บทที่ 2 :
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังไทย : ผลการดำเนินงานที่ผ่านมา

การเพิ่มประสิทธิภาพอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง ตลอดจนการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม แบ่งออกเป็นแผนงานต่างๆ ได้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง เพื่อเพิ่มผลผลิต/ประสิทธิภาพการผลิต (ผลผลิตต่อพื้นที่) ตลอดจนการปรับปรุงพันธุ์ให้มีคุณสมบัติตามความต้องการของอุตสาหกรรมและการปรับตัวต่อสภาวะแวดล้อม
2. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในด้านเทคโนโลยีเก็บเกี่ยว/หลังการเก็บเกี่ยว เช่น การพัฒนาเครื่อง เก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลัง
3. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพอุตสาหกรรมมันเส้น (การผลิตมันเส้นสะอาด) และอุตสาหกรรมแป้งมัน/ แป้งดัดแปร
4. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่จากมันสำปะหลังและแป้ง
5. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการผลิตพลังงาน (เอทานอล) จากมันสำปะหลัง
6. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนากระบวนการผลิตแป้งมันให้เป็น Near zero waste การใช้ประโยชน์จากของเสีย/ของเหลือทิ้ง เช่นการผลิตพลังงานจากน้ำทิ้ง การผลิตอาหารสัตว์จากกากมันสำปะหลัง
7. การใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในการเตรียมการเพื่อลดการกีดกันทางการค้า เช่น การจัดทำ LCA carbon/ Water footprint ของผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อเพิ่มผลผลิต/ประสิทธิภาพการผลิตตลอดจน การปรับปรุงพันธุ์ให้มีคุณสมบัติตามความต้องการของอุตสาหกรรมและการปรับตัวต่อสภาวะแวดล้อม

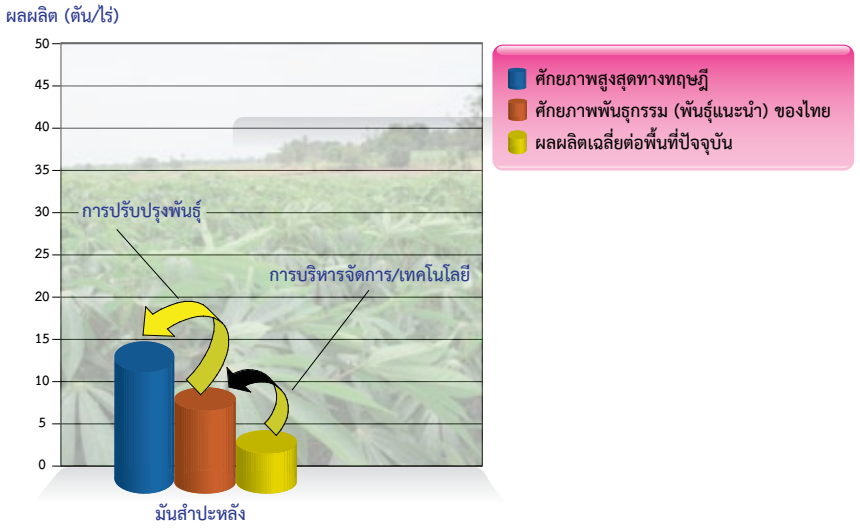
ในระหว่างปี พ.ศ. 2550-2552 ผลผลิตมันสำปะหลังของประเทศมีประมาณ 25-30 ล้านตัน ผลผลิตเกือบทั้งหมดถูกป้อนเข้าอุตสาหกรรมดั้งเดิมคือมันเส้นมันอัดเม็ดและแป้งมันจากสภาวะน้ำมันแพง และรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการผลิตเอทานอลและการใช้แก๊สโซฮอล์ ทำให้มีความต้องการมันสำปะหลังเพื่อป้อนโรงงานผลิตเอทานอล ปัจจุบันมีโรงงานผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง 5 แห่ง และที่ใช้ทั้งมันสำปะหลังและกากน้ำตาล 3 แห่ง จากปริมาณการผลิตเอทานอลของโรงงานเหล่านี้ คาดว่าต้องการผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นปีละ 5 ล้านตัน

