แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม เพื่อขับเคลื่อนยุทธศาสตร์เศรษฐกิจชีวภาพ

Development of Bio-Industry to Drive the Bio-Economy Policy Corruption Problems and Solutions

นายปฏิภาณ สุคนธมาน
ประธานเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ กลุ่มธุรกิจปิโตรเคมีขั้นปลาย
บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)

Mr. Patiparn Sukorndhaman
Chief Operating Officer - Downstream Petrochemical Business
E-mail: patiparn.s@pttgcgroup.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปและปัญหาของอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม และเพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยอย่างยั่งยืน ดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพโดยศึกษาข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิจากแหล่งต่าง ๆ และสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมมีบทบาทที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ด้วยการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตผลทางการเกษตรด้วยกระบวนการทางชีวภาพให้เป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งเชื้อเพลิงชีวภาพ (Bio-Fuels) เคมีชีวภาพ (Bio-Chemicals) และพลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastics) ลักษณะสำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในประเทศต่าง ๆ คือ การมีทำเลที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมอยู่ในบริเวณเดียวกันและอยู่ใกล้กับแหล่งวัตถุดิบชีวภาพ วางแผนและใช้ประโยชน์วัตถุดิบชีวภาพให้ได้ประโยชน์สูงสุด การพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย กรณีศึกษาจังหวัดนครสวรรค์ แสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมเป็นกลไกสำคัญที่จะช่วยขับเคลื่อนยุทธศาสตร์เศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy) ซึ่งเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์ที่สำคัญของประเทศไทยให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม เป็นการใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มจากอ้อยที่เป็นพืชเศรษฐกิจตามแนวนโยบาย รวมถึงการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมจากการผลิตและใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ ส่งเสริมให้มีการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีวภาพในประเทศอย่างต่อเนื่อง อันจะส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ระดับชุมชนถึงระดับประเทศได้อย่างยั่งยืน และเป็นกรณีตัวอย่าง (Showcase) กระตุ้นให้เกิดการลงทุนอุตสาหกรรมชีวภาพในลักษณะใกล้เคียงกันในอนาคต งานวิจัยนี้ได้จัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่สำคัญและจำเป็นต่อการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม ทั้งมาตรการส่งเสริมการลงทุนและมาตรการสร้างอุปสงค์ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเพื่อให้เศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy) เกิดขึ้นในประเทศไทยอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: อุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม, เศรษฐกิจชีวภาพ, อ้อย, ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ

ABSTRACT

The objectives of this research were to study state and problems of bio-industry, and to propose a sustainable development of bio-industry in Thailand. This research employed qualitative approach by analyzing primary and secondary information, and interviewing stakeholders that involved in developing bio-industry in Thailand. The results show that bio-industry has an important role for sustainable development, by adding values to agricultural products with bio-processes, to achieve environmental-friendly bio-products, including bio-fuels, bio-chemicals and bio-plastics. Important characteristics for developing bio-industries are; close promixity of bio-industrial plants within the same area that close to biomass source, integrative planning and operating to maximize biomass utilization. Bio-complex development in Thailand is in Nakhonsawan Province shows that bio-complex is an important mechanism to drive the Government's bio-economy policy into success, by utilising sugarcane as a key feedstock, sustaining environment by using bio-products, continuously encouraging research and development bio-products. All of which contributes to sustainable economic, social, and environmental development. Bio-Complex will also be a showcase to encourage and attract further investment in bio-industry. This research also proposes policy recommendations that important and critical to drive the development of bio-industry, both investment incentives and demand-creating incentives, in order that the bio-economy can be sustained in Thailand.

Keywords: Bio-Industry, Bio-Economy, Sugarcane, Bio-Products

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมเคมี (Chemical Industry) เป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานที่สำคัญสำหรับโครงสร้างอุตสาหกรรม เพราะสารเคมีเป็นผลิตภัณฑ์ต้นน้ำ (Upstream Products) ที่นำไปใช้ต่อยอดในอุตสาหกรรมกลางน้ำและปลายน้ำต่าง ๆ ช่วยสร้างเสถียรภาพของอุตสาหกรรม โดยทั่วไปอุตสาหกรรมเคมีใช้วัตถุดิบหลักจากแหล่งฟอสซิล (Fossil) เช่น น้ำมันดิบ (Crude Oil) และก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) ซึ่งมีข้อจำกัดจากการเป็นแหล่งวัตถุดิบประเภทที่ใช้แล้วหมดไป (Exhaustible Sources) และเมื่อผลิตภัณฑ์ถูกใช้งานเสร็จสิ้นแล้วจะย่อยสลายได้ยากด้วยกระบวนการธรรมชาติ ดังนั้นจึงได้มีการพยายามพัฒนาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีกระบวนการผลิตสารเคมีจากทางเลือกอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมเคมีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (Environmental-Friendly Industry)

ประเทศไทยมีพื้นฐานโครงสร้างเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ ทั้งอุตสาหกรรมพื้นฐาน และอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ดังนั้น การพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Industry) ในประเทศไทยนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มขึ้นในประเทศและส่งผลโดยตรงต่อ GDP ของประเทศ ภาคการเกษตรจะได้รับประโยชน์โดยตรงจากการที่ผลผลิตทางการเกษตรมีปริมาณการใช้ในประเทศ (Domestic Consumption) เพิ่มมากขึ้น ลดความเสี่ยงและผลกระทบจากกลไกการค้าระหว่างประเทศและสภาพเศรษฐกิจของตลาดโลก ส่งผลดีต่อทั้งเกษตรกร ชุมชน เศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีความพร้อมในการลงทุน มีเทคโนโลยีกระบวนการผลิตเคมีชีวภาพหลายด้าน อย่างไรก็ดี ลักษณะที่แตกต่างนี้ส่งผลให้การพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมมีความท้าทายที่แตกต่างจากอุตสาหกรรมทั่วไป และต้องการบทบาทหลายภาคส่วนในการพัฒนา

การพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Industry) เป็นรูปแบบการดำเนินการอุตสาหกรรมที่มีการศึกษา ออกแบบและเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value-Added) ของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอย่างต่อเนื่อง และอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแปรสภาพผลผลิตการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและกระบวนการทางชีวภาพ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สำคัญ อาทิ พลังงานชีวภาพ (Bio-Energy) สารเคมีจากชีวภาพ (Bio-Chemicals) พลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastics) ซึ่งอุตสาหกรรมประเภทนี้หากมีการบูรณาการของห่วงโซ่ต่าง ๆ ที่ต่อเนื่องภายในบริเวณพื้นที่เดียวกันจะเรียกว่า นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาสภาพทั่วไปของอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Industry) รวมถึงปัญหาอุปสรรคของการดำเนินงานดังกล่าว และเพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทยอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปและปัญหาของอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Industry)
2. เพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยอย่างยั่งยืน

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์กระบวนการ รูปแบบการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมจากแหล่งต่อไปนี้

แหล่งทุติยภูมิ โดยศึกษาทฤษฎี หลักการ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ทั้งจากแหล่งทุติยภูมิ จากฐานข้อมูล (Subscribed Databases) เอกสาร ตำรา บทความวิชาการ งานวิจัยต่าง ๆ (Publications)

แหล่งปฐมภูมิ โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) กับผู้ที่มีบทบาทและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholders) จำนวน 10 คน ประกอบด้วยผู้บริหารกรรมการบริษัทที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม ผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ ที่มีความรู้ความเข้าใจ มีประสบการณ์โดยตรงกับอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Context Analysis) และสังเคราะห์ผลที่ได้เพื่อให้เห็นปัจจัยและองค์ประกอบที่สำคัญ ใช้การพรรณนา (Description) มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ พิจารณาถึงการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อม ผลกระทบที่การพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ (Bio-Industry) ที่มีต่อการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์เศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy)

ผลการวิจัย

เพื่อให้ทิศทางการพัฒนามีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น รัฐบาลได้กำหนดอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ (S-Curve) จากการกำหนดนโยบายดังกล่าวจะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Bio-Fuels and Bio Chemicals) จะเป็นส่วนสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy) ให้เกิดขึ้น แม้ว่าประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารที่สำคัญของโลก แต่ส่วนใหญ่อยู่ในรูปวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ขั้นต้นที่มีมูลค่าเพิ่มไม่มาก และมักประสบปัญหาราคาผันผวนตามปริมาณผลผลิตและความต้องการของตลาด ในขณะที่ประเทศไทยมีการนำเข้าสารเคมี วัสดุและพลังงานเป็นมูลค่าสูง ดังนั้น เพื่อให้ประเทศไทยจำเป็นต้องพัฒนาเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบทางการเกษตรปรับเปลี่ยนไปสู่ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มอุตสาหกรรมชีวภาพในด้านต่าง ๆ เช่น อาหาร ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ พลังงาน วัสดุชีวภาพ สารเคมีและยา ที่มีแนวโน้มความต้องการของตลาดเพิ่มขึ้น ล้วนเป็นบทบาทที่สำคัญของเศรษฐกิจชีวภาพ

นโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy)

เน้นการพัฒนาจากเศรษฐกิจฐานเกษตรกรรม เนื่องจากประเทศไทยมีศักยภาพในการเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ของอาเซียน เพราะมีความได้เปรียบในเรื่องวัตถุดิบและความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการเตรียมตัวเพื่อรองรับภาวะโลกร้อนในอนาคต และการปฏิบัติตามข้อกำหนดที่เป็นอุปสรรคทางการค้าที่ไม่ใช่มาตรการทางภาษี (Non-Tariff Barriers: NTBs) ในด้านสิ่งแวดล้อม จากที่ภาครัฐได้กำหนดให้การพัฒนาคลัสเตอร์อุตสาหกรรมแห่งอนาคต (New S-Curve) เป็นกลไกในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต โดยผลักดันให้นโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ เป็นเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-Based Economy) ที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าฐานเกษตรกรรมของประเทศ ประกอบกับประเทศไทยมีศักยภาพที่จะก้าวขึ้นเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมของอาเซียน เนื่องจากมีข้อได้เปรียบในเรื่องวัตถุดิบและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพนี้กำหนดให้มันสำปะหลังและอ้อย ซึ่งเป็นสินค้าเกษตรที่ส่งออกเป็นอันดับ 1 และ 2 ของโลก เป็น “พืชนำร่อง” ในการแปรรูปสู่ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายตลอดโซ่คุณค่า (Value Chain) สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลการเกษตร ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ สร้างโอกาสในการเติบโตของอุตสาหกรรมต่อเนื่อง และนำไปสู่การพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืน

ชีวมวลในประเทศไทย

ประเทศไทยถือว่ามีความพร้อมของวัตถุดิบทางการเกษตรในการนำมาเปลี่ยนเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัตถุดิบในกลุ่มแป้งและน้ำตาล ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์น้ำตาลและมันสำปะหลังที่สำคัญของโลก มีปริมาณผลผลิตอ้อยประมาณ 100 ล้านตันต่อปี ใช้เพื่อผลิตน้ำตาลเพื่อการบริโภคในประเทศ ใช้ในอุตสาหกรรมและการส่งออก มีกากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล 4.3 ล้านตันต่อปี กากน้ำตาลครึ่งหนึ่งถูกนำมาใช้ในการผลิตเอทานอล ในขณะเดียวกันประเทศไทยมีศักยภาพในการเพิ่มปริมาณผลผลิต ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหรือการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ เพื่อเพิ่มเสถียรภาพทั้งในเชิงปริมาณและราคาวัตถุดิบ เพื่อให้อุตสาหกรรมชีวภาพมีต้นทุนต่ำลงและแข่งขันได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2559) ผลิตผลทางการเกษตรเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ประกอบไปด้วย

1. วัตถุดิบกลุ่มที่ 1 หรือที่มีชื่อเรียกสากลว่า 1st Generation Feedstock คือ กลุ่มผลิตภัณฑ์หลักทางการเกษตร ซึ่งสำหรับประเทศไทยวัตถุดิบที่มีศักยภาพสูง ได้แก่ น้ำตาล (Sugar) และแป้งมันสำปะหลัง (Cassava Starch) เนื่องจากมีต้นทุนที่แข่งขันได้เชิงพาณิชย์ โดยใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน และวัตถุดิบทั้งสองประเภทเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณมากพอและผลิตได้อย่างต่อเนื่องภายในประเทศไทย

2. วัตถุดิบกลุ่มที่ 2 หรือที่มีชื่อเรียกสากลว่า 2nd Generation Feedstock คือ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ชานอ้อย (Bagasse) และฟางข้าว (Rice Straw) วัตถุดิบชีวมวลกลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมนั้นลดต่ำลงได้อย่างมีนัยสำคัญ ด้วยการนำวัสดุเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด นอกเหนือจากการนำไปเป็นเชื้อเพลิง

วัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ได้จากภาคเกษตรกรรม ซึ่งวัตถุดิบเหล่านี้ยังมีความผันผวนทั้งทางด้านราคาและอุปทานของวัตถุดิบ ขาดความชัดเจนในการบริหารจัดการสำหรับการใช้วัตถุดิบเพื่อเป็นอาหาร ขาดการวางแผน พัฒนา เพิ่มผลผลิต และเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด การจัดสรรให้เหมาะสมเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและสารเคมี (Food vs. Feed) นอกจากนี้ยังมีความไม่แน่นอนจากปัจจัยเศรษฐกิจและการเมือง การวางแผนและบริหารจัดการเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบชีวมวลจะส่งผลให้ความต้องการใช้วัตถุดิบในกลุ่มนี้เติบโตอย่างก้าวกระโดด และสามารถแข่งขันได้กับวัตถุดิบเคมีและพลาสติกทั่วไปจากแหล่งปิโตรเลียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทคโนโลยีการผลิตทางชีวภาพมีความพร้อมมากขึ้น

อุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Industry)

อุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Industry) เป็นรูปแบบการดำเนินการอุตสาหกรรมที่มีการศึกษาออกแบบ และเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value-Added) ของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ โดยแปรสภาพผลผลิตการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและกระบวนการทางชีวภาพเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สำคัญ อาทิ พลังงานชีวภาพ (Bio-Energy) สารเคมีจากชีวภาพ (Bio-Chemicals) พลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastics) ซึ่งหากมีการบูรณาการของห่วงโซ่ต่าง ๆ ที่ต่อเนื่องภายในบริเวณพื้นที่เดียวกัน จะเรียกว่านิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex)

พลังงานชีวภาพ (Bio-Energy)

อุตสาหกรรมได้มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษซากวัสดุจากการเกษตรกรรม และผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาให้เกิดประโยชน์ให้มากที่สุด วัตถุประสงค์หลักอันหนึ่งคือ การนำมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน ทั้งเป็นการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบอุตสาหกรรม หรือการเพิ่มมูลค่าโดยการกลั่นและ

ใช้กระบวนการชีวภาพเพื่อเปลี่ยนให้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างแพร่หลายในวงกว้าง เพื่อให้เกิดการผลิตและการใช้ในปริมาณมาก อันจะส่งผลให้ต้นทุนการลงทุนและการดำเนินงานต่ำและแข่งขันกับเชื้อเพลิงทั่วไปได้

ผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้รับการพัฒนาเทคโนโลยีและได้รับการยอมรับทั้งเชิงนโยบายและจากผู้บริโภคก็คือ ไบโอดีเซล (Bio-Diesel) ที่สามารถผลิตได้จากน้ำมันในพืช เช่น ปาล์ม สบู่ดำ สาหร่ายเซลล์เดียว และอื่น ๆ หรือจากไขมันสัตว์ ไบโอดีเซลนั้นสร้างขึ้นมาจากกระบวนการเปลี่ยนกลุ่มเอสเทอร์ (Trans-Esterification) ของกรดไขมัน (Fatty Acids) ที่มีอยู่ในวัตถุดิบ เปลี่ยนไปสู่เมทิลเอสเทอร์ (Methyl-Ester) สามารถนำไปใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์ และมีการทดสอบเพื่อใช้ในรถไฟและเครื่องบิน

เคมีชีวภาพ (Bio-Chemicals)

กระบวนการแปรสภาพชีวมวล หรือวัตถุดิบที่ได้จากพืชเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ สารเคมี และพลาสติกชีวภาพ ด้วยกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น กระบวนการหมัก การเร่งปฏิกิริยาด้วยเอนไซม์ กระบวนการทางวิศวกรรมเคมี เช่น กระบวนการทางเคมีความร้อน โดยใช้การเร่งปฏิกิริยาทางเคมี ในการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ จะพิจารณาศักยภาพตั้งแต่การมีวัตถุดิบทางการเกษตรที่หลากหลาย การมีอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ และสารเคมีที่มีความเข้มแข็ง การพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพจึงได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในด้านการเป็นอุตสาหกรรมการผลิตที่มีความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพ และลดการพึ่งพาการผลิตผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมในปัจจุบัน

พลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastics)

พลาสติก (Plastics) หมายถึงสารประกอบอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นใช้แทนวัสดุธรรมชาติ บางชนิดเมื่อเย็นก็แข็งตัว เมื่อถูกความร้อนก็อ่อนตัว บางชนิดแข็งตัวถาวร อย่างไรก็ดี การแพร่หลายและการใช้งานทำให้พลาสติกเป็นปัญหากับสิ่งแวดล้อม การย่อยสลายใช้เวลานาน มีสะสมในสภาพแวดล้อม ทำให้ดินเสื่อมคุณภาพ การเผาทำลายก่อให้เกิดมลพิษในอากาศ พลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastics) ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญมากของอุตสาหกรรมชีวภาพ นอกจากจะเป็นการใช้ประโยชน์วัตถุดิบจากแหล่งธรรมชาติ สร้างมูลค่าเพิ่มในโซ่อุปทาน ยังเป็นการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมในระยะยาว พลาสติกชีวภาพที่เป็นที่รู้จักทั่วไป คือพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ (Bio-Degradable Plastics) เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาวัสดุสำหรับการใช้งานเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทั้งในด้านวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และกระบวนการกำจัด โดยพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้นั้นผลิตมาจากวัตถุดิบที่สามารถผลิตทดแทนขึ้นใหม่ได้ในธรรมชาติ (Renewable Resources) ใช้พลังงานในกระบวนการผลิตต่ำ และสามารถย่อยสลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำได้ด้วยจุลินทรีย์ในธรรมชาติภายหลังจากการใช้งาน โดยพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้นั้นจะมีคุณสมบัติในการใช้งานได้เทียบเท่าพลาสติกจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแบบดั้งเดิม (Commodity Plastics) และสามารถทดแทนการใช้งานที่มีอยู่ได้

เทคโนโลยีชีวภาพ

อุตสาหกรรมเคมีชีวภาพและอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ เป็นอุตสาหกรรมที่เป็นส่วนเชื่อมต่อในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมที่ประเทศไทยมีอยู่จากระดับกลางน้ำ (Mid-stream) ไปสู่ระดับปลายน้ำ (Downstream) สิ่งที่สำคัญคือจะเป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำที่ประเทศไทยยังขาดอยู่ (Missing Link) คือ การใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบทางการเกษตรจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สามารถผลิตขึ้นใหม่ทดแทนได้ (Renewable Sources) เช่น อ้อย มันสำปะหลัง หรือข้าวโพด เป็นต้น ในรูปของน้ำตาลหรือแป้ง ผ่านกระบวนการผลิตทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Bio-

technology) เช่น กระบวนการหมัก (Fermentation) ผนวกกับเทคโนโลยีด้านเคมี ข้อจำกัดของเทคโนโลยีกลุ่มนี้มีดังต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมชีวภาพยังมีต้นทุนการผลิตสูง ด้วยข้อจำกัดของเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าชีวภาพในปัจจุบัน มีการค้นคว้าวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อหาแนวทางการเพิ่มมูลค่าทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าโรงงานอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นในวัฏจักรทางธุรกิจ (Beginning Stage and Early Adoption Stage) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับโรงงานเคมีและพลาสติกที่ผลิตจากปิโตรเลียมแล้ว โรงงานอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมยังมีขนาดเล็กกว่ายังไม่ได้ระดับปริมาณที่ประหยัด (Economy of Scale) จึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงกว่าผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีต้นทุนพลังงานและสาธารณูปการสูงกว่าประเทศคู่แข่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งส่งผลให้เกิดวัฏจักรเชิงลบ (Vicious Cycles) ของการผลิตในปริมาณที่ไม่ประหยัดและมีต้นทุนสูง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีราคาสูง ผลิตภัณฑ์แข่งขันได้ยากในตลาด ส่งผลให้ผู้ผลิตมีรายได้ไม่มาก ทำให้ไม่สามารถลงทุนเพื่อให้มีการแข่งขันได้ดีขึ้น ทำให้ต้นทุนสูงขึ้น กลายเป็นวัฏจักรเชิงลบวนเวียนเช่นนี้จนกระทั่งไม่สามารถแข่งขันต่อไปได้

