

การพัฒนาระบบเศรษฐกิจ ฐานชีวภาพของไทย

ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำและพลังงาน
และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย



ISBN: 978-616-398-786-0

ณภัทร จักรวัฒนา • พัทธ์ชัย งามเมืองดี • SHABBIR H. GHEEWALA

พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ศูนย์วิจัยกาน้ำ

หอสมุดแห่งชาติ

14/2 หมู่ที่ 5 ตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

โทรศัพท์/โทรสาร 0 5311 0503-4

ผู้เขียน

พิมพ์ครั้งที่ 1

จัดพิมพ์โดย

สนับสนุนโดย

ออกแบบ/พิมพ์ที่

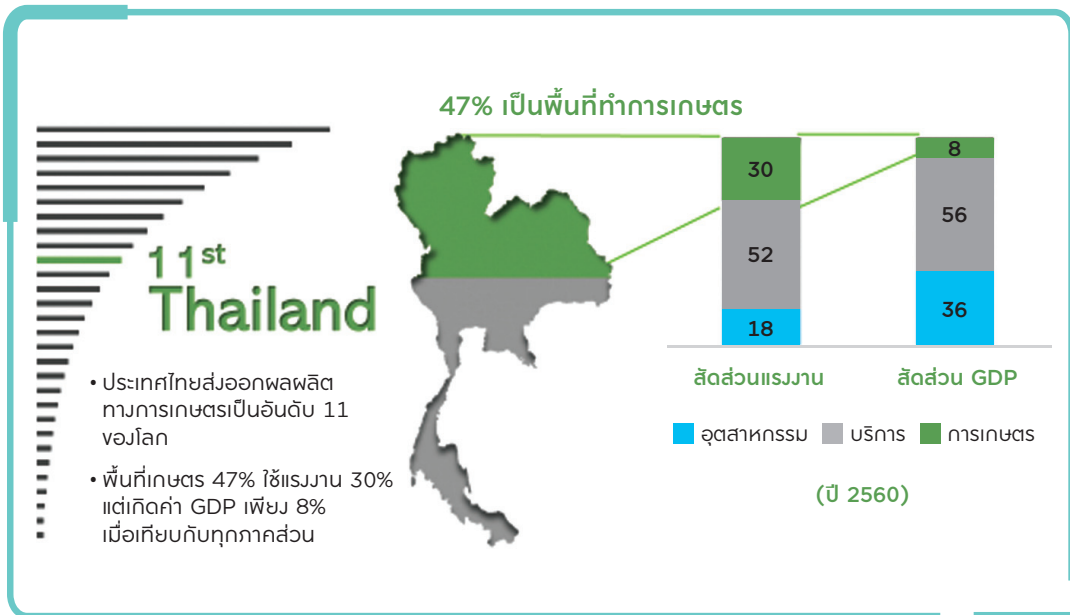
สารบัญ

1. บทนำ	03
2. ความเชื่อมโยงของน้ำ-พลังงาน-อาหาร (Water-Energy-Food Nexus)	09
3. นโยบายและแผน Bioeconomy ในประเทศไทย	14
3.1 มาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของไทย	14
3.2 เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจสีเขียว (BCG Model)	16
3.3 การพัฒนา Bioeconomy ในระดับพื้นที่ (Bio-Hub)	22
3.4 ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย และการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ	25
4. ห่วงโซ่คุณค่าวัตถุดิบหลัก Bioeconomy ในปัจจุบันของไทย	27
4.1 อ้อย	27
4.2 มันสำปะหลัง	29
4.3 เอทานอล	31
5. การพัฒนา Bioeconomy ของประเทศไทย และผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำและพลังงาน	33
6. การพัฒนา Bioeconomy ในระดับพื้นที่ Bio-Hub และผลกระทบด้านน้ำและพลังงานและผลกระทบ จากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate change)	41
7. ความท้าทาย อุปสรรค และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	54
8. เอกสารอ้างอิง	60

1 { บทนำ

ประเทศไทยส่งออกผลผลิตทางการเกษตรเป็นอันดับที่ 11 ของโลก โดยมีพืชเศรษฐกิจหลัก เช่น อ้อยและมันสำปะหลัง อยู่ใน ระดับที่ 10 ของโลก แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการขาดสมดุล ของโครงสร้างเศรษฐกิจในภาคการเกษตรไทย ซึ่งเป็นภาคส่วน ที่ใช้พื้นที่ถึงร้อยละ 47 ของประเทศ และเป็นภาคส่วนที่มี การจ้างงานมากถึงประมาณร้อยละ 30 ของจำนวนประชากร แร่รวมไทยทั้งหมด แต่กลับสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ ได้น้อยมากเพียงร้อยละ 8 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมทั้งประเทศ ในปี 2560 ดังแสดงในรูปที่ 1 นอกจากนั้นมูลค่าสินค้าเกษตร ในภาพรวมต่อ GDP ของไทยมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง และอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 12 มาเป็นระยะเวลากว่า 25 ปี และ ยังประสบปัญหาราคาสินค้าเกษตรมีความผันผวนสูงและมีระดับ ก่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจหลัก เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน

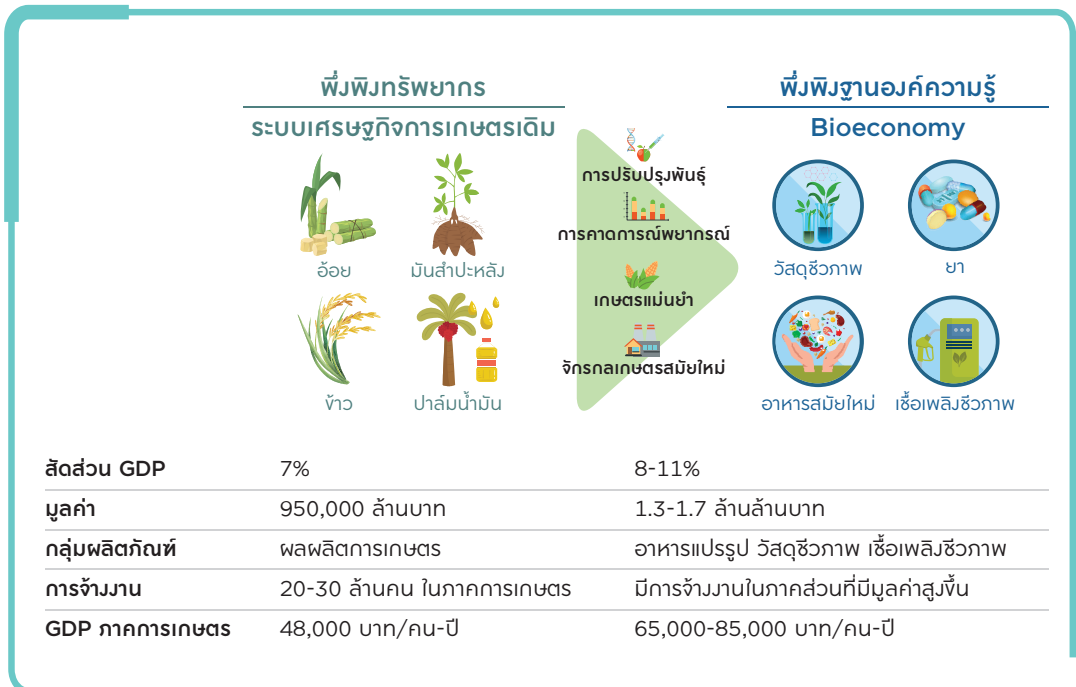




สภาพของโครงสร้างเศรษฐกิจในภาคการเกษตรไทย

รูปที่
01

รัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบาย Thailand 4.0 คือการขับเคลื่อนประเทศด้วยนวัตกรรม โดยการเปลี่ยนจาก Resource Intensive Economy เป็น Innovation economy มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาทางเศรษฐกิจที่มีมูลค่าหรือเพิ่มมูลค่า (แทนสินค้าโภคภัณฑ์) เทคโนโลยี (แทนอุตสาหกรรม) และการให้บริการ (แทนที่จะขายสินค้า) การพัฒนา New S-curve เป็นรูปแบบของการลงทุนในอุตสาหกรรมใหม่เพื่อเปลี่ยนรูปแบบสินค้าและเทคโนโลยี โดยอุตสาหกรรมใหม่หรืออุตสาหกรรมอนาคตเหล่านี้จะเป็นกลไกที่สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ (New Growth Engines) ของประเทศ โดย 3 กลุ่มจากใน 10 กลุ่ม อุตสาหกรรมที่เป็น New Growth Engines ซึ่งประกอบไปด้วย 1) การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology) 2) อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร (Food for the Future) 3) อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuel and Biochemicals) จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจฐานชีวภาพ (Bioeconomy) ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรชีวภาพที่ประเทศไทยมีความหลากหลายให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนตลอดห่วงโซ่มูลค่าผ่านการพัฒนาผลิตภาพและเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตด้านอุตสาหกรรม เพิ่มการจ้างงานและรายได้ตลอดห่วงโซ่อุปทานทั้งต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ เพื่อให้เกิดการสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (growth and competitiveness) การสร้างความเสมอภาคและเท่าเทียมกันทางสังคม (inclusive growth) การสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (green growth)



ยุทธศาสตร์และเป้าหมายของเศรษฐกิจบนฐานชีวภาพของประเทศไทย

รูปที่ 02

เศรษฐกิจบนฐานชีวภาพ (Bioeconomy) เป็นหนึ่งในนโยบายสำคัญของรัฐบาลในปัจจุบัน เป็นการใช้ทรัพยากรชีวภาพที่ประเทศไทยมีความหลากหลายให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นการนำความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพมาพัฒนาต่อยอดจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับภาคเกษตร ส่งผลให้เกษตรกรไทยมีรายได้เพิ่มขึ้น และลดปัญหาความเหลื่อมล้ำของสังคมไทย เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนตลอดห่วงโซ่คุณค่าผ่านการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตด้านอุตสาหกรรม เพิ่มการจ้างงานและรายได้ตลอดห่วงโซ่อุปทาน เพื่อให้เกิดการสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การสร้างความเสมอภาคและเท่าเทียมกันทางสังคม การสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในรูปที่ 2

อย่างไรก็ตามการเพิ่มการผลิตทรัพยากรชีวภาพเพื่อตอบสนองนโยบายเศรษฐกิจบนฐานชีวภาพ โดยเฉพาะพืชวัตถุดิบชีวมวล (Biomass feedstock) ส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มขึ้น เช่น ทรัพยากรน้ำ ที่ดินและพลังงาน และการเกิดผลกระทบของการแข่งขันการใช้ทรัพยากรกับพืชอาหารอื่น ๆ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงและยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติของประเทศซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด นอกจากนี้การพัฒนายั่งยืนของไทยโดยมีฐานอยู่ที่ความมั่นคงอย่างบูรณาการของน้ำ อาหาร และพลังงาน ในอนาคตจะต้องเผชิญกับความไม่แน่นอน ทั้งด้านสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต และการผันผวนทางเศรษฐกิจสังคม ดังแสดงในรูปที่ 3



ดังนั้นการพัฒนาเพื่อตอบสนองนโยบาย Bioeconomy ในรูปแบบต่าง ๆ จึงต้องมีการศึกษาวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่อทรัพยากร ความเสี่ยงและความมั่นคงของทรัพยากรในประเทศ และหาแนวทางในการบริหารจัดการอย่างสมดุลและยั่งยืน การวางแผนในลักษณะบนรูปแบบภาพฉายอนาคตต่าง ๆ ดังนั้นจึงต้องมีฐานข้อมูลและเครื่องมือช่วยการบริหารจัดการแบบบูรณาการในหลายมิติ เพื่อให้เกิดการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดห่วงโซ่อุปทานเพื่อให้เกิดการผลิตและบริโภคอย่างยั่งยืนอย่างแท้จริง เพื่อรักษาฐานทรัพยากรธรรมชาติปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย Bioeconomy ที่ผ่านมามีการวิเคราะห์ศึกษาถึงศักยภาพของการพัฒนาอุตสาหกรรม Bioeconomy และการเพิ่มผลผลิตพืชวัตถุดิบชีวมวล แต่ยังคงขาดการศึกษาถึงผลกระทบต่อทรัพยากร ความเสี่ยงและความมั่นคงของทรัพยากรที่จะต้องใช้ เพื่อตอบสนองนโยบายดังกล่าว

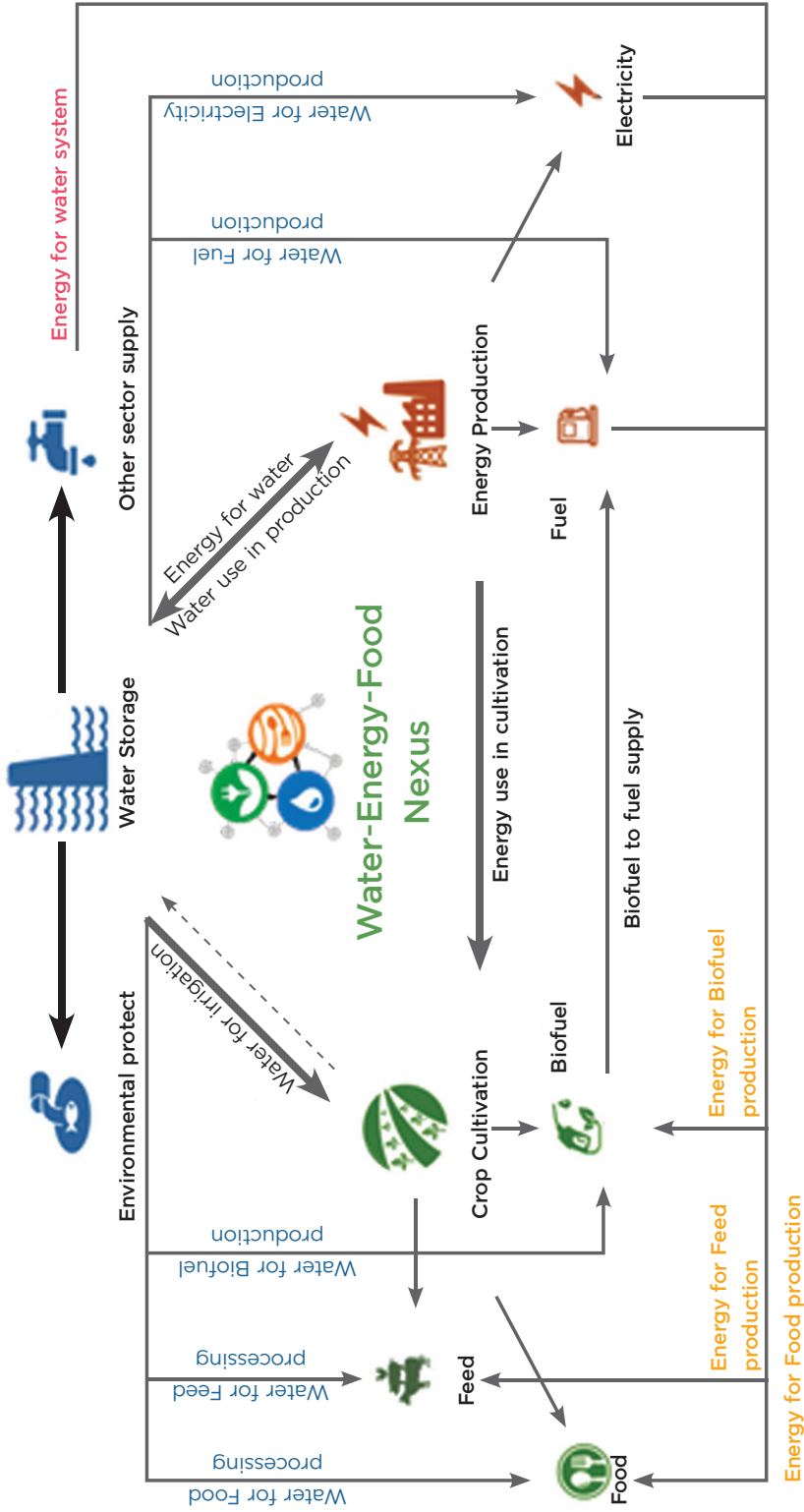
งานวิจัยนี้จึงทำวิเคราะห์การเชื่อมโยงของน้ำและพลังงาน (Nexus) ในห่วงโซ่อุปทานมันสำปะหลังและห่วงโซ่อุปทานอ้อยในประเทศ โดยขยายไปถึงอุตสาหกรรม Bioeconomy ด้านพลังงานชีวภาพ (Biofuel/Bioenergy) และผลิตภัณฑ์ชีวเคมี/วัสดุชีวภาพ (Biochemical/Biomaterial) และทำการเปรียบเทียบสถานการณ์จำลองในการบริหารจัดการแบบต่าง ๆ สถานการณ์ในปี 2560 ได้ถูกใช้เป็นกรณีฐาน งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่เหมาะสมกับบริบทของไทย ในมิติของยุทธศาสตร์ที่มุ่งจะเป็น Bioeconomy โดยมีการพิจารณาในมิติของการจัดการตลอดห่วงโซ่อุปทาน โดยใช้เครื่องมือหลักคือการวิเคราะห์การไหลของวัสดุและทรัพยากรต่าง ๆ โดยจะมีการบูรณาการร่วมกับแบบจำลองการจัดการน้ำและที่ดิน เพื่อพัฒนาแบบจำลองการวิเคราะห์การไหลและความเชื่อมโยงของทรัพยากรน้ำ อาหาร และพลังงาน เพื่อระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพของไทยที่ยั่งยืน เป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมาเห็นภาพการพัฒนาร่วมกัน และลงความเห็นเพื่อให้เกิดประโยชน์ที่สมดุลกับทุกฝ่าย ดังแสดงในรูปที่ 4



ในรายงานนี้จะนำเสนอผลการศึกษาเป็น 2 ส่วนหลัก

ส่วนแรก คือ การวิเคราะห์นโยบายเศรษฐกิจชีวภาพของประเทศไทยในระดับชาติ ในภาพรวมของประเทศ

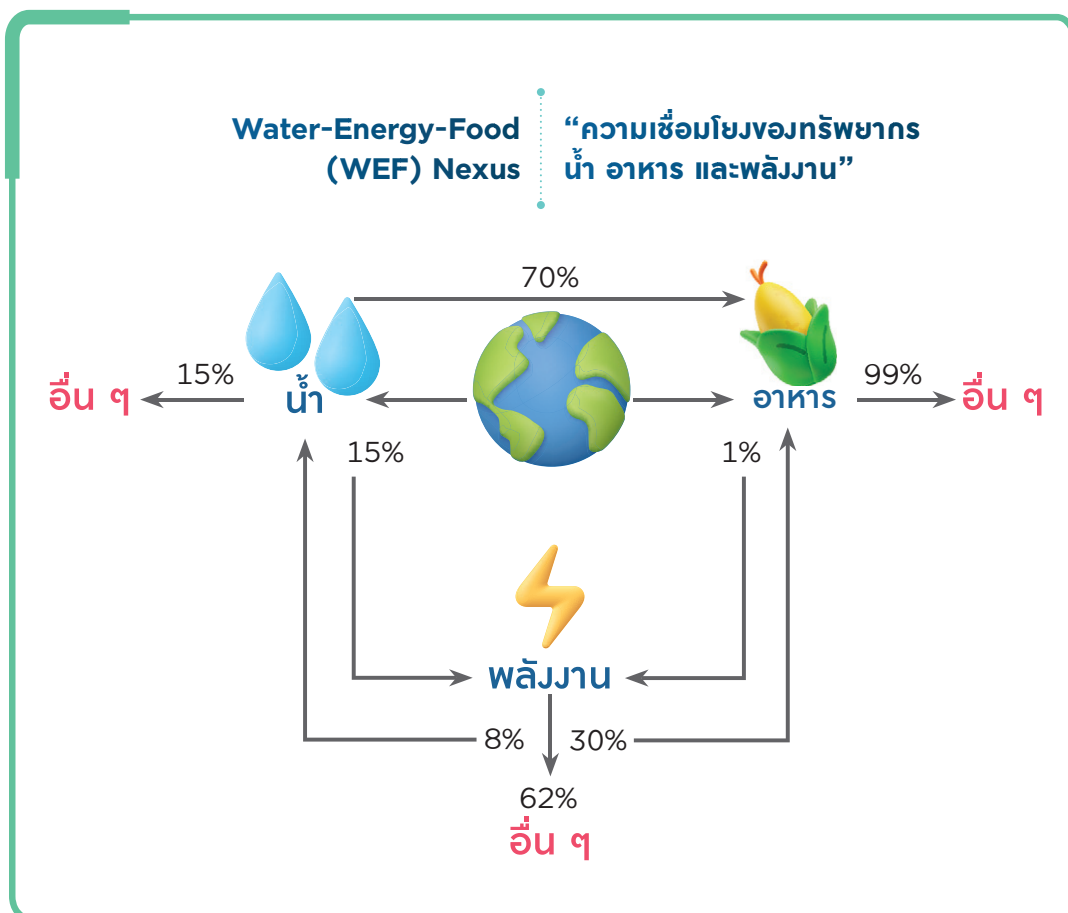
ส่วนที่สอง คือ การวิเคราะห์นโยบายเศรษฐกิจชีวภาพในระดับท้องถิ่น/จังหวัดและมีการนำผลกระทบของสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนมาวิเคราะห์เพิ่มเติม โดยดำเนินการในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ เนื่องจากเป็นที่ตั้งของโครงการนครสวรรค์ไบโอคอมเพล็กซ์ ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายในระยะแรกของการดำเนินการตามนโยบาย Bioeconomy



2 { ความเชื่อมโยงของ น้ำ-พลังงาน-อาหาร (Water-Energy-Food Nexus)

เมื่อพิจารณาในภาพรวมของโลก น้ำ พลังงาน และอาหาร เป็นสิ่งจำเป็นต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ การลดปัญหาความยากจนและการพัฒนาอย่างยั่งยืน จากการประมาณการทั่วโลก แสดงให้เห็นว่าความต้องการ น้ำ พลังงาน และอาหาร จะเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาลในทศวรรษต่อไป ภายใต้ความกดดันของการเจริญเติบโตของประชากรและการพัฒนาเศรษฐกิจและการค้าระหว่างประเทศ การเป็นเมือง การเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมและเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Hoff, 2011) ภาคเกษตรกรรมใช้น้ำคิดเป็นร้อยละ 70 ของยอดรวมการใช้น้ำทั่วโลก สำหรับการผลิตพืชและการประมง ตลอดจนห่วงโซ่อุปทาน อาหารและการเกษตรทั้งหมด นอกจากนี้ยังถูกใช้ในการผลิตพลังงานที่ใช้ในการขนส่งในรูปแบบที่แตกต่างกัน ในขณะเดียวกัน การผลิตอาหารและห่วงโซ่อุปทานมีการใช้พลังงานถึงร้อยละ 30 ของพลังงานทั้งหมด นอกจากนี้ พลังงานยังถูกใช้สำหรับการผลิต การขนส่ง และการแจกจ่ายอาหาร เช่นเดียวกับจัดหาและการขนส่งและการบำบัดน้ำในเมือง อุตสาหกรรมอีกด้วย รวมถึงภาคส่วนอื่น ๆ ก็มีความต้องการทรัพยากรน้ำ พลังงาน และที่ดิน ที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมาก ในเวลาเดียวกันต้องเผชิญกับปัญหาการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมและบางกรณีเกิดความขัดแย้งด้านทรัพยากร ดังแสดงในรูปที่ 5



