

มองเศรษฐกิจชีวภาพ ในประเทศไทย



เอกสารบรรยายสรุป

เมย์ ทาซิน ออง

บทสรุป

ประเทศไทยได้สนับสนุนเศรษฐกิจชีวภาพโดยมีเป้าหมายที่จะหลุดพ้นจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง และลดความไม่เท่าเทียมทางสังคมและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป้าหมายเหล่านี้ได้รับการสื่อสารผ่านเอกสารทางนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาประเทศและแผนพัฒนาเฉพาะด้าน

รัฐบาลได้สร้างความร่วมมือกับผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมอ้อยและมันสำปะหลังในกระบวนการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพนี้ (Aung et al., 2020) อ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชหลักที่ใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพเนื่องจากประเทศไทยมีผลผลิตทั้งสองชนิดนี้จำนวนมาก และพืชทั้งสองนี้ยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงได้ อย่างไรก็ตาม ข้อกังวลต่างๆ ในทางกฎระเบียบ สิ่งแวดล้อม และสังคมควรได้รับการพิจารณาเช่นเดียวกันเพื่อให้การพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพสามารถบรรลุเป้าหมายในด้านความเสมอภาคและความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมได้

เศรษฐกิจชีวภาพคืออะไร

คณะกรรมการการยุโรปได้นิยามเศรษฐกิจชีวภาพไว้ว่า “การผลิตวัตถุดิบชีวภาพที่หมุนเวียนได้ และเปลี่ยนวัตถุดิบและของเหลือจากวัตถุดิบเหล่านั้นเป็นสินค้าที่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น อาหาร วัตถุดิบตั้งต้น และผลผลิตจากฐานชีวภาพและเชื้อเพลิงชีวภาพ (bioenergy) (European Commission, 2012, p. 3)” ในประเทศไทย เศรษฐกิจชีวภาพยังให้ความสำคัญกับการใช้และแปรรูปทรัพยากรที่หมุนเวียนได้ให้เป็นผลผลิตที่มีมูลค่าเพิ่มได้เช่นเดียวกัน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนได้ให้ความหมายของเศรษฐกิจชีวภาพไว้ว่า “การผลิตและแปรรูปทรัพยากรที่หมุนเวียนได้เป็นผลผลิตทางเลือก เช่น อาหารและแหล่งพลังงาน” (Thailand Board of Investment, 2019a, p. 5)

รูปภาพ (ด้านบน) โดย

© เมย์ ทาซิน ออง

ประเทศไทยยังส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียนเป็นแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจทางเลือกที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มในแต่ละขั้นของกระบวนการผลิตและบริการ (Thailand Board of Investment, 2019b) อย่างไรก็ตาม เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจชีวภาพแตกต่างกันในทาง

หลักการ เนื่องจากเศรษฐกิจหมุนเวียนให้ความสำคัญกับการทำให้วงจรการผลิตสมบูรณ์และลดของเสีย ในขณะที่เศรษฐกิจชีวภาพให้ความสำคัญกับการสร้างมูลค่า นวัตกรรม และการพัฒนาแนวทางดั้งเดิมในแต่ละภาคส่วนการผลิต

วิสัยทัศน์ของรัฐบาลไทยในด้านเศรษฐกิจชีวภาพ

วิสัยทัศน์ของรัฐบาลไทยในด้านเศรษฐกิจชีวภาพมีรากฐานจากความต้องการทำให้การเกษตรทันสมัยผ่านการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบ โดยเกษตรกรจะสามารถสร้างรายได้ให้กับเศรษฐกิจท้องถิ่นได้มากขึ้นผ่านการเปลี่ยนทรัพยากรชีวภาพ เช่น ป่าไม้หรือประมง ให้เป็นสินค้าและบริการ ซึ่งในมุมมองของรัฐบาลไทย การดำเนินการเช่นนี้จะสามารถทำให้ประเทศไทยหลุดพ้นจากการเป็นประเทศรายได้ปานกลาง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อประเทศหนึ่ง ๆ มีสถานะเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลาง แต่ไม่สามารถสร้างรายได้ที่มากขึ้นเพื่อนำพาประเทศไปสู่สถานะรายได้สูงได้ (Oxford Business Group, 2018)