จากข้อมูลการใช้มันสำปะหลังไม่ว่าในอุตสาหกรรมที่มีอยู่เดิมหรือประมาณการในอุตสาหกรรมที่กำลังเติบโต เช่น การผลิตเอทานอล จึงมีความต้องการปริมาณหัวมันในแต่ละปีเพิ่มขึ้น แม้ว่า ผลผลิตมันสำปะหลังต่อพื้นที่ของไทยสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยโลกหรือหลายๆ ประเทศ (ตารางที่ 2) แต่จากนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ไม่ให้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูก จึงจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังโดยการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่รวมทั้งการฟื้นฟูบำรุงดิน จากการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังอย่างต่อเนื่อง โดย มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ศ.ดร. เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ และคณะ) และกรมวิชาการเกษตร ทำให้มีพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตสูง ทั้งในด้านน้ำหนักหัว และปริมาณแป้ง เช่น เกษตรศาสตร์ 50 ห้วยบง 60 และระยอง 7 เป็นต้น (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ดี พันธุ์ที่ดีไม่สามารถแสดงศักยภาพของพันธุ์ออกมาได้เต็มที่ เนื่องจากเกษตรกรไทยขาดการดูแลในเรื่องการให้ปุ๋ย ประสบปัญหาความแห้งแล้ง รวมทั้งการเลือกพันธุ์ที่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ รูปที่ 4 เปรียบเทียบผลผลิตต่อพื้นที่ของมันสำปะหลังสูงสุดที่อาจเป็นได้ทางทฤษฎีซึ่งอยู่ที่ 15 ตันต่อไร่ ในขณะที่ผลผลิตที่ดีที่สุดของพันธุ์ที่มีอยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมการปลูกที่เหมาะสมอยู่ที่ 6 ตันต่อไร่ และผลผลิตเฉลี่ยของทั่วประเทศอยู่ที่ 3.6 ตันต่อไร่ (ปี 2552) จากรูปดังกล่าว เห็นได้ว่าประเทศไทยมีพันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงอยู่แล้ว ถ้ามีการบริหารจัดการดินและน้ำรวมทั้งการใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ อาจเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยของประเทศให้เข้าใกล้ศักยภาพของพันธุ์ที่มีอยู่ในขณะเดียวกัน หากทำการปรับปรุงพันธุ์ที่มีอยู่เพิ่มเติม จะช่วยให้ได้ผลผลิตเข้าใกล้กับผลผลิตสูงสุดทางทฤษฎี

ตารางที่ 3 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังของประเทศไทย

ปี	ชื่อพันธุ์	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ประมาณแป้ง (ร้อยละของน้ำหนักสด)
ก่อน 2503	นำเข้าต้นพันธุ์จากประเทศมาเลเซีย และฟิลิปปินส์		
2503-2513	ประเทศไทยเริ่มปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง		
2513-2523	ระยอง 1	3.2	20
2523-2533	ระยอง 3	2.7	23
	ระยอง 60	4.0	22
	ระยอง 90	3.6	24
2533-2543	เกษตรศาสตร์ 50	5.4	25
	ระยอง 5	4.0	22
2543-2553	ห้วยบง 60	5.8	25
	ระยอง 7	6.3	27
	ระยอง 9	4.9	24
	ห้วยบง 80	5.5	27
	เริ่มมีการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อช่วยในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง		

รูปที่ 4 ศักยภาพความเป็นไปได้ในการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ของมันสำปะหลังโดยการจัดการและการปรับปรุงพันธุ์



ศักยภาพของพันธุกรรมและความเป็นไปได้ในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง

- ศักยภาพทางทฤษฎีของมันสำปะหลังให้ผลผลิตสูงสุด 15 ตัน/ไร่
- ผลผลิตโลกเฉลี่ย 1.9 ตัน/ไร่ อินเดีย 5.0 ตัน/ไร่ ประเทศไทย 3.5 ตัน/ไร่
- ศักยภาพทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังไทย
  ประเทศไทยมีพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงมากกว่า 6 ตัน/ไร่ ภายใต้สภาวะที่มีการจัดการที่เหมาะสม เช่น พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ห้วยบง 60 และ ระยอง 7 เป็นต้น

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสภาพพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังของประเทศ การใช้พันธุ์มันสำปะหลังให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และแนวทางปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง มีหลายหน่วยงานให้ความสำคัญทำวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยกรมวิชาการเกษตร และกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จัดทำแผนที่ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่ของประเทศเพื่อช่วยให้เกษตรกรเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ ศึกษาเลือกช่วงปลูกที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังของประเทศ รวมทั้งจัดฝึกอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกร (แผนที่ความเหมาะสมของเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง กรมวิชาการเกษตร, 2553) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดทำเอกสารเผยแพร่ทางวิชาการเกี่ยวกับข้อมูลการดูแลมันสำปะหลังรายปี ระบุขั้นตอนที่เหมาะสมตั้งแต่การเตรียมดิน การปลูก การจัดการท่อนพันธุ์ การกำจัดวัชพืชตลอดจนการเก็บเกี่ยว เพื่อเผยแพร่เป็นแนวทางปฏิบัติ รวมทั้งจัดฝึกอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกร (เทคนิคการเพิ่มผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542) ดร.โอภาษ บุญเส็ง นักวิจัยจากศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร ศึกษาแนวทางผลิตมันสำปะหลังที่เหมาะสมกับสภาพชุดดิน 5 ชนิดของประเทศ เพื่อให้ผลผลิตสูง 12-13 ตันต่อไร่ (โปรโตคอลหรือต้นแบบของการผลิตมันสำปะหลังในดินชุดหลักของประเทศไทย โอภาษ บุญเส็ง, 2552)

งานวิจัยขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization: FAO) แสดงให้เห็นว่าการให้ปุ๋ยในแปลงที่ปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลาหลายปีช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้มากถึง 4.8 ตันต่อไร่ ในขณะที่การให้ปุ๋ยควบคู่กับเศษใบมันสำปะหลังในแปลงปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้มากถึง 6.4 ตันต่อไร่

จากงานวิจัยของ Santisopasri and et al. 2001 พบว่า การให้น้ำในการปลูกมันสำปะหลังให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ให้น้ำ รวมทั้งปริมาณแป้งในมันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆ ที่ได้รับน้ำเพิ่มมากขึ้น

