



แนวคิดในการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมอ้อย น้ำตาลทราย และอุตสาหกรรมต่อเนื่อง

Concept of Utilisation of Biotechnology to
Add Value to the Cane and Sugar Industry
and Its Downstream Industries

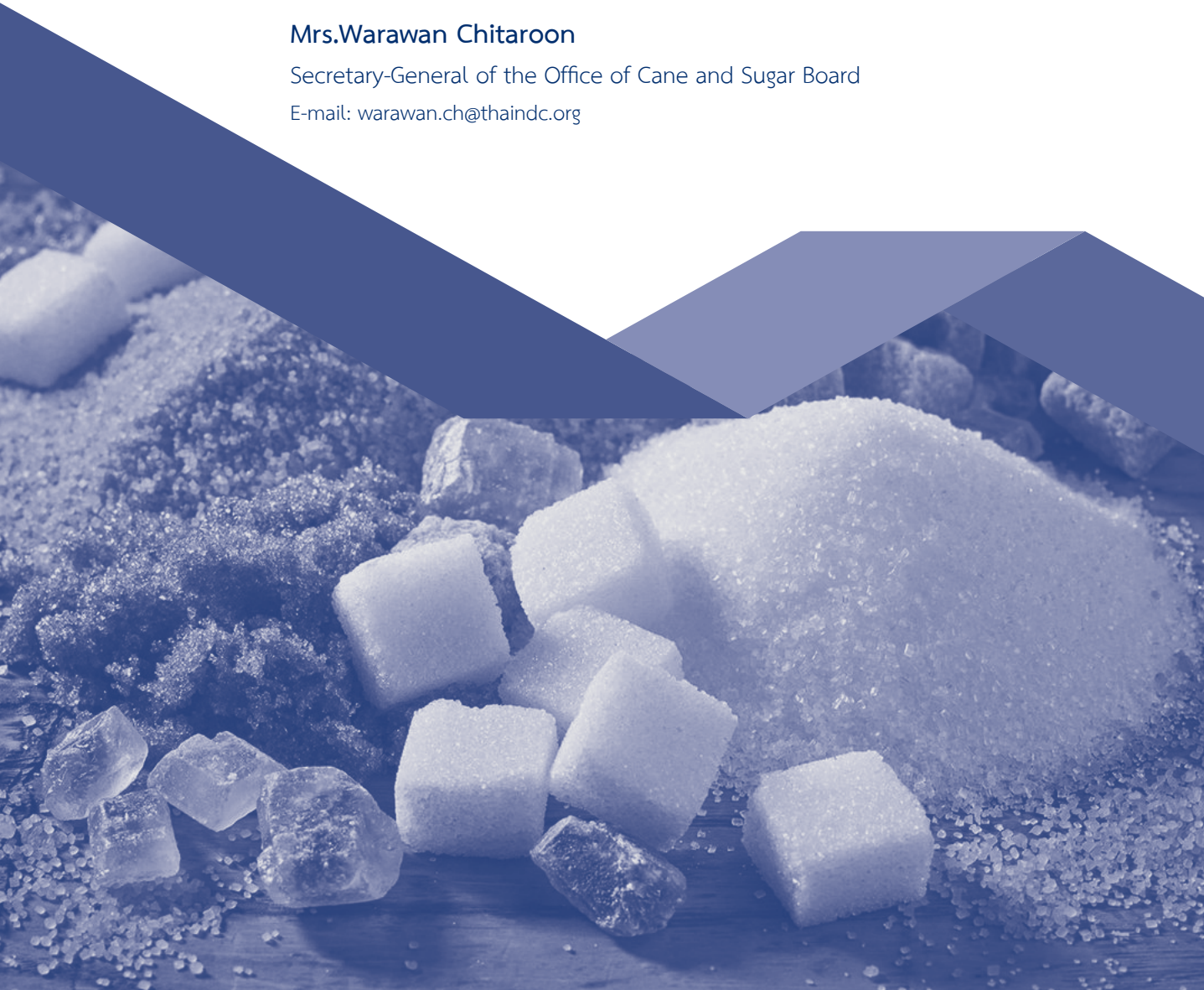
นางวรวรรณ ชิตอรุณ

เลขาธิการคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

Mrs.Warawan Chitaroon

Secretary-General of the Office of Cane and Sugar Board

E-mail: warawan.ch@thaindc.org



บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของไทยกำลังเผชิญกับสภาวะการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ ทั้งเงื่อนไขทางการค้าระหว่างประเทศ และปัญหาราคาสินค้าเกษตรตกต่ำ สิ่งประเทศไทยต้องดำเนินการนอกจากการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตในไร่อ้อยของเกษตรกรแล้วนั้น การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมอ้อย น้ำตาลทราย และอุตสาหกรรมต่อเนื่องเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง บทความนี้เป็นแนวคิดในการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมอ้อย น้ำตาลทราย และอุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยมีกระบวนการผลิตทางชีวภาพเป็นฐานรากและการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตแบบเดิมที่ขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตภาคเกษตรและภาคอุตสาหกรรมไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม การปรับเปลี่ยนจากการผลิตสินค้าที่เป็นน้ำตาลทรายดิบหรือน้ำตาลทรายขาวเป็นสินค้าที่มีนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์

คำสำคัญ: อ้อย, น้ำตาลทราย, อุตสาหกรรมชีวภาพ, กระบวนการผลิตทางชีวภาพ, เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม

ABSTRACT

The cane and sugar industry of Thailand is facing tremendous changes in both international trading conditions and the problems on depressed agricultural prices. Besides increasing yield and reducing production cost of field canes, it is very important that the country must add value to the cane and sugar industry and its downstream industries. This article describes the concept of utilisation of biotechnology to add value to cane and sugar industry and its downstream industries. This involves a bio-based process as a foundation and changes of the former production structure that has been driven by increasing production efficiency of agricultural and industrial sectors to the technology and innovation-driven economy that will change raw sugar or refined sugar to innovative and creative products.