2. เทคโนโลยีการผลิตในระดับเชิงพาณิชย์ (Commercial Scale) ทางด้านชีวภาพ ได้รับการพัฒนามาไม่นานเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีปิโตรเคมีทั่วไป นอกจากนี้เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากพลาสติกชีวภาพยังไม่สามารถทำให้คุณสมบัติบางประเภท เช่น คุณสมบัติทางกล (Physical Properties) เทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากพลาสติกทั่วไป

3. การสนับสนุนทางนโยบาย ประเทศไทยยังคงต้องนำเข้าเทคโนโลยีการผลิตชีวภาพจากต่างประเทศ ประเทศไทยยังขาดการสนับสนุนด้านการลงทุนในเชิงพาณิชย์ (Commercial Scale) สำหรับเทคโนโลยีชีวภาพ เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตในระดับดังกล่าวยังต้องได้รับการวิจัยพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุดิบและสภาพแวดล้อมในการดำเนินงานในประเทศไทย อาจกล่าวได้ว่าประเทศไทยขาดการวิจัยพัฒนาที่เต็มรูปแบบ ต้องได้รับการสนับสนุนจากภาคส่วนต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้จากการวิจัย (Research) เพื่อเป็นฐานที่แข็งแรงและยั่งยืนสำหรับการพัฒนาต่อยอด (Development) สำหรับอุตสาหกรรมชีวภาพ รวมไปถึงการสร้างและจูงใจให้มีบุคลากรวิจัยพัฒนา (Researchers) ด้านเทคโนโลยีชีวภาพอย่างเพียงพอ

ตลาดของผลิตภัณฑ์ชีวภาพ

ผลิตภัณฑ์ชีวภาพแม้ว่าจะเป็นตลาดที่มีมูลค่าสูง แต่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง ยังมีขนาดเล็ก และยังต้องได้รับการกระตุ้นและส่งเสริมให้มีเกิดการใช้พลาสติกชีวภาพอย่างแพร่หลายมากขึ้น ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ แต่ผู้บริโภคยังขาดความตระหนักและความเข้าใจในผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพและเคมีชีวภาพ และยังมีประเด็นเรื่องราคาของผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีราคาสูงกว่าผลิตภัณฑ์ปกติ อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันกระแสการต่อต้านพลาสติกประเภทใช้ครั้งเดียว (Single-use Plastics) มีเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น จึงเป็นโอกาสของพลาสติกชีวภาพที่จะเข้ามาทดแทนและเป็นทางเลือกของผู้บริโภคได้

นอกจากนี้การเลือกกลุ่มเป้าหมายสำหรับพลาสติกชีวภาพในประเทศไทยเป็นเรื่องสำคัญมากที่จะต้องมีการวางแผนและส่งเสริมเชิงนโยบาย กลุ่มเป้าหมายที่สำคัญของพลาสติกชีวภาพควรจะเป็นโบรรจุภัณฑ์ชนิดใช้หลายครั้ง (Multiple-use) และบรรจุภัณฑ์แบบคงทน (Durable) ทั้งนี้ เพราะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีราคาสูงกว่า ตลาดแข่งขันด้วยคุณค่าของผลิตภัณฑ์ ทำให้มีโอกาสสำหรับการใช้วัตถุดิบชีวภาพที่มีต้นทุนสูงกว่าแต่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ประเภทใช้ครั้งเดียว

(Single-Use Packaging) ที่มักจะต้องแข่งขันด้วยต้นทุนและราคาที่ต่ำ พลาสติกชีวภาพจะมีโอกาสน้อยกว่า แข่งขันได้ยากกว่าพลาสติกปิโตรเลียม (กิตติพงศ์ ลิ่มสุวรรณโรจน์, 2560: สัมภาษณ์)

เมื่อพลาสติกชีวภาพประสบความสำเร็จในการใช้งานประเภทหนึ่งแล้ว จะมีแรงผลักดัน (Momentum) ในการสร้างและต่อยอดธุรกิจพลาสติกชีวภาพไปยังการใช้งานในกลุ่มผลิตภัณฑ์อื่น ๆ รวมไปถึงอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยที่โรงงานแปรรูปพลาสติก (Plastic Converters) คือโรงงานที่นำเม็ดพลาสติก (Plastic Resins) ไปขึ้นรูปเป็นชิ้นงาน เช่น ถุง กล่อง ท่อพลาสติก หรือชิ้นส่วนพลาสติกเพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า ชิ้นส่วนรถยนต์ เป็นต้น อุตสาหกรรมแปรรูปพลาสติกของประเทศไทยจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในอันดับต้น ๆ ของเอเชีย และเป็นตลาดหลักของเม็ดพลาสติกชีวภาพ

นอกจากนี้ประเทศที่เป็นคู่แข่งกับประเทศไทยในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีฐานการเกษตรคล้ายกับประเทศไทย เช่น ประเทศมาเลเซียได้มีการจัดทำนโยบายชักจูงให้เกิดการไปลงทุนในประเทศมาเลเซีย (Incentive Packages) เช่น จัดการสนับสนุนทางการเงินและการลงทุน (Grants/Aids) เงินชดเชยค่าวัตถุดิบมีราคาสาธารณูปโภคพื้นฐานที่ต่ำกว่าประเทศไทยมาก จัดให้มีหน่วยงานและกลไกที่ผลักดันให้อุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพและอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพสามารถมีบทบาทได้มาก รวมถึงมาตรการในการสร้างและขับเคลื่อนอุปสงค์สำหรับผลิตภัณฑ์ชีวภาพ การรณรงค์ส่งเสริม สร้างความตระหนักให้กับประชาชน การส่งเสริมเชิงนโยบายให้กับผลิตภัณฑ์ชีวภาพต่าง ๆ

แนวคิดนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ของไทย

เพื่อให้เกิดการบูรณาการสูงสุดระหว่างการทำเกษตรสมัยใหม่ร่วมกับการเพิ่มมูลค่าทางชีวภาพ จึงจำเป็นต้องให้มีการดำเนินงานอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด จึงมีการพัฒนาแนวคิดนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ที่อยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบชีวมวล ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่การพัฒนานิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ควรต้องได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐในการสร้างระบบนิเวศ (Eco-System) ที่ส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy) อย่างจริงจังและต่อเนื่อง โดยมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างพื้นฐาน ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ

1.1 โครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการทำการเกษตรสมัยใหม่ ได้แก่ พื้นที่แปลงใหญ่เพื่อทำการเกษตร ระบบชลประทานขนาดเล็ก-กลาง การส่งเสริมเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการใช้น้ำอย่างเกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรต่อหน่วยพื้นที่ ระบบข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนการตัดสินใจวางแผนการผลิต เช่น ข้อมูลความต้องการของตลาด ข้อมูลการคาดการณ์สภาพอากาศล่วงหน้า และศักยภาพของพื้นที่ในการปลูกพืชแต่ละชนิด เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น ระบบระบุที่ตั้งด้วยดาวเทียม (Global Positioning System: GPS) และระบบจัดการข้อมูลจำนวนมาก (Big Data) เพื่อรองรับการเกษตรแบบแม่นยำสูง (Precision Farming) การจัดให้มีแหล่งรวมเชื้อพันธุกรรมของพืชเศรษฐกิจระดับชาติ เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการดำเนินงาน เบื้องต้นให้นำร่องใน 2 ชนิดพืชเป้าหมาย คือ อ้อย และมันสำปะหลัง เพื่อประโยชน์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต

1.2 โครงสร้างพื้นฐานสำหรับนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ต้องจัดให้มีกระบวนการ และ การสร้างประโยชน์ร่วมกัน (Synergy)

เพื่อรองรับการผลิตต่าง ๆ ในนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ได้แก่ การเข้าถึงวัตถุดิบชีวภาพ ความมั่นคงของการมีวัตถุดิบ (Feedstock Security) การตั้งโรงงานอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบ ลดต้นทุนการขนย้าย และทำให้ต้นทุนการผลิตโดยรวมถูกลง สามารถแข่งขันกับอุตสาหกรรมชีวภาพของประเทศอื่นได้ การบริหารจัดการน้ำและการจัดการน้ำเสีย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งความมั่นคงและราคาของพลังงานและไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการผลิต นอกจากนี้ต้องมีความเชื่อมโยงและการต่อยอดของผลิตภัณฑ์ชีวภาพพื้นฐาน (Building Blocks) ที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย และสร้างมูลค่าเพิ่ม มีการขนส่งที่มีระบบโลจิสติกส์ที่ดีเชื่อมโยงกับนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) เพื่อรองรับการเคลื่อนย้ายสินค้า และบุคลากร

2. มาตรการชักจูงสนับสนุน (Incentives) ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ (Bio-Based Industries) จากภาครัฐ โดยภาครัฐต้องสนับสนุนเพื่อให้เศรษฐกิจชีวภาพสามารถตั้งต้นได้ในช่วงแรก ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเสี่ยงสูงสุด โดยการสร้างและกระตุ้นอุปสงค์ในตลาด ทั้งนี้ มาตรการที่ต้องการการสนับสนุนจากภาครัฐประกอบด้วย

