิดเป็นเกือบ 1 ใน 5 หรือประมาณร้อยละ 17.3 ของมูลค่าการส่งออกสินค้าทั้งหมด ซึ่งที่ผ่านมาไทยเกิดดุลการค้าในสินค้าเกษตรและอาหารมาโดยตลอด ในปี พ.ศ. 2566 มีมูลค่าเกินดุลการค้า อยู่ที่ 825,946[3] ล้านบาท

นอกจากนี้อุตสาหกรรมเกษตรและอาหารเป็นหนึ่งในภาคเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย ครอบคลุมตั้งแต่การผลิตผลผลิตทางการเกษตรดั้งเดิม (Commodity) อาทิ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ผักและผลไม้ อุตสาหกรรมอาหารแปรรูป อาทิ อาหารกระป๋อง และอาหารพร้อมรับประทาน รวมถึงนวัตกรรมอาหาร อาทิ อาหารอนาคต (Future Food) โดยในปี พ.ศ. 2566 สินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารมีมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) ประมาณ 2.6 ล้านล้านบาท คิดเป็นกว่า 1 ใน 7 ของ GDP ทั้งหมดของประเทศ โดยแบ่งเป็น GDP ของภาคเกษตร จำนวน 1.5[4] ล้านล้านบาท และอุตสาหกรรมอาหาร จำนวน 1.1[5] ล้านล้านบาท รวมทั้งอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารยังมีการจ้างงานสูงถึง 1 ใน 3 ของจำนวนแรงงานทั้งหมดของประเทศ โดยแบ่งเป็นแรงงานในภาคเกษตร จำนวน 8.7[3] ล้านราย และแรงงานในอุตสาหกรรมอาหาร จำนวน 1.14[2] ล้านราย

จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารของไทยสามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก สะท้อนผ่านขีดความสามารถในการส่งออกและการเกินดุลการค้าที่ผ่านมา และอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจไทย ทั้งในมุมการมีส่วนร่วมต่อการสร้างมูลค่าให้กับ GDP ของประเทศ ตลอดจนเป็นอุตสาหกรรมสำคัญที่ก่อให้เกิดการมีงานทำในประเทศ ซึ่งภาคเกษตรและอาหารเป็นอุตสาหกรรมที่มีผู้เกี่ยวข้องตลอดห่วงโซ่การผลิตเป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทยตั้งแต่ระดับประเทศ ระดับอุตสาหกรรม ระดับผู้ประกอบการ จนกระทั่งถึงระดับเศรษฐกิจฐานราก

[1] องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO)

[2] สถาบันอาหาร (NFI)

[3] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.)

[4] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.)

[5] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (สศอ.)

1.2 ภาพรวมสถานการณ์ปัจจุบัน ความท้าทาย และโอกาสของอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารของไทย

ถึงแม้ที่ผ่านมาประเทศไทยจะได้รับการจัดอันดับให้อยู่ในกลุ่มประเทศผู้ส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารชั้นนำของโลกอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ดี ประเทศไทยจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพลิกโฉมอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารโดยการเพิ่มการลงทุนในเทคโนโลยี เนื่องด้วยสถานการณ์และปัจจัยทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปัจจัยภายในประเทศ สถานการณ์ปัจจุบันชี้ให้เห็นว่า ประเทศไทยไม่สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันโดยอาศัยปัจจัยการผลิตดั้งเดิมอย่างที่ดินและแรงงานเป็นหลักเหมือนในอดีตได้อีกต่อไป ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ควบคู่ไปกับการบริหารจัดการข้อจำกัดด้านทรัพยกรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรักษาและเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันในอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารของไทย

(1) ที่ดิน ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากที่ดินเพื่อทำการเกษตรกว่า 149 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 46.7 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ ประกอบกับนโยบายทั้งในประเทศและต่างประเทศให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Change: LUC) จึงมีข้อจำกัดในการขยายที่ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากที่ดินให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงมีความสำคัญอย่างมาก

(2) แรงงาน จากผลการศึกษาของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (DEPA) พบว่าประเทศไทยมีจำนวนเกษตรกรผู้สูงอายุมากเป็นอันดับสองในกลุ่มประเทศอาเซียน รองจากสิงคโปร์ โดยคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2573 จะมีสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุถึง ร้อยละ 27.02 ของประชากรทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรไทยมีอายุมากขึ้นอย่างรวดเร็ว และเกือบร้อยละ 40 ของครัวเรือนเกษตรมีแรงงานเป็นผู้สูงอายุ ซึ่งถือเป็นความเสี่ยงสำคัญในการรักษาความมั่นคงทางอาหารของไทยในอนาคตอันใกล้

แนวโน้มและทิศทางการเปลี่ยนแปลงสำคัญของโลกในอนาคต (Global Trend) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ระบุแนวโน้มและทิศทางการเปลี่ยนแปลงสำคัญของโลกในอนาคต (Global Trend) ที่จะส่งกระทบต่อภาคการเกษตรและอาหารของไทยทั้งในเชิงบวกและเชิงลบ ขึ้นกับความสามารถในการเตรียมรับมือของประเทศไทย จำนวน 4 ประการ ได้แก่

(1) ความขัดแย้งทางภูมิรัฐศาสตร์ (Geopolitical Tensions) โดยเฉพาะในภูมิภาคตะวันออกกลาง และความขัดแย้งระหว่างยูเครนกับรัสเซีย ส่งผลกระทบเชิงลบต่อภาคเกษตรและอาหารของไทย เนื่องจากทั้งสองพื้นที่เป็นผู้นำในการส่งออกปุ๋ยและปัจจัยการผลิตชั้นนำของโลก และไทยพึ่งพาการนำเข้าปุ๋ยจากต่างประเทศสูงมาก นอกจากนี้สงครามยังส่งผลต่อต้นทุนโลจิสติกส์ ทำให้ต้นทุนการนำเข้าและส่งออกของไทยสูงขึ้น ในขณะที่สงครามการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกากับสาธารณรัฐประชาชนจีน มีบางส่วนที่อาจส่งผลกระทบเชิงบวกกับภาคเกษตรของไทย อาทิ การย้ายฐานผลิตยางรถยนต์จากจีนมายังไทย อย่างไรก็ตาม การไหลเข้าของสินค้าจีนมายังไทย โดยเฉพาะผักและผลไม้ ที่ต้นทุนถูกกว่า อาจส่งผลกระทบเชิงลบต่อห่วงโซ่มูลค่า (Value Chain) ของการผลิตสินค้าเกษตรและอาหารของไทยได้ ดังนั้น ประเทศไทยจำเป็นต้องเตรียมพร้อมเพื่อรองรับโอกาสและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น

(2) ภาวะโลกรวน (Climate Change) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อภาคเกษตรของไทย จากการศึกษาของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI)[6] พบว่าภาวะโลกรวนจากการปล่อยก๊าซ

[6] โครงการวิจัย อนาคตชาวนา-ชาวสวนรายเล็ก (ดร.นิพนธ์ พัวพงศกร และคณะ, 2565)

เรือนกระจกสูงส่งผลต่อผลิตภาพการผลิต การเพิ่มความเสี่ยงจากโรคและศัตรูพืช รวมถึงภาวะน้ำท่วมน้ำแล้ง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเพิ่มมากขึ้นในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในภาคเกษตร เช่น การปรับปรุงพันธุ์ การทำการเกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture) และระบบพยากรณ์และเตือนภัย เพื่อปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Adaptation) และการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น (Mitigation)

(3) มาตรการทางการค้าที่เข้มข้น (Trade Barriers) โดยเฉพาะมาตรการด้านความยั่งยืน ซึ่งหลาย ๆ ประเทศเริ่มบังคับใช้ อาทิ กฎหมายว่าด้วยสินค้าที่ปลอดจากการตัดไม้ทำลายป่า (EU Deforestation Regulation: EUDR) ในการตรวจสอบการนำเข้าสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคำนึงถึงประเด็นความยั่งยืนในมิติต่าง ๆ เช่น การใช้แรงงาน การบุกรุกพื้นที่ป่า และความมั่นคงทางอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ มาตรการด้านคุณภาพ อาทิ การตรวจหาสารตกค้างต่าง ๆ เริ่มมีความเข้มข้นขึ้น โดยเฉพาะการส่งออกไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งถือเป็นตลาดสำคัญของการส่งออกสินค้าเกษตรของไทย อย่างไรก็ดี หากประเทศไทยสามารถเตรียมพร้อมรองรับการผลิตสินค้าเกษตรและอาหารอย่างยั่งยืนได้ จะถือเป็นโอกาสและสามารถเป็นหนึ่งในจุดขายที่สอดรับกับแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภค รวมถึงบริษัทผู้ผลิตอาหารรายใหญ่ของโลกที่มีเป้าหมายจัดหาวัตถุดิบแบบยั่งยืนด้วย

(4) สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) ส่งผลต่อด้านอุปสงค์ในการบริโภคสินค้าเกษตรและอาหาร โดยผู้บริโภคมีแนวโน้มให้ความสำคัญกับเรื่องสุขภาพ โภชนาการ และอาหารเฉพาะกลุ่ม ตลอดจนความยั่งยืนในกระบวนการผลิตมากขึ้น

1.3 ความจำเป็นในการพลิกโฉมเกษตรและอาหารสู่การเป็นผู้ผลิตสินค้ามูลค่าสูง และแข่งขันได้ ด้วยการลงทุนในเทคโนโลยีและนวัตกรรม

จากสถานการณ์ภายในประเทศและแนวโน้มและทิศทางการเปลี่ยนแปลงสำคัญของโลกข้างต้น พบว่า ไทยจำเป็นต้องพลิกโฉมอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร เพื่อให้ประเทศไทยมีความมั่นคงทางอาหาร และรักษาขีดความสามารถทางการแข่งขัน ตลอดจนยกระดับการพัฒนาไปสู่การผลิตสินค้าเกษตรและอาหารมูลค่าสูงที่แข่งขันได้ในเวทีโลก โดยหากไม่ปรับตัวอาจส่งผลกระทบต่อทั้งเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังนี้

ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ จากรายงานของศูนย์วิจัยกสิกรไทย ระบุว่าไทยเป็นประเทศที่มีความเสี่ยงด้านสภาพภูมิอากาศสูงเป็นอันดับที่ 9 ของโลก (จาก 180 ประเทศ) สะท้อนจากอุณหภูมิเฉลี่ยของไทยสูงขึ้น และปริมาณฝนลดต่ำลงกว่าค่าปกติมากในปีที่เกิดเอลนีโญ ในขณะที่ปีที่เกิดลานีญาก็มีแนวโน้มที่ฝนจะตกมากกว่าในอดีต การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ดังกล่าวส่งผลกระทบต่อหลายภาคส่วน หนึ่งในนั้นคือภาคเกษตรและอาหารของไทยที่อาจต้องเผชิญความเสี่ยงจากผลผลิตผันผวน และมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวดมากขึ้นของคู่ค้า ทั้งนี้ หากภาคเกษตรและอาหารของไทยไม่ปรับตัวรองรับ Climate Change ก็มีโอกาสที่สัดส่วนมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารของไทยเสี่ยงลดลงต่ำกว่า ร้อยละ 15 นอกจากนี้ศูนย์วิจัยกสิกรไทยรายงานว่า นอกจากเกษตรกรจะได้รับผลกระทบในแง่ของรายได้ที่อาจลดลงแล้ว ยังรวมถึงธุรกิจกลางน้ำ-ปลายน้ำในอุตสาหกรรมอาหารราว 82,000 ราย ที่ต้องเผชิญการขาดแคลนวัตถุดิบกระทบต่อเนื่องมายังต้นทุนวัตถุดิบที่เป็นต้นทุนหลักในแทบทุกธุรกิจ โดยมีสัดส่วนเฉลี่ยประมาณร้อยละ 40-70 ของต้นทุนรวมให้ขยับสูงขึ้นด้วย และส่งผลให้สินค้าเกษตรและอาหารที่จำเป็นบางประเภทมีการปรับขึ้นราคาตามต้นทุน หรืออาจถูกจำกัดการซื้อจากผลผลิตที่ไม่เพียงพอ รวมทั้งผู้นำเข้าวัตถุดิบมาเพื่อผลิตสินค้าเกษตรและอาหารอาจมีความเสี่ยงจากแหล่งนำเข้าสำคัญของไทยลดการส่งออก อาทิ ภาวะขาดแคลนผลผลิต

ในประเทศจากผลกระทบของภัยแล้ง ตัวอย่างเช่น ในปี พ.ศ. 2566 อาร์เจนตินาลดการส่งออกถั่วเหลือง และในปี พ.ศ. 2567 ออสเตรเลียลดการส่งออกข้าวสาลี เป็นต้น

ผลกระทบต่อสังคม จากข้อมูลผลสำรวจภาวะการทำงานของประชากร (Labor Force Survey) พ.ศ. 2567 พบว่ามีจำนวนแรงงานภาคการเกษตรทั้งสิ้น ประมาณ 12 ล้านคน โดยช่วงอายุที่มีสัดส่วนสูงสุด 3 อันดับแรก คือ (1) 50 – 59 ปี (2) 60 – 69 ปี และ (3) 40 – 49 ปี ซึ่งรวมกันคิดเป็นร้อยละ 67 ของแรงงานเกษตรทั้งหมด ในขณะที่เกษตรกรรุ่นใหม่ที่อายุต่ำกว่า 40 ปี มีจำนวนเพียงไม่ถึง 4 ล้านคน หรือคิดเป็นเพียงร้อยละ 33 ของแรงงานเกษตรทั้งหมด นอกจากนี้ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรรายงานว่าในปี พ.ศ. 2555 มีแรงงานในภาคการเกษตรอยู่ประมาณ 15.4 ล้านคน แสดงให้เห็นว่าภายใน 10 ปี แรงงานในภาคเกษตรกรลดลงไปถึง 3.5 ล้านคน หรือเฉลี่ยลดลง 350,000 คนต่อปี โดยปัจจัยหลักมาจากผลตอบแทนในภาคเกษตรต่ำกว่านอกภาคเกษตรอย่างมีนัยสำคัญ โดยรายได้เฉลี่ยของเกษตรกร อยู่ที่ 128,000 บาทต่อคนต่อปี ในขณะที่อาชีพนอกภาคเกษตรมีรายได้เฉลี่ย อยู่ที่ 580,000 บาทต่อคนต่อปี ดังนั้น นโยบายภาคเกษตรจำเป็นต้องปรับตัว โดยเฉพาะการเพิ่มรายได้เพื่อจูงใจให้คนหนุ่มสาวเข้าสู่ภาคเกษตรเพิ่มมากขึ้น รวมถึงการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมทดแทนการใช้แรงงานในภาคเกษตร

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ข้อมูลจากกรมมลพิษ และกระทรวงพลังงาน พบว่า เป็นแหล่งกำเนิดของ PM 2.5 ในประเทศไทยมาจาก ‘การเผาในที่โล่ง’ มากที่สุด รองลงมา คือ อุตสาหกรรมการผลิต และการขนส่ง และภาคการผลิตไฟฟ้า ตามลำดับ ทั้งนี้ กิจกรรมการเผาในที่โล่งของภาคเกษตรหลัก ๆ เกิดในช่วงการเตรียมพื้นที่เพื่อปลูกพืชในรอบใหม่ โดยการเผานอกจากจะใช้แรงงานน้อยและกำจัดวัชพืชแล้ว ยังเป็นการประหยัดต้นทุนในการจัดการพื้นที่ อย่างไรก็ตาม การเผานอกจากจะส่งผลให้เกิด PM 2.5 แล้ว ความร้อนจากการเผาไหม้ยังทำลายจุลินทรีย์ หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อระบบนิเวศในดิน ทำให้ดินจับตัวกันแน่นขึ้น อากาศและน้ำซึมผ่านได้ยาก ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น จำเป็นต้องปรับตัวโดยการส่งเสริมการใช้นวัตกรรมเพื่อจัดการวัสดุการเกษตร อาทิ จุลินทรีย์ย่อยซังตอข้าวที่ช่วยลดต้นทุนการเตรียมพื้นที่ในการปลูกพืชรอบใหม่ นอกจากนี้ กิจกรรมทางการเกษตรยังปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดเป็นอันดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 22 ของการปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของไทย รองจากภาคพลังงาน และภาคอุตสาหกรรม ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ ร้อยละ 34 และ ร้อยละ 24 ตามลำดับ โดยกว่าร้อยละ 51 เกิดจากกิจกรรมการปลูกข้าว รองลงมา คือ ก๊าซมีเทนที่ปล่อยจากระบบย่อยอาหารของสัตว์ ร้อยละ 17 และไนโตรเจนโดยตรงจากการจัดการดิน ร้อยละ 15

จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการพลิกโฉมอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร จำเป็นต้องพิจารณาใน 2 ประเด็นสำคัญ ได้แก่

(1) การปรับเปลี่ยนภาคเกษตรแบบดั้งเดิมไปสู่การทำเกษตรแบบทันสมัย ยั่งยืน โดยเน้นส่งเสริมให้เกิดการนำงานวิจัยและพัฒนา รวมถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์ การเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าเกษตรทั้งการแปรรูปขั้นต้นและขั้นสูง และการสร้างภาพลักษณ์ (Branding) ด้านความยั่งยืนให้กับสินค้าเกษตรไทย เพื่อสร้างความแตกต่าง และตอบโจทย์แนวโน้มความต้องการของตลาด

(2) การสร้างห่วงโซ่การผลิต (New Supply Chain) เพื่อเป็นตลาดมูลค่าสูงให้กับสินค้าเกษตร โดยปรับตัวจากการผลิตสินค้าเกษตรอาหารที่มีมูลค่าต่ำ (Commodity) ไปสู่การผลิตในรูปแบบใหม่ที่สร้างมูลค่าด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (High value added products) ซึ่งก็คือ อาหารอนาคต (Future Food) ที่คำนึงถึงเรื่องสุขภาพ ความยั่งยืน และการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในกระบวนการผลิต

บทที่ 2

สถานการณ์ภาคเกษตรไทย

2.1 แนวโน้มทิศทางตลาดสินค้าเกษตรโลก

ตลาดสินค้าเกษตรโลกมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้านความต้องการสินค้าเกษตรที่มีความยั่งยืน (Sustainable Agricultural Products) ทั้งจากแรงผลักดันของผู้บริโภค นักลงทุน และกฎระเบียบระหว่างประเทศ เช่น กฎควบคุมการนำเข้าสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับการตัดไม้ทำลายป่าในสหภาพยุโรป (EU Deforestation Regulation) บริษัทข้ามชาติจำนวนมากได้ตั้งเป้าหมายจัดหาวัตถุดิบจากแหล่งที่ยั่งยืน ร้อยละ 100 ภายในปี 2030 (พ.ศ. 2573) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อเกษตรกรและผู้ส่งออกของไทย ซึ่งจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อรักษาขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก

1) กฎระเบียบระหว่างประเทศ ปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ริเริ่มการบังคับใช้มาตรการทางการค้าด้านความยั่งยืน โดยมีตัวอย่างมาตรการสำคัญ ๆ ดังนี้

ตาราง 1 มาตรการทางการค้าที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน

ชื่อกฎระเบียบ	ประเทศ	สาระสำคัญ	กลุ่มสินค้าเกษตรที่ได้รับผลกระทบ	ผลกระทบต่อภาคเกษตรไทย
EU Deforestation Regulation (EUDR)	สหภาพยุโรป มีผลบังคับใช้เต็มรูปแบบ: 30 ธันวาคม พ.ศ. 2568	ห้ามนำเข้าสินค้าที่เกี่ยวข้องกับการตัดไม้ทำลายป่าหลังปี 2020 โดยต้องมีข้อมูล traceability ถึงแปลงเพาะปลูก	โกโก้, กาแฟ, ปาล์มน้ำมัน, ถั่วเหลือง, ยางพารา, ไม้, เนื้อวัว และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากสินค้าเหล่านี้	ผู้ส่งออกไทยต้องพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับและพิสูจน์ว่าแหล่งผลิตไม่มีการบุกรุกป่า
Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)	สหภาพยุโรป (EU) เริ่มเก็บภาษีจริง: มกราคม พ.ศ. 2569	กลไกปรับราคาสินค้านำเข้าตามปริมาณการปล่อยคาร์บอน โดยผู้นำเข้าต้องซื้อ CBAM Certificates แสดงปริมาณการปล่อย GHGs ระหว่างกระบวนการผลิต	เหล็กและเหล็กกล้า, อะลูมิเนียม, ซีเมนต์, ปุ๋ย, ไฮโดรเจน, ไฟฟ้า มีความเป็นไปได้ที่ EU จะขยาย CBAM ครอบคลุมสินค้าเกษตรและอาหารที่ปล่อยคาร์บอนสูง	ไทยต้องเตรียมระบบวัดและรายงานการปล่อยคาร์บอน (MRV) สำหรับสินค้าเกษตร
UK Environment Act 2021	สหราชอาณาจักร มีผลบังคับใช้เต็มรูปแบบ: 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2568	ห้ามใช้สินค้าเกษตรจากพื้นที่ที่ไม่สามารถพิสูจน์สิทธิ์การใช้ที่ดินตามกฎหมาย	ปาล์มน้ำมัน, ถั่วเหลือง, โกโก้, กาแฟ, ยางพารา, ไม้	ผู้ส่งออกไทยต้องจัดการระบบเอกสารสิทธิ์ที่ดินของแหล่งผลิต และตรวจสอบว่ามีการใช้พื้นที่อย่างถูกต้องตามกฎหมาย

2) การจัดหาวัตถุดิบยั่งยืน บริษัทเกษตรและอาหารชั้นนำทั้งของโลกและของประเทศไทย ให้ความสำคัญกับการจัดหาวัตถุดิบที่ยั่งยืน โดยมีตัวอย่างบริษัทชั้นนำของโลกและบริษัทไทย ดังนี้

ตาราง 2 ตัวอย่างบริษัทที่มีนโยบายการจัดหาวัตถุดิบที่ยั่งยืน

ชื่อบริษัท	นโยบายการจัดหาที่ยั่งยืน	กลุ่มสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้อง	แนวทางดำเนินการ / เครื่องมือ	ผลกระทบต่อไทย
Nestlé	จัดหาวัตถุดิบหลัก 100% จากแหล่งที่ยั่งยืนภายในปี 2030	กาแฟ, โกโก้, นม, ปาล์มน้ำมัน	- โครงการ Nestlé Cocoa Plan และ Nescafé Plan	เกษตรกรกาแฟ/โกโก้ที่เป็นซัพพลายเออร์ต้องมีระบบ traceability และรับรองมาตรฐานความยั่งยืน
Unilever	Regenerative Agriculture & Sustainable Sourcing 100% ภายในปี 2030	ปาล์มน้ำมัน, ชา, ผักผลไม้, สมุนไพร	- ใช้มาตรฐาน Sustainable Agriculture Code (SAC) - จัดทำ Digital Farmer Field Schools - พัฒนา supply chain แบบไม่มี deforestation	เกษตรกรที่ปลูกพืชสมุนไพรหรือป้อนโรงงานแปรรูปอาหารของ Unilever ต้องปรับระบบการเพาะปลูกและจัดการฟาร์มให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
Cargill	Responsible Sourcing for Sustainable Supply Chains	ถั่วเหลือง, ข้าวโพด, ปาล์มน้ำมัน, โกโก้	- ใช้ระบบ Geo Traceability และดาวเทียม - มีเป้าหมาย deforestation-free supply chain	เกษตรกรไทยในห่วงโซ่อุปทานถั่วเหลืองและข้าวโพดต้องเปิดเผยข้อมูลต้นทางและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการผลิต
Walmart	Zero Deforestation Supply Chains ภายในปี 2030	ถั่วเหลือง, เนื้อวัว, ปาล์มน้ำมัน, ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป	- ใช้เกณฑ์ของ Global Forest Watch และ RSPO - ตรวจสอบแหล่งที่มาของสินค้าผ่าน platform traceability	ซัพพลายเออร์อาหารของไทยที่ขายผ่าน Walmart ต้องยืนยันว่าไม่เกี่ยวข้องกับการทำลายป่า และต้องมีระบบข้อมูลย้อนกลับครบถ้วน
Mars Inc.	Sustainable in a Generation Plan	โกโก้, วานิลลา, ข้าวโพด, ปศุสัตว์	Cocoa for Generations, GPS Mapping, โครงการร่วมกับ NGO	โกโก้และข้าวโพดไทยที่ป้อนอุตสาหกรรมต้องมีข้อมูลสิ่งแวดล้อม