แม้การปลูกมันสำปะหลังของไทย ไม่ค่อยประสบปัญหาจากศัตรูพืชมาก แต่จากสภาพดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้นว่า สภาพแล้งรวมทั้งฝนที่ไม่ตกตามฤดูกาล ทำให้เกิดการระบาดของเพลี้ยแป้งสีชมพูในปี 2551/2552 เกิดความเสียหายในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของประเทศเกือบ 500,000 ไร่ เกษตรกรในพื้นที่ ที่ประสบปัญหาการระบาดของเพลี้ยแป้ง ได้ผลผลิตลดลงกว่าร้อยละ 50 และขาดแคลนท่อนพันธุ์ที่ใช้ปลูกในฤดูกาลถัดไป งานวิจัยของ สวทช. โดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) ที่แปลงปลูกทดสอบ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา พบว่าการให้น้ำนอกจากทำให้ต้นมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตที่ดีแล้วยังเสริมความต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช โดยพบว่าประชากรเพลี้ยแป้งลดลงเมื่อต้นมันได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ การใช้ราบิวเวอเรียผนวกกับการให้น้ำนอกจากป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช ยังทำให้แมลงห้ำ แมลงเบียน แมลงช้างปีกใส แมงมุม หรือด้วงเต่า ที่เป็นศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยแป้งมีจำนวนเพิ่มขึ้น

จากข้อมูลดังกล่าว จึงมีความเป็นไปได้ในการเพิ่มผลผลิตเฉลี่ยของประเทศ ให้ใกล้เคียงกับผลผลิตตามศักยภาพของพันธุ์ที่มีอยู่ โดยการบริหารจัดการดินและน้ำ และการเลือกพื้นที่ปลูกในขณะเดียวกันยังสามารถใช้เทคโนโลยีในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้ผลผลิตสูงขึ้นใกล้ศักยภาพสูงสุดทางพันธุกรรม (ประมาณ 15 ตันต่อไร่) ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพทำให้ย่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ รวมถึงการปรับปรุงพันธุ์ให้มีคุณสมบัติที่หลากหลายขึ้น ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เช่น การใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมาย หรือเครื่องหมายโมเลกุลในการคัดเลือก (Marker Assisted Selection: MAS) ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐาน และการใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม พืชที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีพันธุวิศวกรรม เรียกว่าพืชจีเอ็มโอ ในต่างประเทศ มีการพัฒนามันสำปะหลังจีเอ็มโอที่เป็น Waxy cassava (มีปริมาณอะมิโลเพคตินสูง) รวมทั้งการพัฒนามันสำปะหลังให้มีเม็ดแป้งขนาดเล็ก

Biocassava Plus (http://biocassavaplus.org) เป็นการรวมกลุ่มนักวิจัยจากทวีป แอฟริกา เอเชีย ยุโรป ละตินอเมริกา และอเมริกาเหนือ ร่วมทำงานวิจัยเพื่อลดการขาดแคลนแหล่งอาหารและเพิ่มคุณค่าทางอาหารของมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นแหล่งอาหารหลักที่สำคัญของประชากรกว่า 250 ล้านคนในประเทศแถบทวีปแอฟริกา เป้าหมายที่มุ่งเน้น ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีปริมาณธาตุสังกะสี ธาตุเหล็ก วิตามินเอ หรือวิตามินอี สูงขึ้น ลดความเป็นพิษจากไซยาไนด์ ยืดอายุหัวมันสำปะหลังหลังการเก็บเกี่ยว และพันธุ์ที่มีความต้านทานโรคไวรัส CMV (Cassava Mosaic Virus) ที่ระบาดหนักในทวีปแอฟริกา ด้วยเทคนิคทางพันธุวิศวกรรม (จีเอ็มโอ) โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมูลนิธิบิล และมิรินด้า เกตต์ จำนวน 12.1 ล้านเหรียญสหรัฐ ในปี พ.ศ. 2553 เริ่มปลูกทดสอบมันสำปะหลังดัดแปลงพันธุกรรมที่มีการปรับปรุงธาตุอาหารเพิ่มเติมแล้วในโรงเรือน

สวทช. โดยไบโอเทค มหาวิทยาลัยมหิดล และศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร ร่วมมือวิจัยและพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อใช้คัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่มีปริมาณแป้งสูง ผลผลิตสูง และปริมาณไซยาไนด์ต่ำ จากคู่ผสมระหว่างพันธุ์ห้วยบง 60 (แป้งสูง ไซยาไนด์สูง) และห้านาที (แป้งต่ำ ไซยาไนด์ต่ำ) ปัจจุบัน อยู่ระหว่างการคัดเลือกสายพันธุ์และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องหมายโมเลกุลที่พัฒนาขึ้น