Keywords: Sugarcane, Sugar, Bio-Industry, Bio-Based Process, Innovation Drive Economy

บทนำ

ทศวรรษที่ผ่านมาถือได้ว่าเป็นทศวรรษแห่งการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านการเกษตร อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม เริ่มจากอัตราการผลิตอาหารของโลกในทศวรรษที่ผ่านมาสามารถทำได้มากกว่าอัตราการบริโภคของประชากรโลก ทำให้สินค้าเกษตรมีแนวโน้มว่าราคาจะลดลง รวมถึงสินค้าเกษตรในประเทศไทยก็เช่นกัน ดังนั้น การปรับตัวของภาคเกษตรเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงนี้จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง การผลิตสินค้าเกษตรคุณภาพสูงในราคาที่ต่ำและใช้ทรัพยากรในการผลิตที่น้อยลง ภาคอุตสาหกรรมก็เช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่ต้องใช้วัตถุดิบจากภาคเกษตรจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อผลิตสินค้าให้มีคุณภาพดีในราคาที่ต่ำ ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค การใช้ทรัพยากรหรือวัตถุดิบเพื่อผลิตสินค้าต้องสามารถสร้างเพิ่มมูลค่าได้มากที่สุดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมาใช้จ่ายในสินค้าที่มีนวัตกรรม และสินค้าเพื่อสุขภาพ อาหารและยาจากธรรมชาติมากขึ้น ด้านการพาณิชย์ การซื้อขายสินค้าเริ่มมีการนำเทคโนโลยีการค้าสากลเข้ามาใช้ในการสร้างความได้เปรียบและสร้างความเป็นธรรมและสอดคล้องกับกติกาโลกมากขึ้น ซึ่งถือได้ว่าทศวรรษนี้เป็นทศวรรษของการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในทุกภาคส่วน โดยอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของไทยก็เช่นกัน เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเกี่ยวพันโดยตรงกับด้านการเกษตร อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม รวมถึงมีกฎระเบียบเข้ามาเกี่ยวข้องกับตามพระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527 ดังนั้น ในทศวรรษของการเปลี่ยนแปลงนี้อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของไทยจึงจำเป็นต้องพัฒนาและปรับตัวครั้งใหญ่เช่นกัน