ชื่อบริษัท	นโยบายการจัดหาที่ยั่งยืน	กลุ่มสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้อง	แนวทางดำเนินการ / เครื่องมือ	ผลกระทบต่อไทย
CPF	CPF Sustainability in Action 2030	เนื้อสัตว์, ข้าวโพด, ถั่วเหลือง	ตรวจสอบย้อนกลับ 100%, ใช้ GAP+, ปรับฟาร์มเป็น Low-carbon	กำหนดมาตรฐานให้ซัพพลายเออร์รายย่อยในประเทศต้องปรับตัว
Betagro	Green Supply Chain	เนื้อสัตว์, อาหารสัตว์, ข้าวโพด	Traceability System, ลดก๊าซเรือนกระจก, ร่วมมือกับเกษตรกร	ปรับระบบรับซื้อจากเกษตรกรตามเกณฑ์ยั่งยืน
Thai Union	SeaChange® Sustainability Strategy	ประมง, ถั่วเหลือง (อาหารสัตว์)	ตรวจสอบแหล่งที่มา, ไม่มีแรงงานผิดกฎหมาย, MSC/ASC Certified	แม้เน้นประมง แต่ห่วงโซ่เกษตรที่ใช้พืชอาหารสัตว์ต้องมีที่มาชัดเจน
Mitr Phol Group	Green Cane Strategy	อ้อย, น้ำตาล	ปรับใช้เกษตรแม่นยำ, ลดการเผาอ้อย, ใช้เทคโนโลยีเก็บเกี่ยวสะอาด	ผู้ปลูกอ้อยต้องลดการเผาและใช้วิธีเก็บเกี่ยวอย่างยั่งยืน

ทั้งนี้ ในอนาคตหลายประเทศ อาทิ ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และแคนาดา อยู่ระหว่างร่างกฎหมายคล้าย EUDR ตลอดจนหลายบริษัทมีแนวโน้มเพิ่มการจัดหาวัตถุดิบทางการเกษตรแบบยั่งยืนเพิ่มมาขึ้น เพื่อให้สอดรับความความต้องการของผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับปัญหาสิ่งแวดล้อม และด้านสังคมเพิ่มขึ้น ดังนั้น เพื่อรักษาขีดความสามารถทางการแข่งขันในการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรของไทย โดยเฉพาะในตลาดสหภาพยุโรป ภาคการเกษตรของไทยจำเป็นต้องสร้างภาพลักษณ์ด้านความยั่งยืน และพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับรองรับการจัดส่งข้อมูลตามมาตรการต่าง ๆ ของประเทศคู่ค้า

2.2 สถานการณ์สินค้าเกษตรไทย

2.2.1 การส่งออกและนำเข้าของสินค้าเกษตรไทย

ปี พ.ศ. 2566 ไทยส่งออกสินค้าเกษตรสูงเป็นอับดับที่ 15 ของโลก มูลค่าประมาณ 1.78 ล้านล้านบาท หรือคิดเป็นส่วนแบ่งตลาดอยู่ที่ร้อยละ 2.4 และเป็นอันดับสองของอาเซียน รองจากประเทศอินโดนีเซีย โดยสินค้าส่งออกสูงสุดของไทย คือ ผลไม้และผลิตภัณฑ์ ที่มีมูลค่ากว่า 3 แสนล้านบาท หรือคิดเป็นประมาณ ร้อยละ 17 ของมูลค่าส่งออกสินค้าเกษตรทั้งหมดของไทย รองลงมา ได้แก่ ยางธรรมชาติ (ร้อยละ 12) ข้าวและผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 12) น้ำตาลและผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 9) และเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 8) ตามลำดับ ในขณะที่ประเทศไทยนำเข้าสินค้าเกษตรเป็นอันดับ 28 ของโลก โดยส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 37 นำเข้าสินค้าในกลุ่มพืชน้ำมันและพืชอาหารสัตว์ คือ ถั่วเหลือง กากถั่วเหลือง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มูลค่า ประมาณ 725 ล้านบาท

ภาพที่ 1 อันดับการส่งออกและนำเข้าสินค้าเกษตรของโลก

2.2.2 ประสิทธิภาพการผลิตของสินค้าเกษตรไทย

ผลผลิตทางการเกษตรของไทยในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมาเผชิญกับความท้าทายหลายประการ ทั้งในด้านต้นทุนการผลิตที่สูง ผลผลิตต่อไร่ที่ต่ำ และรายได้ของเกษตรกรที่ไม่เพียงพอ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศคู่แข่งสำคัญในเอเชีย เช่น เวียดนาม อินเดีย และเมียนมา พบว่าไทยมีประสิทธิภาพการผลิตต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้เกษตรกรไทยมีรายได้ต่ำและมีหนี้สินเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยข้อมูลจากเดลินิวส์ออนไลน์ ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตของการทำนาใน 4 ประเทศ ได้แก่ ไทย เวียดนาม เมียนมา และอินเดีย พบว่า ไทยมีประสิทธิภาพการผลิตข้าวต่ำที่สุด ทั้งในแง่ผลผลิตต่อไร่ ต้นทุนการผลิต และรายได้

ตาราง 3 ประสิทธิภาพการผลิตข้าวไทยเทียบกับคู่แข่งสำคัญ

ประเทศ	ผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)	ต้นทุนการผลิต (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
ไทย	445.0	5,898.5	3,900.3
เมียนมา	664.4	4,574.2	5,953.1
เวียดนาม	978.2	5,098.1	8,320.6
อินเดีย	1,106.7	6,993.7	11,115.6

2.2.3 ขีดความสามารถทางการแข่งขันของสินค้าเกษตรไทย

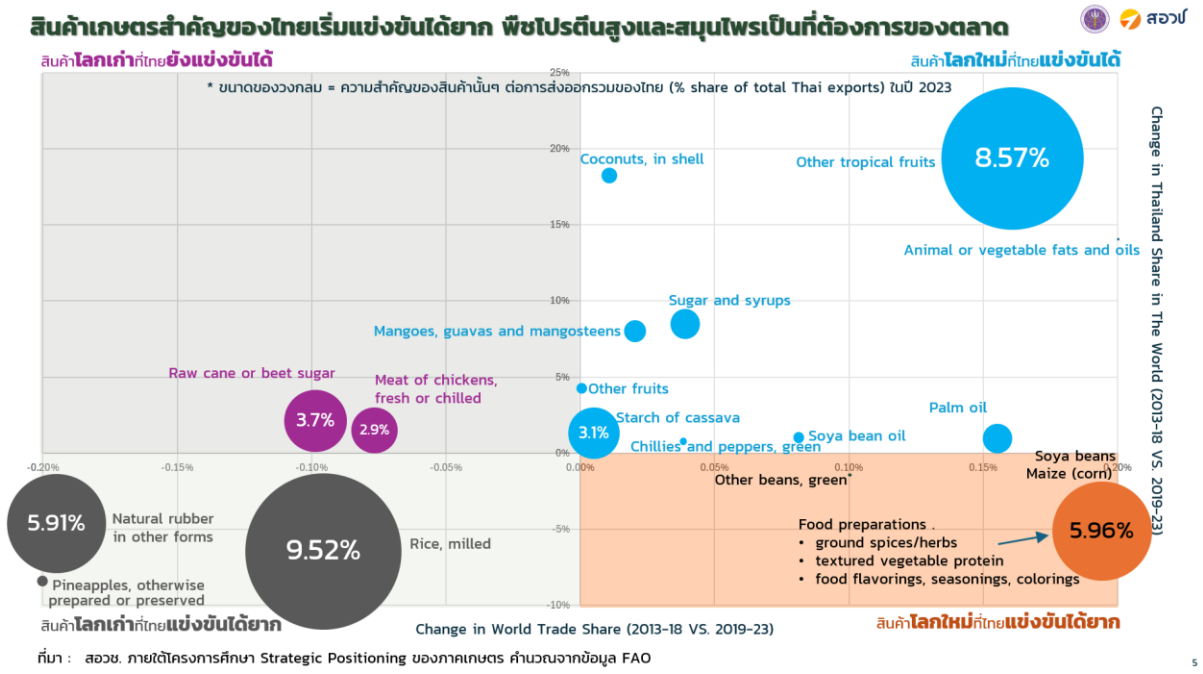
จากการวิเคราะห์ความสามารถทางการแข่งขันของสินค้าเกษตรไทย ผ่านข้อมูลการส่งออก 10 ปีย้อนหลังของไทยเทียบกับของโลก จากข้อมูลของ FAO โดยพิจารณาจากสัดส่วนการส่งออกสินค้าแต่ละประเภท เทียบกับสินค้าเกษตรทั้งหมด (ภาพที่ 2) โดยหากในช่วง 5 ปีหลัง สัดส่วนดังกล่าวเพิ่มขึ้นจะสะท้อนถึงการเป็นสินค้าโลกใหม่ คือ เป็นสินค้าที่โลกมีแนวโน้มความต้องการมากขึ้นเมื่อเทียบกับสินค้าเกษตรในอื่นๆ ในขณะเดียวกันจะพิจารณาส่วนแบ่งตลาด (Market Share) ของการส่งออกสินค้าเกษตรแต่ละชนิดของไทยเปรียบเทียบกับการส่งออกสินค้าชนิดนั้น ๆ ของโลก โดยหากในช่วง 5 ปีหลัง สัดส่วนดังกล่าวเพิ่มขึ้นจะสะท้อนความสามารถทางการแข่งขันของไทยว่ายังสามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก จึงสามารถแบ่งออกเป็นสินค้าเกษตรไทย ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1) สินค้าโลกใหม่ที่ไทยแข่งขันได้ ซึ่งไทยมีจุดแข็งด้านความหลากหลายของประเภทสินค้า และสัดส่วนการส่งออกที่เพิ่มมากขึ้นโดยส่วนใหญ่จะเป็นสินค้าประเภทผลไม้ อาทิ มะพร้าว มะม่วง และมังคุด รวมถึงแป้งมันสำปะหลัง และน้ำมันพืช

2) สินค้าโลกเก่าที่ไทยยังแข่งขันได้ ส่วนใหญ่เป็นสินค้าเกษตรในกลุ่มอ้อย น้ำตาล และไก่

3) สินค้าโลกเก่าที่ไทยแข่งขันได้ยาก ส่วนใหญ่เป็นสินค้าเกษตรสำคัญของไทย อาทิ ข้าว และยางพารา ในปี พ.ศ. 2566 มีสัดส่วนการส่งออกสูงถึงร้อยละ 9.52 และ 5.91 ของการส่งออกสินค้าเกษตรไทยทั้งหมด โดยสินค้ากลุ่มนี้มีแนวโน้มความต้องการลดลงเมื่อเทียบกับสินค้าเกษตรอื่น ๆ และไทยก็มีแนวโน้มแข่งขันได้ยากจากสัดส่วนการส่งออกที่ลงลงเมื่อเทียบกับการส่งออกข้าวและยางพาราของประเทศอื่น ๆ แสดงถึงความสำคัญในการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) ในการผลิต เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันให้สินค้าเกษตรไทย

4) สินค้าโลกใหม่ที่ไทยแข่งขันได้ยาก ส่วนใหญ่เป็นสินค้าเกษตรที่เป็นที่ต้องการของโลก แต่ไทยไม่สามารถแข่งขันได้ อาทิ ถั่วเหลือง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเขียว และส่วนประกอบ (Ingredient) จากสมุนไพรและเครื่องเทศต่าง ๆ

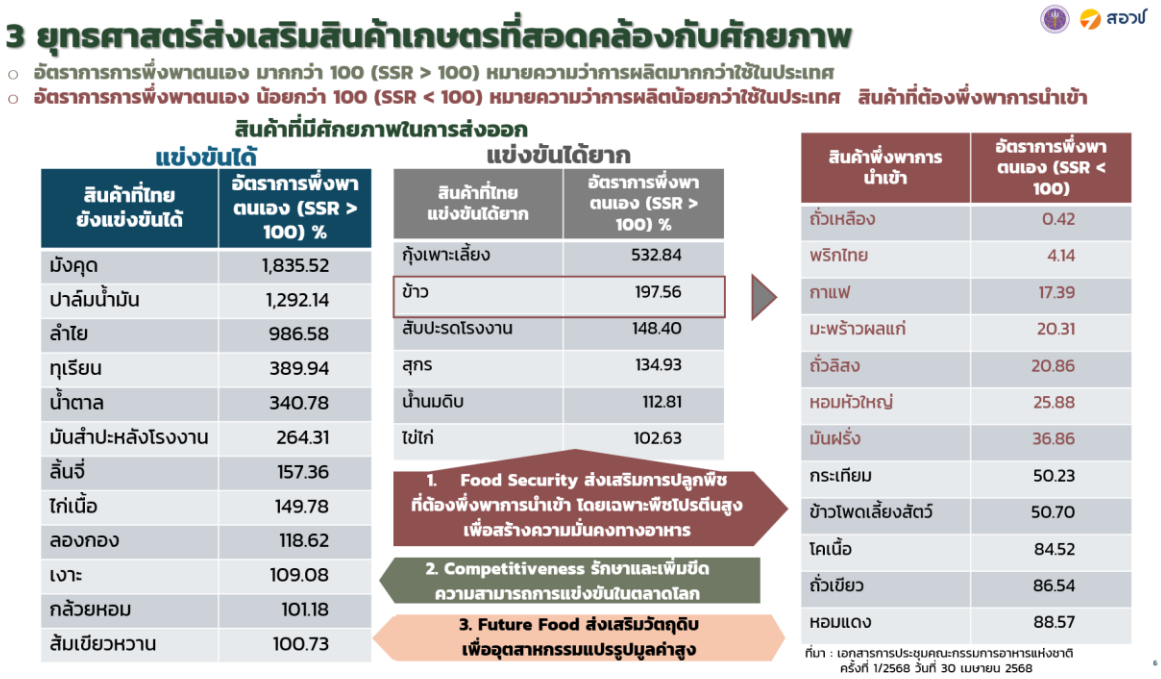


ภาพที่ 2 ขีดความสามารถทางการแข่งขันของสินค้าเกษตรไทย

2.2.4 อัตราการการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตรไทย

จากข้อมูลในการประชุมคณะกรรมการอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 1/2568 วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2568 มีการคำนวนอัตราการการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตรไทย (Self-Sufficiency Ratio: SSR) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงสัดส่วนของปริมาณผลผลิตที่ผลิตได้ในประเทศต่อปริมาณผลผลิตที่ต้องใช้บริโภคในประเทศทั้งปี โดยหากอัตรา SSR มีค่ามากกว่า 100 แสดงว่า การผลิตมากกว่าใช้ในประเทศ ในทางตรงกันข้ามหากอัตรา SSR น้อยกว่า 100 แสดงว่า การผลิตน้อยกว่าใช้ในประเทศ โดยอัตรา SSR ในปี พ.ศ. 2567 พบว่า สินค้าเกษตรส่วนใหญ่มีการผลิตมากกว่าใช้ในประเทศ ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มที่มีศักยภาพในการส่งออก อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาจากความสามารถในการแข่งขันจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในหัวข้อ 2.2.3 จะพบว่า สินค้าเกษตรส่วนใหญ่ที่แข่งขันได้จะอยู่ในกลุ่มผลไม้ ในขณะที่สินค้าเกษตรสำคัญ ๆ ของไทย อาทิ ข้าว และกุ้ง เริ่มแข่งขันได้

ยากจากแนวโน้มส่วนแบ่งตลาดที่ลดลงตลอดในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา สำหรับสินค้าที่มีอัตรา SSR น้อยกว่า 100 ส่วนใหญ่เป็นพืชโปรตีนสูง อาทิ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และถั่วเขียว ซึ่งถือเป็นกลุ่มสินค้าเกษตรโลกใหม่ที่โลกมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับสินค้าเกษตรชนิดอื่น ๆ



ภาพที่ 3 อัตราการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตรไทย

2.3.1 สรุปกรณีศึกษานโยบายสนับสนุนอุตสาหกรรมเกษตรในต่างประเทศ

- **สหรัฐอเมริกา** มีนโยบายด้านการเกษตรที่อยู่ภายใต้กรอบ “Farm Bill” ซึ่งเป็นกฎหมายสำคัญที่กำหนดทิศทางการเกษตรทุก 5 ปี โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร เสริมสร้างรายได้เกษตรกร และส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ นโยบายหลักประกอบด้วยการให้เงินอุดหนุนรายได้แก่เกษตรกร การประกันภัยพืชผล การสนับสนุนโครงการเกษตรอนุรักษ์ และการส่งเสริมเกษตรแม่นยำผ่านนวัตกรรมและเทคโนโลยี สหรัฐอเมริกายังเน้นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของสินค้าเกษตรในตลาดโลก และขยายการใช้พลังงานทางเลือกจากภาคเกษตร เช่น biofuel รวมถึงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรผ่านกลไกทางสิ่งแวดล้อม

- **บราซิล** เป็นประเทศผู้ส่งออกสินค้าเกษตรอันดับต้นของโลก โดยมีแผน “Plano Safra” เป็นเครื่องมือหลักในการดำเนินนโยบายด้านการเกษตร ซึ่งเป็นแผนจัดสรรเงินทุนสนับสนุนภาคเกษตรประจำปีของรัฐบาล มาตรการสำคัญ ได้แก่ สินเชื่อเกษตรดอกเบี้ยต่ำ การประกันความเสี่ยงจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ และการส่งเสริมงานวิจัยและเทคโนโลยีผ่าน EMBRAPA ซึ่งเป็นสถาบันวิจัยเกษตรระดับชาติ บราซิลยังได้พัฒนาโครงการเกษตรคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Agriculture - ABC Program) เพื่อเพิ่มผลผลิตโดยไม่บุกรุกป่าและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนพัฒนามาตรฐานด้านความยั่งยืนให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล อาทิ Bosucro นอกจากนี้ ยังเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ท่าเรือและระบบขนส่ง เพื่อสนับสนุนการส่งออกสินค้าเกษตรในระดับโลก

- **สาธารณรัฐประชาชนจีน** กำหนดให้ภาคเกษตรและชนบทเป็นวาระแห่งชาติผ่าน “เอกสารกลางหมายเลข 1” (No.1 Central Document) ที่ประกาศเป็นประจำทุกต้นปี โดยมุ่งเน้นการยกระดับชีวิตเกษตรกร ความมั่นคงทางอาหาร และการลดความเหลื่อมล้ำในชนบท รัฐบาลจีนให้การสนับสนุนด้านเงินอุดหนุนเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย และเครื่องจักรกลเกษตร รวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในชนบท จีนมีเป้าหมายสำคัญในการรักษาความสามารถพึ่งพาตนเองด้านอาหารภายในประเทศ (food self-sufficiency) พร้อมกับส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น เกษตรแม่นยำ แพลตฟอร์มการจัดการผลผลิต และหมู่บ้านอัจฉริยะ (Smart Villages) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตร เป็นต้น
- **เวียดนาม** มีนโยบายการปฏิรูปภาคเกษตรภายใต้แนวคิด “3 การปรับโครงสร้าง + 1 วิสัยทัศน์” โดยมุ่งปรับโครงสร้างภาคเกษตรให้ทันสมัย ยกระดับประสิทธิภาพการผลิต และเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรในระดับสากล รัฐบาลเวียดนามส่งเสริมการลงทุนในเกษตรแปรรูป เกษตรอินทรีย์ และการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างกว้างขวาง โดยมีการพัฒนา cluster การผลิตระดับจังหวัด/ภูมิภาค และเชิญชวนภาคเอกชนเข้ามาร่วมลงทุนผ่านระบบ PPP (Public-Private Partnership) เวียดนามมีเป้าหมายระยะยาวที่จะเป็น “ครัวของโลก” โดยเฉพาะในกลุ่มสินค้าเชิงยุทธศาสตร์ เช่น ข้าว กาแฟ ผลไม้เมืองร้อน และสัตว์น้ำ พร้อมกันนี้ยังมุ่งเน้นการเพิ่มรายได้เกษตรกรและสร้างความสามารถในการแข่งขันเชิงคุณภาพในตลาดโลก

ตาราง 4 มาตรการทางการค้าที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน

ประเทศ	กรอบนโยบายหลัก	มาตรการสนับสนุนสำคัญ	เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์
สหรัฐอเมริกา	Farm Bill (ร่างใหม่ ทุก 5 ปี)	- เงินอุดหนุนรายได้เกษตรกร - ประกันภัยพืชผล - สนับสนุนเกษตรแม่นยำและนวัตกรรม	- ความมั่นคงทางอาหาร - ส่งเสริม biofuel - เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก
บราซิล	Plano Safra (แผนเงินทุนประจำปี)	- สินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ - กองทุนประกันภัยพืชผล (Proagro) - วิจัยและเทคโนโลยีผ่าน EMBRAPA - มาตรฐานยั่งยืน อาทิ Bonsucro	- เพิ่มผลผลิตโดยไม่บุกรุกป่า - เกษตรคาร์บอนต่ำ (ABC Program) - ขยายการส่งออก
จีน	เอกสารกลางหมายเลข 1	- เงินอุดหนุนปัจจัยการผลิต - พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานชนบท - เกษตรดิจิทัล / Smart Villages	- พึ่งพาตนเองด้านอาหาร - ลดความเหลื่อมล้ำในชนบท - เพิ่มประสิทธิภาพผ่านเทคโนโลยี
เวียดนาม	นโยบาย 3 ปรับโครงสร้าง 1 วิสัยทัศน์	- สนับสนุนเกษตรแปรรูป - พัฒนา cluster การผลิต - ดึงดูดการลงทุน PPP	- เป็น “ครัวของโลก” - ยกระดับเกษตรมูลค่าสูง - เพิ่มรายได้เกษตรกรและความสามารถแข่งขัน

บทที่ 3

สถานการณ์อุตสาหกรรมอาหารอนาคตไทย

1.1 แนวโน้มทิศทางตลาดอาหารโลก

ประเทศไทยจะรับมือกับภัยคุกคามที่เกิดขึ้น พร้อมกับรักษาความเป็นผู้นำด้านเกษตรอาหารของโลกต่อไปในอนาคต ไทยจำเป็นต้องสร้างเครื่องยนต์เศรษฐกิจใหม่ (New Growth Engine) ซึ่งก็คือ อาหารอนาคต (Future food) โดยเพิ่มสัดส่วนการผลิตและส่งออกอาหารรูปแบบใหม่ที่คำนึงถึงความปลอดภัย คุณค่าทางโภชนาการ ตลอดจนมีระบบการผลิตที่ยั่งยืน เพื่อให้สอดรับกับแนวโน้มทิศทางการเติบโตที่สำคัญของตลาดอาหารโลก ได้แก่

1) กระแสรักสุขภาพ จากข้อมูลพบว่าร้อยละ 57 ของผู้บริโภคทั่วโลกหันมาสนใจสุขภาพ นอกจากนี้ ประเทศกำลังพัฒนารวมถึงประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging society) ทำให้ประชากรกลุ่มดังกล่าวมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและมีความต้องการอาหารที่มีทั้งรูปแบบ รสสัมผัส และสารอาหารที่แตกต่างออกไปจากเดิม

2) ความมั่นคงทางอาหาร ในปัจจุบันระบบการผลิตโปรตีนต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมากในการทำปศุสัตว์ โดยคาดว่าความต้องการโปรตีนจะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ประเทศไทยได้ตั้งเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHGs) ร้อยละ 20 จากระดับปกติ หรือ 111 ล้านตัน CO_2eq ภายในปี 2030[7] และตั้งเป้าสู่ Net Zero GHGs Emission ภายในปี 2065 ทำให้การผลิตเกษตรและอาหารจำเป็นต้องคำนึงถึงโปรตีนทางเลือกมากขึ้น

3) เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดเปลี่ยนแปลงภาคธุรกิจและพฤติกรรมผู้บริโภคอย่างรุนแรง เช่น ชีววิทยาสังเคราะห์ (Synthetic Biology) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการพิมพ์ชีวมิติ (Bioprinting)