ถึงแม้ว่าประเทศไทยยังไม่มีนโยบายในการปลูกพืชจีเอ็มโอในเชิงการค้า แต่เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการสร้างความสามารถของประเทศด้านเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมในการปรับปรุงพันธุ์พืช จึงมีการสนับสนุนงานวิจัยด้านนี้ อาทิ การวิจัยปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังโดยเทคนิคพันธุวิศวกรรม ได้แก่ การพัฒนาระบบการถ่ายยีนมันสำปะหลังที่มีประสิทธิภาพสูง และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม โดยปราศจากยีนสารปฏิชีวนะ การวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังดัดแปลงพันธุกรรมที่มีคุณสมบัติแป้งตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรมเฉพาะ เช่น เม็ดแป้งขนาดเล็กมีสัดส่วนอะมิโลสและอะมิโลเพคตินต่างๆ และมีผลผลิตรากสะสมอาหารสูง เมื่อประเทศไทยมีความชัดเจนทางด้านนโยบายพืชดัดแปลงพันธุกรรมงานวิจัยและพัฒนาที่เตรียมความพร้อมไว้นี้จะสามารถขยายใช้ประโยชน์ได้ทันที

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในด้านเทคโนโลยีเก็บเกี่ยว/หลังการเก็บเกี่ยว เช่น การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลัง

การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังใช้แรงงานคนสูง มีผลต่อต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง ทั้งนี้ ในการผลิตมันสำปะหลัง ประมาณมากกว่าร้อยละ 40 เป็นต้นทุนการเก็บเกี่ยว จากปัญหาแรงงานและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลัง มีการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลัง ที่มีความเหมาะสมกับแหล่งดินและพันธุ์ ในขณะเดียวกันบางสายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูง มีลักษณะหัวยาว ทำให้ในระหว่างการเก็บเกี่ยวมีการหัก สูญเสียผลผลิตในการเก็บเกี่ยว สวทช. และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ร่วมกันพัฒนาต้นแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่มีประสิทธิภาพการขุดถอนหัวมันสำปะหลังร้อยละ 90 ความเร็วในการทำงาน 1 ไร่/ชั่วโมง ปัจจุบันอยู่ระหว่างการพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดการสูญเสีย

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพอุตสาหกรรมมันเส้น (การผลิตมันเส้นสะอาด) และอุตสาหกรรมแป้งมัน/แป้งดัดแปร

ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทยประสบปัญหาคุณภาพสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐาน ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ส่งผลกระทบต่อการกีดกันทางการค้า และการยกระดับราคาสินค้าให้สูงขึ้น การพัฒนาเพื่อยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ อาทิ การพัฒนาคุณภาพมันเส้นให้มีคุณภาพดี สะอาด เป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากมันเส้นมีประโยชน์การใช้งานต่ออย่างกว้าง นอกจากนำไปอัดเป็นมันอัดเม็ด ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์แล้ว มันเส้นยังถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น สุรา เอทานอล และกรดซิตริก อุตสาหกรรมดังกล่าวต้องการมันเส้นคุณภาพดี หรือมันเส้นสะอาด สหภาพยุโรปกำหนดมาตรฐานมันเส้นให้มีส่วนของกากหรือเยื่อใยไม่เกินร้อยละ 4 ดินทรายไม่เกินร้อยละ 2 และปริมาณแป้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 การผลิตมันเส้นสะอาดนอกจากสร้างมูลค่าเพิ่มของมันสำปะหลังรวมทั้งยกระดับราคามันสำปะหลังให้สูงขึ้นและมีเสถียรภาพแล้วยังเป็นการเตรียมการรองรับมาตรการควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ตามระบบ GMP และ HACCP ของสหภาพยุโรปด้วย กรมการค้าต่างประเทศ กำหนดคุณภาพและมาตรฐานมันเส้นสะอาด เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการส่งเสริม/พัฒนาการผลิตมันเส้นสะอาดของประเทศ และร่วมกับศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดสัมมนาให้ความรู้เกษตรกรลานมัน และผู้ประกอบการ ในพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังครอบคลุมภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก นอกจากนี้ยังได้รับขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการลานมันเป็นผู้ผลิตมันเส้นสะอาดประมาณ 135 ราย