2.1 มาตรการทางการคลัง การให้สิทธิประโยชน์สูงสุดให้แก่ผู้ประกอบการที่มีการลงทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในกลุ่มเป้าหมาย การปรับขยายระยะเวลาของการปลอดภาษีเงินได้นิติบุคคลสูงสุด ตามสิทธิประโยชน์สูงสุดของคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (Board Of Investment: BOI) ให้สอดคล้องกับระยะเวลาการคืนทุนของอุตสาหกรรมประเภทนั้น การปรับปรุงขั้นตอนการดำเนินงานของภาครัฐให้มีความคล่องตัว นำระบบการแสดงรายการตามข้อกำหนดด้วยตนเอง (Self-Declaration) ที่ยินยอมให้ภาคเอกชนเป็นผู้รับรองค่าใช้จ่ายเพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีได้ด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มความคล่องตัวและความรวดเร็วในการคืนภาษี

2.2 มาตรการทางการเงิน จัดตั้งกองทุนใหม่หรือปรับปรุงเงื่อนไขของกองทุนที่มีอยู่เดิม เพื่อสนับสนุนการวิจัยพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพสมัยใหม่ในสาขาที่มีความสำคัญต่อประเทศสูง ที่ดำเนินการในรูปแบบประชารัฐ โดยการบริหารกองทุนในรูปแบบธุรกิจที่มีความคล่องตัวสูง มีความโปร่งใสตรวจสอบได้ ทั้งนี้กองทุนสามารถให้การสนับสนุนเงินทุนได้ในหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ เงินทุนให้เปล่า การร่วมลงทุน การรับภาระดอกเบี้ย เป็นต้น สำหรับการดำเนินโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบ การผลิตในระดับกึ่งอุตสาหกรรม การผลิตในเชิงพาณิชย์ และการทดสอบตลาด เป็นต้น

2.3 การสร้างตลาดภายในประเทศ ด้วยการกำหนดนโยบายส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมชีวภาพใหม่ เป็นประเด็นที่สำคัญมากต่อความสำเร็จของเศรษฐกิจชีวภาพ เพื่อให้มีขนาดและการเติบโตของอุปสงค์ ให้เหมาะสมกับปริมาณการผลิต (Economy of Scale) เช่น นโยบายส่งเสริมการใช้พลาสติกชีวภาพโดยมีเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนผลิตภัณฑ์ชีวภาพ การเพิ่มภาษีสิ่งแวดล้อม กำหนดสิทธิประโยชน์ทางภาษีสำหรับผู้ผลิตและผู้ใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastic and Bio-Plastic Compound) ให้มีความแตกต่างไปจากสิทธิประโยชน์สำหรับผู้ผลิตและผู้ใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกทั่วไป สำหรับมาตรการด้านสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในรูปการจัดเก็บภาษีน้ำมันตามปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในระดับนโยบาย ประเทศไทยยังต้องขับเคลื่อนการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ เพื่อให้เป็นไปตามกรอบนโยบาย COP21 รวมถึงกำหนดเงื่อนไขภาครัฐให้ซื้อผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในบัญชีนวัตกรรมสำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.4 การอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ภาคเอกชน นักวิจัย และผู้เชี่ยวชาญทั้งในและต่างประเทศ สำหรับการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง

กับภาครัฐ โดยจัดให้มีจุดให้บริการจุดเดียว (One-Stop Service) ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้ประกอบการ โดยเฉพาะผู้ประกอบการที่เป็นกลุ่มธุรกิจเริ่มใหม่ (Start-ups) หรือผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในการจัดตั้งบริษัท การเข้าถึงเทคโนโลยี แหล่งเงินทุน และการตลาด

3. การสร้างความสามารถทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพ (Bio-Based Industries)

3.1 การยกระดับความสามารถการวิจัย พัฒนาเทคโนโลยี และผลักดันการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพ ภาครัฐกำหนดให้มีโปรแกรมวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่ตอบโจทย์อุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ ตั้งแต่ระดับห้องปฏิบัติการ (Lab Scale) ไปจนถึงโรงงานต้นแบบในระดับขยายขนาด ระดับกึ่งอุตสาหกรรม (Pilot Plant) และโรงงานต้นแบบในระดับก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตระดับอุตสาหกรรม (Industrial Demonstration Plant) การจัดสรรทุนวิจัยในรูปแบบชุดโครงการขนาดใหญ่ มีเป้าหมายที่ชัดเจนในแต่ละช่วงเวลา ทำงานร่วมรัฐ-เอกชน-หน่วยงานวิจัย เน้นการบริหารจัดการเชิงรุก เพื่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว มีผู้บริหารโครงการเต็มเวลาที่มีความเข้าใจทั้งในเชิงเทคโนโลยีและธุรกิจ มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบระหว่างรัฐ-เอกชนในโครงการให้ชัดเจน

3.2 การพัฒนาทักษะและความเชี่ยวชาญให้กับบุคลากรวิจัย ด้วยการเสริมความรู้เชิงเทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ทันสมัย ผ่านการดำเนินโครงการร่วมกัน (Long-term Collaboration) กับมหาวิทยาลัย และสถาบันวิจัย รวมถึงการปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรมอย่างเข้มข้น ดึงดูดบุคลากรผู้มีความรู้ความสามารถจากทั่วทุกภูมิภาค และทั่วโลกเพื่อมาร่วมงานในอุตสาหกรรมฐานชีวภาพในประเทศไทย พัฒนาบุคลากรตลอดห่วงโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมชีวภาพ และรองรับการบ่มเพาะและการเกิดขึ้นของธุรกิจใหม่ ๆ (Technology Incubation and Start-ups) ในอุตสาหกรรมชีวภาพ

4. การปรับแก้กฎหมาย กฎระเบียบเพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพใหม่ รัฐต้องปรับปรุงกฎหมาย กฎระเบียบ และมาตรการให้มีความทันสมัยเป็นสากล สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านการค้า การลงทุนและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่น เพิ่มความรวดเร็วในการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ด้วยการยกระดับห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ให้ได้มาตรฐานสากล หรือเชื่อมโยงกับสถาบันวิจัยหรือสถาบันการศึกษาที่มีความพร้อมทางเทคโนโลยี กฎหมายที่เป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการขออนุญาตจัดตั้งโรงงานที่ใหม่ เช่น ปรับปรุงเงื่อนไขการกำหนดระยะห่างระหว่างโรงงานเดิมและโรงงานใหม่เป็นการให้ขึ้นอยู่กับปริมาณวัตถุดิบในพื้นที่นั้น ๆ เพื่อให้เกษตรกรมีทางเลือกในการจำหน่ายผลผลิตให้กับโรงงานได้มากขึ้น รวมถึงการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Properties) อย่างจริงจัง เนื่องจากการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่เจ้าของเทคโนโลยีใช้พิจารณาการอนุญาตให้ใช้สิทธิหรือลงทุนเทคโนโลยีในประเทศต่าง ๆ นอกจากนี้ภาครัฐควรทบทวนนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพันธุกรรมของพืชที่เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่ใช่พืชที่ใช้เป็นอาหาร (Non-Food Crops) เช่น การตัดแต่งพันธุกรรม (Genetically-Modified Organism: GMO) ซึ่งบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และบางประเทศในยุโรป อนุญาตให้สามารถดำเนินการได้ ซึ่งเรียกว่า Genetically-Modified Crops เพื่อให้มีความทนทานต่อโรคพืชและสารเคมีบางชนิด

การพัฒนานิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมที่จังหวัดนครสวรรค์

งานวิจัยนี้กำหนดขอบเขตศึกษาในพื้นที่ จ.นครสวรรค์ เนื่องจาก จ.นครสวรรค์มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex)

โดยการวางแผนและตัดสินใจเลือกที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมนั้นพิจารณาความพร้อมทางด้านแหล่งวัตถุดิบเป็นหลัก โดยเมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตหลักจากเชื้อเพลิง จากชีวมวล คือเอทานอล โครงการต้องพิจารณาถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัตถุดิบที่มี ดังนั้น นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมคือการใช้น้ำอ้อย (Sugarcane Syrup) เมื่อพิจารณาแหล่งวัตถุดิบข้างต้น พบว่าพื้นที่ จ.นครสวรรค์มีพื้นที่ปลูกอ้อยเป็นจำนวนมากในอันดับต้น ๆ ของประเทศ และมีความเหมาะสมกับการเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม

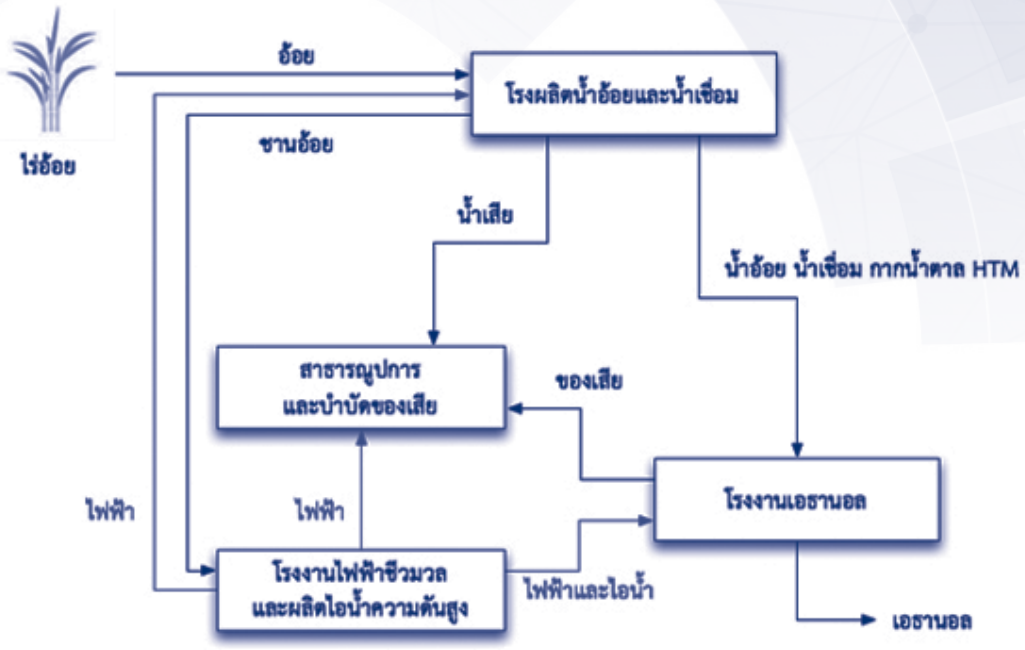
จ.นครสวรรค์มีพื้นที่ 9,597 ตารางกิโลเมตร มีขนาดพื้นที่เป็นอันดับที่ 19 ของประเทศไทย ประชากร 1.06 ล้านคน เป็นอันดับที่ 23 ของประเทศไทย ตั้งอยู่ระหว่างตอนบนของภาคกลางกับตอนล่างของภาคเหนือ อยู่ในดินแดนลุ่มน้ำที่มีการไหลมาบรรจบของแม่น้ำ 4 สาย จากภาคเหนือ เริ่มต้นเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา พื้นที่เฉลี่ยสูงจากระดับน้ำทะเล 30 เมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณ 3 ใน 4 ของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่ม เหมาะแก่การเกษตร จ.นครสวรรค์มีลักษณะภูมิอากาศร้อนชื้น มีช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งที่เห็นชัดเจน มีฝนตกชุกในเดือนกันยายน-ตุลาคม ปริมาณฝนเฉลี่ยประมาณ 1,000-1,100 มิลลิเมตรต่อปี อากาศหนาวเย็นช่วงปลายเดือนธันวาคม-กลางเดือนมกราคม จ.นครสวรรค์เป็นศูนย์กลางการคมนาคมในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน เป็นชุมทางของคมนาคมที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นถนน รถไฟ หรือทางน้ำ ห่างจากกรุงเทพมหานครเป็นระยะทาง 237 กิโลเมตร (จังหวัดนครสวรรค์, 2560; สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2559)