การส่งเสริมอุตสาหกรรมอาหารอนาคต ถือเป็นโอกาสในการยกระดับวัตถุดิบเกษตรซึ่งไทยมีต้นทุนอยู่มาก ทั้งวัตถุดิบเกษตรท้องถิ่น ได้แก่ ข้าวมีสี แป้งมันสำปะหลังดัดแปร โกโก้ ชา กาแฟ มะพร้าว สมุนไพรไทย รวมไปถึงวัตถุดิบที่ได้จากกระบวนการทางชีวภาพ (Biotechnology) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระหว่างกระบวนการผลิต (By products) วัตถุดิบเหลือทิ้งจากภาคเกษตร (Agri waste) ที่สามารถต่อยอดมาเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงกลุ่มอาหารเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชัน พบว่าผลิตภัณฑ์ในตลาดส่วนใหญ่ คือ เครื่องดื่มผสมวิตามิน ผลิตภัณฑ์ลดหวาน มัน เค็ม สารประกอบเชิงฟังก์ชัน ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อระบบทางเดินอาหารกลุ่มโพรไบโอติก (Probiotics) และพรีไบโอติก (Prebiotics) และกลุ่มวัตถุดิบโปรตีนทางเลือก ได้แก่ พืชนำเข้าความต้องการสูง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว วัตถุดิบท้องถิ่นโปรตีนสูงสร้างรายได้ ไข่ผำ (Wolffia) ถั่วพื้นเมือง เห็ดแครง ขนุนอ่อน ปลีกล้วย แมลงกินได้ และสาหร่ายท้องถิ่น ก็สามารถนำมาผลิตภัณฑ์เป็นโปรตีนทางเลือกได้ ได้แก่ นมถั่วอื่นๆ ผงโปรตีนเข้มข้น เนื้อจากพืช (Plant based meat) และแมลงแปรรูป เป็นต้น

ทั้งหมดเป็นเหตุผลสำคัญที่สนับสนุนให้ประเทศไทยต้องเร่งพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการในกลุ่มอาหารอนาคต

---

[7] แผนที่นำทางการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปีพ.ศ. 2564 - 2573 (Thailand's Nationally Determined Contribution Roadmap on Mitigation 2021-2030)

1.2 สถานการณ์ผลิตภัณฑ์อาหารอนาคตของไทย

“อาหารอนาคต” หรือ “Future food” ในบริบทของประเทศไทย หมายถึง อาหารที่มีประโยชน์ ปลอดภัยต่อสุขภาพ ตอบสนองวิถีชีวิตของคนในโลกยุคใหม่ มีกระบวนการผลิตที่ตอบโจทย์ความยั่งยืน เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือใช้เทคโนโลยีนวัตกรรม โดยได้มีการกำหนดประเภทสินค้าตามพิกัดศุลกากร (Harmonized System Code) ที่สอดคล้องกับนิยามข้างต้น เพื่อใช้ในการติดตามมูลค่าและกำหนดมาตรการส่งเสริมได้อย่างชัดเจน

“อาหารอนาคต” ประกอบไปด้วย 4 กลุ่ม ดังนี้ (1) อาหารสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชั่น (2) อาหารทางการแพทย์และอาหารเฉพาะบุคคล (3) ผลิตภัณฑ์อินทรีย์และอาหารไม่ปรุงแต่ง และ (4) โปรตีนทางเลือก ในปี 2566 มูลค่าตลาดของอุตสาหกรรมอาหารอนาคตไทยมีมูลค่าสูง 334,700 ล้านบาท[8] โดยกลุ่มที่มีมูลค่าตลาดทั้งในและนอกประเทศมากที่สุด คือ อาหารสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชั่น คิดเป็นร้อยละ 77 ของมูลค่าตลาดทั้งหมด (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 4 มูลค่าตลาดอาหารอนาคตไทย ปี 2566

อาหารอนาคตคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 11 ของมูลค่าการส่งออกอาหารทั้งหมดของไทย อีกทั้งมีแนวโน้มส่งออกเติบโตสูง (CAGR ร้อยละ 8.6) โดยเฉพาะช่วงวิกฤตการแพร่ระบาด COVID-19 ในขณะที่สินค้าอาหารกลุ่มดั้งเดิม เช่น ข้าว กุ้ง สัปปะรดกระป๋อง มีแนวโน้มแข่งขันได้ยากขึ้น จากข้อมูลการส่งออกพบว่า มูลค่าการส่งออกของอาหารเพื่อสุขภาพและสารประกอบฟังก์ชัน มีมูลค่า 128,000 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 89 ของมูลค่าการส่งออกอาหารอนาคตทั้งหมด รองลงมา คือ อาหารโปรตีนทางเลือก มีมูลค่าส่งออก 6,500 ล้านบาท หรือร้อยละ 5 ของมูลค่าการส่งออกอาหารอนาคตทั้งหมด (ภาพที่ 2)

[8] สอวช. ร่วมกับสำนักงานนโยบายและยุทธศาตร์การค้า สภาหอการค้าแห่งประเทศไทยและสมาคมการค้าอาหารอนาคตไทย

ภาพที่ 5 สัดส่วนมูลค่าส่งออกอาหารอนาคตไทย ปี พ.ศ. 2566

จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า อุตสาหกรรม Future food เป็นเครื่องยนต์เพื่อสร้างการเติบโตตัวใหม่ (New Growth Engine) โดยเฉพาะส่วนที่ไทยมีพื้นที่ทางการตลาดและความเข้มแข็งอยู่แล้ว 2 กลุ่ม คือ กลุ่มอาหารเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชัน และกลุ่มโปรตีนทางเลือก ที่จะช่วยยกระดับการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรอาหารไทย ตอบรับเทรนด์การเปลี่ยนแปลงการบริโภค และช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมให้คงอยู่อย่างยั่งยืน

3.2.1 ช่องว่างของอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชันของประเทศไทย

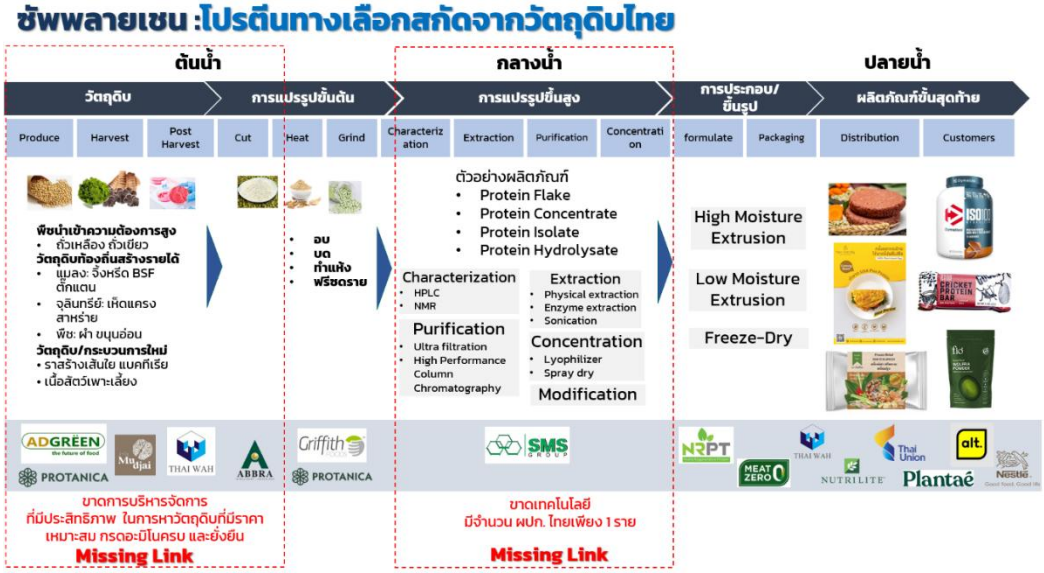
เมื่อพิจารณาห่วงโซ่การผลิต (Supply chain) ของอาหารเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชัน (ภาพที่ 3) พบว่า ในช่วงปลายน้ำการผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย ผู้ประกอบการไทยมีความเข้มแข็งและมีพื้นที่ทางการตลาด โดยมีผู้เล่นที่เป็นบริษัทใหญ่หลายรายที่มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และอยู่ในห่วงโซ่การผลิตระดับโลก (Global Value Chain) แต่ยังพบความท้าทายตลอดห่วงโซ่ตั้งแต่ในส่วนต้นน้ำถึงแม้ไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพของสินค้าวัตถุดิบเกษตรสูง แต่ยังประสบปัญหาผู้ประกอบการส่วนใหญ่นำเข้าวัตถุดิบและสารสกัดจากต่างประเทศ เนื่องจากสินค้าเกษตรไทยขาดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ ทำให้คุณภาพและปริมาณมีความผันผวน ไม่สามารถรองรับการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้ ในขณะที่ส่วนกลางน้ำของห่วงโซ่การผลิตพบว่า ไทยยังขาดเทคโนโลยีการสกัดขั้นสูงเพื่อให้ได้สารสำคัญที่มีความบริสุทธิ์สูง (High purity) ปัจจุบันมีบริษัทจำนวนน้อยรายที่สามารถสกัดสารสำคัญที่มีความบริสุทธิ์สูงได้ ซึ่งถือเป็นคอขวดสำคัญของอุตสาหกรรมอาหารอนาคตไทย จึงจำเป็นต้องมีการสร้างอุตสาหกรรมกลางน้ำขึ้นมา โดยสร้างแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการปลายน้ำรายใหญ่ที่มีตลาดขยับมาลงทุนในอุตสาหกรรมกลางน้ำในประเทศมากขึ้น ยกระดับผู้ประกอบการเดิม และดึงดูดให้เกิดการลงทุนสำหรับเทคโนโลยีการสกัดขั้นสูงจากบริษัทต่างประเทศ เมื่ออุตสาหกรรมกลางน้ำมีความเข้มแข็ง มีตลาด จะส่งผลให้ผู้ประกอบการส่วนต้นน้ำ กลุ่มเกษตรกรสามารถผลิตวัตถุดิบเกษตรที่ตรงกับความต้องการของตลาด เป็นการ

ยกระดับการผลิตระดับเกษตรอุตสาหกรรมตลอดทั้งห่วงโซ่การผลิตอย่างแท้จริง ในส่วนของปลายน้ำ การกล่าวอ้างผลทางสุขภาพของสารประกอบเชิงฟังก์ชันที่ต้องใช้ข้อมูลวิจัยทางคลินิกมาประกอบเพื่อใช้ในการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ ซึ่งการวิจัยทางคลินิกใช้ระยะเวลาและต้นทุนสูง ทำให้ระยะเวลาในการออกสู่ตลาดของผลิตภัณฑ์ทางสุขภาพใช้ระยะเวลานานและไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงตลาด

ภาพที่ 6 ซัพพลายเชนของอาหารเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชัน

3.2.2 ช่องว่างของอุตสาหกรรมอาหารโปรตีนทางเลือกสกัดจากวัตถุดิบไทย

เมื่อพิจารณาห่วงโซ่การผลิต (Supply chain) ของอุตสาหกรรมอาหารโปรตีนทางเลือกสกัดจากวัตถุดิบไทย (ภาพที่ 4) พบว่า ผู้ประกอบการปลายน้ำมีทั้งบริษัทขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และสตาร์ทอัพ ซึ่งผลิตผลิตภัณฑ์ในกลุ่มโปรตีนจากพืช ได้แก่ นมถั่วชนิดต่างๆ ผงโปรตีนเข้มข้น เนื้อจากพืช (Plant based meat) และแมลงแปรรูป และจากการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ สัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ประกอบการ พบว่า ส่วนประกอบของโปรตีน (Protein ingredients) คือ Protein flake, Protein concentrate, Protein isolate และ Protein isolate ยังนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด ก่อนที่นำมาขึ้นรูปด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทั้งแบบความชื้นสูง (high moisture extrusion) และความชื้นต่ำ (low moisture extrusion) หรือผสมอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ปลายน้ำ แสดงถึงช่องว่างของอุตสาหกรรมกลางน้ำในการผลิตส่วนประกอบโปรตีนภายในประเทศ โดยในปัจจุบัน มีเพียงผู้ประกอบการไทย เพียง 1 ราย เท่านั้น ที่สามารถผลิต Protein isolate จากถั่วเขียวซึ่งเป็นวัตถุดิบเกษตรท้องถิ่นของไทยได้ในระดับอุตสาหกรรม และยังพบช่องว่างในส่วนต้นน้ำ คือ ทั้งในกลุ่มพืชโปรตีนนำเข้าความต้องการสูง ได้แก่ ถั่วเหลือง ที่มีปัจจัยเสี่ยงเรื่องภาวะสงครามและการกีดกันทางการค้า กลุ่มวัตถุดิบเกษตรไทย ถั่วเขียว เห็ด แมลง ยังมีข้อจำกัดเรื่องคุณภาพและปริมาณการผลิตที่ผันผวน เนื่องจากขาดการบริหารจัดการวัตถุดิบต้นน้ำที่มีประสิทธิภาพ ทำให้การเชื่อมต่อห่วงโซ่การผลิตจากต้นน้ำมากลางน้ำไม่ต่อเนื่อง รวมไปถึงวัตถุดิบจากกระบวนการใหม่ ราสร้างเส้นใยโปรตีน เนื้อเพาะเลี้ยง (Cultured meat) ที่ยังต้องการการทดสอบความปลอดภัย (Safety assessment) ก่อนที่จะผลิตผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 7 ซัพพลายเชนโปรตีนทางเลือกสกัดจากวัตถุดิบไทย

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า คอขวดสำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารอนาคตของประเทศไทย ในกลุ่มอาหารเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชัน และอาหารโปรตีนทางเลือก คือ ส่วนต้นน้ำขาดการบริหารจัดการวัตถุดิบที่มีประสิทธิภาพ ให้มีคุณภาพและปริมาณตรงกับความต้องการของตลาด ขาดอุตสาหกรรมกลางน้ำผลิตสารมูลค่าสูง (High Valued Added) ทั้งสารประกอบเชิงฟังก์ชัน (Functional ingredients) และส่วนประกอบโปรตีน (Protein ingredients) และส่วนปลายน้ำ ยังต้องการการรวบรวมงานวิจัยและผลทดสอบทางคลินิกโดยเฉพาะงานวิจัยสารสำคัญ (Positive lists) จากวัตถุดิบเกษตรไทยเพื่อให้ผู้ประกอบการใช้ในการกล่าวอ้างหน้าที่บนผลิตภัณฑ์ได้ ระบบมาตรฐานการตรวจวัดสารสำคัญ

3.2.3 สรุปกรณีศึกษานโยบายสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารอนาคตในต่างประเทศ

- **สหรัฐอเมริกา**

สหรัฐอเมริกาให้ความสำคัญกับระบบอาหารที่ยั่งยืนและการส่งเสริมสุขภาพประชาชนผ่านยุทธศาสตร์ **U.S. National Food Strategy** โดยในปี 2022 ได้จัดสรรงบประมาณมากกว่า 200 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ให้กับหน่วยงานหลักอย่าง National Institute of Food and Agriculture (NIFA) ซึ่งเป็นหน่วยงานให้ทุนด้านเกษตรที่ใหญ่ที่สุดในสหรัฐ และอยู่ภายใต้กระทรวงเกษตร (USDA) โดย มุ่งเน้นไปที่กระบวนการหมักแม่นยำ โปรตีนพืช การผลิตที่ปลอดภัย การผลิตด้วยเทคนิคชีววิทยาสังเคราะห์ เป็นต้น นอกจากนี้ National Science Foundation หรือ NSF ได้จัดทำ Bioeconomy Priorities สนับสนุนการผลิตโปรตีนทางเลือกด้วยเทคโนโลยีการหมัก (fermentation) พัฒนาเทคโนโลยีอาหารพืชโปรตีนสูงและเนื้อจากพืช (plant-based meat) และการเพาะเลี้ยงเซลล์ (Cell-based agriculture) และโปรแกรม NIH Precision Nutrition Initiative (NIH) สนับสนุนงบประมาณ 170 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (ระยะ 5 ปี) วิจัยและพัฒนา

อาหารเฉพาะบุคคล (personalized nutrition) ด้วยการใช้ข้อมูลสุขภาพและเทคโนโลยี AI นอกจากระบบวิจัยและพัฒนาที่เข้มแข็งสหรัฐอเมริกายังมีระบบนิเวศการลงทุนในสตาร์ทอัพที่ใหญ่ที่สุดในโลก (venture capital) ทำให้มีเงินลงทุนใน food tech startup สูงที่สุดในโลก และก่อให้เกิดสตาร์ทอัพกลุ่ม future food ระดับโลกหลายบริษัท รวมถึงสนับสนุนการขยายตลาดผ่านระบบรับรองความปลอดภัยทางอาหาร (Generally Recognized as Safe: GRAS) ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง เอกชนเป็นผู้ยื่นขอจดแจ้งได้เอง และมีกระบวนการอนุมัติแบบเร่งด่วน (fast-track approvals) สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ เช่น เนื้อเพาะเลี้ยง (Cell-based meat)

- **สหภาพยุโรป**

สหภาพยุโรปสนับสนุนเป้าหมายด้านความยั่งยืน สุขภาพประชาชน และความมั่นคงทางอาหาร ภายใต้กรอบนโยบายหลัก **“European Green Deal”** และยุทธศาสตร์ **“Farm to Fork Strategy”** ซึ่งผลักดันการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบอาหารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ยั่งยืน และดีต่อสุขภาพ มาตรการสำคัญประกอบด้วยการสนับสนุนทุนวิจัยขนาดใหญ่ผ่านโครงการ Horizon Europe งบประมาณ 10,000 ล้านยูโร ระหว่างปี 2021-2027 เป็นการส่งสัญญาที่สำคัญต่อผู้ประกอบการและนักลงทุนว่ายุโรปจะส่งเสริมการผลิตและบริโภคอาหารอนาคต อันได้แก่ อาหารออร์แกนิก วิจัยและนวัตกรรมด้านโปรตีนทางเลือก (เช่น โปรตีนจากพืช แมลง และจุลินทรีย์) พัฒนาอาหารเฉพาะทาง เช่น อาหารทางการแพทย์ และการพัฒนาเกษตรยั่งยืนและเทคโนโลยีอาหารอื่น ๆ โดยทุนดังกล่าวจะให้ตรงไปที่ผู้ประกอบการทั้งสตาร์ทอัพ SME และบริษัทขนาดใหญ่ ทำให้บริษัทเหล่านั้นเข้ามาร่วมเป็นผู้พัฒนามากกว่าเป็นผู้ใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นแล้ว นอกจากนี้ ยังมีการส่งเสริมให้เกิดการส่งข้อเสนอแบบคอนซอร์เทียมที่ประกอบด้วยสมาชิกที่หลากหลาย และการสร้างฉลากสุขภาพ (Nutrition labelling) เพื่อให้ผู้บริโภคเข้าถึงข้อมูลอย่างโปร่งใส และมีสถาบันนวัตกรรมและเทคโนโลยีแห่งยุโรป (European Institute of Innovation and Technology - EIT) สนับสนุนทุนวิจัยแก่ธุรกิจสตาร์ทอัพ ด้านนวัตกรรมอาหาร ลงทุนด้านเทคโนโลยีการแปรรูป การควบคุมคุณภาพ และระบบติดตามย้อนกลับในห่วงโซ่อาหาร เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคและผู้ผลิตในระบบอาหารใหม่

- **สาธารณรัฐสิงคโปร์**

สิงคโปร์ได้กำหนดนโยบาย **"30 by 30"** เพิ่มการผลิตอาหารในประเทศ 30% เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหาร ภายในปี 2030 โดยภายใต้ยุทธศาสตร์ **Singapore Food Story 2030** Singapore Economic Development Board หรือ EDB ได้จัดตั้งกองทุนอาหารแห่งชาติ (National Food Fund) เพื่อร่วมทุนควบคู่ไปกับนักลงทุนภาคเอกชนเพื่อลดความเสี่ยง (co-invest) โดยจะร่วมลงทุนในสตาร์ทอัพที่มีเทคโนโลยีการผลิตอาหารแห่งอนาคต เช่น โปรตีนทางเลือก การเกษตรแนวตั้ง และเนื้อเพาะเลี้ยง (Cultivated Meat) ในด้านการลงทุนวิจัยและพัฒนารัฐบาลได้จัดสรรงบกว่า 144 ล้านเหรียญสิงคโปร์สำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอาหาร ร่วมกับหน่วยงานวิจัยหลักอย่าง A*STAR (Agency for Science, Technology and Research) ซึ่งทำงานกับบริษัทระดับโลก เช่น Eat Just Avant Meats พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ โดยมี Singapore Food Agency (SFA) เป็นหน่วยงานหลักในการกำกับดูแลและพัฒนากฎระเบียบด้านอาหาร รวมถึงกระบวนการอนุมัติผลิตภัณฑ์ Cultivated Meat ซึ่งสิงคโปร์เป็นประเทศแรกใน

โลกที่อนุมัติการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพาะเลี้ยงอย่างเป็นทางการ รวมทั้งส่งเสริมตลาด สนับสนุนการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากโปรตีนพืชและเนื้อทางเลือกในเชิงพาณิชย์

- **สาธารณรัฐเกาหลีใต้**

รัฐบาลเกาหลีใต้ได้ดำเนินนโยบายและมาตรการ **นโยบายเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy Policy)** เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมอุตสาหกรรมปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ยั่งยืนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กระทรวงเกษตร อาหาร และกิจการชนบท (MAFRA) ได้กำหนดให้อุตสาหกรรมอาหารทางเลือกเป็น 1 ใน 5 อุตสาหกรรมอาหารที่มีศักยภาพเติบโตสูง ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาในภาคอุตสาหกรรม นำนวัตกรรมมาใช้ในกระบวนการผลิต จัดตั้งกลไก R&D consortium เพื่อทำให้เกิดกิจกรรมวิจัยระหว่างภาครัฐและเอกชน ส่งเสริมตลาดด้วยนโยบายส่งเสริม Soft Power ใช้สื่อบันเทิงและวัฒนธรรมเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมสินค้าและบริการของประเทศ ซึ่งรวมถึงผลิตภัณฑ์ด้านเกษตรและอาหาร

- **เครือรัฐออสเตรเลีย**

อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มเป็นอุตสาหกรรมสำคัญภายใต้ Modern Manufacturing Initiative (MMI) โดยออสเตรเลียมีนโยบาย **Food and Beverage National Manufacturing Priority** เพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารยั่งยืน มุ่งเน้นการสร้างขีดความสามารถในการผลิตอาหารและเครื่องดื่มที่ยั่งยืนและมีมูลค่าเพิ่มที่พร้อมกับการส่งออก โดยเฉพาะในกลุ่มโปรตีนทางเลือก อาหารฟังก์ชั่น และส่วนประกอบอาหารใหม่และเทคโนโลยีการหมัก ทั้งนี้ ภายใต้โปรแกรม MMI รัฐบาลได้ให้ทุนในลักษณะร่วมลงทุน (co-investment) กับภาคอุตสาหกรรมในการขยายขนาดเทคโนโลยี ยกระดับโครงสร้างพื้นฐานในโรงงาน การทำออโตเมชั่น การลงทุนในเทคโนโลยี และสร้างซัพพลายเชน นอกจากนี้ ในด้านการวิจัยและพัฒนา องค์การวิจัยวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมเครือจักรภพ (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO) เปิดตัวโครงการ Future Protein Mission มีงบประมาณสนับสนุนกว่า 150 ล้านดอลลาร์ออสเตรเลีย เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีโปรตีนจากพืช (Plant-based) โปรตีนจากแมลง (Insect-based) และโปรตีนจากการหมัก (Fermentation-based) โดยมีเป้าหมายสร้างมูลค่าเพิ่ม 10,000 ล้านดอลลาร์ออสเตรเลีย ในผลิตภัณฑ์โปรตีนคุณภาพสูงภายในปี 2030 ออสเตรเลียสร้างความแตกต่างให้กับสินค้า ด้วยการชูว่าสินค้าของออสเตรเลียมีความปลอดภัยสูง ดีต่อสุขภาพ และกระบวนการผลิตเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยสื่อสารผ่าน Clean label ทั้งนี้ ด้านกฎระเบียบ Food Standards Australia New Zealand (FSANZ) มีบทบาทในการประเมินและรับรองความปลอดภัยของอาหารใหม่ (Novel Foods) โดยใช้การประเมินทางวิทยาศาสตร์และมาตรฐานความปลอดภัยที่เข้มงวดเพื่อให้มั่นใจว่าอาหารใหม่ที่เข้าสู่ตลาดมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ตาราง 5 เปรียบเทียบนโยบายและมาตรการสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารอนาคตของต่างประเทศ