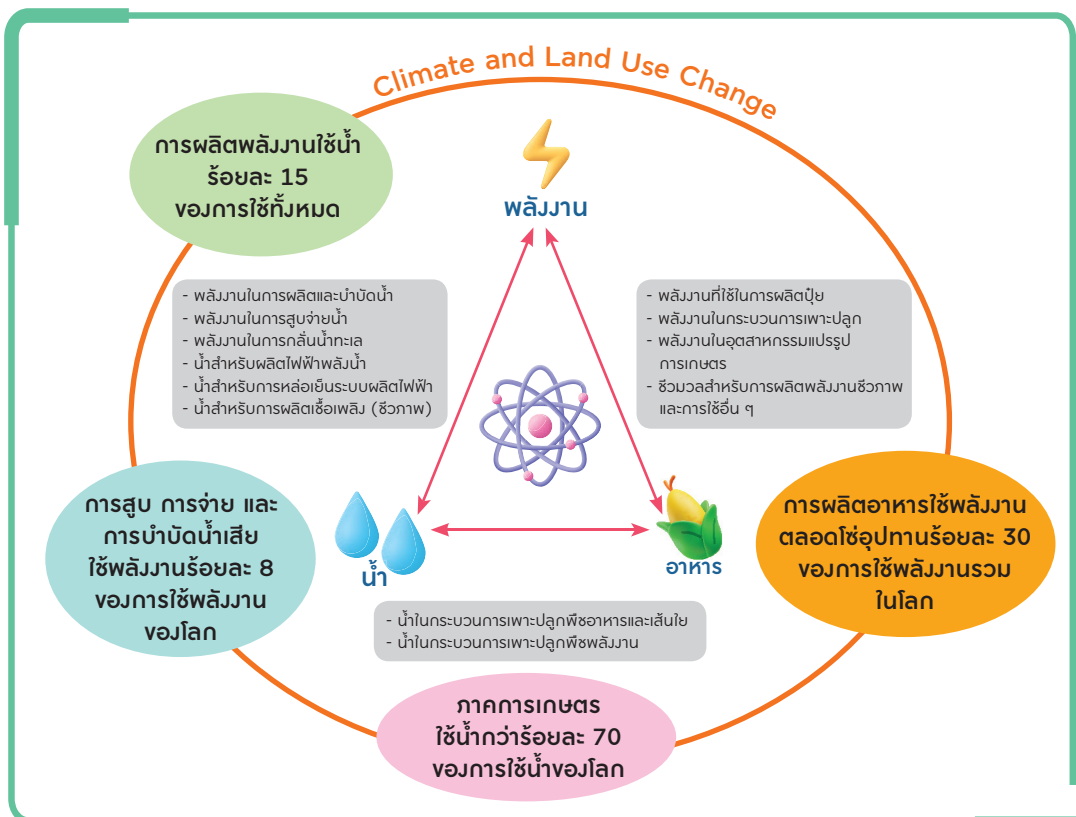


ความเชื่อมโยงของน้ำ พลังงาน อาหาร ในภาพรวมของโลก
(Endo et al., 2017)

รูปที่
05

สถานการณ์เช่นนี้ คาดว่าจะเลวร้ายลงในอนาคตอันใกล้ เนื่องจากจะมีความต้องการอาหารมากขึ้นถึงร้อยละ 60 ดังนั้นจะต้องมีการผลิตให้เพียงพอสำหรับโลกประชากรในปี 2050 การใช้พลังงานทั่วโลกคาดว่าจะเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 50 ในปี 2035 (IEA, 2010) ปริมาณน้ำที่ถูกนำมาใช้สำหรับชลประทานคาดว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ภายในปี 2050 (FAO, 2011b) ความต้องการที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการแข่งขันในการใช้ทรัพยากรระหว่าง น้ำ พลังงาน การเกษตร ประมง ปศุสัตว์ ป่าไม้ เหมืองแร่ การขนส่ง และอื่น ๆ และส่งผลกระทบระหว่างกันอย่างคาดเดาไม่ได้ (FAO, 2011a) โครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ด้านน้ำ ซึ่งใช้การผลิตไฟฟ้าพลังน้ำและการใช้เก็บน้ำเพื่อการชลประทานและใช้ในเมือง อาจมีผลกระทบต่อระบบนิเวศเกษตรปลายน้ำและมีผลกระทบทางสังคม เช่น การตั้งถิ่นฐานได้

ในทำนองเดียวกันการปลูกพืชพลังงานในพื้นที่ชลประทาน อาจช่วยปรับปรุงการจัดหาพลังงาน และสร้างโอกาสการจ้างงาน แต่ก็ยังอาจทำให้เกิดการแข่งขันที่เพิ่มขึ้นสำหรับการใช้ทรัพยากรที่ดินและน้ำ ที่มีผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร ในระดับท้องถิ่นการตัดสินใจเกี่ยวกับวิธีการที่จะเข้าไปแทรกแซง มักจะทำโดยไม่มีการบูรณาการข้ามภาคส่วน มีการกำหนดเป้าหมายโดยมองประโยชน์สูงสุดแก่เฉพาะ ภาคส่วน จึงส่งผลให้เกิดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของภาคส่วนอื่น ๆ ในด้านต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น โครงสร้างทางสังคม ทรัพยากรธรรมชาติ หรือกระแสการเงิน ดังนั้นเพื่อให้มั่นใจว่าการบริหารจัดการที่ดี ที่สุดและเกิดประโยชน์สูงสุดโดยรวม กระบวนการตัดสินใจต้องมีการสะท้อนลักษณะพลวัตของระบบ ที่ซับซ้อน เนื่องจากปฏิสัมพันธ์ Nexus มีความเชื่อมโยงที่หลากหลาย ปัญหาของแต่ละภาคส่วนไม่สามารถ มองได้แบบแยกส่วน เนื่องจากกระบวนการและกิจกรรมของแต่ละภาคส่วน ที่มีการเปลี่ยนแปลง มีแรง ขับเคลื่อนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในส่วนอื่น ๆ ซึ่งควรถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมด้วย ดังแสดงในรูปที่ 6



กรอบแนวคิดอย่างง่ายของ WEF Nexus (Liu et al., 2017)



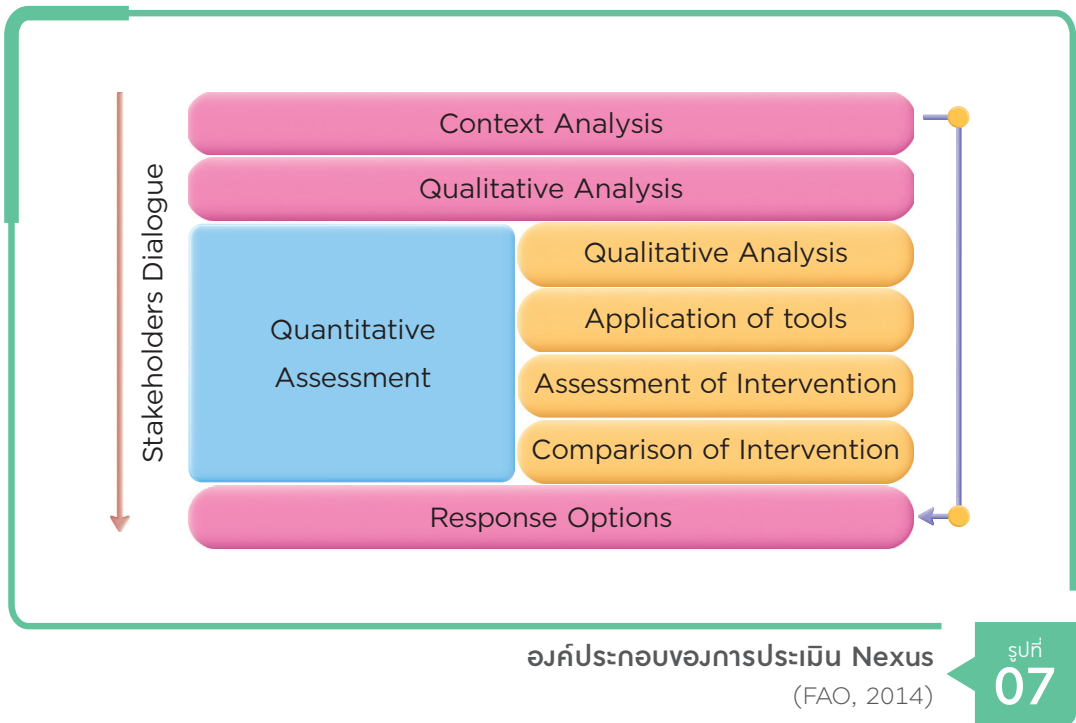
เมื่อความต้องการเพิ่มขึ้นการแข่งขันเพื่อแย่งชิงทรัพยากรธรรมชาติทั้งด้านน้ำ พลังงาน ในภาคเกษตรกรรม การประมง เมืองแร่ และภาคส่วนอื่น ๆ ก็ทวีความรุนแรงขึ้นอย่างชัดเจนและเกี่ยวโยงกัน โดยแนวคิด Nexus นั้นมองว่าน้ำ พลังงาน และอาหาร มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนและเชื่อมโยงกันอย่างแยกไม่ออก ซึ่งการจัดการด้วยแนวคิดนี้ทำให้การกำหนดนโยบาย การวางแผน การนำไปปฏิบัติ การติดตาม และการประเมินมูลค่าเป็นไปได้ อย่างบูรณาการและคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากขึ้นในทุกภาคส่วน โดยแนวทาง Nexus จะเน้นการกำหนดนโยบายร่วมกัน ซึ่งจะช่วยเหลืออันมองและความเชี่ยวชาญที่หลากหลายตลอดทั้งกระบวนการ ส่งเสริมการพูดคุยแลกเปลี่ยนระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ ตลอดจนกระตุ้นความพยายามในการทำงานร่วมกัน (FAO, 2014)

การคิดแบบ Nexus นั้นจะพิจารณาถึงผลกระทบของกิจกรรมที่มีความเชื่อมโยงกัน เช่น ปริมาณของพลังงานในการแยกเกลือออกจากน้ำ ความต้องการน้ำเพื่อผลิตพลังงานหมุนเวียน (เช่น เชื้อเพลิงชีวภาพและโรงไฟฟ้าพลังน้ำ) หรือความต้องการน้ำของพื้นที่การเกษตร นอกจากนี้ยังรวมไปถึงกิจกรรมอื่น ๆ ที่ลดกิจกรรมที่ทำให้ดินเสื่อมโทรม เช่น การเพิ่มการกักเก็บน้ำในดิน การเพิ่มน้ำใต้ดิน และลดการให้ปุ๋ยที่ใช้พลังงานมาก ซึ่งส่งผลให้สามารถประหยัดน้ำและพลังงานได้ (Hoff, 2011)

องค์ประกอบของการประเมิน Nexus

การประเมิน Nexus ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก โดยประการแรกคือการประเมินสถานะของบริบท Nexus ในลักษณะเชิงคุณภาพ เช่น ผ่านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือการปรึกษาหารือจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่าย เพื่อทำความเข้าใจลำดับความสำคัญของสังคมและเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมที่แตกต่างกันและมีแนวโน้มที่จะแข่งขันกัน ประการที่สองคือการประเมินเชิงปริมาณ เน้นถึงผลกระทบของการแทรกแซงที่เป็นไปได้ หรือนโยบายใหม่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ และสังคม โดยส่วนประกอบหลักของขั้นตอนการจัดการ Nexus ดังแสดงในรูปที่ 7

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อระบุและประเมินความเชื่อมโยงระหว่างระบบของน้ำ พลังงาน และอาหาร โดยจะมีการประเมินว่าทรัพยากรด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมใดอยู่ภายใต้แรงกดดัน ระบุความเชื่อมโยงที่สำคัญ การแข่งขันในการแย่งชิงทรัพยากร ตลอดจนประเด็นเชิง ‘nexus’ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งอาจรวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานะของทรัพยากรทั้งในระบบนิเวศและด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยใช้ประโยชน์จากชุดข้อมูลที่มีอยู่ให้มากที่สุด ในการพิจารณาระบบความเชื่อมโยงของ nexus เป็นกระบวนการทำงานที่ทำให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งที่ประเมินและผู้เชี่ยวชาญ



ในพื้นที่ที่สามารถเข้าใจถึงความเชื่อมโยงที่มีความที่ซับซ้อนได้มากขึ้น ดังนั้นการให้ข้อมูลของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการเริ่มต้นขั้นตอนนี้เพื่อระบุว่า :

- 1 **แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคต** ในการใช้และการจัดการทรัพยากรโดยภาคส่วนต่าง ๆ และกลุ่มผู้ใช้หลักที่เป็นตัวขับเคลื่อนภายใต้แนวโน้มต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นอย่างไร
- 2 **เป้าหมายการพัฒนาสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของภาคส่วนและกลุ่มผู้ใช้ต่าง ๆ** เป็นอย่างไร
- 3 **การเชื่อมโยงระหว่าง Nexus ที่สำคัญ** เช่น การแลกเปลี่ยน การใช้งานร่วมกัน ตลอดจนการจัดการทรัพยากรและระบบนิเวศที่มีอยู่นั้นเป็นอย่างไร

โดยในการหาปริมาณของความสัมพันธ์ของความเชื่อมโยงเหล่านี้ จำเป็นต้องดำเนินการผ่านระบบตัวชี้วัด (Indicators) ซึ่งสามารถดำเนินการได้สองวิธีคือ การเลือกใช้ตัวบ่งชี้ที่มีอยู่และการพัฒนาตัวบ่งชี้เฉพาะทางให้เหมาะสมต่อการใช้งานในระดับที่ต้องการ หรือการประเมินอย่างรวดเร็วโดยอาศัยข้อมูลตัวบ่งชี้ที่มีอยู่ก่อนแล้วและใช้การวิเคราะห์เชิงเทียบเคียงเพื่อให้ได้มาซึ่งค่ามาตรฐาน

3 { นโยบายและแผน Bioeconomy ในประเทศไทย

3.1 มาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของไทย ปี พ.ศ. 2561-2570

จากศักยภาพและความพร้อมของประเทศไทย ทั้งด้านวัตถุดิบที่หลากหลายและทักษะการผลิต โดยเฉพาะภาคเอกชนที่ถือเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการลงทุน เป็นปัจจัยสำคัญที่จะผลักดันให้ประเทศไทยเป็น Bio-Hub of ASEAN ซึ่งได้เกิดโครงการลงทุนตามแนวทางพัฒนาเศรษฐกิจกระแสใหม่ หรือเศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) แล้วในหลายพื้นที่ ดังนั้นเพื่อเป็นการกระตุ้นนโยบายของรัฐบาลในการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย New S-Curve กระทรวงอุตสาหกรรมโดยสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมได้บูรณาการการดำเนินงานร่วมกับคณะทำงานด้านการพัฒนาคลัสเตอร์ภาคอุตสาหกรรมแห่งอนาคต (D5 : New S-Curve) จัดทำมาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของไทยปี พ.ศ. 2561-2570 (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมและคณะ, 2561) โดยมีสำคัญสรุปได้ ดังนี้ โดยมีรายละเอียดกลุ่มอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์เป้าหมายดังแสดงในรูปที่ 8

เป้าประสงค์ ประเทศไทยจะเป็น Bio-Hub of ASEAN ภายในปี พ.ศ. 2570

ผลิตภัณฑ์เป้าหมาย ประกอบด้วย พลาสติกชีวภาพ (Bioplastic) เคมีชีวภาพ (Biochemicals) และชีวเภสัชภัณฑ์ (Biopharmaceuticals) เช่น วัคซีน ยาชีววัตถุ

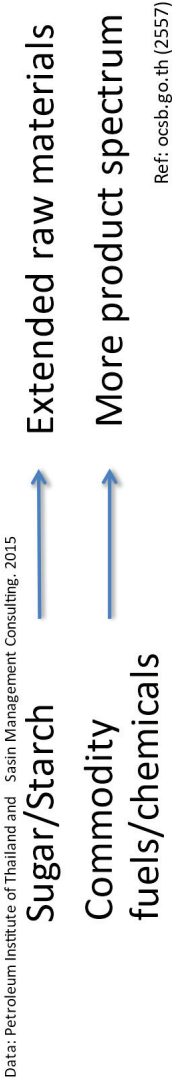
ตัวชี้วัด ประกอบด้วย

- 1) เกิดการลงทุนในอุตสาหกรรมชีวภาพในประเทศ อย่างน้อย 190,000 ล้านบาท
- 2) เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นเป็น 85,000 บาทต่อคนต่อปี
- 3) ยกระดับคุณภาพชีวิตให้กับเกษตรกร อย่างน้อย 800,000ครัวเรือน
- 4) มีการผลิตและจ้างแรงงานที่มีความรู้ ทักษะ และความเชี่ยวชาญสูง (Knowledge workers/High-tech labor) อย่างน้อย 20,000 ตำแหน่ง



New S-curve industry: Bio-industry & Biorefinery
Enhancing capability of existing bio -industry in THAILAND

AGRO-PRODUCTS	INDUSTRY	COMPANIES
Raw sugar/ white sugar	Biofuels	1.058x10 ⁶ L/yr Ethanol KNTIS KOL
		1.168x10 ⁶ L/yr Biodiesel PATUM AEE EGO
	Bioenergy	1.523x10 ⁶ m ³ /yr Biogas KNTIS KOL
Cassava pellet/chip Native starch		2.321 MW Electricity KNTIS KOL
		100,000 t/yr Lactic acid Carbon
		15,000 t/yr Citric acid KNTIS KOL
Palm oil	Biochemicals	117x10 ⁶ L/yr Glycerin PATUM TOL
		43,000 t/yr Sorbitol S
		47,000 t/yr Lysine KNTIS KOL
		120,000 t/yr Oleochemicals TOL
	Bioplastic	20,000 t/yr PBS KNTIS KOL





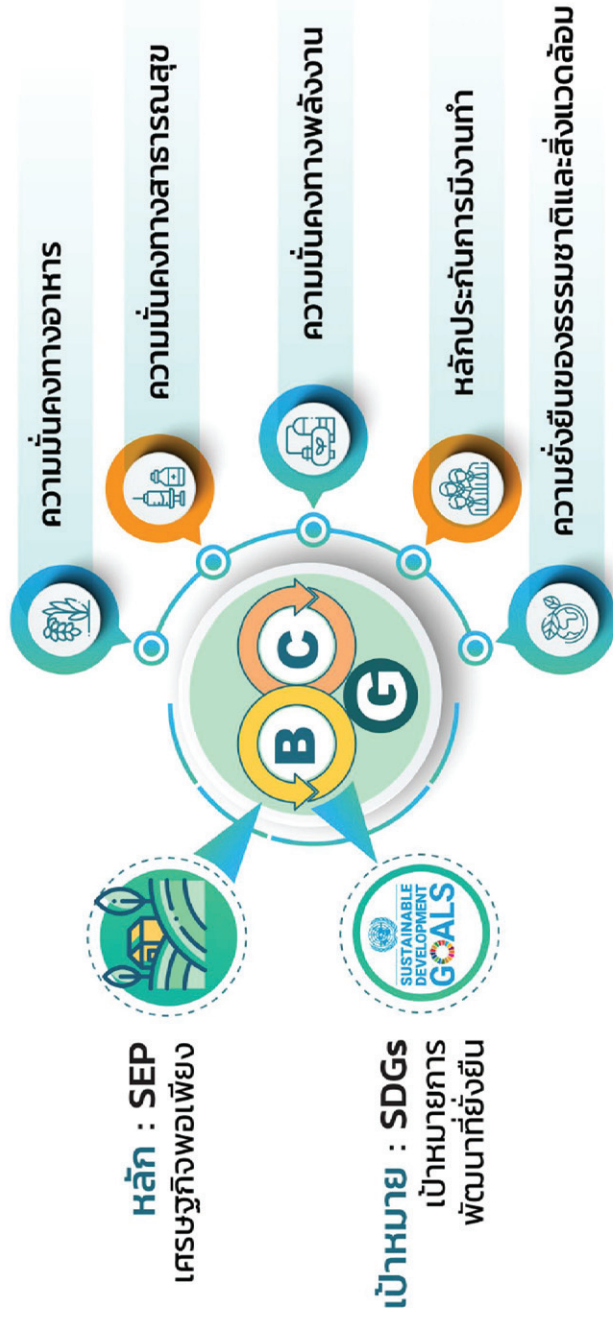
ปัจจุบันกระทรวงอุตสาหกรรมให้ความสำคัญกับเศรษฐกิจชีวภาพในฐานะหนึ่งในกลไกขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจรูปแบบใหม่ โดยอาศัยจุดเด่นจากความหลากหลายทางชีวภาพที่อุดมสมบูรณ์ของประเทศไทย และอุตสาหกรรมการผลิตสารเคมีที่แข็งแกร่ง โดยสำนักงานนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (STI) ได้ร่วมกับศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) กำหนดกรอบนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ พ.ศ. 2555-2564 โดยกรอบนโยบายนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างการวางแผนเชิงกลยุทธ์กำหนด R&D ในอนาคต และปรับปรุงความสามารถของประเทศในการเข้าถึงเทคโนโลยีชีวภาพและการประยุกต์ใช้ที่เป็นนวัตกรรมใหม่ กรอบการทำงานนี้ประกอบด้วยสามภาคส่วน ได้แก่ การเกษตรและอาหาร การแพทย์และสาธารณสุข และอุตสาหกรรมชีวภาพ โดยในปี 2557 ภาครัฐของประเทศไทยโดย BIOTEC ได้กำหนดกรอบนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (พ.ศ. 2555-2564) และเสนอเป้าหมายของนโยบายในระยะเวลา 10 ปี

3.2 เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy : BCG Model)

ระบบเศรษฐกิจชีวภาพได้ถูกรวมเข้ากับนโยบายการพัฒนาโมเดลเศรษฐกิจใหม่ที่เรียกว่า การขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy : BCG Model) : โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นวาระแห่งชาติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป “BCG Model” คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 19 มกราคม 2564 ให้เป็นการพัฒนาเศรษฐกิจ 3 ด้าน ได้แก่ เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว พร้อม ๆ กัน เพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยอย่างเป็นรูปธรรม สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) และสอดคล้องกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (SEP) ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 9