จ.นครสวรรค์มีมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดประมาณ 110,000 ล้านบาท ณ ปี 2557 โครงสร้างเศรษฐกิจหลักของจังหวัดมาจากภาคการเกษตร โดยมีผลผลิตหลัก ได้แก่ ข้าว อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การผลิตอุตสาหกรรม และการค้าส่งค้าปลีก โดยในปี 2558-2559 จ.นครสวรรค์มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกจากเดิมที่เป็นนาข้าว มันสำปะหลัง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มาปลูกอ้อยแทน จึงทำให้มีพื้นที่ปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นประมาณ 19,600 ไร่ รวมเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 740,000 ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 8.81 ตันต่อไร่ต่อปี (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2560) ทั้งนี้ เป็นไปตามนโยบายบริหารพื้นที่เกษตรกรรมของพืช (Zoning) ของรัฐบาลที่ให้ปรับพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมไปสู่พืชเศรษฐกิจ เช่น อ้อย

แผนภาพที่ 1: ทำเลที่ตั้งของจังหวัดนครสวรรค์

ที่มา: จังหวัดนครสวรรค์, ออนไลน์, 2560

แผนภาพที่ 2: นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) จังหวัดนครสวรรค์ ระยะที่ 1



ที่มา: ผู้วิจัย ปรับปรุงจาก บริษัท โกลบอล กรีน เคมิคอล จำกัด (มหาชน), 2560: 21

ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ช่วยสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งเป็นการดำเนินการร่วมกับภาคเอกชน ที่สร้างความมั่นใจให้กับเกษตรกรสำหรับการมีตลาดรองรับผลผลิตอ้อย

โครงการนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ได้มีการวางแผนและกำหนดทำเลที่ตั้งโครงการอยู่ที่ ต.หนองโพ อ.ตาคลี จ.นครสวรรค์ มีพื้นที่ประมาณ 1,027 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ส่วนการผลิตและส่วนเสริมการผลิตสำหรับระยะที่ 1 รวมประมาณ 344 ไร่ พื้นที่สีเขียว 52 ไร่ และมีพื้นที่รอการพัฒนาระยะที่ 2 อีก 632 ไร่ และใช้อ้อย (Sugarcane) เป็นวัตถุดิบชีวมวล (Biomass) โดยในพื้นที่นี้มีปริมาณอ้อยมากเพียงพอสำหรับการป้อนเข้าสู่นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม เฉพาะพื้นที่ จ.นครสวรรค์มีการปลูกอ้อยมากกว่า 740,000 ไร่ต่อปี และใกล้กับ จ.ชัยนาท และ จ.อุทัยธานี ที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยเช่นเดียวกัน (จังหวัดนครสวรรค์, 2560; สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2559; 2558)

เพื่อขับเคลื่อนนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพไปสู่การดำเนินงาน ภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษาและวิจัยหลายหน่วยงานได้ร่วมลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือสร้างเศรษฐกิจฐานชีวภาพ เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ สนับสนุนเศรษฐกิจชีวภาพตามนโยบาย New S-Curve ซึ่งได้กำหนดบทบาทการทำงานเบื้องต้นสำหรับภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษาและวิจัย โดยภาคเอกชนได้เสนอโครงการนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินโครงการเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy) ของรัฐบาล โดยโครงการนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ประกอบไปด้วย

1. เชื้อเพลิงชีวภาพ (Bio-Fuels)

2. กระแสไฟฟ้าและไอน้ำจากวัตถุดิบชีวมวล (Utilities from Biomass)

3. ผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพ (Bio-Chemicals)

4. ผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastics)

วัตถุดิบสำหรับนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม ช่วงฤดูหีบอ้อยโครงการจะรับน้ำอ้อยจากโรงงานผลิตน้ำตาลที่ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงผ่านทางระบบท่อขนส่งเพื่อนำมาปรับปรุงให้เป็นน้ำเชื่อม น้ำเชื่อมเข้มข้น กากน้ำตาล และ HTM (High Test Molasse) เพื่อที่จะนำไปผลิตเป็นเอทานอล ส่วนน้ำเชื่อมเข้มข้นจะเก็บสำรองไว้ใช้ผลิตเอทานอลในช่วงปิดหีบอ้อย

นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมได้ออกแบบให้มีการนำชานอ้อย (Bagasse) ที่เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากขั้นตอนการหีบอ้อยจากโรงงานผลิตน้ำตาลที่ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียง มาใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไอน้ำและผลิตไฟฟ้าสำหรับใช้ในบางส่วนของโครงการประมาณ 1,100,000 ตันต่อปี ใช้วัตถุดิบชนิดอื่นเป็นเชื้อเพลิงเสริม เช่น ใบอ้อย (Sugarcane Leaves) ประมาณ 64,000 ตันต่อปี และกากส่าเข้มข้น (Spent Wash) ประมาณ 125,000 ตันต่อปี ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นอีกส่วนจะถูกส่งเข้าโครงข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

แผนงานการพัฒนานิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ในระยะแรกประกอบไปด้วย

1. โรงผลิตน้ำอ้อยและน้ำเชื่อมจากอ้อย มีกำลังการหีบอ้อย 2.4 ล้านตันต่อปี

2. โรงงานเอทานอล มีกำลังการผลิตติดตั้งประมาณ 186 ล้านลิตรต่อปี ที่ใช้น้ำอ้อยหรือน้ำเชื่อมที่ผ่านกระบวนการจากโรงหีบเป็นวัตถุดิบ

3. โรงงานไฟฟ้าชีวมวลและไอน้ำความดันสูง เพื่อใช้ในภายในนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถจำหน่ายกำลังการผลิตส่วนเกินให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและโรงงานอุตสาหกรรมภายนอก

นอกจากนี้นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมยังได้มีการวางแผนโครงสร้างสาธารณูปการเพื่อรองรับโครงการธุรกิจเคมีชีวภาพในอนาคต ทั้งเคมีชีวภาพและพลาสติกชีวภาพ

1. โรงผลิตน้ำเชื่อมและน้ำเชื่อมเข้มข้น (Syrup Plant)

โรงงานนี้มีกำลังการผลิตน้ำเชื่อมและน้ำเชื่อมเข้มข้น กำลังการผลิต 2,400,000 ตันต่อปี หรือน้ำอ้อยประมาณ 20,400 ตันต่อวัน การผลิตน้ำเชื่อมและน้ำเชื่อมเข้มข้นจะดำเนินการในช่วงฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อย เดือนธันวาคมถึงกลางเดือนเมษายนของแต่ละปี หรือประมาณ 120 วันต่อปี โรงงานนี้จะรับน้ำอ้อยจากโรงงานผลิตน้ำตาลที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงมาใช้เป็นวัตถุดิบ น้ำเชื่อมที่ผลิตได้ส่วนหนึ่งจะส่งไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลภายในนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม น้ำเชื่อมส่วนที่เหลือจะนำไปทำให้เข้มข้นมากขึ้น เรียกว่าน้ำเชื่อมเข้มข้น และจะนำไปเก็บพักไว้ในถังเก็บเพื่อสำรองไว้ใช้ผลิตเอทานอลในช่วงปิดหีบอ้อย

2. โรงงานผลิตเอทานอลชีวภาพ (Bio-Ethanol Plant)

โรงงานผลิตเอทานอลกำลังการผลิตประมาณ 600,000 ลิตรต่อวัน ดำเนินการทั้งฤดูหีบอ้อยและช่วงปิดหีบอ้อยรวมประมาณ 330 วันต่อปี ใช้วัตถุดิบหลักคือ น้ำอ้อย น้ำเชื่อมจากอ้อย (High-Test Molasses: HTM) และนำไปแปรรูปเพื่อคุณค่า โดยใช้กระบวนการหมัก (Fermentation) ที่ใช้จุลชีพคือยีสต์ (Yeast) เป็นตัวทำปฏิกิริยาทางชีวภาพเพื่อย่อยสลายโครงสร้างโมเลกุลของน้ำอ้อย และเปลี่ยนให้เป็นเอทานอล (Ethanol) น้ำอ้อยและน้ำเชื่อมจากอ้อยรับมาจากโรงงานผลิตน้ำตาลที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้น นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมได้มีการวางแผนการออกแบบกระบวนการผลิต กำลังการผลิตให้เหมาะสม และเชื่อมโยงกับช่วงฤดูการหีบอ้อยของโรงงานผลิตน้ำตาล โดยทั่วไปสามารถแบ่งระยะเวลาได้ 2 ช่วง คือช่วงฤดูหีบอ้อย (ธันวาคม-เมษายน) ใช้น้ำอ้อยเป็นวัตถุดิบ และช่วงปิดหีบอ้อย (กลาง