	สหรัฐอเมริกา	สหภาพยุโรป	สิงคโปร์	เกาหลีใต้	ออสเตรเลีย
กรอบนโยบายระดับประเทศ	U.S. National Food Strategy	Farm to Fork Strategy (ภายใต้ European Green Deal)	นโยบาย 30x30 และSingapore Food Story 2030	ก.เกษตร (MARF) กำหนดอุตสาหกรรมอาหารทางเลือก (alt food) เป็น 1 ใน 5 อุตสาหกรรมอาหารศักยภาพภายใต้ Green Economy Policy	Food and Beverage National Manufacturing Priority ระบุให้อาหารอนาคตเป็นกลุ่มเป้าหมายร]yd
การดึงดูดการลงทุน	• R&D 20%Tax Credit • SBIR Grant ให้ตรงเอกชน • US มีระบบนิเวศของ venture capital ที่เข้มแข็ง ทำให้ US มีเงินลงทุนใน food tech startup สูงที่สุดในโลก และก่อให้เกิดสตาร์ทอัพ future food ระดับโลกหลายบริษัท	• Horizon Europe จัดให้มีโปรแกรมทุนวิจัยขนาดใหญ่ระยะยาวด้านอาหารอนาคต เพื่อส่งสัญญานแก่นักลงทุนและผู้ประกอบการว่า EU ให้ความสำคัญกับ Future Food โดยเป็นทุนที่ให้ตรง ผปก	• ยกเว้นภาษีนิติบุคคล 15 ปี • ภาษี R&D 250% • เจรจารายกรณีสำหรับบริษัทที่มีเทคโนโลยีขั้นสูง • อำนวยความสะดวกด้านกฎระเบียบ • EDB จัดตั้งกองทุนอาหารแห่งชาติร่วมลงทุนในสตาร์ทอัพควบคู่ไปกับนักลงทุนภาคเอกชน เพื่อลดความเสี่ยงแก่นักลงทุนเอกชน	• 20-40% RD Tax Credit • Foreign Investment Zones ยกเว้นภาษีนิติบุคคล,VAT, ภาษีศุลกากร 15 ปี • Regulatory Sandbox • นโยบายประเทศที่กำหนดให้เป็นระยะยาว ช่วยให้ผู้ประกอบการเชื่อมั่นและกล้าลงทุนในอุตสาหกรรมอาหารอนาคต	• Tax offset SME 43.5% และ LE 38.5% • MMI ให้ทุนแบบ co-funding แก่ภาคอุตสาหกรรมเพื่อนำไปยกระดับเทคโนโลยีการผลิตและขยายผลเทคโนโลยี

	สหรัฐอเมริกา	สหภาพยุโรป	สิงคโปร์	เกาหลีใต้	ออสเตรเลีย
วิจัยและพัฒนา (R&D)	● NIFA สนับสนุน 200 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ต่อปี ● NSF Bioeconomy Priorities ● NIH Precision Nutrition ● GFI เชื่อมโยงงานวิจัยอาหารอนาคตสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรม	● Horizon Europe สนับสนุน10,000 ล้านยูโร สนับสนุน R&D โปรตีนทางเลือก, อาหารออร์ แกนิก อาหารการแพทย์ ● EIT สนับสนุนสตาร์ทอัพ	A*STAR ลงทุนในเทคโนโลยีอาหารและทำงานร่วมกับบริษัทระดับโลก เช่น Eat Just, Avant Meats	● กลไก R&D consortium ระหว่างรัฐและเอกชน ● Food tech cluster & Bio-Innovation Hub แชร์ห้องปฏิบัติการ โรงงานต้นแบบ และบริการอื่นๆที่จำเป็นสำหรับสตาร์ทอัพ	CSIRO: Future Protein Mission 150 ล้านเหรียญลงทุนในโปรตีนทางเลือก
การพัฒนาตลาด	● ระบบ fast-track approvals ดึงดูดให้บริษัทอาหารที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงสนใจไปลงทุนและขยายตลาดที่สหรัฐ	●สร้างระบบฉลากสุขภาพ (nutrition labelling) ● Traceability เพื่อสร้างความเชื่อมั่นผู้บริโภค	●สนับสนุนการจำหน่ายเนื้อเพาะเลี้ยง (ประเทศแรกที่อนุมัติ) ●ส่งเสริมโปรตีนพืชเชิงพาณิชย์	ใช้ Soft Power สนับสนุนตลาดส่งออกอาหาร (K-Food) และบูรณาการกับอุตสาหกรรมบันเทิง (K-Culture)	Austrade สนับสนุนการขยายตลาดโปรตีนสะอาด (Clean Protein) และการส่งออก
กฎระเบียบ/ความปลอดภัย	FDA ● ระบบรับรอง GRAS ● Fast-track สำหรับอาหารใหม่ (Cell-based meat)	EFSA การประเมินทางวิทยาศาสตร์สำหรับอาหารใหม่	SFA เป็นผู้นำด้านกฎระเบียบอาหารใหม่ระดับโลก มีกลไกอนุมัติและแนวทางรับรองอาหารใหม่อันดับต้นๆของโลก เช่น เนื้อเพาะเลี้ยง	MFDS สร้างความชัดเจนในกฎระเบียบอาหารใหม่ อยู่ระหว่างศึกษาแนวทางการประเมินอาหารใหม่	FSANZ ● ระบบ Clean Labelling ● Safety Assessment และ Novel Foods Approval

บทที่ 4

ข้อเสนอการขับเคลื่อนอนาคตไทยด้วยเทคโนโลยีเกษตรและอาหาร (Agri & Food Technology for the Future)

จากสถานการณ์อุตสาหกรรมการเกษตรและอาหารของไทย รวมทั้งแนวโน้มทิศทางตลาดของโลก และแนวปฏิบัติต่างประเทศ กระทรวง อว. จึงได้จัดทำ *"ข้อเสนอการขับเคลื่อนอนาคตไทยด้วยเทคโนโลยีเกษตรและอาหาร (Agri & Food Technology for the Future)"* โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เข้าไปสนับสนุนการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตและการส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารของไทยให้มีความมั่นคง เพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน และสร้างห่วงโซ่อุปทานมูลค่าสูงให้กับสินค้าเกษตรไทย โดยได้กำหนดเป้าหมายสำคัญที่ต้องบรรลุภายในปี 2575 ทั้งในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม คือ เพิ่มการผลิตโปรตีนจากพืช เพิ่มการมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตร และเพิ่มมูลค่าตลาดอาหารอนาคต โดยมีข้อเสนอเพื่อการขับเคลื่อนสำคัญ 3 ยุทธศาสตร์ ดังนี้

(1) การสร้างความมั่นคงทางอาหาร (Food security): มุ่งส่งเสริมการปลูกพืชตามความเหมาะสมของพื้นที่ โดยเฉพาะพืชโปรตีนสูงที่ไทยยังต้องพึ่งพาการนำเข้า อาทิ ถั่วเหลือง และพืชโปรตีนอื่น ๆ ที่ไทยมีศักยภาพ อาทิ ไข่ผำ มุ่งเปลี่ยนผ่านไปยังโปรตีนทางเลือก เพื่อความมั่นคงทางอาหารในระยะยาว จากความต้องการโปรตีนจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้น หากยังใช้ระบบการผลิตโปรตีนแบบดั้งเดิมอาจเผชิญกับความไม่มั่นคงทางอาหาร การสนับสนุนการผลิตและบริโภคโปรตีนทางเลือก เช่น พืชตระกูลถั่ว และโปรตีนสังเคราะห์เป็นแนวทางเสริมสร้างระบบอาหารที่มีความยืดหยุ่น และสามารถผลิตในพื้นที่จำกัด ตลอดจนช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบย่อยอาหารของสัตว์

(2) การเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน (Competitiveness): จำเป็นต้องขับเคลื่อนควบคู่กันทั้งในด้านการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) และการสร้างความแตกต่างผ่านการสร้างแบรนด์ด้านความยั่งยืน โดยในด้านการเพิ่มผลิตภาพมุ่งเน้นการการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น เกษตรแม่นยำ โดรน เซ็นเซอร์อัจฉริยะ และ AI ด้านเกษตร เพื่อลดต้นทุนและลดความเสี่ยง ในขณะเดียวกันการสร้างแบรนด์สินค้าเกษตรไทยให้มีจุดเด่น โดยสนับสนุนการรับรองมาตรฐาน ระบบตรวจสอบย้อนกลับ เพื่อสื่อสารและสร้างความเชื่อมั่นทั้งด้านคุณภาพและความยั่งยืนของสินค้าเกษตรไทยให้กับคู่ค้าและบริโภคทั้งในและต่างประเทศ

(3) การสร้างห่วงโซ่อุปทานใหม่ (New supply chain) สินค้าเกษตรเข้าสู่อุตสาหกรรมมูลค่าสูง (Future Food Market Diversification): ด้วยการนำงานวิจัยและพัฒนายกระดับสินค้าเกษตรไทยสู่การเป็นวัตถุดิบผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง ส่งเสริมการลงทุนอุตสาหกรรมแปรรูปขั้นสูงภายในประเทศ ตลอดจนส่งเสริมด้านการตลาดด้วยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการยกระดับมาตรฐานและระบบรับรองอาหาร เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชัน ควบคู่กับการเพิ่มรายการกล่าวอ้างทางสุขภาพของสารสำคัญ (Other Function Claim Positive List) จากวัตถุดิบไทย และนำร่องแพลตฟอร์มจดแจ้งผลิตภัณฑ์สุขภาพ (FFC Thailand) เพื่อสนับสนุนการขึ้นทะเบียนอาหารฟังก์ชั่น

ภาพที่ 8 ข้อเสนอการขับเคลื่อนอนาคตไทยด้วยเทคโนโลยีเกษตรและอาหาร

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การสร้างความมั่นคงทางอาหาร (Food security)

มีเป้าหมายเพิ่มพื้นที่การปลูกพืชโปรตีนสูงตามความเหมาะสมของพื้นที่ อาทิ พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเหลือง เป็นต้น และส่งเสริมการปลูกพืชโปรตีนสูงที่ไทยมีศักยภาพ อาทิ ไข่ผำ โดยมีแนวทางการดำเนินงาน 3 กลยุทธ์

กลยุทธ์ 1 Zoning พื้นที่และบริหารจัดการน้ำ ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม

หลักการ: ประเทศไทยประสบกับปัญหาการใช้ที่ดินที่ดินไม่เต็มศักยภาพ ปลูกพืชยังไม่สอดคล้องกับความเหมาะสมของพื้นที่ และการจัดการน้ำที่ยังขาดการวางแผนในเชิงระบบ ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรมีความผันผวน ประสิทธิภาพต่ำ และไม่สามารถรองรับภัยธรรมชาติ กลยุทธ์นี้มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น GIS ภาพถ่ายดาวเทียม และระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ในการจำแนกพื้นที่การเกษตรตามความเหมาะสมของดิน น้ำ และภูมิอากาศ ควบคู่ไปกับการบริหารจัดการน้ำแบบแม่นยำในระดับแปลง เพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต และลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละฤดูกาล โดยให้สำคัญในการส่งเสริมการปลูกพืชตามความเหมาะสมของพืชที่เพื่อความมั่นคงทางอาหารของไทย คือพืชโปรตีนสูง ที่ไทยยังต้องพึ่งพาการนำเข้าเป็นอันดับแรก

หน่วยงานรับผิดชอบ: กรมพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) และกรมส่งเสริมการเกษตร

กิจกรรม:

1. กำหนดพื้นที่เป้าหมายที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็น AgriFood Future Zone โดยพิจารณาจาก 3 ปัจจัย ได้แก่ (1) ที่ดิน มีพื้นที่ที่เจ้าของยินดีเข้าร่วมการบริหารจัดการ เช่น เกษตรแปลงใหญ่ และพื้นที่ของโรงงานดั้งเดิม แต่เจ้าของอยากจะลงทุนเพื่อทำการเกษตรประสิทธิภาพสูง (2) แหล่งน้ำ มีแหล่งน้ำแต่อาจยังขาดการบริหารจัดการเพื่อใช้ประโยชน์และ (3) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง มีการทำงาน

ร่วมกันอย่างความเข้มแข็ง ทั้งภาคเกษตรกร สถาบันการศึกษา/สถาบันวิจัย ภาคเอกชน และหน่วยงานท้องถิ่น โดยมีเป้าหมายร่วมกัน คือ เพิ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจระดับพื้นที่ (Decision Support System) สำหรับเลือกปลูกพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่และฤดูกาล ร่วมกับการพัฒนาฐานข้อมูลน้ำในพื้นที่เกษตรแบบเรียลไทม์โดยการใช้ระบบเซนเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำและความชื้นในดิน
3. อบรมเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นให้สามารถใช้เครื่องมือเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลกระทบ: การดำเนินการตามกลยุทธ์นี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรดินและน้ำ ลดต้นทุนในการจัดการฟาร์ม ลดการสูญเสียจากภัยธรรมชาติ และเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ โดยเฉพาะพืชโปรตีนสูง ส่งผลให้ลดการพึ่งพาการนำเข้าพืชโปรตีน เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคงมากขึ้น และสร้างรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาเกษตรแม่นยำในระดับประเทศ

กลยุทธ์ 2 วิจัยพัฒนา แปลงทดลอง และสร้างเครือข่ายผู้ใช้เทคโนโลยี

หลักการ: กลยุทธ์นี้จึงเน้นการวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ผ่านแปลงทดลองต้นแบบในพื้นที่จริง ร่วมกับการสร้างเครือข่ายเกษตรกรและผู้ประกอบการที่พร้อมทดลองใช้เทคโนโลยีใหม่ และนำข้อเสนอแนะจากผู้ทดลองใช้มาปรับปรุงเทคโนโลยีและนวัตกรรม พัฒนาเป็นแพลตฟอร์มการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักวิจัยและผู้ใช้ เพื่อให้เกิดนวัตกรรมที่ตอบโจทย์พื้นที่อย่างแท้จริง

หน่วยงานรับผิดชอบ: สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (NIA) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) มหาวิทยาลัยในภูมิภาค และกรมวิชาการเกษตร

กิจกรรม:

1. กำหนดโจทย์วิจัยและพัฒนาที่สอดคล้องตามความต้องการของผู้ใช้ เช่น ผ่านกลไก Consortium โดยมีการบริหารจัดการภาพรวมงานวิจัยและพัฒนาตลอด Supply chain ตั้งแต่การปรับปรุงพันธุ์ระดับยีน ปัจจัยการผลิตไบโอเทค การบริหารจัดการแปลงด้วยซอฟต์แวร์และแผนที่ความละเอียดสูงระดับแปลง และการพัฒนาฮาร์ดแวร์และระบบอัตโนมัติ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าผลลัพธ์ที่เกิดจากงานวิจัยแต่ละทีมสามารถสร้างให้เกิดผลกระทบต่อการพัฒนาภาคเกษตรได้อย่างแท้จริง ตัวอย่างเช่น การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีข้อปล้องแรกความยาวอย่างน้อย 30 เซนติเมตร และการวิจัยพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองสำหรับต้นถั่วเหลืองที่ยาว 30 เซนติเมตร ได้ เพื่อลดความสูญเสีย (loss) จากการเก็บเกี่ยว การพัฒนาเครื่องคัดแยกสีและขนาดของเมล็ดถั่วเหลือง (Color sorting and grading machine)

2. สนับสนุนระบบนิเวศที่จำเป็นในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเกษตร อาทิ ธนาคารเชื้อพันธุ์ โรงงานต้นแบบ กฎระเบียบเพื่ออำนวยความสะดวกการขึ้นทะเบียนสารชีวภัณฑ์ทางการเกษตร ข้อมูลเปิดภาครัฐ (Open Data) ด้านการเกษตร ห้องปฏิบัติการสร้างต้นแบบนวัตกรรม (Fabrication LAB) และธุรกิจทางการเกษตร ทั้ง startups ด้านการเกษตร และ Service Providers

ผลกระทบ: ช่วยลดช่องว่างระหว่างนักวิจัยและผู้ใช้จริง ทำให้เทคโนโลยีถูกนำไปใช้ในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มอัตราการปรับตัวของเกษตรกรต่อการเปลี่ยนแปลง และเพิ่มอัตราการรับเทคโนโลยี (Technology Adoption Rate) ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และการผลิตที่ยั่งยืนมากขึ้น

กลยุทธ์ 3 ส่งเสริมให้เกิดธุรกิจบริหารจัดการตลอด Supply Chain และแบ่งปันผลประโยชน์อย่างเป็นธรรม

หลักการ: ประเทศไทยมีลักษณะการเกษตรที่กระจายตัวและมีแปลงเกษตรขนาดเล็กจำนวนมาก ซึ่งก่อให้เกิดข้อจำกัดในการผลิตที่สม่ำเสมอทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ รวมถึงความสามารถในการบริหารจัดการต้นทุนและการเข้าถึงตลาด กลยุทธ์นี้จึงเสนอให้มีการจัดตั้ง "ตัวกลาง" หรือ "Producer company" ที่มีบทบาทบริหารจัดการวัตถุดิบให้มีปริมาณและคุณภาพตามความต้องการของตลาด นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่จำเป็น เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการผลิต และควบคุมคุณภาพของผลผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐาน พร้อมทั้งกำหนดกลไกการแบ่งปันผลประโยชน์อย่างเป็นธรรม โดยเฉพาะในบริบทของเกษตรกรรายย่อย ซึ่งจะช่วยเพิ่มอำนาจต่อรองและความมั่นคงทางรายได้ของเกษตรกรในระยะยาว

หน่วยงานรับผิดชอบ: บริษัทเอกชนที่สนใจจัดตั้งบริษัท Producer Company และกรมส่งเสริมสหกรณ์ (ส่งเสริมให้สหกรณ์ที่มีศักยภาพยกระดับมาจัดตั้ง บริษัท Producer Company)

กิจกรรม:

1. สนับสนุนการจัดตั้ง Producer company เช่น วิสาหกิจชุมชน สหกรณ์ หรือบริษัทเกษตรที่ทำหน้าที่บริหารจัดการผลผลิตแบบรวมศูนย์ ผ่านมาตรการสร้างแรงจูงใจต่าง ๆ อาทิ เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ การยกเว้นภาษีนิติบุคล และโปรแกรมการสนับสนุนเฉพาะกลุ่ม
2. ยกระดับขีดความสามารถในการการถ่ายทอดเทคโนโลยีของ Producer company เช่น ระบบส่งเสริมการผลิต GAP กลไกเครื่องจักรกลร่วมใช้ (Sharing Economy) และศูนย์บริการ AgTech
3. ดึงดูดการลงทุนอุตสาหกรรมแปรรูปขั้นสูงที่ใช้วัตถุดิบทางการเกษตร เพื่อสร้างตลาดมูลค่าสูงให้ Producer company นำสินค้าเกษตรที่ได้มาตรฐานและคุณภาพไปขายในราคาที่เหมาะสม

ผลกระทบ: กลยุทธ์นี้จะทำให้ระบบการผลิตของเกษตรกรรายย่อยมีความเป็นระบบมากขึ้น สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงของภาคอุตสาหกรรมด้านวัตถุดิบ ส่งเสริมให้เกิดการใช้เทคโนโลยีอย่างแพร่หลายและสร้างความเป็นธรรมในระบบเศรษฐกิจเกษตรฐานรากอย่างยั่งยืน

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน (Competitiveness)

มีเป้าหมายเพิ่มการส่งออกสินค้าเกษตรไทย ให้สามารถแข่งขันในเวทีโลกทั้งด้านต้นทุน และคุณภาพ ตลอดจนมาตรฐานต่าง ๆ ที่คู่ค้าให้ความสำคัญ โดยเฉพาะมาตรฐานด้านความยั่งยืน โดยมีแนวทางการดำเนินงาน 2 กลยุทธ์

กลยุทธ์ 4 ส่งเสริมให้เกิดโมเดลธุรกิจสำหรับนวัตกรรมการเกษตร

หลักการ: กลยุทธ์นี้ดำเนินการร่วมกับกลยุทธ์ที่ 2 โดยเน้นนำงานวิจัยที่พร้อมใช้และตรงตามความต้องการของพื้นที่ มาขยายผลให้เกิดเป็นโมเดลธุรกิจสำหรับนวัตกรรมการเกษตร ผ่านกลไก Service Providers เพื่อลดต้นทุนและลดความเสี่ยงในการทำเกษตร

หน่วยงานรับผิดชอบ: สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (NIA) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) มหาวิทยาลัยในภูมิภาค และกรมวิชาการเกษตร

กิจกรรม: ปรับใช้กระบวนการของโครงการ RAIN (Regional Agricultural Information Network) ของ Winrock International Institute for Agricultural Development (WINROCK) ซึ่งเป็นองค์การนอกภาครัฐ (Non-governmental organization: NGO) ที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสมและตรงกับความต้องการ เน้นการพัฒนาโมเดลทางธุรกิจให้กับตัวเทคโนโลยี โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. Source: เริ่มต้นจากการค้นหาและประเมินนวัตกรรมที่มีอยู่โดยพิจารณาทั้ง “ความพร้อมของเกษตรกร” เช่น ความง่ายในการใช้งาน ราคาที่เข้าถึงได้ และ “ผลกระทบเชิงระบบ” ต่อภาครัฐ (เช่น นโยบายห้ามเผา), ตลาด (Fairtrade, ตลาดพรีเมียม), และห่วงโซ่อุปทาน (เช่น โมเดลรับซื้ออ้อยไม่เผาของมิตรผล)
2. Support: ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่
   (1) การวิเคราะห์ห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain Mapping): สนับสนุนทั้งระบบ เช่น โครงการส่งเสริมการใช้โดรน ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร, สมาคม TAITA, บริษัทเอกชน และแอปฯ Din Drone สำหรับจองบริการ
   (2) การวิเคราะห์ความคุ้มค่า: ประเมินต้นทุน ผลตอบแทนเพื่อสร้างแรงจูงใจให้ทุกฝ่าย
   (3) การทดลองนำร่อง (Pilot): ตั้งแปลงสาธิต สร้างระบบยกย่องเกษตรกรต้นแบบ ใช้คูปองหรือโปรโมชั่นเพื่อกระตุ้นการเริ่มใช้เทคโนโลยี
3. Scale: ขยายผลจากพื้นที่นำร่องสู่การใช้จริงในวงกว้าง โดยใช้บทเรียนจากแปลงทดลอง พร้อมระดมความร่วมมือจากทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐและเอกชน
4. Sell: เชื่อมโยงเกษตรกรกับตลาด เช่น แพลตฟอร์ม Agrimomo (ตลาดสินค้าเกษตรออนไลน์ที่ใหญ่ที่สุดในไทย) เพื่อเพิ่มช่องทางเข้าถึงนวัตกรรม
5. Share: เป้าหมายสุดท้ายคือการขยายผลสู่ระดับภูมิภาค โดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพื่อขยายตลาดให้สินค้านวัตกรรมทางการเกษตรของไทย

ผลกระทบ: เกษตรกรสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้โดยไม่ต้องลงทุนสูง ลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และเพิ่มขีดความสามารถของผู้ประกอบการนวัตกรรมด้านการเกษตรของไทย

กลยุทธ์ 5 สร้างแบรนด์ด้านคุณภาพและ ESG เพื่อสร้างความแตกต่างและการยอมรับของคู่ค้า

หลักการ: ยกระดับสินค้าเกษตรไทยโดยสร้างแบรนด์ที่สะท้อนคุณภาพ ความปลอดภัย และความยั่งยืน ตอบโจทย์ข้อกำหนดของตลาดโลกและความคาดหวังของผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับ ESG

