คู่มือ
ไบโอรีไฟเนอรี่

จัดทำโดย

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
ร่วมกับ
สำนักบริหารงานวิจัยและนวัตกรรมพระจอมเกล้าลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มิถุนายน 2564

สารบัญ

หน้า

1. ข้อมูลพื้นฐานของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery System) 1

1.1 ปัจจัยที่เป็นแรงผลักดันให้เกิดระบบไบโอรีไฟเนอรี่ 2

1.2 ความหมายของชีวมวล (Biomass) 4

1.3 ความเป็นมาของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ 6

1.4 จุดกำเนิดของระบบการผลิตทางชีวภาพแบบผสมผสาน 7

1.5 ความหมายของไบโอรีไฟเนอรี่ 11

2. ระบบไบโอรีไฟเนอรี่ 13

2.1 หลักการของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ 13

2.2 บทบาทของเทคโนโลยีชีวภาพในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ 15

2.3 การจัดประเภทของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ 17

3. การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบอ้อย 23

3.1 การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบอ้อย 23

3.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบอ้อย 26

4. การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบมันสำปะหลัง 31

4.1 การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบมันสำปะหลัง 31

4.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบมันสำปะหลัง 34

หน้า

5. การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน **39**

5.1 การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน 39

5.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน 42

6. กฎระเบียบ ข้อกฎหมาย และนโยบายการสนับสนุนที่เกี่ยวข้อง **46**

6.1 ข้อกฎหมาย มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับพืชเกษตรต้นน้ำ 47

6.2 ข้อกฎหมาย มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับการต่อยอดเป็นพลังงานในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ 48

6.3 ข้อกฎหมาย มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมหรือแก้ไขข้อขัดข้องในดำเนินกิจการต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อื่นของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ 51

6.4 มาตรการส่งเสริมสนับสนุนกิจการที่เกี่ยวข้องกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่ 54

6.5 สถานการณ์การพัฒนาด้านไบโอรีไฟเนอรี่ และปัญหา อุปสรรค 67

7. กรณีศึกษาการจัดตั้งทำระบบไบโอรีไฟเนอรี่ในต่างประเทศ **77**

7.1 การพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่ในภูมิภาคอเมริกาเหนือ 77

7.2 การพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่ในภูมิภาคยุโรป 84

7.3 การพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออก 108

ภาคผนวก

รายการอ้างอิง **119**

1. ข้อมูลพื้นฐานของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery System)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัตถุดิบทางปิโตรเลียมในลักษณะที่เรียกว่า Petroleum-based economy ซึ่งไม่ได้เป็นเพียงต้นกำเนิดของผลิตภัณฑ์ทางด้านพลังงานที่หล่อเลี้ยงระบบเศรษฐกิจและเป็นปัจจัยการผลิตในภาคอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเท่านั้นแต่ยังเป็นจุดเริ่มต้นของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคต่างๆ สำหรับใช้ในชีวิตประจำวันมากมายจนเกิดเป็นระบบเศรษฐกิจที่ต้องพึ่งพาปิโตรเลียม อย่างไรก็ตามระบบเศรษฐกิจของไทยได้เข้าสู่ช่วงของการเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบเศรษฐกิจที่มีความหลากหลายมากขึ้น โดยวัตถุดิบชีวมวลจากวัสดุทางการเกษตรเริ่มมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในระบบเศรษฐกิจของไทยและกำลังกลายเป็นวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับการผลิตเป็นพลังงานและเคมีภัณฑ์ นำไปสู่การพึ่งพาระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพ (Bio-based economy) มากขึ้น รัฐบาลมีมาตรการและแนวทางที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมและการผลิตปิโตรเคมีจนทำให้ปิโตรเคมีได้กลายเป็นตัวอย่างสำหรับการกำหนดนโยบายที่ชี้นำในการพัฒนาเศรษฐกิจแนวทางดังกล่าวกลายเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานชีวภาพหรือระบบเศรษฐกิจรูปแบบใหม่ที่มีโครงสร้างคล้ายระบบเศรษฐกิจฐานไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon economy) แต่ก็มีความแตกต่างอย่างมากมายในด้านที่มาของวัตถุดิบและกระบวนการผลิต โดยเนื้อหาในส่วนนี้จะอธิบายความเหมือนและความแตกต่างระหว่างระบบการกลั่นปิโตรเลียม (Petroleum refining system) และระบบไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery system)

อาจกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมและปิโตรเคมีได้มีการพัฒนามาจนถึงจุดอิ่มตัว และปัจจัยที่กระตุ้นการพัฒนาอุตสาหกรรมปิโตรเคมีดังกล่าวในอดีต สามารถนำมาคาดการณ์การพัฒนาของระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพ ซึ่งมีพื้นฐานจากโครงสร้างของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ โดยปัจจัยที่จะเป็นแรงขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านการกลั่นปิโตรเลียมและปิโตรเคมี โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับความร้อน (Thermo processing) เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับกระบวนการความร้อนเคมี (Thermochemical processing) เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับกระบวนการทางเคมี (Chemical processing) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีด้านเคมีที่เกี่ยวข้องกับปิโตรเคมี (Petroleum based chemistry) และเคมีอุตสาหกรรม (Industrial chemistry) เป็นเทคโนโลยีในยุคศตวรรษที่ 19-20 ที่สามารถนำมาใช้กับวัตถุดิบชีวมวลได้ รวมถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ของศตวรรษที่ 21 ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวภาพ (Biotechnology) โดยวิทยาการด้านเคมี (Chemical science) และด้านชีวภาพ (Biological science) จะเป็นแรงผลักดันที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลงการใช้วัตถุดิบจากปิโตรเลียมฟอสซิลมาเป็นวัตถุดิบชีวมวล (Biomass)

สำหรับระบบไบโอรีไฟเนอรี่จากวัตถุดิบชีวมวล เป็นอีกหนึ่งความท้าทายในปัจจุบัน ชีวมวลในที่นี้มิได้หมายถึงเพียงแค่เศษวัสดุจากพืชเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึงธัญพืช (Crop) ที่มีแนวโน้มผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นในภาวะที่ต้องเผชิญกับค่าแรงและต้นทุนทางพลังงาน รวมทั้งความผันผวนของสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลให้การทำการเกษตรเพื่อผลิตธัญพืชมีความท้าทายในการใช้เทคโนโลยีเพื่อบริหารจัดการภายใต้ความผันผวนของสภาพแวดล้อมที่ต้องลดการปลดปล่อยกาซเรือนกระจก ลดการใช้แรงงานและพลังงานลง ในขณะที่ต้องหาหนทางในการเพิ่มอุปสงค์ (Demand) เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ในการประยุกต์ใช้ใหม่ๆ และเพิ่มอัตราผลผลิตต่อพื้นที่ของพืชชนิดต่างๆ

1.1 ปัจจัยที่เป็นแรงผลักดันให้เกิดระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดระบบไบโอรีไฟเนอรี่ คือ เทคโนโลยี เทคโนโลยีใหม่ๆ ทำให้เกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ชีวภาพ (Biobased products) ที่มักเริ่มต้นจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานชีวภาพ (Bioenergy) และพัฒนาไปสู่การผลิตเคมีภัณฑ์และเคมีชีวภาพ (Biochemical) เทคโนโลยียังช่วยให้มีการเพิ่มความหลากหลายของแหล่งวัตถุดิบชีวมวลที่แต่เดิมไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์จนเกิดเป็นแหล่งวัตถุดิบชีวมวลใหม่ๆ เช่น การใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบในการผลิตไฟฟ้า การใช้ขยะที่เผาไหม้ได้มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ด (Refuse Derived Fuel: RDF) การนำน้ำเสียมาผ่านกระบวนการทางชีวภาพเพื่อเป็นแหล่งแก๊สชีวภาพ (Biogas) การทำเกษตรด้วยพันธ์พืชใหม่ๆ เช่น การปลูกหญ้าจักรพรรดิหรือหญ้าเนเปียร์ (Napier grass) เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบให้พลังงาน

และนอกจากความหลากหลายของชีวมวลแล้ว วิทยาการสมัยใหม่ยังช่วยให้มีการค้นพบความคล้ายคลึงในองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่สามารถแปรรูปจากชีวมวลประเภทต่างๆ จากระบบไบโอรีไฟเนอรี่ เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม และมีแนวโน้มที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ใหม่เหล่านี้จะถูกนำมาใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมมากขึ้นเรื่อยๆ

ความเป็นไปได้และความล่าช้าในการพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตรหรือข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรเชิงเดี่ยว อันเป็นปัจจัยให้การทำอาชีพเกษตรมีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ต่ำ ทำให้เกิดแรงผลักดันในการผสมผสานของระบบไบโอรีไฟเนอรี่และระบบเศรษฐกิจการเกษตรเข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (Economic context) ซึ่งมีแรงสนับสนุนเสริมจากบริบทของสังคม (Social context) ที่พยายามยกระดับทางสังคมและความเป็นอยู่ของประชาชนที่มีอาชีพทางการเกษตรที่เคลื่อนไหวและเรียกร้องผลตอบแทนที่เป็นธรรมและความเป็นอยู่ที่มีมาตรฐานและโอกาสทัดเทียมกับวิชาชีพอื่นในสังคม และแรงผลักดันจากบริบททางการเมือง (Political context) ซึ่งมุ่งเน้นนโยบายที่มีผลต่อภาคเกษตรที่เป็นฐานเสียงทางการเมืองต่อพรรคการเมืองระดับชาติ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญทางการเมืองต่อทุกรัฐบาลมากขึ้น

และสุดท้ายคือ ปัจจัยทางด้านสภาวะแวดล้อม (Environment context) มีผลต่อทรัพยากรอันเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญที่สุด ด้วยการเน้นเป้าหมายความยั่งยืน (Sustainability) ของระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพ ที่จะช่วยให้เกิดความยั่งยืนทั้งในด้านสภาพอากาศ น้ำและดินที่มีคุณภาพ ซึ่งถูกทำลายจากผลของระบบเศรษฐกิจฐานไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon Economy) ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา เป็นแรงผลักดันต่อสังคมโลกที่ต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อความยั่งยืนของทรัพยากร รวมถึงความรับผิดชอบของไทยในฐานะที่เป็นทั้งผู้ก่อให้เกิดผลกระทบและเป็นผู้รับผลกระทบในอีกทางหนึ่ง ในการที่จะต้องกำหนดนโยบายเข้าสู่การเปลี่ยนผ่านจากเศรษฐกิจที่พึ่งพาปิโตรเลียม ไปสู่ระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพ โดยการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมและการเกษตรอย่างเป็นระบบไปสู่ระบบที่เรียกว่าระบบไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery system)

เป็นที่ทราบกันดีอยู่ว่า ระบบการผลิตสินค้าและบริการในรูปแบบต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการตลาดของไทยและตลาดโลกไม่ใช่ระบบที่ยั่งยืน แต่ก็เป็นไปอย่างถูกต้องตามกฎหมาย ระบบการผลิตที่เน้นการใช้วัตถุดิบที่ถูกนำขึ้นมาจากใต้ผืนดินและถูกนำเข้ามาใช้เป็นวัตถุดิบสิ้นเปลือง ทั้งในการผลิตพลังงาน เคมีภัณฑ์ พลาสติก ตลอดจนสินค้าอุปโภคบริโภคต่างๆ ในอัตราการผลิตที่ไม่สามารถก่อให้เกิดความยั่งยืนได้ และถึงแม้ว่าระบบการผลิตดังกล่าวจะมีประสิทธิภาพในการใช้วัตถุดิบสูงกว่าร้อยละ 90 แต่ก็จบสิ้นกระบวนการผลิตด้วยการทิ้งของเสียไว้บนผืนโลก หรือกล่าวได้ว่าร้อยละ 10 ของผลผลิตกลายเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนานั่นเอง ปัจจัยที่สำคัญที่ก่อให้เกิดความไม่ยั่งยืน คือ รูปแบบของการผลิต การใช้พลังงานและการผลิตผลิตภัณฑ์ที่สุดท้ายแล้วเกิดการปลดปล่อยของเสียหรือสารที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ทันด้วยกระบวนการบำบัดของเสีย ที่มีเทคโนโลยีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน อันเนื่องมาจากการขยายตัวของความต้องการผลิตและส่งออกสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองทั้งความต้องการของประชากรในประเทศที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นเมื่อเทียบกับในอดีตและเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประชากรโลกในฐานะที่ไทยเป็นฐานการผลิตสินค้าของนักลงทุนที่ได้รับการส่งเสริมให้ตั้งฐานการผลิตในประเทศไทยและส่งออกสินค้าและบริการเหล่านั้นไปยังประเทศคู่ค้า ซึ่งในที่สุด กระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ที่เรากำหนดให้เป็นเป้าหมายตั้งแต่ในยุคที่ประเทศไทยมีการพัฒนาโครงสร้างรายได้ที่เน้นการส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ตามแนวโน้มการปฏิวัติอุตสาหกรรมของโลก และได้บรรลุเป้าหมายทั้งในการสร้างประสิทธิภาพการผลิตของภาคอุตสาหกรรมและเพิ่มการเจริญเติบโตของผลผลิตมวลรวมประชาชาติ โดยไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่ตามมาอย่างรอบครอบทั้งต่อประชาชนในประเทศและต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเห็นได้จากตัวอย่างปัญหามลภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างมากมายทั้งในระดับประเทศและในระดับท้องถิ่นที่อยู่ใกล้ตัวเรา หากเราต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นให้นำไปสู่ความยั่งยืนมากขึ้น ก็มีความจำเป็นที่จะต้องออกแบบแนวทางที่แตกต่างจากสิ่งที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน

แนวทางที่ยั่งยืนในอนาคต คือ การสร้างแนวทางที่ภาคอุตสาหกรรมต่างๆ จะต้องปรับโครงสร้างการผลิตมาใช้วัตถุดิบหมุนเวียน (Renewable raw material) เพื่อทดแทนวัตถุดิบที่ใช้แล้วหมดไป เช่น ปิโตรเลียม ให้มากขึ้น

1.2 ความหมายของชีวมวล (Biomass)

ก่อนที่จะเข้าสู่การทำความเข้าใจในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจกับวัตถุดิบของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ก่อน วัตถุดิบเหล่านี้ได้แก่ ชีวมวล (Biomass) นั่นเอง โดยแหล่งทรัพยากรธรรมชาตินับเป็นจุดตั้งต้นของสายการผลิตเคมีภัณฑ์ เชื้อเพลิง รวมถึงเป็นวัตถุดิบตั้งต้นที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น บรรจุภัณฑ์ กาว สี หมึกพิมพ์ สิ่งทอ สารทำความสะอาด น้ำมันหล่อลื่น ผลิตภัณฑ์อนามัยส่วนบุคคล เครื่องสำอาง อาหารและยา ซึ่งผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมจำนวนมากที่เราใช้กันอยู่มีการผลิตโดยการเปลี่ยนโครงสร้างทางกายภาพและทางเคมีจากวัตถุดิบชีวมวล เช่น เซลลูโลส แป้ง น้ำตาล น้ำมันพืช โปรตีน ลิกนิน และเทอร์พีน (Terpenes) และด้วยความสามารถทางเทคโนโลยีชีวภาพ วัตถุดิบเหล่านี้ได้ถูกแปรรูปเป็น เอทานอล บิวทานอล อะซีโตน กรดแลคติก กรดอิทาโคนิค และกรดอะมิโน เช่น กรดกลูตามิค ไลซีน ทริปโทฟาน ทั้งนี้มีการคาดการณ์ว่าในระดับโลกมีวัตถุดิบชีวมวลประมาณ 170 พันล้านตัน ในจำนวนนี้ถูกใช้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้คนหรือคิดเป็นร้อยละ 3.5 ของชีวมวลที่มีในโลกหรือมีปริมาณคิดเป็น 6 พันล้านตันในแต่ละปี โดยวัตถุดิบชีวมวลเหล่านี้ร้อยละ 62 ถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและมีเพียงร้อยละ 5 เท่านั้นที่มีการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ทางเทคนิค เช่น เคมีภัณฑ์ เครื่องนุ่งห่ม ผงซักฟอก พลังงาน กระดาษ และการก่อสร้าง (John Thoen and Rainer Burch, 2014)

วัตถุดิบชีวมวลก่อกำเนิดขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ทำให้เกิดการดึงคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศและน้ำมาผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยคลอโรฟิลด์เกิดผลผลิตเป็นแป้งและน้ำตาลสะสมในพืชและปลดปล่อยออกซิเจนออกมา เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ในการตรึงคาร์บอนจากอากาศและไฮโดรเจนจากน้ำ และนำมาเก็บกักเป็นสารเคมีอินทรีย์ ในรูปของวัตถุดิบชีวมวลประเภทต่างๆ ที่สะสมพลังงานเคมีไว้ได้ และเป็นแหล่งกักเก็บพลังงานและสารเคมีที่กำเนิดใหม่ได้ทุกวัน การใช้วัตถุดิบชีวมวลไม่ว่าจะเป็นชีวมวลที่ได้มาจากภาคการเกษตร การป่าไม้ และชีวมวลจากภาคอุตสาหกรรมกลายเป็นที่สนใจอย่างจริงจังมากขึ้น (1)[1] ด้วยความหลากหลายของชีวมวล ความหมายของคำว่า “ชีวมวล” จึงมีหลายความหมาย ได้แก่

[1] ตัวเลขในวงเล็บตลอดบทที่ 2 นี้อ้างอิงถึงแหล่งข้อมูลซึ่งนำเสนอไว้ในภาคผนวก 1

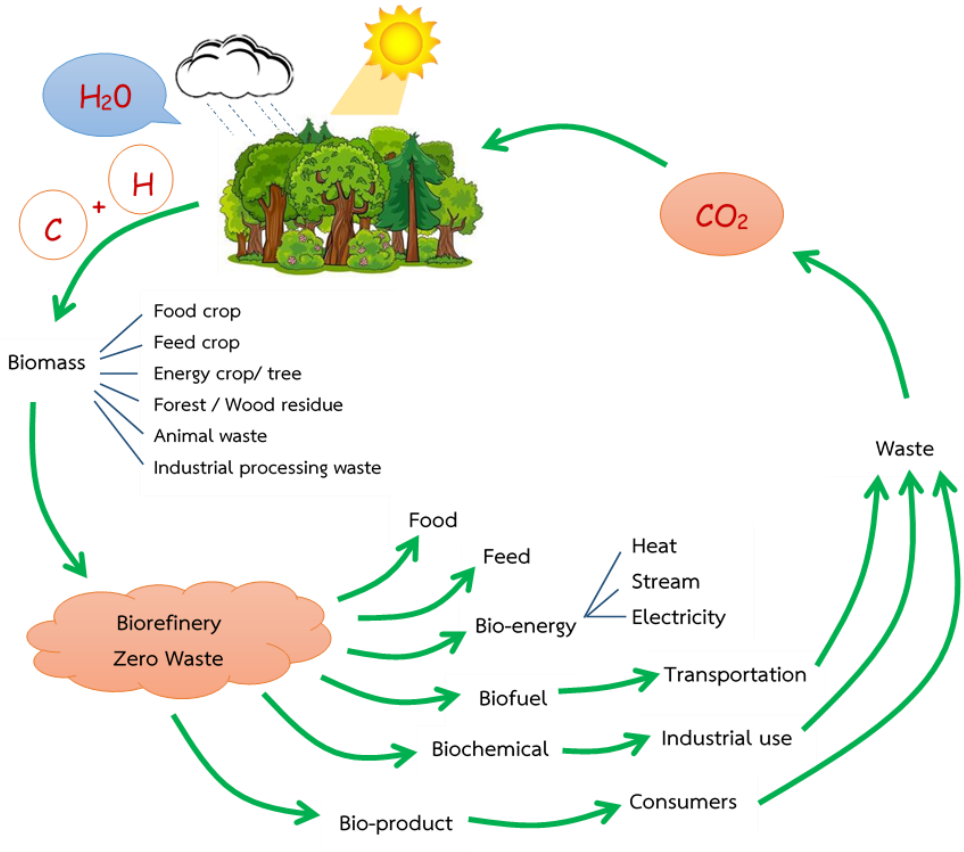
- สารอินทรีย์ที่ได้จากสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์ (ไม่สามารถระบุปริมาณได้)
- วัตถุดิบจากพืชที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์แสง (มีปริมาณ 1.7 แสนล้านตัน)
- มวลของเซลล์พืช สัตว์ และจุลชีพ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการทางชีวภาพ

ในแผนด้านชีวมวลของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ได้ให้ความหมายของชีวมวล (2, 3) ไว้ว่า "ชีวมวล หมายถึง สารอินทรีย์ที่มีการหมุนเวียนได้ (Renewable) หรือสามารถเกิดขึ้นซ้ำๆ (Recurring) (ยกเว้นป่าไม้ดั้งเดิม ที่มิใช่ป่าปลูกใหม่) รวมถึงธัญพืชและต้นไม้ที่ปลูกเพื่อให้พลังงาน (energy crop and trees) ธัญพืชที่ปลูกเพื่อเป็นอาหารของมนุษย์ (Food crop) และธัญพืชอาหารสัตว์ (Feed crop) เศษวัสดุของธัญพืช (Crop Residue) พืชน้ำ (Aquatic Plants) ไม้และเศษไม้ (Wood and Wood Residue) ของเสียจากสัตว์ (Animal Waste) และวัสดุของเสียอื่นๆ (Other Waste Material)

ต่อมามีการให้คำนิยามเพิ่มเติมเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้วัตถุดิบชีวมวลในภาคอุตสาหกรรม โดยเพิ่มความหมายต่อจากความเดิม ว่า "ที่ใช้เพื่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรม (การผลิตพลังงาน เชื้อเพลิง เคมีภัณฑ์และวัสดุ) และรวมถึงของเสียที่เป็นเศษวัสดุหรือของเสียที่เกิดขึ้นใหม่จากกระบวนการแปรรูปของอุตสาหกรรมอาหารของมนุษย์และอาหารสัตว์ (Industrial Waste)

วัตถุดิบชีวมวลเหล่านี้ ล้วนเกิดขึ้นจากภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมป่าไม้ หรือกระบวนการที่ใช้จุลชีพ (เช่น น้ำเสีย กากตะกอนที่เกิดจากกระบวนการหมัก) ไม้จากอุตสาหกรรมป่าไม้ เป็นวัตถุดิบสำคัญของอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ ไม้อัดและแผ่นกระดานอัด อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง และเคมีภัณฑ์ พืชไร่เป็นแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ของเคมีอินทรีย์ ซึ่งนำไปใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพและพลังงานชีวภาพ (Biofuel and Bioenergy) เคมีชีวภาพ (Biochemical) และผลิตภัณฑ์ชีวภาพ (Biomaterials) อื่นๆ มากมาย (4)

คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านการวิจัยและพัฒนาชีวมวล (Biomass Research and Development Advisory Committee: BRDAC) ของสหรัฐอเมริกา ได้ให้ความหมายของชีวมวลไว้ว่า "ชีวมวล หมายถึง พืชหรือวัสดุจากพืชใดๆ รวมถึงของเสียจากสัตว์และของเสียอื่น ที่สามารถแปรรูปเป็นเชื้อเพลิง ผลิตภัณฑ์หรือพลังงาน ผ่านกระบวนการแปรรูปที่หลากหลาย" นอกจากนี้ ในระหว่างที่มีการพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่ ได้มีการเรียก เศษวัสดุพืชจากธรรมชาติ หรือเศษวัสดุทางการเกษตรที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวและกระบวนการแปรรูปที่ได้กลายเป็นแหล่งของวัตถุดิบอินทรีย์ที่สำคัญอีกชื่อหนึ่งว่า "ของเสียชีวมวล (Waste Biomass)"



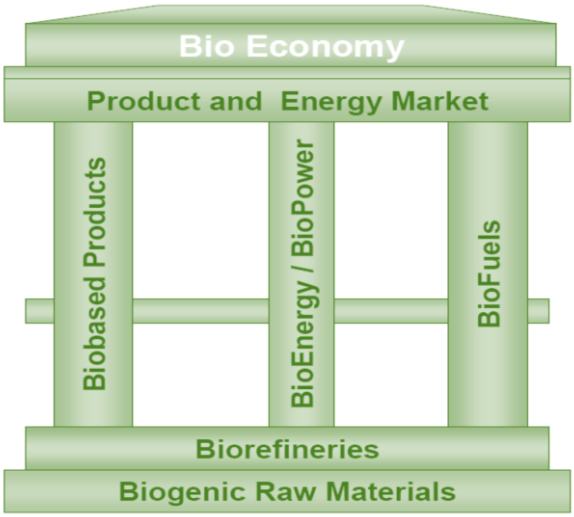
รูปที่ 1.1 ความเชื่อมโยงของระบบนิเวศน์ชีวมวลและระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ที่มา: โดยคณะผู้วิจัย

1.3 ความเป็นมาของระบบไบโอรีไฟเนอรี่

การสร้างความเจริญเติบโตของเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนในศตวรรษที่ 21 จำเป็นที่จะต้องอาศัยระบบการผลิตที่ดำเนินการควบคู่ไปกับการคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศน์ การใช้ทรัพยากร ในสภาพการทำงานและการใช้ชีวิตที่ยั่งยืนของผู้เกี่ยวข้องกับการประกอบการ รวมถึงต้องให้ผลตอบแทนการลงทุนที่ดีในระยะยาว ทรัพยากรน้ำมันดิบ ก๊าซ ถ่านหิน หรือแร่ธาตุต่างๆ ที่ได้จากใต้ผืนดินนั้น ไม่อาจจัดได้ว่ามีความยั่งยืนและเกิดคำถามว่าทรัพยากรใต้ผืนดินเหล่านี้ สามารถนำขึ้นมาใช้ไปได้อีกนานเพียงใด นอกจากนี้ยังมีความผันผวนของราคาสูงและส่งผลกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก จึงสมควรที่จะหาแนวทางแก้ไขปัญหาและลดผลกระทบจากการใช้ทรัพยากรเหล่านี้ ซึ่งแนวทางหนึ่งในอนาคตที่เป็นไปได้สูง คือการปรับเปลี่ยนกลไกทางเศรษฐกิจของโลกไปสู่ระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพ อันประกอบไปด้วย พลังงานชีวภาพ (Bio energy) เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel) และผลิตภัณฑ์ชีวภาพ (Bio based products) เป็นเสาหลักของระบบ โดยมีระบบไบโอรีไฟเนอรี่ เป็นกลไกสำคัญที่สุดในการเชื่อมโยงผสมผสานระบบการผลิตเหล่านั้นเข้าด้วยกัน ทั้งในส่วนของการผลิตอาหารของ

มนุษย์ อาหารสัตว์ เคมีภัณฑ์ วัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ พลังงานและเชื้อเพลิงชีวภาพประเภทต่างๆ ในอนาคต



รูปที่ 1.2 แบบจำลองเสาหลักในการเชื่อมโยงระบบไบโอรีไฟเนอรี่และเศรษฐกิจฐานชีวภาพ
ที่มา: B. Kamm, (2014).

เทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรี่ในปัจจุบันเป็นเรื่องของการใช้ประโยชน์ของโรงงานชีวมวลทั้งระบบและการผสมผสานกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมให้เข้ากับกระบวนการผลิตสมัยใหม่ที่ใช้วัตถุดิบชีวภาพในกระบวนการผลิต ในช่วงศตวรรษที่ 19 และช่วงต้นของศตวรรษที่ 20 การผลิตขนาดใหญ่ที่ใช้วัตถุดิบชีวภาพมุ่งเน้นที่การผลิตเยื่อและกระดาษจากไม้ (Pulp and paper) การแปรรูปน้ำตาลจากแป้งและเศษวัสดุการเกษตร (Wood Saccharification / acid hydrolysis) การไนเตรทเซลลูโลส (Nitration of cellulose) เพื่อใช้ในการผลิตสำลีและไหมเทียม การผลิตสารละลายเซลลูโลสเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเส้นใยและสิ่งทอ การผลิตเฟอฟูรัล (Furfural) สำหรับเส้นใยไนลอน การสกัดแยกแป้ง น้ำตาล ไขมันและโปรตีนและสกัดแยกคลอโรฟิลด์จากพืช นอกจากนี้ยังมีกระบวนการที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพร่วมด้วย เช่น การหมักแป้งและน้ำตาลเพื่อผลิตเป็นเอทานอล กรดอะซิติก กรดแลคติค กรดซิตริก

1.4 จุดกำเนิดของระบบการผลิตทางชีวภาพแบบผสมผสาน (Integrated biobased production)

กระบวนการผลิตเซลลูโลสในอดีตในช่วง 80 ปีก่อนหน้านี้ จะเกิดผลพลอยได้ คือ ลิกนิน (Lignin) จำนวนมาก ซึ่งในยุคนั้นลิกนินถูกจัดว่าเป็นของเสียจากกระบวนการผลิต และยิ่งมีการผลิตเซลลูโลสอย่างต่อเนื่องมากขึ้นก็ยิ่งทำให้เกิดของเสียมากขึ้นจนทำให้เกิดการศึกษาแนวทางที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว (5)

ปี พ.ศ. 2421 ได้มีนักเคมีชาวเยอรมันได้ปรับปรุงกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ โดยการหมักน้ำตาลที่ได้จากของเสียของโรงงานเยื่อกระดาษให้กลายเป็นเอทานอล รวมถึงการนำของเสียจาก

กระบวนการผลิตมาผลิตเป็นกาว และใช้กระบวนการทั้งสองในการกำจัดของเสียในโรงงานเดียวกัน ในอีก 20 ปีต่อมา (6) และในปี พ.ศ. 2470 โรงงานผลิตเยื่อกระดาษในสหรัฐอเมริกาได้ใช้น้ำเสียในการผลิตสารย้อมสีสำหรับหนังสัตว์ และใช้ลิกนินในการผลิตสารช่วยให้สีการกระจายตัวได้เป็นผลสำเร็จ และในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน บริษัทผู้ผลิตอาหารเสริมจากข้าวโอ๊ตของสหรัฐอเมริกาได้ประสบความสำเร็จในการผลิตฟูเฟอรัลจากของเสียในกระบวนการผลิตควบคู่ไปกับการผลิตข้าวโอ๊ตจนเกิดอุตสาหกรรมการผลิตฟูราน (Furan industry) ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีความสำคัญในเวลาต่อมา (7)

ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา ธุรกิจการเกษตรต่างๆ ก็ได้เข้าสู่ยุคที่มีการผสมผสานกระบวนการผลิตสารต่างๆ เข้าด้วยกัน โรงงานสกัดข้าวโพด (Corn refining) ในนิวยอร์ค (8) ได้ประสบความสำเร็จในการผสมผสานกระบวนการผลิตในโรงงานเดียวกัน ให้สามารถสกัดแยกเมล็ดข้าวโพดออกเป็นองค์ประกอบต่างๆ ทั้งแป้งข้าวโพด เส้นใย โปรตีน และน้ำมันข้าวโพด และนำแป้งข้าวโพดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อีกมากมายในเวลาต่อมา และของเสียในกระบวนการผลิตสามารถนำไปผลิตเป็นปุ๋ย และเป็นพลังงานความร้อนผ่านการผลิตก๊าซชีวภาพ (Biogas production) (9, 10) ในสหรัฐอเมริกาได้มีการสกัดคลอโรฟิลด์และแคโรทีนจากใบอัลฟาลฟ่า (Alfalfa leaf) ตั้งแต่ พ.ศ. 2473 (11, 12) และมีการพัฒนาขยายกำลังผลิตในเชิงพาณิชย์ในปี พ.ศ. 2495 จนพัฒนาเป็นคลอโรฟิลด์ที่ละลายน้ำได้ใช้เป็นสารระงับกลิ่นปากในยาสีฟัน ลูกกวาด ยา และใช้เป็นสารระงับกลิ่นกายในสบู่ แชมพู และยาระงับกลิ่น (13)

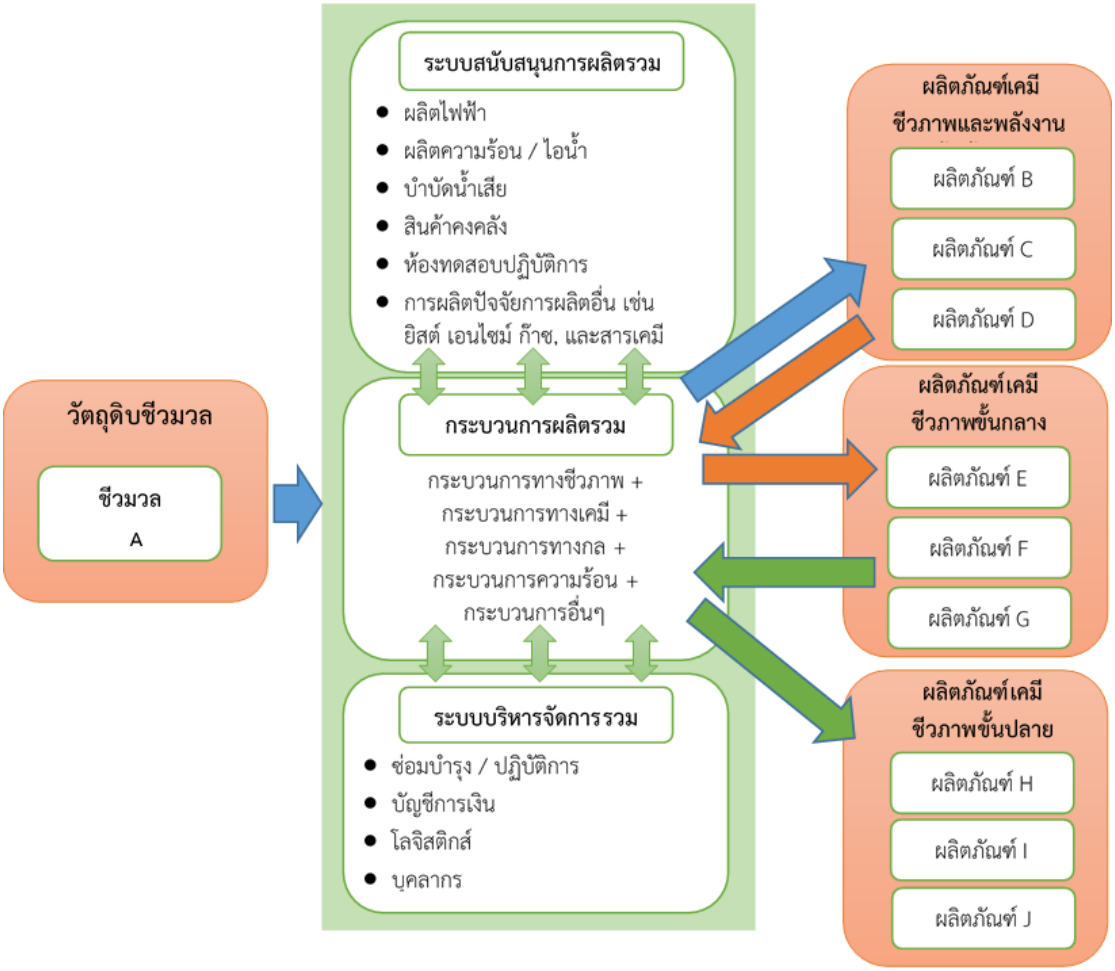
แนวคิดที่สำคัญในการพัฒนามาเป็นระบบไบโอรีไฟเนอรี่ในปัจจุบัน คือ แนวทางที่เรียกว่า “Chemurgy” ซึ่งเป็นแนวคิดด้านการเมืองอุตสาหกรรม (Industry politics approach) ที่ค้นพบโดยนักเคมีชาวอเมริกัน ชื่อ W.J. Hale ซึ่งเป็นลูกเขยของ H. Dow ผู้ก่อตั้งบริษัท Dow Chemical และแนวคิดนี้ได้รับการสนับสนุนจากเฮนรี่ฟอร์ด และโทมัส อัลวา เอดิสัน Chemurgy มีความหมายว่า “Chemistry from the acre” หรือเคมีจากผืนดิน เป็นแนวคิดที่เชื่อมโยงการเกษตรเข้ากับอุตสาหกรรมเคมี (14) ซึ่งในเวลาต่อมาได้มีบทบาทสำคัญต่อปรัชญาด้านการเมืองอุตสาหกรรม โดยมีวัตถุประสงค์ของแนวคิดในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรด้านการเกษตร (Agricultural resources) ให้ได้มากที่สุด และในปัจจุบันทรัพยากรการเกษตรนี้ถูกเรียกว่า ทรัพยากรหมุนเวียน (Renewable resources) ในทางการเมืองได้มีการก่อตั้งองค์กรในสหรัฐอเมริกาขึ้นในปี พ.ศ. 2478 มีชื่อว่า “National Farm Chemurgy Council” (15) และได้รับการสนับสนุนจากบริษัท ฟอร์ด มอเตอร์ จำกัด โดยในปี พ.ศ. 2484 เฮนรี่ ฟอร์ด ได้สร้างรถยนต์รุ่นหนึ่งที่วัสดุภายในและตัวถังผลิตจากวัสดุสังเคราะห์ชีวภาพทั้งหมด โดยตัวถังผลิตจากเซลลูโลส ผสมถั่วเหลือง และเรซิน ในอัตราส่วน 70:20:10 และใช้เชื้อเพลิงเมทานอลจากกระบวนการไพโรไลซิส โดยใช้ต้นกัญชาเป็นวัตถุดิบ นักวิจัยของฟอร์ดได้คิดค้นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ยานยนต์มากกว่า 30 ชนิด ที่ได้ถูกผลิตด้วยกรรมวิธีที่ซับซ้อนโดยใช้สารตั้งต้นจากถั่วเหลือง (16) ส่วน W.J. Hale ได้กลายเป็นผู้ริเริ่มการผสมเอทานอลที่ผลิตได้จากข้าวโพดกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่นน้ำมัน จนได้เป็นเชื้อเพลิงชนิดใหม่ที่เรียกว่า แก๊สโซฮอล์ (Gasohol) จนกระทั่งแก๊สโซฮอล์กลายเป็นเชื้อเพลิงมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (17) อย่างไรก็ตาม Chemurgy ได้ถึงจุดเสื่อมลงในยุคของเศรษฐกิจไฮโดรคาร์บอนหลังสงครามโลกครั้งที่สอง ประมาณ พ.ศ. 2490 เป็นต้นมา เมื่อน้ำมันดิบมีราคาถูกและเกิดการคิดค้นกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขึ้นมากมาย

สำหรับความรู้เกี่ยวกับ Chemurgy ในประเทศไทย ได้เคยมีการแปลและตีพิมพ์ครั้งแรกโดยสำนักพิมพ์สหมิตรการพิมพ์ ในหนังสือแปลชุด นวทัศน์ เล่มที่ 6 เมื่อ พ.ศ. 2516 เรื่องแนวหน้าแห่งอาณาจักรพืช เรื่องของการวิจัยทางเคมีเกี่ยวกับพืช แปลจาก The Green Frontier: Stories of Chemurgy by Wheeler Mc Millen โดยผู้แปล คือ ดร.พาณี เชี่ยววานิช ซึ่งได้กล่าวในคำนำไว้ว่า “Chemurgy เป็นคำที่ใช้เรียกความคิดใหม่อันหนึ่งในศตวรรษนี้ คำคำนี้แสดงออกถึงความหวังอันสูงส่งในอนาคตของมนุษย์ด้วยเหตุผลง่ายๆ เพียงว่า ทรัพยากรของเราที่เป็นพืชที่มีชีวิตนั้น เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ได้ตลอดปีและไม่มีวันจะหมดสิ้น Chemurgy การวิจัยทางเคมีเกี่ยวกับพืชนี้คลุมถึงวิทยาศาสตร์ทุกสาขาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตกลุ่มพืชและผลิตภัณฑ์ของมัน”

ประสบการณ์มากมายในการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรหมุนเวียนด้วยการใช้เทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีด้านเคมี การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ ภาวะเศรษฐกิจและสังคม ได้นำไปสู่ความซับซ้อนจนเกิดการผสมผสานกระบวนการผลิตและความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากแหล่งทรัพยากรพลังงานชีวมวลเข้าด้วยกันอย่างเป็นรูปธรรมโดยที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ และในที่สุดก็นำไปสู่การเกิดระบบไบโอรีไฟเนอรี่ โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่เพื่อการผลิตเคมีภัณฑ์พื้นฐาน เคมีภัณฑ์ขั้นกลาง และพลาสติกชีวภาพชนิดต่างๆ (18, 19, 20) ซึ่งจะต้องมีการผสมผสานกระบวนการทางชีวภาพกับกระบวนการทางเคมีอย่างชาญฉลาด เพื่อสามารถใช้ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในทางกายภาพและในทางองค์ประกอบเคมีของวัตถุดิบชีวมวล ซึ่งไม่ถูกจำกัดอยู่เพียงแค่การเปลี่ยนโครงสร้างชีวมวลจากพืชที่ให้แป้งและพืชที่ให้น้ำตาล ให้กลายเป็นสารตั้งต้นคือ น้ำตาลกลูโคส แต่ยังต้องมุ่งไปสู่การแปรรูปเซลลูโลสและองค์ประกอบอื่นๆ ของพืชที่จะให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยกระบวนการทางชีวเคมีและกระบวนการทางเคมีจะถูกเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในกระบวนการผลิตในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ โดยระบบไบโอรีไฟเนอรี่จะต้องมีลักษณะเฉพาะที่สำคัญ คือ

- ต้องมีการผสมผสานกระบวนการผลิตที่หลากหลายเข้าด้วยกัน เช่น กระบวนการทางชีวภาพ ชีวเคมี ร่วมกับ กระบวนการทางกล กระบวนการทางความร้อน กระบวนการทางเคมีที่นำมาผสมผสานกัน และจะต้องสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์หนึ่งไปสู่อีกผลิตภัณฑ์ได้
- กระบวนการผลิตที่หลากหลายเหล่านั้นสามารถเดินเครื่องคู่ขนานกันไปพร้อมกัน โดยใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และบุคคลากรที่ช่วยสนับสนุนการผลิตร่วมกันได้ เช่น ระบบคลังสินค้า ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบการผลิตพลังงาน และความร้อนหรือไอน้ำ ระบบการซ่อมบำรุง ห้องทดสอบปฏิบัติการ ระบบการผลิตปัจจัยการผลิตอื่นๆ เช่น ยีสต์ เอนไซม์ ก๊าซและสารเคมีที่จำเป็นต่อกระบวนการผลิต
- ต้องสามารถบริหารจัดการระบบปฏิบัติการในการผลิต การจัดการสินค้าคงคลัง และระบบโลจิสติกส์ร่วมกันได้
- ต้องบริหารสินค้าคงคลังสำหรับกระบวนการผลิตให้อยู่ในระดับต่ำที่สุดเพื่อลดต้นทุน
- ต้องออกแบบให้เครื่องจักรในสายการผลิตให้สามารถสลับไปใช้กับผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันได้
- ต้องสามารถเพิ่มหรือลดกำลังผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ได้ตามความเหมาะสมที่จะก่อให้เกิดทางเลือกที่เหมาะสมกับความต้องการของตลาดและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ดีที่สุด
- อาจรวมถึงการบริหารจัดการด้านการเงิน การลงทุน บัญชี ทรัพยากรบุคคล และที่ดินร่วมกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์สูงสุดต่อระบบการผลิตแบบผสมผสาน



รูปที่ 1.3 ลักษณะเฉพาะที่สำคัญของระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ที่มา: โดยคณะผู้วิจัย

1.5 ความหมายของไบโอรีไฟเนอรี่

กระทรวงพลังงานของสหรัฐอเมริกา (21) ได้ให้ความหมายของคำว่าไบโอรีไฟเนอรี่ไว้ว่า “ไบโอรีไฟเนอรี่ คือ หลักการของกระบวนการผลิตที่ใช้ชีวมวลเป็นวัตถุดิบเพื่อการแปรรูปหรือสกัดให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าโดยใช้พื้นฐานของกระบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม”

ศูนย์ปฏิบัติการทดสอบพลังงานหมุนเวียนแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The American National Renewable Energy Laboratory: NREL) (22) ได้ให้ความหมายของคำว่าไบโอรีไฟเนอรี่ไว้ว่า “ไบโอรีไฟเนอรี่ คือ โรงงานที่ผสมผสานกระบวนการแปรรูปชีวมวลเข้ากับกระบวนการผลิตเชื้อเพลิง พลังงาน และเคมีภัณฑ์จากชีวมวล หลักการของไบโอรีไฟเนอรี่มีหลักการที่คล้ายกับการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมซึ่งให้ผลผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงและผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมหลายชนิด ไบโอรีไฟเนอรี่ใน

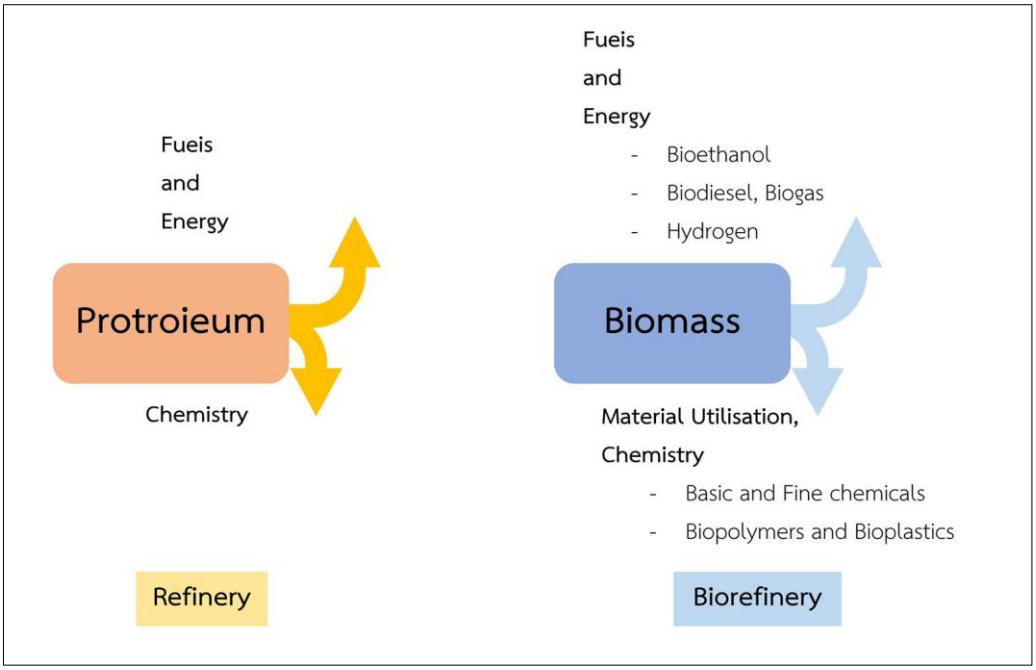
ระดับอุตสาหกรรมได้ถูกจัดให้เป็นกระบวนการที่มีแนวโน้มที่จะถูกใช้ในสร้างอุตสาหกรรมฐานชีวภาพใหม่ๆ”

ในงานสัมมนาเรื่อง กรีนไบโอรีไฟเนอรี่ ซึ่งจัดขึ้นในเยอรมัน (23) ได้มีการให้ความหมายของคำว่ากรีน ไบโอรีไฟเนอรี่ว่า “เป็นระบบอันซับซ้อนที่ผสมผสานเทคโนโลยีที่ยั่งยืน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร สำหรับการใช้ประโยชน์จากวัสดุสีเขียวหรือวัตถุดิบทางชีวภาพในรูปของเศษวัสดุชีวมวลจากพื้นที่ซึ่งเป็นเป้าหมายในการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน”

2. ระบบไบโอรีไฟเนอรี่

2.1 หลักการของระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ชีวมวล ซึ่งครอบคลุมถึงพืชที่ให้เซลลูโลส พืชที่ให้แป้ง พืชที่ให้น้ำตาล พืชที่ให้น้ำมัน พืชที่ให้โปรตีน ล้วนมีองค์ประกอบที่ซับซ้อนไม่ต่างจากปิโตรเลียมที่สามารถนำมาแยกองค์ประกอบต่างๆ ออกจากกันได้ ปิโตรเคมีเป็นหลักการพื้นฐานง่ายๆ ในการจำแนกผลิตภัณฑ์เคมีจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในโรงกลั่นน้ำมันดิบและทำให้สร้างแผนภูมิต้นไม้ (Tree diagram) ที่แสดงผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ขึ้นมาได้ โดยแบ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นต้น ผลิตภัณฑ์ขั้นกลางและผลิตภัณฑ์ขั้นปลาย หลักการเดียวกันกับปิโตรเคมีนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับไบโอรีไฟเนอรี่ ชีวมวลประกอบด้วยสารสังเคราะห์จากธรรมชาติที่มีสัดส่วนองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ในอัตราส่วนที่แตกต่างจากองค์ประกอบของธาตุเหล่านี้ในปิโตรเลียมและสามารถแยกองค์ประกอบที่ซับซ้อนออกมาใช้ประโยชน์ได้เช่นกัน แต่การแยกองค์ประกอบจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการทางชีวภาพร่วมกับกระบวนการทางเคมี ซึ่งกระบวนการทั้งสองส่วนนี้จะมีบทบาทสำคัญอย่างมากในอนาคต

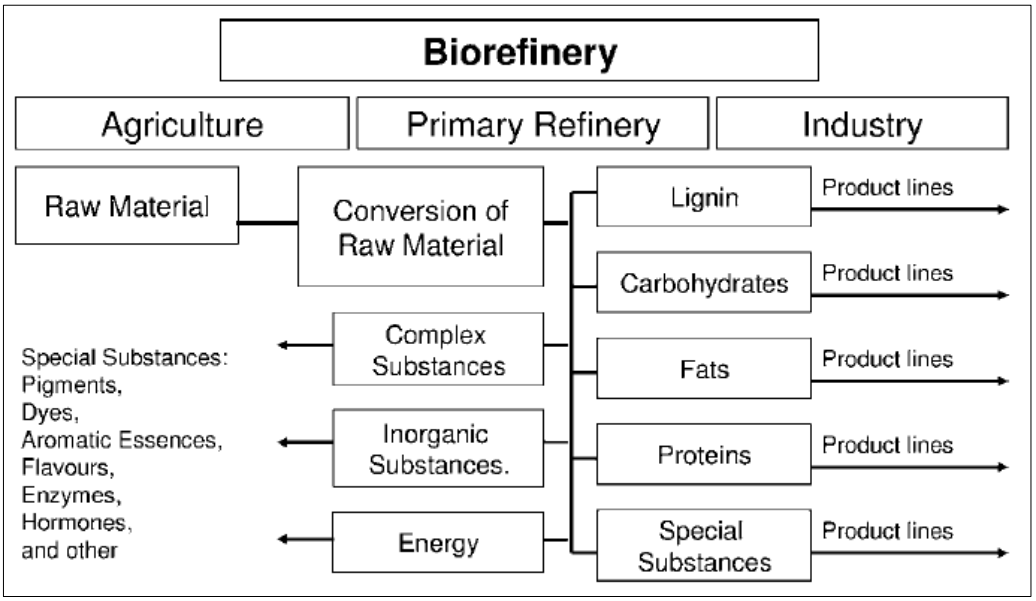


รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบหลักการการกลั่นปิโตรเลียมและไบโอรีไฟเนอรี่

ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

ชีวมวล สามารถนำมาแปรรูปด้วยกระบวนการผลิตที่ออกแบบขึ้นมาเฉพาะสำหรับชีวมวลแต่ละชนิดที่มีองค์ประกอบทางเคมีและมีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อๆ ไป และในที่สุดจะได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็น

เป้าหมายของการผลิตในขั้นสุดท้ายก่อนที่จะส่งออกไปจำหน่าย ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหล่านี้จะถูกเรียกว่า สารตั้งต้น (Precusor) พืชชีวมวลส่วนใหญ่จะมีองค์ประกอบพื้นฐาน คือ คาร์โบไฮเดรต ลิกนิน โปรตีน และไขมัน และอาจมีส่วนประกอบของวิตามิน สี แป้ง สารหอมระเหย ระบบไบโอรีไฟเนอรี่จะต้องรวมเอากระบวนการผลิตที่จำเป็นในการแยกและแปรรูปองค์ประกอบเหล่านี้ ให้กลายเป็นสารตั้งต้นพื้นฐานที่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นกลางและผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย

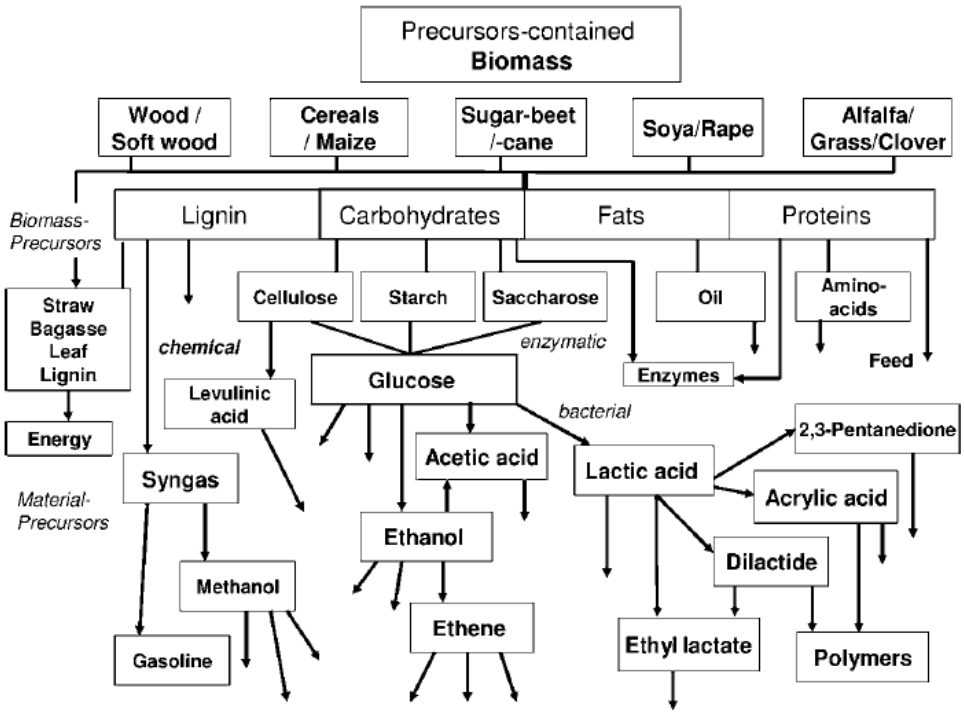


รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของชีวมวลที่ถูกแยกออกในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ขั้นต้น

ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

กระบวนการแยกองค์ประกอบของชีวมวลให้เป็นสารตั้งต้นที่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในกระบวนการผลิตขั้นต่อๆ ไปเป็นเพียงเทคโนโลยีพื้นฐานในการเริ่มต้นกระบวนการผลิต ชีวมวลในโลกนี้กว่าร้อยละ 75 มีองค์ประกอบหลักเป็นคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 20 เป็นลิกนิน และร้อยละ 5 เป็นองค์ประกอบอื่น เช่น ไขมัน โปรตีน ดังนั้น จึงมีการให้ความสนใจในการพัฒนากระบวนการแยกองค์ประกอบที่เป็นคาร์โบไฮเดรตและกระบวนการแปรรูปคาร์โบไฮเดรตเป็นผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพหรือผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายต่างๆ กลูโคสเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในกระบวนการผลิตเคมีชีวภาพที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปคาร์โบไฮเดรตในชีวมวล โดยใช้กระบวนการทางชีวภาพหรือกระบวนการทางเคมีที่จะเปลี่ยนเซลลูโลส แป้งหรือน้ำตาล ให้กลายเป็นกลูโคส ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า การเปลี่ยนแป้งให้เป็นกลูโคสด้วยกระบวนการทางชีวภาพโดยใช้เอนไซม์ มีข้อได้เปรียบกว่าการใช้กระบวนการทางเคมีดั้งเดิมที่เรียกว่า ไฮโดรไลซิส แต่การเปลี่ยนเซลลูโลสเป็นกลูโคสอาจต้องใช้กระบวนการควบคู่กันทั้งการใช้เอนไซม์และไฮโดรไลซิส (Cellulose Hydrolyzing enzymes) จึงสามารถแตกโมเลกุลของลิกนินและเซลลูโลสได้ ซึ่งกระบวนการไฮโดรไลซิสนี้มีความจำเป็นต้องอาศัยพลังงานความร้อนมาก แต่การใช้

เอนไซม์ร่วมด้วยทำให้ระบบใช้พลังงานน้อยลงเป็นอย่างมาก ทำให้ระบบไบโอรีไฟเนอรี่ที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพร่วมด้วย มีประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานที่ดีกว่าและส่งผลให้ระบบมีต้นทุนของสารตั้งต้นต่ำกว่าได้

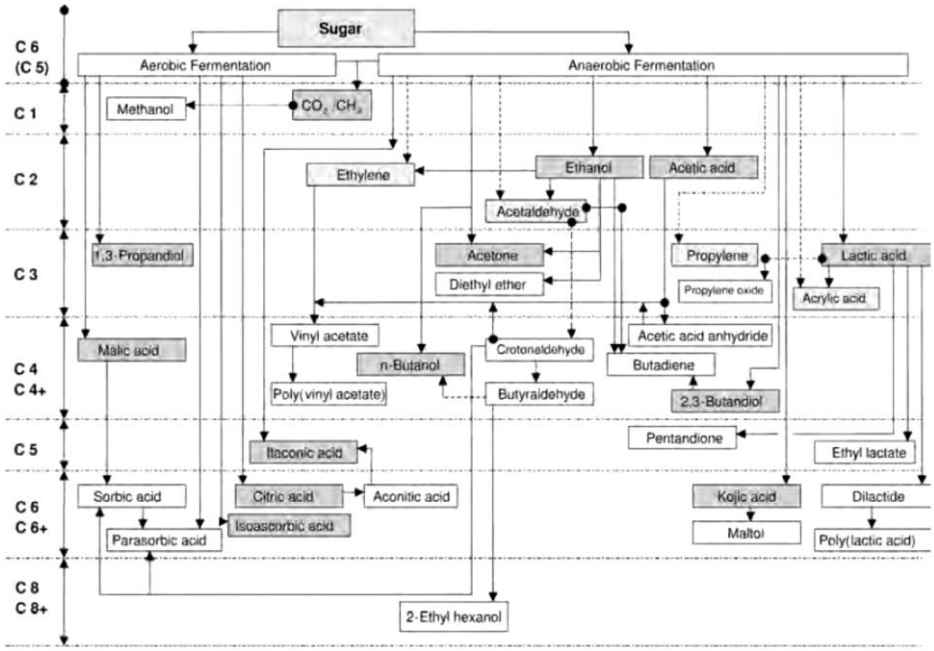


รูปที่ 2.3 แผนภูมิของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ที่เน้นสารตั้งต้นชีวมวลประเภทคาร์โบไฮเดรต
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006)

2.2 บทบาทของเทคโนโลยีชีวภาพในระบบไบโอรีไฟเนอรี่

การประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตทางชีวภาพจะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่เพื่อผลิตเคมีภัณฑ์ขั้นพื้นฐาน เคมีภัณฑ์ขั้นกลางและโพลีเมอร์ การผสมผสานวิธีการทางชีวภาพเพื่อเปลี่ยนโครงสร้างทางกายภาพและทางเคมีของวัตถุดิบชีวมวลจะต้องถูกนำมาใช้ในระบบไบโอรีไฟเนอรี่อย่างชาญฉลาดและไม่สามารถที่จะหยุดอยู่เพียงการแปรรูปกลูโคสจากโรงงานน้ำตาลหรือการแปรรูปแป้งจากโรงงานแป้งเท่านั้น ทั้งนี้เป้าหมายสำคัญคือการแปรรูปกลูโคสจากชีวมวลที่มีองค์ประกอบของเซลลูโลสซึ่งเป็นวัตถุดิบราคาถูกและมีความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ กลูโคสเป็นสารตั้งต้นหลักสำหรับกระบวนการผลิตทางชีวภาพซึ่งสามารถแปรรูปกลูโคสให้เป็นเคมีภัณฑ์ที่หลากหลายและมีความคล้ายคลึงกับกระบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมหรือการแยกก๊าซธรรมชาติ โดยสามารถแบ่งตามจำนวนองค์ประกอบของคาร์บอนในโมเลกุลของเคมีภัณฑ์ได้ดังนี้

- C1 หรือเคมีภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน 1 อะตอม เช่น มีเทน คาร์บอนไดออกไซค์ และเมทานอล เป็นต้น
- C2 หรือเคมีภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน 2 อะตอม เช่น อีเทน เอทานอล กรดอะซิติก อะซิตัลดีไฮด์ เอทิลีน เป็นต้น
- C3 หรือเคมีภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน 3 อะตอม เช่น โพรเพน กรดแลคติค โพรเพนไดออล โพรพิลีน โพรพิลีนออกไซด์ อะซีโตน กรดอะครีลิค เป็นต้น
- C4 หรือเคมีภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน 4 อะตอม เช่น บิวเทน บิวทานอล ไดเอธิลอีเทอร์ กรดมัลลิค ไวนิลอะซีเตท บิวทาไดอีน 2,3-บิวเทนไดออล เป็นต้น
- C5 หรือเคมีภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน 5 อะตอม เช่น เพนเทน กรดอิตาโคนิค 2.3-เพนเทนไดออล เอทิลแลคเตท เป็นต้น
- C6 หรือเคมีภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน 6 อะตอม เช่น เฮกเซน กรดซอร์บิค กรดพาราซอร์บิค กรดซิตริค กรดอะโคนิติค กรดไอโซแอสคอร์บินิค กรดโคจิค มัลทอล ไดแลคไตด์ เป็นต้น
- C8 หรือเคมีภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน 8 อะตอม เช่น 2-เอทิล เฮกซานอล เป็นต้น