เดือนเมษายน-พฤศจิกายน) ใช้น้ำเชื่อมเข้มข้นที่สำรองไว้และใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบเสริม โรงงานแห่งนี้มีผลิตเอทานอลเพื่อจะถูกนำไปใช้ผสมในน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ในอัตราส่วนต่าง ๆ ที่หน่วยงานรัฐกำหนด เช่น ผสมเป็นสัดส่วน 10% ในน้ำมันเชื้อเพลิง E10 และ 20% ในน้ำมันเชื้อเพลิง E20 สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน เป็นต้น

3. หน่วยผลิตไอน้ำและไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวล (Steam and Electricity Plant)

การผลิตไอน้ำและไฟฟ้าดำเนินการทั้งในช่วงฤดูหีบอ้อยและช่วงปิดหีบอ้อย มีระยะดำเนินการประมาณ 330 วันต่อปี ปริมาณการผลิตไอน้ำและไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของหน่วยต่าง ๆ ภายในนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละช่วงการผลิต หน่วยผลิตไอน้ำและไฟฟ้านี้ใช้น้ำอ้อยเป็นวัตถุดิบหลัก รับน้ำอ้อยจากโรงงานผลิตน้ำตาลที่ตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกันผ่านระบบท่อขนส่ง ทำให้ช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาในการขนส่ง

4. สาธารณูปการและการบำบัดของเสีย (Utilities and Waste Treatment Unit)

เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมมีการพิจารณาถึงองค์ประกอบ ผลพลอยได้ รวมถึงของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต โดยกำหนดให้มีการวางแผนดังต่อไปนี้

1. การวางแผนเพื่อใช้สาธารณูปการร่วมกัน ทั้งปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตตามช่วงเวลาต่าง ๆ ปริมาณไฟฟ้าที่อาจต้องการในอนาคต ปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิตของหน่วยต่าง ๆ การนำส่งไอน้ำและไฟฟ้า รวมถึงการนำน้ำที่เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำมาบำบัดและนำกลับมาใช้ใหม่

2. การวางแผนเพื่อบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต การจัดให้มีหน่วยบำบัดน้ำเสียรวมเพื่อรองรับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตต่าง ๆ ภายในนิคมมาบำบัดร่วมกัน เพื่อให้ต้นทุนของการบำบัดต่ำ นอกจากนี้ยังคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากของเสียอื่นที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเพิ่มมูลค่าทางชีวภาพ ดังตัวอย่างเช่น น้ำกากส่า (Spent Wash) เป็นของเหลวส่วนที่เหลือที่ก้นหอกลั่นในกระบวนการกลั่นเอทานอลให้บริสุทธิ์ นำไปใช้เป็นสารปรับปรุงดินให้กับเกษตรกรที่สนใจ

งานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ (Research & Development)

นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมได้กำหนดและสร้างความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยและหน่วยงานวิจัยชั้นนำด้านชีวภาพภายในประเทศ อาทิ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ศูนย์พันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (NANOTEC) ในการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตชีวภาพที่เหมาะสม เพื่อใช้สำหรับต่อยอดการดำเนินงานและเพิ่มประสิทธิภาพของนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ในอนาคต นอกจากนี้โครงการยังได้ร่วมกับศูนย์วิจัยและนวัตกรรมของพันธมิตรธุรกิจในต่างประเทศ สำหรับเทคโนโลยีชีวภาพด้านที่ได้รับการพัฒนาไปมากในต่างประเทศ

การดำเนินการที่เกี่ยวข้องทางด้านกฎหมาย กฎระเบียบ และ ข้อบังคับ

โครงการนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ได้ดำเนินการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจและเพื่อประกอบการพิจารณาตามข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ตลอดจนดำเนินการขออนุญาตต่าง ๆ ทางกฎหมาย โดยโครงการจะต้องดำเนินการให้ครบถ้วนตามข้อบังคับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีประเด็นที่น่าสนใจ ดังเช่น กระบวนการศึกษาผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Analysis: EIA) กฎหมาย พ.ร.บ.อ้อยและน้ำตาล

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภาวะคุกคามของนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม

จุดแข็ง (Strengths)	จุดอ่อน (Weaknesses)
• โครงการ Bio-Complex ได้รับการออกแบบโดยมีวัตถุดิบการเกษตรที่เพียงพอ และเชื่อมโยงการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ • จังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่ปลูกอ้อย 740,000 ไร่ และมีโครงสร้างพื้นฐานและโลจิส ติกส์สำหรับการจัดการอ้อยในพื้นที่แล้ว เกษตรกรในพื้นที่ดำเนินงานในข้อตกลง Contract Farming • ใช้เทคโนโลยีการผลิตขั้นสูงจากต่างประเทศ	• มีทำเลที่ตั้งห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมเคมีส่วนใหญ่ • โครงการเป็นการลงทุนเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ บุคลากรไทยยังต้องพัฒนาความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์
ภาวะคุกคาม (Threats)	**โอกาส (Opportunities)**
• การแทรกแซงราคาสินค้าเกษตร • ภาครัฐยังไม่ได้กำหนดมาตรการสนับสนุนการลงทุนเพิ่มขึ้นตามนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy) มีเพียงการกำหนดพื้นที่ที่ได้รับสิทธิประโยชน์และการประชาสัมพันธ์	• จังหวัดนครสวรรค์จะมีการเชื่อมโยงโครงสร้างพื้นฐานที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น การขนส่งทางรถไฟ • จังหวัดนครสวรรค์เป็นพื้นที่สำคัญของระเบียงเศรษฐกิจระหว่างภาคตะวันออกและภาคตะวันตกของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (East-West Economic Corridor) • ผู้ประกอบการ Bio-Complex มีความเชื่อมโยงกับผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเคมีในประเทศ อาทิ กลุ่มบริษัท PTTGC เพื่อโอกาสในการตลาดของผลิตภัณฑ์ชีวภาพ

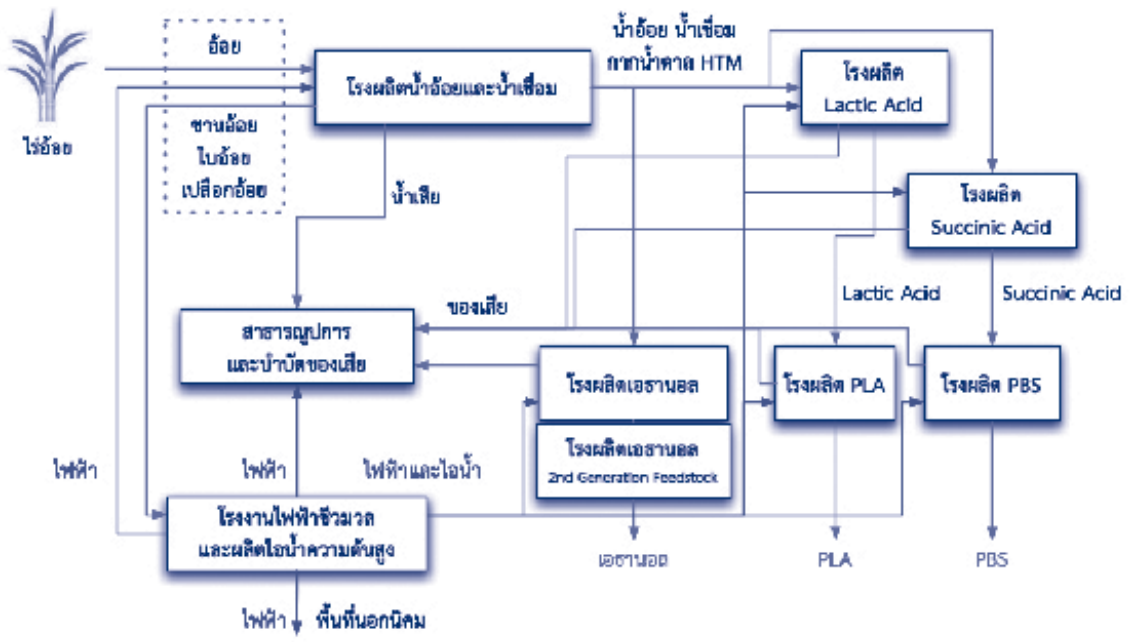
ซึ่งปัจจุบันโครงการอยู่ระหว่างรอความชัดเจนในการแก้ไขกฎหมายและประกาศว่าด้วยอ้อยและน้ำตาลที่เกี่ยวข้อง

ผู้บริหารที่เกี่ยวข้องกับนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมได้ให้ความเห็นในเรื่องการลงทุนในนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) โดยประมาณการว่าระยะที่ 1 จะเป็นการลงทุนหลายพันล้านบาท โดยใช้รูปแบบการร่วมทุนธุรกิจ (Joint Venture: JV) ระหว่างบริษัทที่ประกอบธุรกิจแปรรูปเกษตรกรรมและบริษัทที่เชี่ยวชาญธุรกิจการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพ เพื่ออาศัยความเชี่ยวชาญมาส่งเสริมและบูรณาการให้เกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับนิคมแห่งนี้

นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม ระยะที่ 2

เพื่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและใช้ประโยชน์สูงสุด นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมขยายการเพิ่มมูลค่าทางชีวภาพในระยะถัดไป โดยการลงทุนในอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ และอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ ได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโดยใช้วัตถุดิบจากน้ำอ้อยเอทานอล ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ และผลิตภัณฑ์พลอยได้จากนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ระยะที่ 1 และสรรหาพันธมิตรทางธุรกิจทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อร่วมลงทุน ทั้งนี้ เพราะคาดว่าพันธมิตรทางธุรกิจจะทำให้สามารถเข้าถึงความรู้และเทคโนโลยีขั้นสูงได้ รวมถึงการดึงดูดและชักจูงบริษัท

แผนภาพที่ 3: นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม จ.นครสวรรค์ ระยะที่ 1 และ 2