หน่วยงานรับผิดชอบ: สถาบันเทคโนโลยีและสารสนเทศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (TIIS) สวทช. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) และสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)

กิจกรรม:

1. จัดทำฐานข้อมูลด้านความยั่งยืนให้กับสินค้าเกษตรสำคัญของไทย ที่ครอบคลุมตั้งแต่ด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม กฎหมาย และการจัดการ
2. พัฒนามาตรฐานยั่งยืนไทยให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ส่งเสริม Ecosystem ทั้งการพัฒนาระบบการทวนสอบ และการตรวจสอบย้อนกลับ
3. สนับสนุนให้เกษตรกรและผู้ประกอบการเข้าสู่ระบบ Traceability โดยรัฐใช้กลไก Producer Company สนับสนุนสินค้าเกษตรที่มีมาตรฐานเกษตรกรให้มีรายได้สูงกว่าสินค้าเกษตรทั่วไป

ผลกระทบ: สินค้าเกษตรไทยมีความแตกต่างชัดเจน เพิ่มโอกาสเข้าสู่ตลาดพรีเมียม เสริมภาพลักษณ์ประเทศในเวทีการค้าโลก สอดรับกับแนวโน้มความต้องการสินค้าเกษตรยั่งยืนที่ได้มาตรฐานตรวจสอบได้

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การสร้างห่วงโซ่อุปทานใหม่ (New supply chain) สินค้าเกษตรเข้าสู่อุตสาหกรรมมูลค่าสูง (Future Food Market Diversification)

มีเป้าหมายเพิ่มมูลค่าตลาดของอุตสาหกรรมอาหารอนาคตของไทย โดยการสร้างห่วงโซ่อุปทานใหม่ (New supply chain) ให้กับสินค้าเกษตรไทยถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมมูลค่าสูง โดยมีแนวทางการดำเนินงาน 3 กลยุทธ์

ภาพที่ 9 ยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมอาหารอนาคตไทย

กลยุทธ์ 6 ส่งเสริมการลงทุนและถ่ายทอดเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสารสกัด/โปรตีนขั้นสูง

หลักการ: ดึงดูดการลงทุนและยกระดับความสามารถทางเทคโนโลยีของผู้ประกอบการสารสกัดและโปรตีนขั้นสูงทั้งในและนอกประเทศเพื่อเติมเต็มห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอาหารแห่งอนาคตด้วยกลไกกองทุนเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน

หน่วยงานรับผิดชอบ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

กิจกรรม:

1. มอบหมาย สอวช. ประชาสัมพันธ์การสนับสนุนการลงทุนในอุตสาหกรรมผลิตส่วนประกอบฟังก์ชันและโปรตีนทางเลือกให้แก่นักลงทุนเป้าหมาย
2. มอบหมาย สอวช. ร่วมออกแบบและกำหนดสิทธิประโยชน์ในการส่งเสริมนักลงทุนเป้าหมาย เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่ยังขาดแคลนในประเทศ ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงหรือยังไม่เคยมีในประเทศ และช่วยปิดช่องว่างให้อุตสาหกรรมต่อเนื่อง เช่น อุตสาหกรรมอาหารอนาคต เครื่องสำอาง อาหารเสริม การแพทย์ และอาหารสัตว์

   โดยมีคุณสมบัติ สิทธิประโยชน์ และแนวทางการเจรจาเบื้องต้น ดังนี้

คุณสมบัติเบื้องต้นในการส่งเสริม

- ต้องเป็นผู้ผลิตชั้นนำผลิตสารสกัดหรือส่วนประกอบโปรตีน ซึ่งได้มาตรฐานกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ระดับ food grade
- ต้องมีแผนการผลิตส่วนประกอบฟังก์ชันและโปรตีนที่ชัดเจน
- ต้องผลิตสารประกอบฟังก์ชันที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า 60% ขึ้นไป หรือ มีการใช้เทคโนโลยีที่ไม่เคยมีมาก่อนหรือเทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต*
- กำหนดเวลายื่นข้อเสนอโครงการลงทุน ภายในปี 2570

สิทธิประโยชน์

- เงินสนับสนุนจากกองทุน เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทุน, R&D การส่งเสริมนวัตกรรม หรือการพัฒนาบุคลากรเฉพาะด้าน
- สิทธิประโยชน์ทางภาษี ได้แก่
    - ยกเว้นภาษีนิติบุคคล ไม่เกิน 15 ปี / ยกเว้นภาษีจากเงินปันผล
    - ยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรและอะไหล่ของเครื่องจักร
    - ยกเว้นอากรขาเข้าของที่นำเข้ามาเพื่อใช้ใน R&D
    - ยกเว้นอากรขาเข้าวัตถุดิบที่นำเข้ามาผลิตเพื่อส่งออก
    - ลดหย่อนอากรขาเข้าวัตถุดิบไม่เกินร้อยละ 90 สำหรับชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบที่ไม่มีการผลิตในประเทศ เป็นเวลา 5 ปี โดยจะอนุมัติให้คราวละ 1 ปี นับจากวันที่นำเข้าวัตถุดิบครั้งแรก
- สิทธิประโยชน์อื่นๆ ได้แก่ วีซ่า ใบอนุญาตทำงาน ถือกรรมสิทธิ์ที่ดิน ส่งเงินออกเป็นเงินต่างประเทศ

แนวทางการเจรจา

ให้คำนึงถึงแผนการลงทุน ขนาดกำลังการผลิต การเชื่อมโยงและสนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารแห่งอนาคต โภชนเภสัช และเครื่องสำอาง ระดับของเทคโนโลยี แผนถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี การจ้างงานและการพัฒนาบุคลากร และประเด็นอื่น ๆ ที่จะช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับห่วงโซ่อุปทาน และการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

เงื่อนไขเจรจาภาคบังคับ (required)

- เพิ่มสัดส่วนการใช้วัตถุดิบภายในประเทศ อย่างน้อย 50% ภายใน 5 ปี
- โควตาสำหรับทดลองผลิตสารสกัดในระดับอุตสาหกรรมให้แก่ startup หรือ SMEs ในประเทศ อย่างน้อย xx ตัน/ปี
- ร่วมออกแบบและดำเนินการหลักสูตรพัฒนากำลังคนทักษะสูงในด้าน Bioprocess/Purification /Molecular sensory science

เงื่อนไขเจรจาส่วนเสริม (optional)

- การลงทุนจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนา (R&D Center) ในประเทศไทยร่วมกับหน่วยงานรัฐ สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยและภาคเอกชนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม

- การพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ (tech localization) เช่น การให้พนักงานคนไทยในบริษัทได้เรียนรู้การใช้งานเครื่องจักร อบรมในต่างประเทศ หรือสร้างธุรกิจ spin-off เป็นต้น

ผลกระทบ: มีการดึงดูดการลงทุนจากบริษัทผลิตสารสกัดเชิงฟังก์ชันและส่วนประกอบโปรตีนทั้งในและต่างประเทศ อย่างน้อย 5 ราย มูลค่าการลงทุนรวม 3,000 ล้านบาท ซึ่งจะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจอย่างน้อย 3,600 ล้านบาท/ปี

กลยุทธ์ 7 Consortium สร้างกลุ่มวิจัยและพัฒนาต้นน้ำจนถึงตลาด

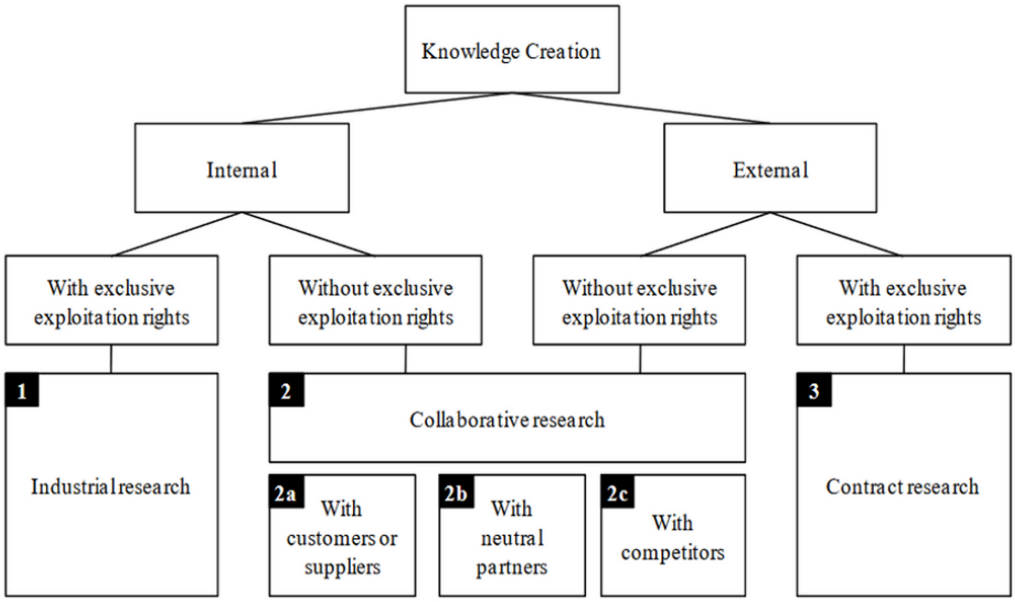
จากการวิเคราะห์โจทย์การวิจัยและพัฒนาห่วงโซ่การผลิตอุตสาหกรรมอาหารอนาคตกลุ่มสารประกอบเชิงฟังก์ชันและโปรตีนทางเลือกของไทย (ภาพที่ 6) ยังคงพบช่องว่างสำคัญที่ต้องการแก้ไขตั้งแต่ ข้อจำกัดด้านคุณภาพและปริมาณวัตถุดิบ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตวัตถุดิบ การพัฒนาเทคโนโลยีการสกัด แปรรูป เทคโนโลยีการผลิตในระดับขยายขนาด โครงสร้างพื้นฐาน และการสนับสนุนด้านกฎหมายและมาตรฐาน จึงจำเป็นต้องมีการ **“จัดตั้งกลุ่มวิจัยและพัฒนา (R&D consortium)”** เพื่อปิดช่องว่างของความสามารถทางเทคโนโลยีดังกล่าวตลอดทั้งห่วงโซ่ โดยเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยจากหลากหลายสาขา กับภาคเอกชนหรือสมาคมการค้าที่เป็นหน่วยงานขับเคลื่อนหลักในห่วงโซ่การผลิต

ภาพที่ 10 โจทย์การวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมกลุ่มสารประกอบเชิงฟังก์ชันและโปรตีนทางเลือกของไทย

หลักการ: กลุ่มวิจัยและพัฒนา (R&D consortium)[9] คือ การที่บริษัทคู่ค้า ซัพพลายเออร์ หรือคู่แข่งต่างๆ มาทำกิจกรรมวิจัยพัฒนาร่วมกัน (Collaborative research activities) โดยที่ไม่มีบริษัทใดมี

[9] Otto and Österle (2010) adapted from (Brockhoff, 1999)
Otto, Boris and Österle, Hubert, "Relevance through Consortium Research? A Case Study" (2010). ECIS 2010 Proceedings. Paper 41. http://aisel.aisnet.org/ecis2010/41
Brockhoff, K. (1999) Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle. Oldenbourg, München.

สิทธิแต่เพียงผู้เดียวในผลงานวิจัยนั้น (No exclusive exploitation rights) แต่เน้นการพัฒนาเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์อุตสาหกรรมร่วมกัน เช่น การส่งเสริมให้เกิดแพลตฟอร์มสนับสนุนการผลิตและการทดสอบผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ระดับห้องปฏิบัติการไปจนถึงระดับอุตสาหกรรม (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 11 รูปแบบการสร้างองค์ความรู้ระหว่างองค์กรในลักษณะ R&D CONSORTIUM[10]

ความร่วมมือวิจัยและพัฒนาแบบคอนซอร์เทียมช่วยให้บริษัทหรืออุตสาหกรรมก้าวทันเทคโนโลยีระดับโลกผ่านกระบวนการดูดซับและถ่ายทอดเทคโนโลยีได้อย่างรวดเร็ว นำไปสู่การสร้างอุตสาหกรรมใหม่และส่งเสริมการสร้างและแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างองค์กร นอกจากนี้ ยังเป็นการแชร์ทรัพยากรและลดความเสี่ยง อีกทั้งยังช่วยให้สามารถแบ่งปันผลงานวิจัยในช่วงก่อนการแข่งขันเชิงพาณิชย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากเอื้อให้มีการกระจายประโยชน์ไปยังหลายฝ่าย ทำให้เกิดการถ่ายทอดและการยอมรับเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการเผยแพร่เทคโนโลยีสู่หลายองค์กรพร้อมกัน (Multiple-firm technology diffusion)

รูปแบบของ R&D Consortium ขึ้นอยู่กับลักษณะโจทย์วิจัยและสมาชิกที่มาเข้าร่วม อาทิ

I. *Explorative Research* เน้นโจทย์วิจัยที่ซับซ้อน ความไม่แน่นอนสูง วิจัยนวัตกรรมเปิดล้ำสมัยที่พลิกโฉมอุตสาหกรรม
II. *Exploitative Research* เน้นแก้ปัญหาโจทย์วิจัยภาคอุตสาหกรรมในการผลิต แนวปฏิบัติ (Best Practice) สิทธิ์การใช้เทคโนโลยี (Tech Licensing) เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ (Process optimization) เน้นถ่ายทอดเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว
III. *Homogeneous* สมาชิกมีความคล้ายกัน มุ่งเน้นปัญหาเฉพาะร่วมกัน
IV. *Heterogeneous* สมาชิกมีความหลากหลาย มุ่งเน้นแก้ปัญหาตลอดทั้งห่วงโซ่การผลิต

โดยในกรณีของอาหารอนาคต พบว่ามีพืชที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นส่วนประกอบกลางน้ำของอาหารอนาคต ได้แก่ กระชายดำ ผำ ถั่วเขียว โดยในระยะแรกโจทย์วิจัยอาจมุ่งเน้นไปที่ Exploitative Research เน้นการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสกัดให้ได้ความบริสุทธิ์สูงในระดับอุตสาหกรรม ควบคู่ไปกับการสร้างระบบนิเวศด้านกฎระเบียบและการขึ้นทะเบียน โดยสนับสนุนการขึ้นทะเบียนการกล่าวอ้างทางสุขภาพของสารออกฤทธิ์ในกระชายดำ และการขึ้นทะเบียนอาหารใหม่ของโปรตีนสกัดจากผำ เป็นต้น

หน่วยงานรับผิดชอบ: สอวช. สกสว. สวก. บพข. คณะกรรมอาหารแห่งชาติ สมาคมอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

กิจกรรม

1. คัดเลือกและจัดตั้งคอนซอร์เทียมเพื่อเป็นศูนย์กลางการดำเนินงานวิจัยและพัฒนา

- หน่วยงานรัฐและเอกชนร่วมกันร่างเอกสารสำคัญ (Key documents) เพื่อกำหนดแผนการดำเนินงานและตั้งเป้าหมายร่วม (Shared Goals)
- ภาคเอกชนเสนอและจัดหาผู้จัดการกลุ่ม (Consortium Manager) ให้เป็นเผู้รับผิดชอบดูแลการดำเนินงาน

2. สรรหาเงินทุนตั้งต้น

- เงินทุนภาครัฐ (Government Funding) สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐาน
- เงินทุนจากภาคอุตสาหกรรม (Industrial Funding 1st Tier Members) สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยี แบ่งปันโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น
- การสนับสนุนในรูปแบบอื่นๆ (Other In-kind Funding) เช่น ทรัพยากร ผู้เชี่ยวชาญและโครงสร้างพื้นฐาน เป็นต้น

3. จัดตั้งกลไกบริหารจัดการ

<u>คณะกรรมการบริหาร (Executive Committee) และคณะกรรมการด้านเทคนิคหรือวิชาการ (Technical Committee)</u>

- กำหนดกลยุทธ์ด้านการลงทุนและเทคโนโลยี (Technology Investment & Research Strategy)
- จัดหาสมาชิกและบริหารทรัพยากร (Membership & Collaboration Agreement)
- วางแผนลำดับความสำคัญของทรัพยากร (Shared Resources)
- ทบทวนตัวชี้วัดและผลกระทบจากการดำเนินงาน (Performance Evaluation & Metrics)
- สนับสนุนการทำงานของผู้จัดการกลุ่ม (Consortium Manager)

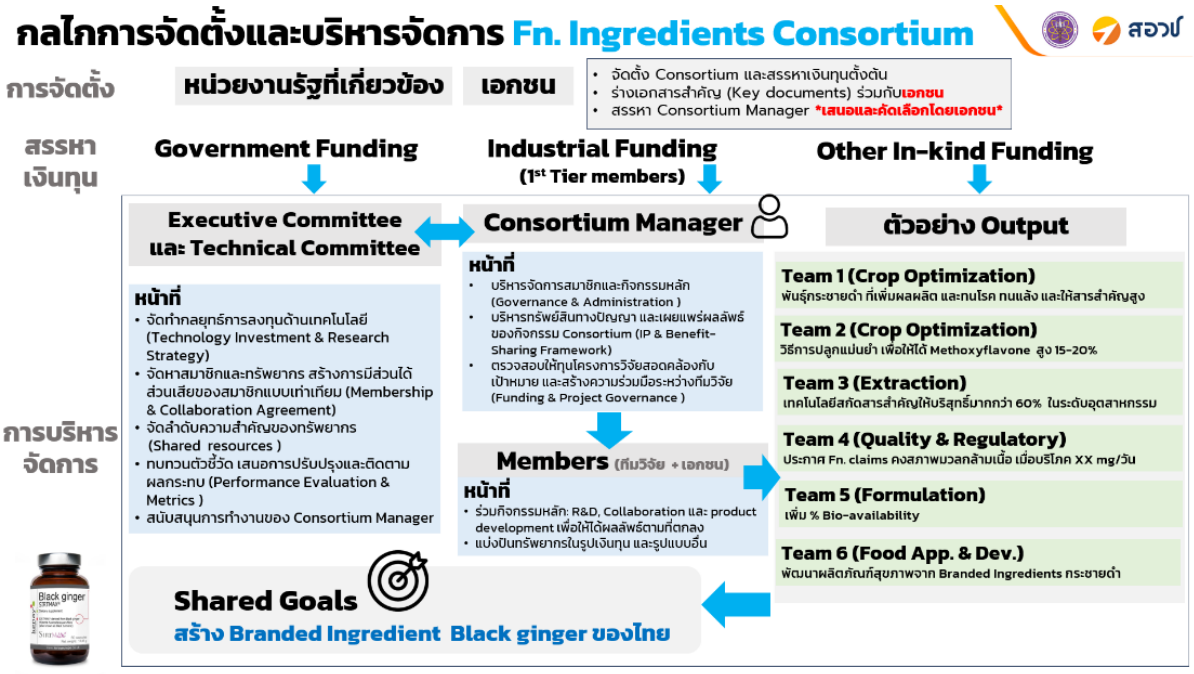
<u>ผู้จัดการกลุ่ม (Consortium Manager)</u>

- บริหารสมาชิกและดูแลกิจกรรมหลัก (Governance & Administration)
- บริหารทรัพย์สินทางปัญญา และเผยแพร่ผลลัพธ์งานวิจัย (IP & Benefit-Sharing Framework)
- ตรวจสอบโครงการวิจัยให้สอดคล้องกับเป้าหมาย (Funding & Project Governance)

<u>สมาชิก (Members)</u>

- ทีมวิจัยภาครัฐและเอกชนทำงานร่วมกัน
- ดำเนินการวิจัยและพัฒนา (R&D, Collaboration, Product Development)

- สนับสนุนทรัพยากร ทั้งเงินทุนและทรัพยากรอื่นๆ



ภาพที่ 12 ตัวอย่างกลไกการจัดตั้งและบริหารจัดการ FUNCTIONAL INGREDIENTS CONSORTIUM

กลยุทธ์ 8 ต่อยอดและพัฒนาตลาดด้วยการยกระดับมาตรฐาน ระบบจดแจ้งการกล่าวอ้างทางสุขภาพและจัดทำบัญชีกล่าวอ้างหน้าที่อื่น

ข้อเสนอ 8.1 ยกระดับมาตรฐานและระบบการรับรองอาหารเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและสารประกอบเชิงฟังก์ชัน

หลักการ: การผลิตส่วนประกอบฟังก์ชัน (functional ingredient) จำเป็นต้องสอดคล้องกับหลากหลายมาตรฐานตั้งแต่ต้นน้ำไปจนถึงปลายน้ำ เช่น GAP, Thai Herbal Pharmacopoeia, จากการสำรวจในเบื้องต้นพบว่าโครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพของไทยในด้านเกษตรอาหารฟังก์ชันยังมีช่องว่างหลายประการ อาทิ มาตรฐานบางรายการไม่เทียบเท่ามาตรฐานสากลทำให้ผลตรวจไม่สามารถใช้ยืนยันเพื่อการส่งออกได้ ห้องปฏิบัติที่ใช้ทดสอบ ดิน น้ำ ที่ได้ ISO17025 ยังมีไม่เพียงพอ ขาดความสามารถในการวัดสารสำคัญหรือขาดสารมาตรฐานอ้างอิง (Certified Reference Material: CRM) ที่มีน้อยและไม่ครอบคลุม ตลอดจนห้องปฏิบัติการทดสอบในสัตว์ทดลองที่ได้มาตรฐาน OECD-GLP มีจำนวนไม่เพียงพอกับความต้องการ เป็นต้น ทั้งนี้ การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้มีการลงทุนสูง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจสถานภาพของห้องปฏิบัติการในปัจจุบัน เพื่อวางแผนในการลงทุนให้สามารถตรวจสารสำคัญได้ตามความต้องการของผู้ประกอบและรองรับรายการ Positive List ของสารฟังก์ชันในอนาคต ตลอดจนมีการคำนึงถึงค่าดูแลรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะเกิดขึ้นจากการลงทุนต่อไปด้วย

หน่วยงานรับผิดชอบ: สถาบันอาหาร บพข.