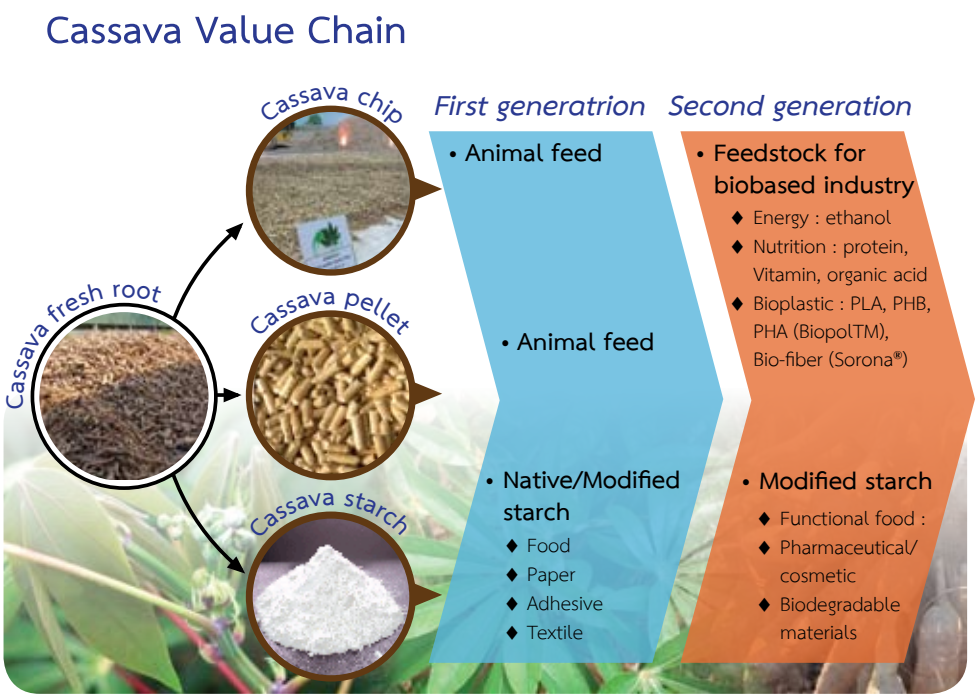
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่จากมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังที่ผลิตใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มีทั้งแป้งดิบ (Native tapioca starch) และแป้งโมดิฟายด์ (Modified tapioca starch) (รูปที่ 5) แป้งโมดิฟายด์ เป็นแป้งที่ผ่านกระบวนการดัดแปรเพื่อให้คุณสมบัติของแป้งเหมาะกับการใช้งานมากขึ้น ปัจจุบันแป้งดัดแปรส่วนใหญ่เป็นแป้งที่ได้จากกระบวนการ ดัดแปรด้วยวิธีทางเคมี แป้งดัดแปรเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้ให้ประเทศไทยเป็นมูลค่ามากกว่า 14,000 ล้านบาท สร้างมูลค่าเพิ่มให้วัตถุดิบทางการเกษตรของประเทศ อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมแป้งเป็นอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแข่งขันกับอุตสาหกรรมแป้งข้าวโพด ที่มีส่วนแบ่งการตลาดมากที่สุดในโลก รวมทั้งแป้งมันฝรั่งและแป้งสาลี แป้งเหล่านี้มีเทคโนโลยีการแปรรูป/ ดัดแปรก้าวหน้าเป็นอย่างมาก

การพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปมันสำปะหลังและแป้งที่ทำอย่างครบวงจรตั้งแต่การศึกษาสมบัติพื้นฐาน การสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ของกระบวนการ แปรรูป และดัดแปรเพื่อควบคุมคุณภาพแป้งดัดแปรที่ได้ รวมทั้งการสร้างฐานข้อมูลเชิงเทคนิคด้านการใช้ประโยชน์เป็นส่วนเสริมความสามารถในการผลิตและการขายให้กับภาคอุตสาหกรรม การมีข้อมูลเชิงเทคนิคที่เป็นระบบ ทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปและการใช้ประโยชน์ตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมปลายน้ำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

เพื่อให้บริการหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน ในการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติแป้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง โดยความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ สวทช. โดยศูนย์ไบโอเทค ให้บริการตรวจวิเคราะห์แป้ง ทั้งการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี (ปริมาณน้ำตาล แป้ง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไซยาไนด์ ฯลฯ) ทางชีวเคมี (ปริมาณอะมิโลส อะมิโลเพคตินและโครงสร้างจุลภาค) ทางกายภาพ (ลักษณะเม็ดแป้ง การเกิดผลึก ฯลฯ) และคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาของมันสำปะหลัง โดยนักวิจัยที่มากด้วยทักษะและประสบการณ์

รูปที่ 5 ผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ จากมันสำปะหลัง



วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการผลิตพลังงานจากมันสำปะหลัง

การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังปัจจุบันใช้มันเส้น แต่ในกระบวนการผลิตมีปัญหาการใช้พลังงานและน้ำสูง การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากหัวมันสำปะหลังสดเป็นแนวทางใหม่ที่น่าสนใจ เนื่องจากหัวมันสดมีปริมาณมากและราคาถูกในฤดูกาลเก็บเกี่ยว สามารถใช้เป็นวัตถุดิบได้โดยตรงเช่นเดียวกับโรงงานแป้งมันสำปะหลัง โดยไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการทำแห้งและเก็บสต๊อก ข้อจำกัดสำคัญของการใช้หัวมันสดเป็นวัตถุดิบ คือ องค์ประกอบทางเคมีไม่สม่ำเสมอ ยากต่อการควบคุมปริมาณของแข็งเริ่มต้น และมีขีดจำกัดในการเพิ่มความเข้มข้นของของแข็งเริ่มต้น สวทช. ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเอทานอลในภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการผลิตเอทานอลจากหัวมันสำปะหลัง เช่น ศึกษากระบวนการปรับสภาพหัวมันสำปะหลังโดยเอนไซม์ผสม (Cocktail enzymes) เพื่อเพิ่มปริมาณของแข็งสำหรับเตรียมน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้น (น้ำตาลสูงขึ้นจากร้อยละ 25 เป็นร้อยละ 32-35 หมักแล้วปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 8-10 เป็นร้อยละ 16-18) ทั้งนี้ กระบวนการปรับสภาพหัวมันสำปะหลังโดยใช้เอนไซม์ผสม เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเอทานอล อีกทั้งยังเป็นการพัฒนากระบวนการผลิตแบบ SSF (Simultaneous Saccharification and Fermentation) จากหัวมันสำปะหลังที่ระดับปริมาณของแข็งทั้งหมดในระบบการหมักสูง (Very High Gravity Fermentation: VHG) ซึ่งมีข้อได้เปรียบเนื่องจาก มีความเหมาะสมกับวัตถุดิบที่ใช้ในประเทศ เพิ่มปริมาณเอทานอลในการหมัก ลดการใช้น้ำ และพลังงาน จึงเป็นแนวทางพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง งานวิจัยนี้อยู่ระหว่างการพัฒนาต่อในระดับต้นแบบ

การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมของชีวมวลเพื่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพสำหรับพลังงานทดแทนของประเทศไทย ของ สวทช. โดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) ด้วยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) ตามอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 เพื่อศึกษาความเหมาะสมของชีวมวลเป้าหมาย ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอล และไบโอดีเซล) เป็นพลังงานทดแทนของประเทศไทย โดยพิจารณาด้านเศรษฐกิจ พลังงาน และผลกระทบสิ่งแวดล้อม ในส่วนของการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังและอ้อย (กากน้ำตาล) พบว่า การใช้กากน้ำตาลมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจาก มีความคุ้มค่าในเชิงพลังงานสูงกว่าการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง รวมทั้งมีผลกระทบสิ่งแวดล้อม และค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตโดยรวมที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม โรงงานเอทานอลจากกากน้ำตาลควรอยู่ติดกับโรงงานน้ำตาล เพื่อประหยัดค่าลงทุนในการเก็บสต๊อกกากน้ำตาล และค่าขนส่ง ในส่วนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ควรมีการปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตและลดพลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต รวมถึงการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล หรือนำไบโอแก๊สจากระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้เป็นพลังงานทดแทน จะช่วยให้การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง มีความคุ้มค่าในเชิงพลังงาน สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนากระบวนการผลิตแป้งมันให้เป็น Near zero waste การใช้ประโยชน์จากของเสีย/ ของเหลือทิ้ง เช่นการผลิตพลังงานจากน้ำทิ้ง การผลิตอาหารสัตว์จากกากมันสำปะหลัง

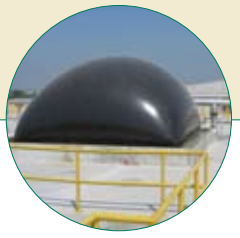
อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ถือเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากเป็นการเพิ่มมูลค่าของหัวมันสำปะหลัง โดยผลผลิตหัวมันกว่าร้อยละ 60 ถูกใช้ในการผลิตแป้งมัน และแป้งมันมากกว่าร้อยละ 56 เป็นสินค้าส่งออก นอกจากนี้ แป้งมันที่ใช้ภายในประเทศยังถูกใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น กระดาษ อาหาร สารเคมี ปัจจุบัน มีโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังประมาณ 80 โรงงาน กำลังผลิตแป้งรวม 3.5-4 ล้านตันต่อปี อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันประสบปัญหาจากปัจจัยภายใน เช่น ราคาหัวมันที่ไม่แน่นอน ต้นทุนการผลิตที่เนื่องมาจากประสิทธิภาพ การใช้น้ำและพลังงาน นอกจากนี้ยังมีปัญหาคุณภาพของแป้งมันที่ถูกควบคุมด้วยข้อบังคับของ GMP ระบบ ISO9000 ระบบ HACCP หรือ ISO14000 จากบริษัทคู่ค้า

การปรับปรุงกระบวนการผลิตแป้งมัน ประกอบด้วยการลดการสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต และการลดการใช้น้ำและพลังงาน จากรายงานการสำรวจโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2546) พบว่าประสิทธิภาพการผลิตแป้งจากหัวมัน (Recovery) ได้เพียงร้อยละ 70-80 เนื่องจากมีการสูญเสียแป้งระหว่างการสกัด และการอบแห้ง รวมทั้งแป้งเหลืออยู่ในกากมัน (ปัจจุบันใช้เป็นอาหารสัตว์) แป้งที่สูญเสียระหว่างการสกัด อยู่ในน้ำทิ้งที่มาจากกระบวนการผลิต ทำให้ค่าบีโอดีน้ำทิ้งสูง เสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดเพิ่มขึ้น จากโครงการนำร่องโดย สวทช. ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และบริษัท ชลเจริญ จำกัด พัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดแป้งมัน โดยการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องสกัดแป้ง การลดการสูญเสียและเก็บกลับแป้งจากน้ำทิ้งของเครื่องเหวี่ยงแยก ทำให้ได้แป้งกลับมาเพิ่มขึ้น รวมทั้งลดการใช้น้ำ รวมแล้วประหยัดเงินได้กว่า 19.9 ล้านบาทต่อปี ทั้งนี้การปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดการใช้น้ำ ไม่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แป้งที่ได้ จากผลการวิเคราะห์พบว่าผ่านตามมาตรฐาน มอก. จากโครงการนำร่องดังกล่าว นำไปสู่การขยายผลไปในโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันอื่นๆ ภายใต้โครงการการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังและนำไปสู่อุตสาหกรรมที่เป็น Near zero waste discharge ขณะนี้อยู่ระหว่างการดำเนินงาน