นอกจากเป้าหมายในด้านเศรษฐกิจและการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพแล้ว แนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพของไทยยังมุ่งลดความเหลื่อมล้ำและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม วิสัยทัศน์นี้ถูกระบุอย่างชัดเจนในคำอธิบายถึงเศรษฐกิจชีวภาพในแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ว่า “...มุ่งเน้นการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจให้เติบโตและมีความเป็นธรรมบนความสมดุลของฐานทรัพยากรธรรมชาติและคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีด้วยเศรษฐกิจฐานชีวภาพ นำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิต เพิ่มความเป็นธรรมทางสังคม สามารถลดความเสี่ยงของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและลดปัญหาความขาดแคลนของทรัพยากรลงได้...” National Strategy Secretariat Office, 2018, p. 51)

รัฐบาลไทยได้กำหนดพืชหลักซึ่งรวมถึงอ้อยและมันสำปะหลังสำหรับการดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายดังกล่าว ทั้งอ้อยและมันสำปะหลังได้รับการเลือกเป็นพืชหลักเนื่องจากประเทศไทยมีผลผลิตทั้งสองชนิดนี้จำนวนมาก และยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลผลิตที่มีมูลค่าเพิ่ม ตั้งแต่พลาสติกชีวภาพ (จากแป้งมันสำปะหลัง) ไปจนถึงเชื้อเพลิงชีวภาพ (จากอ้อยและมันสำปะหลัง) ได้ (Thai Ministry of Industry, 2018)

แม้ว่าประเทศไทยจะมุ่งพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพทั้งในระดับอุตสาหกรรมและระดับท้องถิ่น แต่เศรษฐกิจชีวภาพในระดับอุตสาหกรรมโดยเฉพาะในภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอ้อยและมันสำปะหลังมักได้รับการพัฒนาอย่างก้าวหน้ามากกว่าระดับท้องถิ่น เนื่องจากมีโครงสร้างทางนโยบายที่รองรับทั้งในด้านการวิจัยและพัฒนา ไปจนถึงด้านการเงินและความพร้อมของระบบโครงสร้างพื้นฐานอื่น (Chiengkul, 2019)

นโยบายที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชีวภาพในปัจจุบัน

แม้ประเทศไทยจะยังไม่มีเอกสารเชิงนโยบายที่กล่าวถึงยุทธศาสตร์หรือวิสัยทัศน์การพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ แต่เอกสารในระดับชาติและเอกสารเฉพาะภาคส่วนกล่าวถึงวิสัยทัศน์การพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพของประเทศไทย

ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงซึ่งเป็นพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตรเป็นรากฐานสำคัญของยุทธศาสตร์การพัฒนา ประเทศไทยนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ปรัชญานี้ส่งเสริมหลักของการ “มีความพอประมาณ ภูมิคุ้มกัน และมีภูมิคุ้มกัน” ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดของเศรษฐกิจชีวภาพ (Thailand National Economic and Social Development Board, 2017, p. 103) ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงยังให้ความสำคัญกับความเสมอภาคทางสังคมและแง่มุมด้านสิ่งแวดล้อมต่อการพัฒนา เช่น ความยั่งยืนและความสามารถในการฟื้นตัวจากการเปลี่ยนแปลง เพื่อพัฒนาความเป็นอยู่และสวัสดิการของประชาชน (Mongsawad, 2010)

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12

เศรษฐกิจชีวภาพมีเป้าหมายด้านความเสมอภาคทางสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเป้าหมายดังกล่าวได้รับการระบุในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 12 ซึ่งกล่าวว่า ประเด็นความเท่าเทียมทางรายได้ การเข้าถึงกระบวนการยุติธรรม และบริการสาธารณะ เป็นปัญหาเร่งด่วนที่เกี่ยวข้องกับความเท่าเทียม แผนดังกล่าวนี้ยังมีเป้าหมายเฉพาะในการลดความยากจน เพิ่มโอกาสให้ประชาชนผู้ไม่มีที่ดินสามารถเป็นเจ้าของที่ดิน และส่งเสริมความสามารถในการพึ่งตัวเองได้ในทางเศรษฐกิจ (Thailand National Economic and Social Development Board, 2017, p. 103)

นโยบายประเทศไทย 4.0

นโยบายประเทศไทย 4.0 ที่เริ่มนำมาใช้ในปี พ.ศ. 2559 เป็นยุทธศาสตร์การพัฒนาเฉพาะภาคส่วนของรัฐบาลไทยที่มุ่งยกระดับประเทศไทยออกจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง ด้วยการพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย 10 ด้านที่เรียกว่า อุตสาหกรรม S-curve ซึ่งรวมถึงภาคส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชีวภาพ ทั้งอาหารแห่งอนาคต พลังงานชีวภาพ เคมีชีวภาพ และการดูแลสุขภาพ ยุทธศาสตร์ดังกล่าวนี้ยังเกี่ยวเนื่องกับการพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) การศึกษา การปฏิรูปภาษี และโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัล (Thailand Board of Investment, 2016)