กิจกรรม:

1. สำรวจสถานภาพและความพร้อมห้องปฏิบัติการเพื่อระบุช่องว่างและโอกาสของการยกระดับศักยภาพและมาตรฐานห้องปฏิบัติการตรวจสารสำคัญและอาหารของไทยได้ตามความต้องการของผู้ประกอบและรองรับรายการ Positive List ของสารฟังก์ชันในอนาคต
2. พัฒนา Herbal Extract Standard เพื่อให้เป็นที่ยอมรับในตลาดโลก โดยกำหนดกลไกการทำงาน ระเบียบวิธี มาตรฐานคุณภาพระดับประเทศ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเหล่านี้
    - พัฒนาระบบมาตรฐานที่ยังไม่มี ให้แข่งขันได้
    - ส่งเสริมให้ไทยมีส่วนร่วมในการกำหนดมาตรฐานสากลสาขาเกษตรและอาหาร
    - เชื่อมโยงการทำงานของหน่วยงานในระบบให้สอดคล้องกัน

3. ยกระดับโครงสร้างพื้นฐานและบริการของภาครัฐและเอกชน

    <u>ระยะที่ 1</u>: ยกระดับมาตรฐานและศักยภาพห้องปฏิบัติการ
    - ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานและกำลังคน
    - ยกระดับห้องปฏิบัติการหรือฝึกอบรมให้ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล
    - พัฒนาโมเดลทางธุรกิจหรือการร่วมทุน ระหว่างห้องปฏิบัติการรัฐและเอกชน
    - พัฒนาหรือเพิ่มประเภทเทคนิคการวัด สารอ้างอิง เอกสารอ้างอิง

    <u>ระยะที่ 2</u>: คูปองการใช้บริการทดสอบ ระยะ 2 ปี สำหรับกลุ่มอาหารอนาคต
    - อุดหนุนค่าใช้บริการ 50% โดยไม่จำกัดหน่วยให้บริการรัฐหรือเอกชน

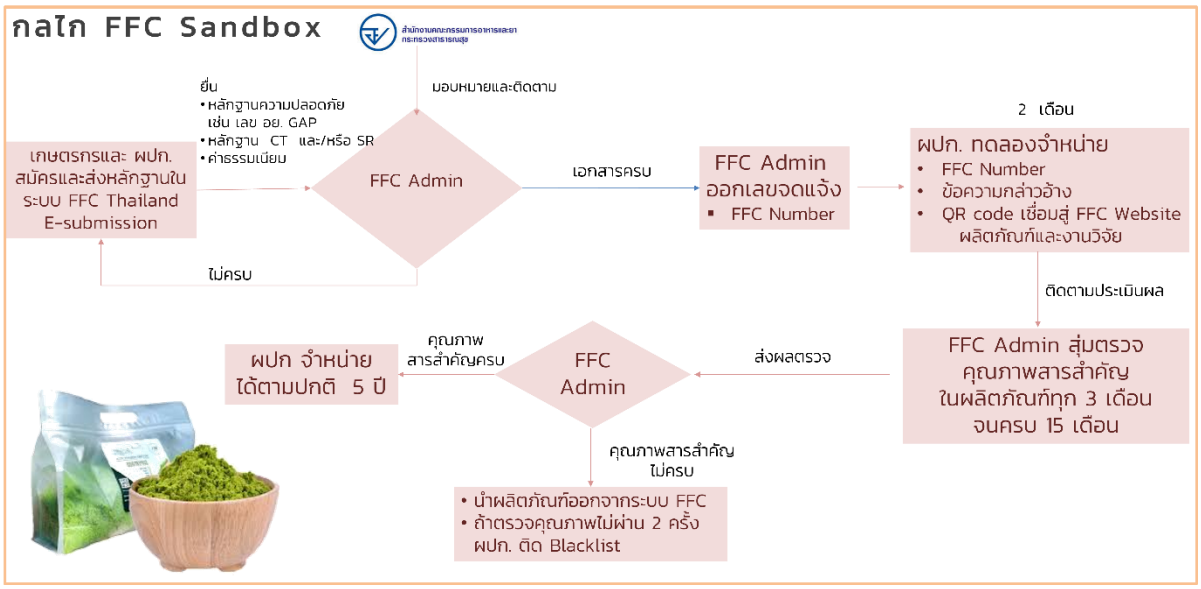
ข้อเสนอ 8.2 ทดลองระบบจดแจ้งการกล่าวอ้างคุณสมบัติทางสุขภาพ (Food with Functional Claims Thailand Sandbox: FFC Sandbox)

หลักการ: FFC Sandbox หรือ Food with Function Claim Thailand Sandbox คือ ระบบรับจดแจ้งคุณสมบัติเชิงบวกต่อสุขภาพ (Functional Claim) ของสินค้าเกษตรและอาหาร ที่ยึดหลักการทางวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานสากลที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้ ผู้ประกอบการจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบจัดทำข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เช่น ผลการทดสอบทางคลินิก (Clinical Trials) หรือ รายงานผลการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Review) ของสารสำคัญที่ต้องการกล่าวอ้างเชิงหน้าที่ขึ้นด้วยตนเอง ตลอดจนจัดทำเนื้อหาและคำอธิบายบนฉลาก และนำมายื่นเพื่อพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผู้ประกอบการจะต้องมีระบบรวบรวมและรายงานอันตรายต่อสุขภาพภายหลังสินค้าออกวางจำหน่ายด้วย ทั้งนี้ FFC Sandbox จะช่วยสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ ส่งเสริมการทำนวัตกรรมของบริษัท และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมอาหารอนาคตไทยต่อไป (ภาพที่ 9)

หน่วยงานรับผิดชอบ: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำกับดูแลหลักเกณฑ์และมาตรฐาน
สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) กำหนดมาตรฐานและการตรวจสอบรับรองสินค้าเกษตร
สถาบันวิจัย (เช่น สวทช., วว.) สนับสนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักฐานเชิงประจักษ์
สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม พัฒนาแนวทางการตรวจสอบและรับรอง
กระทรวงพาณิชย์ สนับสนุนการตลาดและการส่งออกสินค้าอาหารที่ได้รับการรับรอง

กิจกรรม:

1. ออกแบบกลไกและจัดทำเกณฑ์การรับรองตามหลักวิทยาศาสตร์และมาตรฐานสากล
2. ออกประกาศมอบหมายหน่วยรับรองทำหน้าที่ตรวจสอบเอกสารหลักฐาน (FFC Admin)
3. พัฒนาระบบ e-submission และระบบจดแจ้ง
4. ประกาศรับสมัครผู้ประกอบการที่ต้องการเข้าร่วมโครงการทดลอง
5. สนับสนุนผู้ประกอบการในการจัดเตรียมเอกสารหลักฐานเพื่อการจดแจ้ง
6. เชื่อมโยงกับแหล่งทุนวิจัยเพื่อสนับสนุนกรณีหลักฐานไม่เพียงพอ
7. พัฒนาเครือข่ายห้องปฏิบัติการและระบบรับรองที่น่าเชื่อถือ เช่น ISO 17025 หรืออื่น ๆ เพื่อติดตามสุ่มตรวจคุณภาพสารสำคัญเป็นระยะเวลา 15 เดือน
8. ประเมินผลกระทบจากโครงการทดลองเพื่อปรับปรุงหรือขยายผล



ภาพที่ 13 ระบบจดแจ้งการกล่าวอ้างคุณสมบัติทางสุขภาพ

(FOOD WITH FUNCTIONAL CLAIMS THAILAND SANDBOX: FFC SANDBOX)

ข้อเสนอ 8.3 จัดทำบัญชีรายการกล่าวอ้างหน้าที่อื่นของสารประกอบเชิงฟังก์ชันจากวัตถุดิบไทย (Positive lists for other function Claim)

หลักการ: บัญชีรายการกล่าวอ้างหน้าที่อื่นของสารประกอบเชิงฟังก์ชันจากวัตถุดิบไทย (Positive Lists) เป็นบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 447 ว่าด้วยการกล่าวอ้างหน้าที่อื่นของสารประกอบเชิงฟังก์ชัน ซึ่งแต่เดิมมีสารฟังก์ชันขึ้นทะเบียนทั้งหมด 6 รายการ การเพิ่มรายการ Positive List โดยการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systematic review) จากงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์อยู่แล้ว จะช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถนำรายการสารประกอบเชิงฟังก์ชันที่ประกาศในบัญชีไปใช้กล่าวอ้างทางสุขภาพบนผลิตภัณฑ์ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการวิจัยเพิ่มเติม ลดต้นทุนในการขึ้นทะเบียน ผู้ประกอบการขายสินค้ามูลค่าสูงได้และสินค้าเข้าสู่ตลาดได้เร็วขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มสารประกอบเชิงฟังก์ชันจากวัตถุดิบที่ปลูกได้ในประเทศไทย เช่น กลุ่มสมุนไพร (กระชายดำ ขมิ้นชัน) และพืชมูลค่าสูง (โกโก้) รวมถึงสาร

ที่ได้จากกระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) ที่ไทยมีศักยภาพสูงที่จะพัฒนาขึ้นได้ในอนาคต

หน่วยงานรับผิดชอบ: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ดูแลกระบวนการขึ้นทะเบียน
สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) สนับสนุนการออกแบบกลไกการทำงานและเชื่อมโยงเครือข่าย
หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) สนับสนุนทุนวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์
สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) หรือ สวก สนับสนุนทุนวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรม:

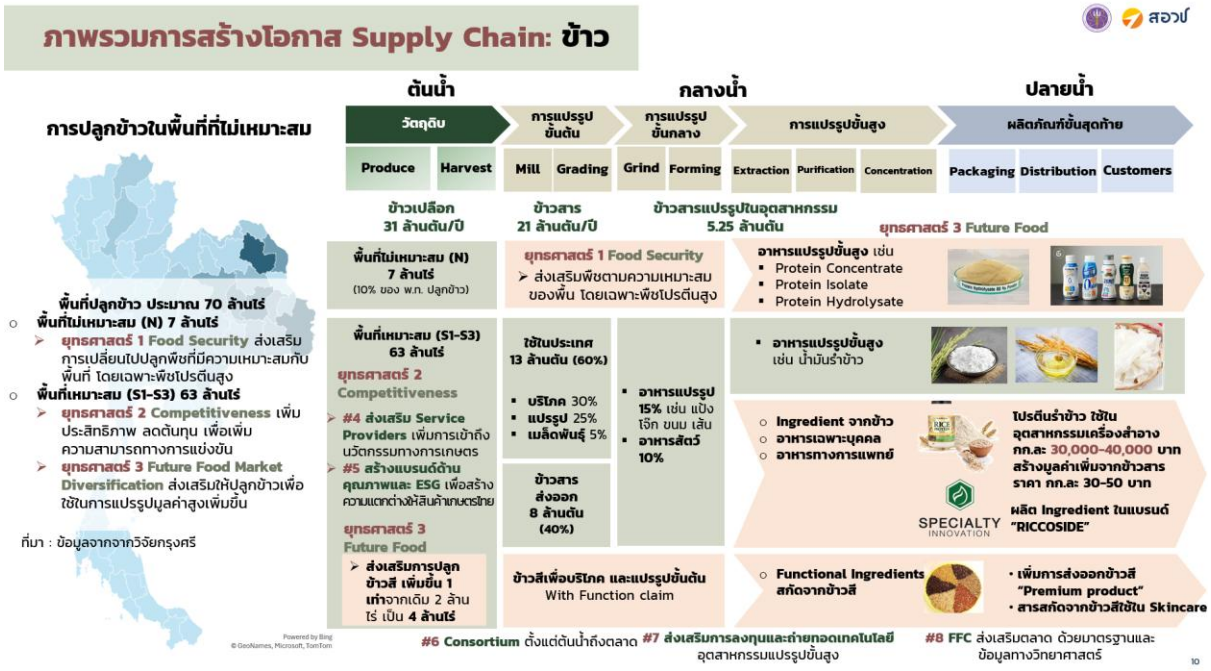
1. สนับสนุนทุนวิจัยการทบทวนวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ (Systematic Review) และการวิจัยทางคลินิก วิเคราะห์และจัดทำเอกสารข้อมูลวิจัยเพื่อยืนยันคุณสมบัติและความปลอดภัยของสารประกอบเชิงฟังก์ชัน โดยเฉพาะสารประกอบเชิงฟังก์ชันที่มาจากวัตถุดิบไทย
2. จัดตั้งคณะทำงานจัดทำแนวทางและกลไกเพื่อสนับสนุนการจัดทำบัญชีรายการสารสำคัญการกล่าวอ้างหน้าที่อื่นของอาหารและส่วนประกอบของอาหาร (Positive lists for other function claims)
    - ออกแบบกระบวนการ กลไกการทำงานร่วมระหว่างหน่วยงานเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการจัดทำบัญชีรายการสารสำคัญฯ
    - จัดลำดับรายการสารสำคัญการกล่าวอ้างหน้าที่อื่นของอาหารและส่วนประกอบของอาหาร (Positive lists for other function claims) ที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด
    - ประสาน ติดตาม และประเมินผลกระบวนการและกลไกการทำงาน
3. จัดตั้งคณะทำงานจัดเตรียมข้อมูลวิชาการเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการจัดทำบัญชีรายการสารสำคัญการกล่าวอ้างหน้าที่อื่นของอาหารและส่วนประกอบของอาหาร (Positive lists for other function claims) ประเมินผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของการจัดทำบัญชีรายการสารสำคัญการกล่าวอ้างหน้าที่อื่นของอาหารและส่วนประกอบของอาหาร (Positive lists for other function claims)

บทที่ 5

High impact Initiative: AgriFood Future Zone

“ข้อเสนอการขับเคลื่อนอนาคตไทยด้วยเทคโนโลยีเกษตรและอาหาร” เสนอข้อริเริ่มสำคัญ ซึ่งเป็นโครงการบูรณาการเชิงพื้นที่ (Area-based) เพื่อส่งเสริมการปลูกพืชตามความเหมาะสมของพื้นที่ โดยเฉพาะพืชที่พึ่งพาการนำเข้า (Food Security) แข่งขันได้ (Competitiveness) และสร้าง New Supply Chian ของวัตถุดิบสู่อุตสาหกรรมใหม่ (Future Food Market Diversification) โดยมุ่งเน้นไปที่ “พื้นที่การปลูกข้าว” เนื่องจากเป็นพืชที่มีการผลิตมากกว่าใช้ในประเทศเกือบ 1 เท่า (SSR เท่ากับ 197.56) ประกอบกับการวิเคราะห์การส่งออกสินค้าไทยเทียบกับโลกพบว่า ไทยมีส่วนแบ่งตลาดข้าว (Market Share) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ข้าวยังเป็นพืชที่ใช้พื้นที่ปลูกมากที่สุดในประเทศ กว่า 70 ล้านไร่ หรือเกือบครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทางการเกษตรทั้งหมดของไทย แสดงให้เห็นถึงความสำคัญ และความจำเป็นการพลิกโฉมการผลิตข้าว

จากการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานข้าวของศูนย์วิจัยกรุงศรี ร่วมกับข้อมูลของกรมที่ดิน พบว่า ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 70 ล้านไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว (S1-S3) จำนวน 63 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 90 ในขณะที่ อีก 7 ล้านไร่ หรือประมาณ ร้อยละ 10 เป็นการปลูกข้าวในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม กระจายตัวอยู่ทั่วประเทศ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้ พื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดผลิตข้าวเปลือกได้เฉลี่ย 31 ล้านตันต่อปี และนำมาแปรรูปขั้นต้นเป็นข้าวสารได้ประมาณ 21 ล้านตันต่อปี โดยแบ่งเป็นการส่งออก ร้อยละ 40 หรือประมาณ 8 ล้านตัน และใช้ภายในประเทศ ร้อยละ 60 หรือประมาณ 13 ล้านตัน ประกอบด้วย (1) การบริโภคโดยตรง ร้อยละ 30 ของปริมาณการผลิตข้าวทั้งหมด (2) ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ อาหารแปรรูป อาทิ แป้งข้าวเจ้า เส้น และน้ำมันรำข้าว และอาหารสัตว์ ร้อยละ 25 ของปริมาณการผลิตข้าวทั้งหมด และ (3) ใช้ทำเมล็ดพันธุ์ ร้อยละ 5 ของปริมาณการผลิตข้าวทั้งหมด



ภาพที่ 14 ภาพรวมการสร้างโอกาสตลอดห่วงโซ่การผลิตข้าว

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามยุทธศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ (1) การสร้างความมั่นคงทางอาหาร (2) (Food security) การเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน (Competitiveness) และ (3) การสร้าง New supply chain สินค้าเกษตรเข้าสู่อุตสาหกรรมมูลค่าสูง (Future Food Market Diversification) สามารถทำได้โดยการเริ่มจากด้าน Food security ผ่านการทำ Zoning ระบุพื้นที่ที่ปลูกข้าวไม่เหมาะสมที่มีอยู่กว่า 7 ล้านไร่ และส่งเสริมให้พื้นที่เหล่านั้นปลูกพื้นที่เหมาะสมกับบริบทพื้นที่ โดยเฉพาะพืชโปรตีนสูง อาทิ ถั่วเหลือง ทั้งนี้ สำหรับกรณีที่บริบทพื้นที่อาจไม่เหมาะสมกับการทำการเกษตร อาจส่งเสริมให้ปลูกพืชที่เหมาะสำหรับการปลูกในโรงเรือน อาทิ ไข่ผำ โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมแก้ไขข้อจำกัด และส่งเสริมประสิทธิภาพการผลิต อาทิ การปรับปรุงพันธุ์ เครื่องจักรเก็บเกี่ยว หรือการเกษตรแนวตั้ง (Vertical Farm) ในที่ที่มีพื้นที่จำกัด นอกจากนี้ จำเป็นต้องดึงดูดการลงทุนอุตสาหกรรมแปรรูปขั้นสูง โดยเฉพาะโรงสกัดโปรตีน ซึ่งสามารถเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบทางการเกษตรได้กว่าร้อยละ 1,000 (10 เท่า)

ในส่วนยุทธศาสตร์ที่ 2 Competitiveness มุ่งเน้นการส่งเสริมการปลูกข้าวในพื้นที่ที่เหมาะสม โดยเฉพาะพื้นที่ที่เหมาะสมมาก (S1) ควรสงวนไว้สำหรับการปลูกข้าว ตลอดจนส่งเสริมการปลูกข้าวสี ซึ่งถือเป็น Premium products เนื่องจากมีโภชนาการสูงสอดคล้องกันแทรนด์สุขภาพของผู้บริโภค นอกจากนี้ จำเป็นต้องเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขัน ทั้งด้านต้นทุน และคุณภาพ ผ่านการส่งเสริมการเข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรม อาทิ เกษตรแม่นยำ และการปลูกให้ด้านตามมาตรฐานของคู่ค้า อาทิ การผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) และมาตรฐานการปลูกข้าวที่ยั่งยืน (SRP) ตลอดจนการส่งเสริมการแปรรูปขั้นสูง เพื่อนำข้าวไปเพิ่มมูลค่าในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อาทิ อุตสาหกรรมเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ดูแลผิว

สำหรับยุทธศาสตร์ที่ 3 Future Food Market Diversification ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น คือ การส่งเสริมการลงทุนและถ่ายทอดเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสารสกัดและโปรตีนขั้นสูง เพื่อเป็นตลาดมูลค่าสูงให้วัตถุดิบทางการเกษตรของไทย นอกจากนี้ เนื่องจากโดยเฉลี่ยเกษตรกรไทยครอบครองพื้นที่ทางการเกษตรขนาดเล็ก ประมาณ 8-10 ไร่ต่อคน ดังนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีตัวกลาง หรือ Producer Company ซึ่งเป็นธุรกิจเกษตรทำหน้าที่บริหารจัดการห่วงโซ่การผลิตสินค้าเกษตร โดยบริหารพื้นที่ขนาดเล็กต่าง ๆ ให้สามารถผลิตสินค้าเกษตรให้มีคุณภาพและปริมาณตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

จากยุทธศาสตร์ข้างต้น จะสนับสนุนให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ในการพลิกโฉมเกษตรอาหารไทย สู่เกษตรอาหารมูลค่าสูง แข่งขันได้ และมั่นคง ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ การสร้างแบรนด์ด้านความยั่งยืนและตลาดแปรรูปขั้นสูง ส่งผลให้มีการผลิตโปรตีนจากพืชเพิ่มมากขึ้น ลดการพึ่งพาการนำเข้าพืชโปรตีนสูงจากต่างประเทศ รวมทั้งการส่งออกสินค้าเกษตรเพิ่มมากขึ้น จากต้นทุนที่แข่งขันได้ และคุณภาพสินค้าเกษตรเป็นที่ยอมรับของคู่ค้า โดยเฉพาะแบรนด์ด้านความยั่งยืนของสินค้าเกษตรไทย ตลอดจนมูลค่าตลาดสินค้าอาหารอนาคตเพิ่มขึ้นจากการผลิตสารสกัดและโปรตีนขั้นสูงได้ในประเทศ ซึ่งถือเป็นการสร้างห่วงโซ่การผลิตใหม่ให้กับสินค้าเกษตรไทย ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น ลดความผันผวน และสินค้าเกษตรล้นตลาด โดยตั้งเป้าในปี พ.ศ. 2575 มูลค่าตลาดอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารจะเพิ่มขึ้นเป็น 4.6 ล้านล้านบาท โดยเป็นมูลค่าตลาดจากอุตสาหกรรมอาหารอนาคตกว่า 1 ใน 4 หรือประมาณ 1.1 ล้านล้านบาท (จากปี พ.ศ. 2566 ที่มีมูลค่าอยู่ที่ 2.6 ล้านล้านบาท และเป็นสัดส่วนจากอุตสาหกรรมอาหารอนาคตประมาณ ร้อยละ 11 หรือประมาณ 3 แสนล้านบาท)

ภาพที่ 15 คาดการณ์มูลค่าตลาดอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารปี พ.ศ. 2575

ตัวอย่างการขับเคลื่อนภาพรวมโดยใช้ Area-based approach: ตำบลกุดสระ จังหวัดอุดรธานี

แม้จะสามารถกำหนดเป้าหมายร่วมกันในระดับชาติตามยุทธศาสตร์หลัก 3 ด้าน ตามที่ระบุข้างต้น แต่การบริหารจัดการด้านการเกษตรมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันไปตามภูมิประเทศ ทรัพยากรธรรมชาติ ระบบนิเวศ และสภาพสังคมของแต่ละพื้นที่ จึงไม่สามารถดำเนินการแบบเดียวกันทั้งประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ การขับเคลื่อนนโยบายและแผนงานด้านการเกษตรจึงจำเป็นต้องอาศัยแนวทาง “การพัฒนาเชิงพื้นที่” (Area-Based Approach) เป็นหลักสำคัญในการออกแบบการดำเนินงานที่เฉพาะเจาะจง เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทและศักยภาพในเชิงพื้นที่ โดยในเบื้องต้น ได้กำหนดพื้นที่ **ตำบลกุดสระ จังหวัดอุดรธานี** เพื่อเป็นตัวอย่างในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน เชิงพื้นที่ เนื่องจากมีความพร้อม ดังนี้

(1) ความพร้อมด้านที่ดิน

- ในปี 2569 จะจัดงานพืชสวนโลก บริเวณสวนสาธารณะหนองแด ตำบลกุดสระ สามารถเป็น showcase การปลูกพืชตามความเหมาะสมของพื้นที่ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการส่งเสริมนำผลผลิตทางการเกษตรไปแปรรูปมูลค่าสูงเพื่อเพิ่มรายได้ในพื้นที่
- มีเนื้อที่ประมาณ 60 ตร.กม. เป็นที่ราบลุ่ม ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย
- พืชหลักในพื้นที่ คือ ข้าวนาปี ทำสวน มีเลี้ยงสัตว์ และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- มีพื้นที่ปลูกข้าว S1 สงวนไว้เป็นพื้นที่ปลูกข้าว รวมกลุ่มเป็นเกษตรแปลงใหญ่ ตั้งเป้าเพิ่มการใช้เทคโนโลยี สนับสนุนให้เกิดการบริหารจัดการที่ครบวงจร ได้มาตรฐาน อาทิ GAP และส่งเสริมการปลูกข้าวสรรพสี เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสกัด Functional Ingredient
- พื้นที่อื่นๆ ที่เป็น S2 S3 หรือ N ควรมีการบริหารจัดการพื้นที่ ตั้งเป้าพืชเศรษฐกิจอนาคตที่เหมาะสมกับพื้นที่ อาทิ ถั่วเหลือง ไม้ดอก และสมุนไพร เช่น ขมิ้นชัน ซึ่งต้องร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ อาทิ กรมพัฒนาที่ดิน อบต. และเกษตรกร วิเคราะห์ความเหมาะสมระดับพื้นที่ในมิติต่าง ๆ

(2) ความพร้อมด้านแหล่งน้ำ

- มีแหล่งน้ำสำหรับอุปโภค บริโภค แต่ไม่เพียงพอในการทำการเกษตรตลอดปี
- มีศูนย์บริหารจัดการคุณภาพน้ำ บำบัดน้ำเพื่อปล่อยลงคลองประมาณแสนลิตรต่อวัน

(3) ความพร้อมด้านผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

- มีโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานแมลงรวย จำกัด (จิ้งหรีด และสินค้าเวย์โปรตีน)
- บ.เบทาโกร จำกัด (อาหารสัตว์) บ. อัลฟา พรีซิชั่น จำกัด (แปรรูปยาง)
- บ. อุดรเก้าเจริญทรัพย์ จำกัด (โรงไม้) และนิคมอุตสาหกรรมอุดรธานี
- มีสถาบันการศึกษา อาทิ วิทยาลัยเกษตรกรรมและเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีบริหารธุรกิจอุดรธานี และ มรภ.อุดรธานี
- มีตลาดเกษตร เช่น ตลาดเมืองทองเจริญศรี ตลาดเกษตรอินทรีย์ ตลาด อ.ต.ก