รูป 2.4 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักกลูโคสในระบบไบโอรีไฟเนอรี่

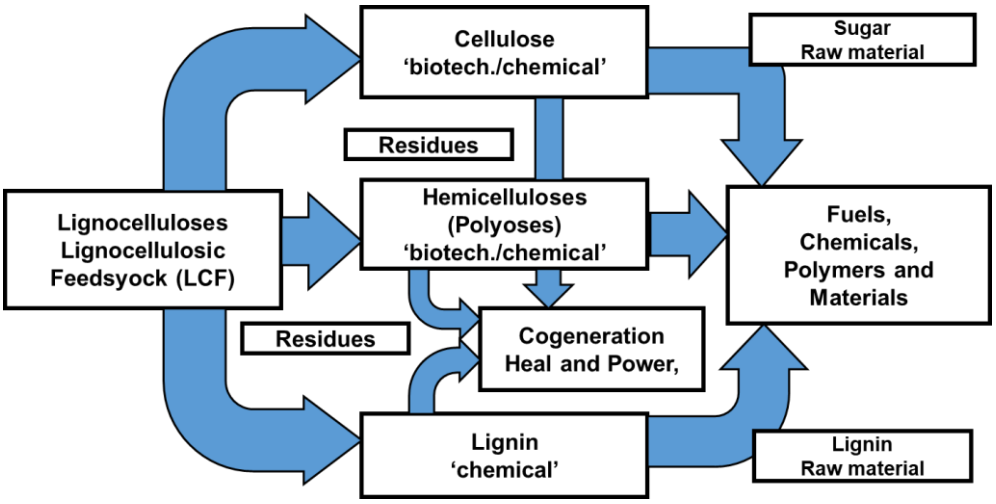
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006)

2.3 การจัดประเภทของระบบไบโอรีไฟเนอรี่

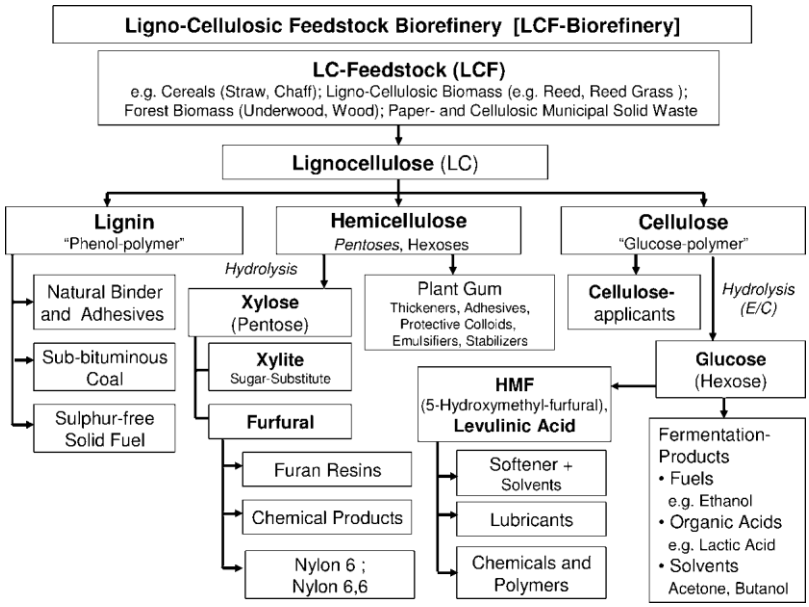
2.3.1 การจัดแบ่งประเภทของระบบไบรีไฟเนอรี่ตามประเภทของชีวมวล

จากความหมายของวัตถุดิบชีวมวลที่ได้กล่าวถึงไปแล้ว จะเห็นได้ว่าชีวมวลครอบคลุมถึงวัสดุชีวภาพที่มีความหลากหลาย ซึ่งโดยปกติเรามักจะเข้าใจในความหมายอย่างแคบและคิดว่าชีวมวลหมายถึงเศษวัสดุต่างๆ ที่ได้จากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงชีวมวลได้ครอบคลุมถึงธัญพืชและต้นไม้ที่ปลูกเพื่อให้พลังงาน (energy crop and trees) ธัญพืชที่ปลูกเพื่อเป็นอาหาร รวมถึงเศษวัสดุของธัญพืชเหล่านั้น พืชน้ำ ไม้และเศษไม้ ของเสียจากสัตว์ และวัสดุของเสียอื่นๆจากการผลิตในภาคอุตสาหกรรมซึ่งเมื่อพิจารณาจากประเภทของชีวมวล เราอาจแบ่งประเภทของไบโอรีไฟเนอรี่ออกได้ดังนี้

- Lignocellulosic Feedstock Biorefinery
- Whole-crop Biorefinery
- Green Biorefinery

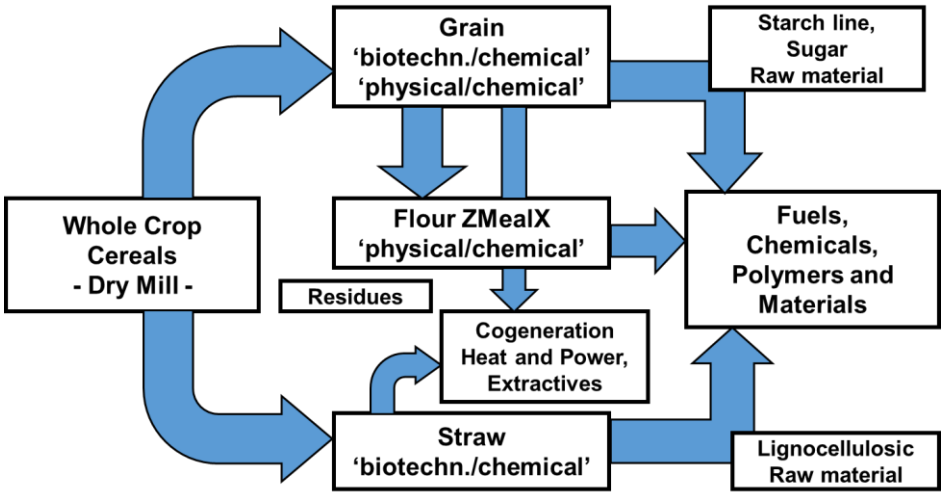


รูปที่ 2.5 หลักการของ Lignocellulosic feedstock biorefinery.
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology



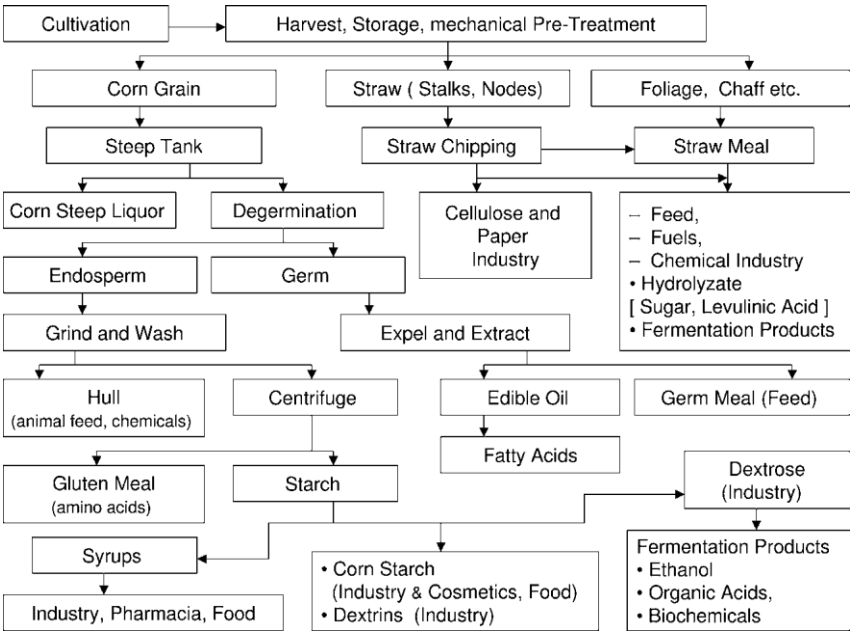
รูปที่ 2.6 หลักการของ Products of a lignocellulosic feedstock biorefinery (LCF-biorefinery, Phase III)

ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology



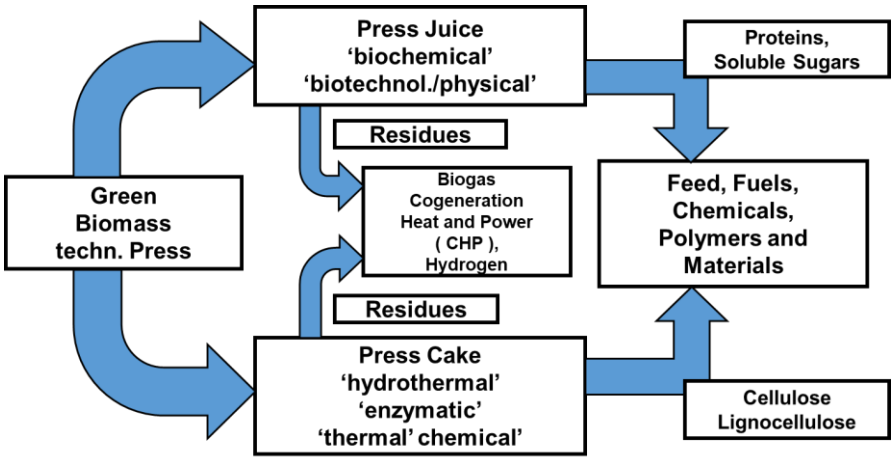
รูปที่ 2.7 หลักการของ Whole-crop biorefinery based on dry milling.

ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology



รูปที่ 2.8 หลักการของ Products from a whole-crop wet mill-based biorefinery.

ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology



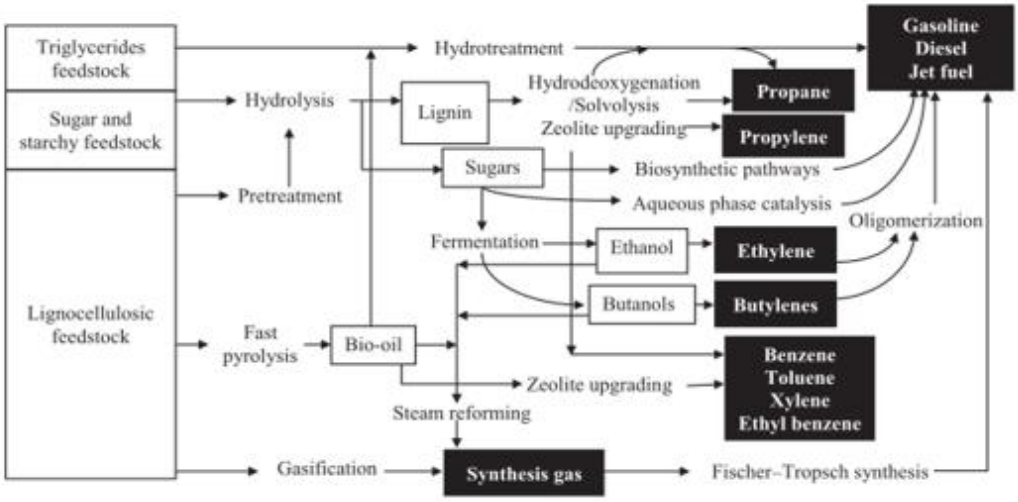
รูปที่ 2.9 หลักการของ A "green biorefinery" system.

ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

2.3.2 การจัดแบ่งประเภท ตามโครงสร้างทางเคมีของชีวมวล

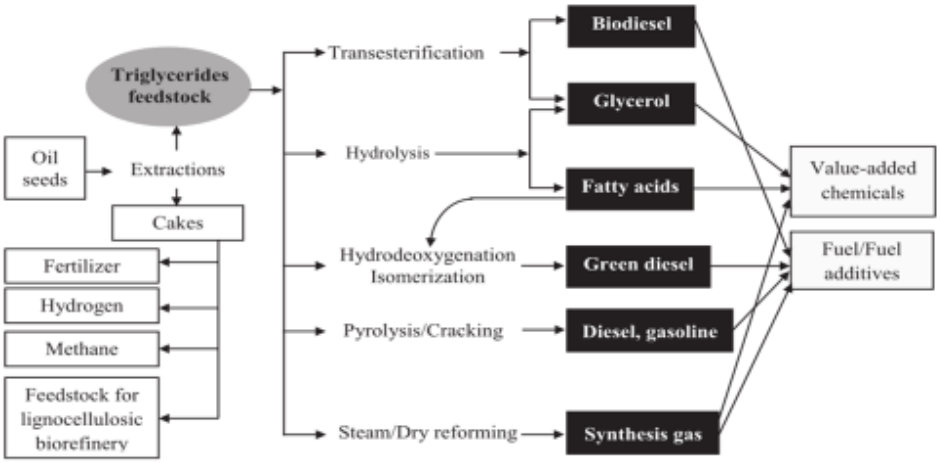
หากพิจารณาโดยองค์ประกอบทางเคมีของชีวมวล ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการในการแปรรูปด้วยเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้เคมีชีวภาพตามที่ต้องการ เราสามารถจัดแบ่งประเภทของไบโอรีไฟเนอรี่ตามโครงสร้างทางเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักของชีวมวล ได้ดังนี้

- Triglyceride biorefinery
- Sugar and starchy biorefinery
- Lignocellulosic biorefinery



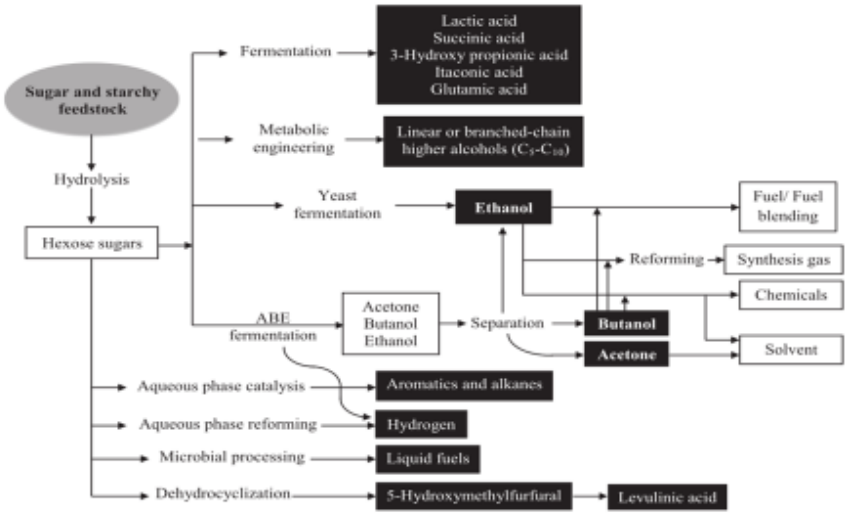
รูปที่ 2.10 หลักการของ Hydrocarbon biorefinery

ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology



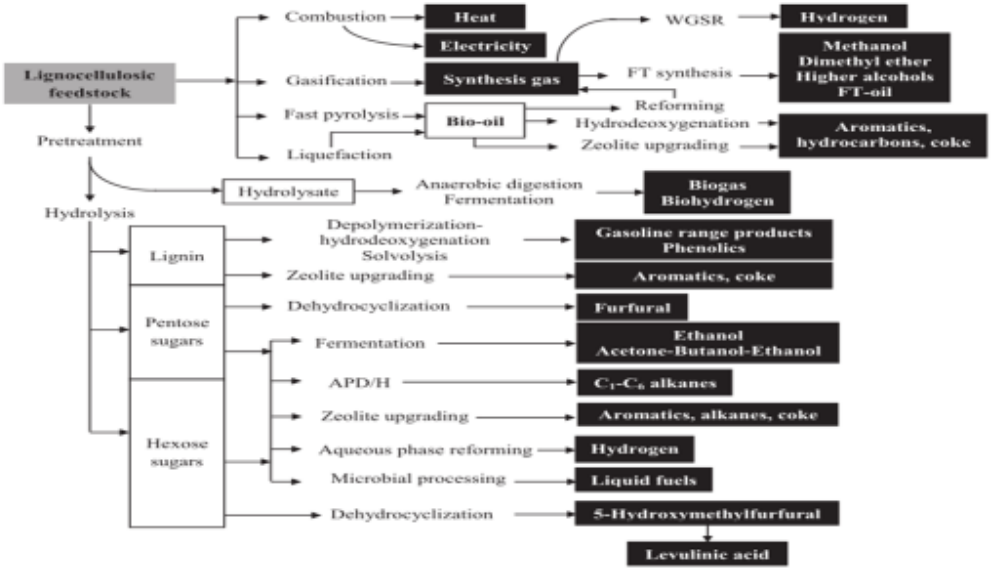
รูปที่ 2.11 หลักการของ Triglyceride biorefinery

ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology



รูปที่ 2.12 หลักการของ Sugar and Strarch biorefinery

ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology



รูปที่ 2.13 หลักการของ Lignocellulosic biorefinery

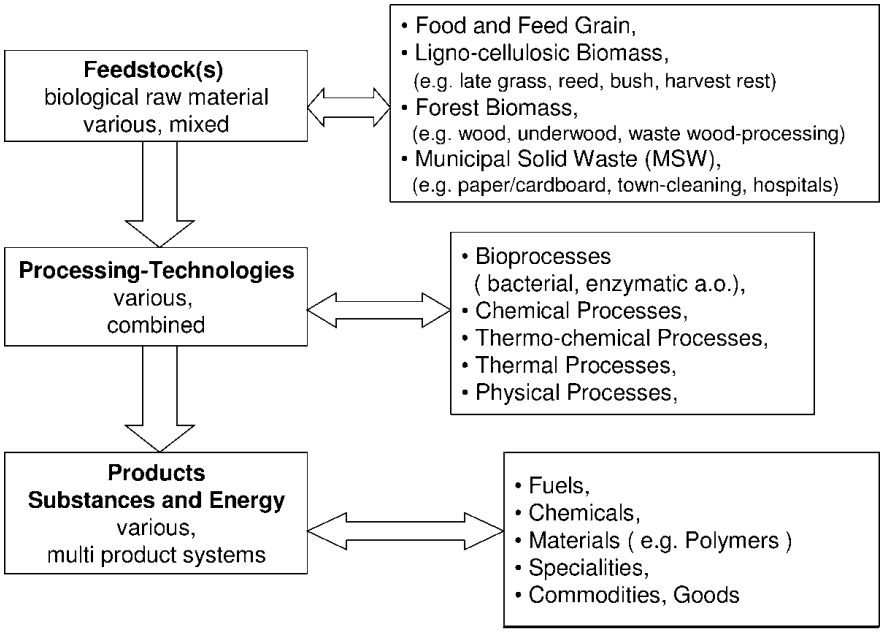
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

นอกจากนี้ ยังมีการแบ่งประเภทของไบโอรีไฟเนอรี่ตามลำดับขั้นของการพัฒนาออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1. Generation 1 - Biorefinery หรือเรียกว่า Dry milling Technology เป็นกระบวนการที่เมล็ดธัญพืชแห้งเป็นวัตถุดิบ มีการออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใดชนิดหนึ่งและผลพลอยได้ที่ถูกกำหนดไว้ โดยแทบจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลง

กระบวนการผลิตให้สามารถผลิตสินค้าอื่นๆ ได้ เช่น การผลิตเอทานอลจากข้าวโพดที่ให้ผลพลอยได้เป็นอาหารสัตว์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2. Generation 2 - Biorefinery หรือเรียกว่า Wet milling technology ซึ่งใช้เมล็ดธัญพืชเป็นวัตถุดิบเช่นเดียวกับระบบ Dry Milling แต่สามารถเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้สามารถผลิตได้สินค้าต่างชนิดกัน โดยเป็นไปตามความต้องการของตลาด เช่น สามารถผลิตแป้งข้าวโพด น้ำตาลฟรุกโตส เอทานอล น้ำมันข้าวโพด โปรตีนอาหารสัตว์ และอาหารมนุษย์ และสามารถต่อยอด โดยเพิ่มกระบวนการผลิตไปยังสินค้าอื่นๆ เพิ่มเติมได้ ตัวอย่างได้แก่ ระบบการผลิตโพลีแลคติดแอซิด (PLA) ของบริษัท เนเชอร์เวิร์ค หรือ กระบวนการผลิตเอทานอล จากฟางข้าวสาลีของบริษัท Logen
3. Generation 3 - Biorefinery เป็นกระบวนการผลิตที่สามารถผลิตสินค้าได้มากมายหลายประเภท ด้วยการผสมผสานเทคโนโลยีที่หลากหลายเข้าด้วยกัน



รูปที่ 2.14 หลักการของ Basic principles of a biorefinery (generation III biorefinery)
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

3. การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบอ้อย

3.1 การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบอ้อย

รายงานสถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2564 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ได้แสดงให้เห็นว่าในปี 2563 ไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวอ้อย 8.56 ล้านไร่ และให้ผลผลิตอ้อยรวม 67.4 ล้านตัน ซึ่งลดลงจากปีที่ผ่านมา ที่มีปริมาณสูงถึง 130 ล้านตัน เป็นอย่างมากอันเนื่องมาจากปัญหาภัยแล้งและการมีระบบชลประทานที่ไม่ทั่วถึง อย่างไรก็ตามการพิจารณาความเชื่อมโยงในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ จำเป็นต้องครอบคลุมวัตถุดิบชีวมวลทั้งหมดที่เกิดในระบบ โดยสำหรับการทำเกษตรอ้อยนั้น ก่อให้เกิดวัตถุดิบชีวมวลที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ใบอ้อย โดยในปี 2563 คณะผู้วิจัยได้ประมาณการว่า มีใบอ้อยสดที่เกิดจากการปลูกอ้อยเกิดขึ้นประมาณ 37.9 ล้านตัน ซึ่งส่วนใหญ่ถูกเผาทิ้งในกระบวนการเก็บเกี่ยว และอีกส่วนหนึ่งเป็นใบอ้อยแห้งทับถมทิ้งไว้ในไร่อ้อย มีเพียงส่วนน้อยที่ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ เช่น การนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตพลังงงานไฟฟ้า หรือนำมาใช้เป็นวัตถุดิบของระบบ Cellulosic biorefinery

ผลผลิตอ้อย 67.4 ล้านตันถูกจำหน่ายให้โรงงานน้ำตาล เพื่อแปรรูปขั้นต้นโดยผ่านกระบวนการหีบด้วยลูกหีบและน้ำร้อน โดยต้องใช้น้ำร้อนในสัดส่วนประมาณร้อยละ 29.4 ของน้ำหนักอ้อยสดที่เข้าสู่ลูกหีบ โดยคิดเป็นปริมาณน้ำร้อนทั้งระบบประมาณ 19.8 ล้านตัน และได้น้ำอ้อยจากกระบวนการหีบประมาณ 68.7 ล้านตันและได้ชานอ้อยสดประมาณ 18.6 ล้านตัน ชานอ้อยเหล่านี้เป็นวัตถุดิบชีวมวลประเภทเซลลูโลสที่มีความสำคัญต่อระบบไบโอรีไฟเนอรี่ โดยเมื่อนำไปลดความชื้นลงจนถึงระดับที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานความร้อน ไอน้ำ กระแสไฟฟ้า

น้ำอ้อยจากลูกหีบจะถูกนำไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความเข้มข้นเพื่อให้เกิดเป็นน้ำเชื่อม ซึ่งในขั้นตอนนี้ทำให้เกิดน้ำเสียขึ้นร้อยละ 65 หรือหากคำนวนทั้งระบบอุตสาหกรรมน้ำตาล ก็จะเกิดน้ำเสียเฉพาะในขั้นตอนนี้ประมาณ 44.7 ล้านตัน และกากตะกอนร้อยละ 5 หรือประมาณ 3.4 ล้านตัน ซึ่งส่วนใหญ่ถูกใช้ในการผลิตปุ๋ย

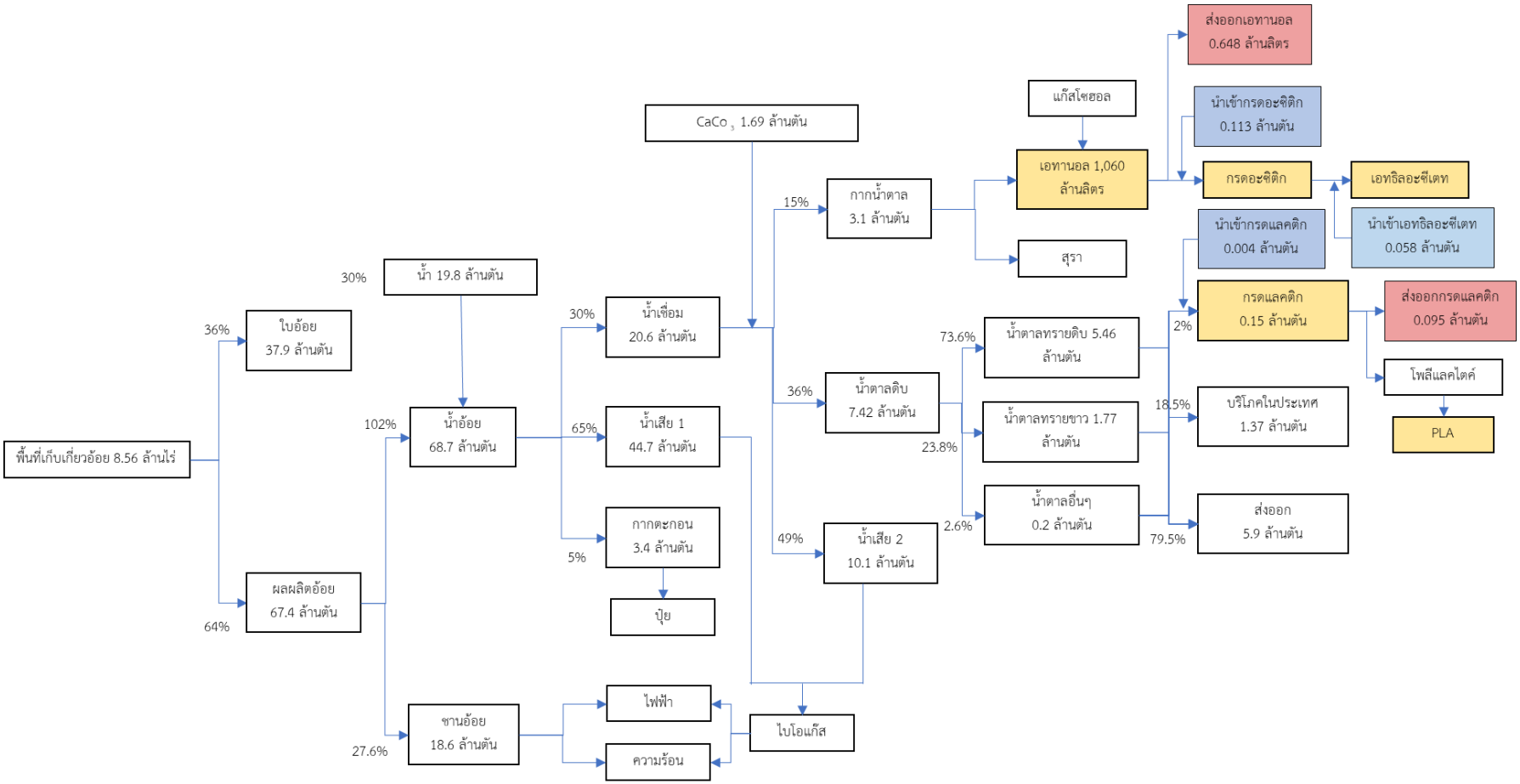
น้ำเชื่อมที่ได้จะถูกนำมาผ่านกระบวนการผลิตเป็นน้ำตาลดิบ โดยต้องมีการใช้แคลเซียมคาร์บอเนต ประมาณ 1.7 ล้านตัน และได้ผลผลิตเป็นน้ำตาลดิบประมาณ 7.42 ล้านตัน น้ำเสีย 10.1 ล้านตัน และกากน้ำตาล 3.1 ล้านตัน น้ำเสียจากกระบวนการทำน้ำเชื่อมและกระบวนการผลิตน้ำตาลดิบเหล่านี้จัดเป็นวัตถุดิบชีวมวลประเภท Industrial waste ที่มีประโยชน์ต่อระบบไบโอรีไฟเนอรี่ตามที่ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้ โดยสามารถนำไปผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้ในการผลิตพลังงานความร้อน ไอน้ำหรือกระแสไฟฟ้าได้ เช่นเดียวกับชานอ้อย

ส่วนน้ำตาลดิบ จะถูกนำไปผลิตเป็นน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลทรายขาวประเภทต่าง ๆ ตามความต้องการของตลาดในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม การบริโภคภายในประเทศ และส่งออก ซึ่งน้ำตาลที่ผลิตได้ในปี 2563 ร้อยละ 79.5 หรือคิดเป็นปริมาณ 5.9 ล้านตัน ถูกส่งออกไปยังตลาดโลก ในขณะที่น้ำตาลทรายดิบบางส่วนจะถูกใช้ในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ปลายน้ำ โดยจำหน่ายให้กับอุตสาหกรรมการผลิตกรดแลคติก เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติกชีวภาพ ที่เรียกว่า โพลีแลคติกแอซิค หรือ พีแอลเอ อย่างไรก็ตาม การใช้น้ำตาลทรายดิบที่ผลิตได้สำหรับเป็นวัตถุดิบชีวมวลในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่คิดเป็นเพียงร้อยละ 2 ของปริมาณน้ำตาลดิบที่ผลิตได้เท่านั้น

กากน้ำตาล ส่วนใหญ่ถูกใช้ในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ โดยใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเอทานอลของโรงงานเอทานอล 27 โรงงาน เพื่อใช้ผสมเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ และมีกากน้ำตาลอีกบางส่วนที่ถูกใช้ไปในการผลิตสุรา

กากน้ำตาลอีกเพียงเล็กน้อยที่ถูกใช้ในกระบวนการผลิตเป็นกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซีติก และต่อยอดนำกรดอะซีติกไปผลิตเป็นไบโอเอทธิลอะซีเตท ที่เป็นสารทำละลายตั้งต้นสำคัญในกระบวนการผลิตสีและทินเนอร์

การเชื่อมโยงการใช้ประโยชน์ในตลอดโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอร์รี่จากวัตถุดิบอ้อยสามารถเชื่อมโยงได้ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอร์รี่จากอ้อย

ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย

3.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบอ้อย

โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบอ้อย ประกอบด้วยผู้ประกอบการ 4 กลุ่มใหญ่ คือ ผู้ผลิตวัตถุดิบทางการเกษตร อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ต้นน้ำ อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำ และอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ปลายน้ำ โดยมีรายละเอียดโครงสร้างดังนี้