โดย BCG Model ครอบคลุมห่วงโซ่คุณค่าของ 4 อุตสาหกรรมหลัก ได้แก่ อุตสาหกรรมการเกษตรและอาหาร บูรณาการด้านสุขภาพและการแพทย์ พลังงาน วัสดุชีวภาพและเคมี การท่องเที่ยวและเศรษฐกิจสร้างสรรค์ เป็นฐานมูลค่าเพิ่มขนาดใหญ่ของประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 10 ซึ่งปัจจุบันมีสัดส่วนร้อยละ 21 ของ GDP และเกี่ยวข้องกับอาชีพและการจ้างงานของประชากรกว่า 16.5 ล้านคนในปัจจุบัน ซึ่งหัวใจของ BCG Model คือการพัฒนาแบบคู่ขนานทั้งในกลุ่มเกษตรกรระดับเริ่มต้น และกลุ่มที่เป็น “จุดสูงสุดของพีระมิด” ซึ่งหมายถึงผู้ประกอบการหรือเกษตรกรที่เตรียมพร้อมอย่างสูงมีอำนาจในการลงทุนในเทคโนโลยี พร้อมรับความเสี่ยงสามารถเข้าถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีระดับสูงสำหรับการผลิตสินค้าและบริการที่มีมูลค่าสูงมาก เช่น สินค้าเกษตรที่มีมูลค่าสูง วัตถุดิบอาหารเพื่อสุขภาพ วัสดุชีวภาพ ยาแผนปัจจุบัน/แม่นยำ สารเคมีชีวภาพที่มีมูลค่าสูงหรือการท่องเที่ยวที่มีมูลค่าสูงเฉพาะกลุ่ม แม้ว่ากลุ่มนี้

BCG Economy : โมเดลขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทย ในโลกหลังโควิด

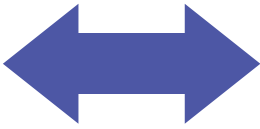


รูปที่ 09

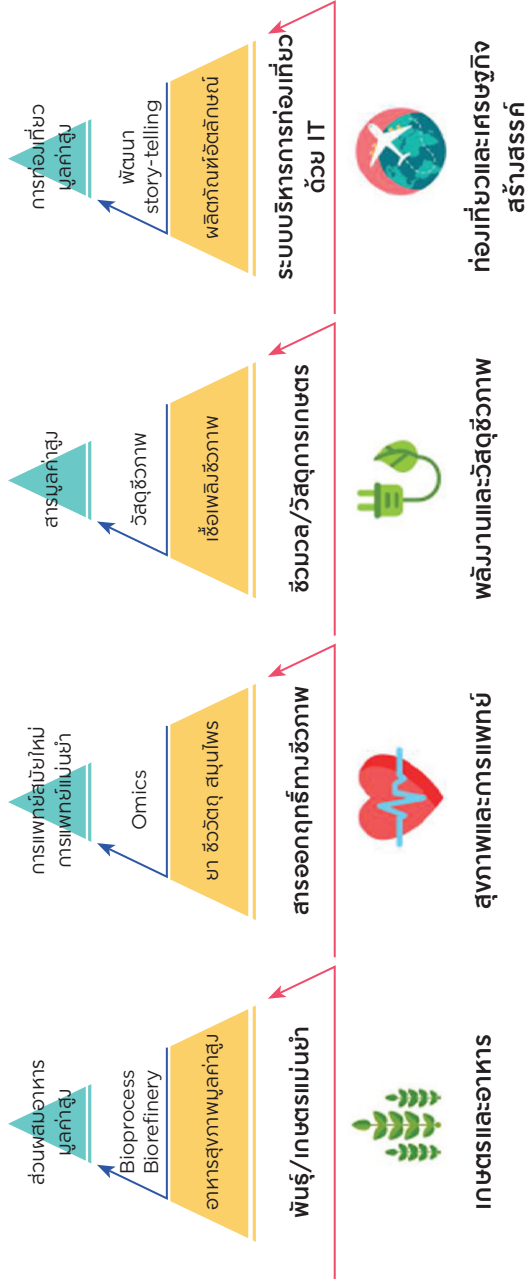
หลักการนำ BCG model มาใช้ในการพัฒนาประเทศ
(ณรงค์ ศรีเลิศอรกุล, 2565)



นวัตกรรม



ผลิตภาพ



รูปที่ 10

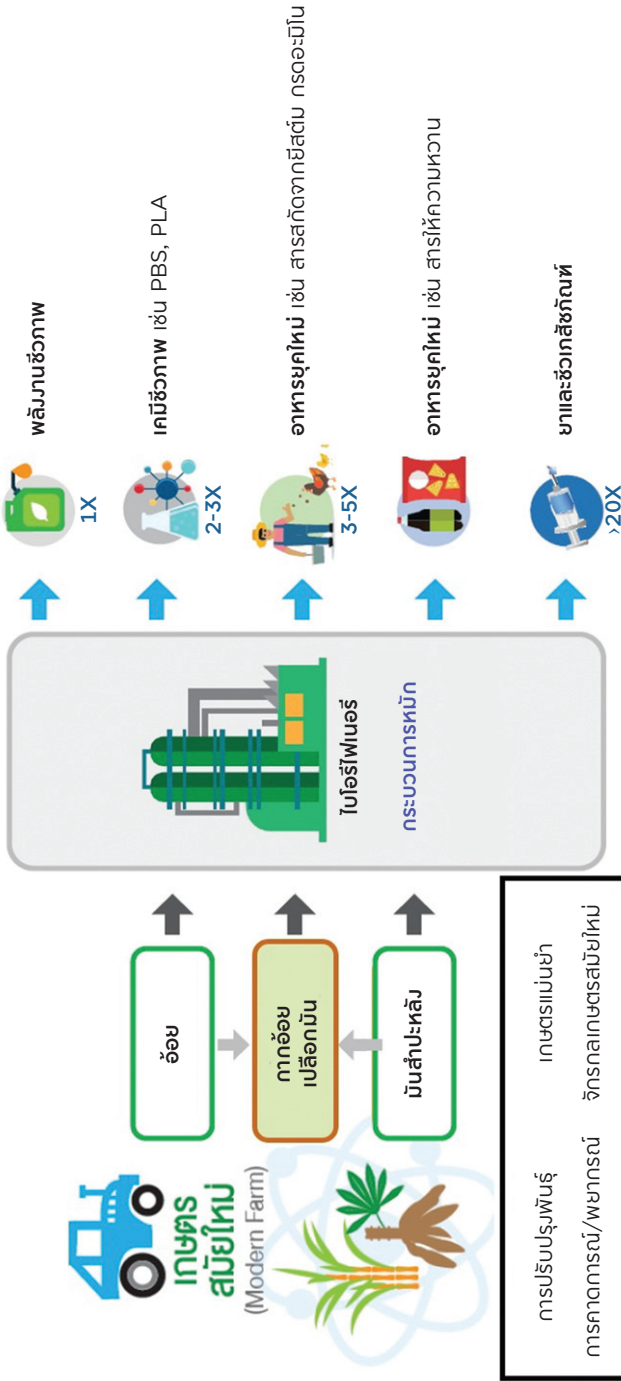
การสร้างมูลค่าใน 4 อุตสาหกรรมหลัก BCG

(กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2562)

จะมีจำนวนน้อยแต่ก็สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มสูงและจะเป็นกำลังสำคัญของเศรษฐกิจไทยในอนาคต โดยมีเป้าหมายที่จะเพิ่ม GDP ในทั้ง 4 อุตสาหกรรมหลัก BCG นี้จาก 3.4 ล้านล้านบาท (21% ของ GDP) เป็น 4.4 ล้านล้านบาท (24% ของ GDP) เป็น (MHESI, 2019)



โดยจากใน 4 อุตสาหกรรมหลัก BCG มีใน 2 กลุ่ม เป็นอุตสาหกรรมใน Bioeconomy ที่มีความเกี่ยวเนื่องกันคือ 1.กลุ่มเกษตรและอาหาร 2.กลุ่มพลังงานและวัสดุชีวภาพ โดยการเกษตรจะมีการพัฒนาเป็นเกษตรสมัยใหม่ เพื่อให้ได้ผลผลิตดีขึ้น ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลผลิตทางการเกษตรจะถูกนำไปแปรรูปในระบบไบโอรีไฟเนอรี (Biorefinery) ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีการแปรรูปชีวมวลด้วยกระบวนการทางกายภาพ เคมี และ/หรือชีวภาพ เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์จากชีวภาพที่มีคุณสมบัติเฉพาะ เช่น พลังงานชีวภาพ สารเคมีชีวภาพ วัสดุชีวภาพ สารชีวภาพ สำหรับใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เพื่อสุขภาพ ซึ่งภาคส่วนเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในอนาคต ดังแสดงในรูปที่ 11 โดยพืชเศรษฐกิจหลักที่จะเป็นวัตถุดิบสำคัญ คือ อ้อยและมันสำปะหลัง โดยในรูปที่ 12 แสดงให้เห็นถึงห่วงโซ่มูลค่าของอ้อย มันสำปะหลัง และข้าว ซึ่งมีเป้าหมายการพัฒนาโดยการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตรตลอดห่วงโซ่มูลค่า (Value Chain) โดยมีเป้าหมายในการเพิ่ม GDP จาก 7 แสนล้านบาท เป็น 1.4 ล้านล้านบาท และเพิ่มสัดส่วนการส่งออกสินค้ามูลค่าสูงจาก 20% เป็น 30% ภายใน 5 ปี และเพื่อให้สอดคล้องกับการดำเนินการดังกล่าวและไม่ให้กระทบกับการผลิตอาหารเดิม คณะทำงานการพัฒนากลยุทธ์ภาคอุตสาหกรรมแห่งอนาคต ยุทธศาสตร์มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ พ.ศ. 2558-2569 และยุทธศาสตร์อ้อยและน้ำตาลทราย 10 ปี (พ.ศ. 2558-2569) จึงตั้งเป้าหมายเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง อ้อย และน้ำตาลเกือบ 2 เท่า จากผลผลิตปี 2559 ดังแสดงในรูปที่ 13

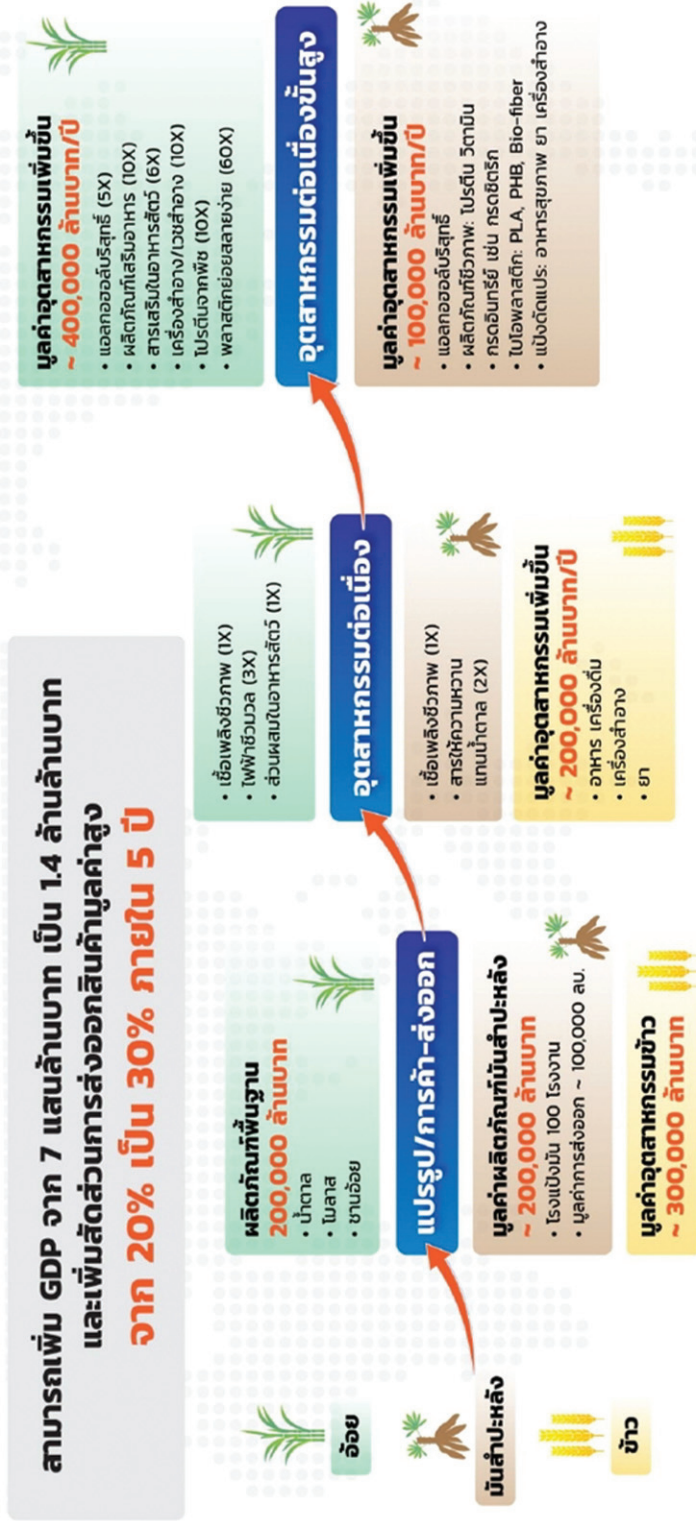


เพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุนการผลิต ไม่สร้างขยะ

รูปที่ 11

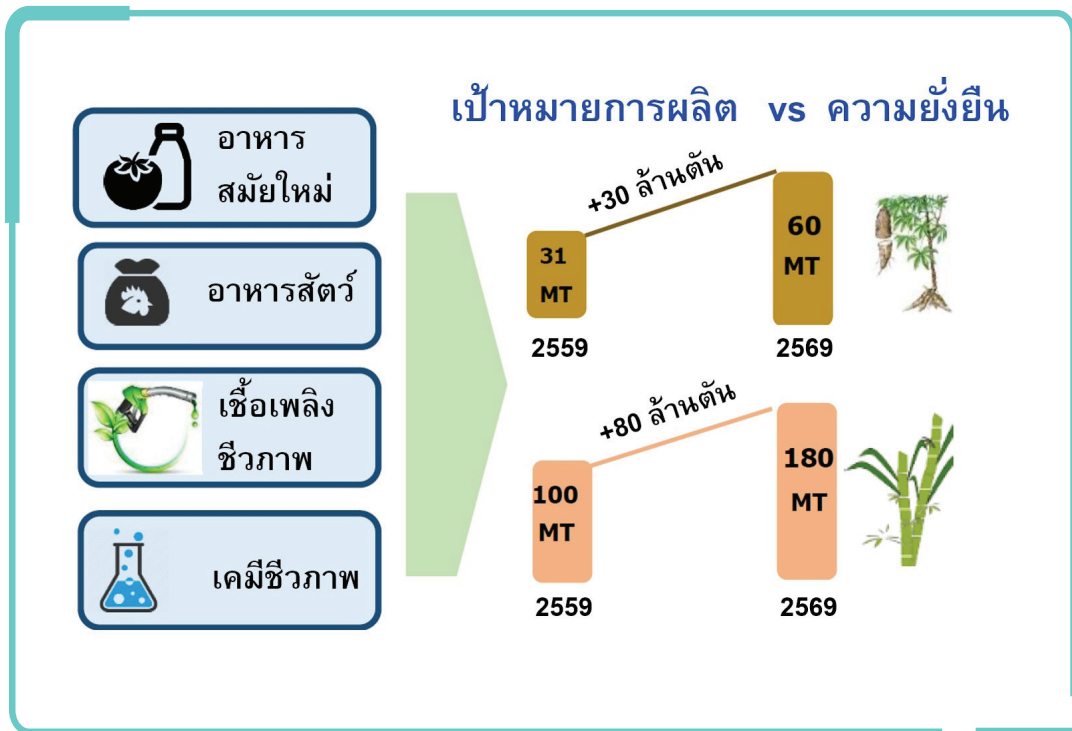
ห่วงโซ่อุปทานเกษตรและอาหารและพลังงานและวัสดุชีวภาพและไบโอฟาइनรี
(Tanticharoen, 2018)

การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตร ตลอดห่วงโซ่มูลค่า (Value Chain)



รูปที่ 12

ห่วงโซ่มูลค่าของอ้อย มันสำปะหลัง และข้าว และเป้าหมายการเพิ่มมูลค่าด้วย BCG

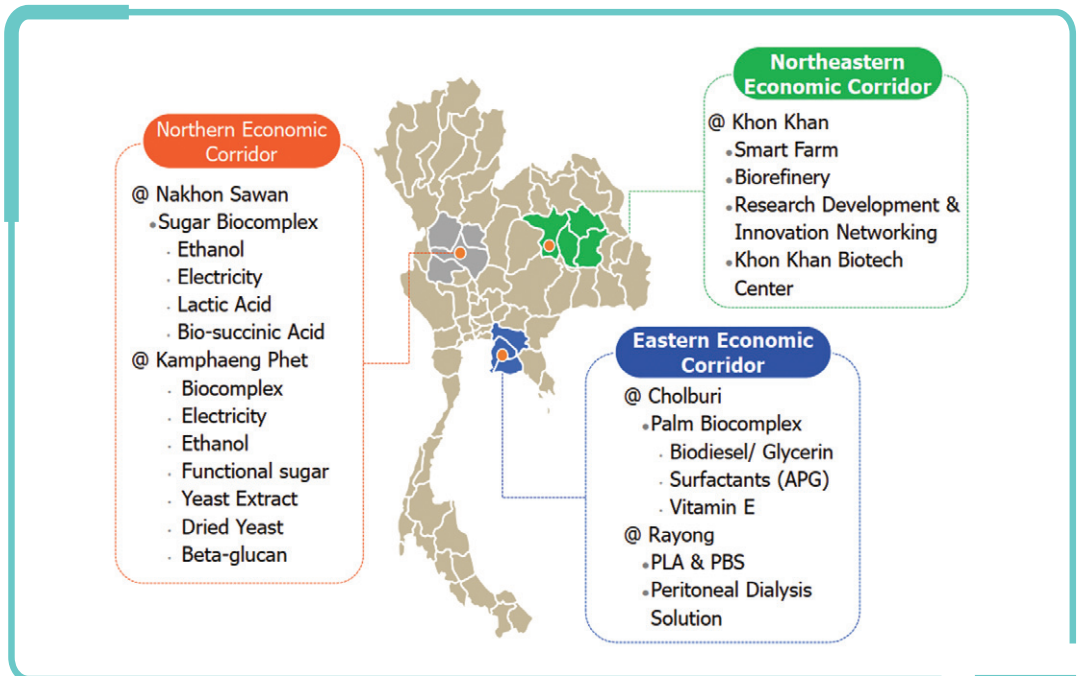


เป้าหมายการผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง เพื่อตอบรับกับนโยบาย Bioeconomy
(Tanticharoen, 2018)

รูปที่ 13

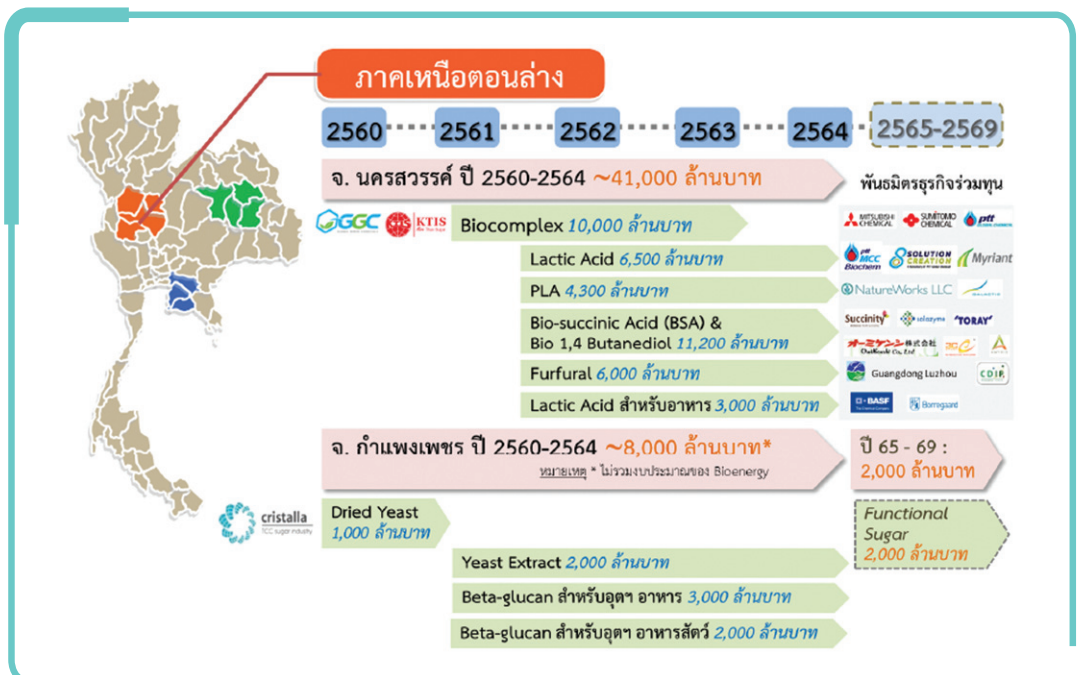
3.3 การพัฒนา Bioeconomy ในระดับพื้นที่ (Bio-Hub)

หลังจากมีการประกาศนโยบายโมเดลเศรษฐกิจ BCG แล้ว อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชีวภาพได้มีการลงทุนกระจายไปทั่วประเทศโดยภาคเอกชนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญ พื้นที่ได้รับการส่งเสริมเศรษฐกิจชีวภาพหรือ Bio-Hub นั้น แบ่งออกเป็นสามโซน ได้แก่ เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคเหนือ (Northern Economic Corridor : NEC), เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeastern Economic Corridor (NEEC) และเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC) ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ภาคส่วนต่าง ๆ ของอุตสาหกรรมชีวภาพ ดังแสดงในรูปที่ 14-17 อย่างไรก็ตามนโยบายดังกล่าวได้ส่งผลให้ห่วงโซ่อุปทานอุตสาหกรรมชีวภาพนั้นมีความต้องการใช้ทรัพยากรมากขึ้น ทั้งในการเพาะปลูกและการแปรรูปรวมถึงในกระบวนการไปโอรีไฟแนนซ์ที่ต่อเนื่อง ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และให้สมดุลกับผลประโยชน์ จึงกลายเป็นประเด็นสำคัญที่จำเป็นต้องพิจารณาด้วย



พื้นที่ส่งเสริมเศรษฐกิจชีวภาพของประเทศไทย (Bio-Hub)
(Tanticharoen, 2018)

รูปที่
14



แผนการลงทุนโครงการอุตสาหกรรมชีวภาพในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง
(สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2561)

รูปที่
15



แผนการลงทุนโครงการอุตสาหกรรมชีวภาพในเขตระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก
(สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2561)

รูปที่
16



แผนการลงทุนโครงการอุตสาหกรรมชีวภาพในพื้นที่ภาคอีสานตอนกลาง
(สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2561)