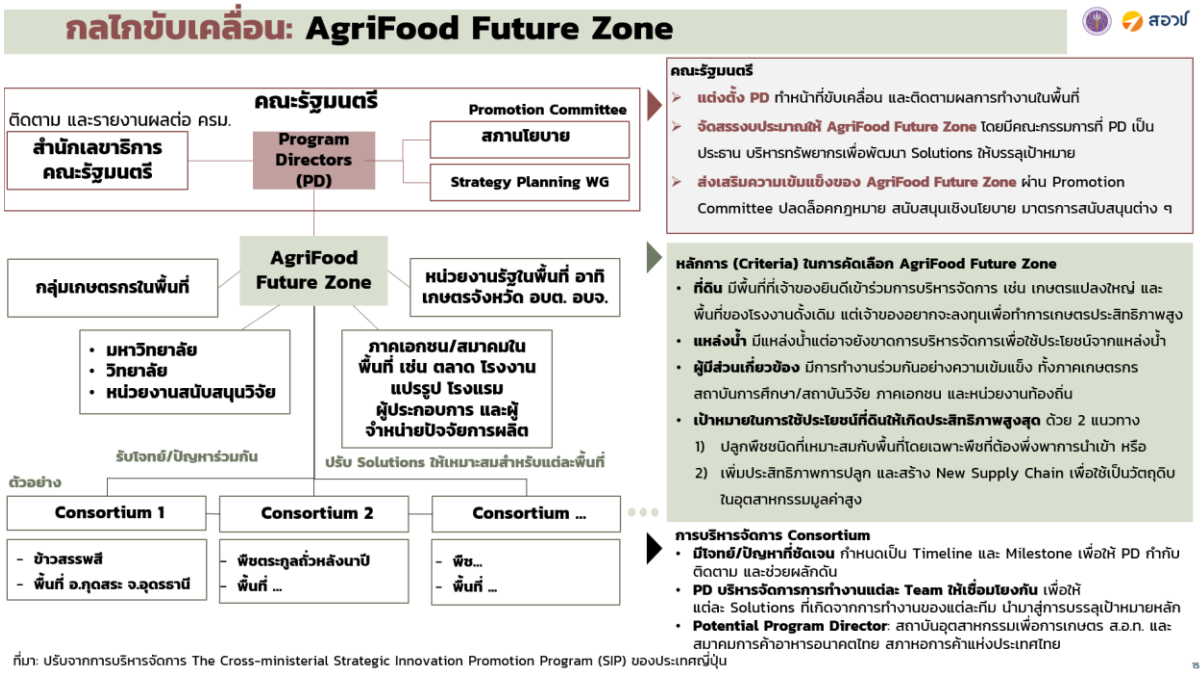
ภาพที่ 16 ตัวอย่างการขับเคลื่อนเชิงพื้นที่ : ตำบลกุดสระ จังหวัดอุดรธานี

กลไกขับเคลื่อน: AgriFood Future Zone

การขับเคลื่อนเพื่อพลิกโฉมอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารของไทย มีความเกี่ยวข้องกับหน่วยงานต่าง ๆ ในหลายกระทรวง รวมทั้งเกี่ยวข้องกับทั้งภาคอุตสาหกรรม และเกษตรกร โดยมุ่งเน้นการใช้วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เพื่อยกระดับอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารตลอดห่วงโซ่การผลิต (Supply Chain) ดังนั้น จึงได้ประยุกต์กลไกการขับเคลื่อน The Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP) ของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็น กลไกการบูรณาการความร่วมมือระหว่างหลายกระทรวง เพื่อส่งเสริมการวิจัยและนวัตกรรมเชิงยุทธศาสตร์ที่ตอบโจทย์เศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะในสาขาสำคัญ เช่น “Smart Bio-industry and Agriculture” ที่ใช้วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเข้ามาแก้ปัญหาด้านการผลิตการแปรรูปขั้นสูง โดยมีสำนักงานคณะรัฐมนตรีญี่ปุ่น (Cabinet Office) เป็นกลไกกลางในการกำหนดนโยบายกำกับทิศทาง และจัดสรรงบประมาณข้ามกระทรวงอย่างมีเอกภาพผ่านการบริหารจัดการโดยผู้อำนวยการโครงการ (Program Director) ทั้งนี้ โครงการ SIP มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมในรูปแบบที่ตอบ

โจทย์เชิงยุทธศาสตร์ของประเทศ (Mission-oriented R&D) โดยมีลักษณะเด่น คือ ใช้โจทย์เป้าหมาย (Strategic Goals) เป็นตัวนำการออกแบบโครงการวิจัยและการดำเนินงานในพื้นที่ อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนและท้องถิ่นมีบทบาทอย่างจริงจัง ทั้งในฐานะผู้ร่วมวิจัย ผู้ใช้เทคโนโลยี และผู้ลงทุน เพื่อให้เกิดการนำเทคโนโลยีไปใช้จริงในระดับอุตสาหกรรมและชุมชน นอกจากนี้ SIP ยังมีความยืดหยุ่นในการออกแบบโมเดลพื้นที่ (Area Model) โดยคัดเลือกพื้นที่นำร่องหรือพื้นที่เป้าหมายที่มีศักยภาพ และปรับรูปแบบการดำเนินงานให้เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่น เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง กลไก SIP จึงถือเป็นต้นแบบการขับเคลื่อนนวัตกรรมเชิงระบบที่เชื่อมโยงระดับนโยบายกับระดับพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญของรัฐบาลญี่ปุ่นในการสร้างเศรษฐกิจนวัตกรรมในสาขาสำคัญต่าง ๆ เช่น พลังงาน เกษตรกรรม และการแพทย์

ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารโดยใช้นวัตกรรมเป็นฐาน ทั้งในมิติของความมั่นคง การปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศ การแข่งขันในตลาดโลก และการเพิ่มมูลค่า อย่างไรก็ตาม ระบบนิเวศของภาคเกษตรไทยมีความซับซ้อน เนื่องจากเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงานจากหลายกระทรวง ดังนั้น แนวคิดการประยุกต์กลไก SIP จึงเหมาะสมอย่างยิ่งในการขับเคลื่อนการพลิกโฉมอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารของไทย โดยควรมีผู้อำนวยการโครงการ (Program Director) ที่สามารถบูรณาการนโยบาย ขับเคลื่อนโจทย์วิจัยและนวัตกรรมเชิงระบบ และเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ ภาคเอกชน และสมาคมต่าง ๆ สถาบันการศึกษาและหน่วยงานสนับสนุนวิจัย แลกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ โดยกำหนดโจทย์เชิงยุทธศาสตร์ของประเทศ (Mission-oriented R&D) เพื่อเพิ่มพื้นที่ปลูกพืชโปรตีนสูงที่ไทยยังต้องพึ่งพาการนำเข้า และการเพิ่มประสิทธิภาพการปลูก รวมถึงการสร้าง New Supply Chain เพื่อให้นำวัตถุดิบทางการเกษตรไทยไปใช้ในอุตสาหกรรมมูลค่าสูง โดยในแต่ละพื้นที่ จะเป็นผู้กำหนดโจทย์เป้าหมาย (Strategic Goals) ให้แต่ละ Consortium ไปพัฒนาการแนวทางการแก้ปัญหาในประเด็นต่าง ๆ (Solution) ตามบริบทของพื้นที่ เพื่อให้แต่ละพื้นที่สามารถบรรลุโจทย์เชิงยุทธศาสตร์ของประเทศได้



ภาพที่ 17 กลไกการขับเคลื่อน AgriFood Future Zone

ตัวอย่างคอนซอร์เทียมอาหารอนาคต

หลักการและความสำคัญของ R&D consortium

กลุ่มวิจัยและพัฒนาแบบคอนซอร์เทียม (R&D consortium) คือ ความร่วมมือระหว่างบริษัทคู่ค้าซัพพลายเออร์ หรือแม้แต่คู่แข่ง ในการดำเนินกิจกรรมวิจัยร่วมกัน โดยไม่มีฝ่ายใดถือสิทธิแต่เพียงผู้เดียวในผลงานที่ได้ มุ่งพัฒนาเทคโนโลยีร่วมที่ตอบโจทย์อุตสาหกรรม และแสดงข้อตกลงร่วมกันในเอกสารสำคัญ (Key documents) เช่น การสร้างแพลตฟอร์มการผลิตและทดสอบผลิตภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการสู่ระดับอุตสาหกรรม ช่วยให้สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ แชร์ทรัพยากร และลดความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหารอนาคต ซึ่งสามารถเริ่มจากการวิจัยแบบ Exploitative Research และเนื่องจากประเทศไทยมีวัตถุดิบเกษตรท้องถิ่นที่เป็นอัตลักษณ์อยู่มาก จึงได้เสนอการส่งเสริมวิจัยและพัฒนาอาหารอนาคตกลุ่มสารประกอบเชิงฟังก์ชัน และโปรตีนทางเลือก ด้วยกลไก R&D consortium เพื่อเพิ่มโอกาสในการยกระดับวัตถุดิบเกษตรไทย เน้นการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชศักยภาพ เช่น กระชายดำ ผำ และถั่วเขียว ไปสู่การใช้จริงในภาคอุตสาหกรรม พร้อมส่งเสริมการขึ้นทะเบียนอาหารใหม่และการกล่าวอ้างทางสุขภาพ เพื่อเร่งสร้างระบบนิเวศนวัตกรรมอาหารให้เกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรม

ตัวอย่างพืชสมุนไพรที่โดดเด่นของประเทศไทย

ชนิดพืช วัตถุดิบ	สารสำคัญ	Supply ภายในประเทศ	Demand	Impact-Readiness	นโยบายสนับสนุน จากภาครัฐ	ผปก.สนใจลงทุน (ระดับอุตสาหกรรม)
1.กระชายดำ	Methoxy flavone	• พื้นที่ปลูก 127 ไร่ • ผลิตในประเทศ 381 ตัน/ปี	• ตลาดเติบโตในญี่ปุ่น เกาหลี และจีน • ราคากระชายดำผง 650-700 บาท/กิโลกรัม	• ปลูกได้เฉพาะประเทศไทย • เป็นสมุนไพรอัตลักษณ์ • ผู้เล่นน้อยราย	• มติคณะกรรมการสมุนไพรแห่งชาติ	ผปก. สนใจลงทุน เพราะเป็นพืชอัตลักษณ์ของไทย และมีศักยภาพในการเป็นโสมของไทย
2.ขมิ้นชัน	Curcuminoid	✓ เกษตรกร 460 ราย ✓ พื้นที่ปลูก 1,073 ไร่ ✓ ผลิตในประเทศ 2,000 ตัน/ปี	• ส่งออก 100 ล้านบาท • ความต้องการในและต่างประเทศสูง	• ตลาดมีการแข่งขันเยอะ • อินเดียครองตลาด 46% ของโลก	• มติคณะกรรมการสมุนไพรแห่งชาติ	อินเดียทำราคาได้ถูกกว่า และสินค้ามีประสิทธิภาพและความซับซ้อนสูงกว่า
3. ไพล	Dimethoxy-phenyl	• พื้นที่ปลูก 640 ไร่ ✓ ผลิตในประเทศ 2,000 ตัน/ปี	• ใช้ภายในประเทศ 92% (ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและสปา 30% อุตสาหกรรมยา 70%) • ส่งออก 8% (น้ำมันไพล)	• ไม่นิยมนำมาทำอาหาร	• มติคณะกรรมการสมุนไพรแห่งชาติ	ตลาดมีขนาดเล็ก
4.มะขามป้อม	Vitamin C	• พื้นที่ปลูก 640 ไร่ ✓ ผลิตในประเทศ 4,561ตัน/ปี	• ตลาดเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในกลุ่มผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม ผลิตภัณฑ์แปรรูป	• สู้ราคาวิตามินซีที่สังเคราะห์จากแร่ไม่ได้	• สอดคล้องกับนโยบาย คกก.สมุนไพรแห่งชาติ	ผปก สนใจลงทุน แต่ยังไม่สามารถแข่งขันราคาได้
5. ใบบัวบก	Asiatic acid, Madecassic acid	• 357 ครัวเรือน ✓ พื้นที่ปลูก 2,101 ไร่ ✓ ผลิตในประเทศ 8,405 ตัน/ปี	• นิยมรับประทานแบบ crude • ตลาดสารสกัดใบบัวบกอยู่ในกลุ่มเครื่องสำอางและสกินแคร์	-	• สอดคล้องกับนโยบาย คกก.สมุนไพรแห่งชาติ	-

ยุทธศาสตร์ที่ 2 Competitiveness ยุทธศาสตร์ที่ 3 Future Food Market Diversification

Branded Rice Ingredient Consortium

	R&D		ดึงดูดการลงทุน	มาตรฐานและตลาด		
	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5	Team 6
เป้าหมาย	ปรับปรุงพันธุ์ เพื่อเพิ่มผลผลิต เก็บเกี่ยวง่าย ทนโรค ทนแล้ง รองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และให้สารสำคัญสูง	วิธีการปลูกแม่นยำ ให้ได้ o สารต้านอนุมูลอิสระ (Anthocyanin/Carotenoids/Chlorophyll) 25-50% o ลดการปล่อย GHG	• สกัดสารที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า 60% ในระดับอุตสาหกรรม 500 L • ลดต้นทุนการสกัด 30%	ประกาศ Functional claims คงสภาพการทำงานของเซลล์ ให้เป็นปกติจากฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ เมื่อบริโภคสารสำคัญ XX mg/วัน	% Bio-availability • A – Absorption D – Distribution M – Metabolism E – Excretion	การพัฒนาผลิตภัณฑ์
เอกชน	Producer Company	Producer Company	ผู้ผลิตอินทรีเดียน	ผู้ผลิตอินทรีเดียน	ผู้ผลิตอินทรีเดียน	ผู้ผลิตเครื่องดื่มหรืออาหารสุขภาพ
	Startup/Service Provider	Startup/Service Provider	Startup/Service Provider	ผู้ผลิตอาหารเสริม	บริษัทยา (Encapsulation)	ผู้ผลิตอินทรีเดียน
ทีม R&D	• Gene editing • Phenotype screening	Plant physiologists • Precision farming	Extraction & Purification engineer • HPLC, GC/MS, NMR	Pharmacologists & Doctor • Clinical trials • Systematic reviews • Positive lists	Pharmacokinetics Delivery system researchers • Liposomal technology	Product Development & formulation Smart packaging
Infra	• DBTL Labs & IP • Phenotyping screening machine • Fermentation Pilot	• Precision Ag Database • Plant factory	• 500 L GMP Pilot plant	• ระบบจดแจ้ง FFC Thailand • แลปตรวจปริมาณสารสำคัญ	Certificate of Analysis • ไม่มีโลหะหนักปนเปื้อน	
NQI	-	GAP	GMP, HACCP LEED Factory กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	• IGHGCP มาตรฐานการวิจัยทางคลินิก • กรมวิทย์การแพทย์ (Thai pharmacopoeia)	ISO 17025	
	ก่อนแข่งขันทางการค้า (Pre-Competitive)				แข่งขันทางการค้า (Competitive)	

13

สอวช

ตัวอย่างพืชโปรตีนทางเลือกของประเทศไทย

ชนิดพืชวัตถุดิบ	ปริมาณโปรตีน (% dry weight)	Supply ภายในประเทศ	Demand ในประเทศ	Impact-Readiness	นโยบายสนับสนุนจากภาครัฐ	ผปก.สนใจลงทุน (ระดับอุตสาหกรรม)
1.ไข่ผำ (Woffia)	35-40%	• กลุ่มเกษตรกรรายย่อยและ Startups 500 ราย ✓ ผปก. ขนาด S M มากกว่า 10 ราย	ตลาดผู้บริโภคเฉพาะกลุ่ม เช่น Vegan ร้านอาหาร Gastronomy	• ไทยมีเทคโนโลยีการเลี้ยงเฉพาะที่ให้โปรตีน วิตามิน และสารอาหารสูง • ใช่ผำเป็นพืชอัตลักษณ์ของไทย	• นโยบาย กษ. โครงการกลุ่มจังหวัด 1 นิคม อุตสาหกรรมเกษตร 18 จังหวัด • มกอช. ออกมาตรฐาน GAP การเลี้ยงไข่ผำ	ผปก. สนใจลงทุน เพราะมีกระแส Super food และผำเป็นพืชอัตลักษณ์ของไทย
2.ถั่วเหลือง	> 35%	• 80,000 ไร่ • ผลิตในประเทศ 20,000 ตัน/ปี • ไม่เพียงพอต่อการใช้	• นำเข้า มากกว่าร้อยละ 99 (4 ล้านตัน/ปี มูลค่า 70,000 ลบ.) • ความต้องการในประเทศสูง นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ดั้งเดิม และ Plant based อุตฯนี้	• ไทยปลูกได้แต่ผลผลิตต่ำ • ไทยไม่อนุญาตให้ใช้ถั่วเหลือง GMO ในผลิตภัณฑ์อาหาร	กษ. มีนโยบายนำร่องปลูกที่ภาคเหนือ	ผปก. แข่งขันได้ยาก เพราะนำเข้าถูกกว่า
3.ถั่วเขียว	25%	✓ 770,000 ไร่ ✓ ผลิตในประเทศ 110,000 ตัน/ปี	• นำเข้า 33,000 ตัน/ปี	• ผู้ประกอบการเริ่มใช้ผสมในอาหารกลุ่ม Plant-based	กษ. มีนโยบายนำร่องปลูกพืชใช้น้ำน้อยเพื่อทดแทนข้าวนาปลัง	• ผปก. รายใหญ่สนใจลงทุน เพราะขยายจากอุตสาหกรรมเดิมที่เกี่ยวข้อง
4.เห็ดแครง	13-20%	• กลุ่มเกษตรกรรายย่อยภาคใต้	Demand ไม่ชัดเจน ผู้ประกอบการนำไปผสมและขึ้นรูป Plant based	• ต้นทุนต่ำ • เกษตรกรเพาะได้ง่าย ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง	กษ ส่งเสริมให้ปลูกในสวนยางพารา	• ผปก. ไม่สนใจลงทุน เพราะขยาย scale การผลิตไม่ได้

ยุทธศาสตร์ที่ 2 Competitiveness ยุทธศาสตร์ที่ 3 Future Food Market Diversification

Plant-based Protein Consortium

R&D | ดึงดูดการลงทุน | มาตรฐานและกฎระเบียบ

	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5	Team 6	Team 7
เป้าหมาย	Sourcing potential raw materials • protein มากกว่า 20% • กรดอะมิโนหลากหลาย • ไม่มีกลิ่น	ปรับปรุงพันธุ์ เพิ่มผลผลิต ให้โปรตีนสูง ทนต่อโรคและแมลง รองรับการเปลี่ยนแปลงของภาพภูมิอากาศ เก็บเกี่ยวง่าย	• วิธีการปลูกแม่นยำ เพื่อให้โปรตีนสูง 40% • ลด loss จากการเก็บเกี่ยว • ลดการปล่อย GHG	• สกัดโปรตีนที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า 60% ในระดับอุตสาหกรรม • แยกกรดอะมิโนจำเป็นกลุ่ม BCA ให้ได้ Yield 50% • สกัดสีและกลิ่นออก • ลดต้นทุนการผลิตลง 30%	• Novel protein approval • Functional claims for novel protein	• Texture Color รสชาติ คล้ายเนื้อสัตว์ (Meat analog) โดยลดการใช้ food additives และ Ultra process • Blended Plant based เพื่อเพิ่มโภชนาการ	• Environmental & Economic Benefit • การพัฒนาเมนู • Consumer Research • Market Testing • Public Awareness
เอกชน	Producer Company	Producer Company	Producer Company	ผู้ผลิตอินทรีเดียน	ผู้ผลิตอินทรีเดียน	ผู้ผลิต Plant based food & drink	ผู้ผลิต Plant based food & drink
	Startup/Service Provider	Startup/Service Provider	Startup/Service Provider	Startup/ Service Provider	Startup/ Service Provider	บริษัทเฟลเวอร์, ผู้ผลิตเครื่องจักรกลขึ้นรูปอาหาร	ผUก HORECA
ทีม R&D	• Plant protein scientists • Protein crop specialists	• Plant breeders • Plant geneticists • Phenotype	• Plant physiologists • Precision Agri scientists • Agri-Tech engineers	Extraction & Purification engineers • HPLC, GC/MS, NMR	Pharmacologists • Safety & Toxicity test • Sub-chronic test • Positive lists for fn. Claims Nutritionists	Plant protein & Food Technologists • Modification • Extrusion • Sensory & Flavor • Binders	• Product formulation • Smart packaging • Environmental & Economic Benefit • Nutritionists
Infra	Bio bank (ธนาคารพืช)	• DBTL Labs • Phenotyping screening machine	• Plant factory • เครื่องจักรกลเกษตรเก็บเกี่ยว	Protein center Extraction & Purification machine • HPLC, GC/MS, NMR	แลปตรวจปริมาณกรดอะมิโน	Certificate of Analysis • ไม่มีโลหะหนักปนเปื้อน • ไม่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรค	GMP Facility
NQI	-	-	GAP	GMP, HACCP LEED Factory	Certified Lab	Certified Lab	GMP, HACCP etc.

ก่อนแข่งขันทางการค้า (Pre-Competitive) | แข่งขันทางการค้า (Competitive)

14

Key documents codify expectations, aligning diverse stakeholders toward common goals, fostering trust, and minimizing collaboration breakdowns.

เอกสารสำคัญกำหนดความคาดหวังเพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่หลากหลายมุ่งสู่เป้าหมายร่วมกัน ส่งเสริมความไว้วางใจ และลดความขัดแย้งในการทำงานร่วมกัน

Document Name	Key Purpose	Importance for Successful Collaboration
1. Technology Investment & Research Strategy Plan	Defines the strategic direction for research and funding allocation. Can be periodic (Ex. every 3 years)	- Aligns all members on research priorities. - Ensures funding is directed to impactful projects. - Facilitates periodic review and adaptation.
2. Membership & Collaboration Agreement	Establishes member roles, responsibilities, and collaboration framework.	- Ensures commitment from members. - Protects data, IP, and trade secrets. - Sets clear rules for participation and benefits.
3. Intellectual Property (IP) & Benefit-Sharing Framework	Defines how intellectual property rights are managed within the consortium.	- Ensures fair benefit distribution. - Encourages innovation and technology commercialization. - Differentiates funding-based IP ownership.
4. Shared Infrastructure & Resource Utilization Guidelines	Defines access and usage rights for consortium facilities and resources.	- Prevents conflicts over resource allocation. - Ensures fair contribution from members. - Maximizes efficiency of shared R&D assets.
5. Funding & Project Governance Manual	Outlines how funding is distributed, project selection, and governance.	- Encourages fair participation in funded projects. - Ensures transparency in funding allocation. - Aligns project outcomes with consortium goals.
6. Performance Evaluation & Metrics Handbook	Provides standardized metrics to assess consortium and project success.	- Ensures clear expectations and goal alignment. - Helps measure impact and guide future investment. - Supports decision-making and continuous improvement.
7. Consortium Governance & Administrative Framework	Defines the structure, funding, selection process, roles, and responsibilities of the consortium's administrative and governance bodies.	- Ensures transparent leadership and decision-making. - Provides clear guidelines on administrative funding and resource allocation. - Defines responsibilities of innovation managers, executive committees, and technical committees. - Supports accountability and smooth operation of the consortium.