1) ผู้ผลิตวัตถุดิบทางการเกษตร

ผู้ผลิตวัตถุดิบทางการเกษตร ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกอ้อย ซึ่งจะอยู่ภายใต้การควบคุมและกฎระเบียบตามพระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527 ซึ่งเป็นกลไกในการควบคุมโครงสร้างอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศ ดังนั้น อ้อยที่เกษตรกรปลูกได้ทั้งหมดจะถูกป้อนให้แก่โรงงานน้ำตาลตามมติของคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย โดยมีระบบการจัดสรรผลประโยชน์ระหว่างเกษตรกรและโรงงานน้ำตาล ตามที่กำหนดโดยคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ดังนั้น อ้อยทั้งหมดที่ปลูกในไทยจะถูกส่งให้กับโรงงานน้ำตาลภายในประเทศทั้งหมดจำนวน 58 โรงงานทั่วประเทศ โดยไม่มีอ้อยสดถูกส่งให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่น

จำนวนเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยรวมทั้งปริมาณพื้นที่เพาะปลูกอ้อย อาจไม่คงที่และมีปริมาณเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามราคาที่เกษตรสามารถขายได้ในฤดูกาลผลิตก่อนหน้า โดยหากราคาที่เคยขายได้ในฤดูกาลก่อนหน้าดี เกษตรกรก็จะเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้นในทางตรงข้ามหากราคาที่เคยขายได้ในฤดูกาลก่อนไม่ดี เกษตรกรก็จะลดพื้นที่เพาะปลูกลง นอกจากนี้ปัญหาในส่วนของผู้ผลิตวัตถุดิบอ้อยอาจเกิดจากกลไกราคาในตลาดค้าอ้อย ซึ่งถูกกำหนดโดยคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ราคาอ้อยกลับมิได้เพิ่มขึ้นตามกลไกของอุปสงค์ อุปทานที่แท้จริงส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกอ้อยลดลงหรือค่อนข้างคงที่ เนื่องจากไม่มีแรงจูงใจให้เกษตรกรปลูกอ้อยถึงแม้ผลผลิตต่อไร่จะเพิ่มสูงขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีช่วยแล้วก็ตาม ผลผลิตอ้อยก็ยังคงไม่เพียงพอต่อกำลังการผลิตของโรงงานน้ำตาลที่มีอยู่ในปัจจุบันและปริมาณอ้อยที่ไม่เพียงพอเป็นอุปสรรคต่ออุตสาหกรรมที่ต้องใช้อ้อยหรือผลพลอยได้จากอ้อยเป็นวัตถุดิบ และไม่เป็นผลดีต่ออุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ เนื่องจากแนวโน้มการพัฒนาวัตถุดิบอ้อยไม่ดีเท่าที่ควรและถูกผูกขาดโดยอุตสาหกรรมน้ำตาล การดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบจะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

2) อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ต้นน้ำ

โรงงานน้ำตาลเป็นผู้ผลิตวัตถุดิบขั้นต้นจากอ้อยหรือเป็นส่วนของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ต้นน้ำ โดยวัตถุดิบขั้นต้นนี้ได้แก่ น้ำตาล และกากน้ำตาลซึ่งเป็นผลพลอยได้ของกระบวนการผลิตน้ำตาล ประเทศไทยมีโรงงานผลิตน้ำตาลทั้งสิ้น 58 โรงงาน สามารถรองรับผลผลิตอ้อยได้ถึง 150 ล้านตัน

ในขณะที่ผลผลิตอ้อยปัจจุบันมีอยู่ประมาณ 65-75 ล้านตัน ทำให้สามารถผลิตน้ำตาลทรายได้ 6.5 -7.5 ล้านตัน และกากน้ำตาล 3-3.8 ล้านตัน เมื่อโรงงานน้ำตาลดำเนินการแปรรูปอ้อยให้กลายเป็นน้ำตาลทรายแล้ว น้ำตาลเหล่านี้จะถูกจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค และผู้ผลิตในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม รวมถึงถูกส่งออกในรูปน้ำตาลทรายดิบและน้ำตาลทรายขาว ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลคือ กากน้ำตาล จะถูกจำหน่ายให้แก่โรงงานสุรา โรงผลิตกรดกลูตามิก และผงชูรส โรงงานเอทานอล โรงงานผลิตปุ๋ยชีวภาพ กากน้ำตาลที่เหลือจากการใช้ภายในประเทศจะถูกส่งออกไปยังต่างประเทศ ทั้งน้ำตาลทรายและกากน้ำตาลสามารถใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ แต่ในทางปฏิบัติได้มีการใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล กรดอะซีติก เอทิลอะซิเตต โดยยังไม่พบว่ามีการใช้น้ำตาลเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตไปสู่ผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพ

3) <u>อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำ</u>

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำในส่วนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นผู้ผลิตเคมีชีวภาพเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีกลุ่มผลิตไฟฟ้าจากวัตถุดิบทางการเกษตร โดยที่มีการผลิตจากวัตถุดิบอ้อยในปัจจุบัน ได้แก่

3.1) ผู้ผลิตเอทานอลที่ผลิตจากกากน้ำตาล 26 ราย ทำการผลิตโดยใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ รวมกำลังการผลิต 2.6 ล้านลิตรต่อวัน และมีผู้ผลิตเอทานอลที่สามารถใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบทางเลือกอีก 6 ราย รวมกำลังการผลิต 1.28 ล้านลิตรต่อวัน มี 1 ราย ใช้อ้อยนอกโควตาเป็นวัตถุดิบและอีก 1 ราย ใช้น้ำอ้อยเป็นวัตถุดิบ และมีผู้ผลิตเอทานอล โดยทำการผลิตจากมันสำปะหลังหรือมันเส้น มันสด มันอัดเม็ด เป็นวัตถุดิบ รวมทั้งสิ้น 10 โรงงาน มีกำลังการผลิตรวมกัน 2.09 ล้านลิตรต่อวัน มีโรงงานเอทานอลที่สามารถใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบทางเลือกอีก 5 โรงงานรวมกำลังการผลิต 1.05 ล้านลิตรต่อวัน เอทานอลส่วนใหญ่เมื่อผลิตแล้วจะถูกใช้ในอุตสาหกรรมพลังงานเพื่อเป็นเชื้อเพลิงให้แก่ยานยนต์ และส่วนหนึ่งจะถูกส่งออกไปยังต่างประเทศในกรณีที่มีปริมาณผลิตเกินความต้องการใช้ภายในประเทศ เอทานอลส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกรดอะซีติกและเอทิลอะซิเตต

3. 2) ผู้ผลิตกรดอะซีติกในประเทศไทย มีผู้ผลิตกรดอะซีติก ทั้งหมด 3 ราย ได้แก่โรงงานของบริษัท พรวิไล อินเตอร์เนชั่นแนล กรุพ เทรดดิ้งเป็นโรงงานผลิตกรดอะซีติกที่ใช้กระบวนการหมักโดยใช้กากน้ำตาลหรือมันสำปะหลัง โดยมีการใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ส่วนบริษัท ไทยแอลกอฮอล์ จำกัด (มหาชน) และบริษัท เค เอส แอล เคมิคอล จำกัด ใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในกระบวนการหมัก บริษัท ไทยแอลกอฮอล์ จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทในเครือของโรงงานสุราไทยเบเวอร์เรจ ส่วนบริษัท เค เอส แอล เคมิคอล จำกัด เป็นโรงงานในเครือของบริษัทน้ำตาลขอนแก่น จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นโรงงานผู้ผลิตกรดอะซีติกรายใหญ่ในประเทศไทย มีพื้นฐานมาจากการเป็นโรงงานผู้ผลิต

เอทานอลและสารเคมีอื่นๆ มาก่อน ดังเช่น บริษัท พรวิไล อินเตอร์เนชั่นแนล กรุพ เทรดดิ้ง จำกัด บริษัท ไทยเนชั่นแนล (อี.เอ) จำกัด และ บริษัท ไทยแอลกอฮอล์ จำกัด (มหาชน) นอกเหนือไปจากการผลิตเอทานอลแล้วยังมีการผลิตเอทิลอะซิเตต และกรดอะซีติกซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกย้อม เพื่อทดแทนการนำเข้า

3.3) ผู้ผลิตเอทิลอะซิเตต มีเพียง 3 รายโดยเป็นผู้ผลิตเดียวกับผู้ผลิตเอทานอลและกรดอะซีติก เอทิลอะซิเตตจำหน่ายให้แก่กลุ่มอุตสาหกรรมสี โดยใช้เป็นตัวทำละลายในการผลิตสีน้ำมัน ทินเนอร์ และแลคเกอร์ ชนิดต่างๆ

3.4) ผู้ผลิตกรดแลคติก มีเพียงรายเดียวคือบริษัท พูแรค (ประเทศไทย) จำกัด ปัจจุบันคือบริษัท โททาล คอร์เบียน พีแอลเอ (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีกำลังการผลิต 140,000 ตันต่อปี มีโรงงานอยู่ที่บ้านฉาง จังหวัดระยอง เดิมใช้มันสำปะหลังหรือมันเส้น มันอัดเม็ด เป็นวัตถุดิบแต่ปัจจุบันได้มีการใช้น้ำตาลทรายดิบและกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบเนื่องจากความสะดวกในการจัดหาและง่ายต่อการควบคุมคุณภาพ และยังสามารถผลิตโซเดียมแลคเตทได้อีกด้วย กรดแลคติกและโซเดียมแลคเตท ถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้เป็นสารลดความชื้น และควบคุมค่าความเป็นกรดด่าง ช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรียบางชนิด และรักษาสภาพอาหาร ใช้ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในเครื่องสำอาง เช่น แชมพู สบู่ เป็นต้น บริษัท พูแรค เป็นผู้ผลิตกรดแลคติกใหญ่เป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีสำนักงานใหญ่อยู่ในเนเธอร์แลนด์ โรงงานของบริษัท พูแรค ในไทยเริ่มเปิดดำเนินการในปี พ.ศ. 2548 นอกจากนี้ กรดแลคติกยังเป็นวัตถุดิบในการผลิตโพลีแลคติกแอซิด หรือ พีแอลเอที่เป็นพลาสติกชีวภาพชนิดหนึ่ง

3.5) ผู้ผลิตกรดอะมิโน ได้แก่ โรงงานผลิตแอลไลซีน และโรงงานผลิตกรดกลูตามิค และโมโนโซเดียมกลูตาเมท หรือผงชูรส โรงงานผลิตแอลไลซีน ในไทยมีเพียงโรงงานเดียว คือ โรงงานของบริษัท อายิโนโมะโต๊ะ จำกัด ตั้งอยู่ที่สมุทรปราการ โดยมีกำลังการผลิตแอลไลซีนประมาณ 50,000 ตันต่อปี และส่วนใหญ่ผลิตเพื่อการส่งออก แอลไลซีนยังถูกใช้เป็นสารแต่งเติมคุณภาพอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มโปรตีนให้แก่อาหารสัตว์ โรงงานผลิตกรดกลูตามิคมี 4 โรงงาน ซึ่งเป็นของบริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ จำกัด จำนวน 2 โรงงาน โดยโรงงานแรกตั้งอยู่ที่กำแพงเพชร และอีกโรงงานตั้งอยู่ที่สมุทรปราการ โรงงานของบริษัท ไทยชูรส จำกัด ตั้งอยู่ที่สมุทรปราการ และโรงงานของบริษัท ไทยฟูดส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ตั้งอยู่ที่นครปฐม กรดกลูตามิคใช้เป็นสารแต่งเติมคุณภาพอาหารสัตว์และเป็นวัตถุดิบในการผลิตผงชูรส โรงงานผลิตโมโนโซเดียมกลูตาเมทหรือผงชูรสในไทยมีทั้งสิ้นจำนวน 7 โรงงาน ได้แก่ โรงงานของบริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ จำกัด ตั้งอยู่ที่สมุทรปราการ กำแพงเพชร พระนครศรีอยุธยา และปทุมธานี โรงงานของบริษัท ไทยชูรส จำกัด ตั้งอยู่ที่สมุทรปราการ

โรงงานของบริษัท ราชาชูรส จำกัด ตั้งอยู่ที่ราชบุรี และโรงงานของบริษัท เค ที เอ็ม เอส จี จำกัด ตั้งอยู่ที่อ่างทอง นี้รวมกำลังการผลิตของโรงงานทั้ง 3 แห่งของบริษัท อายิโนะโมะโต๊ะ จำกัด พบว่า มีกำลังการผลิตรวมสูงถึง 165,000 ตันต่อปี หรือคิดเป็นกว่าร้อยละ 60 ของกำลังการผลิตผงชูรสของไทยผงชูรสที่ผลิตได้ ถูกจำหน่ายให้แก่อุตสาหกรรมอาหารและส่งออก

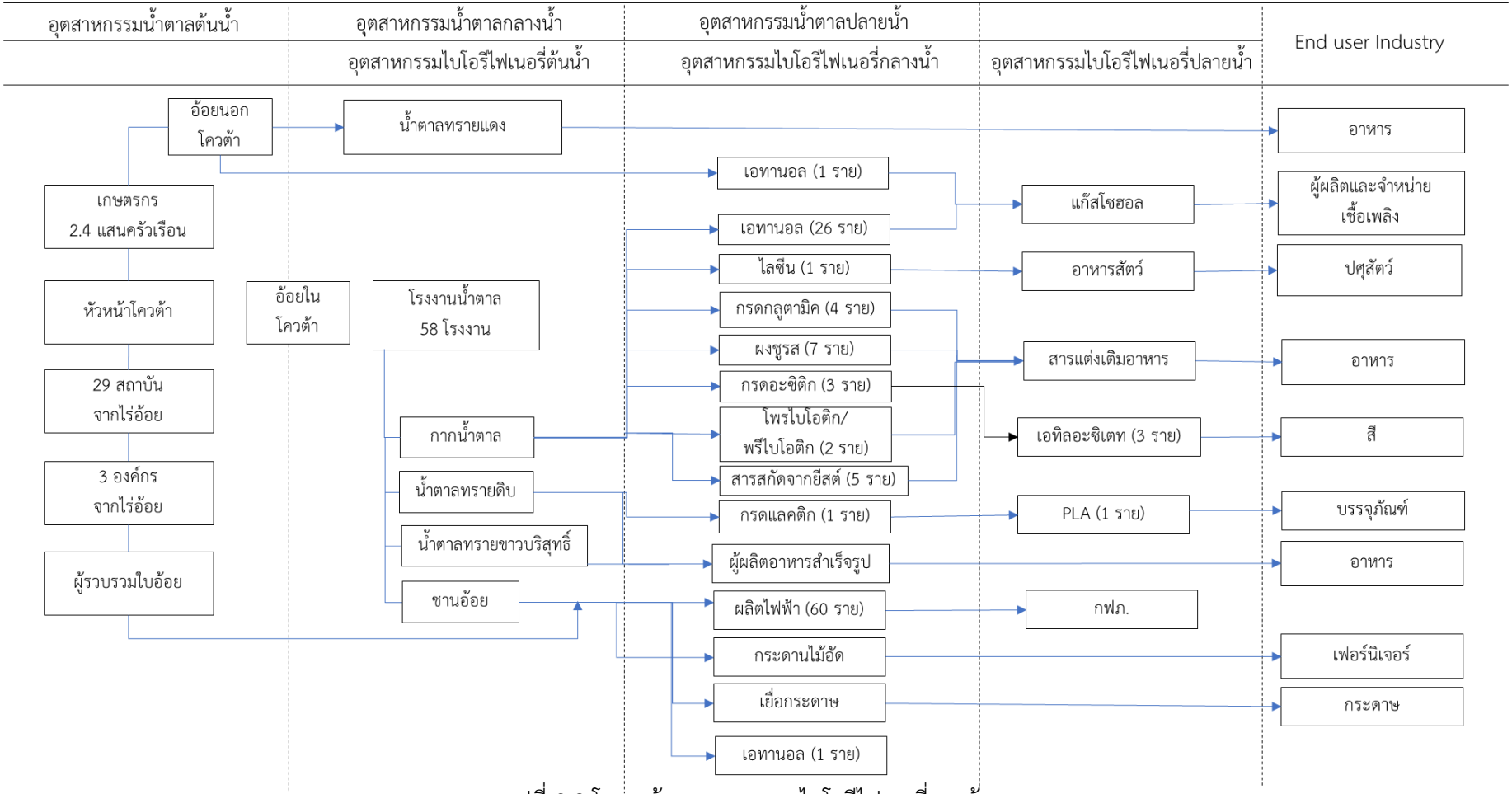
3.6) ผู้ผลิตไฟฟ้า มีจำนวนทั้งสิ้น 60 ราย ทำการผลิตโดยใช้ชานอ้อยที่เหลือจากการผลิตน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิต

ส่วนผู้ค้าผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ก็คือผู้ผลิตโดยจะถูกจำหน่ายไปยังผู้ใช้ในระดับอุตสาหกรรมและมิได้จำหน่ายโดยตรงไปสู่ผู้บริโภค ดังนั้นโรงงานผลิตจึงมีลูกค้าน้อยรายและส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการอุตสาหกรรมรายใหญ่ จึงต้องการซื้อตรงจากผู้ผลิต และไม่จำเป็นต้องมีการค้าผ่านพ่อค้าคนกลางหรือตัวแทนจำหน่าย ในบางกรณีการจัดจำหน่ายถูกกำหนดโดยกฎหมาย เช่น กรณีของเอทานอล ซึ่งผู้ผลิตจำเป็นต้องขายโดยตรงให้แก่ผู้ใช้ซึ่งเป็นผู้ผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงภายในประเทศเท่านั้น ในกรณีที่ได้รับอนุญาตให้ผลิตเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง และในกรณีที่ได้รับอนุญาตให้ผลิตเพื่อการส่งออก ก็ต้องจำหน่ายโดยตรงให้แก่ลูกค้าที่อยู่ในต่างประเทศไม่สามารถจำหน่ายให้แก่พ่อค้าคนกลางภายในประเทศตามข้อกำหนดของการอนุญาตให้ตั้งโรงงานเป็นกรณีๆ ไป ผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพบางส่วน เช่น กรณีของกรดอะซีติก และกรดซิตริกที่แบ่งจำหน่ายเป็นปริมาณน้อยให้แก่ผู้ประกอบการขนาดเล็ก เพื่อนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่ไม่ใช่การผลิตในระดับอุตสาหกรรม หรือเพียงเพื่อใช้ในการผลิตสินค้าอุปโภค บริโภคในอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมครัวเรือน เช่น ใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะมีผู้ค้ารายย่อยจำนวนไม่มากนักโดยกรดมะนาว หรือ กรดซิตริก (คุณภาพระดับมาตรฐานอาหาร) สามารถซื้อจำนวนมากได้ในราคาโดยประมาณคือ 1,620 บาทต่อ 25 กิโลกรัม.หรือซื้อจำนวนน้อย (คุณภาพระดับมาตรฐานสารเคมี) ในราคาประมาณ 115 บาทต่อ 1 ปอนด์ (450 กรัม) กรดอินทรีย์และกรดอะมิโนที่ผลิตได้จะถูกจำหน่ายไปยังลูกค้าในระดับอุตสาหกรรมหรือส่งออกโดยตรงโดยผู้ผลิตและไม่มีความจำเป็นต้องมีผู้แทนจำหน่าย หรือกล่าวได้ว่าผู้ผลิตเป็นผู้ค้าเคมีชีวภาพด้วย ยกเว้นกรณีของกรดอะซีติกและ กรดซิตริกสำหรับลูกค้ารายย่อย

4) <u>อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ปลายน้ำ</u>

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ปลายน้ำหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นผู้ใช้ในระดับอุตสาหกรรมโดยใช้ผลิตภัณฑ์เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตสารเคมีชนิดอื่น กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงาน การผลิตในการปศุสัตว์ หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าเพื่ออุปโภคทั่วไป

โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากอ้อย



รูปที่ 3.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากอ้อย

ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย

4. การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบมันสำปะหลัง

4.1 การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบมันสำปะหลัง

สำหรับความเชื่อมโยงของระบบไบโอรีไฟเนอรี่จากวัตถุดิบมันสำปะหลัง จะเริ่มต้นจากวัตถุดิบมันสำปะหลังสด โดยรายงานสถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2564 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ได้แสดงให้เห็นว่าไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง 8.92 ล้านไร่ ได้ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสด 29 ล้านตัน โดยการพิจารณาความเชื่อมโยงห่วงโซ่คุณค่าของระบบไบรีไฟเนอรี่จำเป็นต้องพิจารณาให้ครอบคลุมวัตถุดิบชีวมวลของมันสำปะหลังทั้งหมด ซึ่งคณะผู้วิจัยพบว่า ใบมันและเหง้ามัน เป็นผลผลิตพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลัง ในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 8.92 ล้านไร่ จะสามารถให้ผลผลิตใบมันสำปะหลังสดประมาณ 3 ล้านตัน และเหง้ามันสำปะหลังสดอีกประมาณ 3 ล้านตัน งานวิจัยจำนวนมากแสดงให้เห็นว่า ใบมันสำปะหลังมีสัดส่วนของโปรตีนที่สูงและสามารถใช้ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองได้ ส่วนเหง้ามันมีองค์ประกอบของเซลลูโลสที่นำไปใช้ผลิตเป็นพลังงาน เช่น เชื้อเพลิงอัดเม็ดหรือเชื้อเพลิงอัดแท่งได้

สำหรับมันสำปะหลัง 29 ล้านตัน เมื่อนำมาผ่านระบบการทำความสะอาดเบื้องต้นในกระบวนการแปรรูปเป็นมันเส้นและมันอัดเม็ดหรือแป้งมัน จะทำให้แยกเปลือกมันออกมาได้อีก 2 ชนิดที่เรียกว่าเปลือกดินและเปลือกล้างรวมประมาณ 9.2 แสนตัน ซึ่งจัดเป็นวัตถุดิบชีวมวลด้วยเช่นกัน เปลือกดินสามารถนำไปใช้ผลิตปุ๋ยและผลิตก้อนเชื้อเพาะเห็ดได้ ส่วนเปลือกล้างสามารถนำมาใช้ผสมอาหารสัตว์

ในปี 2563 มันสำปะหลังสดส่วนใหญ่ถูกนำไปแปรรูปเป็นแป้งมันสำปะหลังมากถึงร้อยละ 74 หรือ คิดเป็นปริมาณ 21.9 ล้านตัน มันสำปะหลังร้อยละ 15 หรือปริมาณ 4.6 ล้านตัน ถูกนำไปแปรรูปเป็นมันเส้นและมันอัดเม็ด หัวมันสำปะหลังสดร้อยละ 11 ปริมาณ 3.2 ล้านตัน ถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล (บางส่วนผ่านการใช้ในรูปมันเส้นและมันอัดเม็ด) โดยสามารถผลิตเป็นเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงประมาณ 590 ล้านลิตร โดยในกระบวนการผลิตเอทานอล ต้องใช้น้ำในกระบวนการผลิตค่อนข้างมาก และเกิดเป็นน้ำเสียประมาณ 5.31 ล้านตัน และได้ผลพลอยได้เป็น Fusel Oil และยีสต์ เอทานอลบางส่วนถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกรดอะซีติกและเอทิลอะซีเตท

มันสำปะหลังสดประมาณ 4.6 ล้านตัน ถูกแปรรูปเป็นมันเส้นและมันอัดเม็ดได้ประมาณ 2.2 ล้านตัน และมีการนำเข้ามันเส้นจากประเทศเพื่อนบ้านเพิ่มเติมเข้ามาอีกประมาณ 1.99 ล้านตัน เพื่อใช้ผลิตเป็นอาหารสัตว์ประมาณ 2.18 ล้านตัน และส่งออกอีกประมาณ 2.95 ล้านตัน

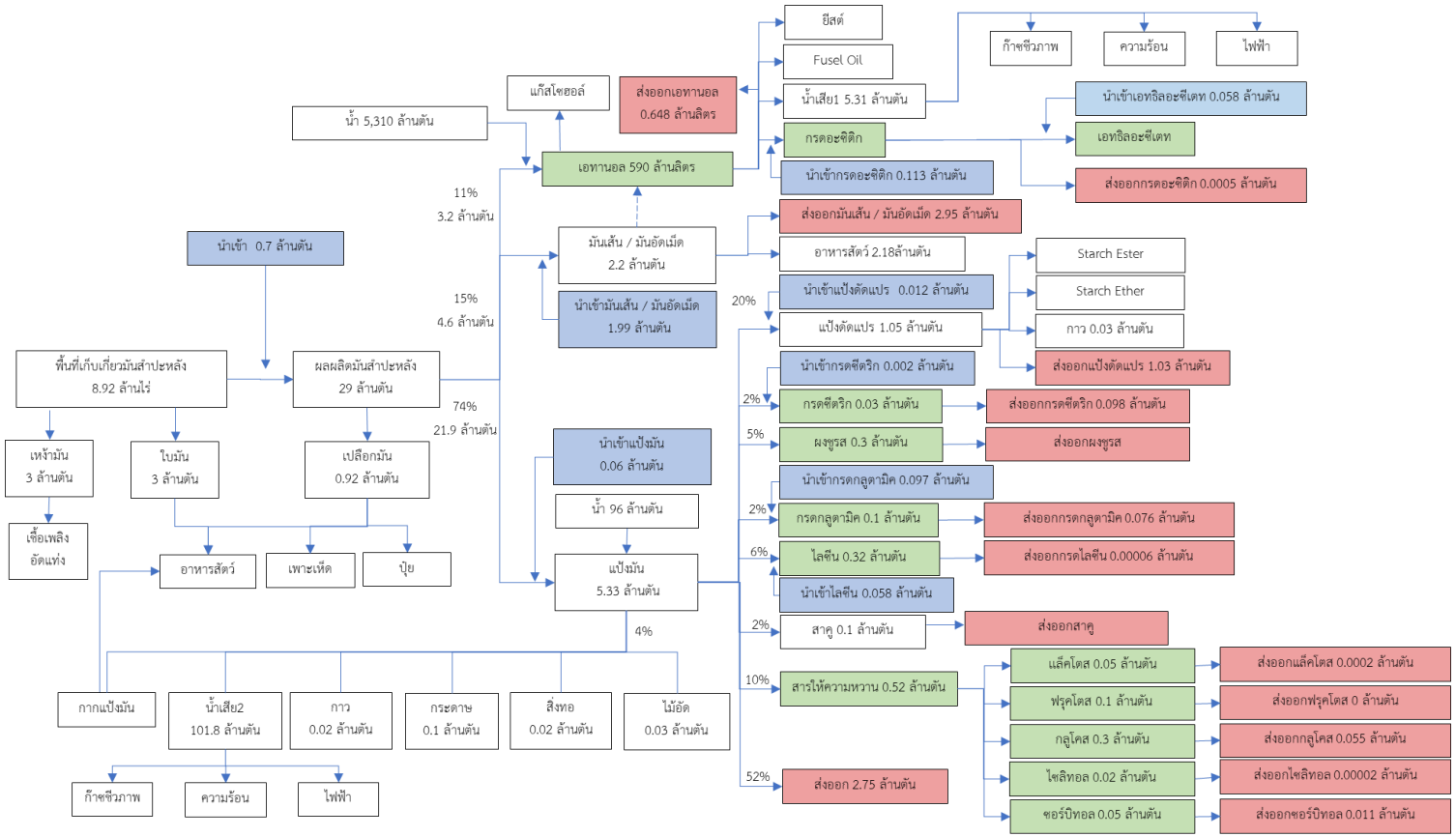
มันสำปะหลังประมาณ 21.9 ล้านตัน ถูกนำมาแปรรูปเป็นแป้งมันสำปะหลังได้ประมาณ 5.33 ล้านตัน และได้ผลพลอยได้เป็นกากแป้งมัน กากแป้งมันถูกนำไปใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์เนื่องจากมีส่วนผสมของแป้งตกค้างอยู่อีกค่อนข้างสูง ซึ่งสามารถให้พลังงานแก่สัตว์ได้เป็นอย่างดี

แป้งมันสำปะหลังที่ผลิตได้ภายในประเทศ ส่วนใหญ่ร้อยละ 52 หรือคิดเป็นปริมาณ 2.75 ล้านตัน ถูกส่งออกไปยังต่างประเทศ สำหรับการใช้ภายในประเทศ ส่วนใหญ่ร้อยละ 20 ของแป้งมันที่ผลิตได้ถูกนำไปแปรรูปต่อเป็นแป้งคุณภาพสูงที่เรียกว่า แป้งดัดแปร (Modified Starch) ซึ่งเกือบทั้งหมดถูกส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ มีเพียงบางส่วนที่ใช้เป็นวัตถุดิบผลิตกาวและสารเคมี นอกจากนี้แป้งมันประมาณร้อยละ 10 หรือคิดเป็นปริมาณ 5.2 แสนตัน ถูกใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตสารให้ความหวานประเภทต่างๆ เช่น กลูโคส แล็คโตส ฟรุคโตส ไซลิทอล ซอร์บิทอล

แป้งมันสำปะหลังอีกส่วนจะถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไลซีน ผงชูรส สาคู กรดซิตริก กรดกลูตามิก โดยในส่วนของไลซีนจะใช้แป้งมันสำปะหลังประมาณร้อยละ 6 ของแป้งมันที่ผลิตได้ภายในประเทศ คิดเป็นปริมาณ 3.2 แสนตัน รองลงมาคือการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผงชูรส โดยใช้แป้งมันสำปะหลังประมาณร้อยละ 5 ของแป้งมันที่ผลิตได้คิดเป็นปริมาณผงชูรส 3 แสนตัน ส่วนการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นแต่ละชนิดที่เหลือจะใช้แป้งมันคิดเป็นเพียงประมาณร้อยละ 2 ของปริมาณแป้งมันที่ผลิตได้เท่านั้น นอกจากนี้ยังมีการใช้แป้งมันในอุตสาหกรรมการผลิตกาว กระดาษ สิ่งทอ และไม้อัด อีกประมาณร้อยละ 4 ของแป้งมันสำปะหลังที่ผลิตได้ภายในประเทศ

ในกระบวนการผลิตแป้งมัน 1 ตัน จะทำให้เกิดน้ำเสีย 19.1 ตัน ดังนั้นกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังทั้งประเทศ จะก่อให้เกิดน้ำเสีย 101.8 ล้านตัน น้ำเสียจำนวนนี้ และน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเอทานอลอีก 5.31 ล้านตัน สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ ความร้อน ไอน้ำและกระแสไฟฟ้าได้

การเชื่อมโยงการใช้ประโยชน์ในตลอดโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอร์รี่จากวัตถุดิบมันสำปะหลังสามารถเชื่อมโยงได้ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอร์รี่จากมันสำปะหลัง

ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย

4.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบมันสำปะหลัง

โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบมันสำปะหลังจะแบ่งกลุ่มการอธิบายเช่นเดียวกับโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบอ้อย โดยประกอบด้วยผู้ประกอบการ 4 กลุ่มใหญ่ คือ ผู้ผลิตวัตถุดิบทางการเกษตร อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ต้นน้ำ อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำ และอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ปลายน้ำ โดยมีรายละเอียดโครงสร้างดังนี้