ในกระบวนการสกัดแป้งจากหัวมัน มีการใช้น้ำในการสกัด ทำให้มีน้ำทิ้งที่มาจากกระบวนการผลิต โรงงานส่วนใหญ่มีกำลังการผลิตแป้งวันละ 200 ตัน มีน้ำเสียประมาณ 3000-4000 ลูกบาศก์เมตร มีบีโอดีสูงถึง 6,500-12,600 มิลลิกรัม ในสมัยก่อนโรงงานทำการบำบัดน้ำทิ้งในบ่อเปิด ใช้พื้นที่ในการบำบัดสูง ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน ต่อมามีการพัฒนาเทคโนโลยีการบำบัดน้ำทิ้งและนำมาผลิตพลังงานคือไบโอก๊าซ เช่น เทคโนโลยี Anaerobic fixed film reactor และ Up-flow anaerobic sludge blanket เทคโนโลยีดังกล่าวถูกนำไปใช้ในโรงงานแป้งมันสำปะหลังหลายแห่ง ทำให้ลดพื้นที่บำบัด ไม่มีกลิ่นเหม็นรบกวน ที่สำคัญไบโอก๊าซที่ได้ถูกนำไปใช้ทดแทนน้ำมันเตา รวมทั้งผลิตไฟฟ้า เช่น กรณีโรงงานชลเจริญ ประหยัดพลังงานได้ปีละกว่า 20 ล้านบาท

จากความพร้อมของเทคโนโลยี รวมทั้งการสนับสนุนด้านการเงินทำให้มีการลงทุนในการบำบัดน้ำเสียและผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำทิ้งโรงงานแป้งมากขึ้น จากการสำรวจของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พบว่าปัจจุบันโรงงานแป้งส่วนใหญ่ มีระบบก๊าซชีวภาพ อย่างไรก็ดี การลงทุนก่อสร้างระบบค่อนข้างสูง บางโรงงานไม่ต้องการลงทุนมากนัก จึงใช้ระบบที่มีการลงทุนต่ำ เช่น Cover lagoon ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดและผลิตก๊าซชีวภาพต่ำ ถ้ามีการปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น จะผลิตพลังงานทดแทนจากน้ำทิ้งได้มากขึ้น

โรงงานชลเจริญเป็นโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังขนาดกำลังการผลิต 240 ตันแป้งต่อวัน มีน้ำเสียประมาณวันละ 2,400 ลูกบาศก์เมตร ก่อนหน้านี้โรงงานใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเปิดทำให้มีปัญหาเรื่องกลิ่นในการบำบัดและเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูง จากการสร้างระบบบำบัดและผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำทิ้งโรงงานแป้ง โรงงานฯ ผลิตก๊าซชีวภาพทดแทนการใช้น้ำมันเตาได้ทั้งหมด ช่วยให้โรงงานประหยัดค่าเชื้อเพลิงคิดเป็นมูลค่ากว่า 24 ล้านบาทต่อปี (ข้อมูลจากโรงงาน)



วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในการเตรียมการเพื่อลดการกีดกันทางการค้า เช่นการจัดทำ LCA carbon/ Water footprint ของผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง

ปัจจุบัน นักวิชาการภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรมทั่วโลก ยอมรับว่า เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) และเทคนิคการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint: CF) เป็นเครื่องมือที่ดีและเหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ตอบโจทย์มาตรการด้านการค้าและสิ่งแวดล้อมต่างๆ หัวใจสำคัญของการใช้เครื่องมือดังกล่าวให้เกิดประโยชน์คือ ฐานข้อมูล เพื่อใช้ประเมินค่า LCA และ CF ออกมาเป็นตัวเลขทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงต้องมีฐานข้อมูลจำนวนมาก และมิใช่เพียงข้อมูลภายในโรงงานของผู้ประกอบการเท่านั้น ยังต้องใช้ข้อมูลตลอด Supply chain ของการผลิตสินค้าและบริการนั้นๆ ด้วย จึงเป็นหน้าที่ของภาครัฐที่ต้องสนับสนุนให้เกิดการจัดทำฐานข้อมูล ที่เรียกว่า ฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Inventory: LCI) ซึ่งถือว่าเป็นการเตรียมโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการไทยให้แข่งขันในเวทีการค้าโลกได้อย่างยั่งยืน ปัจจุบันมีพัฒนาการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย LCI/LCA ในระดับนานาชาติหลายเรื่อง ที่สำคัญ อาทิ

- สหภาพยุโรปร่วมด้วยประเทศพันธมิตร อาทิ ประเทศจีน ญี่ปุ่น บราซิล อเมริกา รวมทั้งประเทศไทย จัดทำ International Reference Life Cycle Data System (ILCD) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ คู่มือการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม รวมทั้งวิธีการจัดทำฐานข้อมูล (ILCD handbooks) เครือข่ายฐานข้อมูล (ILCD data network) และเครื่องมือสนับสนุน (Supporting tool e.g. ILCD editor) ซึ่งเป็นระบบพื้นฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมสำหรับสินค้าที่จะค้าขายกับสหภาพยุโรปภายใต้มาตรการ Integrated Product Policy (IPP) รวมทั้ง ฉลากสิ่งแวดล้อมประเภทที่ 1 และ 3 ที่ออกโดยหน่วยงานในสหภาพยุโรป
- นานาชาติพยายามผลักดันให้เรื่อง การปลดปล่อยคาร์บอนจากผลิตภัณฑ์ หรือ CF (ที่ต้องใช้ข้อมูล LCI database ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก) เป็นมาตรฐานสากล ISO โดยมีการประชุมครั้งแรกในเดือนมกราคม 2552 ณ ประเทศมาเลเซีย คาดว่า CF จะถูกประกาศเป็น ISO 14067 ภายในปี 2554 สำหรับประเทศไทย ที่มี National LCI database และ National CF แล้ว จะมีบทบาทสำคัญในการกำหนดเนื้อหารายละเอียดใน ISO 14067 นี้ด้วย