ที่ผ่านมาประเทศไทยได้มีการพัฒนาทางด้านการเกษตร เศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมมาตลอด ในระยะแรกมีการใช้โมเดลประเทศไทย 1.0 ที่เน้นการขับเคลื่อนประเทศด้วยเกษตรกรรม เนื่องจากประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ การขับเคลื่อนเศรษฐกิจในยุค 1.0 จึงมี

การพึ่งพาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นหลัก โดยมีการส่งสินค้าเกษตรของไทยไปต่างประเทศ

ภายใต้โมเดลประเทศไทย 3.0 ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559) ประเทศไทยกำลังเผชิญกับกับดักประเทศรายได้ปานกลาง (Middle Income Trap) ความเหลื่อมล้ำของการกระจายรายได้หรือปัญหาความไม่เท่าเทียมกัน (Inequality Trap) และปัญหากับดักความไม่สมดุลของการพัฒนา (Imbalance Trap) อีกทั้งยังมีขีดความสามารถในการแข่งขันต่ำ โดยจากผลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันของสถาบันระหว่างประเทศ เช่น IMD, WEF และ World Bank พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการพัฒนาประเทศหลายด้าน อาทิ การลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนา ศักยภาพของโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผลิตภาพและประสิทธิภาพการผลิต รวมถึงประสิทธิภาพของภาครัฐยังอยู่ในระดับต่ำ และหากพิจารณาผลการพัฒนาภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่า การเติบโตของ GDP ภาคอุตสาหกรรมเฉลี่ยอยู่เพียงร้อยละ 3 ต่อปี การลงทุนเติบโตเฉลี่ยเพียงร้อยละ 2 ต่อปี มูลค่าการส่งออกภาคอุตสาหกรรมขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 5.4 ต่อปี อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของไทยก็เช่นกัน ทำให้ชาวไร่อ้อยและผู้เกี่ยวข้องกำลังเผชิญปัญหากับดักรายได้ปานกลางในปัจจุบัน

การไปสู่โมเดลประเทศไทย 4.0 อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของไทยจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตจากเดิมที่ขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation Drive Economy) โดยมีเทคโนโลยีชีวภาพเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อน

การขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation Drive Economy)

ความได้เปรียบของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายหากมองที่วัตถุดิบคือ “อ้อย” อ้อยถือได้ว่าเป็นพืชมหัศจรรย์เกือบทุกมิติ เป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง ทุกส่วนประกอบของอ้อยถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้เกือบทั้งหมด นอกจากนี้ อ้อยยังเป็นพืชที่ให้ผลผลิตที่สามารถใช้ประโยชน์มากที่สุด ในบรรดาผลผลิตการเกษตรทั้งหมดในพื้นที่ที่น้อยกว่าเมื่อลองเปรียบเทียบกับข้าวซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดในประเทศไทยคือประมาณ 75 ล้านไร่ แต่ละปีมีผลผลิตเข้าสู่กระบวนการแปรรูปและแปรรูปประมาณ 70 ล้านตัน แต่ “อ้อย” ซึ่งมีพื้นที่ปลูกประมาณ 10 ล้านไร่ มีผลผลิตเข้าสู่กระบวนการแปรรูปและแปรรูป ถึง 100 ล้านตันต่อปี จนกล่าวได้ว่าอ้อยเป็นพืชที่ให้ชีวมวล (Bio-Mass) ต่อปีมากที่สุดของประเทศไทย นอกจากนี้ผลผลิตจากอ้อยสามารถเปลี่ยนไปสู่ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ง่ายกว่าพืชชนิดอื่นเหมาะสำหรับการนำไปสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ จากอ้อย น้ำตาล และผลพลอยได้จากการผลิตในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมต้นน้ำ เช่น อุตสาหกรรมชีวภาพ เช่น การผลิตจุลินทรีย์ ยีสต์ เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร ยารักษาโรค สร้างพลังงานทดแทน ล้วนต้องอาศัยน้ำตาล หรือโมลาส เป็นแหล่งอาหารและวัตถุดิบต้นน้ำที่สำคัญ โดยเฉพาะ “อุตสาหกรรมชีวภาพ” (Bio Industry) ซึ่งอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลเป็นได้ทั้งอุตสาหกรรมต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ จึงเป็นอุตสาหกรรมด้านการเกษตรที่น่าจะเป็นต้นแบบในการก้าวสู่โมเดลประเทศไทย 4.0

การขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation Drive Economy) โดยเทคโนโลยีชีวภาพเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนจำเป็นต้องขับเคลื่อนให้เกิดมิติการเปลี่ยนแปลงใน 3 มิติที่สำคัญได้แก่

1. ใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการพัฒนาปัจจัยการผลิตในภาคการเกษตร เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตในอ้อย เช่น ปุ๋ย ยา และสารชีวภาพ เพื่อใช้ในการผลิตอ้อย
2. ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเปลี่ยนจากการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ที่เคยผลิต เช่น น้ำตาลทรายดิบ โมลาส กากอ้อย

และอื่น ๆ ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม

3. ผลิตสินค้าที่มีมูลค่าสูงจากผลผลิตของอ้อยและน้ำตาล เช่น ยีสต์ อาหารสุขภาพ ยารักษาโรค สร้างพลังงานทดแทน ฯลฯ

การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย

ประเทศไทยมีความพร้อมที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมจากอุตสาหกรรมเคมีไปสู่การเป็นอุตสาหกรรมชีวภาพ โดยเริ่มต้นจากอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายเป็นอันดับแรก ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้มาก เนื่องจากความพร้อมด้านวัตถุดิบ พันธุ์พืช และทรัพยากรชีวภาพที่หลากหลายที่จะนำเทคโนโลยีชีวภาพมาพัฒนาต่อยอดเพื่อพัฒนาและเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าได้อีกหลายเท่าตัว รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อม

จากการที่ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลทรายอันดับ 2 ของโลก และเงื่อนไขกติกาการค้าของโลกได้เปลี่ยนไป ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อรองรับต่อแนวโน้มที่สำคัญผลกระทบดังกล่าว นอกจากนี้ยังต้องปรับตัวเพื่อรองรับต่อเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศ เช่น การใช้พลังงานชีวภาพ วัสดุชีวภาพ ที่อาศัยวัตถุดิบจากอ้อย เพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ทำให้ภาคเกษตรกรรมต้องปรับตัวเพื่อสามารถสนองต่อแนวโน้มความต้องการ

ในภาคอุตสาหกรรมที่ต้นทุนการผลิตสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ซึ่งในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกให้เป็นร้อยละ 25 ของการใช้พลังงานรวมทั้งหมด ในส่วนของเชื้อเพลิงชีวภาพ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559) กำหนดเป้าหมายเพิ่มปริมาณการใช้เอทานอลเป็น 9 ล้านลิตรต่อวัน อ้อยเป็นพืชที่มีศักยภาพมากที่สุดในการผลิตเอทานอลให้บรรลุเป้าหมายที่กระทรวงพลังงานกำหนด แต่อาจมีปัญหาในด้านต้นทุนการผลิตที่สูงและค่าน้ำมันที่ลดต่ำลง การผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียและของเสียจากการผลิตเอทานอลในระดับอุตสาหกรรม รวมทั้งต้องมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีฐานและเทคโนโลยีสาขาที่สำคัญ