1) ผู้ผลิตวัตถุดิบทางการเกษตร

ผู้ผลิตวัตถุดิบทางการเกษตร ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง โดยลักษณะของการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ไปสู่อุตสาหกรรมที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบจะกระจายไปสู่โรงงานประเภทต่างๆ หลายประเภท ได้แก่ ลานมัน โรงงานผลิตมันเส้น โรงงานผลิตมันอัดเม็ด โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังและโมดิไฟด์สตาร์ช โรงงานผลิตกลูโคสหรือสารให้ความหวานชนิดต่างๆ โรงงานผลิตกรดแลคติก โรงงานผลิตกรดกลูตามิกและผงชูรส และโรงงานผลิตไลซีน ผู้ผลิตวัตถุดิบทางการเกษตรเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังรายย่อย ในบางพื้นที่มีโรงงานมันเส้น มันอัดเม็ด หรือโรงแป้งมีการลงทุนเพาะปลูกมันสำปะหลังเองในบริเวณพื้นที่รอบๆ แต่คิดเป็นสัดส่วนจำนวนน้อยมาก เช่นเดียวกับการผลิตอ้อย ผู้มีบทบาทในการผลิตวัตถุดิบมันสำปะหลัง ได้แก่ เกษตรกรทั้งรายใหญ่และรายย่อย ปริมาณมันสำปะหลังที่ผลิตได้ไม่ใช่ปัญหาใหญ่และส่วนมากผลผลิตจะมีจำนวนมากและถูกกดราคาเนื่องจากผลผลิตมีมากเกินไปในบางช่วงของฤดูกาลการผลิต ประกอบกับเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ที่ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากภาครัฐและเอกชน ที่ช่วยให้ผลผลิตต่อไร่มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ

ลักษณะการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง จะเก็บเกี่ยวผลผลิตและจำหน่ายหัวมันสำปะหลังสดให้แก่ ลานมันเพื่อนำไปตากแห้งผลิตเป็นมันเส้นหรือส่งขายต่อให้แก่โรงงานแปรรูปมันสำปะหลังชนิดต่างๆ นอกจากนี้เกษตรกรยังสามารถจำหน่ายหัวมันสำปะหลังสดให้แก่โรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง เช่น โรงงานมันเส้น โรงงานมันอัดเม็ด โรงงานแป้งมันสำปะหลัง โรงงานเอทานอล โรงงานผลิตกรดแลคติก โรงงานผลิตสารให้ความหวาน ได้โดยตรงอีกด้วย ทำให้เกษตรกรมีทางเลือก และกลไกราคาเป็นไปตามภาวะอุปสงค์ อุปทาน ของแต่ละพื้นที่ ทำให้ตลาดมีลักษณะแข่งขันแบบสมบูรณ์ ราคามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามภาวะอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนสูงขึ้นและหันมาปลูกมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น

2) อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ต้นน้ำ

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ต้นน้ำหรือผู้ผลิตวัตถุดิบขั้นต้นจากมันสำปะหลัง ได้แก่ ลานมันและโรงงานมันเส้นที่จดทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 1,059 แห่งทั่วประเทศ โรงงานมันอัดเม็ด มีอยู่ประมาณ 7 แห่งทั่วประเทศ โรงงานผลิตสารให้ความหวาน มีอยู่ประมาณ 21 แห่งทั่วประเทศ ลานมันบางรายก็เป็นผู้แปรรูปมันสำปะหลังให้เป็นมันเส้นด้วย มันสำปะหลังเมื่อถูกแปรรูปเป็นมันเส้นและมันอัดเม็ดแล้วถูกจำหน่ายต่อให้แก่ โรงงานผลิตอาหารสัตว์ โรงงานผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง แต่ส่วนใหญ่มันเส้นและมันอัดเม็ดจะถูกส่งออกไปยังต่างประเทศ โดยมีผู้ส่งออกที่ขึ้นทะเบียนเป็นผู้ส่งออกไว้กับกระทรวงพาณิชย์ จำนวน 71 ราย (ข้อมูลจาก www.tapiocathai.org) มันสำปะหลังส่วนหนึ่งจะถูกจำหน่ายให้แก่โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังและโมดิไฟด์สตาร์ช เพื่อผลิตใช้ภายในประเทศและส่งออก

3) อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำ

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำในส่วนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นผู้ผลิตเคมีชีวภาพเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีกลุ่มสินค้าอุตสาหกรรมสำหรับเข้าสู่อุตสาหกรรมอื่น ได้แก่

3.1) ผู้ผลิตสารให้ความหวานที่สำคัญ ประกอบด้วยผู้ผลิต 4 กลุ่มหลัก ได้แก่

- ผู้ผลิตกลูโคส มีจำนวนทั้งหมด 11 ราย มีกำลังผลิตรวมประมาณ 213,000 ตัน โดยผู้ผลิตทั้งหมดใช้มันสำปะหลังหรือแป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ กลูโคส ถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม และยา มีการส่งออกบางส่วน
- ผู้ผลิตซอร์บิทอล มีจำนวน 4 ราย คือ โรงงานของบริษัท เพียวเคมม์ จำกัด ตั้งอยู่ที่สมุทรปราการ มีกำลังผลิตประมาณ 35,000 ตัน โรงงานของบริษัท สยามซอร์บิทอล จำกัด ตั้งอยู่ที่นครราชสีมา มีกำลังผลิตประมาณ 8,000 ตัน และ บริษัท พี.เอส.ซี.สตาร์ช จำกัดตั้งอยู่ที่ชลบุรี มีกำลังการผลิตประมาณ 15,000 ตันต่อปี มีกำลังผลิตประมาณ 5,000 ตัน ซอร์บิทอลที่ผลิตได้ถูกจำหน่ายให้แก่อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม และส่งออกสร้างรายได้ให้กับประเทศเช่นกัน และอีก 1 รายได้แก่ บริษัท อูเอโน ไฟน์ เคมิคัลล์ อินดัสตรี (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ
- ผู้ผลิตเด็กซ์โตรส ซึ่งเด็กซ์โตรสเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบหนึ่งของกลูโคส มีผู้ผลิตจำนวน 5 ราย คือ บริษัท เพียวเคมม์ จำกัด ตั้งอยู่ที่สมุทรปราการ มีกำลังผลิตประมาณ 35,000 ตันต่อปี บริษัท พี.เอส.ซี.สตาร์ช โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) ตั้งอยู่ที่ชลบุรี มีกำลังการผลิตประมาณ 15,000 ตันต่อปี บริษัท ที.พี.ดรัก แลบบอราทอรี่ส์ (1969) จำกัด บริษัท

ดับเบิ้ลยูจีซี จำกัด และบริษัท อินกริดิออน สวีทเท็นเนอร์ แอนด์ สตาร์ช (ประเทศไทย) จำกัด เด็กซ์โตรส ถูกผลิตจากแป้งมันสำปะหลังและจำหน่ายให้แก่อุตสาหกรรมเครื่องดื่มและยา ส่วนที่เหลือส่งออกในหมวดของน้ำตาลกลูโคสโดยมีมูลค่าการส่งออกรวมกับน้ำตาลกลูโคส 698 ล้านบาท

- ผู้ผลิตฟรุคโตส มีจำนวน 8 ราย คือ บริษัท เจ้าคุณเกษตรพืชผล จำกัด ตั้งอยู่ที่สระบุรี มีกำลังการผลิตประมาณ 60,000 ตันต่อปี บริษัท พี.เอส.ซี.สตาร์ช โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) ตั้งอยู่ที่ชลบุรี มีกำลังผลิตประมาณ 15,000 ตันต่อปี บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด ตั้งอยู่ที่นครปฐม มีกำลังการผลิตประมาณ 10,000 ตันต่อปี บริษัท ที.พี.ดรัก แลบบอราทอรี่ส์ (1969) จำกัด บริษัท ลำปางอะโกร จำกัด บริษัท เพียวเคมม์ จำกัด บริษัท เอเชียฟรุคโตส จำกัด และบริษัท ดับเบิ้ลยูจีซี จำกัด ฟรุคโตสที่ผลิตได้จะจำหน่ายให้แก่อุตสาหกรรมอาหารและยา มันเส้น มันอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลัง และสารให้ความหวาน เช่น กลูโคส กลูโคสไซรัป ฟรุคโตสไซรัป และซอร์บิทอล ถึงแม้วัตถุดิบมันสำปะหลังจะสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพได้อีกจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่ประเทศไทยมีการแปรรูปหัวมันสำปะหลังสด เป็นมันเส้น มันอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลัง และสารให้ความหวานเพื่อการส่งออกโดยมิได้มีการส่งเสริมให้มีการนำมาผลิตเป็นเคมีชีวภาพเพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์

3.2) ผู้ผลิตเอทานอล โดยทำการผลิตจากมันสำปะหลังหรือมันเส้น มันอัดเม็ด เป็นวัตถุดิบรวมทั้งสิ้น 26 โรงงาน มีกำลังการผลิตรวมกัน 2.29 ล้านลิตรต่อวัน และมีโรงงานเอทานอลที่สามารถใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบทางเลือกอีก 6 โรงงานรวมกำลังการผลิต 0.92 ล้านลิตรต่อวัน เอทานอลส่วนใหญ่เมื่อผลิตแล้วจะถูกใช้ในอุตสาหกรรมพลังงานเพื่อเป็นเชื้อเพลิงให้แก่ยานยนต์ และส่วนหนึ่งจะถูกส่งออกไปยังต่างประเทศในกรณีที่มีปริมาณผลิตเกินความต้องการใช้ภายในประเทศ เอทานอลส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกรดอะซีติกและเอทิลอะซิเตต

3.3) ผู้ผลิตกรดอะซีติกในไทย มีจำนวนทั้งสิ้น 4 ราย โดยมีเพียง 1 ราย ที่ทำการผลิตโดยใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ ได้แก่ บริษัท โรเดีย ไทย อินดัสตรีย์ จำกัด มีการผลิตกรดอะซีติกโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพ ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ บริษัท โรเดีย ไทย อินดัสตรีส์ จำกัด หรือเดิมใช้ชื่อว่า บริษัท มอนซานโต้ เคมีคอลส์ (ประเทศไทย) จำกัด ผลิตกรดอะซีติกและอะซิติกแอนไฮไดร์ (Acetic Anhydride) มีกำลังการผลิต 4,000 ตันต่อปี โดยวัตถุประสงค์ของผลิตภัณฑ์ คือเพื่อให้ทำยาแก้ปวดแอสไพริน เช่นเดียวกับ บริษัท เค เอส แอลเคมี จำกัด ซึ่งทำการผลิตกรดอะซีติกเพื่อนำมาใช้

ในการผลิตยาแอสไพริน และจัดจำหน่ายให้กับอุตสาหกรรมที่ใช้กรดอะซีติกในประเทศ ปัจจุบันมีกำลังการผลิตอยู่ที่ 2,000 ตันต่อปี กรดอะซีติกที่ผลิตได้ในประเทศถูกใช้ภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่

3.4) ผู้ผลิตยาแอสไพริน และพาราเซตามอล ในไทยมีผู้ผลิตยาแอสไพริน และพาราเซตามอลเพียงรายเดียว คือ บริษัท โรเดียไทยอินดัสตรีย์ จำกัด มีกำลังการผลิต 4,000 ตันต่อปี แอสไพรินเป็นอนุพันธ์ของกรดอะซีติก โดยบริษัท โรเดียไทยอินดัสตรีย์ จำกัด มีกระบวนการผลิตโดยใช้จุลินทรีย์ในการหมักแป้งให้กลายเป็นกรดอะซีติก ยาแอสไพริน และยาพาราเซตามอล

3.5) ผู้ผลิตกรดซิตริก มีจำนวนทั้งสิ้น 4 รายที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ คือ บริษัท เอเชียโมดิไฟด์สตาร์ช จำกัด บริษัท อุตสาหกรรมกรดมะนาว จำกัด บริษัท เวิลด์เบสท์ ไบโอเคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัท ไทยซิตริก แอซิด จำกัด โดยการผลิตของโรงงานในไทยจะใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการหมักกรดซิตริกที่ผลิตได้ถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่ม และบางส่วนถูกส่งออกไปยังต่างประเทศ บางส่วนถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแคลเซียมซิเตรท

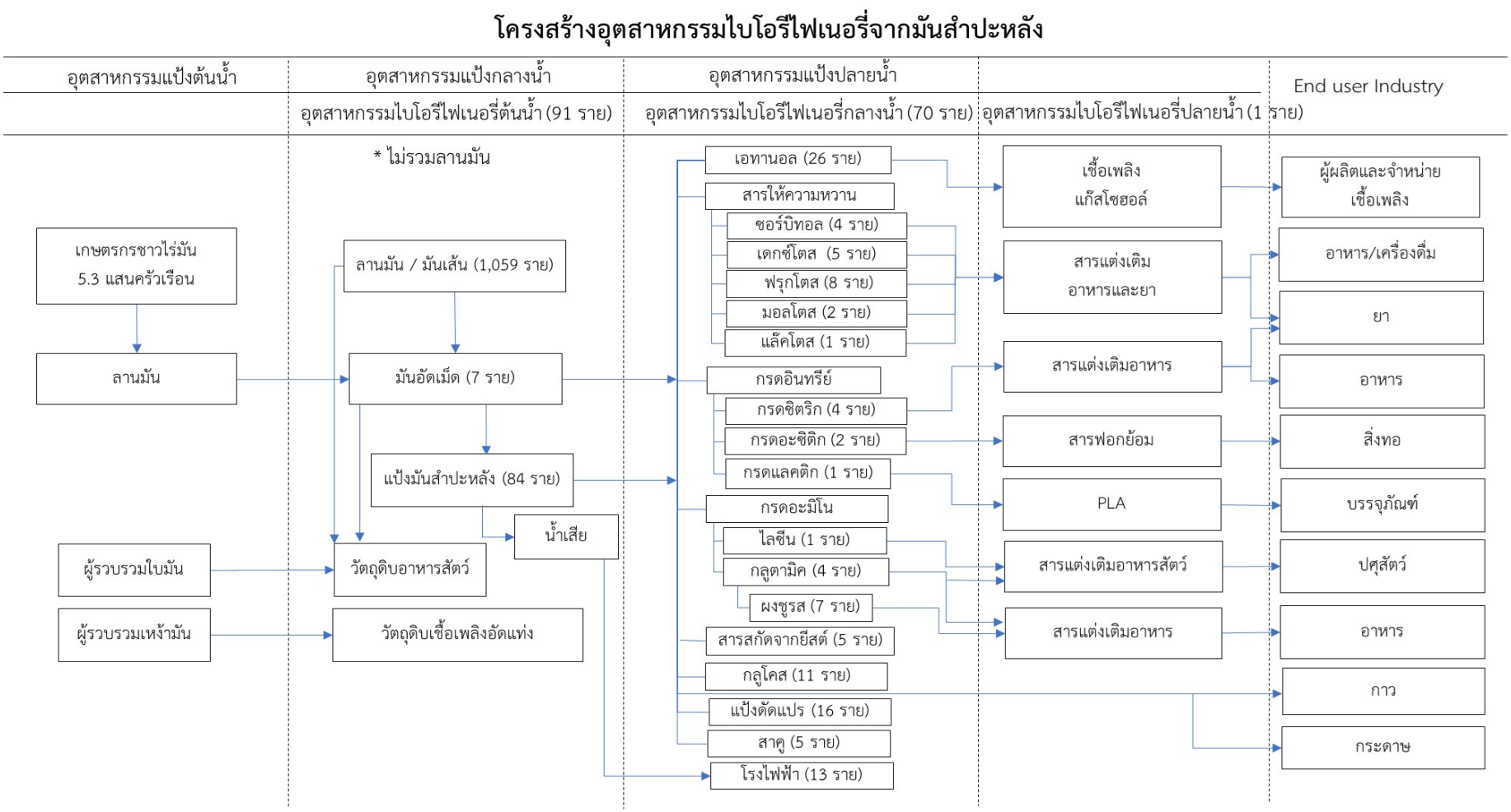
3.6) ผู้ผลิตกรดแลคติค คือ บริษัท พูแรค (ประเทศไทย) จำกัด ดังที่กล่าวแล้วในกลุ่มผู้ผลิตและผู้ค้าผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบอ้อย

3.7) ผู้ผลิตกรดอะมิโน ได้แก่ โรงงานผลิตแอลไลซีน และโรงงานผลิตกรดกลูตามิค และโมโนโซเดียมกลูตาเมท หรือผงชูรส โรงงานผลิตแอลไลซีน ดังรายละเอียดที่กล่าวในโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากวัตถุดิบอ้อย เนื่องจากเป็นผู้ผลิตรายเดียวกันโดยมีการใช้วัตถุดิบจากทั้งอ้อยและมันสำปะหลังในการทำการผลิต

สำหรับกรณีของผู้ค้าผลิตภัณฑ์ จะเป็นกลุ่มผู้ผลิตเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวัตถุดิบอ้อย เนื่องจากถูกจำหน่ายไปยังผู้ใช้ในระดับอุตสาหกรรม ยกเว้นในกลุ่มผลิตภัณฑ์แป้งดัดแปร สาคู และกระดาษจะมีผู้แทนจำหน่ายสำหรับจำหน่ายไปสู่ลูกค้ารายย่อยต่อไป

4) <u>อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ปลายน้ำ</u>

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ปลายน้ำหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์เป็นผู้ใช้ในระดับอุตสาหกรรม โดยใช้ผลิตภัณฑ์เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตสารเคมีชนิดอื่น กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงาน อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมยาและอาหารเสริม การผลิตในการปศุสัตว์ หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าเพื่ออุปโภคทั่วไป



รูปที่ 4.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากมันสำปะหลัง

ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย

5. การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน

5.1 การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน

การปลูกปาล์มน้ำมันมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องติดต่อกันทุกปี จนกระทั่งมีพื้นที่ให้ผลผลิต 5.87 ล้านไร่ ซึ่งคาดว่าจะให้ผลผลิตทะลายปาล์มน้ำมันรวม 14.98 ล้านตัน ทะลายปาล์มที่เข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม สามารถแยกได้ผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มและได้ทะลายปาล์มเปล่าเป็นผลพลอยได้ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเป็นเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้า น้ำร้อนและ ไอน้ำ ส่วนผลปาล์มประกอบด้วยเมล็ดในปาล์มร้อยละ 17 คิดเป็นน้ำหนักเมล็ดในปาล์ม 1.83 ล้านตัน และเนื้อปาล์มร้อยละ 83 คิดเป็นน้ำหนักเนื้อปาล์ม 8.96 ล้านตัน เนื้อปาล์มที่แยกได้นี้จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม ส่วนเมล็ดในปาล์มก็จะจำหน่ายให้กับโรงสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์มต่อไป

1) <u>เมล็ดในปาล์ม (Palm Kernel)</u>

เมล็ดในปาล์ม (Palm Kernel) มีองค์ประกอบของกะลาปาล์มร้อยละ 55 ทำให้สามารถผลิตกะลาปาล์ม ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเป็นเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้า น้ำร้อนและไอน้ำได้เช่นเดียวกับทะลายปาล์ม รวมทั้งผลิตถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมบุหรี่ รวมถึงใช้ประโยชน์ในการกรองหรือการดูดซับสารเคมีต่างๆในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ และอีกร้อยละ 45 ของเมล็ดในปาล์มเป็นน้ำหนักของเนื้อในเมล็ดปาล์ม นำไปสกัดเป็นน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบและได้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มร่วมด้วย โดยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์

น้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ ส่วนหนึ่งจะถูกส่งออกไปต่างประเทศ และอีกส่วนหนึ่งจะเข้าโรงกลั่นน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ภายใต้กระบวนการกลั่นดังกล่าว จะสามารถแยกน้ำมันเมล็ดในปาล์มออกมาเป็น 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ไขสเตียรินของน้ำมันเมล็ดในปาล์ม เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตครีมเทียม เนยเทียม เนยโกโก้ และผลิตภัณฑ์เคมีอื่นๆ และ น้ำมันเมล็ดในปาล์มกลั่นหรือโอเลอิน ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกส่งออกไปยังประเทศมาเลเซียเป็นหลัก และส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 89.9 จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเคมีโดยนำไปกลั่นแยกเป็นกรดไขมันประเภทต่างๆ เพื่อป้อนให้กับสายการผลิตแฟตตี้แอลกอฮอล์ โดยแฟตตี้แอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ถูกใช้ในประเทศโดยจะมีบางส่วนที่ส่งออกและอีกส่วนนำไปใช้สำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตอิท็อกซิเลทซึ่งนำไปใช้ในประเทศและส่งออก

2) น้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil)

เนื้อปาล์มที่แยกออกจากผลปาล์ม จะประกอบด้วยเส้นใย น้ำมันปาล์มดิบ น้ำในเนื้อปาล์มและกากเนื้อปาล์ม โดยเส้นใยส่วนใหญ่ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำในกระบวนการนึ่งปาล์มและถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า ในส่วนของน้ำที่แยกออกมาจะถูกนำไปใช้หมักในบ่อไบโอแก๊สเพื่อผลิตก๊าซมีเทนใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในโรงงาน และบางโรงงานอาจจำหน่ายกระแสไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ส่วนกากเนื้อปาล์มจะถูกนำไปใช้ผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงคุณภาพดิน

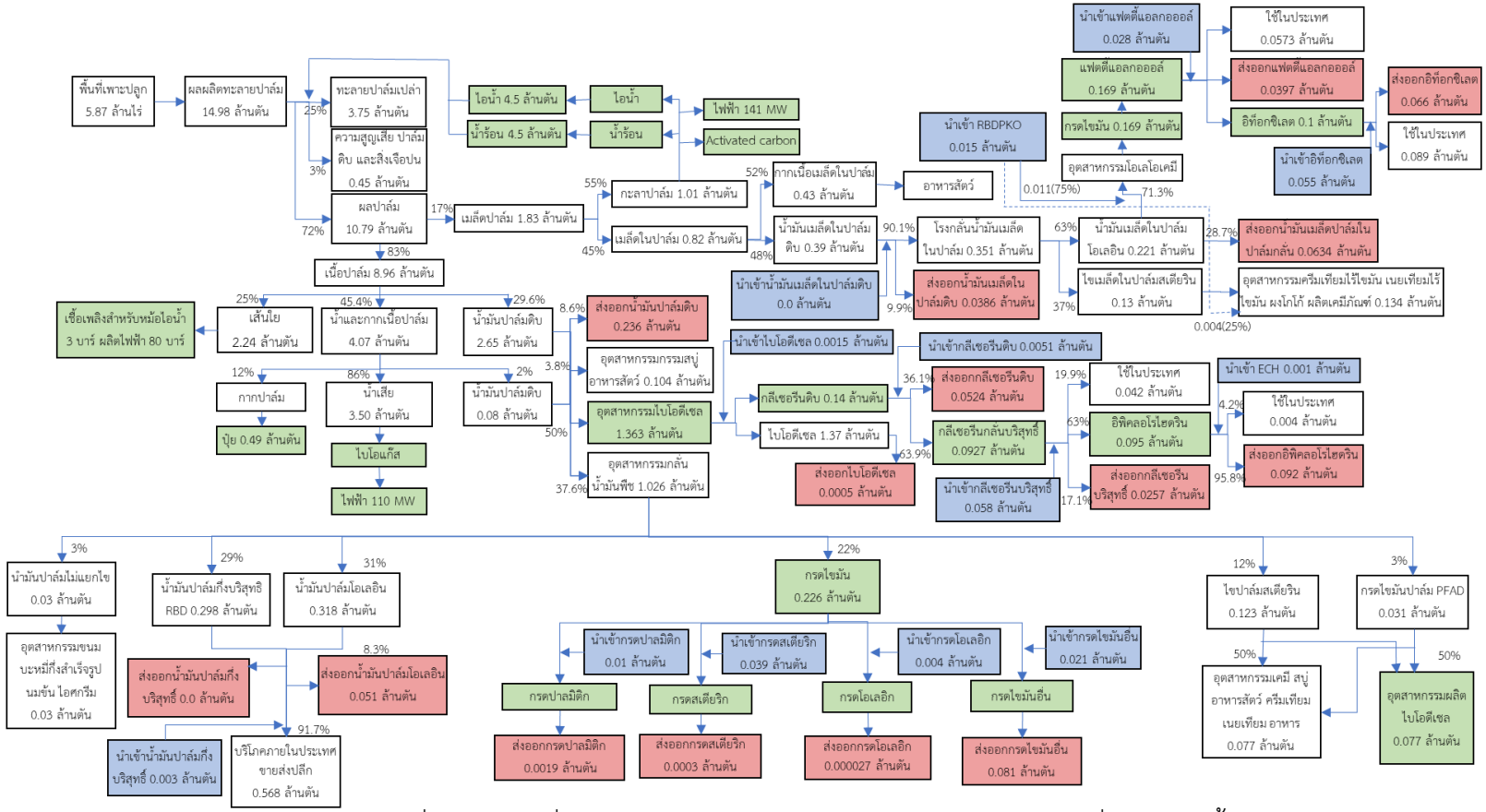
น้ำมันปาล์มดิบ จะถูกส่งเข้าโรงกลั่นน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมสบู่และอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมไบโอดีเซล และส่วนที่เหลืออีกเล็กน้อยจะส่งออกเพื่อลดสต็อกส่วนเกิน

กระบวนการผลิตไบโอดีเซลก่อให้เกิดผลพลอยได้ คือ กลีเซอรีนดิบ คิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณการผลิตเอสเทอร์ โดยกลีเซอรีนดิบที่ผลิตได้ภายในประเทศบางส่วนจะถูกรวบรวมเพื่อส่งออกไปยังจีน แต่ส่วนใหญ่กลีเซอรีนดิบจะถูกนำมากลั่นให้บริสุทธิ์ และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอีพิคลอโรไฮดรินภายในประเทศ และบางส่วนจะส่งออกไปต่างประเทศ

สำหรับน้ำมันปาล์มดิบที่ถูกส่งเข้าโรงกลั่นน้ำมันปาล์ม จะกลั่นแยกองค์ประกอบของน้ำมันปาล์มดิบออกเป็นผลิตภัณฑ์ 6 กลุ่ม ได้แก่

- กรดปาล์มหรือกรดน้ำมันปาล์ม (PFAD)
- ไขปาล์มสเตียริน
- น้ำมันปาล์มโอเลอิน
- น้ำมันปาล์มกึ่งบริสุทธิ์ (RBD PO)
- น้ำมันปาล์มไม่แยกไข
- กรดไขมัน

รายละเอียดของการเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าของไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบปาล์มน้ำมันดังแสดงใน 5.1



รูปที่ 5.1 การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอร์รี่จากปาล์มน้ำมัน

ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย

5.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน

โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วยผู้ประกอบการ 4 กลุ่มใหญ่ คือ ผู้ผลิตวัตถุดิบทางการเกษตร อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ต้นน้ำ อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำ และอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ปลายน้ำ โดยมีรายละเอียดโครงสร้างดังนี้

1) ผู้ผลิตวัตถุดิบทางการเกษตร

ในส่วนของผู้ผลิตวัตถุดิบตั้งต้น ได้แก่ ภาคการเกษตร ซึ่งทำหน้าที่เป็นจุดกำเนิดของห่วงโซ่คุณค่า โดยในปี 2563 ประเทศไทยมีเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันจำนวน 2.1 แสนครัวเรือน และถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากประเภทหนึ่งของไทย

2) อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ต้นน้ำ

วัตถุดิบที่มีความสำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์ไบโอรีไฟเนอรี่จากพืชน้ำมันในส่วนของอุตสาหกรรมต้นน้ำ ซึ่งได้แก่ น้ำมันปาล์มดิบ (CPO) น้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบ (PKO) น้ำมันปาล์มกลั่น (RBD PO) น้ำมันเมล็ดในปาล์มกลั่น (RBD PKO) กรดน้ำมันปาล์ม (PFAD) กรดน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (KFAD) สเตียรินของน้ำมันปาล์ม (PO Stearin) สเตียรินของน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (PKO Stearin) โอเลอินของน้ำมันปาล์ม (PO Olein) โอเลอินของน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (PKO Olein) และไขสบู่ (Soap Stock) ซึ่งนำมาขึ้นรูปให้สะดวกต่อการนำไปใช้ โดยมีลักษณะเป็นเส้น (Soap Noodle) หรือมีลักษณะเป็นเกล็ด (Soap Chip)

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ส่วนต้นน้ำจากพืชน้ำมันของไทยประกอบไปด้วยโรงสกัดน้ำมันปาล์มทั้งขนาดใหญ่ขนาดกลาง และขนาดเล็กซึ่งมีจำนวนร้อยกว่าราย อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการที่ยังมีการดำเนินกิจการอยู่ในปัจจุบันมีจำนวนทั้งสิ้น 148 ราย (จากจำนวนที่จดทะเบียนไว้กว่า 180 ราย) นอกจากโรงสกัดน้ำมันปาล์มแล้ว โรงกลั่นน้ำมันปาล์มถือเป็นอีกส่วนหนึ่งในอุตสาหกรรมต้นน้ำ โดยเฉพาะในส่วนของการผลิตผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมกลางน้ำต่อไป ผลิตภัณฑ์พื้นฐานเหล่านี้สามารถสร้างรายได้ให้กับโรงกลั่นน้ำมันปาล์มจำนวน 18 ราย ทั้งนี้ ไม่นับรวมรายได้จากการผลิตน้ำมันพืช มาการีน เนยขาว วานาสปาตี ไขทอดอาหาร ที่จัดเป็นสินค้าของกลุ่มกลางน้ำที่จำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคได้โดยตรง

3) อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำ

สำหรับการผลิตในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำซึ่งใช้ผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมต้นน้ำเป็นวัตถุดิบถือว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีการผลิตไม่ซับซ้อนมากนัก ผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำจากพืชน้ำมันสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

3.1) กลุ่มผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ น้ำมันพืชกลั่นบริสุทธิ์ มาการีน เนยขาว วานาสปาตี ไขมันทอดอาหาร ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ถูกผลิตขึ้นโดยโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์ม ซึ่งโรงกลั่นน้ำมันปาล์มบางรายเล็งเห็นประโยชน์ที่ได้จากมูลค่าเพิ่มของสินค้าอุปโภคบริโภคเหล่านี้ จึงมีการลงทุนติดตั้งกระบวนการผลิตเพิ่มเติม ทั้งนี้มีข้อได้เปรียบ คือการใช้เงินลงทุนจำนวนไม่มาก และมีเทคโนโลยีการผลิตที่ไม่ซับซ้อนเพิ่มเติมจากการผลิตวัตถุดิบขั้นพื้นฐาน อีกทั้งยังสามารถยกระดับตนเองจากการเป็นเพียงผู้ประกอบการในส่วนอุตสาหกรรมต้นน้ำให้กลายเป็นผู้ประกอบการในส่วนอุตสาหกรรมกลางน้ำ นอกจากนี้มีผู้ประกอบการที่เป็นผู้ผลิตน้ำมันพืช มาการีน และเนยขาวบางรายที่มีลักษณะเอกเทศ (Stand alone) โดยไม่เกี่ยวข้องกับโรงกลั่นน้ำมันปาล์ม ผู้ประกอบการเหล่านี้จะทำการรับซื้อวัตถุดิบจากโรงกลั่นน้ำมันปาล์มและนำมาผลิตเป็นสินค้าอุปโภคบริโภคด้วยตนเอง