โครงสร้างในทางสถาบันและการอภิบาลเศรษฐกิจชีวภาพ

ผู้มีส่วนได้เสียที่เป็นตัวแทนของรัฐบาล องค์กรการค้า และอุตสาหกรรมต่างมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเชิงนโยบายและการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ ในภาครัฐนั้น ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลักได้แก่สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมภายใต้กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นผู้ออกนโยบายและประสานงานระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในเศรษฐกิจชีวภาพ ส่วนในภาคการวิจัยและการพัฒนา สำนักงานนโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมในสังกัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมเป็นหน่วยงานระดับนโยบายที่รับผิดชอบ

ขอรับการสนับสนุนทุนวิจัย (Aung et al., 2020).

กลไกการร่วมทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนที่ได้รับการส่งเสริมในยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เนื่องจากเป็นกลไกที่สนับสนุนความเชี่ยวชาญของแต่ละภาคส่วนในการพัฒนา คณะกรรมการประสานและขับเคลื่อนนโยบายสานพลังประชารัฐได้รับการแต่งตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน ปี พ.ศ. 2558 โดยสอดคล้องกับโครงการประชารัฐ ซึ่งส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน การเงิน และองค์กรวิจัยในการพัฒนาเศรษฐกิจไทย (Public Relations Department, 2017)

ความสำคัญของอ้อย

อ้อยเป็นผลผลิตที่สำคัญเนื่องจากมีจำนวนมากและสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลผลิตที่มีมูลค่าเพิ่มในเศรษฐกิจชีวภาพเช่นพลังงานชีวภาพและเคมีชีวภาพได้ ผลผลิตพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล เช่นชานอ้อยและกากอ้อย สามารถนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าในขนาดย่อมและเป็นสารตั้งต้นสำหรับการผลิตไบโอเอทานอล (Silertruksa et al., 2015) แม้ว่าสัดส่วนอ้อยส่วนใหญ่จะอยู่ในอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย อ้อยราว 1-6% ยังถูกใช้ในอุตสาหกรรมผลิตไบโอเอทานอลและคิดเป็นสัดส่วนถึง 30% ของปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ในไทย (Manivong and Bourgois, 2017)

ห่วงโซ่การผลิตอ้อยนั้นมีส่วนเกี่ยวข้องตั้งแต่เกษตรกร โรงงานน้ำตาล และผู้แปรรูปอ้อย ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเหล่านี้เป็นผู้ผลิต แปรรูป และกระจายอ้อย หน่วยงานที่มีอำนาจในทางนโยบาย คือสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายในสังกัดสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมเป็นผู้กำหนดมาตรฐาน ราคา และแนวทางการศึกษาวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมนี้ทั้งในระดับภูมิภาคและระดับชาติ (Manivong and Bourgois, 2017) แผนภาพดังต่อไปนี้แสดงถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผลผลิตบางส่วนภายใต้ห่วงโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมอ้อยในเศรษฐกิจชีวภาพของประเทศไทย

อย่างไรก็ดี ในอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายนี้ยังมีอุปสรรคต่อการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เช่น พ.ร.บ. อ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527 ที่ห้ามไม่ให้มีการนำน้ำอ้อยไปผลิตเป็นผลผลิตอย่างอื่นนอกเหนือจากน้ำตาล ด้วยเหตุนี้ เกษตรกรจึงใช้น้ำอ้อยและกากน้ำตาลในการผลิตเอทานอลแทนการใช้น้ำอ้อยโดยตรง (Chaya et al., 2019; Silertruksa et al., 2015)

แง่มุมในทางสังคมและสิ่งแวดล้อมของการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ

ข้อกังวลหลักด้านสิ่งแวดล้อมในการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพเกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำและที่ดิน ประการแรกในส่วนของการครอบครองพื้นที่การเกษตร พืชพลังงานอย่างอ้อยและมันสำปะหลังต้องแข่งขันกับพืชเช่นข้าวในการครอบครองพื้นที่การเกษตรที่มีจำกัด (Chutharatkul, 2019). นอกจากนี้ ยังมีประเด็นเรื่องคุณภาพที่ดิน กรมพัฒนาที่ดินรายงานว่า มีที่ดินเหลือเพียง 0.37 ล้านเฮกตาร์ในประเทศไทยที่เหมาะสมกับการปลูกอ้อย ซึ่งจะจำกัดทางเลือกสำหรับการขยายพื้นที่เพาะปลูกในอนาคต (Chaya et al., 2019)