รายการสารสำคัญเพื่อการกล่าวอ้างทางสุขภาพ

ความสำคัญของการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Review)

การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Review) ถือเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยสร้างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือและโปร่งใส โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการจัดทำบัญชีรายการสารสำคัญของอาหารและการกล่าวอ้างหน้าที่อื่น (other function claims) ของส่วนประกอบอาหาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง กระบวนการ systematic review มีจุดเด่นในการรวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยหลายฉบับอย่างมีระบบ โดยหลีกเลี่ยงอคติในการคัดเลือกข้อมูล (selection bias) และเพิ่มความเข้มแข็งของข้อสรุปเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการพิจารณาความถูกต้องของการกล่าวอ้างคุณประโยชน์หรือหน้าที่ทางสรีรวิทยาของสารอาหารหรือส่วนประกอบเชิงฟังก์ชันที่เติมในอาหาร

ประโยชน์ของการจัดทำ Systematic review

- สามารถจำแนกสารสำคัญที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์รองรับอย่างเพียงพอ ในการนำไปสู่การพัฒนาข้อกำหนดหรือเกณฑ์สำหรับการกล่าวอ้างทางสุขภาพ
- สนับสนุนการกำกับดูแลโดยภาครัฐ ในการอนุมัติการใช้ข้อความกล่าวอ้างต่าง ๆ บนฉลากอาหารอย่างมีมาตรฐานและยึดตามหลักฐานวิทยาศาสตร์
- ลดความเสี่ยงต่อการให้ข้อมูลที่อาจทำให้ผู้บริโภคเข้าใจผิด และส่งเสริมให้เกิดการเลือกบริโภคอาหารอย่างมีข้อมูลและปลอดภัย

ดังนั้น การนำ systematic review มาใช้เพื่อจัดทำรายงานการกล่าวอ้างทางสุขภาพ โดยที่ผ่านมาได้มีการทำงานร่วมกันระหว่างเครือข่ายทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น อย. สอวช. สกสว. บพข. สวก. FIRN สภาหอการค้าไทย ทดลองกลไกการจัดทำบัญชีรายการสารสำคัญโดยใช้ข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ พบว่าการดำเนินงานเป็นไปด้วยดี จึงแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการบูรณาการการทำงานระหว่างหน่วยงานที่สอดคล้องไปกับข้อมูลวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมผู้ประกอบการในกลุ่ม SMEs ได้อย่างแท้จริง นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวจะช่วยสนับสนุนการ FFC Sandbox หรือ Food with Function Claim Thailand Sandbox ของสินค้าเกษตรและอาหาร ที่ยึดหลักการทางวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานสากลที่เชื่อถือได้ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ ส่งเสริมการทำนวัตกรรมของบริษัท และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมอาหารอนาคตไทย ดังนั้นการทบทวนวรรณกรรมจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาระบบการประเมินและควบคุมการกล่าวอ้างหน้าที่อื่นของอาหารในระดับประเทศและสากล อีกทั้งยังช่วยยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยและคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารในระยะยาวต่อไป

ปสธ. ฉ. 447 Positive list 6 รายการ	รายการ PL ทดลองกลไก 6 รายการ (มี Systematic Review แล้ว)	ตัวอย่างรายการ PL ที่เอกชนเสนอ (ยังขาด Systematic Review)
1.เบต้า-กลูแคนจากข้าวโอ๊ต/ข้าวบาร์เลย์ (เบต้า-กลูแคนจากข้าวโอ๊ต/ข้าวบาร์เลย์ มีส่วนช่วยลดการดูดซึมคลอเรสตอรอล)	**1. Native Inulin Chicory** (Native chicory inulin 12 - 40 กรัมต่อวัน ช่วยให้การขับถ่ายอุจจาระเป็นปกติ โดยเพิ่มความถี่ในการขับถ่ายอุจจาระ)	**1. Isomalto-oligosaccharides (IMOs)** (Modulating gut microbiota)
2. ไฟโตสเตอรอล/ ไฟโตสตานอล (ไฟโตสเตอรอล/ ไฟโตสตานอลมีส่วนช่วยลดการดูดซึมคลอเรสตอรอล)	**2. ɣ - Aminobutyric acid (GABA)** (การใช้ GABA ที่สังเคราะห์ทางชีวภาพหรือที่สกัดจากธรรมชาติ ในขนาด 75-300 มก. ก่อนนอนมีส่วนช่วยให้นอนหลับได้เร็วขึ้นและเพิ่มระยะเวลาการนอนหลับลึก)	**2.Methoxyflavones จากกระชายดำ** 1. Physical performance (ทำให้กล้ามเนื้อมีความทนมากขึ้น) 2. Anti-obesity (ลดน้ำหนัก, BMI, Subcutaneous fat, visceral fat, Triglyceride และ Cholesterol ในเลือด)
3. โคลีน (Choline) • (โคลีน มีส่วนช่วยในเมตาบอลิซึมปกติของไขมัน • โคลีนช่วยคงสภาพฟกติของการทำงานตับ • โคลีน มีส่วนช่วยในเมตาบอลิซึมปกติของโฮโมซิสเตอีน	**3. Curcumin** (ขมิ้นชันบดผง 1.5-2.0 กรัม/วัน เคอร์คูมินรูปแบบกักเก็บนาโน ขนาด 50-120 มก./วัน และเคอร์คูมินอยด์ ขนาด 1,500 มก./วัน มีส่วนช่วยคงไว้ซึ่งระดับน้ำตาลในเลือดปกติในผู้ที่มีภาวะก่อนเบาหวานหรือมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงเล็กน้อย)	**3. Resistance starch** แป้งทนการย่อย (resistant starch) ช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือดที่เพิ่มขึ้นหลังรับประทานอาหาร)
4. Docosa-hexaenoic acid (DHA) และ Eicosa-pentaenoic acid (EPA) (DHA และ EPA มีส่วนช่วยในการทำงานปกติของหัวใจ)	**4. Cocoa flavanol** (โกโก้ฟลาวานอล อย่างน้อย 80 มิลลิกรัมต่อวัน ในรูปแบบของผงโกโก้หรือช็อกโกแลตเข้มช่วยคงสภาวะปกติของการขยายตัวของเยื่อบุผนังหลอดเลือด ซึ่งนำไปสู่การไหลเวียนโลหิตที่เป็นปกติ)	**4.Glucomannan (konjac mannan)** (คงระดับคอเลสเตอรอลในเลือดให้เป็นปกติ)
5. อาหารที่มีโซเดียมต่ำ หรือโซเดียมต่ำมาก หรือปราศจากโซเดียม หรือ ลดโซเดียม หรือโซเดียมน้อย (การลดการบริโภคโซเดียมมีส่วนช่วยคงระดับปกติของความดันโลหิต)	**5. FOS (Fructo-oligosacharides)** (ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์/โอลิโกฟรุกโตส จากชิคอรีที่ใช้อยู่ในช่วง 7.5 ถึง 15 กรัม/วัน โดยปริมาณที่แนะนำให้บริโภค คือ ไม่น้อยกว่า 7.5 กรัม/วัน)	**5. Gallic Acid จากสมอพิเภก** (Balanced Chloresterol)
6. อาหารที่มีไขมันอิ่มตัวต่ำ หรือปราศจากไขมันอิ่มตัว หรือ ลดไขมันอิ่มตัว (การลดการบริโภคไขมันอิ่มตัวมีส่วนช่วยคงระดับปกติของคลอเรสเตอรอลในเลือด)	**6. Oleic acid** (น้ำมันพืชบริโภคได้ที่มี MUFA สูง โดยมีกรดไขมัน Oleic acid มากกว่าหรือเท่ากับ 45% ของกรดไขมันทั้งหมด และมีอัตราส่วนกรดไขมัน (SFA : MUFA : PUFA) = 1 : 1.5 : 1 การแทนที่ไขมันอิ่มตัวในอาหารด้วยไขมันไม่อิ่มตัว ช่วยรักษาระดับคอเลสเตอรอลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ)	**6.Afzelin จากพลูคาว** (Anti-inflammatory)
		7. Quercetin จากใบมะรุม (Anti-inflammatory)
		8 Kaempferol จากใบมะรุม (Anti-inflammatory)
		9.Sulforaphane จากบร็อคโคลี่ (Ameliorates skin aging)
		10. Chlorogenic Acid จากเก๊กฮวย (Sleepiness, Anxiolytic-Like)

รายละเอียดการจัดทำรายงาน ข้อมูลการกล่าวอ้างทางสุขภาพของส่วนประกอบอาหาร

หัวข้อในรายงาน

1. ข้อมูลเกี่ยวส่วนประกอบของอาหาร (Characterization of the food/constituent)
- ข้อมูลทั่วไป โครงสร้างสาร แหล่งที่มา และลักษณะทางเคมี

2. ผลของส่วนประกอบของอาหารที่มีต่อสุขภาพ (Cause and Effect)
- รายงานการศึกษาข้อมูลทางวิชาการผลของสารในวารสารที่น่าเชื่อถือทั้งใน-ต่างประเทศ (Peer review) และรายงานภายใน (Private report) ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- กลไกการดูดซึมและออกฤทธิ์ของสารนั้นใน *In vitro* หรือ *In vivo* (Metabolic pathway (ต้องมี)/Pharmacokinetics (ถ้ามี) และ Bioavailability (ถ้ามี))
- สรุปผลการงานวิจัยเชิงระบบของสารนั้นในมนุษย์กลุ่มเป้าหมาย (Systematic reviews) (ถ้ามี) หรือการวิเคราะห์อภิมาน (Mata-analysis) (ถ้ามี)
- 1 สารสำคัญ พิจารณาได้มากกว่าครั้งละ 1 ประเด็นกล่าวอ้าง ถ้ามีหลักฐานวิชาการเพียงพอ

3. ข้อมูลการกล่าวอ้างทางสุขภาพ (Claimed effect to human health)
- ส่วนประกอบของอาหารที่จะกล่าวอ้าง (สรุปจากข้อ 1 ได้)
- ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของอาหารและผลต่อสุขภาพตามที่กล่าวอ้าง (สรุปจากข้อ 2 ได้)
- แหล่งที่มาของสารสำคัญที่ต่างกัน หากต้องการเคลมในประเด็นเดียวกัน ต้องมีเอกสารวิชาการแสดงโครงสร้างและคุณสมบัติว่าคล้ายคลึงกัน

4.ข้อความกล่าวอ้างทางสุขภาพ (Health Claim statement)
- ภาษาไทย
- ภาษาอังกฤษ

5. เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางสุขภาพ (Conditions and possible restrictions of use)
- กลุ่มเป้าหมาย
- ปริมาณของอาหารหรือส่วนประกอบของอาหารที่ให้ผลตามที่กล่าวอ้าง
- รูปแบบการบริโภคที่ให้ผลตามที่กล่าวอ้าง
- ข้อควรระวังและคำแนะนำในการบริโภค พร้อมเหตุผล (ถ้ามี)

6. ความเห็นของคณะผู้เชี่ยวชาญ (Scientific opinion)
- สรุปความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง

7.เอกสารอ้างอิง (References)
- จัดทำเอกสารอ้างอิงตามแบบฟอร์มผลงานทางวิชาการ

ตัวอย่าง Priority lists เพื่อการจัดทำรายงานการกล่าวอ้างทางสุขภาพของสารสำคัญ

ปี 2567	สารสำคัญ	ข้อความกล่าวอ้าง	1. ความพร้อมข้อมูลงานวิจัย	2.มูลค่าตลาดโลก (ลบ.)	3. Supply Chain ในไทย	4. ผปก สนใจลงทุน
มิย	1. Inulin จาก Chicory	อินูลินช่วยให้การขับถ่ายอุจจาระเป็นปกติโดยเพิ่มความถี่ในการขับถ่ายอุจจาระ	✓	58,761 (+3.4)	•แก่นตะวัน •กระเทียม	
มิย	2. γ – Aminobutyric acid (GABA)	การใช้ GABA ที่สังเคราะห์ทางชีวภาพหรือที่สกัดจากธรรมชาติ ในขนาด 75-300 มก. ก่อนนอนมีส่วนช่วยให้นอนหลับได้เร็วขึ้นและเพิ่มระยะเวลาการนอนหลับลึก	✓	2,840 (+5.32)	•จมูกข้าว •ใบชา •ข้าวกล้องงอก •เห็ด	อยู่ระหว่างติดต่อกับบ คิง ไรซ์ ออยล์กรุ๊ป
กค	3. Curcumin	Curcuminoids และ curcumin มีส่วนช่วยคงระดับปกติของน้ำตาลในเลือด	✓	5,200 (+9.2)	•ขมิ้นชัน ขมิ้น ไพล	SNP specialty
สค	4. Cocoa flavanol	โกโก้ฟลาวานอลช่วยคงสภาวะปกติของการขยายตัวของเยื่อบุผนังหลอดเลือด ซึ่งนำไปสู่การไหลเวียนโลหิตที่เป็นปกติ	✓	1,200 (+7.4)	โกโก้	บ.เมอร์เดียนท์
สค พย	5. FOS (Fructo-oligosacharides)	ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์/โอลิโกฟรุกโตส จากซิโครีอินนูลิน* ช่วยเพิ่มบิฟิโดแบคทีเรียในลำไส้	✓	90,650 (+8.8)	•แป้งมันสำปะหลังดัดแปร •หญ้าหวาน •บัวหิมะ	บ.อุบลไบโอเอทานอล
พย	6. Oleic acid	การรับประทานกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acid (MUFA)) แทนกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty acids (SATs)) ช่วยทำให้ระดับคอเลสเตอรอลรวม และคอเลสเตอรอลชนิด LDL ในเลือดอยู่ในระดับที่ปกติดีขึ้น (Oleic acid intended to replace saturated fatty acids (SFAs) in foods or diets and maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations)	✓	9,957 (+3.9)	•ถั่วลิสง •รำข้าว •แมคคาเดเมีย •น้ำมัน Blending (น้ำมันรำข้าว:น้ำมันปาล์ม (3:1) มี Oleic acid 43%)	อยู่ระหว่างติดต่อกับบ คิงไรซ์ ออยล์กรุ๊ป
รอกำหนด	7. Isomalto-oligosaccharides (IMOs)	Modulating gut microbiota	✓	14,525 (+5.5)	•แป้งมันสำปะหลังดัดแปร	บ.อุบลไบโอ
รอกำหนด	8.Methoxyflavones	1. Physical performance (ทำให้กล้ามเนื้อมีความทนมากขึ้น) 2. Anti-obesity (ลดน้ำหนัก, BMI, Subcutaneous fat, visceral fat, Triglyceride และ Cholesterol ในเลือด)	✓	42,000	กระชายดำ	•TIPCO Biotech •SNP specialty
รอกำหนด	9. Resistance starch	การแทนที่แป้งที่ย่อยได้ (digestible starch) ด้วยแป้งทนการย่อย (resistant starch) ช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือดที่เพิ่มขึ้นหลังรับประทานอาหาร	✓	367,500 (+6.6)	•แป้งมันสำปะหลังดัดแปร •แป้งจากกล้วยดิบ	บ.อุบลไบโอ บ.SMS
รอกำหนด	10. Glucomannan (konjac mannan)	Glucomannan ช่วยคงระดับคอเลสเตอรอลในเลือดให้เป็นปกติ	✓	64,050 (+3.2)	•บุก •สาหร่าย	

ตัวอย่าง Priority lists เพื่อการจัดทำรายงานการกล่าวอ้างทางสุขภาพของสารสำคัญ

ปี	สารสำคัญ	ข้อความกล่าวอ้าง	1. ความพร้อมข้อมูลงานวิจัย	2.มูลค่าตลาดโลก (ลบ.) (CAGR)	3. Supply Chain ในไทย	4. ผปก สนใจลงทุน
รอกำหนด	11. Quercetin	Maintain blood pressure	✓		หอมหัวใหญ่/หอมแดง	SNP specialty
รอกำหนด	12. Gamma-Oryzanol	Gamma- Oryzanol ช่วยคงระดับคอเลสเตอรอลในเลือดให้เป็นปกติ	✓		น้ำมันรำข้าว	
รอกำหนด	13. Soybean Isoflavone	Maintenance of bone mineral density and reduction of vasomotor symptoms associated with menopause	✓		ถั่วเหลือง	
รอกำหนด	14. Lutein	• Maintenance of normal vision • Eye health and vision	✓	12,400 (+5.2)	ดาวเรือง,ปวยเล้ง และเคล (Kale)	SNP specialty
รอกำหนด	15. Zeaxanthin	• Maintenance of normal vision • Eye health and vision	✓	12,400 (+5.2)	ดาวเรือง,ปวยเล้ง และเคล (Kale)	SNP specialty
รอกำหนด	16. Lutein & Zeaxanthin	• Maintenance of normal vision • Eye health and vision	✓	12,400 (+5.2)	ดาวเรือง,ปวยเล้ง และเคล (Kale)	SNP specialty
รอกำหนด	17 Epigallo-cetechin-3-gallate (EGCG)	1. ลดน้ำหนัก 2. ลด Cholesterol ในเลือด	✓		ชาเขียว	
รอกำหนด	18. Afzelin	Anti-inflammatory	✓		พลูคาว	SNP specialty
รอกำหนด	19 Anthocyanin	1) Increases antioxidant activity and lowers postprandial glucose 1) Decrease TC and LDL 2) Improving blood lipid profiles	✓	11,305 (+4.8%)	ข้าวพื้นเมืองมีสีผลหม่อน	
รอกำหนด	20. Indigestible Maltodextrin	Indigestible Maltodextrin ช่วยคงระดับน้ำตาลในเลือดภายหลังมื้ออาหารให้อยู่ในระดับปกติ	✓	19,000 (+6.6%)	แป้งมันสำปะหลังดัดแปร	บ.อุบลไบโอ

ตัวอย่าง Priority lists เพื่อการจัดทำรายงานการกล่าวอ้างทางสุขภาพของสารสำคัญ

ปี	สารสำคัญ	ข้อความกล่าวอ้าง	1. ความพร้อมข้อมูลงานวิจัย	2.มูลค่าตลาดโลก (ลบ.)	3. Supply Chain ในไทย	4. ผปก สนใจลงทุน
รอกำหนด	21. Centella Asiatica Extract	ช่วยบำรุงสมอง	✓		บัวบก	
รอกำหนด	22. Gingerols, shogaols	Nausea and vomiting reduction	✓		ขิง	
รอกำหนด	23. Lycopene	Antioxidant	✓		มะเขือเทศ	
รอกำหนด	24. Luteolin	Anti-hypertensive, anti-diabetic	✓		พริกยี่หนู (1035.0 มก./กก.), ใบหัวหอม (391.0 มก./กก.),ผลมะขามป้อม (202.0 มก./กก.)	SNP specialty
รอกำหนด	25. Sulforaphane Glucosinolates	Antioxidant and anti-inflammatory effects	✓		Kale, cauliflower, broccoli, cabbage	SNP specialty
รอกำหนด	26. Rosmarinic acid	Antioxidant and anti-inflammatory effect	✓		กะเพรา, rosemary	
รอกำหนด	27. Conjugated linoleic acid (CLA)	มีส่วนช่วยในการควบคุมน้ำหนัก ช่วยลดไขมันสะสมในร่างกาย และส่งผลดีต่อองค์ประกอบโดยรวมของร่างกายได้ (อยู่ระหว่างการแก้ไขร่าง)**	✓		ดอกคำฝอย	
รอกำหนด	28 Coenzyme –Q 10	1. Maintenance of normal blood pressure 2. Protection of DNA proteins and lipids from oxidative damage. (EFSA)	✓		Fatty fish (หนังปลา, หัวปลา, กระดูกปลา)	
รอกำหนด	29. 1-deoxynojivimycin (DNJ)	Improve lipid profile and glycemic control	✓		ใบหม่อน	
รอกำหนด	30. Green tea extract	Maintenance of normal blood pressure	✓		ชาเขียว/ชาอัสสัม	

ตัวอย่าง Priority lists เพื่อการจัดทำรายงานการกล่าวอ้างทางสุขภาพของสารสำคัญ

ปี	สารสำคัญ	ข้อความกล่าวอ้าง	1. ความพร้อมข้อมูลงานวิจัย	2.มูลค่าตลาดโลก (ลบ.)	3. Supply Chain ในไทย	4. ผปก สนใจลงทุน
รอกำหนด	31. Allicin	1. Antioxidant 2. Cognitive Impairment	✓		กระเทียม	
รอกำหนด	32. Garcinia cambogia extracts	Positive impact on TC, TG, and HDL-C concentrations	✓		ส้มแขก	
รอกำหนด	33. Capsaicin	capsaicin supplementation may have rather modest effects in reducing BMI, BW and WC for overweight or obese individuals. (SR)	✓	2.6 ล้าน (+8)	Red chili peppers	
รอกำหนด	34. Piperine	Improves the lipid profile in metabolic syndrome	✓		พริกไทย, พริกไทยดำ	
รอกำหนด	35. L-theanine	Reduction Anxiety, stress, , cognitive function	✓		ใบชา, ลำต้นเห็ด (Camellia sinensis, Boletus badius)	
รอกำหนด	36. Xanthone	Antioxidants, anti-inflamation	✓		มังคุด	
รอกำหนด	37. Vit. C + Phenolic	Cardiovascular disease, metabolic syndrome	✓		มะขามป้อม	
รอกำหนด	38. S-allyl-L-cysteine (SAC)	Decrease blood pressure	✓		กระเทียมหมัก (aged garlic)	
รอกำหนด	39. Phenolic	Increase mother milk production	✓		ดอกกล้วย (หัวปลี)	
รอกำหนด	40. Cordycepin	Anti-inflammatory effects	✓		ถั่งเช่า (Cordyceps)	

ตัวอย่าง Priority lists เพื่อการจัดทำรายงานการกล่าวอ้างทางสุขภาพของสารสำคัญ

ปี	สารสำคัญ	ข้อความกล่าวอ้าง	1. ความพร้อมข้อมูลงานวิจัย	2.มูลค่าตลาดโลก (ลบ.)	3. Supply Chain ในไทย	4. ผปก สนใจลงทุน
รอกำหนด	41. DHA	• Maintenance of normal (fasting) blood concentrations of triglycerides (EFSA) • Maintenance of normal vision (EFSA)	หาทีมวิจัย	65,100 (+6.76)	ปลาทะเลและปลาน้ำจืดที่มีมัน (Fish oil) มาก	
รอกำหนด	42. Catechins	Antioxidant and anti-inflammatory effects	หาทีมวิจัย			
รอกำหนด	43. Beta-glucan (จากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่ barley/Oats)	เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันให้ทำงานเป็นปกติ	หาทีมวิจัย	19,943 (+8%)	เห็ดแครง Yeast Cell wall	
รอกำหนด	44. Chitosan	ควบคุมระดับคลอเรสตอรอลและความดันเลือด	หาทีมวิจัย	380,800 (+20.1)	เปลือกกุ้ง ปู สัตว์กระดอง	
รอกำหนด	45. Red yeast rice	ควบคุมระดับคลอเรสตอรอลและความดันเลือด ลดการอักเสบ	หาทีมวิจัย	13,321 (+8.7)	ข้าวยีสต์แดง (ข้าวหมักกับ Monascus purpureus)	บ. เบเน่ ลีฟวิ่ง แคปซูลข้าวยีสต์แดง
รอกำหนด	46.. Eugenol	Anti-imflammatory/Anti-oxidant	หาทีมวิจัย		ข่า กานพลู ตะไคร้	
รอกำหนด	47. Tartaric acid	Anti-oxidant	หาทีมวิจัย		มะขาม	
	48.Glycyrrhizin/Glycyrrhizic acid	ควบคุมระดับคลอเรสตอรอลและความดันเลือด	หาทีมวิจัย		ชะเอมเทศ	
รอกำหนด	49.Astaxanthin	Anti-imflammatory/Anti-oxidant	หาทีมวิจัย		Krill oil เคย	
รอกำหนด	50.Sesamin	Anti-imflammatory/Anti-oxidant ควบคุมระดับคลอเรสตอรอล	หาทีมวิจัย		งา งาขี้ม่อน	

ตัวอย่าง Priority lists เพื่อการจัดทำรายงานการกล่าวอ้างทางสุขภาพของสารสำคัญ

ปี	สารสำคัญ	ข้อความกล่าวอ้าง	1. ความพร้อมข้อมูลงานวิจัย	2.มูลค่าตลาดโลก (ลบ.)	3. Supply Chain ในไทย	4. ผปก สนใจลงทุน
รอกำหนด	51. Galactomannans	ควบคุมระดับคลอเรสตอรอลและความดันเลือด	หาทีมวิจัย		กัวกัมร์ ถั่ว	
รอกำหนด	52.Hydroxycitric acid (HCA)	Anti-obesity effect (Reduced weight and BMI (SR,MT)	หาทีมวิจัย		ส้มแขก/Supplement	
รอกำหนด	53.EPA and DHA, choline	Lowered total cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol, and triglycerides (SR,MT)	หาทีมวิจัย		Krill oil supplementation อาหารทะเล	
รอกำหนด	54.Curcumin and Piperine Combination	Improves the lipid profile in metabolic syndrome (SR,MT)	หาทีมวิจัย		ขิง และ พริกไทย/Supplement	
รอกำหนด	55.ข้าวกล้อง ที่มี Partial hydrolysed	Glycemic response	หาทีมวิจัย		ข้าวกล้อง	
รอกำหนด						
รอกำหนด						
รอกำหนด						
รอกำหนด						