ผู้ประกอบการในกลุ่มอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำจากพืชน้ำมันที่ผลิตสินค้าเข้าสู่อุตสาหกรรมอาหาร มีจำนวนทั้งสิ้น 34 ราย ในจำนวนนี้แบ่งเป็นผู้ผลิตน้ำมันพืช 18 ราย และผู้ผลิตมาการีน เนยเทียม เนยขาว 16 ราย

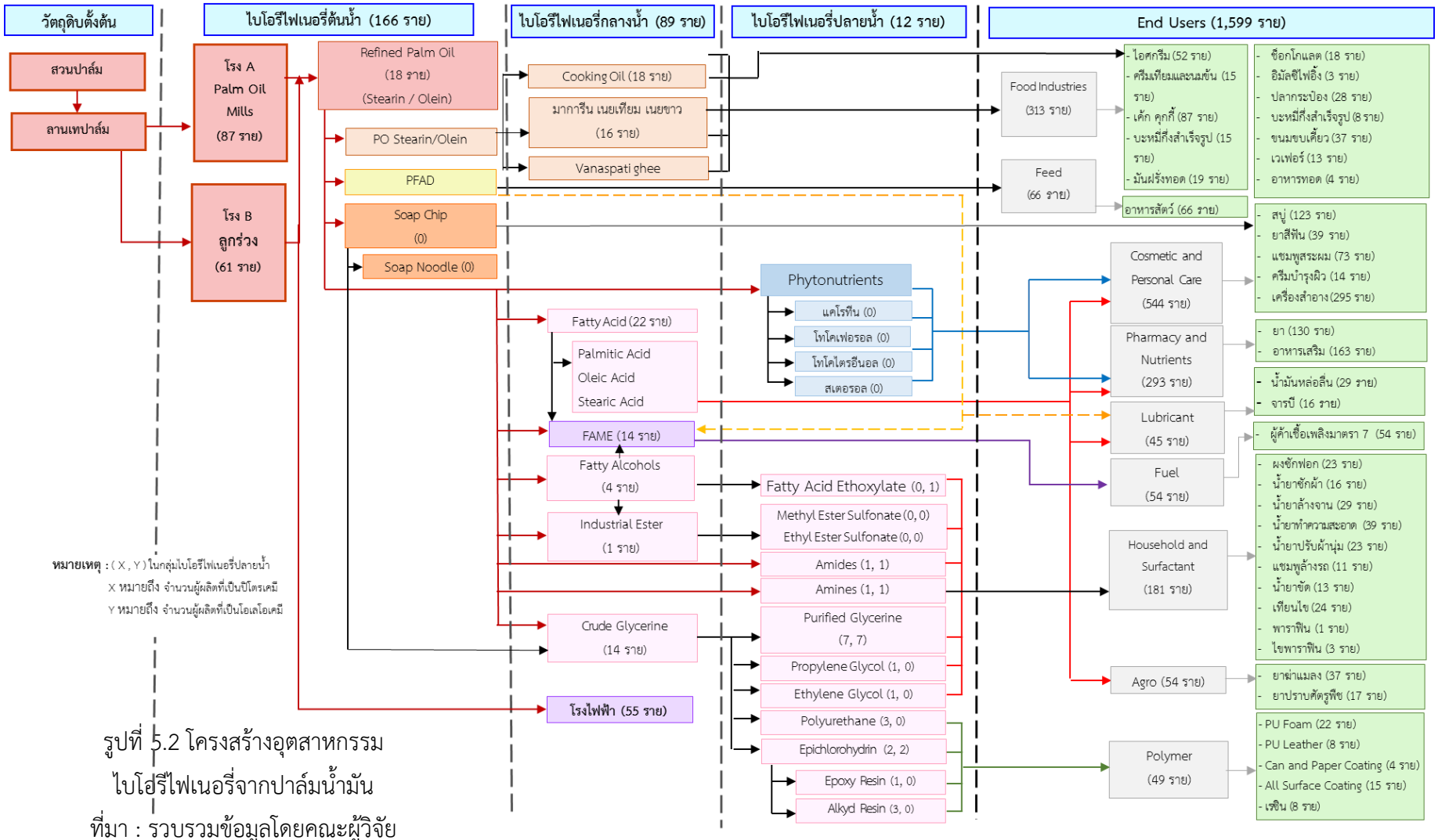
3.2) กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่เป็นสินค้าวัตถุดิบเชิงอุตสาหกรรม ได้แก่ กรดไขมันประเภทต่างๆ เอสเทอร์ของกรดไขมัน แอลกอฮอล์ของกรดไขมัน และกลีเซอรีน โดยผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะกลายเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมขั้นปลายน้ำ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการพัฒนาและส่งต่อเทคโนโลยีการผลิต ซึ่งจากเดิมอยู่ในมือของผู้ประกอบการในยุโรปและสหรัฐอเมริกา แต่ในปัจจุบันมีการส่งต่อเทคโนโลยีอย่างแพร่หลายมาสู่ทวีปเอเชีย ทั้งนี้ด้วยความไม่ซับซ้อนของเทคโนโลยีการผลิตทำให้ปริมาณอุปทานของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการแข่งขันกันทางด้านราคาและต้นทุนการผลิตอย่างรุนแรง สินค้าบางตัวในกลุ่มนี้ได้กลายมาเป็นสินค้าโภคภัณฑ์ (Commodity Goods) มีการขยายขนาดการผลิตใหญ่ที่ใหญ่เพื่อใช้ประโยชน์จากการประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) โดยผู้ผลิตรายใหญ่มักจะมีกำลังผลิตในระดับแสนตันต่อปีขึ้นไป ผู้ประกอบการในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่เป็นสินค้าวัตถุดิบเชิงอุตสาหกรรม

มีจำนวนทั้งสิ้น 55 ราย ประกอบด้วยผู้ผลิตกรดไขมัน จำนวน 22 ราย ผู้ผลิตแอลกอฮอล์ของกรดไขมัน จำนวน 4 ราย ผู้ผลิตเอสเทอร์ของกรดไขมันหรือเมทิลเอสเตอร์และผู้ผลิตกลีเซอรีนดิบ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตไบโอดีเซลด้วย เนื่องจากกลีเซอรีนดิบเป็นผลพลอยได้ของกระบวนการผลิตไบโอดีเซล) จำนวน 14 ราย และผู้ผลิตเอสเทอร์เฉพาะเพื่อการอุตสาหกรรมมีเพียง 1 ราย เมื่อรวมจำนวนผู้ประกอบการในกลุ่มอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่กลางน้ำจากพืชน้ำมัน ทั้งกลุ่มผลิตภัณฑ์เพื่อการบริโภคและกลุ่มวัตถุดิบเชิงอุตสาหกรรมพบว่ามีจำนวนทั้งสิ้น 89 ราย นอกจากนี้ยังมีกลุ่มโรงไฟฟ้าอีกรวมจำนวน 55 ราย

4) <u>อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ปลายน้ำ</u>

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ หมายถึง สารอนุพันธ์ (Derivatives) ต่างๆ ของวัตถุดิบในระดับกลางน้ำ เช่น สารอนุพันธ์ของกรดไขมัน สารอนุพันธ์ของแอลกอฮอล์ อิท็อกซิเลทของแอลกอฮอล์ อิท็อกซิเลทของเอสเทอร์ เอมีนและอนุพันธ์ของเอมีน อาไมด์และอนุพันธ์ของอาไมด์ กลีเซอรีนบริสุทธิ์และอนุพันธ์ของกลีเซอรีน โพรพิลีนไกลคอล เอทิลีนไกลคอล กรดอะคริลิก อะคริโลไนไตร์ อะโครลีน ไตรอะเซติน อิพิคลอโรไฮดริน อิพ็อกซีเรซิน อัลคิลเรซิน ฯลฯ สำหรับในไทย ผู้ผลิตในอุตสาหกรรมปลายน้ำมีจำนวน 12 ราย ประกอบด้วยผู้ผลิตอิท็อกซิเลท จำนวน 1 ราย ผู้ผลิตเอมีน 1 ราย และอาไมด์ 1 ราย ผู้ผลิตอิพิคลอโรไฮดรินจากกลีเซอรีน จำนวน 2 ราย และผู้ผลิตกลีเซอรีนกลั่นบริสุทธิ์สำหรับอุตสาหกรรมอาหารและยาและเป็นสารตั้งต้นสำหรับการผลิตอิพิคลอโรไฮดรินอีก จำนวน 7 ราย

ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะถูกส่งต่อเข้าสู่กลุ่มอุตสาหกรรมที่เป็น End Users ในการผลิตเป็นสินค้าอุปโภคบริโภค และสินค้าอุตสาหกรรมต่างๆ มีจำนวนผู้ผลิตรวมกันมากถึง 1,599 ราย สำหรับอุตสาหกรรม End Users เรียงตามลำดับมูลค่าการใช้ผลิตภัณฑ์เป็นวัตถุดิบจากมากไปน้อย ประกอบด้วย อุตสาหกรรมพลังงาน อุตสาหกรรมเครื่องสำอางและสุขอนามัยส่วนบุคคล อุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคในครัวเรือนและสารลดแรงตึงผิว อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมน้ำมันหล่อลื่น สารหล่อลื่นในอุตสาหกรรม และจาระบี อุตสาหกรรมยาและอาหารเสริม อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมเกษตร



รูปที่ 5.2 โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากปาล์มน้ำมัน
ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย

6. กฎระเบียบ ข้อกฎหมาย และนโยบายการสนับสนุนที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาถึงกฎหมาย นโยบาย มาตรการ และการดำเนินการเกี่ยวกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่ สามารถแยกรายละเอียดออกเป็น 5 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อกฎหมาย มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับพืชเกษตรต้นน้ำ

ส่วนที่ 2 ข้อกฎหมาย มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับการต่อยอดเป็นพลังงานที่ได้จากระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ส่วนที่ 3 ข้อกฎหมาย มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมหรือแก้ไขข้อขัดข้อง ในดำเนินการต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อื่นที่ได้จากระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ส่วนที่ 4 มาตรการส่งเสริมสนับสนุนกิจการที่เกี่ยวข้องกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่ของไทย

ส่วนที่ 5 สถานการณ์การพัฒนาด้านไบโอรีไฟเนอรี่ และปัญหา อุปสรรค

ทั้งนี้ การศึกษาในส่วนนี้จะเน้นพิจารณาศึกษาเฉพาะ กฎหมาย นโยบาย และมาตรการที่เกี่ยวกับพืชอ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน เท่านั้น โดยได้ศึกษาและรวบรวมประเด็นข้อกฎหมายเฉพาะที่มีความสำคัญ ดังต่อไปนี้

6.1 ข้อกฎหมาย มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับพืชเกษตรต้นน้ำ

6.1.1 ข้อกฎหมายและข้อสั่งการที่สำคัญ เกี่ยวกับพืชอ้อย

- พระราชบัญญัติ อ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 2 ตุลาคม 2561 เรื่อง ร่างพระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย (ฉบับที่ ..) พ.ศ. .... -
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2562 เรื่อง มาตรการแก้ไขปัญหาอ้อยไฟไหม้
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2563 เรื่อง ร่างพระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย (ฉบับที่ ..) พ.ศ. ....
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2563 เรื่อง ร่างพระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย (ฉบับที่ ..) พ.ศ. .... [สรุปผลการประชุมคณะกรรมการประสานงานสภาผู้แทนราษฎร (วันจันทร์ที่ 17 สิงหาคม 2563)
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2563 เรื่อง ร่างระเบียบคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการจัดเก็บเงินเข้ากองทุนอ้อยและน้ำตาลทรายเพื่อใช้ในการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของกองทุนอ้อยและน้ำตาลทราย (ฉบับที่ ..) พ.ศ. ....
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 11 พฤษภาคม 2564 เรื่อง โครงการช่วยเหลือเกษตรกรชาวไร่อ้อยตัดอ้อยสดเพื่อลดฝุ่น PM2.5 ฤดูการผลิตปี 2563/2564

6.1.2 ข้อกฎหมายและข้อสั่งการที่สำคัญ เกี่ยวกับพืชมันสำปะหลัง

- ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยกองทุนรวมเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร พ.ศ.2534
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2552 เรื่อง การตั้งคณะกรรมการนโยบายและบริหารจัดการมันสำปะหลัง
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2562 เรื่องร่างประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดให้มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นสินค้าที่ต้องมีหนังสือรับรองและต้องปฏิบัติตามมาตรการจัดระเบียบในการนำเข้ามาในราชอาณาจักร (ฉบับที่ ..) พ.ศ. ....
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2564 เรื่อง คณะกรรมการนโยบายและมาตรการช่วยเหลือเกษตรกร

6.1.3 ข้อกฎหมายและข้อสั่งการที่สำคัญ เกี่ยวกับพืชปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม

พระราชบัญญัติ ว่าด้วยราคาสินค้าและบริการ พ.ศ. 2542 ประเด็น ผลปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มเป็นสินค้าควบคุม

- ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยกองทุนรวมเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร พ.ศ. 2534
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2548 เรื่องแต่งตั้งคณะกรรมการพืชน้ำมันและน้ำมันพืช
- ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยคณะกรรมการนโยบายปาล์มน้ำมันแห่งชาติ พ.ศ. 2551 และฉบับแก้ไข พ.ศ. 2554
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 29 สิงหาคม 2560 เรื่อง ร่างพระราชบัญญัติปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม พ.ศ. ....
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 24 ตุลาคม 2561 เรื่องร่างประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดวัตถุดิบและคุณภาพผลิตภัณฑ์ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม พ.ศ. ....
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563 เรื่องขออนุมัติดำเนินการตามโครงการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำมันปาล์ม เพื่อบริหารจัดการและควบคุมสต็อกน้ำมันปาล์ม
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2564 เรื่อง คณะกรรมการนโยบายและมาตรการช่วยเหลือเกษตรกร

6.2 ข้อกฎหมาย มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับการต่อยอดเป็นพลังงานในระบบไบโอรีไฟเนอรี่

6.2.1 ข้อกฎหมายที่เกี่ยวกับเกี่ยวข้องกับการต่อยอดเป็นพลังงาน ของอ้อยและมันสำปะหลัง

- พระราชบัญญัติสุรา พ.ศ. 2492
- พระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543
- พระราชบัญญัติกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2562
- พระราชบัญญัติสรรพสามิต พ.ศ. 2560
- ประกาศกรมสรรพสามิต เรื่อง วิธีการงดเว้นไม่เรียกเก็บภาษีสุรากลั่นชนิดสุราสามทับ (เอทานอล) พ.ศ. 2548
- ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของแปลงสภาพ 2548
- ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง ให้เอทานอลและไบโอดีเซล เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2548

- ประกาศกระทรวงการคลัง เรื่อง วิธีการบริหารงานสุรากลั่นชนิดสุราสามทับ (เอทานอล) พ.ศ. 2550
- กฎกระทรวง งดเว้นไม่เรียกเก็บภาษีสุรากลั่นชนิดสุราสามทับ พ.ศ. 2556
- ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ พ.ศ. 2562

6.2.2 ข้อกฎหมายที่เกี่ยวกับเกี่ยวข้องกับการต่อยอดเป็นพลังงาน ของปาล์มน้ำมัน

- พระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543
- พระราชบัญญัติกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2562
- พระราชบัญญัติสรรพสามิต พ.ศ. 2560
- ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง ให้เอทานอล และไบโอดีเซล เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2548
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2558 เรื่อง การรายงานผลการดำเนินการประเด็นเรื่องสำคัญตามมติคณะรักษาความสงบแห่งชาติและข้อสั่งการของหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติ (ตั้งแต่วันที่ 10 มิถุนายน - 2 กันยายน 2557) ประเด็น ใช้กลไกกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิงในการกำกับให้ราคาน้ำมันที่ใช้ส่วนผสมของพลังงานทดแทนในสัดส่วนที่มากขึ้นมีราคาต่ำลง ส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล B10 และส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล B20
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 29 ธันวาคม 2558 เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี ให้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงมหาดไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงคมนาคม กระทรวงอุตสาหกรรม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องรณรงค์และสร้างแรงจูงใจให้ทุกภาคส่วนเพิ่มปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซลในเครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องเกี่ยวข้าว เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมรถโดยสารต่าง ๆ ในปี 2559 โดยอาจพิจารณากำหนดมาตรการทางภาษีเพื่อสนับสนุนการดำเนินการดังกล่าว
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 5 เมษายน 2559 เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี ให้กระทรวงพลังงานเร่งดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้น้ำมันปาล์มในน้ำมันไบโอดีเซลสำหรับรถยนต์ชนิดต่าง ๆ ให้เกิดผลเป็นรูปธรรมภายใน ๓ เดือน

- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2560 เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี ให้กระทรวงพาณิชย์เป็นหน่วยงานหลักร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพลังงาน พิจารณากำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาราคาสินค้าเกษตรตกต่ำ โดยให้ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์จากผลผลิตทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ ให้มากยิ่งขึ้น เช่น การร่วมมือกับกระทรวงพลังงานเพื่อนำปาล์มน้ำมันไปใช้ในการผลิตไบโอดีเซลและส่งเสริมให้มีการใช้ไบโอดีเซลให้มากยิ่งขึ้น
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม 2560 เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี ให้กระทรวงพลังงานเร่งดำเนินการตามข้อสั่งการดังกล่าว โดยให้พิจารณาแนวทางการลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันให้มีราคาจำหน่ายที่เหมาะสมและแข่งขันได้ ซึ่งจะทำให้เกิดแรงจูงใจให้มีการใช้ไบโอดีเซลมากขึ้นต่อไป
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2560 เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี ให้กระทรวงพลังงานร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงการคลัง กระทรวงพาณิชย์ กระทรวงอุตสาหกรรม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพิจารณาแนวทางแก้ไขปัญหาปาล์มน้ำมันทั้งระบบตั้งแต่การเพาะปลูก การผลิต และการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันโดยใช้พันธุ์ปาล์มที่ให้ปริมาณน้ำมันมาก การวางแผนการผลิตให้มีปริมาณที่เหมาะสม สอดคล้องกับปริมาณความต้องการใช้ในแต่ละช่วงเวลา การส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันตามแนวทางประชารัฐ การพิจารณาแนวทางการใช้มาตรการทางภาษีเพื่อลดต้นทุนการผลิตและการจำหน่ายน้ำมันไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน การปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานของโรงกลั่นน้ำมันปาล์มให้ดียิ่งขึ้น
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2560 เรื่อง แนวทางการบริหารจัดการน้ำมันปาล์มดิบล้นสต็อก
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 22 มกราคม 2562 เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี ให้เร่งดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อรณรงค์ให้ประชาชนใช้น้ำมันไบโอดีเซลเกรดพิเศษ B20 แทนน้ำมันดีเซลให้มากยิ่งขึ้นเพื่อลดภาวการณ์เกิดมลพิษและฝุ่นละอองขนาดจิ๋วในอากาศ รวมทั้งให้เร่งรัดจัดให้มีจุดบริการประชาชนในการปรับแต่งเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลให้สามารถรองรับน้ำมันไบโอดีเซลเกรดพิเศษ B20 ได้

- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2562 เรื่อง ข้อสั่งการของนายกรัฐมนตรี ให้กระทรวงพลังงานร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงคมนาคม กระทรวงพาณิชย์ กระทรวงอุตสาหกรรมพิจารณากำหนดแนวทาง/มาตรการเพื่อขยายผลการดำเนินการให้มีการใช้น้ำมันปาล์มภายในประเทศให้มากยิ่งขึ้น โดยอาจพิจารณาความเหมาะสมในการส่งเสริมให้ผู้ประกอบการรถรับจ้างสาธารณะใช้น้ำมันไบโอดีเซลเกรดพิเศษ B20 ด้วย

6.3 ข้อกฎหมาย มติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมหรือแก้ไขข้อขัดข้องในดำเนินกิจการต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อื่นของระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา รัฐบาลได้มีมาตรการและดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมสนับสนุนให้มีการพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ อย่างไรก็ตามมีข้อกฎหมายที่แม้จะไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับพืชอ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน แต่รัฐบาลก็จำเป็นต้องใช้อำนาจตามกฎหมายเหล่านี้ในการดำเนินการออกมาตรการที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เหล่านั้น ได้แก่

- พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2523 มาตรา 32 ประเด็นการกำหนดคุณภาพวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ อัตราการสกัดน้ำมันปาล์มของโรงสกัดน้ำมันปาล์ม อันมีผลต่อต้นทุนรวมของระบบไบโอรีไฟเนอรี่จากปาล์มน้ำมัน
- พระราชบัญญัติส่งเสริมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2492
- พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511
- พระราชบัญญัติส่งเสริมการลงทุน พ.ศ. 2520
- พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2510
- พระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2522
- พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ประเด็น การกำหนดวัตถุอันตราย ที่เกี่ยวข้องกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่ เช่น กรดประเภทต่างๆ เป็นต้น
- พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2522
- พระราชบัญญัติการเดินเรือในน่านน้ำไทย พ.ศ. 2456
- พระราชบัญญัติกองทุนสนับสนุนวิจัย พ.ศ. 2535
- พระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2562
- พระราชบัญญัติการนิคมแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2522

- พระราชบัญญัติซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า พ.ศ. 2542
- พระราชบัญญัติส่งเสริมการบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง พ.ศ. 2558
- พระราชบัญญัติการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560
- พระราชบัญญัติเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก พ.ศ. 2561
- พระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 จนถึงฉบับแก้ไข พ.ศ. 2562
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2551 เรื่อง ขออนุมัติกรอบวงเงินงบประมาณในการพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ เพื่อเป็นอุตสาหกรรมเพื่ออนาคต (New Wave Industries) ของประเทศไทย
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2551 เรื่อง ขออนุมัติกรอบวงเงินงบประมาณในการพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ เพื่อเป็นอุตสาหกรรมเพื่ออนาคต (New Wave Industries) ของประเทศไทย
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2553 เรื่อง รายงานผลการดำเนินการตามมติคณะรัฐมนตรี เรื่อง แผนที่นำทางแห่งชาติการพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ พ.ศ. 2551 - 2555 เพื่อเป็นอุตสาหกรรมเพื่ออนาคต (New Wave Industry) ของประเทศไทย
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2553 เรื่อง ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกและการจัดตั้งสถาบันพลาสติก
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2553 เรื่อง แนวทางการส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพในประเทศไทย
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2558 เรื่อง ร่างประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การให้ตั้งโรงงานที่ใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบในทุกท้องที่ทั่วราชอาณาจักร พ.ศ. .... ประเด็น การตั้งโรงงานผลิตเอทานอล โรงงานพลาสติกชีวภาพและโรงงานผลิตกรดต่างๆ ที่ใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบในการผลิต
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 11 ตุลาคม 2559 เรื่อง แผนการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายทั้งระบบ

- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 12 กันยายน 2560 เรื่อง สรุปผลการประชุมคณะกรรมการขับเคลื่อนและเร่งรัดการดำเนินงานตามนโยบายรัฐบาล (กขร.) ครั้งที่ 4/2560 : การเร่งรัดและขับเคลื่อนประเด็นการปฏิรูปเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจผู้สูงวัย เศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์และเชิงวัฒนธรรม เกษตรกรรมยั่งยืน ความมั่นคงทางอาหารและการปฏิรูป ระบบบริหารราชการ : ระบบการตรวจราชการแบบบูรณาการ มุ่งผลสัมฤทธิ์และการมีส่วนร่วม ประเด็นการปฏิรูปเศรษฐกิจเชิงชีวภาพ
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2561 เรื่อง มาตรการส่งเสริมการลงทุนสำหรับภาคการเกษตรในระดับท้องถิ่น
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 27 สิงหาคม 2562 เรื่อง ข้อสั่งการนายกรัฐมนตรี ประเด็นพิจารณากำหนดมาตรการส่งเสริมการลงทุนและสนับสนุนผู้ประกอบการในการพัฒนาอุตสาหกรรมภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและเศรษฐกิจสีเขียว
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 25 กันยายน 2561 เรื่อง การลงทุนจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษสงขลา
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 12 มิถุนายน 2561 เรื่อง ผลการประชุมระหว่างนายกรัฐมนตรีกับผู้ว่าราชการจังหวัด ผู้แทนภาคเอกชน ผู้บริหารท้องถิ่น และผู้แทนเกษตรกร เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง 2 ประเด็นการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพ (Bio Hub) ในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร นครสวรรค์ พิจิตรและอุทัยธานี
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม 2561 เรื่อง มาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของไทย ปี พ.ศ. 2561-2570
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 2 มกราคม 2562 เรื่อง การเสนอขอตั้งงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 สำหรับรายการงบประมาณที่มีวงเงินตั้งแต่หนึ่งพันล้านบาทขึ้นไป ของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 29 มกราคม 2562 เรื่อง ร่างประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การให้ตั้งโรงงานที่ใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบในทุกท้องที่ทั่วราชอาณาจักร (ฉบับที่ ...) พ.ศ. .... ประเด็น กำหนดหลักเกณฑ์เกี่ยวกับระยะห่างในการตั้งโรงงานที่ใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบกับโรงงานน้ำตาล ต้องได้รับหนังสือยินยอมจากโรงงานน้ำตาลในพื้นที่นั้น

- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2562 เรื่อง สรุปผลการประชุมคณะกรรมการขับเคลื่อนและเร่งรัดการดำเนินงานตามนโยบายรัฐบาล (กขร.) ครั้งที่ 8/2561 ประเด็นความก้าวหน้าในการดำเนินการปฏิรูปเศรษฐกิจชีวภาพและเห็นชอบในหลักการร่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ พ.ศ. 2561- 2580
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2562 เรื่อง ข้อสังเกตของคณะกรรมาธิการวิสามัญพิจารณาร่างพระราชบัญญัติกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. ....
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 24 เมษายน 2562 เรื่อง ความก้าวหน้ามาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของไทย ปี พ.ศ. 2561-2570
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2562 เรื่อง ร่างพระราชกฤษฎีกาออกตามความในประมวลรัษฎากร ว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ ..) พ.ศ. .... (มาตรการภาษีเพื่อส่งเสริมบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ย่อยสลายได้เองทางชีวภาพ)
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 15 เมษายน 2563 เรื่อง ร่างพระราชกฤษฎีกาออกตามความในประมวลรัษฎากร ว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ ..) พ.ศ. .... (มาตรการภาษีเพื่อส่งเสริมบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ย่อยสลายได้เองทางชีวภาพ)
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2564 เรื่อง การกำหนดให้การพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy : BCG Model) : โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นวาระแห่งชาติ
- มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 17 สิงหาคม 2564 เรื่อง รายงานความก้าวหน้าของมาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของไทย ปี พ.ศ. 2561 – 2570

6.4 มาตรการส่งเสริมสนับสนุนกิจการที่เกี่ยวข้องกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ได้ให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับการส่งเสริมธุรกิจด้านอุตสาหกรรมเกษตร เทคโนโลยีชีวภาพ และอุตสาหกรรมที่เป็นเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bioeconomy, Circular Economy, Green Economy / BCG) ตามนโยบายการส่งเสริมของรัฐบาล และได้มีการแบ่งงานด้านเหล่านี้ให้อยู่ในความรับผิดชอบของ กองส่งเสริมการลงทุนอย่างชัดเจน คณะที่ปรึกษาพบว่าสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนได้จัดทำรายละเอียดประเภทกิจการด้านเทคโนโลยีชีวภาพ อุตสาหกรรม BCG และสิทธิประโยชน์ที่ได้รับ ดังแสดงในรูปที่ 6.1

รูปที่ 6.1 รายละเอียดประเภทกิจการด้านเทคโนโลยีชีวภาพ อุตสาหกรรม BCG และสิทธิประโยชน์ที่ได้รับ

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

จากการพิจารณาประเภทกิจการที่ ที่ถูกกำหนดในประเภทกิจการได้รับการส่งเสริมการลงทุนและเกี่ยวข้องกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่ มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.1 ประเภทกิจการที่ถูกกำหนดในประเภทกิจการได้รับการส่งเสริมการลงทุนและเกี่ยวข้องกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ประเภทกิจการ	เงื่อนไข	สิทธิประโยชน์	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์
1.15 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์ จากผลพลอยได้หรือเศษวัสดุทางการเกษตร หรือผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบที่มาจากผลพลอยได้หรือเศษวัสดุ หรือของเสียจากการเกษตร (ยกเว้นที่มีขั้นตอนการผลิตไม่ซับซ้อน เช่น อบแห้งตากแห้ง เป็นต้น)		A4	Activated carbon
1.16 กิจการผลิตเชื้อเพลิงหรือแอลกอฮอล์ทางการ แพทย์ (Pharmaceutical Grade) จากผลผลิตทางการเกษตร รวมทั้งเชื้อเพลิงจาก เศษวัสดุ หรือขยะ หรือของเสียที่ได้จาก ผลผลิตทางการเกษตร			Bio Oil HBD/HVO Medical grade Ethanol Bio hydrogen
1.16.1 กิจการผลิตเชื้อเพลิงหรือแอลกอฮอล์ทางการแพทย์ (Pharmaceutical Grade) จากผลผลิตทางการเกษตร		A2	Bio Oil HBD/HVO Medical grade Ethanol
1.16.2 กิจการผลิตเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุ หรือขยะ หรือของเสียที่ได้จาก ผลผลิตทางการเกษตร (เช่น Biomass to Liquid (BTL) ก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย)		A2	Bio Oil Biogas Bio hydrogen
1.17 กิจการผลิตหรือถนอมอาหาร เครื่องดื่ม วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additive) หรือ สิ่งปรุงแต่งอาหาร (Food Ingredient) โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย (ยกเว้น น้ำดื่ม	1. ไม่ให้การส่งเสริมโครงการที่มีเฉพาะกระบวนการผสม หรือทำให้เจือจางเท่านั้น 2. สำหรับโครงการที่มีกระบวนการหมักต้องใช้หัวเชื้อที่ผ่านการศึกษาวิจัยมาแล้ว	A3	กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ MSG