ที่มา: ผู้วิจัย ปรับปรุงจาก บริษัท โกลบอล กรีน เคมิคอล จำกัด (มหาชน), 2560: 21

เจ้าของเทคโนโลยีชั้นนำต่าง ๆ ให้สนใจที่จะอนุญาตให้ใช้สิทธิเทคโนโลยีเหล่านั้นในประเทศไทย ความร่วมมือดังกล่าวจะก่อให้เกิดแนวคิดและการพัฒนาใหม่ ๆ เป็นการสนับสนุนซึ่งกันและกัน เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม

การดำเนินงานในระยะที่ 2 นี้ ผู้บริหารโครงการพัฒนาธุรกิจที่เกี่ยวข้องได้ให้ความเห็นว่า การลงทุนจะมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและผลักดันการใช้พลาสติกชีวภาพในประเทศเพื่อทดแทนการใช้เม็ดพลาสติกทั่วไป โดยมุ่งเน้นในผลิตภัณฑ์ประเภทฟิล์มและแผ่น (Film and Sheet) สำหรับบรรจุภัณฑ์ และกำหนดเป้าหมายเพื่อให้ประเทศไทยก้าวสู่การเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมเคมีและพลาสติกชีวภาพในภูมิภาคอาเซียน โดยมีแผนจะดำเนินโรงงานผลิตเคมีและพลาสติกชีวภาพเชิงพาณิชย์ เช่น โรงงานผลิตแล็กติกแอซิด (Lactic Acid) แล็กติกแอซิดเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตโพลีแล็กติกแอซิด (Polylactic Acid: PLA) โรงงานผลิตโพลีแล็กติกแอซิด (Polylactic Acid: PLA) กำลังการผลิต 75,000 ตันต่อปี โพลีแล็กติกแอซิดเป็นพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ สามารถนำไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แทนการใช้พลาสติกจากปิโตรเลียมได้หลายการใช้งาน โรงงานผลิตซักซินิกแอซิด (Bio-Succinic Acid: BSA) ซักซินิกแอซิดเป็นวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับการผลิตโพลีบิวทิลีนซักซิเนต (Polybutylene Succinate: PBS) ซึ่งเป็นพลาสติกชีวภาพย่อยสลายได้ตามธรรมชาติอีกชนิดหนึ่ง เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทฟิล์ม โรงงานผลิตบิวเทนไดออล (Bio-1,4–Butanediol: (Bio-BDO) บิวเทนไดออลเป็นวัตถุดิบสำหรับหลายผลิตภัณฑ์ ใช้มากสำหรับการผลิตเส้นใย และใช้เป็นตัวทำละลายทางเคมี ทดแทนผลิตภัณฑ์บิวเทนไดออลที่มาจากแหล่งปิโตรเลียมได้

นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมยังมีแผนดำเนินงานเพื่อส่งเสริมพัฒนาความเข้มแข็งของ

ตารางที่ 2: มาตรการส่งเสริมในแต่ละโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมชีวภาพ (Bio-Industry)

ลำดับในโซ่คุณค่า ต้นน้ำ-กลางน้ำ-ปลายน้ำ	มาตรการส่งเสริม
เกษตรกร ชาวไร่	• การจัดให้มีการเกษตรตามข้อตกลง (Contract Farming) เพื่อสร้างความมั่นคงในการผลิตวัตถุดิบ • มาตรการส่งเสริมการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์พืช • พิจารณาทบทวนกรอบนโยบายการใช้พืชที่ปรับปรุงพันธุกรรม (Genetically Modified Organism: GMO) สำหรับการใช้ที่ไม่ใช่เพื่อเป็นอาหาร (Non-Food Crops)
ผู้ประกอบการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร	• นโยบายสนับสนุนทางการเงิน มาตรการทางภาษี เงินสนับสนุนสำหรับการลงทุน • แก้ไขปรับปรุงปัญหากฎระเบียบที่เป็นอุปสรรค เช่น ข้อจำกัดในการตั้งโรงงาน • ลดการแทรกแซงโครงสร้างราคาวัตถุดิบทางการเกษตร
ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมชีวภาพ - โรงงานเชื้อเพลิงชีวภาพ - โรงงานเคมีชีวภาพ - โรงงานพลาสติกชีวภาพ - โรงงานสาธารณูปการ - หน่วยบำบัดของเสียจากกระบวนการผลิต	• นโยบายสนับสนุนทางการเงิน เพื่อการลงทุน เช่น มาตรการทางภาษี เงินกู้เงินสนับสนุนสำหรับการลงทุน สำหรับอุตสาหกรรมชีวภาพ • แก้ไขปรับปรุงปัญหากฎระเบียบที่เป็นอุปสรรค เช่น ข้อจำกัดในการตั้งโรงงานผังเมือง พื้นที่อุตสาหกรรมชีวภาพ • ส่งเสริมการลงทุนเชื่อมโยงโครงสร้างพื้นฐาน คมนาคม ไฟฟ้า ชลประทาน ลดการแทรกแซงโครงสร้างราคาวัตถุดิบทางการเกษตร • มาตรการสนับสนุนการวิจัยพัฒนา (R&D) โดยกำหนดแผนวิจัยพัฒนาระยะยาว จัดสรรงบประมาณวิจัยพัฒนา กำหนดบทบาทและหน่วยงานที่รับผิดชอบอย่างชัดเจน เพื่อปรับปรุงและต่อยอดองค์ความรู้กระบวนการผลิตชีวภาพและผลิตภัณฑ์ชีวภาพ • ส่งเสริมให้เกิดธุรกิจใหม่ (Start-Ups) เพื่อต่อยอดอุตสาหกรรมชีวภาพ • ส่งเสริมการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Properties Protection) เพื่อดึงดูดให้มีการลงทุนเทคโนโลยีจากต่างประเทศ
ผู้ประกอบการแปรรูปพลาสติกชีวภาพ (Plastic Converters) ผู้ประกอบการที่ใช้สารเคมีชีวภาพ (Chemical Formulators)	• มาตรการทางภาษีเพื่อจูงใจให้ใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเป็นส่วนประกอบ • มาตรการทางภาษีเพื่อจูงใจให้ลงทุนเครื่องจักรแปรรูปพลาสติกชีวภาพ • กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชีวภาพ เช่น การสลายตัวได้ทางชีวภาพ • มาตรการสนับสนุนการวิจัยพัฒนา (R&D) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ชีวภาพใหม่ๆ • จัดให้มีผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกชีวภาพ ให้คำปรึกษาเพื่อเพิ่มความสามารถและศักยภาพในการแปรรูป • มาตรการควบคุมปริมาณพลาสติกจากปิโตรเลียม
ประชาชนทั่วไปผู้ใช้พลาสติกชีวภาพ	• สื่อสารรณรงค์สร้างความตระหนักและสร้างความร่วมมือในการรักษาสิ่งแวดล้อมด้วยการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ

อุตสาหกรรมชีวภาพอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นแผนด้านวิจัยพัฒนาวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์พลอยได้ของกระบวนการผลิต เช่น การวิจัยพัฒนาเพื่อใช้กากอ้อยและชานอ้อยมาเป็นวัตถุดิบ (2nd Generation Feedstock) โดยใช้เทคโนโลยีกระบวนการหมักเพื่อให้ได้เซลลูโลส (Cellulosic Technology) เพื่อนำเซลลูโลสไปใช้เป็นสารเคมีชีวภาพตั้งต้นต่อไป นอกจากนี้ยังมีแผนการศึกษาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้จากกระบวนการ เช่น ลิกนิน (Lignin) ที่ได้จากกระบวนการชีวภาพ มีศักยภาพที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นสารเคมีมูลค่าสูงขึ้นได้หลายชนิด

การดำเนินงานเพื่อขับเคลื่อนนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ประธานคณะทำงาน New S-Curve ภาคเอกชนได้กล่าวสรุปประเด็นไว้ว่า นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) และเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy) “...เป็นความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษาและวิจัย ร่วมกันสร้างเศรษฐกิจชีวภาพ ซึ่งเป็นเศรษฐกิจคลื่นลูกใหม่ตามนโยบายประชารัฐ ซึ่งทั้ง 3 ภาคส่วนจะร่วมมือกันทำให้เกิดความเชื่อมโยง ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนจะเข้าใจความต้องการของกันและกันมากขึ้น ภาคการศึกษาและวิจัยจะมีโจทย์ที่ชัดเจนขึ้น ในการพัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนา Bio-Economy หรือเศรษฐกิจชีวภาพ ตั้งแต่ระดับห้องปฏิบัติการ (Lab-scale) ไปจนถึงโรงงานต้นแบบ ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง และส่งผลให้ประเทศไทยก้าวขึ้นเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมชีวภาพ (Bio Hub) ของโลก ซึ่งหมายความว่าเมื่อนั้นประเทศไทยจะเป็นผู้นำทั้งการเป็นผู้ผลิตอาหารแห่งอนาคตของโลก เป็นศูนย์กลางนวัตกรรมด้าน Bio-Economy ของโลก รวมทั้งพัฒนาอุตสาหกรรมชีวการแพทย์ และเป็นส่วนหนึ่งของ Global Supply Chain ได้ในที่สุด...” (ประเสริฐ บุญสัมพันธ์, สัมภาษณ์, มกราคม 2560)

สรุป

การวิจัยเรื่องแนวทางการพัฒนานิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio-Economy) ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ทางวิจัยไว้จำนวน 2 ข้อ ประกอบไปด้วย 1) เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปและปัญหาของอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Industry) และ 2) เพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยอย่างยั่งยืน ผลการศึกษาสามารถตอบวัตถุประสงค์ทางวิจัยแต่ละข้อได้ดังนี้

ตอบวัตถุประสงค์ทางวิจัยข้อที่ 1 สรุปได้ว่า อุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมในประเทศต่าง ๆ มีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ การอยู่ในทำเลที่ตั้งใกล้เคียงกัน มีการพึ่งพาอาศัยกันระหว่างโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน มีการใช้วัตถุดิบชีวมวลที่มีอยู่ในบริเวณพื้นที่และพื้นที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้นโยบายและการส่งเสริมจากภาครัฐยังเป็นกลไกขับเคลื่อนและปัจจัยความสำเร็จที่สำคัญ (Key Success Factors) ของการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สามารถเพิ่มระดับความสามารถในการแข่งขัน ได้ทัดเทียมกับอุตสาหกรรมที่ได้รับการพัฒนามายาวนานกว่า ดังเช่นอุตสาหกรรมที่พึ่งพาวัตถุดิบจากฟอสซิล นอกจากนี้การพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมยังมีความท้าทายปัญหา และอุปสรรคอีกหลายประการ เช่น การวางแผนความเชื่อมโยงอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมร่วมกันในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงกัน การวางแผนและกำหนดนโยบายด้านวัตถุดิบชีวมวลเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการส่งเสริมให้เกิดการวิจัยและพัฒนาและใช้ประโยชน์จากผลการวิจัยพัฒนาร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรม

ตอบวัตถุประสงค์ทางวิจัยข้อที่ 2 สรุปได้ว่า การพัฒนานิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) ที่ จ.นครสวรรค์นั้นเป็นการดำเนินการเพื่อใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบการเกษตร

ที่ จ.นครสวรรค์มีศักยภาพอยู่เดิม การเลือกทำเลที่ตั้งนั้นเป็นไปเพื่อการเข้าถึงวัตถุดิบและการใช้ประโยชน์ร่วมกันกับอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องให้มากที่สุด รวมถึงได้มีการศึกษาคำนึงถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอย่างครบถ้วน

กรณีศึกษานิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม (Bio-Complex) จ.นครสวรรค์ นับเป็นต้นแบบการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมที่จะนำไปสู่เศรษฐกิจชีวภาพอย่างเป็นรูปธรรม เพราะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มจากอ้อย โดยการใช้อ้อยที่มีอยู่ในพื้นที่ จ.นครสวรรค์เพิ่มมูลค่าด้วยกระบวนการทางชีวภาพ นำไปสู่การผลิตเอทานอล ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ (Bio-Fuels) ช่วยสร้างความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทย ยังรวมถึงสามารถนำไปผลิตไฟฟ้าและไอน้ำที่ผลิตขึ้นได้ในนิคม และสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและโรงงานใกล้เคียง และในระยะต่อไป นิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมมีการวางแผนเพื่อพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ (Bio-Chemicals) และอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastics) โดยใช้วัตถุดิบที่ต่อเนื่องกันภายในนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม นำไปสู่สารเคมีชีวภาพที่เป็นสารตั้งต้นสำหรับการใช้งานต่าง ๆ นำไปสู่การผลิตพลาสติกชีวภาพที่จะมีบทบาทสำคัญมากยิ่งขึ้นในอนาคต

อย่างไรก็ดี เพื่อให้การพัฒนานิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมนั้นสามารถเกิดขึ้นได้และประสบความสำเร็จ จำเป็นที่จะต้องได้รับการสนับสนุนเชิงนโยบายหลายด้านจากภาครัฐ ทั้งด้านการเงิน โครงสร้างพื้นฐาน และการกระตุ้นความเข้าใจและอุปสงค์ของผลิตภัณฑ์ชีวภาพต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมชีวภาพอย่างยั่งยืน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ซึ่งเป็นผลมาจากการวิเคราะห์การดำเนินงานของนิคมอุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อม โดยสามารถสรุปภาพรวมมาตรการการส่งเสริมอุตสาหกรรมชีวภาพสำหรับแต่ละโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมชีวภาพได้ดังตารางที่ 2

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้จากการสนับสนุนจากผู้มีบทบาทขับเคลื่อนให้อุตสาหกรรมเคมีเพื่อสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นในประเทศไทย ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณประเสริฐ บุญสัมพันธ์ คุณสุพัฒนพงษ์ พันธ์มีเชาว์ และบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและสนับสนุนการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่น วปอ. 59 ทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีมา ณ ที่นี้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

สุขใจ ชูจันทร์. **การผลิตกรดอินทรีย์จากวัสดุเหลือใช้มวลชีวภาพ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.

วิทยานิพนธ์ รายงานการวิจัย เอกสารวิจัย

อาทิตยา ชาญชิต. **"ผลกระทบจากการจัดตั้งเขตการค้าเสรีอาเซียนต่ออุตสาหกรรมปิโตรเคมี : กรณีศึกษาปิโตรเคมีขั้นปลาย"**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2548.

สัมภาษณ์

กิตติพงศ์ ลิ่มสุวรรณโรจน์, นายกสมาคมอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพไทย (Thai Bioplastics Industry Association: TBIA). สัมภาษณ์. เมษายน 2560.

ประเสริฐ บุญสัมพันธ์, ประธานร่วมคณะทำงานด้านการพัฒนาคลัสเตอร์อุตสาหกรรมแห่งอนาคต (New S-curve) ภาคเอกชน. สัมภาษณ์. มกราคม 2560.

สุพัฒนพงษ์ พันธ์มีเชาว์, ประธานเจ้าหน้าที่บริหารและกรรมการผู้จัดการใหญ่ บริษัท พีทีที โกลบอลเคมิคอล จำกัด (มหาชน) และประธานกรรมการ บริษัท โกลบอล กรีน เคมิคอล จำกัด (มหาชน). สัมภาษณ์. มกราคม 2560.

เอกสารไม่ตีพิมพ์

คณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, สำนักงาน. **"รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2558/2559"**. สำนักนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. เมษายน 2559.

คณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, สำนักงาน. **"รายงานพื้นที่ปลูกอ้อย ปีการผลิต 2557/2558"**. สำนักนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. เมษายน 2558.

คณะทำงานสานพลังประชารัฐ. **"Bio-Economy... คลื่นเศรษฐกิจลูกใหม่เพิ่มมูลค่าฐานเกษตรกรรม"**. เอกสารนำเสนอการประชุม. 2 มีนาคม 2559.

บริษัท โกลบอล กรีน เคมีคอล จำกัด (มหาชน). **"ร่างหนังสือชี้ชวนเสนอขายหุ้นสามัญเพิ่มทุนฯ ต่อประชาชนเป็นการทั่วไปเป็นครั้งแรก (Initial Public Offering: IPO)"**. เมษายน 2560.

ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. **"ทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12: เอกสารประกอบการระดมความคิดเห็น ทิศทางแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12"**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: www.nesdb.go.th, กรกฎาคม 2558.

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. **"แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564"**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: www.nesdb.go.th, 2559.

จังหวัดนครสวรรค์. "**ข้อมูลทั่วไป**". (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: www.nakhonsawan.go.th, 2560.

รัฐบาลไทย. **"เลขา สศช. เผยผลสำรวจการจัดอันดับขีดความสามารถในการแข่งขัน จาก IMD ประเทศไทยดีขึ้น 2 อันดับ จากอันดับที่ 30 เป็นอันดับที่ 28"**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.thaigov.go.th/index.php/, 2559.

เลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, สำนักงาน. **"การปฏิรูปเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy)"**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.parliament.go.th/, 2559.

อุตสาหกรรม, กระทรวง. **"พื้นที่เผยแพร่ความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมในยุโรป เพื่อวงการอุตสาหกรรมไทย: ไบโออีโคโนมีและสหภาพยุโรป"**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: https://thaiindustrialoffice.wordpress.com/2017/01/07/, 2560.

ภาษาต่างประเทศ

Book

de Jong, Ed, and Jungmeier, Gerfried. Industrial Biorefineries and White Biotechnology. Chapter 1 Biorefinery Concepts in Comparison to Petrochemical Refineries. USA: Elsevier B.V., 2015.

Mills, Elyse. The Bioeconomy: A Primer. Published by TNI Transnational Institute and Hands on the Land, November 2015.

Schieb, P.-A., Lescieux-Katir, H., The'not, M., Cle'ment-Larosi̇re, B., Biorefinery 2030: Future Prospects for the Bioeconomy. Chapter 2: An Original Business Model: The Integrated Biorefinery. France: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2015.

Journals and Newspapers

Brockhaus, Sebastian, Petersen, Moritz, and Kersten, Wolfgang. "A crossroads for bioplastics: exploring product developers' challenges to move beyond petroleum-based plastics", Journal of Cleaner Production. Vol. 127, 2016, Elsevier, 2016, p. 84-95.

Bugge, Markus M., Hansen, Teis, and Klitkou, Antje. "What is the Bioeconomy? A Review of the Literature". Sustainability. Vol.8, 691. MDPI. 2016, p 1-22.

Palgan, Yuliya Voytenko, and McCormick, Kes. "Perspective: Biorefineries in Sweden - Perspectives on the opportunities, challenges, and future". Biofpr: Biofuels, Bioproducts & Biorefining. Volume 10, Issue 5, Society of Chemical Industry and John Wiley & Sons,Ltd., June 2016, p. 523-533.

State of Queensland, Department of State Development, Australia. "Queensland Biofutures: 10-Year Roadmap and Action Plan". (Online). Available, https://www.statedevelopment.qld.gov.au/industry-development/biofutures.html, June 2016.

Research Report

Behne, Bradley A., "Industrial Ecology Analysis of the Potential for an Eastern Nebraska Industrial Symbiosis Network (ENISN): A Comparative Study". Dissertation in Natural Resources, School of Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln, 2016.

Electronic Database

Climate Council. "Paris COP21: Key Issues for the New Climate Agreement", Climate Council Briefing Paper. (Online). Available: www.climatecouncil.org.au, 2016.

International Energy Agency Bioenergy (IEA Bioenergy). "Scope of Bio Energy RD&D". (Online). Available: http://www.ieabioenergy.com, 2017.

Schwab, Klaus, ed. "World Economic Forum: The Global Competitiveness Report 2016-2017". (Geneva : n.p., 2016). (Online). Available: www.weforum.org, 2016.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCC). "COP21". (Online). Available: http://unfccc.int/2860.php, 2017.

Wikipedia, "Genetically Modified Organism". (Online). Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Genetically__modified__organism#Regulation, 2017a.

Wikipedia, “Lactic Acid”. (Online). Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Lactic__acid, 2017b.

Wikipedia, “Lignin”. (Online). Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Lignin, 2017c.

Wikipedia, “Polylactic Acid”. (Online). Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Polylactic__acid, 2017d.

Wikipedia, “Succinic Acid”. (Online). Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Succinic__acid#, 2017e.

Wikipedia, “1, 4-Butanediol”. (Online). Available: https://en.wikipedia.org/wiki/1,4-Butanediol, 2017f.

Wikipedia, “Lignin”. (Online). Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Lignin, 2017g.