ประการที่สองคือการขาดแคลนน้ำ ปัจจัยหลักในการผลิตอ้อยและมันสำปะหลังให้ได้ผลดีคือน้ำจืดที่เพียงพอ (Pingmuanglek et al., 2017; Silalertruksa and Gheewala, 2018) ปัจจุบัน พื้นที่ปลูกอ้อยของไทยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางใช้น้ำฝนเป็นหลัก มีพื้นที่เพียง 10% เท่านั้นที่มีระบบชลประทาน นอกจากนี้ อ้อยยังอ่อนไหวต่อภัยแล้ง ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตลดลงถึง 11% เมื่อปี พ.ศ. 2558-2559 (Manivong and Bourgois, 2017) ท้ายที่สุดนี้ การพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพยังทำให้เกิดผลกระทบทางสังคม งานวิจัยหลายชิ้นระบุว่า ความไม่เท่าเทียมทางรายได้ครัวเรือนและความเสี่ยงทางสุขภาพที่มากขึ้น เป็นผลกระทบทางสังคมต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่การผลิตของเศรษฐกิจชีวภาพ เช่น ในงานวิจัยของ Prasara-A & Gheewala (2016) พบว่าคนงานในไร่อ้อยได้รับค่าแรงน้อยกว่า 300 บาทต่อวันซึ่งเป็นอัตราขั้นต่ำของประเทศ (Prasara-A and Gheewala, 2018) งานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งของ Intarapoom et al (2018) ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนจากการทำนาเป็นไร่อ้อยต่อความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือน ซึ่งผลการวิจัยระบุว่า ครัวเรือนที่ทำไร่อ้อยมีความมั่นคงทางอาหารสำหรับบริโภคและมีระดับโภชนาการต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับครัวเรือนที่ทำนา (Intarapoom et al., 2018)

ผลกระทบทางสังคมเหล่านี้สามารถส่งผลต่อเนื่องโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อม การขาดแคลนแรงงานและค่าต้นทุนที่สูง เป็นเหตุผลหลักที่ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องเลือกที่จะเผาไร่อ้อย เพราะการตัดอ้อยสดนั้นต้องการจำนวนแรงงานมากกว่าการเผาไร่อ้อย ซึ่งการเผาไร่อ้อยจะก่อให้เกิดควันไฟจากการเผาไหม้ที่เป็นมลพิษทางอากาศ โดยส่งผลให้เกิดการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ และการพังทลายของหน้าดิน

การอภิปรายผล

ประเทศไทยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพไปสู่ความเท่าเทียมทางสังคมและความยั่งยืน ในการที่จะประสบความสำเร็จได้นั้น จะต้องเกิดจากการร่วมมือของภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในห่วงโซ่คุณค่าของมันสำปะหลังและอ้อย นับตั้งแต่เกษตรกรรายย่อยขนาดเล็กไปจนถึงโรงงานขนาดใหญ่ ซึ่งความครอบคลุมทางสังคมและการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนล้วนมีความสำคัญอย่างมากต่อการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากทรัพยากรทางชีวภาพดังกล่าว

การทำความเข้าใจต่อมุมมองที่แตกต่างกันของแต่ละภาคส่วนในประเด็นของความเท่าเทียมและความยั่งยืน จะช่วยให้รัฐบาลไทยสามารถออกแบบนโยบายและโครงการอย่างเหมาะสม เพื่อที่จะนำพาประเทศไทยไปสู่ความเท่าเทียมและความยั่งยืนได้ในอนาคต

รายละเอียดเกี่ยวกับสถาบันสิ่งแวดล้อมสต็อกโฮล์ม (Stockholm Environment Institute: SEI)

สถาบันสิ่งแวดล้อมสต็อกโฮล์มเป็นสถาบันเพื่อการวิจัยและนโยบายนานาชาติไม่แสวงผลกำไรที่ทำงานเกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา งานวิจัยด้านเศรษฐกิจชีวภาพในประเทศไทยของสถาบันสิ่งแวดล้อมสต็อกโฮล์มมุ่งทำความเข้าใจแง่มุมต่าง ๆ ของเศรษฐกิจชีวภาพและสนับสนุนแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพอย่างเสมอภาคและยั่งยืน

ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณต่อ เบญจลักษณ์ เด่นดวง และ พิมลพร จินตฤทธิ์ สำหรับความช่วยเหลือในงานวิจัยชิ้นนี้

อ้างอิง

- Aung, M.T., Nguyen, H., Denduang, B., 2020. Power and influence in the development of Thailand's bioeconomy: A critical stakeholder analysis (Discussion Brief). SEI, Stockholm.
- Chaya, W., Jesdapipat, S., Tripetchkul, S., Santitaweeroek, Y., Gheewala, S.H., 2019. Challenges and pitfalls in implementing Thailand's ethanol plan: Integrated policy coherence and gap analysis. *Energy Policy* 132, 1050–1063.
- Chiengkul, P., 2019. Uneven development, inequality and concentration of power: a critique of Thailand 4.0. *Third World Q.* 1–23. <https://doi.org/10.1080/01436597.2019.1612739>
- Chutharatkul, C., 2019. Thailand Tapioca Development Institute. Interviewed by Benjaluck Denduang on May 30, 2019.
- European Commission, 2012. Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe, Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. European Commission, Brussels.
- Intarapoom, I., Srisompun, O., Sinsiri, N., 2018. Impacts of Sugarcane Farmland Expansion towards Food Security among Sugarcane-farming Households in Khon Kaen Province, Thailand. *Adv. J. Soc. Sci.* 4, 11–17. <https://doi.org/10.21467/ajss.4.1.11-17>
- Manivong, P., Bourgois, E., 2017. White Paper: Thai Sugarcane Sector and Sustainability. FairAgora Asia Co Ltd, Bangkok.
- Mongsawad, P., 2010. The philosophy of the sufficiency economy: a contribution to the theory of development. *Asia-Pac. Dev. J.* 17, 123–143. <https://doi.org/10.18356/02bd5fb3-en>
- National Strategy Secretariat Office, 2018. Thailand 20-year National strategy (2018-2037).
- Oxford Business Group, 2018. Economic indicators and development strategies contribute to a positive outlook for Thailand in 2018, The Report: Thailand. Oxford Business Group.
- Pingmuanglek, P., Jakrawatana, N., Gheewala, S.H., 2017. Freshwater use analysis of cassava for food feed fuel in the Mun River basin, Thailand. *Int. J. Life Cycle Assess.* 22, 1705–1717. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1286-y>
- Prasara-A, J., Gheewala, S.H., 2018. Applying Social Life Cycle Assessment in the Thai Sugar Industry: Challenges from the field. *J. Clean. Prod.* 172, 335–346. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.120>

-
- Silalertruksa, T., Gheewala, S.H., 2018. Land-water-energy nexus of sugarcane production in Thailand. J. Clean. Prod. 182, 521–528. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.085>
- Silalertruksa, T., Gheewala, S.H., Pongpat, P., 2015. Sustainability assessment of sugarcane biorefinery and molasses ethanol production in Thailand using eco-efficiency indicator. Appl. Energy 160, 603–609. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.08.087>
- Thai Community Development Department, 2018. Summary of Grassroot Economy and Pracharat Initiative development in Samutsakorn province.
- Thai Ministry of Industry, 2018. Thailand Bio-industry Development Measures 2018-2027.
- Thailand Board of Investment, 2019a. Thailand's Bio-economy. Thailand Board of Investment, Bangkok.
- Thailand Board of Investment, 2019b. Circular economy: shaping a sustainable future (Thailand Investment Review). Thailand Board of Investment, Bangkok.
- Thailand Board of Investment, 2016. Bioeconomy as Execution Model for Thailand 4.0.
- Thailand National Economic and Social Development Board, 2017. Twelfth National Economic and Social Development Plan (2017-2021). Office of the National Economic and Social Development Board, Bangkok.
- Thailand National Economic and Social Development Board, 2017. Twelfth National Economic and Social Development Plan (2017-2021). Office of the National Economic and Social Development Board, Bangkok.



ข้อมูลการติดต่อ

เมย์ ทาซิน ออง (May Thazin Aung)

ผู้จัดการโครงการ

สถาบันสิ่งแวดล้อมสต็อกโฮล์มแห่งเอเชีย

กรุงเทพฯ ประเทศไทย

may.aung@sei.org

เว็บไซต์: sei.org

ทวิตเตอร์: @SEIresearch

@SEIclimate