รูปที่
17

3.4 ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับนโยบายและการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ

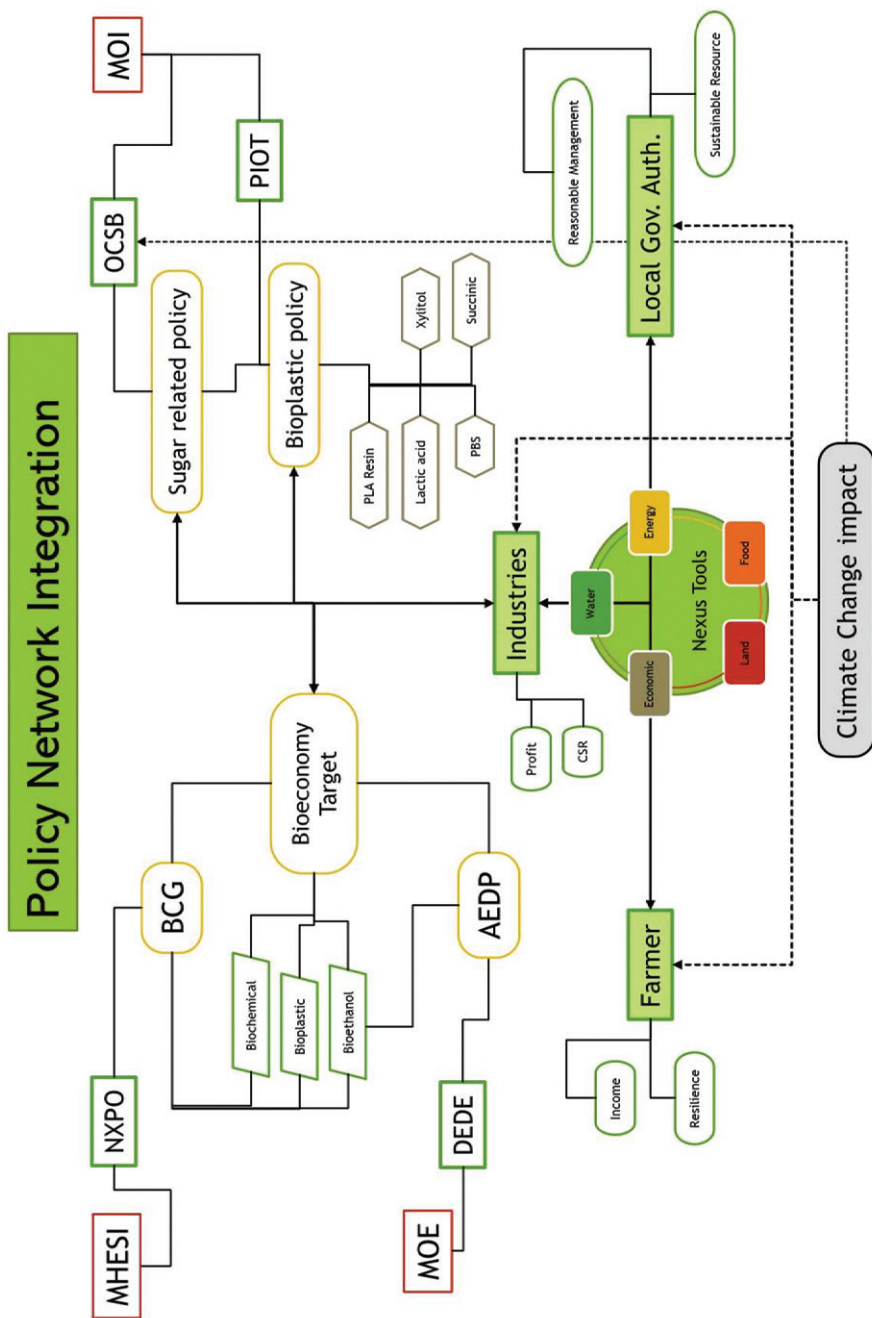
ผังความสัมพันธ์ของหน่วยงานและภาคส่วนต่าง ๆ ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ แสดงในรูปที่ 18 และตารางที่ 1 ซึ่งโครงสร้างของระบบถูกจำแนกองค์ประกอบออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนของผู้กำหนดนโยบายที่มีลักษณะการดำเนินการจากบนลงล่าง (Top-Down Governance) คือกลุ่มองค์กรภาครัฐและสถาบันต่าง ๆ ได้แก่

1. **กระทรวงอุตสาหกรรม (MOI)** โดยสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล (OCSB) ซึ่งเป็นผู้ควบคุมนโยบายการผลิตอ้อยและน้ำตาล และสถาบันพลาสติก (PIOT) ซึ่งเสนอแผนการผลิตพลาสติกชีวภาพ
2. **กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (MHESI)** โดยสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (NXPO) ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่ออกนโยบายด้าน BCG
3. **กระทรวงพลังงาน** โดยกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (DEDE) ซึ่งเป็นผู้ออกแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561–2580 (AEDP 2018) ซึ่งทั้งหมดถูกนำมาตั้งเป้ารวมด้านเศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy target)

ส่วนที่สอง คือ

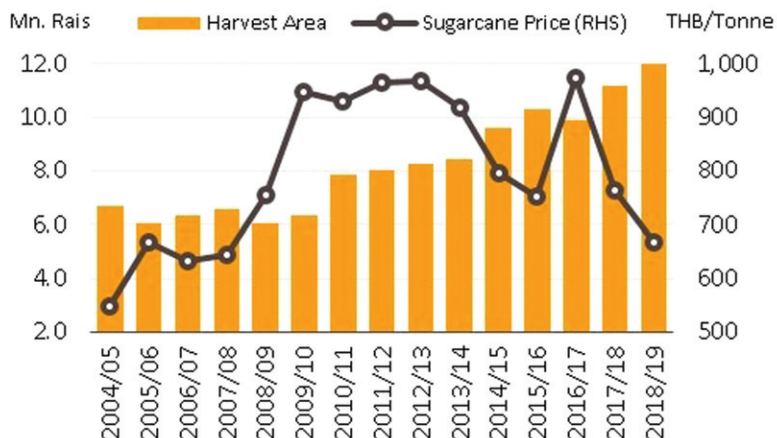
ส่วนของผู้ปฏิบัติในระดับพื้นที่หรือผู้ควบคุมประสานงานในระดับท้องถิ่น ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกพืชวัตถุดิบ เช่น เกษตรกรปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง ภาคอุตสาหกรรม เช่น โรงงานน้ำตาล โรงไฟฟ้าชีวมวล โรงผลิตเอทานอล โรงผลิตเคมีและพลาสติกชีวภาพ และหน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ เช่น จังหวัด สำนักงานเกษตรจังหวัด สำนักงานพัฒนาที่ดิน สำนักงานชลประทาน ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันในหลายมิติ และมีความต้องการที่แตกต่างกันไป ภายใต้ผลกระทบจากทั้งทิศทางของนโยบาย สภาพปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ตลอดจนข้อจำกัดภายในต่าง ๆ กลุ่มเหล่านี้จึงเป็นกลุ่มที่เป็นเป้าหมายสำคัญในการดำเนินการ และทำให้การดำเนินกิจกรรมในช่วงระยะปีที่ 3 และ 4 ให้ความสำคัญและพยายามเข้าถึงความต้องการให้ได้ชัดเจนที่สุด ซึ่งจากโครงสร้างในรูปที่ 18 จะเห็นว่าเนื่องด้วยความต้องการในแต่ละภาคส่วนมีความแตกต่างกัน การพัฒนาเครื่องมือตัวกลางที่สามารถประเมินผลการตัดสินใจ จึงสามารถช่วยสนับสนุนข้อมูลเพื่อนำไปวางแผนในแต่ละภาคส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเครื่องมือ Nexus ถูกวางให้เป็นตัวกลางเชื่อมโยงความต่าง ๆ นั้นเข้าหากันได้



4 { ห่วงโซ่อุปทานวัตถุดิบหลัก Bioeconomy ในปัจจุบันของไทย

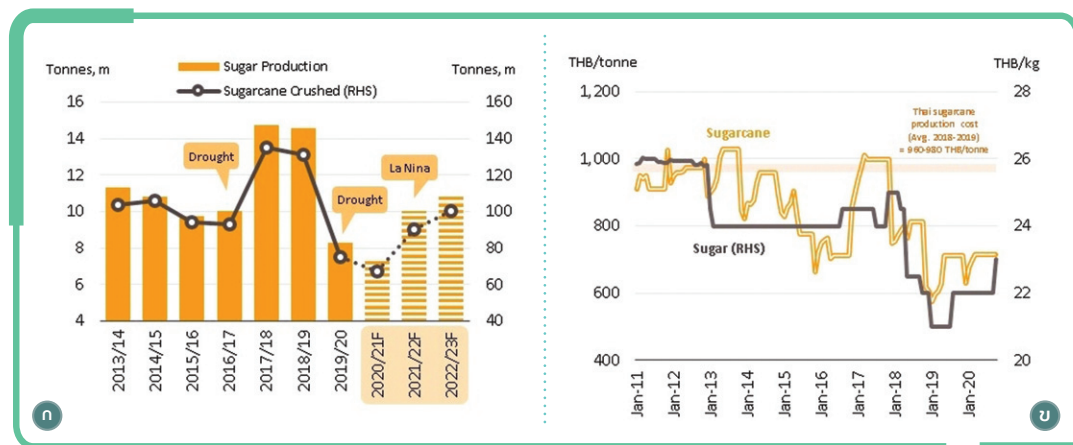
4.1 อ้อย

ปริมาณผลผลิตอ้อยของประเทศไทยนั้นเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยมีพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นเกือบสองเท่าจาก 6.3 ล้านไร่ในปี 2553 เป็น 12 ล้านไร่ในปี 2562 ดังแสดงในรูปที่ 19 (Krungsri Research, 2021b) โดยมีพื้นที่การปลูกอ้อยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภาคกลาง ตะวันออกเฉียงเหนือ และตะวันตกของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2564 มีโรงงานน้ำตาลในประเทศไทย 57 แห่ง (OCSB, 2021) โดยการส่งออกน้ำตาลของไทยคิดเป็นร้อยละ 81 ของยอดจำหน่ายน้ำตาลทั้งหมด ส่งผลให้ประเทศไทยมีสัดส่วนครองตลาดน้ำตาลโลกประมาณ 19.0% ในปี 2562 ในขณะการบริโภคน้ำตาลในประเทศมีปริมาณ 2.5 ล้านตัน หรือคิดเป็น 19% ของกำลังผลิต



สถิติการผลิตอ้อยของประเทศไทย
(Krungsri Research, 2021b)

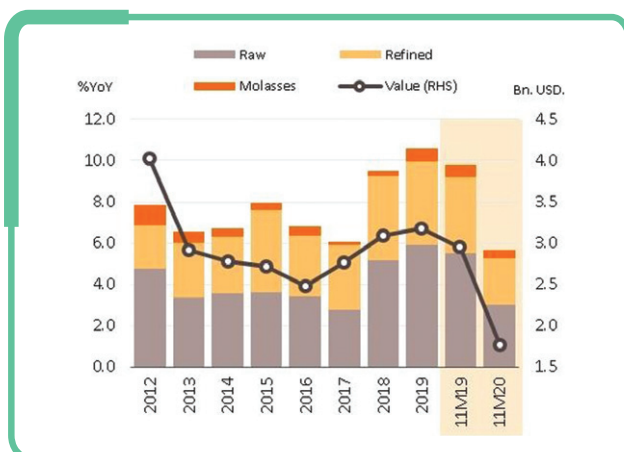
ในปี 2563 ผลผลิตอ้อยและน้ำตาลลดลงสู่ระดับต่ำสุดในรอบ 10 ปี ที่ปริมาณ 74.9 ล้าน (-41.7%) และ 8.3 ล้านตัน (-43.1%) อันเป็นผลมาจากภัยแล้งรุนแรงและพื้นที่ปลูกอ้อยที่ลดลง (รูปที่ 20 ก) และราคาอ้อยที่ตกต่ำซึ่งผลักดันให้เกษตรกรเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ทำกำไรได้มากกว่า กลับส่งผลราคาอ้อยในประเทศเพิ่มขึ้น 7.3% เป็น 716.8 บาท/ตัน แต่อย่างไรก็ดีราคาตลาดยังคงต่ำกว่าต้นทุนการผลิตที่ 960-980 บาท/ตัน (รูปที่ 20 ข) ส่งผลให้ราคาขายปลีกน้ำตาลทรายขาวเฉลี่ยแม้ว่าจะปรับตัวสูงขึ้น แต่ก็ในอัตราที่ช้าลงเช่นกัน



ผลผลิตอ้อยและน้ำตาลที่ลดลง (ก) ราคาตลาดในประเทศ (ข)
(Krungsri Research, 2021b)

รูปที่
20

นอกจากนี้ ปริมาณการส่งออกก็ลดลงเช่นกัน โดยในช่วง 11 เดือนแรกของปี 2020 การส่งออกน้ำตาลและกากน้ำตาลลดลงสู่ระดับต่ำสุดในรอบ 4 ปี ที่ 5.6 ล้านตัน ซึ่งเป็นผลมาทั้งจากภัยแล้งในประเทศและการหดตัวอย่างรวดเร็วของเศรษฐกิจโลกในปี 2563 ซึ่งกองทุนการเงินระหว่างประเทศประเมินไว้ที่ -3.5% ทำให้การส่งออกไปยังตลาดหลักส่วนใหญ่ของประเทศไทยนั้นจึงลดต่ำลง ดังแสดงในรูปที่ 21

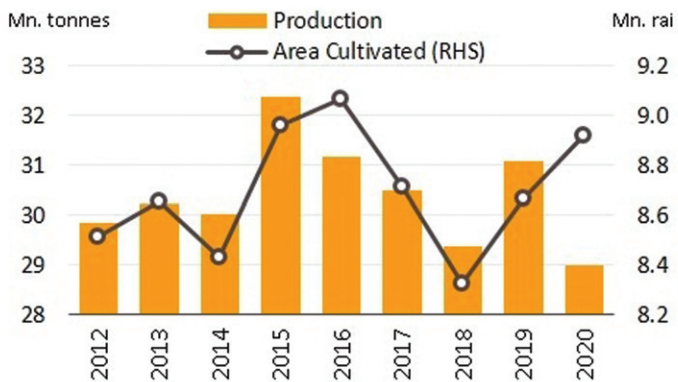
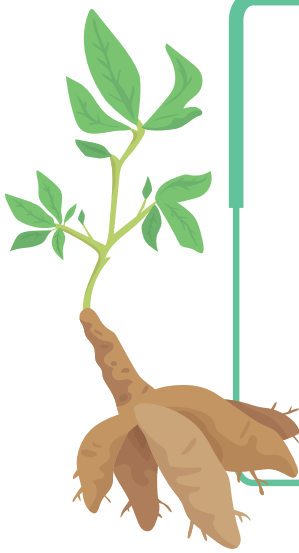


การส่งออกน้ำตาลและกากน้ำตาลของไทย
(Krungsri Research, 2021b)

รูปที่
21

4.2 มันสำปะหลัง

ความต้องการการส่งออกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการแปรรูปมันสำปะหลังของไทย ขยายตัว และเพิ่มปริมาณการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในประเทศอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2563 มีการปลูก มันสำปะหลัง 1.42 ล้านเฮกเตอร์ (8.9 ล้านไร่) ให้ผลผลิตประมาณ 29.0 ล้านตัน (รูปที่ 22) ซึ่งผลิตภัณฑ์ มันสำปะหลังที่ผลิตในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ ดังนี้



สถิติการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทย
(Krungrsri Research, 2021c)

รูปที่
22

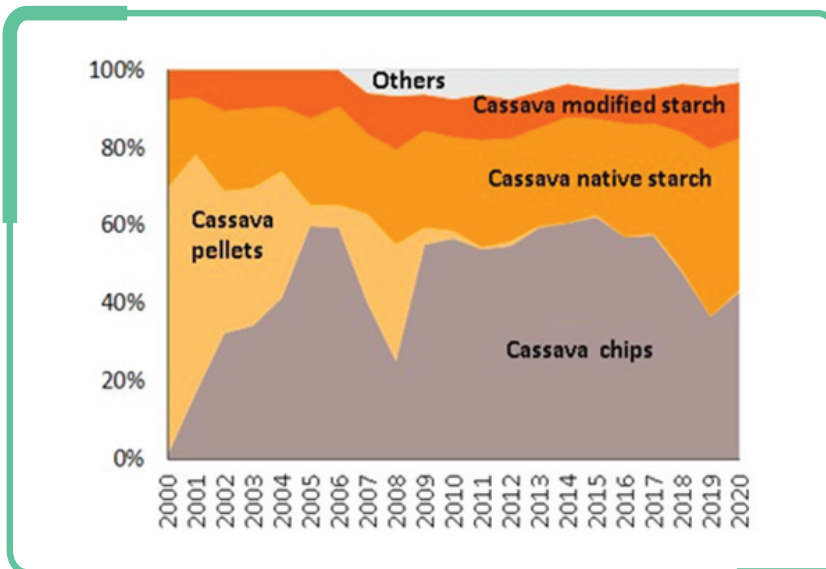
ผลิตภัณฑ์
มันสำปะหลังแห้ง :

- ▶ ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญที่สุดคือมันเส้นที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ แอลกอฮอล์ และกรดซิตริก ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงาน 1,042 แห่ง ที่ผลิตมันสำปะหลังแห้ง (หรือ 96% ของโรงงานแปรรูปทั้งหมด) แปรรูปมันสำปะหลังเม็ดอีก 29 (2.7%), 12 (1.1%) ผลิตมันสำปะหลัง บดแห้ง และ 2 (0.2%) ผลิตสินค้ามันสำปะหลังแห้งประเภทอื่น

ผลิตภัณฑ์
แป้งมันสำปะหลัง/
แป้งดัดแปร :

- ▶ ผลิตภัณฑ์แรกของการผลิตแป้งมันสำปะหลังคือแป้งมันสำปะหลัง ที่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหารหรือใช้ทำแป้ง ดัดแปร ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มสูงที่ต่อมาถูกใช้เป็นวัตถุดิบ ในธุรกิจปลายน้ำต่าง ๆ ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานแปรรูปแป้ง มันสำปะหลัง 104 แห่ง และอีก 21 แห่ง ที่ผลิตแป้งดัดแปร

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังชั้นนำของโลก เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมมันสำปะหลังที่มีการพัฒนาอย่างดี ปัจจุบันประเทศคิดเป็นสัดส่วน 66% ของการส่งออกแป้งในประเทศทั่วโลก การส่งออกมันเส้น 59% และการส่งออกแป้งตัดแปรรูป 31% อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสหภาพยุโรปตัดสินใจยุติการนำเข้าเม็ดมันสำปะหลังในปี 2548 (ก่อนหน้านี้สหภาพยุโรปเป็นผู้ซื้อรายใหญ่) และใช้ทางเลือกอื่นแทน การส่งออกของไทยจึงลดลงสู่ระดับที่ต่ำมาก (รูปที่ 23)



การส่งออกมันสำปะหลังของไทย
(Krungsri Research, 2021c)

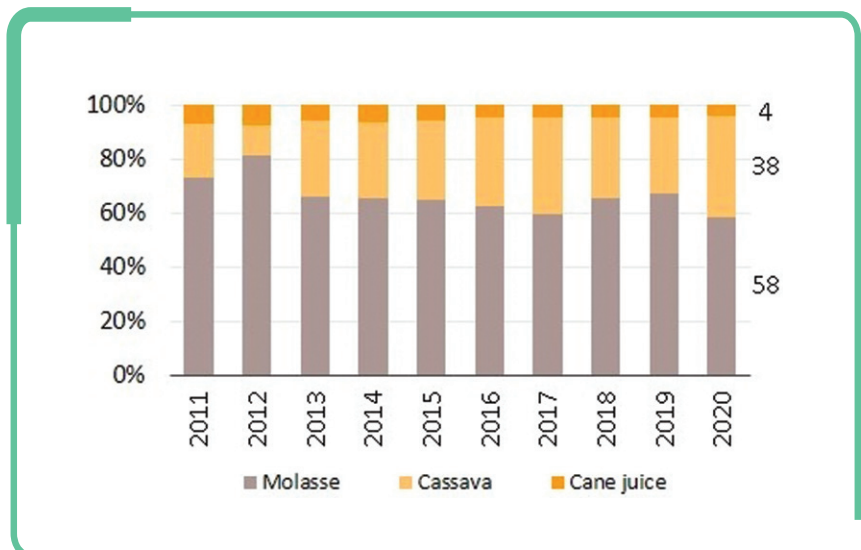
รูปที่
23

ส่งผลให้มีการผลิตมันสำปะหลังมันเส้น 2.3 ล้านตัน และมันสำปะหลังดิบ 0.7 ล้านตัน (รวมกันคิดเป็นร้อยละ 95 ของการนำเข้ามันสำปะหลังทั้งหมด) รวมแล้วร้อยละ 67 ของการผลิตมันสำปะหลังของไทย ถูกนำไปใช้เพื่อจำหน่ายในตลาดต่างประเทศ มันสำปะหลังที่เหลือจะเข้าสู่ตลาดในประเทศ โดยจะบริโภคโดยตรงหรือนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในธุรกิจปลายน้ำเกี่ยวกับการใช้มันสำปะหลังในประเทศ มันสำปะหลังถูกใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย รวมถึงการแปรรูปและการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม ยา เครื่องสำอาง สารเคมี และแอลกอฮอล์ นอกเหนือจากการบริโภคโดยตรงในครัวเรือนและการผลิตอาหารสัตว์



4.3 เอทานอล

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 7 ของโลกในด้านการผลิตและการบริโภคเอทานอล เนื่องจากเอทานอลจะมีการผสมกับเบนซินเพื่อจำหน่ายเป็นแก๊สโซฮอล์ การผลิตเอทานอลในประเทศส่วนใหญ่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการขนส่ง ส่งผลให้ความผันผวนของตลาดเอทานอลมีความเชื่อมโยงกับความต้องการใช้เชื้อเพลิงเหลวในประเทศอย่างมาก ในทางกลับกันนโยบายของรัฐบาลได้ส่งผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่อภาคส่วนนี้ตั้งแต่ปี 2544 โดยมีกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และอ้อย เป็นวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดในการผลิตเอทานอลของไทย คิดเป็น 58%, 38% และ 4% ของเอทานอลที่ผลิตทั้งหมดในปี 2020 (รูปที่ 24) แม้ว่าสัดส่วนที่แน่นอนของปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามต้นทุนที่เกี่ยวข้องในช่วงเวลาใดก็ตาม (Krungsri Research, 2021)



สัดส่วนการผลิตเอทานอลของประเทศไทยจำแนกตามวัตถุดิบ

(Krungsri Research, 2021)