- ประเทศฝรั่งเศสออกกฎหมายให้ผลิตภัณฑ์ที่วางขายในประเทศ ต้องแสดงข้อมูลภาระต่อสิ่งแวดล้อม (อย่างน้อยต้องระบุค่า CF) มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2554 เป็นต้นไป และมีแนวโน้มที่ประเทศอื่นๆ ในสหภาพยุโรปจะดำเนินการเช่นเดียวกัน *ทำให้ผลิตภัณฑ์ของไทยที่ส่งออกไปประเทศฝรั่งเศส และยุโรปต้องใช้ข้อมูล LCI ในการคำนวณค่า CF*

- ผู้ค้ารายใหญ่ของโลก เช่น Tesco lotus, Carrefour และ Walmart ประกาศนโยบาย Low carbon grocer ให้ผลิตภัณฑ์ที่วางขายในร้าน (สั่งจากทั่วโลก) ต้องระบุค่า CF ทำให้ต้องการข้อมูล LCI สำหรับทุกๆ ผลิตภัณฑ์ ในอนาคตอันใกล้

- ประเทศญี่ปุ่นมีแผนผลักดัน CF (โดยใช้ LCI/LCA เป็นฐาน) เพื่อรองรับมาตรการใหม่ตามพิธีสารเกียวโต (หลังปี 2555) โดย*ทุ่มงบประมาณ 1 หมื่นล้านเยน ในช่วง 3 ปี (ปี 2552-2554) โดย 9 พันล้านเยนช่วย SME ในประเทศญี่ปุ่น และอีก 1 พันล้านเยน ช่วยเหลือประเทศในอาเซียน (รวมทั้งประเทศไทย)*

- ประเทศจีน และไต้หวัน รวมทั้งบริษัทขนาดใหญ่ของเอเชีย เช่น Samsung และ Acer ให้ความสนใจเริ่มดำเนินการเรื่อง LCI database และ CF ส่งผลต่อ ผู้ผลิตไทย (โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิคส์) ที่เป็นคู่แข่ง และคู่ค้าใน Supply chain ด้วย

- นานาชาติ (ริเริ่มโดยประเทศเยอรมัน และ บราซิล) ผลักดันให้การผลิตเชื้อเพลิงจากผลิตผลเกษตรต้องมาจากพื้นที่เกษตรที่ยั่งยืน (Sustainable bio-fuel) โดยใช้ LCI/LCA ประเมิน การใช้พื้นที่ (Land use) และผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่างๆ นอกจากนี้ มีการจัดประชุมเชิงวิชาการระหว่างประเทศมาเลเซียและสหภาพยุโรปว่าด้วยการผลิต ไบโอดีเซลอย่างยั่งยืน ณ ประเทศมาเลเซีย ในเดือนพฤศจิกายน 2551 เรื่องนี้ส่งผลกระทบต่อการส่งออกของประเทศมาเลเซีย และอินโดนีเซียเป็นอย่างมาก (และอาจส่งผลกระทบต่อประเทศไทยต่อไป) *ทำให้ประเทศมาเลเซียทุ่มงบประมาณเร่งดำเนินโครงการจัดทำ National LCI database ตามแผนปี 2551-2554*

สำหรับประเทศไทย เมื่อพิจารณากลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ติดฉลากแล้ว และมีแนวโน้มต้องการติดฉลาก CF มีทั้งสิ้น 13 รายการ (สินค้าเกษตรและอาหาร 9 รายการ และสินค้าอุตสาหกรรม 4 รายการ) เพื่อส่งออกยังประเทศคู่ค้า (สภาพยุโรป อเมริกา ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย) หากดำเนินการได้ตามแผนในช่วงปี 2553-2558 จะช่วยให้ประเทศไทยเพิ่มมูลค่าการส่งออกได้มากกว่า 6.58 แสนล้านบาท กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีการติดฉลาก CF แล้ว ได้แก่ เสื้อผ้าสำเร็จรูป เครื่องปรับอากาศ-ส่วนประกอบ ไก่แปรรูป สับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรด ทูน่ากระป๋อง ข้าว อาหารสัตว์เลี้ยง กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มต้องการติดฉลาก CF ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์-อุปกรณ์ เครื่องรับวิทยุโทรทัศน์-ส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์กุ้ง (แช่เย็น แช่แข็ง และแปรรูป) น้ำตาลทราย ผักสดแช่เย็น แช่แข็งและแห้ง ผลไม้สดแช่เย็น แช่แข็งและแห้ง และกลุ่มที่ยังไม่ติดฉลาก CF แต่ควรเตรียมความพร้อม ได้แก่ รถยนต์นั่ง เครื่องใช้ไฟฟ้าและส่วนประกอบ รองเท้าและชิ้นส่วน เฟอร์นิเจอร์และชิ้นส่วน ผลิตภัณฑ์ยาง ยางพารา เนื้อปลาสด-แช่เย็นและแช่แข็ง กล้วยไม้