เช่น ชีววิศวกรรม (Bioengineering) เพื่อให้เทคโนโลยี ก๊าซชีวภาพพัฒนาอย่างก้าวกระโดด พัฒนาระบบผลิตก๊าซ ชีวภาพประสิทธิภาพสูงสำหรับภาคอุตสาหกรรม พัฒนา หัวเชื้อท้องถิ่นที่ช่วยเร่งประสิทธิภาพการย่อยสลาย/ระบบ ก๊าซชีวภาพขนาดเล็กและต้นทุนต่ำสำหรับชุมชน พร้อม กับส่งเสริมให้มีการใช้ก๊าซชีวภาพมากขึ้น ทั้งเป็นแหล่ง พลังงานทดแทนน้ำมันและไฟฟ้าในกระบวนการผลิตของ ภาคอุตสาหกรรม และทดแทนการใช้ก๊าซแอลพีจีในบ้าน เรือน และ การใช้ก๊าซชีวภาพเพื่อการคมนาคมขนส่ง การ พัฒนาจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูงที่เหมาะสมกับวัตถุดิบรวม ทั้งการพัฒนากระบวนการขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสูงโดยใช้ไม ลาส จากการผลิตในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลเป็น วัตถุดิบในการผลิตจุลินทรีย์และหัวเชื้อต่าง ๆ ซึ่งเป็นต้นน้ำ ของอุตสาหกรรมชีวภาพ การผลิตเอทานอลจากวัสดุ เชลลูโลสิก เช่น กากอ้อย การพัฒนาเอนไซม์ที่เหมาะสม กับวัตถุดิบ เช่น กากอ้อยและของเหลือจากการผลิตใน อุตสาหกรรมน้ำตาลทราย การขยายขนาดการผลิตเอนไซม์ และพัฒนาเทคโนโลยีการหมักประสิทธิภาพสูงไปสู่การผลิต ในระดับอุตสาหกรรม (Pauline M. Doran, 1995) ซึ่ง การพัฒนาเหล่านี้จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีฐานที่เข้มแข็ง เช่น เทคโนโลยีการหมัก จีโนม เทคโนโลยีจีเอ็มโอ ประเทศไทย นำเข้าเคมีภัณฑ์เพื่ออุตสาหกรรมประมาณ 350,000 ล้าน บาทต่อปี (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ, 2559) ในจำนวนนี้เป็น ผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพ ได้แก่ กรดอินทรีย์ ยาปฏิชีวนะ แอลกอฮอล์ วิตามิน กรดอะมิโน เอนไซม์ และยีสต์ เป็น มูลค่าถึง 100,000 ล้านบาท

อุตสาหกรรมในอนาคตมีแนวโน้มมุ่งไปยังอุตสาหกรรม ฐานชีวภาพ เนื่องจากตลาดให้ความสำคัญกับการรักษา สิ่งแวดล้อมเพื่อลดการใช้ทรัพยากร ลดปริมาณของเสีย รวมถึงการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิดในกระบวนการเดียว เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล ทรายในอนาคต

แนวคิดในการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการสร้าง มูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมอ้อย น้ำตาลทราย และ อุตสาหกรรมต่อเนื่อง

แนวคิดในการกำหนดทิศทางพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อย และน้ำตาลโดยให้ความสำคัญกับการใช้ขบวนการผลิตทาง ชีวภาพ (Bio-Based Process) เช่น

1. การพัฒนาพันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตสูง ทนแล้ง ไวต่อ ได้นาน โดยนำเอาเทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีจีโนม พันธุวิศวกรรม ร่วมกับเทคโนโลยีในสาขาอื่น ๆ เช่น การ ปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม และเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์อ้อยของไทย และการพัฒนา ผลิตภัณฑ์จากอ้อย น้ำตาล และผลพลอยได้จากการผลิต ให้หลากหลาย และมีลำดับขั้นนวัตกรรมที่สูงขึ้น ซึ่งจะช่วย เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้

2. พัฒนาปัจจัยการผลิตทั้งในด้านการเพิ่ม ประสิทธิภาพความหลากหลายของหัวเชื้อจุลินทรีย์ (Micro-Biology) เพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน สารชีวภาพใน การป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอ้อย เช่น โรคใบขาว เพื่อลด การใช้สารเคมี การพัฒนาชุดตรวจสอบโรคเพื่อการเฝ้าระวัง โรคที่มีความแม่นยำ และใช้งานได้ง่าย

3. สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์จากอ้อย รวมถึง ของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม เพิ่ม มูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ตลอดห่วงโซ่มูลค่า (Value Chain) ด้วยกระบวนการผลิตทางชีวภาพ (Bio-Based Process) ทั้งนี้ เนื่องจากปัจจุบันการผลิตสินค้าจากอ้อยและน้ำตาล นั้นมีมูลค่าเพิ่มน้อย สาเหตุหลักเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ แปรรูปขั้นต้น อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยมีศักยภาพที่จะเพิ่ม มูลค่าให้สูงขึ้นได้อีกมาก ทั้งด้วยการยกระดับประสิทธิภาพ การผลิต เช่น เพื่อเป็นอาหารเสริม รวมถึงผลิตภัณฑ์ในกลุ่ม อุตสาหกรรมอื่น เช่น สารให้ความหวาน พลังงานชีวภาพ โพลีเมอร์ชีวภาพ ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ ยารักษาโรค เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ อาหารที่มีแคลอรีต่ำ สาร ทดแทนไขมัน และเคมีภัณฑ์ เป็นต้น

4. ยกระดับสินค้าและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต มุ่งสู่การผลิตสินค้าเกษตรและอาหารที่เป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อม (Green Industry) และการผลิตที่ยั่งยืน (Sustainable Agriculture)

แนวทางการดำเนินการ

1. การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่และกระบวนการต่าง ๆ สำหรับอุตสาหกรรมชีวมวล (Bio Industry)
2. การพัฒนาตลาดและความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์
3. การผลักดันการทำงานร่วมกันระหว่างผู้รายนโยบายและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

การพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพจากอ้อย น้ำตาล วัสดุเหลือใช้ และอุตสาหกรรมต่อเนื่อง

1. ใช้ประโยชน์จากความรู้และวิทยาการของเทคโนโลยีชีวภาพในการสร้างความเข้มแข็ง สร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน และการพึ่งพาตนเองจากความหลากหลายทางชีวภาพ เพิ่มมูลค่าพืชเศรษฐกิจที่ประเทศไทยมีศักยภาพ หรือมีความจำเป็นสูง
2. สนับสนุนให้มีการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพจากอ้อย น้ำตาล วัสดุเหลือใช้ และอุตสาหกรรมต่อเนื่อง
3. สนับสนุนให้เอกชนวิจัยและพัฒนาด้าน Bio Technology เพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล

สรุป

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของไทย การปรับเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตจากเดิมที่ขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตภาคการเกษตรและอุตสาหกรรม ไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation Drive Economy) โดยมีเทคโนโลยีชีวภาพเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม สร้างตลาดใหม่ให้กับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของไทยที่มีความพร้อมในการปรับเปลี่ยนไปสู่กระบวนการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพเป็นฐานราก

บรรณานุกรม

กระทรวงอุตสาหกรรม. “แผนแม่บทการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย พ.ศ. 2555-2574”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: <http://www.industry.go.th/psd/idus.pdf>, 2559.

กระทรวงอุตสาหกรรม. “แผนยุทธศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรมไทย พ.ศ. 2560-2564”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: <http://www.industry.go.th/psd/idus.pdf>, 2559.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. “หลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: [http://www.kmutt.ac.th/cd/th/curriculum/Ph.D.%20\(Biological%20Engineering\).pdf](http://www.kmutt.ac.th/cd/th/curriculum/Ph.D.%20(Biological%20Engineering).pdf), 2555.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. “นวัตกรรมทางยา และผลิตภัณฑ์สุขภาพ”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: <http://www.ryt9.com/s/prg/486307>, 2551.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. “โครงการทักษะวิศวกรรมอาหาร มจร.”, 2552.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. “มจร. กับนวัตกรรมการสอน วิจัย และการเรียนรู้”, 2553.

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). “กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย พ.ศ. 2555-2564”, ม.ป.ป. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.). **สาระสำคัญของกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย (พ.ศ. 2555-2564)**. (ม.ป.ม., เปนนไทป์ลิซซิง., 2559), หน้า 14-70.

Pauline M. Doran. “Bioprocess Engineering Principles. Elsevier Ltd. On-line”. (Online). Available: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780122208553>, 1995.

PubMed. National Research Council (US) Committee on Bioprocess Engineering. (1992). **Putting Biotechnology to Work.**

Washington (DC): National Academies Press (US). (Online). Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK236001>/accessed, 2018.