รูปที่
24

ในไตรมาสแรกของปี 2564 ประเทศไทยมีโรงกลั่นเอทานอลจำนวน 26 แห่ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการดำเนินงานปลายน้ำของบริษัทขนาดใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมน้ำตาลหรือมันสำปะหลัง (รูปที่ 25) มีการผลิตจากกากน้ำตาลได้ 2.6 ล้านลิตรต่อวัน ผลิตจากมันสำปะหลังผลิตได้ 2.09 ล้านลิตรต่อวัน มันสำปะหลังผสมกากน้ำตาลผลิตได้ 1.05 ล้านลิตร และน้ำอ้อย/อ้อยผลิตได้ 0.23 ล้านลิตรต่อวัน

ในขณะเดียวกัน ผลผลิตจากมันสำปะหลัง (38% ของทั้งหมด) เพิ่มขึ้น 23.1% เป็น 1.51 ล้านลิตร เนื่องจากพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นรวมถึงให้ผลผลิตสูงขึ้น โดยสรุปแล้วพบว่าอัตราการผลิตลดลงเร็วกว่าความต้องการ และภายในสิ้นปี 2020 จะมีสินค้าคงคลังลดลง 57.6% จากปีก่อนหน้ามาอยู่ที่ 42.8 ล้านลิตร ซึ่งต่ำสุดในรอบ 4 ปี นอกจากนี้ ในปี 2562 การใช้กำลังการผลิตในปีนี้ยังลดลงเหลือเฉลี่ย 68.0% จาก 75.3%



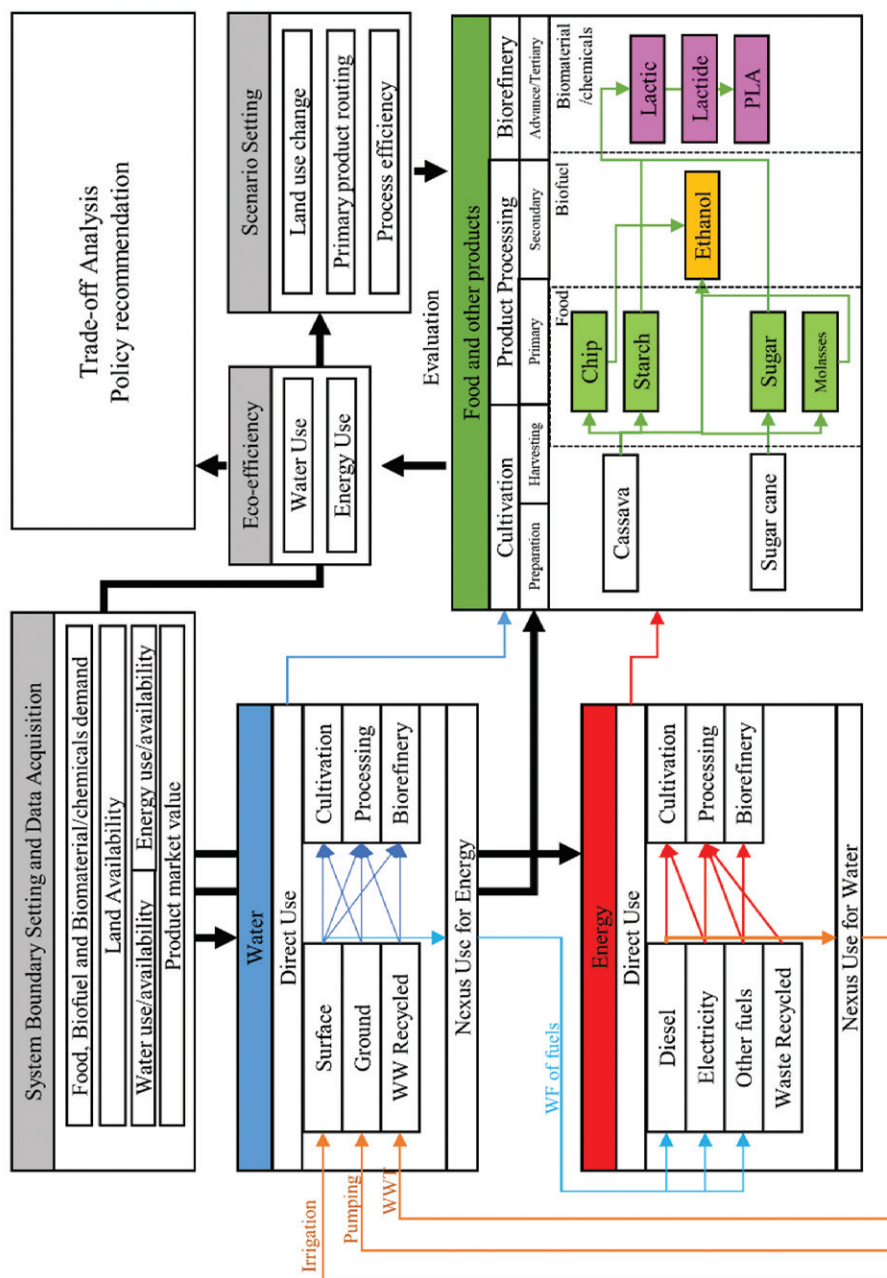
5 { **การพัฒนา Bioeconomy** ของประเทศไทยและผลกระทบ ต่องทรัพยากรน้ำและพลังงาน

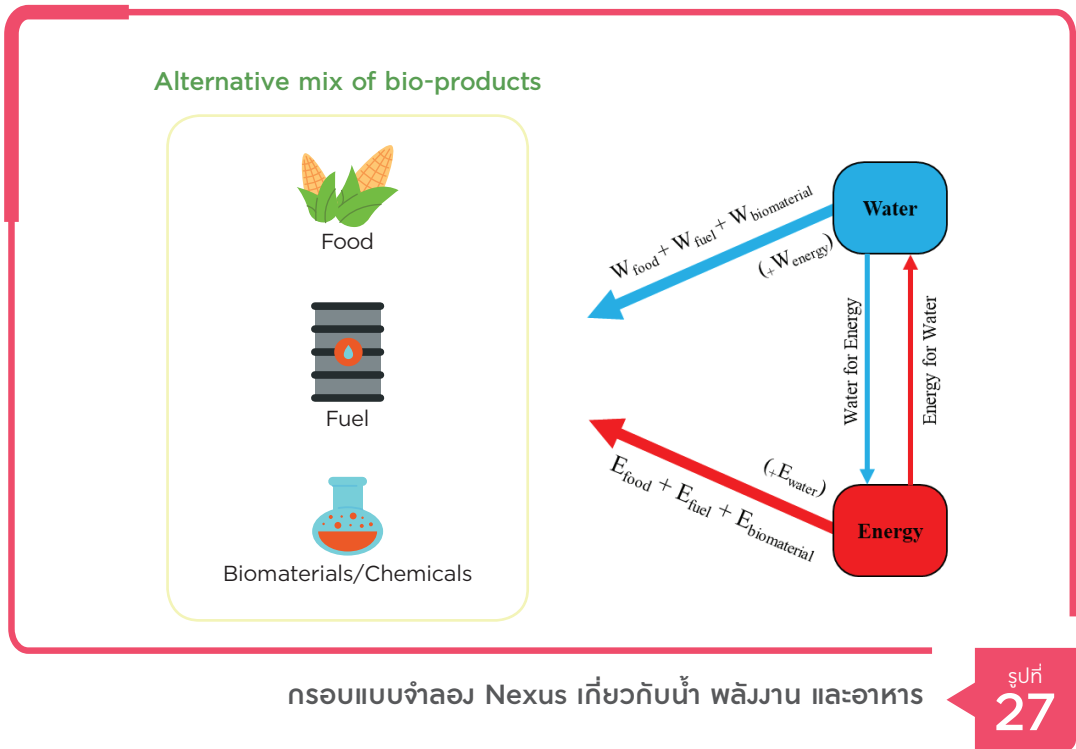
5.1 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตของการวิเคราะห์จะเกี่ยวข้องกับการใช้วัสดุ น้ำ และพลังงาน ในห่วงโซ่อุปทานมันสำปะหลังและอ้อยในประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 26 ในห่วงโซ่มันสำปะหลังจะครอบคลุมทุกภาคส่วนและกระบวนการที่ใช้ มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ ได้แก่ การปลูกมันสำปะหลัง การผลิตมันเส้นและเม็ด สำหรับโรงงานอาหารสัตว์ (การจัดหาอาหารสัตว์) การผลิตแป้ง (การจัดหา อาหาร) และการผลิตเอทานอล (การจัดหาเชื้อเพลิงชีวภาพ) ในห่วงโซ่อุปทาน อ้อย ขอบเขตจะครอบคลุมทุกภาคส่วนและกระบวนการที่ใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบ ได้แก่ การปลูกอ้อย การผลิตน้ำตาล (การจัดหาอาหาร) กากน้ำตาล ชานอ้อย และการผลิตเอทานอล (การจัดหาพลังงานชีวภาพ/เชื้อเพลิงชีวภาพ)

การเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานและการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพ เพื่อให้เกิดเศรษฐกิจใหม่ ด้าน Bioeconomy อาจมีผลกระทบต่อการใช้น้ำและในทางกลับกัน ดังนั้นจึงต้องประเมินการใช้น้ำที่ใช้ ในการผลิตพลังงานและวัสดุอื่น ๆ และการใช้พลังงานที่ใช้ในการผลิตและการขนส่งน้ำและวัสดุอื่น ๆ เพื่อพิจารณาผลกระทบโดยรวมต่อความมั่นคงทางน้ำและพลังงาน โครงการนี้พัฒนากรอบแบบจำลอง Nexus เกี่ยวกับน้ำ พลังงาน และอาหาร (W-E-F) ดังแสดงในรูปที่ 27







5.2 การไหลของทรัพยากรน้ำและพลังงานในการผลิตในกรณีฐาน

การไหลของวัสดุและพลังงานในกรณีพื้นฐานในปี 2560 แสดงไว้ในรูปที่ 28 ในห่วงโซ่อุปทานของน้ำมันสำเร็จรูป การเพาะปลูกน้ำมันสำเร็จรูปในประเทศไทยเป็นพื้นที่ปลูกที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก มีการใช้น้ำเพื่อการชลประทานในการเพาะปลูกไม่เกินร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมด คิดเป็น 327 ล้าน ลบ.ม./ปี มีการใช้น้ำในการผลิตประมาณ 68 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ในด้านพลังงานเกษตรกรรมส่วนใหญ่ใช้พลังงานในการเตรียมพื้นที่ปลูกและเก็บเกี่ยว เกษตรกรใช้น้ำมันเชื้อเพลิงถึง 2,670 ล้าน MJ/ปี การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังส่วนใหญ่ใช้พลังงานหมุนเวียนที่ผลิตได้จากก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสีย 4,540 ล้าน MJ/ปี แต่ยังมี การใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประมาณ 980 ล้าน MJ/ปี ในช่วงบำรุงรักษาเครื่อง

ในห่วงโซ่อุปทานของอ้อย ในด้านการใช้น้ำโดยตรง การเพาะปลูกอ้อยในประเทศไทยเป็นพื้นที่ปลูกที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก มีการใช้น้ำเพื่อการชลประทานในการเพาะปลูกไม่เกินร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมด คิดเป็น 254 ล้าน ลบ.ม./ปี น้ำใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล 36 ล้าน ลบ.ม./ปี ในด้านการใช้พลังงานในการปลูกอ้อยนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้พลังงานในการเตรียมพื้นที่ปลูกและเก็บเกี่ยว เกษตรกรใช้น้ำมัน

เชื้อเพลิงถึง 14,297 ล้าน MJ/ปี ในอุตสาหกรรมน้ำตาล พลังงานส่วนใหญ่ใช้ในกระบวนการผลิตได้มาจาก พลังงานหมุนเวียนที่ผลิตจากผลผลิตร่วมคือกากอ้อย ซึ่งผลิตไอน้ำได้ประมาณ 116,000 ล้าน MJ/ปี และ ผลิตไฟฟ้า 11,700 ล้าน MJ/ปี เพื่อใช้ในโรงงาน แต่ยังมีการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประมาณ 5,100 ล้าน MJ/ปี ในช่วงบำรุงรักษาเครื่องจักร ในการผลิตเอทานอลมีการใช้น้ำ 104 ล้าน MJ/ปี มีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต จากพลังงานหมุนเวียนที่ผลิตได้จากก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัด น้ำเสียถึง 6,400 ล้าน MJ/ปี แต่ยังมีใช้พลังงานฟอสซิลอื่น ๆ 3,436 ล้าน MJ/ปี

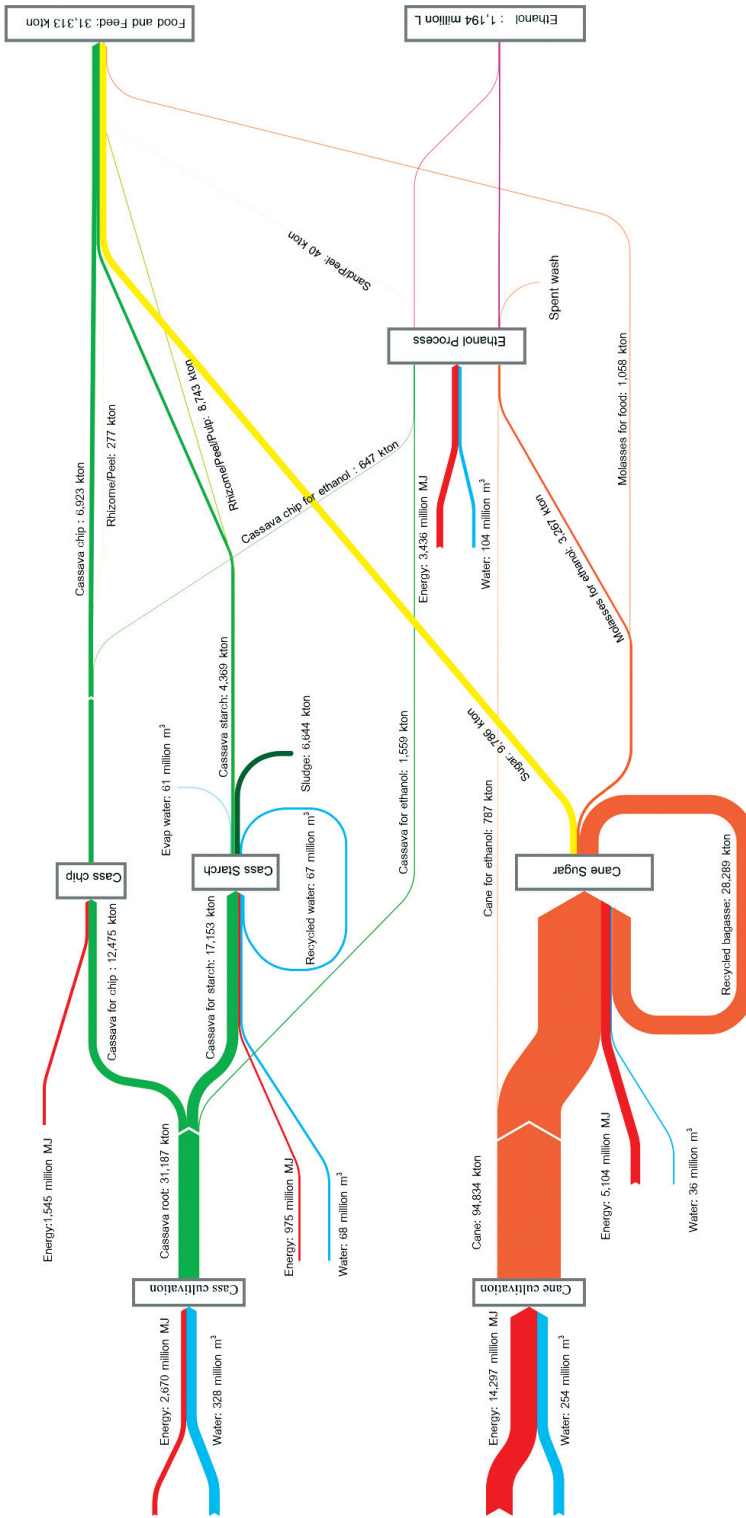
ทางทีมวิจัยได้วิเคราะห์สถานการณ์จำลอง (Scenario) ออกมาเป็น 3 รูปแบบ ของการพัฒนา Bioeconomy ในรูปแบบต่าง ๆ ดังแสดงในตารางด้านล่าง

ตารางที่ 1
สถานการณ์จำลอง (Scenario) ออกมาเป็น 3 รูปแบบ ของการพัฒนา Bioeconomy

สถานการณ์จำลอง (Scenario)	คำอธิบาย
SCENARIO 1 Max Biofuel production การเพิ่มผลผลิตอ้อยและน้ำตาล และนำไปผลิตพลังงานชีวภาพ ให้ได้มากที่สุด	- เพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง ตามแผนยุทธศาสตร์อ้อยและมันสำปะหลัง (180, 60 ล้านตัน/ปี) - นำอ้อย กากน้ำตาล มันสำปะหลัง ผลิตเอทานอลตามแผน AEDP 2015 (11.30 ล้านลิตรต่อวัน)
SCENARIO 2 Optimal production การเพิ่มผลผลิตอ้อยและน้ำตาล และนำไปผลิตพลังงานชีวภาพ เคมี และวัสดุชีวภาพอย่างเหมาะสม	- เพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง ตามแผนยุทธศาสตร์ (180, 60 ล้านตัน/ปี) - นำอ้อย กากน้ำตาล มันสำปะหลัง ผลิตเอทานอล 8 ล้านลิตรต่อวัน - นำน้ำตาลและแป้งมันที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น อย่างละ 1 ล้านตัน ไปผลิต Lactic/PLA
SCENARIO 3 No Increase sugarcane and cassava + Optimal production	- ไม่ผลิตอ้อยและมันเพิ่ม ให้ผลผลิตเท่าเดิม กับ Baseline - แบ่งส่วน อ้อย กากน้ำตาล มัน ที่ส่งออก ผลิตเอทานอล 8 MLPD - แบ่งส่วนน้ำตาลและแป้งมันที่ส่งออก อย่างละ 1 ล้านตัน ไปผลิต Lactic/PLA

รูปที่ 28

การไหลของวัตถุดิบสำหรับแปรรูปและย่อย เพื่อผลิตอาหารและเชื้อเพลิงในประเทศไทย ปี 2560 (กรณีฐาน)

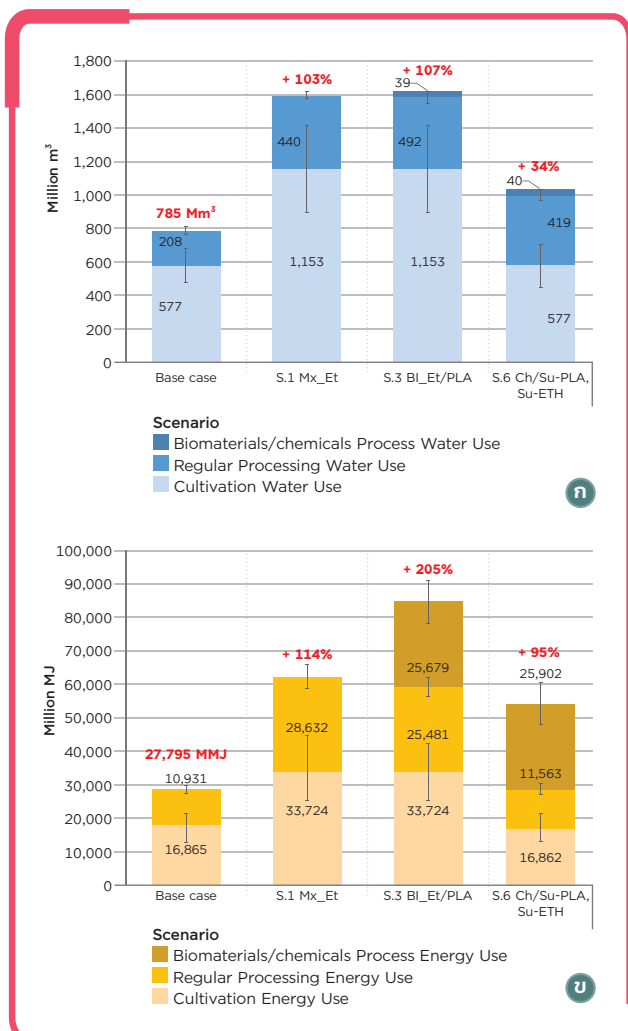


5.3 ผลกระทบต่อการพยากรณ์น้ำ

การพัฒนา Bioeconomy ตามสถานการณ์จำลองที่ 1 และ 2 มีการเพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังเป็นสองเท่า ต้องใช้น้ำเพิ่มขึ้นในปริมาณมากคือเพิ่มขึ้นกว่า 1 เท่า เทียบกับกรณีฐานทั้งในส่วนการให้น้ำชลประทานน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ (พื้นที่ปลูกเท่าเดิม ไม่สามารถขยายได้) และในส่วนของการกระบวนการแปรรูปในอุตสาหกรรม ซึ่งอาจสร้างผลกระทบต่อการใช้แคลนน้ำในบางพื้นที่ ที่แห้งแล้ง ที่มีน้ำอยู่จำกัด และไม่มีระบบชลประทาน อย่างไรก็ตามในสถานการณ์จำลองที่ 3 ซึ่งไม่มีการเพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง แต่เป็นการปันส่วนผลผลิตที่มีอยู่เดิมที่ส่งออกบางส่วนมาใช้เป็นวัตถุดิบ ใช้น้ำเพิ่มเพียง 34% เทียบกับกรณีฐาน ดังแสดงในรูปที่ 29 (ก)

5.4 ผลกระทบต่อการพยากรณ์พลังงาน

สถานการณ์จำลองที่ 1 และ 2 มีการเพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังเป็นสองเท่า ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งเท่า ในสถานการณ์จำลองที่ 1 และ ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในปริมาณมากคือเพิ่มขึ้นอีกกว่า 2 เท่า ในสถานการณ์ที่ 2 เนื่องจากในกระบวนการผลิตเคมีและวัสดุชีวภาพต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมาก เทียบกับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานได้ในสถานการณ์จำลองที่ 3 ซึ่งไม่มีการเพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง แต่เป็นการปันส่วนผลผลิตที่มีอยู่เดิมที่ส่งออกบางส่วนมาใช้เป็นวัตถุดิบ ยังมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งเท่าเช่นกัน เนื่องจากพลังงานส่วนใหญ่ใช้ในกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 29 (ข)

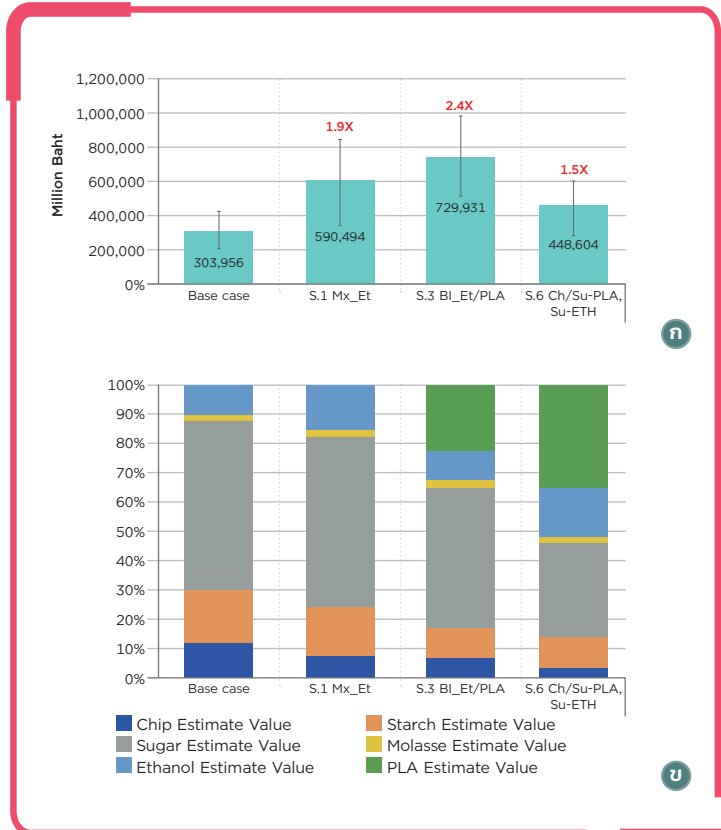


(ก) ปริมาณการใช้น้ำในกรณีฐานและในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ
(ข) ปริมาณการใช้พลังงานในกรณีฐานและในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

รูปที่
29

5.5 การเพิ่มมูลค่าและสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ในสถานการณ์จำลอง

การพัฒนา Bioeconomy ตามสถานการณ์จำลองที่ 1 และ 2 เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์รวมถึง 1.9 เท่า และ 2.4 เท่า ตามลำดับ เทียบกับกรณีฐานในสถานการณ์จำลองที่ 3 เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์รวมน้อยที่สุดคือ ถึง 1.5 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 30

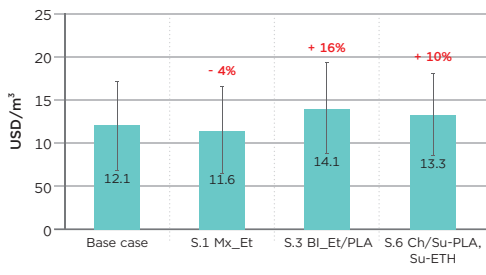


(ก) มูลค่าผลิตภัณฑ์รวมในกรณีฐานและในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ
(ข) ปริมาณผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ในกรณีฐานและในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

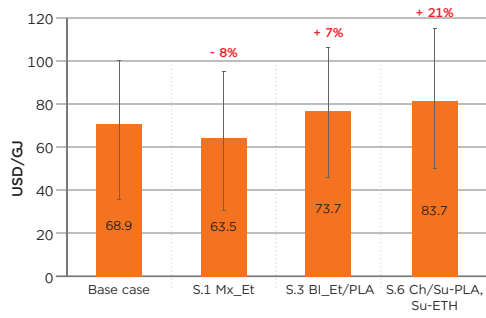
รูปที่ 30

5.6 ประสิทธิภาพเชิงนิเวศน์ ด้านการใช้น้ำและพลังงาน

เมื่อกันที่ประสิทธิภาพเชิงนิเวศน์คือมูลค่าที่ขายได้ต่อปริมาณทรัพยากรที่ใช้ ด้านการใช้ น้ำ สถานการณ์จำลองที่ 2 มีค่าสูงสุดคือ 14.1 USD/ลบ.ม. รองลงมาเพียงเล็กน้อยคือสถานการณ์จำลองที่ 3 ประสิทธิภาพเชิงนิเวศน์ ด้านพลังงานสถานการณ์จำลองที่ 3 มีค่าสูงสุดคือ 83.7 USD/GJ ดังแสดงในรูปที่ 31



ก



ข

(ก) Eco-efficiency ของน้ำในกรณีฐานและในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ
(ข) Eco-efficiency ของพลังงานในกรณีฐานและในสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

รูปที่ 31

5.7 สรุปการวิเคราะห์ผลในภาพรวม

- ▶ การเพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังถึง 2 เท่า เพื่อให้มีวัตถุดิบส่วนเพิ่มมาผลิตพลังงาน เชื้อเพลิงชีวภาพ เคมีและวัสดุชีวภาพ (สถานการณ์จำลองที่ 1 และ 2) เพื่อไม่ให้รบกวน ปริมาณวัตถุดิบเดิมจากกรณีฐาน จะส่งผลกระทบต่อความมั่นคงต่อทรัพยากรน้ำและ พลังงานค่อนข้างมาก แม้จะสร้างมูลค่าสูงที่สุดในสถานการณ์จำลองที่ 2
- ▶ การวิเคราะห์ความรุนแรงของผลกระทบ โดยเฉพาะด้านทรัพยากรน้ำขึ้นอยู่กับ การขาดแคลนน้ำของแต่ละพื้นที่ ต้องวิเคราะห์ลงในรายละเอียดทั้งเชิงพื้นที่และเวลา
- ▶ การเพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังเพียงเล็กน้อยหรือไม่เพิ่มเลย แต่ทำการปันส่วน อ้อยและมันสำปะหลังในส่วนที่ส่งออกมาใช้เป็นวัตถุดิบ ผลิตพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ เคมีและวัสดุชีวภาพ ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำและพลังงานน้อยที่สุด และมี ประสิทธิภาพเชิงนิเวศน์สูงที่สุด แม้จะมีมูลค่าผลิตภัณฑ์โดยรวมต่ำกว่าการเพิ่มผลผลิต อ้อยและมันสำปะหลัง อย่างไรก็ตามอาจมีผลกระทบต่อการผลิตอาหารเพื่อส่งออก
- ▶ การวิเคราะห์ในส่วนนี้ยังไม่ได้รวมถึงผลกระทบด้านภูมิอากาศเปลี่ยน (Climate change) ในอนาคต ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผลผลิตซึ่งทำให้ผลผลิตลดลงจากในกรณีฐาน ในปฏิฐาน ซึ่งจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ในรายละเอียดต่อไป

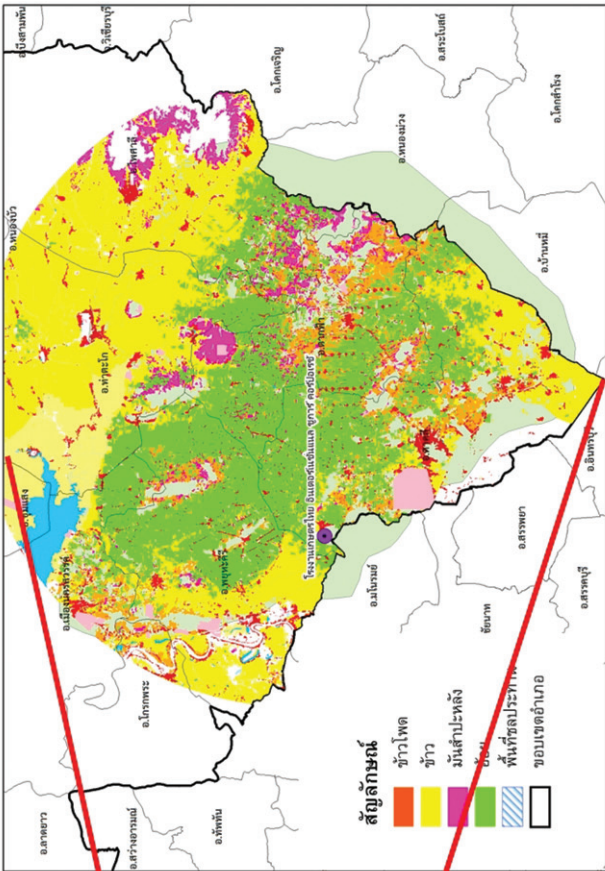
6 { การพัฒนา Bioeconomy ในระดับพื้นที่ **Bio-Hub** และผลกระทบด้านน้ำและพลังงาน และผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยน (Climate change)

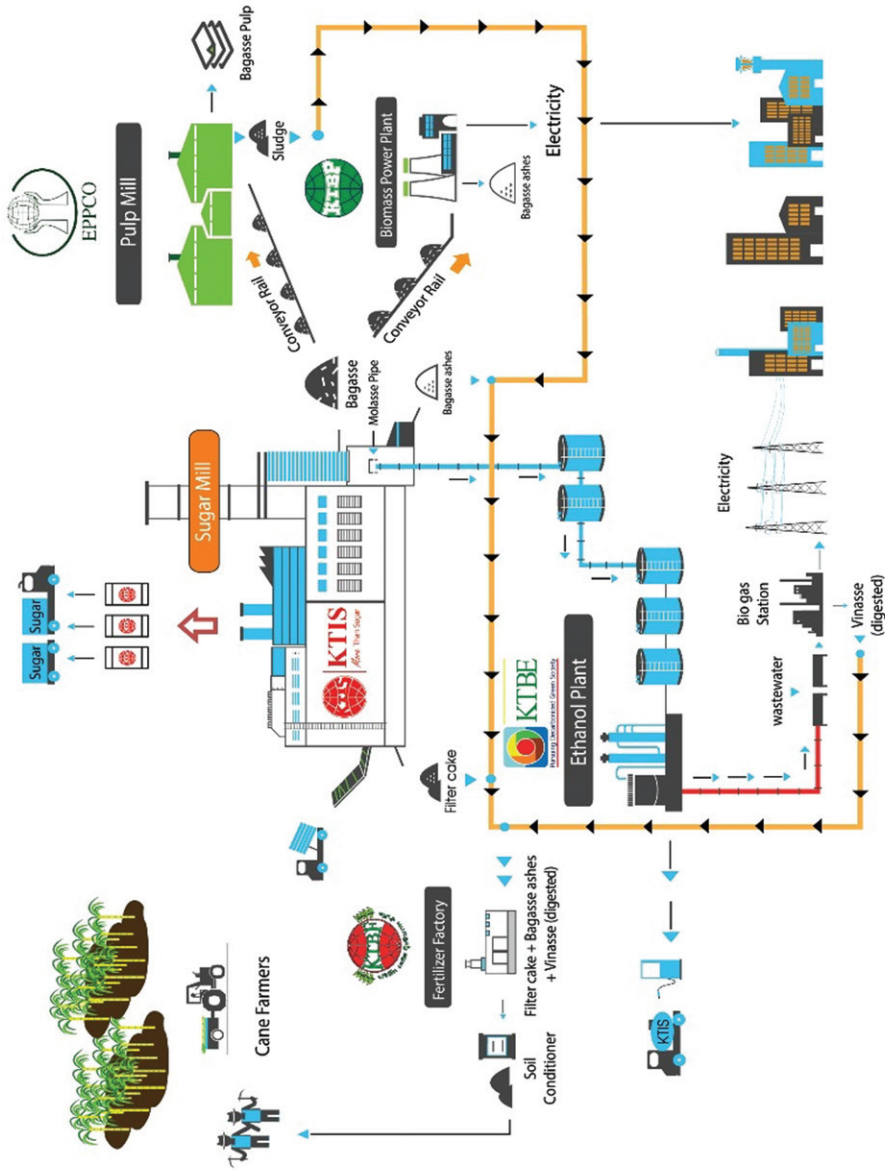
6.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา



พื้นที่ศึกษาอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์ ดังแสดงในรูปที่ 32 โดยเป็นพื้นที่ผลิตวัตถุดิบอ้อยและอุตสาหกรรมการแปรรูปสำหรับโครงการนครสวรรค์ไบโอคอมเพล็กซ์ (NBC) เป็นส่วนหนึ่งของโครงการนำร่องตามนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายโครงการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพของรัฐบาลที่ได้ตั้งเป้าหมายให้ประเทศไทยเป็น Bio-Hub แห่งเอเชียภายในปี 2570 ซึ่งโครงการนครสวรรค์ไบโอคอมเพล็กซ์เป็นโครงการ Bio-Hub โครงการแรกในประเทศไทย โดย NBC นั้นดำเนินการภายใต้บริษัทร่วมทุนระหว่าง GGC และ KTIS ในนามบริษัท GGC KTIS Bio-Industrial Company Limited หรือ GKBI บนพื้นที่กว่า 2,000 ไร่ ในตำบลหนองโพ อำเภอตากลี จังหวัดนครสวรรค์ โดยในพื้นที่เดิมนี้มีโรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตเอทานอล และโรงไฟฟ้าชีวมวลจากกากอ้อยอยู่แล้วบางส่วน ดังแสดงในรูปที่ 33

โดยในช่วงปลายปี 2562 การพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพเพิ่มเติมของ NBC ได้จัดตั้งขึ้นที่อำเภอตากลี จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งโครงการมีความต้องการอ้อยสดเพิ่มเติมประมาณ 1-2.5 ล้านตันในแต่ละปี ความต้องการโรงงานแห่งใหม่อาจทำให้พื้นที่เกษตรกรรมในท้องถิ่นเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในเขตตากลี ตากฟ้า พยุหคิรี และท่าตะโก โดยรายละเอียดการลงทุนในระยะที่ 1 ประกอบด้วย การสร้างโรงงานที่บีอ้อยที่มีกำลังการผลิต 24,000 ตันต่อวัน และการสร้างโรงงานเอทานอลที่มีกำลังการผลิต 600,000 ลิตรต่อวัน (หรือ 186 ล้านลิตรต่อปี) โรงไฟฟ้า 85 เมกะวัตต์สามารถผลิตไอน้ำได้ 475 ตันต่อชั่วโมง คาดว่าจะเริ่มดำเนินการเชิงพาณิชย์ได้ในไตรมาสแรกของปี 2564 ทำให้ GGC เป็นกำลังการผลิตเอทานอลที่ใหญ่เป็นอันดับสองของประเทศ ในระยะที่ 2 GKBI จะลงทุนในอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพพร้อมทั้งคัดเลือกเทคโนโลยีร่วมกับพันธมิตรร่วมทุน คาดว่าแผนการลงทุนจะแล้วเสร็จในปี 2563 และตั้งเป้าเชิงพาณิชย์ได้ภายในไตรมาสแรกของปี 2566 ซึ่งคาดว่าจะใช้งบประมาณการก่อสร้างไม่เกิน 7,500 ล้านบาท

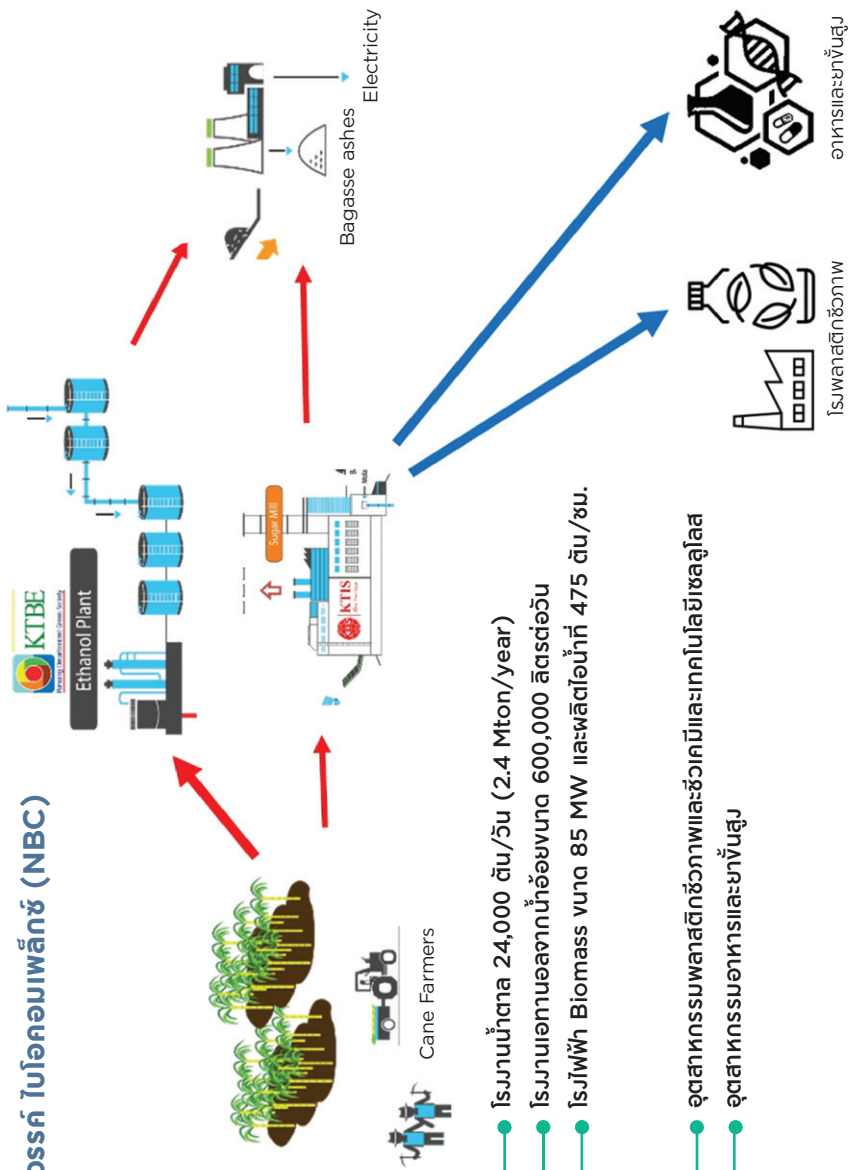




รูปที่ 33

โรงงานน้ำตาลและโรงงานอื่น ๆ ในเครือ KTIS (KTIS, 2012)

เป้าหมายในอนาคต นครสวรรค์ ไบโอบีโอมเพล็กซ์ (NBC)



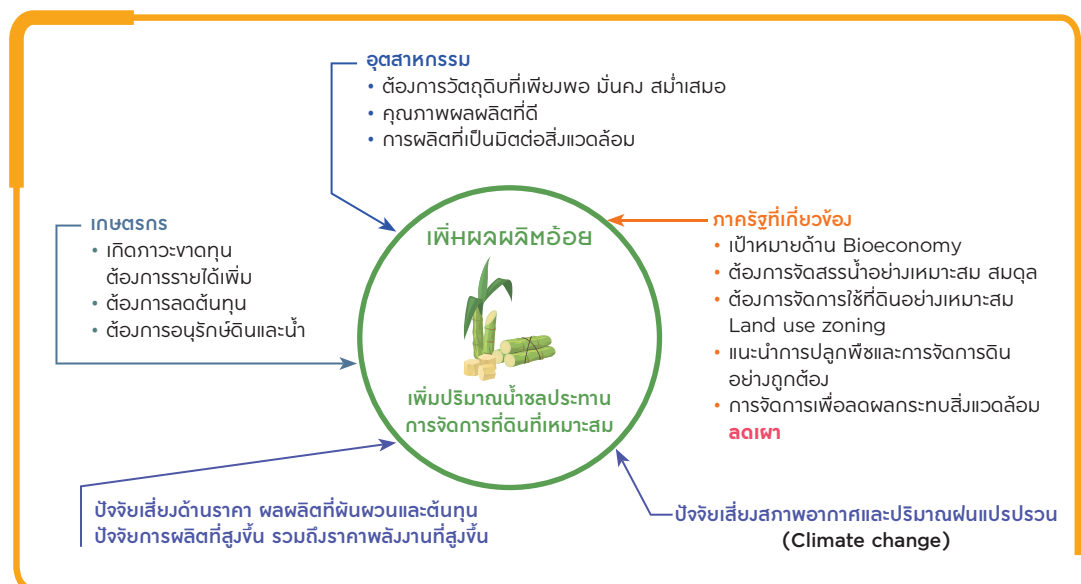
- ระยะที่ 1**
- ไร่หมานน้ำตาล 24,000 ไร่/วัน (2.4 Mton/year)
 - ไร่หมานเอทานอลจากน้ำอ้อยขนาด 600,000 ลิตรต่อวัน
 - ไร่ไฟฟ้า Biomass ขนาด 85 MW และผลิตไอน้ำที่ 475 ตัน/ชม.

- ระยะที่ 2**
- อุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพและชีวเคมีและเทคโนโลยีเซลลูโลส
 - อุตสาหกรรมอาหารและยาขั้นสูง

ในปี 2564 GKBI เดินหน้าโครงการไบโอคอมเพล็กซ์นครสวรรค์เฟส 2 (“NBC Phase 2”) โดยการก่อสร้างมีการวางแผนเพื่อลงทุนในโรงงานพลาสติกชีวภาพ Polylactic Acid (PLA) ต่อไปหลังจากความล่าช้าจากการระบาดของ COVID-19 โดย NatureWorks LLC ผู้ผลิตพลาสติกชีวภาพรายใหญ่ที่สุดของโลกจากประเทศสหรัฐอเมริกาได้ตัดสินใจลงทุนในโครงการนี้ ในขณะที่ GKBI จะเป็นผู้ลงทุนในการจัดหาสาธารณูปโภคเพื่อสนับสนุนโรงงานแห่งนี้ โดยคาดว่าจะเริ่มก่อสร้างได้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2565 เป็นต้นไป (Green Network Thailand, 2021) โดยโครงการไบโอคอมเพล็กซ์นครสวรรค์เฟส 2 จะเน้นเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร ขยายสู่อุตสาหกรรมมูลค่าเพิ่ม เช่น ผลิตภัณฑ์ชีวเคมีและพลาสติกชีวภาพที่ใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบ และใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เป็นมิตรต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในรูปที่ 34

6.2 สถานการณ์ปัจจุบันในกรณีฐาน

จากการแลกเปลี่ยนข้อมูลพบว่าแผนการลงทุนด้านธุรกิจชีวภาพตามนโยบายรัฐนั้น บริษัทมีแผนงาน 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เป็นการลงทุนในการสร้างโรงงานเอทานอลจากอ้อยโดยตรงซึ่งคาดว่าจะทำให้มีความต้องการอ้อยเพิ่มมากขึ้นประมาณ 2.4 ล้านตันต่อปี จากนั้นจึงเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรม Biochemistry/Bioplastic และการพัฒนาอุตสาหกรรม Advance Food/Feed and Pharmacy ต่อไป ซึ่งในการดำเนินการดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในด้านปริมาณอ้อยที่สามารถเข้าหีบได้ ซึ่งปัจจุบันการผลิตพื้นที่อ้อยในพื้นที่ยังมีปริมาณไม่มากพอกับความต้องการ ทั้งจากข้อจำกัดด้านทรัพยากรน้ำในพื้นที่และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งอาจยังไม่เหมาะสมเท่าที่ควร ดังแสดงในรูปที่ 35



หลังจากหารือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่แล้ว ปัญหาสำคัญของพื้นที่คือการขาดแคลนน้ำ ส่งผลให้ผลผลิตของทั้งสองพืชลดลงซึ่งส่วนใหญ่ต้องพึ่งพาปริมาณน้ำฝน เนื่องจากขาดโครงสร้างพื้นฐานด้านชลประทานและความผันผวนของฝนในช่วงที่ผ่านมาสิบปี การขาดแคลนน้ำและวัตถุดิบพืชผลในปัจจุบันไม่ได้คำนึงถึงความต้องการวัตถุดิบชีวมวลที่เพิ่มขึ้น (โดยเฉพาะอ้อย) สำหรับเป้าหมายในอนาคตของเศรษฐกิจชีวภาพและผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต ความต้องการอ้อยในปัจจุบันในปี 2563 และ 2564 อยู่ที่ประมาณ 5 ล้านตันต่อปี เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางเศรษฐกิจชีวภาพ โรงงานแห่งใหม่สำหรับผลิตเอทานอลจากอ้อยสดนี้จึงถูกสร้างขึ้นด้วยกำลังการผลิต 24,000 ตัน/วัน ดังนั้นการนำเข้าวัตถุดิบอ้อยสดขั้นต่ำควรอยู่ที่ 1,000,000 ตันต่อปี จากการพูดคุยกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของและภาคอุตสาหกรรมเอทานอล คาดการณ์ว่าความต้องการวัตถุดิบอ้อยจะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างน้อย 6 ล้านตัน/ปี ตั้งแต่ปี 2565 เป็นต้นไป โดยสถานการณ์การใช้ทรัพยากรในพื้นที่ศึกษาในกรณีฐานในปี 2563 ก่อนจะมีการขยายของเขตการพัฒนาอุตสาหกรรม เป็นดังในรูปที่ 36

ในปี 2020 หลายภาคส่วนรวมถึงการเพาะปลูกพืช การแปรรูป พื้นที่ในเมือง และการผลิตพลังงาน มีการใช้น้ำฝน น้ำใต้ดิน และแหล่งน้ำเพื่อการชลประทาน ในกิจกรรมต่าง ๆ โดยการผลิตพืชผลส่วนใหญ่ใช้น้ำฝนที่ประมาณ 1,027 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี พื้นที่ปลูกอ้อยและข้าวเปลือกมีการใช้น้ำฝนมากที่สุดคือ 45.0% และ 33.2% ตามลำดับ ปริมาณน้ำชลประทานประมาณ 78 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ที่จัดหาใน NBC ส่วนใหญ่มาจากน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาและการไหลบ่าของผิวดินในท้องถิ่น ปริมาณการใช้ทรัพยากรน้ำใต้ดินน้อยกว่าน้ำผิวดิน 16.8 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ภาคการใช้น้ำหลัก ได้แก่ พื้นที่ในเมือง การแปรรูปน้ำตาลและเอทานอล และการปลูกอ้อย โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าในปัจจุบันมีการสร้างบ่อน้ำมากกว่า 1,000 หลุม เพื่อจ่ายน้ำเพื่อการชลประทานเพิ่มเติมสำหรับการเพาะปลูกอ้อย (LDD, 2016)

นอกจากนี้ ในด้านพลังงานการใช้พลังงานโดยตรงใน NBC ยังรวมถึงไฟฟ้าจากโครงข่ายและเชื้อเพลิง (ส่วนใหญ่เป็นดีเซล) ที่ประมาณ 1,151 และ 981 ล้าน MJ ต่อปี ตามลำดับ นอกเหนือจากการใช้เชื้อเพลิงในเมืองแล้ว เชื้อเพลิงยังถูกใช้โดยเครื่องอ้อย ข้าว และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก ในทางกลับกันพลังงาน Nexus ถูกใช้สำหรับการสูบน้ำบาดาลและการบำบัดน้ำและการขนส่งที่ประมาณ 33.2 และ 70.3 ล้าน MJ ต่อปี ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5 ส่งผลให้ภาคการเพาะปลูกและการผลิตข้าวอ้อยมันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใน NBC สามารถผลิตอาหารและอาหารสัตว์ได้ 946,617 ตัน ต่อปี และอุปทานเอทานอล 778.7 ล้าน MJ ต่อปี

ที่น่าสนใจคือใน NBC ส่วนการเพาะปลูกและการแปรรูปพืชผลมีการใช้พลังงาน 1,491 ล้าน MJ ต่อปี (เชื้อเพลิงดีเซล 1,151 ล้าน MJ ต่อปี และไฟฟ้า 340 ล้าน MJ ต่อปี) โดยมีการใช้ชานอ้อยจากโรงสีน้ำตาลเพื่อผลิตไฟฟ้า 619.8 MJ ต่อปี และกากน้ำตาลใช้ในการผลิตเอทานอล 778.7 MJ ต่อปี ซึ่งพื้นที่นี้สามารถผลิตพลังงานหมุนเวียนทั้งหมด 1,398.5 MJ ต่อปี ซึ่งเกือบเท่ากับการใช้พลังงานหลักในภาคส่วนนี้





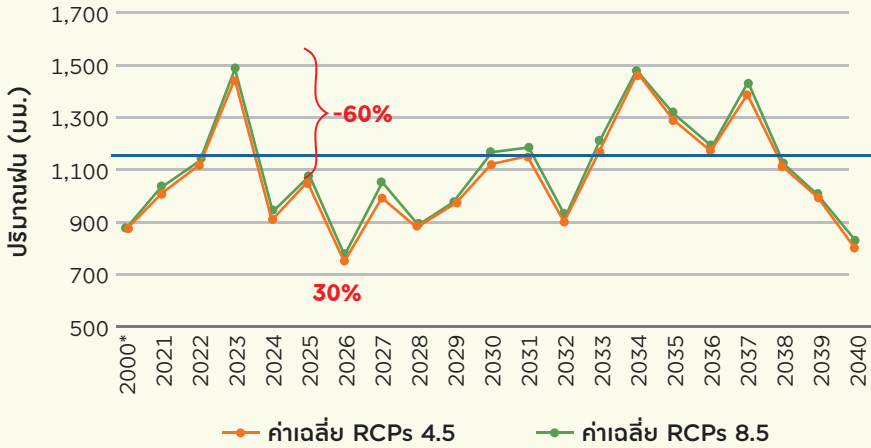
6.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่

ทีมวิจัยได้ทำการศึกษา **ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำฝนในระยะใกล้ 20 ปี (พ.ศ. 2564-2583)** จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกต่าง ๆ ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ โดยการวิเคราะห์นี้ ได้ใช้ข้อมูลแบบจำลองปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Models : GCMs) และ Representative Concentration Pathways (RCPs) ดังนี้ โดยมีการวิเคราะห์ทั้ง 2 กรณี คือ RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดย RCP 4.5 คือฉากทัศน์รุนแรงระดับปานกลาง และ RCP 8.5 คือฉากทัศน์ที่เลวร้ายที่สุด

❖ ผลการศึกษา บ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่มีนัยสำคัญมาก พื้นที่อาจประสบปัญหา การขาดแคลนน้ำ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง (ธันวาคม-เมษายน) ในการคาดการณ์ช่วงปี 2567-2573 ในทางกลับกัน ในช่วง 2574-2583 ปริมาณน้ำฝนรายปีจะเพิ่มขึ้นและลดความท้าทายด้านทรัพยากรนี้ ดังแสดงในรูปที่ 37 อย่างไรก็ตามความผันผวนของปริมาณน้ำฝนรายปียังคงมีอยู่ ในฤดูแล้ง ของประเทศไทย (พฤศจิกายนถึงเมษายน) การคาดการณ์ในอนาคตแสดงให้เห็นการลดลงของปริมาณ น้ำฝนรายเดือนอย่างเห็นได้ชัดในทั้งสองสถานในปี 2563 ผลลัพธ์นี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อ พืชเศรษฐกิจชีวภาพในพื้นที่ โดยเฉพาะการปลูกอ้อยแบบปลูกผสมเนื่องจากการปลูกส่วนใหญ่ เริ่มในช่วงต้นฤดูแล้ง (ธันวาคม-มกราคม) นอกจากนี้ ปัญหาการขาดแคลนน้ำในระยะแรกของการ ปลูกอาจทำให้ผลผลิตพืชผลลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากอ้อยตอบสนองต่อการให้น้ำส่วนใหญ่ อยู่ในระยะแตกกอ (31-170 วันหลังปลูก) (ปรีชา กาเพ็ชร และคณะ, 2553) ในช่วงปี 2564-2573 ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับปีฐาน อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำฝนที่ลดลงอย่างรุนแรงในเดือนกันยายนและตุลาคม อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตอ้อยตั้งแต่ช่วงปลายฤดูปลูก

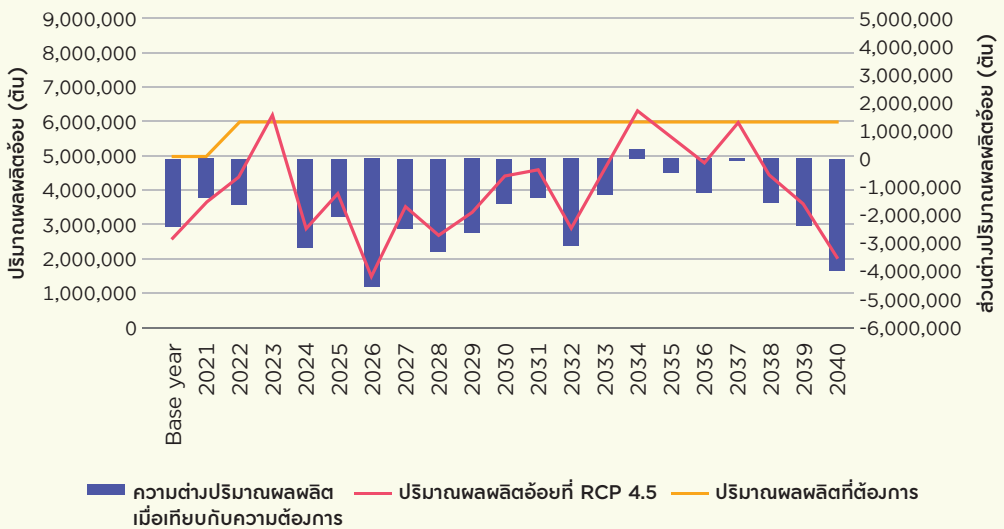
เมื่อทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ที่มีผลต่อผลผลิต ดังแสดงในรูปที่ 38 จากเป้าหมายการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพ ซึ่งต้องใช้อ้อยสดอย่างน้อยรวมประมาณ 6 ล้านตันต่อปี เป็นผลให้มีเพียงไม่กี่ปีมีผลผลิตอ้อยเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการของอ้อย ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อ ภาคอุตสาหกรรมในระยะยาว โดยเฉพาะในปี 2567-2573 ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาระบบน้ำชลประทาน เพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยให้ได้ตามความต้องการ





การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ พยากรณ์ไปข้างหน้า 20 ปี

รูปที่ 37



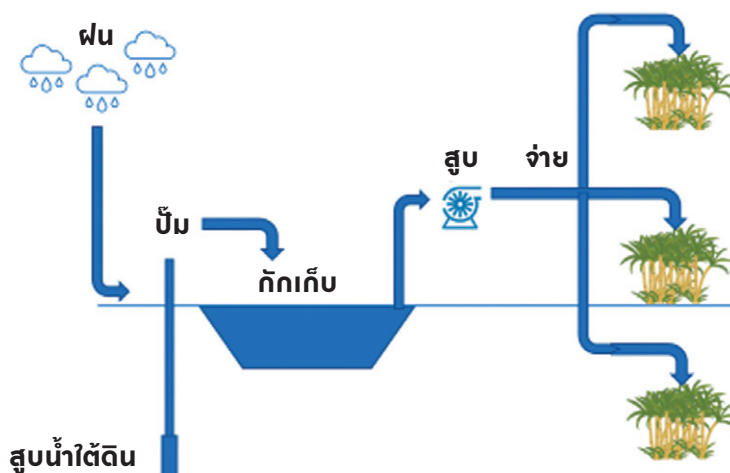
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ที่มีผลต่อผลผลิต

รูปที่ 38

6.4 การวิเคราะห์สถานการณ์จำลองในการปรับปรุง เพื่อรับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ (2564-2584)

การขยายระบบชลประทานเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยและผลผลิตโดยรวม จึงถูกเลือกเป็นมาตรการแทรกแซงเพื่อใช้ในสถานการณ์การปรับปรุง ตามที่หารือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ระบบชลประทานที่สมเหตุสมผลซึ่งนำมาใช้ในสถานการณ์นี้คือระบบกระจายน้ำขนาดกลางและขนาดเล็กเป็นหลัก โดยใช้บ่อเก็บน้ำส่วนตัวหรืออ่างเก็บน้ำขนาดกลางสำหรับหมู่บ้านที่มีความจุเพียงพอสำหรับกักเก็บน้ำจากน้ำฝนและแหล่งน้ำบาดาลสูบน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 39 อย่างไรก็ตาม เนื่องจากทรัพยากรน้ำและงบประมาณที่จำกัด ขอบเขตและการปรับให้เหมาะสมของการขยายระบบชลประทานจึงต้องตัดสินใจอย่างรอบคอบ การปรับให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับความสามารถของการจ่ายน้ำ เพื่อการชลประทานเพื่อเพิ่มผลผลิตของวัตถุดิบชีวมวลเพื่อตอบสนองความต้องการของโรงงานเอทานอลที่มีอยู่และแห่งใหม่ในพื้นที่ เนื่องจากการปลูกอ้อยในพื้นที่ประสบปัญหาผลผลิตพืชผลต่ำจากการขาดแคลนน้ำ จึงพิจารณาการแลกเปลี่ยนระหว่างความครอบคลุมพื้นที่ชลประทานกับอัตราการให้น้ำชลประทาน

- ระบบชลประทาน ระบบกระจายน้ำขนาดกลางและขนาดเล็กเป็นหลัก
- ใช้บ่อเก็บน้ำส่วนตัวหรืออ่างเก็บน้ำขนาดกลางสำหรับหมู่บ้าน
- ที่มีความจุเพียงพอสำหรับกักเก็บน้ำจากน้ำฝนและแหล่งน้ำบาดาลสูบน้ำ



เนื่องจากความสามารถในการเพิ่มพื้นที่ชลประทานให้ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ในระยะเวลาอันสั้น มีจำกัด ผู้วิจัยจึงพิจารณาสถานการณ์จำลองการวางแผนการก่อสร้างทางเลือก เพื่อตรวจสอบผลของการขยายพื้นที่ชลประทานเพิ่มเติมต่อผลผลิตอ้อยของพื้นที่ศึกษา ในปี 2564-2584 ดังแสดงในตารางที่ 2 การคำนวณผลผลิตอ้อยโดยประมาณคำนวณโดยใช้ระดับน้ำฝนที่คาดการณ์ไว้ พื้นที่ชลประทานที่ครอบคลุมและปริมาณน้ำที่ชลประทานโดยใช้แบบจำลองพืชผลที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้

ตารางที่ 2
สถานการณ์การวางแผนชลประทานเพิ่มเติมในอนาคต (พ.ศ. 2564-2583)

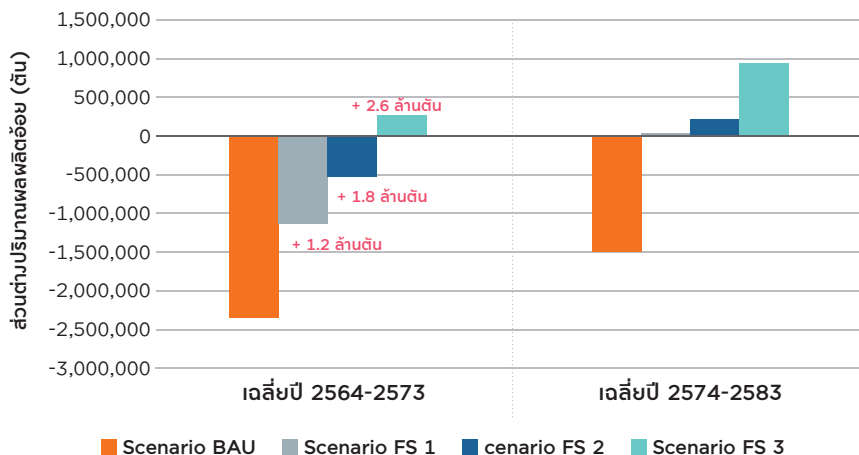
สถานการณ์	รายละเอียด
BAU	ให้น้ำเสริม 240 ลบ.ม./ปี และขยายพื้นที่ชลประทาน 2,500 ไร่ต่อปี
FS1	ให้น้ำเสริม 200 ลบ.ม./ปี และขยายพื้นที่ชลประทาน 25,000 ไร่ต่อปี
FS2	ให้น้ำเสริม 200 ลบ.ม./ปี และขยายพื้นที่ชลประทาน 250,000 ไร่ต่อปี
FS3	ให้น้ำเสริม 400 ลบ.ม./ปี และขยายพื้นที่ชลประทาน 250,000 ไร่ต่อปี

6.5 ผลของสถานการณ์จำลองด้านการจัดการน้ำต่าง ๆ ต่อผลผลิตอ้อย

ผลการวิเคราะห์สถานการณ์จำลองในการปรับปรุงแสดงดังในรูปที่ 40 จากผลการศึกษาพบว่า ในกรณีฐานถ้าไม่ทำการปรับปรุงอะไร ในช่วงปี 2564-2573 จะได้ผลผลิตต่ำกว่าความต้องการเฉลี่ยกว่า 2 ล้านตันต่อปี และในช่วงปี 2574-2583 ได้ผลผลิตต่ำกว่าความต้องการเฉลี่ยกว่า 1.5 ล้านตันต่อปี ซึ่งจะส่งผลให้ธุรกิจมีความเสี่ยงอย่างมากและอาจต้องมาเบียดบังอ้อยที่ใช้ผลิตน้ำตาลเพื่อส่งออกค่อนข้างมาก

ในสถานการณ์จำลองที่ 1 (FS1) และในสถานการณ์ที่สอง (FS2) แม้จะมีการปรับปรุงพบว่าผลผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นต่ำกว่าประมาณการผลผลิตอ้อยในช่วงปี 2564-2573 จะได้ผลผลิตต่ำกว่าความต้องการเฉลี่ย อยู่ดี ทั้ง 2 สถานการณ์ อย่างไรก็ตามในช่วงปี 2574-2583 สถานการณ์จำลองที่ 1 (FS1) และในสถานการณ์ที่สอง (FS2) สถานการณ์ดีขึ้น สามารถผลิตอ้อยได้ตามต้องการเนื่องจากปริมาณฝนมากขึ้น

เพื่อให้ได้มีปริมาณวัตถุดิบอ้อยได้ตามความต้องการทั้งสองช่วงเวลา สถานการณ์ที่สาม (FS3) ที่มีการให้น้ำชลประทานมากขึ้น และขยายพื้นที่ชลประทานให้ครอบคลุมมากกว่า 90% ในปี 2565 มีความจำเป็นอย่างไรก็ดี แม้ว่า FS3 จะให้ผลดีที่สุดเมื่อเทียบกับสถานการณ์อื่น ๆ แต่ในบางปี เช่น 2567, 2569, 2571, 2575 และ 2583 ผลผลิตอาจยังคงต่ำกว่าเป้าหมายที่ต้องการเล็กน้อยจากปัจจัยสภาพอากาศ (ENSO Effect) ดังนั้นแนวปฏิบัติที่ดัดแปลงมาจาก FS3 ควรได้รับการพิจารณาเพื่อให้มีอุปทานขั้นต่ำสอดคล้องกับความต้องการสำหรับธุรกิจอ้อย



พลวงสถานการณ์จำลองการจัดการน้ำต่าง ๆ ต่อการผลิตพืช

รูปที่
40

6.6 สรุปผลกระทบด้านน้ำและพลังงานต่อการพัฒนา Bioeconomy ในระดับพื้นที่ (Bio-Hub)

1. ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีความผันผวนสูง ทำให้ผลผลิตอ้อยค่อนข้างต่ำในหลาย ๆ ปี และได้ผลผลิตน้อยกว่าความต้องการของโรงงานเดิมในพื้นที่ในหลายปี
2. การเพิ่มการผลิตตามเป้า Bioeconomy เฟส 1 สร้างโรงงานผลิตเอทานอลจากอ้อยสด มีความต้องการอ้อยเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 1 ล้านตัน ในปี 2565 ทำให้มีความจำเป็นต้องเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้ได้ ในขณะที่ผลผลิตอ้อยยังไม่ได้ผลผลิตตามต้องการเดิม
3. ผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยน Climate Change การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตจะลดลง โดยเฉพาะในช่วงปี 2567-2575 จะส่งผลให้ผลผลิตอ้อยไม่ได้ตามเป้าหมาย ถ้ายิ่งพึ่งพิงการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนแบบเดิมและมีการจัดการที่ดินและการเกษตรแบบเดิม
4. ปริมาณน้ำฝนรายเดือนมีแนวโน้มลดลงในช่วงต้นฤดูแล้งในปี 2564-2574 ในขณะที่ทศวรรษปี 2575-2576 มีการลดลงทั้งต้นฤดูแล้งและปลายฤดูฝน ซึ่งเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อช่วงการเติบโตที่สำคัญของการปลูกอ้อยในพื้นที่ได้
5. การให้น้ำชลประทานเพิ่มเติมประมาณ 250 มม. ทั้งจากแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดินโดยสามารถขยายให้ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกมากกว่า 90% ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตอ้อยมีมากเพียงพอแม้ในปีที่ฝนน้อย

6. ห่วงโซ่อุปทานอ้อย น้ำตาล และพลังงาน มีการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในการเพาะปลูกค่อนข้างมาก เทียบกับส่วนอื่น ๆ ควรพิจารณาเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรและใช้พลังงานทดแทน
7. แม้ว่าจะมีนโยบาย Bioeconomy มา แต่ยังคงขาดการร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงเกษตร กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงพลังงาน ขาดการบูรณาการแผนแม่บท แผนปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง และขาดงบประมาณให้ระดับปฏิบัติในพื้นที่
8. การจัดการปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการผลิต พบว่ายังมีช่องว่างในการจัดการที่สามารถพัฒนา ปรับปรุงได้อีก ได้แก่



1. **น้ำ** ► น้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อผลผลิตต่อไร่ การปลูกอ้อยน้ำฝนจะมีหลายช่วงที่อ้อยได้รับน้ำไม่เพียงพอตาม Crop Water Requirement (CWR) ฝนในอนาคตมีแนวโน้มที่จะแล้งมากขึ้น พื้นที่ปลูกอ้อยส่วนใหญ่เป็นที่ดอน ไม่มีแหล่งน้ำ น้ำฝนมาจากไกลๆ ลงสู่เจ้าพระยาอย่างรวดเร็ว พื้นที่สระน้ำส่วนใหญ่เต็มไม่นานก็แห้ง
2. **ดิน** ► ดินปลูกอ้อยมานาน ดินเสื่อมสภาพ ขาดการใช้สารอินทรีย์ปรับปรุงดิน เกษตรกรเองมีการไถระเบิดดินดานน้อยมาก เพื่อให้รากหยั่งลงไปได้ การตรวจดินก็ยังมีน้อยมาก ทางภาครัฐเองก็ขาดการสนับสนุนทั้งด้านงบประมาณข้าราชการในพื้นที่เองก็ทำมางานได้ยาก เกษตรกรก็ไม่ว่าจะรู้หรือความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นอย่างไร
3. **พันธุ์** ► มีน้อยคนที่ตอนล้มต่อ จะมีการเก็บพันธุ์ดีมาปลูกต่อ เมื่อเทียบกับพื้นที่นครสวรรค์มีแปลงพันธุ์น้อยมาก จากที่ควรมีประมาณ 1 ต่อ 10 คือประมาณ 50,000 ไร่ พันธุ์ดี ๆ หลายพันธุ์เลยไม่สามารถขยายสู่เกษตรกรได้
4. **ราคา** ► ราคามีความไม่แน่นอน เกษตรกรไม่สามารถรู้ราคาคาดการณ์ที่ชัดเจนได้ ปัจจุบันรัฐราคาล่วงหน้าแค่ช่วงก่อนเปิดหีบไม่นานนัก เกษตรกรต้องปลูกแล้วค่อยไปลุ้นราคาเอา ระบบการจัดการก็ยังไม่ดีเท่าที่ควร ต่อรอคิวเข้าหีบ สุดท้ายโรงงานต่าง ๆ ก็ต้องแย่งวัตถุดิบกัน

9. กลไกภาครัฐในการช่วยเหลือในปัจจุบันมีขั้นตอนยุ่งยากและก่อให้เกิดปัญหาอุปสรรค เช่น โครงการแหล่งเก็บน้ำขนาดกลางและเล็ก ในอดีตกรมทรัพยากรน้ำและกรมชลประทานสามารถเข้าไปทำได้ แต่ในภายหลังด้วยกฎหมายกระจายอำนาจ ได้มีการโอนอำนาจส่วนนี้ไปให้ อปท. แต่ด้วยศักยภาพของ อปท. ทำได้ค่อนข้างยาก ทั้งจากข้อจำกัดด้านการออกแบบ งบประมาณ

องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) มีงบประมาณและเครื่องมือในการขุดลอก แหล่งน้ำ รวมถึงน้ำบาดาลด้วย แต่ต้องมีการขั้ป่า แต่ต้องมีการยอมผ่านองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) การทำแผนงบประมาณต้องใช้เวลา และขึ้นอยู่กับสถานการณ์งบประมาณรวม





7 { ความท้าทาย อุปสรรค และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

การมุ่งเป้าสู่ **Bioeconomy** เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรและพัฒนาเศรษฐกิจของไทย แม้ว่าจะทำให้เกิดการพัฒนาในหลาย ๆ ด้าน แต่ก็พบกับความท้าทายในหลายด้านเช่นกัน โดยความท้าทายหลักคือผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ทำให้

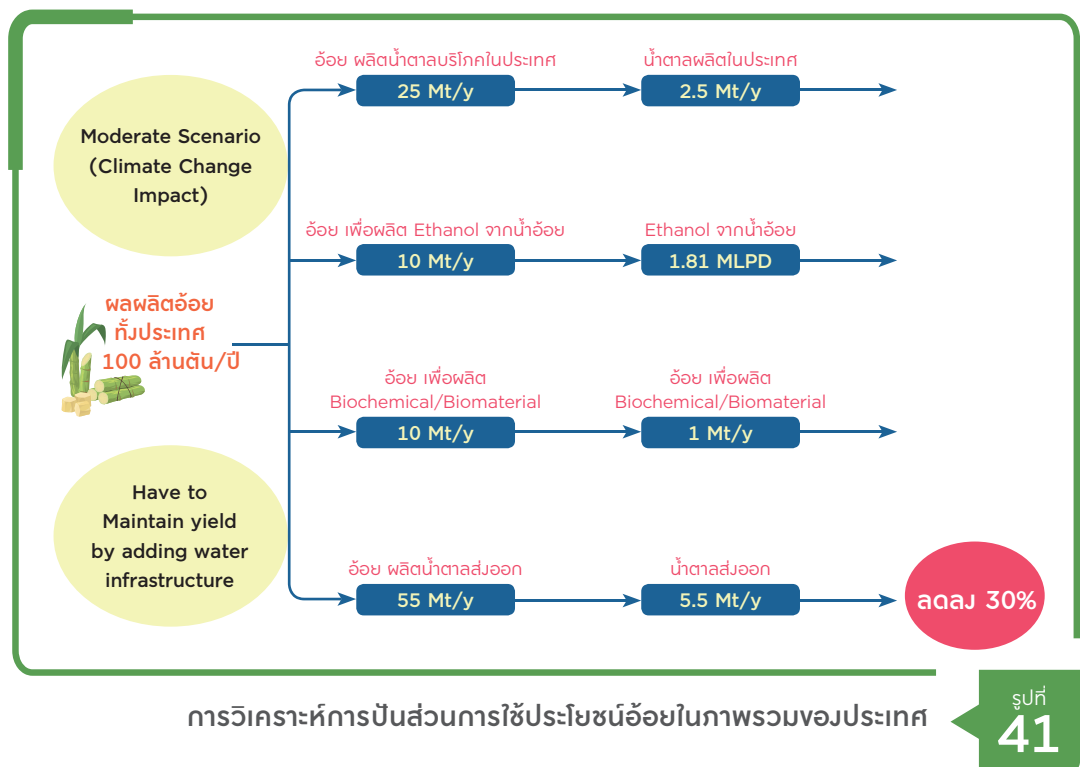
ปริมาณน้ำฝนมีความผันผวนสูง ทำให้ผลผลิตที่เป็นพืชวัตถุดิบค่อนข้างต่ำในหลาย ๆ ปี การเพิ่มการผลิตตามเป้า Bioeconomy มีความต้องการพืชวัตถุดิบเพิ่มขึ้น แต่จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตจะลดลง ผลผลิตไม่ได้ตามเป้าหมาย ถ้ายังพึ่งพิงการปลูกโดยอาศัยน้ำฝนแบบเดิมและมีการจัดการที่ดินและการเกษตรแบบเดิม



ในส่วนของการบริหารจัดการยังมีช่องว่างและอุปสรรคในหลาย ๆ ด้าน รัฐบาลขาดการสนับสนุนกระบวนการที่ต้นทาง การเพาะปลูกพืชวัตถุดิบ โครงสร้างพื้นฐานและความรู้เพื่อให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมาย ขาดการบูรณาการ เป้าหมายต่าง ๆ (ที่มีการปรับปรุงให้ทันสมัย) เข้าด้วยกัน เช่น ด้านพลังงาน ด้านเคมี และวัสดุชีวภาพ ซึ่งเชื่อมโยงไปถึงปริมาณพืชวัตถุดิบที่ต้องการจริง ในภาพรวมในสภาวะปัจจุบัน ขาดการบูรณาการเป้าหมายและแผน Bioeconomy ลงไปสู่หน่วยงานสนับสนุนที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานภาครัฐต่างที่เกี่ยวข้องให้ทราบเป้าหมายและความเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยง โดยเฉพาะในเรื่องของการจัดการน้ำ รวมทั้งขาดการจัดสรรทรัพยากรงบประมาณและกำลังคน เพื่อดำเนินการด้านการเพิ่มผลผลิตวัตถุดิบในพื้นที่ Bio-Hub และความรู้เพื่อให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมาย ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการปรับปรุงพัฒนา ดังนี้

1. การบูรณาการเป้าหมายต่าง ๆ ด้าน Bioeconomy เข้าด้วยกัน เพื่อทราบความต้องการพืชวัตถุดิบและวางแผนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

โดยทีมวิจัยได้วิเคราะห์การปันส่วนการใช้ประโยชน์อ้อยในภาพรวมของประเทศเป็นตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 41 เช่น มีการผลิตอ้อยทั้งประเทศประมาณ 100 ล้านตันต่อปี โดยมีส่วนที่ต้องสงวนไว้คือ อ้อยที่ใช้สำหรับผลิตน้ำตาลเพื่อการบริโภคภายในประเทศ 2.5 ล้านตันต่อปี คิดเป็นวัตถุดิบอ้อยที่ต้องใช้ 25 ล้านตันต่อปี และจากเป้าหมายด้านพลังงานทดแทน AEDP 2018 มีเป้าหมายผลิตเอทานอลจาก น้ำอ้อยโดยตรง 1.81 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งต้องใช้อ้อยในปริมาณ 10 ล้านตันต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณอ้อยที่จำเป็นต้องสงวนไว้เช่นกัน ในส่วนของการใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตเคมีและวัสดุชีวภาพมีแผนต้องใช้อ้อย เพื่อเป็นวัตถุดิบ 10 ล้านตันต่อปี ดังนั้นสุดท้ายจะเหลือไว้ผลิตน้ำตาลเพื่อส่งออก 55 ล้านตันต่อปี ซึ่งจะลดลงจากเดิมในปี 2563 ประมาณร้อยละ 30 ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์ผลกระทบในส่วนนี้ต่อไป อย่างไรก็ตามจากการที่ได้ประชุมกับผู้มีส่วนได้เสีย พบว่าปริมาณอ้อยในส่วนนี้สามารถยืดหยุ่นได้และทางเกษตรกรไม่ได้มีปัญหา การขายวัตถุดิบจะใช้ผลิตน้ำตาลเพื่อส่งออกหรือผลิตในอุตสาหกรรมเคมีหรือวัสดุชีวภาพ สามารถทำได้ไม่ต่างกันทราบได้ที่ได้มูลค่าจากการขายเท่าเดิม





2. สร้างต้นแบบ Bio-Hub ด้านการจัดการที่ดินทาง และจัดการทรัพยากรต้นน้ำเพื่อการผลิตวัตถุดิบอย่างยั่งยืน

เช่น พัฒนา Bio-Hub ในเฟสแรก เช่น ในจังหวัดนครสวรรค์-กำแพงเพชร เป็นพื้นที่นำร่องต้นแบบ ด้านการจัดการที่ดินทาง และจัดการทรัพยากรต้นน้ำเพื่อการผลิตวัตถุดิบอย่างยั่งยืน โดยภาครัฐควรบูรณาการร่วมกันทำโครงการ กำหนดเป้าหมายในการจัดการ ที่ดิน น้ำ และการเกษตรอย่างยั่งยืน พร้อมทั้งสนับสนุนทรัพยากรต่างที่จำเป็นไปด้วย เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน ลดความเสี่ยงและเพิ่มมั่นคงของทรัพยากร รวมถึงตั้งเป้าร่วมกันทุกฝ่ายให้ชัดเจน จัดสรรงบประมาณและทรัพยากร ปลอดภัยและเปรียบเทียบที่ล้ำค่า ดังแสดงกรอบแนวคิดในรูปที่ 42



3. สนับสนุน แหล่งน้ำ ระบบน้ำชลประทาน ข้อมูลน้ำและพยากรณ์สภาพอากาศในพื้นที่ลุ่มหน้าอย่างเพียงพอเพื่อการตัดสินใจ

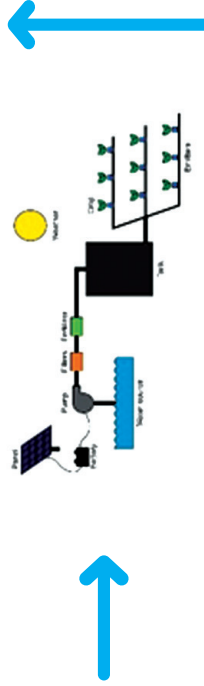
ภาครัฐควรจัดประชุมบูรณาการหน่วยงานด้านน้ำในทุกส่วน เพื่อรวบรวมข้อมูลกลางด้านน้ำ และสนับสนุนข้อมูลการบริหารจัดการน้ำในแต่ละ Bio-Hub อย่างละเอียด หลังจากนั้นในด้านงบประมาณควรจัดสรรงบในการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำขนาดกลางและขนาดเล็ก และสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำในการขุดเจาะน้ำบาดาลในที่ดินเกษตรกรรม ดังแสดงในรูปที่ 43

บูรณาการทุกภาคส่วนศึกษาความพอเพียง และการนำมาใช้ของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินร่วมกัน

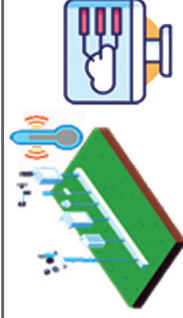
โครงการรัฐสนับสนุน สร้างแหล่งกักเก็บน้ำ
ขนาดใหญ่/ขนาดกลาง และระบบชลประทาน



รัฐสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ
สำหรับการขุดบ่อน้ำขนาดเล็กในไร่นาเกษตรกร และระบบขุดเจาะน้ำบาดาล
ระบบการให้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ



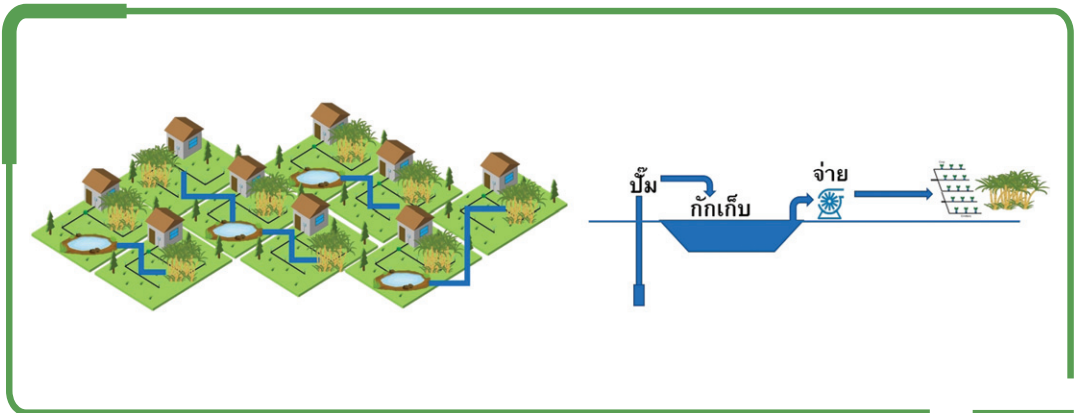
สถานีตรวจวัดและพยากรณ์อากาศในพื้นที่และสร้างระบบสนับสนุนทาง IT
ให้เกษตรกรทราบข้อมูลด้านสภาพอากาศและน้ำเพื่อการตัดสินใจ



รูปแบบการสนับสนุน แหล่งน้ำ ระบบน้ำชลประทาน ข้อมูลน้ำ และพยากรณ์สภาพอากาศ



โดยข้อเสนอแนะในการจัดการน้ำในพื้นที่จากโครงการนี้คือ ขยายพื้นที่ชลประทานสำหรับการเพาะปลูกอ้อยให้ได้ 80-90% ของพื้นที่เพาะปลูกสำหรับ Bio-Hub และให้น้ำในอัตรา 400 ลบม./ไร่/ปี โดยมีหลักการคือ เน้นการสร้างบ่อน้ำขนาดเล็กในไร่ ที่สามารถเก็บกักน้ำฝนและน้ำใต้ดิน ขนาด 1 ไร่ รวมถึงการขุดน้ำใต้ดินมาเก็บกักในบ่อก่อนทำการส่งน้ำไปใช้ดังรูปที่ 44



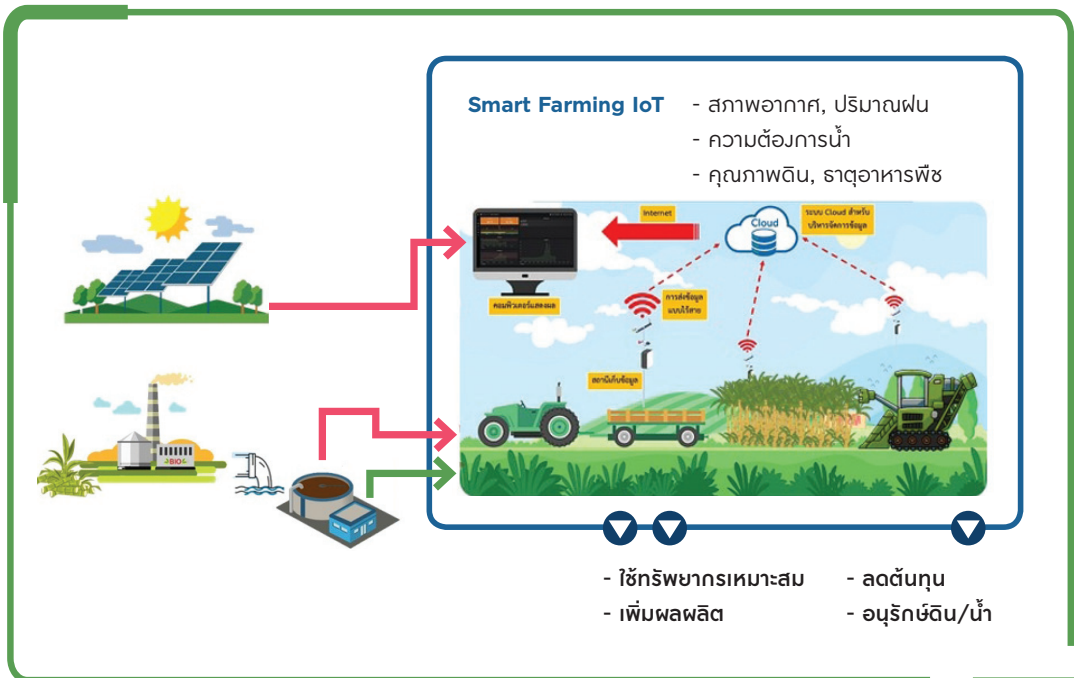
รูปแบบการสนับสนุน แหล่งน้ำ ระบบน้ำชลประทานที่แนะนำในพื้นที่

รูปที่
44

4. สร้างการพัฒนาการเกษตรแบบ SMART FARMING ในพื้นที่

โดยมีการสนับสนุน ส่งเสริมและลงทุนร่วมระหว่างภาครัฐ เกษตรกร และอุตสาหกรรม ดังแสดงในรูปที่ 45

- ▶ มีการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้ Platform ในการวิเคราะห์ให้เกษตรกร เช่น สภาพอากาศ ปริมาณฝน ความต้องการน้ำ คุณภาพดิน ธาตุอาหารพืชในดิน
- ▶ การให้ความรู้ด้านการเกษตรสมัยใหม่ และการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสมกับความต้องการ เช่น การให้น้ำให้ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสม เพื่อประหยัดทรัพยากรและลดต้นทุน
- ▶ การสนับสนุนเครื่องจักรกลการเกษตร รัฐสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ ตั้งกลุ่มสหกรณ์ แร่รูปกรณ์ร่วมกัน
- ▶ การบริหารจัดการ หมุนเวียนของเสีย น้ำเสียจากโรงงานเพื่อใช้เป็นธาตุอาหารลดการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ
- ▶ ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในการทำการเกษตร เช่น ระบบสูบน้ำ Solar cell หรือการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพสำหรับรถไถและรถตัด



การพัฒนาการเกษตรแบบ SMART FARMING ในพื้นที่

รูปที่ 45

5. การวิเคราะห์และสนับสนุนมาตรการการจัดการอื่น ๆ

การปรับเปลี่ยนเพาะปลูกตามพลวัตของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยน การจัดสรรงบประมาณเร่งด่วนในพื้นที่ให้เพียงพอในการจัดการปัจจัยการผลิตอื่น ๆ ในเรื่อง ดิน ท่อนพันธุ์ กระบวนการปลูก เช่น ทำโครงการการขยายพื้นที่ตรวจสอบสภาพดินและปรับปรุงสภาพดิน โดยสารปรับปรุงดิน/อินทรีย์วัตถุ ปรับปรุงกระบวนการปลูกอ้อย เพิ่มการไถระเบิดดินดานเพื่อให้รากหยั่งลงไปได้ เพิ่มจำนวนแปลงเพาะพันธุ์ดี ๆ ขยายสู่เกษตรกรได้ การอบรมเก็บพันธุ์ดีมาปลูกต่อ



เอกสารอ้างอิง



- Endo, A., Tsurita, I., Burnett, K., & M. Orencio, P. (2017). A review of the current state of research on the water, energy, and food nexus. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 11, 20–30. <https://doi.org/10.1016/J.EJRH.2015.11.010>
- FAO. (2011a). “Energy-Smart” Food for People and Climate - Issue Paper. <https://www.fao.org/3/i2454e/i2454e.pdf>
- FAO. (2011b). The state of the world’s land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems of risk.
- FAO. (2014). Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus in the Context of the Sustainable Energy for All Initiative.
- Hoff, H. (2011). Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. The Water, Energy and Food Security Nexus. https://www.water-energy-food.org/uploads/media/understanding_the_nexus.pdf
- IEA. (2010). World Energy Outlook 2010. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2010>
- Krungsri Research. (2021a). Industry Outlook 2021-2023: Ethanol Industry. <https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/Energy-Utilities/Ethanol/IO/io-ethanol-21>
- Krungsri Research. (2021b). Industry Outlook 2021-2023: Sugar Industry. <https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/agriculture/sugar/IO/io-sugar-21>
- Krungsri Research. (2021c). Industry Outlook 2022-2024 : Cassava Industry. <https://www.krungsri.com/en/research/industry/industry-outlook/agriculture/cassava/IO/io-cassava-21>
- KTIS. (2012). About KTIS. <https://www.ktisgroup.com/about/business/integrated>
- LDD. (2016). Land Use Map Updated 2015-2016.
- Liu, J., Yang, H., Cudennec, C., Gain, A. K., Hoff, H., Lawford, R., Qi, J., Strasser, L. de, Yillia, P. T., & Zheng, C. (2017). Challenges in operationalizing the water–energy–food nexus. *Hydrological Sciences Journal*, 62(11), 1714–1720. <https://doi.org/10.1080/02626667.2017.1353695>
- MHESI. (2019). BCG in Action: The New Sustainable Growth Engine. <https://www.bcg.in.th/bcg-in-action/>
- OCSB. (2021). Thailand Sugar Factory 2021. <https://data.go.th/dataset/sugar-factory>
- Tanticharoen, M. (2018). Bioeconomy in the Context of Thailand. Global Bioeconomic Summit (GBS).
- Tanticharoen, M. (2018). Transforming Thailand – The Shift to a Sustainable Bio-economy. SEE conference 2018.
- กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2562). สมุดปกขาว BCG in Action. https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2019/20191129-BCG_Final1.pdf
- ณรงค์ ศิริเลิศวรกุล. (2565). BCG กับการพัฒนาประเทศ.
- ปรีชา กาแฟ และคณะ. (2553). การตอบสนองของอ้อย (*Sacharum officinarum* L.) พันธุ์ขอนแก่น 3 ต่ออัตราการให้น้ำในปริมาณจำกัด. *วิชาการเกษตร*, 3. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/thaiagriculturalresearch/article/view/91655>
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2561). มาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของไทย ปี พ.ศ. 2561-2570. https://www.oie.go.th/assets/portals/1/fileups/2/files/action_plan/bio_plan.pdf