ประเภทกิจการ	เงื่อนไข	สิทธิประโยชน์	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์
ไอศกรีม ลูกอม ช็อคโกแลต หมากฝรั่ง น้ำตาล น้ำอัดลม เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน แป้งจากพืช เบเกอรี่ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ซุปไก่สกัด และรังนก)			
1.18 กิจการผลิตอาหารทางการแพทย์ (Medical Food) หรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Food Supplement)	1. สำหรับกิจการผลิตอาหารทางการแพทย์ ต้องได้รับการขึ้นทะเบียน “อาหารทางการแพทย์” จากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือ หน่วยงานอื่นที่เป็นมาตรฐานสากล 2. สำหรับกิจการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร 2.1 ต้องได้รับการขึ้นทะเบียน “ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร” จากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือหน่วยงานอื่นที่เป็นมาตรฐานสากล 2.2 ต้องมีกระบวนการสกัดเพื่อให้ได้ Active Ingredient	A2	กรดอะมิโน เช่น Methionine Tocopherols Tocotrienol Carotenes
1.22 กิจการผลิตอาหารสัตว์หรือส่วนผสมอาหารสัตว์	กรณีที่ 1 1. ต้องได้รับรองมาตรฐานระบบการจัดการความปลอดภัยของอาหาร เช่น ISO 22000 หรือ มาตรฐานที่ Global Food Safety Initiative (GFSI) ยอมรับ เป็นต้น ภายในระยะเวลาครบเปิดดำเนินการที่ระบุในบัตรส่งเสริม 2. ต้องมีระบบการตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) 3. จะต้องแสดงหลักฐานการยื่นหรือเตรียมการขอรับรองมาตรฐานในการขอใช้สิทธิและประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล	A3	กากเมล็ดในปาล์ม PFAD กรดอะมิโน

ประเภทกิจการ	เงื่อนไข	สิทธิประโยชน์	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์
	กรณีที่ 2 1. ต้องได้รับรองมาตรฐานสากล เช่น HACCP, GMP เป็นต้น ภายในระยะเวลาครบเปิดดำเนินการที่ระบุในบัตรส่งเสริม 2. ต้องเป็นนิติบุคคลที่ยังไม่เคยได้รับมาตรฐานสากลมาก่อน สำหรับการผลิตอาหารสัตว์หรือ ส่วนผสมอาหารสัตว์ 3. ต้องมีระบบการตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) 4. จะต้องแสดงหลักฐานการยื่นหรือเตรียมการขอรับรองมาตรฐานในการขอใช้สิทธิและประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล กรณีที่ 3 หากไม่ได้ดำเนินการในกรณีที่ 1 และ 2		
6.2 กิจการผลิตเคมีภัณฑ์หรือพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		A2	พลาสติกชีวภาพ กรดอินทรีย์ เอสเทอร์ กรดไขมัน แอลกอฮอล์ของกรดไขมัน กลีเซอรีน โอเลโอเคมี
6.2.1 กิจการผลิตเคมีภัณฑ์หรือ พอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปต่อเนื่องจากการผลิตพอลิเมอรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในโครงการเดียวกัน 6.2.2 กิจการผลิตผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	1. ต้องเป็นการผลิตเคมีภัณฑ์หรือพอลิเมอร์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมตลอดวงจรชีวิตน้อยลง โดยมีการรับรองหรือตรวจสอบได้ว่ามีการใช้วัตถุดิบจากแหล่งทรัพยากรหมุนเวียน (Renewable Resource) หรือการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีเคมีที่ยั่งยืน (Sustainable Green Chemistry) ในการผลิตหรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่	A2 A3	พลาสติกชีวภาพ กรดอินทรีย์ เอสเทอร์ กรดไขมัน แอลกอฮอล์ของกรดไขมัน กลีเซอรีน โอเลโอเคมี

ประเภทกิจการ	เงื่อนไข	สิทธิประโยชน์	ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์
	สลายตัวได้ทางชีวภาพโดยไม่ก่อให้เกิดสารพิษ เป็นต้น 2. ต้องได้รับการประเมินการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานสากลเช่นการประเมิน Life Cycle Assessment (LCA) เป็นต้น ก่อนเปิดดำเนินการต้องมีกระบวนการขึ้นรูปจากพลาสติกหรือพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		Biolubricant Bioherbicide Biopesticide Bioinsecticide
7.9.1.8 กิจการนิคมหรือเขตอุตสาหกรรมด้าน นวัตกรรมอาหาร	1. ต้องเป็นพื้นที่ที่ได้รับความเห็นชอบจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน 2. ต้องมีโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่พร้อมสนับสนุนการวิจัยพัฒนาเชิงพาณิชย์ เช่น ห้องปฏิบัติการ วิจัยพัฒนา โรงงานต้นแบบ พื้นที่ทดลองผลิต พื้นที่ทดสอบตลาด (Living Lab) และพื้นที่ให้เช่าสำหรับจัดตั้งศูนย์วิจัยพัฒนาและ นวัตกรรมของภาคเอกชน เป็นต้น 3. ต้องมีห้องปฏิบัติการกลาง (Central Lab) ที่มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการวิจัย พัฒนาและนวัตกรรม รวมทั้งมีนักเทคนิค (Technician) ประจำเครื่องมือและอุปกรณ์ที่พร้อมสนับสนุนการทำวิจัยพัฒนาและนวัตกรรมของภาคเอกชน 4. ต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกให้บริการกับผู้ที่อยู่ในพื้นที่ เช่น ห้องประชุมสัมมนา ระบบการ สื่อสาร ระบบไฟฟ้าสำรอง เป็นต้น 5. ต้องมีระบบบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่เหมาะสมตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด	A1	Bio complex Palm Complex
7.9.2.1 กิจการนิคมหรือเขตวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	1. ต้องมีศูนย์บ่มเพาะผู้ประกอบการ (Incubation Center)	A1	Smart park

ประเภทกิจการ	เงื่อนไข	สิทธิประโยชน์	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์
(Science and Technology Park)	2. ต้องมีระบบการสื่อสารและโทรคมนาคมในประเทศ และระหว่างประเทศ 3. ต้องมีระบบไฟฟ้าสำรองจ่ายแบบต่อเนื่อง 4. ต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นตามที่คณะกรรมการให้ความเห็นชอบ		
7.11 กิจการวิจัยและพัฒนา	1. ต้องมีขอบข่ายธุรกิจ ดังนี้ 1.1 การวิจัยขั้นพื้นฐาน (Basic Research) หมายถึง การวิจัยหรือการค้นคว้า เพื่อการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ที่มีคุณค่าทางวิชาการและองค์ความรู้นี้อาจนำไปสู่ การใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กระบวนการการผลิตหรือการให้บริการในอนาคต 1.2 การวิจัยประยุกต์ (Applied Research) หมายถึง การวิจัยที่นำความรู้พื้นฐานมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนาองค์ความรู้เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการใหม่ ทั้งนี้รวมถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่น การคิดค้นสูตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ และการออกแบบกระบวนการผลิตที่นำไปสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม และเชิงพาณิชย์ 1.3 การวิจัยพัฒนาระดับนำร่อง Pilot Development) หมายถึง การขยายขนาดการผลิตที่เป็นผลมาจากการวิจัยขั้นพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์ เป็นการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ(Prototype) และ/หรือทดสอบกระบวนการผลิตในระดับกึ่งอุตสาหกรรมเพื่อวัตถุประสงค์ในการทดสอบตลาด และ/หรือเก็บรวบรวมข้อมูล	A1	พลาสติกชีวภาพ กรดอินทรีย์ เอสเทอร์ กรดไขมัน แอลกอฮอล์ของกรดไขมัน กลีเซอรีน โอเลโอเคมี Bio lubricant Bio transformer Oil Bio Base Oil Bio Paraffin Bioherbicide Biopesticide Bioinsecticide

ประเภทกิจการ	เงื่อนไข	สิทธิประโยชน์	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์
	สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรม 1.4 การวิจัยพัฒนาเชิงสาธิต Demonstration development) หมายถึง การวิจัยพัฒนาที่นำผลการวิจัยพัฒนาระดับนำร่องมาขยายขนาด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรมเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของเทคโนโลยี และกระบวนการผลิต รวมทั้งสาธิตให้เห็นถึงความเสถียรของกระบวนการและศักยภาพการผลิตเชิงพาณิชย์ ทั้งในส่วนของการควบคุมคุณภาพและการประเมินต้นทุน 2. ต้องเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับขอบข่ายการวิจัยและการพัฒนาจำนวนนักวิจัยตามโครงการ ตลอดจนประวัติการศึกษาและประสบการณ์ของนักวิจัย 3. รายได้ที่ได้รับการส่งเสริมให้นับรวมรายได้จาก การจำหน่ายหรือการให้บริการ ซึ่งเป็นผลงานที่เกี่ยวกับกิจการที่ได้รับการส่งเสริมโดยตรง หรือนำไปผลิตต่อในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่าจะผลิตเองหรือว่าจ้างผู้อื่นผลิต 4. หากตั้งอยู่ในเขตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการส่งเสริมหรือได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการให้ได้รับการลดหย่อนภาษีเงิน ได้นิติบุคคลสำหรับกำไรสุทธิร้อยละ 50 เป็นระยะเวลา 5 ปี นับแต่วันที่กำหนดระยะเวลาการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสิ้นสุดลง		

ประเภทกิจการ	เงื่อนไข	สิทธิประโยชน์	ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์
	5. ต้องมีค่าใช้จ่ายเงินเดือนของบุคลากรด้านวิจัยและพัฒนาไม่น้อยกว่า 1,500,000 บาท ต่อปี		
7.12 กิจการเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) 7.12.1 กิจการวิจัยและพัฒนา และ/หรือ อุตสาหกรรมการผลิตเมล็ดพันธุ์ หรือการปรับปรุงพันธุ์พืช สัตว์ และ จุลินทรีย์ที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ 7.12.2 กิจการวิจัยและพัฒนา และ/หรืออุตสาหกรรมการผลิตสารเวชภัณฑ์ ที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ 7.12.3 กิจการวิจัยและพัฒนา และ/หรืออุตสาหกรรมการผลิตชุดตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ การเกษตร อาหาร และสิ่งแวดล้อม 7.12.4 กิจการวิจัยและพัฒนา และ/หรือ อุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้เซลล์ จุลินทรีย์ เซลล์พืช และเซลล์สัตว์ ในการผลิตสารชีวโมเลกุล และสาร ออกฤทธิ์ชีวภาพ 7.12.5 กิจการผลิตวัตถุดิบ และ/หรือวัสดุจำเป็นที่ใช้เพื่อการวิจัย และ พัฒนา การทดลอง การทดสอบ การควบคุมคุณภาพ และ/หรือการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพ 7.12.6 กิจการบริการด้านการตรวจวิเคราะห์ และ/หรือ สังเคราะห์สารชีวภาพ และ/หรือ ควบคุมคุณภาพ	หากตั้งอยู่ในเขตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการส่งเสริมหรือได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการให้ได้รับการลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลสำหรับกำไรสุทธิร้อยละ 50 เป็นระยะเวลา 5 ปี นับแต่วันที่กำหนดระยะเวลาการยกเว้นภาษี เงินได้นิติบุคคลสิ้นสุดลงเฉพาะประเภทกิจการ 7.12.1 - 7.12.4 จะได้รับสิทธิ และประโยชน์ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับของที่นำเข้ามาเพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งการทดสอบที่เกี่ยวข้อง โดยจะอนุมัติให้คราวละ 1 ปี ซึ่งของนำเข้าที่จะได้รับการยกเว้นอากรจะต้องไม่ใช่เครื่องจักรหรือวัตถุดิบและวัสดุจำเป็นที่สามารถนำเข้าโดยได้รับสิทธิยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักรหรือวัตถุดิบและวัสดุจำเป็น ทั้งนี้ ตามชนิด ปริมาณ ระยะเวลาเงื่อนไข และวิธีการที่ประกาศกำหนด	A1	ยีสต์ เอนไซม์ พันธ์ปาล์ม

ประเภทกิจการ	เงื่อนไข	สิทธิประโยชน์	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์
และ/หรือ ตรวจสอบยืนยันความถูกต้อง			
8.1.1 กิจการพัฒนา Biotechnology	1. จะต้องมีขั้นตอนการพัฒนาเทคโนโลยีเป้าหมายที่ใช้เป็นฐานในกระบวนการผลิตหรือ ให้บริการในอุตสาหกรรมเป้าหมายตามที่คณะกรรมการให้ความเห็นชอบ 2. จะต้องมีการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยร่วมมือกับสถาบันการศึกษาหรือสถาบันวิจัยตามรูปแบบที่คณะกรรมการกำหนด เช่น Technology Research Consortium เป็นต้น 3. หากตั้งอยู่ในเขตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับการส่งเสริม หรือได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการ ให้ได้รับการลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลสำหรับกำไรสุทธิที่ได้จากการลงทุนในอัตราร้อยละ 50 ของอัตราปกติ เป็นระยะเวลา 5 ปี นับแต่วันที่กำหนดระยะเวลาการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลสิ้นสุดลง 4. สามารถขอรับสิทธิและประโยชน์เพิ่มเติมตามคุณค่าของโครงการ (Merit-based Incentives) ได้ โดยได้รับยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลรวมแล้วไม่เกิน 13 ปี 5. จะได้รับสิทธิและประโยชน์ยกเว้นอากรขาเข้า สำหรับของที่นำเข้ามาเพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งการทดสอบที่เกี่ยวข้อง	ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 10 ปี ไม่กำหนดวงเงินภาษี	การพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตกรดไขมันโดยการใช้เอนไซม์

ทั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า ผลิตภัณฑ์ในห่วงโซ่คุณค่าของระบบไบโอรีไฟเนอรี่จำนวนมากที่ไม่สามารถเข้าเงื่อนไขในประเภทกิจการที่กำหนดไว้แล้วหรือมีเงื่อนไขที่เป็นอุปสรรคบางประการ เช่น เป็นการยากที่

จะจัดกลุ่มน้ำมันหล่อลื่นชีวภาพ หรือ สารซักล้าง เมธิลเอสเทอร์ซัลโฟเนต ให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้ เนื่องจากไม่ได้มีเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต และการทดสอบหา LCA ก็อาจกลายเป็นอุปสรรค เป็นต้น

สำหรับตัวอย่างที่คณะที่ปรึกษาได้ทำการสืบค้น พบว่ามีผู้ประกอบการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนในกิจการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชีวภาพ จำนวน 92 ราย โดยส่วนใหญ่เป็นการลงทุนในภาคกลางร้อยละ 70 รองลงมา คือในภาคตะวันออกร้อยละ 20 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 5 ภาคใต้ร้อยละ4 และภาคตะวันตกร้อยละ 1 แสดงให้เห็นว่าแม้วัตถุดิบอ้อยและมันสำปะหลังจะมีมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่การลงทุนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือกลับมีเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น นอกจากนี้การลงทุนในภาคใต้ที่เป็นแหล่งวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน ก็มีการลงทุนเพียงร้อยละ 4 ของจำนวนโครงการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้นจึงสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาการลงทุนทั้งในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งคณะที่ปรึกษาจะได้วิเคราะห์หาสาเหตุต่อไป

มาตรการด้านภาษีและเงินกองทุนประเภทอื่น สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่ เช่น ภาษีสรรพสามิต ซึ่งได้มีการออกประกาศกรม ในเรื่องที่เกี่ยวกับการขอยกเว้นภาษีสรรพสามิต สำหรับน้ำมันชีวภาพสังเคราะห์ เอทานอลที่นำไปใช้ในสารทำความสะอาด น้ำมันหล่อลื่นที่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสิ่งของอื่นๆ ไฮโดรคาร์บอนโซลเว้นท์ที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ดังนี้

- กฎกระทรวง งดเว้นไม่เรียกเก็บภาษีสุรากลั่นชนิดสุราสามทับ พ.ศ. 2556
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 1 กันยายน 2564 เรื่อง หลักเกณฑ์และเงื่อนไขการเสียภาษีในอัตราศูนย์สำหรับน้ำมันชีวภาพสังเคราะห์ (Renewable Diesel: RD) ซึ่งมีเงื่อนไขกำหนดว่า จะต้องผลิตจากน้ำมันปาล์มเท่านั้น และต้องได้รับอนุญาตประกอบกิจการจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 29 มิถุนายน 2564 เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการขอใช้สิทธิเสียภาษีในอัตราภาษีศูนย์สำหรับสุราสามทับที่นำไปทำการแปลงสภาพเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 29 มิถุนายน 2564 เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการขอใช้สิทธิเสียภาษีในอัตราภาษีศูนย์สำหรับสุราสามทับที่นำไปทำการแปลงสภาพเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบที่มิได้ทำขึ้นเพื่อการจำหน่าย

- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 29 มิถุนายน 2564 เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการขอใช้สิทธิเสียภาษีในอัตราภาษีศูนย์สำหรับสุราสามทับที่นำไปทำการแปลงสภาพเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบเพื่อขาย
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 23 ธันวาคม 2563 เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการขอใช้สิทธิเสียภาษีในอัตราภาษีศูนย์สำหรับสุราสามทับที่นำไปทำการแปลงสภาพเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 23 ธันวาคม 2563 เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการขอใช้สิทธิเสียภาษีในอัตราภาษีศูนย์สำหรับสุราสามทับที่นำไปทำการแปลงสภาพเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบที่มิได้ทำขึ้นเพื่อการจำหน่าย
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 23 ธันวาคม 2563 เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการขอใช้สิทธิเสียภาษีในอัตราภาษีศูนย์สำหรับสุราสามทับที่นำไปทำการแปลงสภาพเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบเพื่อขาย
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 17 สิงหาคม 2563 เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการขอใช้สิทธิเสียภาษีในอัตราภาษีศูนย์สำหรับสารละลายประเภทไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon Solvent) ที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 18 สิงหาคม 2563 เรื่องหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขการเสียภาษีในอัตราภาษีศูนย์สำหรับน้ำมันหล่อลื่นหรือน้ำมันที่คล้ายกัน ที่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสิ่งของอื่นๆ
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 9 กรกฎาคม 2563 เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการเสียภาษีในอัตราตามมูลค่าสำหรับเครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้และน้ำพืชผักที่มีการเติมสารอาหารหรือสารอื่น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเติมสารแต่งเติม เช่น วิตามิน กรดอะมิโน แร่ธาตุ และผลิตผลจากพืชหรือสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของผลผลิตจากระบบไบโอรีไฟเนอรี่
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 20 มกราคม 2563 เรื่องการส่งเงินเข้ากองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง การขอรับเงินชดเชย การขอรับเงินคืนจากกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิงและการส่งเงินชดเชยคืนกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 1 ตุลาคม 2562 เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการเสียภาษีในอัตราตามมูลค่าสำหรับเครื่องดื่มอื่นๆ ที่มีการเติมสารอาหารหรือสารอื่น

มาตรการด้านการลดอุปสรรคในการจัดตั้งโรงงานผลิตที่เกี่ยวกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่

- กฎกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดประเภท ชนิด และขนาดของโรงงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2564
- ประกาศกรมสรรพสามิต ลงวันที่ 1 กันยายน 2564 เรื่อง กำหนดคุณสมบัติสำหรับน้ำมันชีวภาพสังเคราะห์ (Renewable Diesel: RD)

มาตรการด้านการบูรณาการหน่วยงาน หรือการจัดตั้งคณะกรรมการระดับนโยบายที่รับผิดชอบ ในเรื่องที่อาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่

- คำสั่งสำนักนายกรัฐมนตรี ที่ 315/2563 ลงวันที่ 9 ตุลาคม 2563 เรื่องแต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการนโยบายปาล์มน้ำมันแห่งชาติ (กนป) ซึ่งได้มีการแต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆ รวมถึงการแต่งตั้ง ดร.บุรินทร์ สุขพิศาล เป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านนวัตกรรม ที่จะมีส่วนในการให้คำแนะนำด้านการพัฒนาและขับเคลื่อนระบบไบโอรีไฟเนอรี่จากปาล์มน้ำมัน ต่อ กนป. ได้
- คำสั่งสำนักนายกรัฐมนตรี ที่ 325/2563 ลงวันที่ 19 ตุลาคม 2563 เรื่องแต่งตั้งคณะกรรมการบริหารการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจสีเขียว และคณะกรรมการขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจ BCG Model
- คำสั่งคณะกรรมาธิการการพาณิชย์และการอุตสาหกรรม วุฒิสภา ที่ ท.9/2563 ลงวันที่ 11 สิงหาคม 2563 เรื่องแต่งตั้งคณะทำงานศึกษาอุตสาหกรรมเศรษฐกิจชีวภาพ
- คำสั่งคณะอนุกรรมการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มทั้งระบบ ที่ 1/2563 ลงวันที่ 8 ตุลาคม 2563 เรื่องแต่งตั้งคณะทำงานขับเคลื่อนการเพิ่มมูลค่าปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม โดยคณะทำงานนี้ได้นำเสนอการส่งเสริมการนำน้ำมันปาล์มมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม 6 ผลิตภัณฑ์ คือ น้ำมันพื้นฐาน (Base Oil) ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันหล่อลื่น น้ำมันหล่อลื่นและจารบีชีวภาพ (Bio lubricant & Bio grease) น้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าชีวภาพ (Bio transformer Oil) สารซักล้างหรือผงซักฟอกชีวภาพ (Biosurfactant, Bio detergent) พาราฟินชีวภาพ (Bio paraffin) และสารกำจัดวัชพืช สารกำจัดแมลงศัตรูพืชชีวภาพ (Bioherbicide, Biopesticide and Bioinsecticide) ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการนโยบายปาล์มน้ำมันแห่งชาติ เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2564 และ รายงานต่อคณะรัฐมนตรีแล้ว เมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2564 นอกจากนี้ยังมีแผนที่จะนำเสนอ

ผลิตภัณฑ์กรีนดีเซล (Bio hydrogenated Diesel: BHD หรือ Hydrogenated Vegetable Oil: HVO) และ น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานชีวภาพ (Biojet Fuels) ภายในเดือนกันยายน 2564 ด้วย

6.5 สถานการณ์การพัฒนาด้านไบโอรีไฟเนอรี่ และปัญหา อุปสรรค

ผลจากการที่ภาครัฐได้ตระหนักถึงแนวโน้มในด้านผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ความตกต่ำของราคาพืชผลทางการเกษตร และแนวโน้มของการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพใหม่ๆ ได้ส่งผลให้มีการดำเนินการจัดทำนโยบาย มาตรการในการส่งเสริมสนับสนุนการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ ซึ่งถือเป็นมิติใหม่ในอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่เริ่มต้นจากการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ จนทำให้เกิดการเชื่อมโยงห่วงโซ่คุณค่าของการใช้ประโยชน์จากพืชเศรษฐกิจไปสู่การเป็นพืชพลังงาน จนมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกพืชบางชนิดที่นำไปเป็นวัตถุดิบด้านพลังงานและทำให้มีปริมาณผลผลิตเพิ่มมากขึ้นจากในอดีต พืชเหล่านี้ได้ทวีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจจากการพึ่งพาตลาดพลังงานจนไม่สามารถถอยกลับไปสู่จุดเดิมได้อีกต่อไป ในทางตรงกันข้าม แรงกดดันของราคาพลังงานชีวภาพที่ต้องแข่งขันกับเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้ไม่มีหนทางอื่นใดเป็นทางเลือกเพิ่มเติมเพื่อรองรับผลผลิตเหล่านั้นได้อีก นอกจากการผลักดันให้นำพืชเหล่านี้ไปผลิตเป็นเคมีชีวภาพประเภทต่างๆ เพื่อขยายไปสู่ตลาดอื่นๆ ที่มีแรงกดดันด้านราคาน้อยลง มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น และไม่เป็นภาระต่อการงบประมาณของรัฐหรือกองทุนต่างๆที่ต้องใช้งบประมาณในการแบกรับภาระต้นทุนในการแข่งขัน หรือแม้แต่การประกันรายได้ของเกษตรกร จึงได้มีการพัฒนาเชิงนโยบายอย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นยุทธศาสตร์ในการส่งเสริมเศรษฐกิจชีวภาพ และผลดังกล่าวได้ก่อให้เกิดการปรับปรุงข้อกฎหมาย เช่น พระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พระราชบัญญัติผังเมือง การเพิ่มประเภทกิจการโรงงาน และประเภทกิจการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน ให้มีความสอดคล้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรเหล่านี้

ในด้านแผนงาน โครงการ งบประมาณ และข้อสั่งการของคณะรัฐมนตรี ซึ่งพบว่าในเชิงนโยบายได้มีการจัดทำแผนการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพอย่างเป็นรูปธรรม โดยหน่วยงานหลายหน่วยงาน เช่น กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้จำแนกลักษณะของแผนงาน โครงการที่ได้รับการส่งเสริมตามมติคณะรัฐมนตรีออกเป็น แผนงานในการส่งเสริมโครงการในรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมหรือเขตประกอบการอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชีวภาพ และแผนงานในการส่งเสริมโครงการผลิตผลิตภัณฑ์สินค้ามูลค่าเพิ่มจากอ้อย มันสำปะหลังและปาล์มน้ำมัน ดังต่อไปนี้

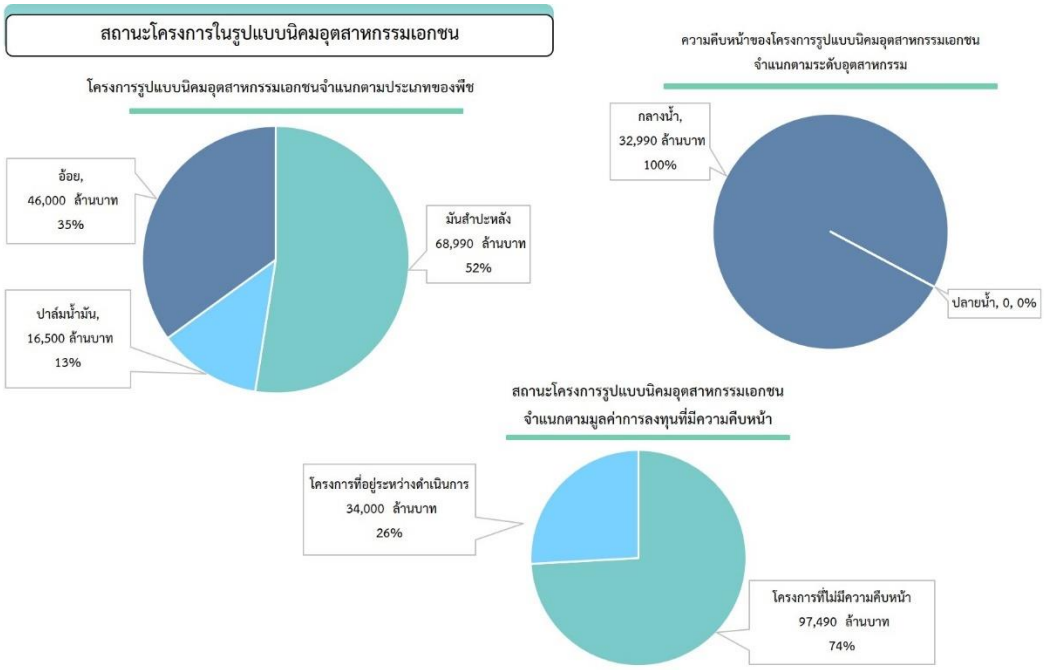
- แผนงานในการส่งเสริมการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมหรือเขตประกอบการอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชีวภาพ

จากการศึกษาพบว่า รัฐบาลได้มีการส่งเสริมโครงการลงทุนในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมหรือเขตประกอบการอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจฐานชีวภาพ ประกอบด้วยนิคมอุตสาหกรรม 6 แห่ง และศูนย์ความเป็นเลิศอีก 1 แห่ง มีมูลค่าการลงทุนรวม 1.6 แสนล้านบาท โดยโครงการที่มีความคืบหน้ามากที่สุด คือโครงการ Palm Complex ของกลุ่มไทยอีสต์เทิร์น จังหวัดชลบุรี ที่ร่วมกับกลุ่ม ปตท และโครงการ Bio Complex ของกลุ่มน้ำตาลเกษตรไทย (KTIS) ที่จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งร่วมทุนกับกลุ่ม ปตท อย่างไรก็ตามโครงการนิคมอุตสาหกรรมทั้งสองดังกล่าว ยังไม่สามารถดำเนินการเข้าสู่ขั้นตอนของการประสานรูปแบบการผลิตให้ครบวงจรเข้าสู่อุตสาหกรรมปลายน้ำได้ เนื่องจากการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานและปัจจัยการผลิตสำหรับการผลิตสินค้าปลายน้ำที่มีความซับซ้อน ยังอยู่ในระหว่างการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป รวมถึงการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ เช่น การขนส่งทางราง การเชื่อมต่อท่อก๊าซธรรมชาติเข้าสู่พื้นที่การผลิต เป็นต้น

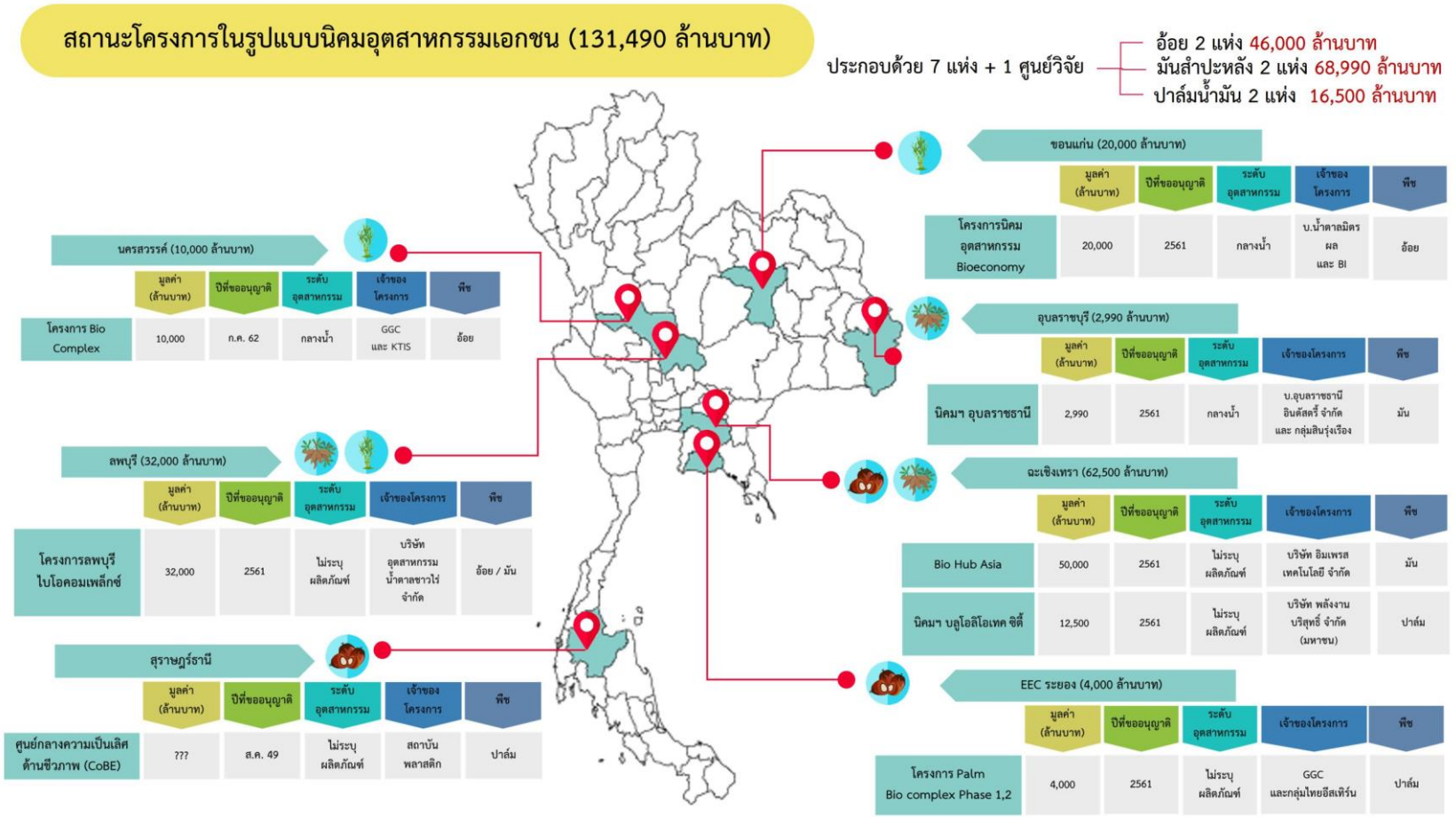
สำหรับโครงการที่จังหวัดขอนแก่น จังหวัดลพบุรี จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดฉะเชิงเทรา ถึงแม้ว่าที่ตั้งของโครงการจะอยู่ในแหล่งวัตถุดิบทางการเกษตร แต่ก็ไม่สามารถกำหนดผู้ประกอบการที่จะสนใจเป็นผู้ลงทุนในโครงการได้ ต่างจากโครงการแรก 2 โครงการที่มีการร่วมทุนกับผู้ประกอบการที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมันเชื้อเพลิงและปิโตรเคมีอยู่เดิมแล้ว คือ กลุ่ม บมจ. ปตท ที่มีศักยภาพ มีเครือข่ายและมีความพร้อมสูง สิ่งที่เกิดขึ้นนี้เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะของโครงการที่แม้จะได้รับการส่งเสริมแต่ยังไม่เห็นผลของการขับเคลื่อนการลงทุนที่เป็นรูปธรรม และอาจต้องการการสนับสนุนในด้านต่างๆ เช่น เงินทุน เทคโนโลยีการเข้าถึงตลาดและกระบวนการผลิต และการเข้าถึงบุคลากรผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง

เมื่อจำแนกโครงการตามประเภทของพืช พบว่า โครงการส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับมันสำปะหลังมากที่สุดร้อยละ 52 รองลงมาเป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับอ้อย ร้อยละ 38 ที่เหลือเป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับปาล์มน้ำมันเพียงร้อยละ 10 และโครงการส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมกลางน้ำ และจะมีการผลิตในอุตสาหกรรมปลายน้ำเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเป็นรายพืช จะพบว่าการส่งเสริมเพื่อสร้างมูลค่าจากปาล์มน้ำมัน แม้จะมีสัดส่วนการลงทุนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอ้อยและมันสำปะหลัง แต่กลับมีความคืบหน้ามากที่สุด อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า แม้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้และมีแหล่งเพาะปลูกหลักอยู่ในภาคใต้ แต่โครงการลงทุนในนิคมอุตสาหกรรมด้านเคมีชีวภาพจากปาล์มน้ำมันกลับมีที่ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศ แทนที่จะเป็นภาคใต้



รูปที่ 6.2 สถานะโครงการไบโอรีไฟเนอรี่ในรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมเอกชน
จำแนกตามสัดส่วนมูลค่าและระดับอุตสาหกรรมของโครงการ
ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย



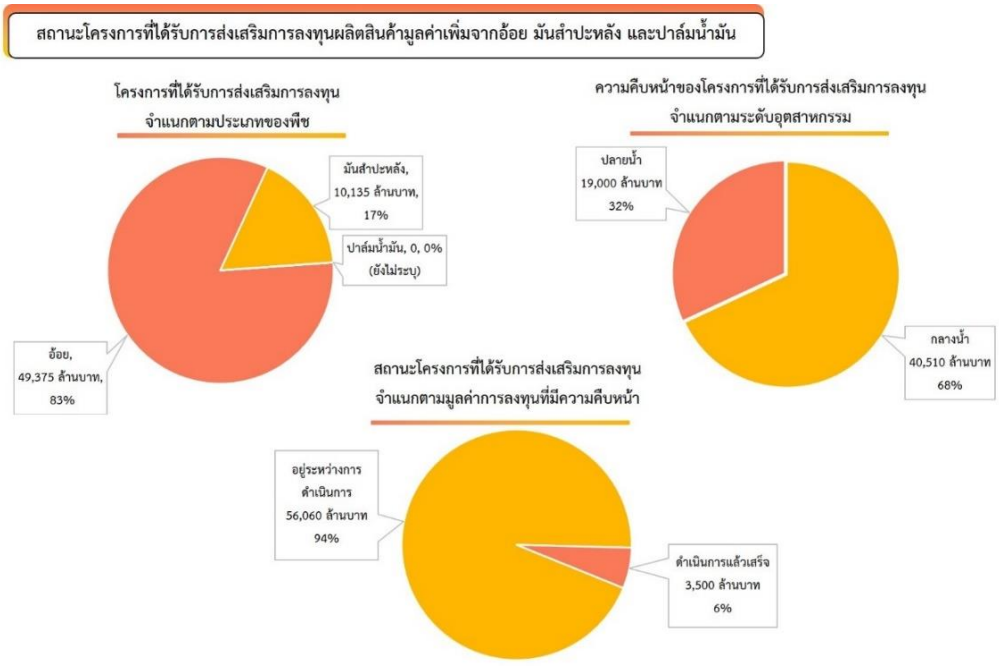
รูปที่ 6.3 สถานะโครงการไบโอรีไฟเนอรี่ในรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมเอกชน

ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย

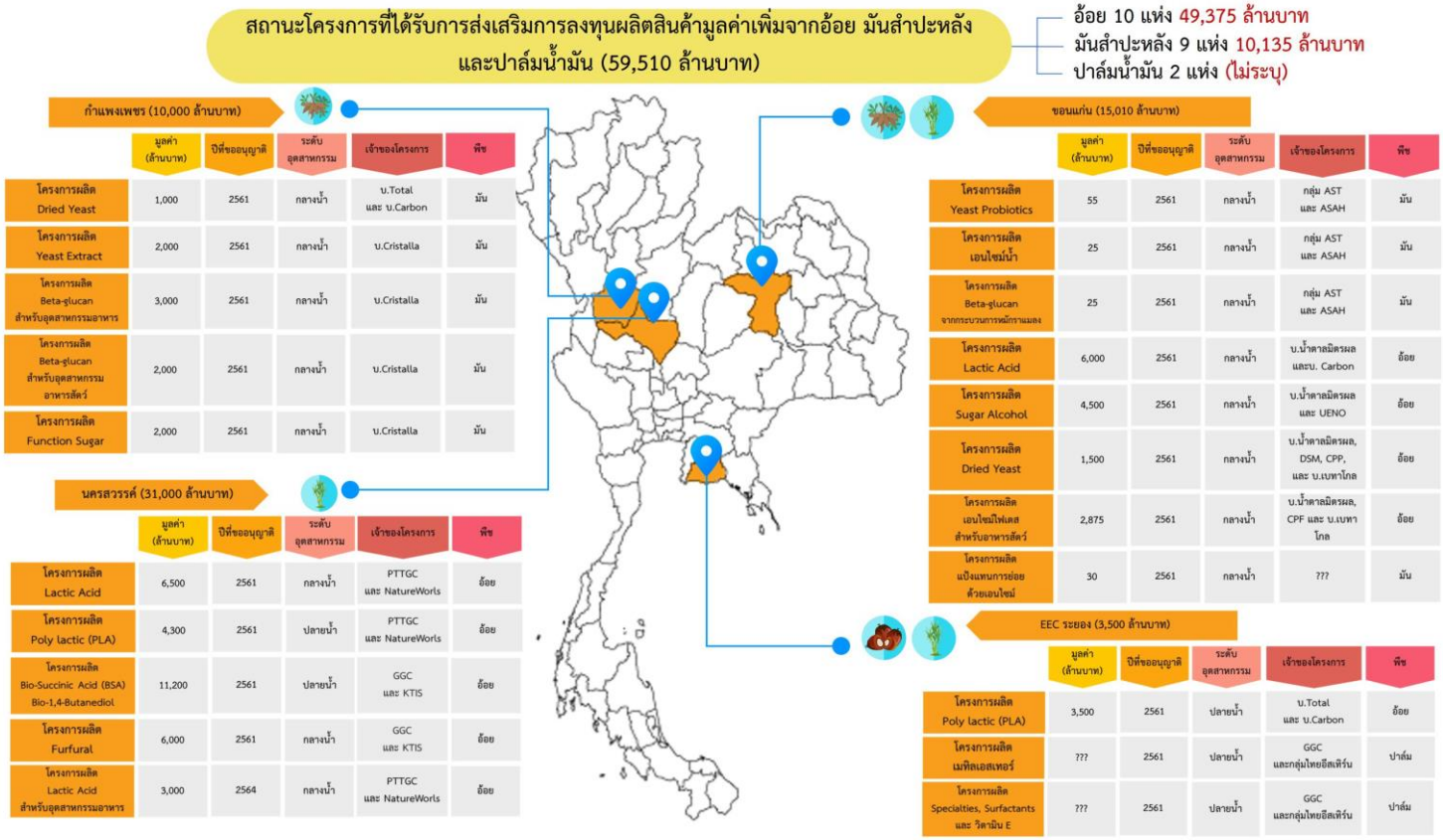
- แผนงานโครงการส่งเสริมการผลิตสินค้ามูลค่าเพิ่มจากอ้อย มันสำปะหลังและปาล์มน้ำมัน

สำหรับโครงการส่งเสริมการผลิตสินค้ามูลค่าเพิ่มจากอ้อย มันสำปะหลังและปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดต่อโครงการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม โดยจากการศึกษาพบว่า โครงการลงทุนผลิตสินค้ามูลค่าเพิ่มที่สามรถระบุตัวผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน ไม่ปรากฏเป็นส่วนหนึ่งของการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมด้านชีวภาพ ณ จังหวัดลพบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดสงขลา แต่ปรากฏอยู่ ณ โครงการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม ณ จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดชลบุรี และจังหวัดกำแพงเพชร รวมทั้งสิ้น 21 โครงการ (มีมูลค่าการลงทุนรวม 59,510 ล้านบาท)

เมื่อพิจารณาสัดส่วนการลงทุนโครงการ จำแนกตามพืชพบว่า มีการลงทุนเพื่อใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบร้อยละ 80 รองลงมาคือ โครงการที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 15 ส่วนโครงการที่ใช้ปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบคิดเป็นสัดส่วนการลงทุนเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น และเมื่อทำการพิจารณาตามระดับในห่วงโซ่คุณค่า พบว่าร้อยละ 68 เป็นการลงทุนในการผลิตในอุตสาหกรรมกลางน้ำ และร้อยละ 32 เป็นการลงทุนผลิตในอุตสาหกรรมปลายน้ำ



รูปที่ 6.4 สถานะโครงการไบโอรีไฟเนอรี่ที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนผลิตสินค้ามูลค่าเพิ่มจากอ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมันจำแนกตามสัดส่วนมูลค่าและระดับอุตสาหกรรมของโครงการ
ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย



กำแพงเพชร (10,000 ล้านบาท)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาต	ระดับอุตสาหกรรม	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการผลิต Dried Yeast	1,000	2561	กลางน้ำ	บ.Total และ บ.Carbon	มัน
โครงการผลิต Yeast Extract	2,000	2561	กลางน้ำ	บ.Cristalla	มัน
โครงการผลิต Beta-glucan สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร	3,000	2561	กลางน้ำ	บ.Cristalla	มัน
โครงการผลิต Beta-glucan สำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์	2,000	2561	กลางน้ำ	บ.Cristalla	มัน
โครงการผลิต Function Sugar	2,000	2561	กลางน้ำ	บ.Cristalla	มัน

นครสวรรค์ (31,000 ล้านบาท)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาต	ระดับอุตสาหกรรม	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการผลิต Lactic Acid	6,500	2561	กลางน้ำ	PTTGC และ NatureWorks	อ้อย
โครงการผลิต Poly lactic (PLA)	4,300	2561	ปลายน้ำ	PTTGC และ NatureWorks	อ้อย
โครงการผลิต Bio-Succinic Acid (BSA) Bio-1,4-Butanediol	11,200	2561	ปลายน้ำ	GGC และ KTIS	อ้อย
โครงการผลิต Furfural	6,000	2561	กลางน้ำ	GGC และ KTIS	อ้อย
โครงการผลิต Lactic Acid สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร	3,000	2564	กลางน้ำ	PTTGC และ NatureWorks	อ้อย

ขอนแก่น (15,010 ล้านบาท)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาต	ระดับอุตสาหกรรม	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการผลิต Yeast Probiotics	55	2561	กลางน้ำ	กลุ่ม AST และ ASAH	มัน
โครงการผลิต เอนไซม์น้ำ	25	2561	กลางน้ำ	กลุ่ม AST และ ASAH	มัน
โครงการผลิต Beta-glucan จากกระบวนการหมักกรดแลคติก	25	2561	กลางน้ำ	กลุ่ม AST และ ASAH	มัน
โครงการผลิต Lactic Acid	6,000	2561	กลางน้ำ	บ.น้ำตาลมิตรผล และบ. Carbon	อ้อย
โครงการผลิต Sugar Alcohol	4,500	2561	กลางน้ำ	บ.น้ำตาลมิตรผล และ UENO	อ้อย
โครงการผลิต Dried Yeast	1,500	2561	กลางน้ำ	บ.น้ำตาลมิตรผล, DSM, CPP, และ บ.เบทาโกล	อ้อย
โครงการผลิต เอนไซม์ไฟเตส สำหรับอาหารสัตว์	2,875	2561	กลางน้ำ	บ.น้ำตาลมิตรผล, CPF และ บ.เบทาโกล	อ้อย
โครงการผลิต แป้งแทนการย่อยด้วยเอนไซม์	30	2561	กลางน้ำ	???	มัน

EEC ระยอง (3,500 ล้านบาท)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาต	ระดับอุตสาหกรรม	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการผลิต Poly lactic (PLA)	3,500	2561	ปลายน้ำ	บ.Total และ บ.Carbon	อ้อย
โครงการผลิต เมทิลเอสเทอร์	???	2561	ปลายน้ำ	GGC และกลุ่มไทยอีสเทิร์น	ปาล์ม
โครงการผลิต Specialties, Surfactants และ วิตามิน E	???	2561	ปลายน้ำ	GGC และกลุ่มไทยอีสเทิร์น	ปาล์ม

รูปที่ 6.5 สถานะโครงการไบโอรีไฟเนอรี่ที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนผลิตสินค้ามูลค่าเพิ่มจากอ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน
ที่มา: รวบรวมข้อมูลโดยคณะผู้วิจัย

สำหรับการศึกษาแนวทางการพัฒนา ในระดับแผนนโยบาย ยุทธศาสตร์ รวมถึงการกำหนดมาตรการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับระบบไบโอรีไฟเนอรี่ ที่มีการจัดทำโดยหน่วยงานต่างๆ จำนวน 19 แผนงาน พบว่า

- เป็นการดำเนินการของหน่วยงานในกระทรวงอุตสาหกรรมและหน่วยงานภายใต้การกำกับดูแล จำนวน 12 แผนงาน โดยเป็นการดำเนินการโดยสำนักงานเอทานอลแห่งชาติจำนวน 1 แผนงานในปี 2543 สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมจำนวน 7 แผนงาน ในปี 2550, 2551, 2552, 2560, 2562 และ 2564 สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายร่วมกับสถาบันพลาสติก จำนวน 2 แผนงาน ในปี 2561 สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม จำนวน 2 แผนงาน ในปี 2559 และ 2561
- เป็นการดำเนินการของหน่วยงานในกระทรวงพาณิชย์จำนวน 1 แผนงาน ในปี 2560
- เป็นการดำเนินการของหน่วยงานในกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมและหน่วยงานภายใต้การกำกับดูแล จำนวน 5 แผนงาน ในปี 2551 2554 2560 และปี 2562
- เป็นการดำเนินการของหน่วยงานในกระทรวงการต่างประเทศ จำนวน 1 แผนงาน ในปี 2561

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รายงานแผนและยุทธศาสตร์การพัฒนาและส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง สำนักงานเอทานอลแห่งชาติ ปี 2543
- รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ โดยสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม มีนาคม 2550
- รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ ระยะที่ 2 โดยสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กันยายน 2551
- แผนที่นำทางแห่งชาติการพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ 2551-2555 โดยสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กรกฎาคม 2551

- แผนที่นำทางแห่งชาติการพัฒนาอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ ระยะที่ 2 ปี 2554-2558 โดยสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ
- รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ ระยะที่ 3 กรณีศึกษาอุตสาหกรรมกรดอินทรีย์และกรดอะมิโน โดยสถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กันยายน 2552
- ยุทธศาสตร์และแผนปฏิบัติการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กลุ่มอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ (Bio Based Industry): อุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพ โดยศูนย์วิจัยด้านการจัดการยุทธศาสตร์และการปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม กันยายน 2559
- รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีจากปาล์มน้ำมัน โดยศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ปี 2560
- โครงการจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาศูนย์กลางอุตสาหกรรมชีวภาพ (Bio Hub) จากอ้อยและน้ำตาลทราย โดยสถาบันพลาสติก ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ปี 2560
- กรอบยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ ระยะ 20 ปี 2560-2579 โดยคณะกรรมการบริหารสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ สิงหาคม 2560
- รายงานการวิเคราะห์แนวโน้มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงและเคมีชีวภาพ โดยสถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับกรมทรัพย์สินทางปัญญา ธันวาคม 2560
- มาตรการพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพของไทย พ.ศ. 2561-2570 โดยสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
- รายงานผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลนโยบายมาตรการในสหภาพยุโรป โดยสำนักงานที่ปรึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำสถานเอกอัคราชฑูต ณ กรุงบรัสเซลส์ กันยายน 2561

- รายงานการศึกษา โครงการเพิ่มศักยภาพฐานข้อมูลอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ โดยมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือและสถาบันพลาสติกร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ปี 2561
- รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาศักยภาพอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีจากพืชน้ำมัน โดยศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สิงหาคม 2562
- รายงานฉบับสมบูรณ์ การจัดทำแผนที่นำทางเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ โดยหน่วยศึกษานโยบายและความปลอดภัยทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ เมษายน 2562
- รายงานประจำปี ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ปี 2562
- รายงานฉบับสมบูรณ์ ยุทธศาสตร์และแผนปฏิบัติการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในอุตสาหกรรมเศรษฐกิจชีวภาพ โดยสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ปี 2563
- รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery) เพื่อยกระดับอุตสาหกรรมการเกษตรของไทย โดยสำนักบริหารงานวิจัยและนวัตกรรมพระจอมเกล้าลาดกระบัง ร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กันยายน 2564

จะเห็นได้ว่าในด้านสถานการณ์การพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ของหน่วยงานภาครัฐนั้น กระทรวงอุตสาหกรรมเป็นผู้ริเริ่มการศึกษาแนวทางเพื่อกำหนดแผนและยุทธศาสตร์เป็นหน่วยงานแรก เริ่มจากแนวทางการพัฒนาเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการมีผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่ และต่อมาได้มีการจัดทำแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพในปี 2550 และมีการจัดทำแนวทางการพัฒนาในระดับแผนและนโยบายมาโดยตลอดจนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้หน่วยงานภายใต้กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยเฉพาะสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ ได้ให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพมาตั้งแต่ ปี 2551 แผนส่วนใหญ่ได้ถูกจัดทำขึ้นหลังปี 2560 เป็นจำนวน 11 แผนงานจากจำนวนทั้งสิ้น 19 แผนงาน แสดงให้เห็นว่าหน่วยงานภาครัฐมีความตื่นตัวในด้านนี้มากขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า แผนงานที่มีการกล่าวถึงแนวทางในการพัฒนารูปแบบของไบโอรีไฟเนอรี่คอมเพล็กซ์เป็นครั้งแรก ในรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีจากปาล์มน้ำมัน โดยศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ปี 2560 และในอีกสองปีต่อมา ได้มีการจัดทำแผนที่นำทางเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ โดยหน่วยศึกษานโยบายและความปลอดภัยทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ในเดือนเมษายน 2562

ส่วนสถานการณ์การพัฒนาด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในส่วนของภาคเอกชน ส่วนใหญ่เป็นการลงทุนในอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล ไบโอดีเซล กรดอินทรีย์ กรดอะมิโน ตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมได้มีแนวทางในการส่งเสริมอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพ อุตสาหกรรมโอเลโอเคมี มาตั้งแต่ก่อนปี 2561 ส่วนการพัฒนาด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในส่วนของภาคเอกชน ที่เกิดขึ้นในช่วงหลังปี 2561 ตามข้อเสนอของกระทรวงอุตสาหกรรมต่อคณะรัฐมนตรี ได้ก่อเกิดผลในทางปฏิบัติต่อภาคเอกชนและมีโครงการลงทุนที่มีความชัดเจนในเชิงพาณิชย์เกิดในพื้นที่ 2 จังหวัด คือ จังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดชลบุรี ส่วนโครงการในจังหวัดอื่นๆ อาจต้องการการสนับสนุนเพื่อขับเคลื่อนการลงทุนเพิ่มเติมต่อไป

7. กรณีศึกษาการจัดตั้งทำระบบไบโอรีไฟเนอรี่ในต่างประเทศ

7.1 การพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่ในภูมิภาคอเมริกาเหนือ

7.1.1 การพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของสหรัฐอเมริกา

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของสหรัฐอเมริกาได้รับการสนับสนุนอย่างจริงจังจากประธานาธิบดีและสภาผู้แทนราษฎรตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2540 โดยกำหนดเป้าหมายไว้ว่า ภายในปี พ.ศ. 2573 ร้อยละ 25 ของเคมีภัณฑ์จะต้องถูกผลิตจากวัตถุดิบอินทรีย์ และร้อยละ 20 ของเชื้อเพลิงจะต้องถูกผลิตจากวัตถุดิบชีวภาพ และการผลิตพลังงานชีวภาพถูกตั้งเป้าหมายไว้ที่ระดับร้อยละ 5 ของพลังงานทั้งหมดภายในปี พ.ศ.2563 รัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านการวิจัยและพัฒนาชีวมวล (Biomass Research and Development Advisory Committee: BRDAC) โดยเชิญผู้บริหารบริษัทภาคเอกชนในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องมาเป็นคณะกรรมการ เช่น อาร์เชอร์แดเนียลมิดแลนด์ (Archer Daniels Midland: ADM) โรมแอนด์ฮาส (Rohm and Haas) โคโนโคฟิลิป (ConocoPhillips) ดาวเคมิคอล (Dow Chemical) อีไอดูปองค์ (Dupont) คาร์กิล (Cargill) เจเนนคอร์ (Genencor) จอห์นเดียร์ (John Deere) รวมถึงผู้แทนภาคเกษตร เช่น สมาคมชาวไร่ข้าวโพด คณะกรรมการการตลาดข้าวโพดแห่งรัฐอิลลินอยส์ และสถาบันการศึกษา เช่น มหาวิทยาลัยวอชิงตัน มหาวิทยาลัยพรินซ์ตัน ซึ่งคณะกรรมการชุดนี้ ได้วางแผนอย่างเป็นขั้นตอนในการบรรลุเป้าหมายสำหรับปี พ.ศ. 2563 และปีพ.ศ. 2573 ให้ได้ตามที่วางแผนไว้

ตารางที่ 7.1 เป้าหมายส่วนแบ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากชีวมวลของสหรัฐอเมริกา

ปี พ.ศ.	2547	2553	2563	2573
พลังงานชีวภาพ	3%	4%	7%	7%
เชื้อเพลิงชีวภาพ	1.2%	4%	10%	20%
ผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพ	5%	12%	18%	25%

ที่มา : US Biomass Research and Development Institute 2549

วิสัยทัศน์ของแผนดังกล่าวมีเป้าหมายในการเปลี่ยนผ่านระบบเศรษฐกิจที่พึ่งพาวัตถุดิบฟอสซิลไปสู่ระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพที่มีความยั่งยืน มีเสถียรภาพต่อระบบเศรษฐกิจโดยรวม และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง

เหตุผลสำคัญที่คณะกรรมการใช้ในการกำหนดวิสัยทัศน์ของแผนนี้ คือ

1. การสร้างสมดุลทางการค้าระหว่างประเทศ โดยลดการนำเข้าน้ำมันดิบที่มีส่วนอย่างมากให้สหรัฐอเมริกาต้องเสียดุลการค้า
2. เพิ่มมูลค่ารายได้ประชาชาติและการสร้างงานภายในประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ห่างไกลจากตัวเมืองและเป็นแหล่งผลิตชีวมวลที่สำคัญ โดยข้อเท็จจริงแสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ คือ เอทานอล ในสหรัฐอเมริกา ได้ก่อให้เกิดการจ้างงานกว่า 1.5 แสนตำแหน่ง สร้างรายได้ให้กับแรงงานรวมมากกว่า 1.32 แสนล้านบาท รัฐเก็บภาษีเงินได้จากการจ้างงานได้ 4 หมื่นล้านบาท และภาษีท้องถิ่นประเภทต่างๆ ได้อีก 3.6 หมื่นล้านบาท เกิดตลาดใหม่สำหรับเกษตรกรและการสร้างรายได้จากของเสียที่เกิดจากการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปสินค้าเกษตร
3. การใช้ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ ช่วยให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น โดยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานจากปิโตรเลียมโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ (Co_2) เนื่องจากการสังเคราะห์ชีวมวลของพืช ต้องมีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ (Co_2) จากบรรยากาศกลับเข้ามา และการกำจัดเศษชีวมวลออกจากป่าธรรมชาติ ยังช่วยลดความรุนแรงของไฟป่า และเป็นการรักษาชีวิตสัตว์ป่า ช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ลดอันตรายจากการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืช โรคพืชและอันตรายจากภัยแล้ง การปลูกธัญพืชที่โตเร็ว ไม้โตเร็วและการทำกิจการป่าเศรษฐกิจเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบชีวมวลในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ช่วยให้สภาวะแวดล้อมของโลกดีขึ้นได้
4. ชีวมวลเป็นพลังงานทางเลือกและความมั่นคงทางพลังงาน สหรัฐอเมริกามีประชากรเพียงร้อยละ 4 ของประชากรโลก แต่ใช้พลังงานสูงถึงหนึ่งในสี่ของน้ำมันดิบที่ผลิตได้ในโลก และสหรัฐอเมริกาต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันดิบถึงร้อยละ 65 ของความต้องการน้ำมันดิบภายในประเทศ และราคาน้ำมันดิบที่ผันผวนยังส่งผลต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของสหรัฐอเมริกาเป็นอย่างมาก และการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานมีความเสี่ยงในกรณีที่เกิดปัญหาจากการขนส่งลำเลียงพลังงานมายังสหรัฐอเมริกา เช่น การเกิดภัยธรรมชาติ การโจมตีเส้นทางขนส่งน้ำมันนอกประเทศ เป็นต้น การกระจายที่ตั้งของระบบไบโอรีไฟเนอรี่จะเป็นทางเลือกที่สามารถทำให้เกิดการผลิตพลังงานภายในประเทศและทำให้มีความเป็นอิสระจากการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานมากยิ่งขึ้น
5. ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่ยั่งยืน ในภาวะที่ความต้องการน้ำมันดิบมีสูงขึ้นจากการเติบโตทางเศรษฐกิจของจีนและอินเดีย ในอนาคตคาดว่าอัตราการผลิตน้ำมันดิบจะไต่ขึ้นสู่

ระดับสูงสุดและจะค่อยๆ มีอัตราการผลิตที่ลดลง อีกทั้งยังจะมีราคาสูงขึ้น โดย Energy Information Administration (EIA) คาดว่าการผลิตน้ำมันดิบจะมีอัตราสูงสุดในปี พ.ศ. 2587 ทำให้สหรัฐอเมริกาต้องเตรียมหนทางที่จะเป็นทางเลือกในการผลิตพลังงาน ระบบ ไบโอรีไฟเนอรี่ที่กระจายไปตามท้องถิ่นต่าง ๆ จัดเป็นระบบที่มีเสถียรภาพต่อการผลิตพลังงานชีวภาพให้กับระบบเศรษฐกิจของสหรัฐอเมริกามากที่สุด ลดการนำเข้าพลังงาน ลดความเสี่ยงในการขนส่งและเหตุที่ไม่คาดคิดหรือไม่สามารถควบคุมจากภายนอกประเทศ และการควบคุมต้นทุนของสินค้าเกษตรที่เป็นสินค้าโภคภัณฑ์ยังมีเสถียรภาพมากกว่าต้นทุนในการขุดเจาะแหล่งน้ำมันดิบใหม่ๆ

การพัฒนาพลังงานชีวภาพ เป็นหลักการสำคัญของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ ทั้งในส่วนของการผลิตพลังงานสำหรับใช้เองในโรงงานอุตสาหกรรมและการจำหน่ายพลังงานความร้อนหรือกระแสไฟฟ้าให้กับหน่วยงานเอกชนอื่น หรือส่งเข้าสู่ระบบเครือข่ายกระแสไฟฟ้าของรัฐ คณะกรรมการ BRDAC ได้ตระหนักดีว่า ถึงแม้การควบรวมกระบวนการผลิตความร้อนและพลังงานเข้ากับกระบวนการผลิตสินค้ามีความสำคัญต่อหลักการของแนวคิดไบโอรีไฟเนอรี่ และสำคัญต่อการบรรลุวัตถุประสงค์ตามวิสัยทัศน์ของแผนพัฒนาชีวมวล ที่ประกอบด้วยการเพิ่มมูลค่าให้กับเชื้อเพลิงชีวภาพ เคมีชีวภาพ และผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพอื่นๆ ที่จะส่งผลทางเศรษฐศาสตร์ต่อการทดแทนพลังงานจากฟอสซิล ทั้งจากปิโตรเลียม ถ่านหินและก๊าซ

7.1.2 การพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในแคนาดา

แคนาดาถือเป็นประเทศที่มีลักษณะบางประการที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมฐานชีวภาพจากการที่สามารถเข้าถึงวัตถุดิบชีวภาพจำนวนมากได้ และมีแรงงานที่มีทักษะสูงที่ส่งผลดีต่อการพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายในบางประการสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ด้วยกระบวนการผลิตทางชีวภาพ โดยแคนาดาพยายามสร้างเศรษฐกิจฐานชีวภาพที่สามารถทำการผลิตจากวัตถุดิบชีวมวลที่มีราคาถูกหรือเป็นวัตถุดิบเหลือใช้จากการเกษตรที่ไม่มีต้นทุนหากสามารถทำได้ แต่โดยลักษณะภูมิศาสตร์ของประเทศเป็นอุปสรรคหนึ่งที่ทำให้ในบางพื้นที่ยังไม่สามารถเข้าถึงวัตถุดิบที่มีต้นทุนต่ำได้ โดยมีการประเมินปริมาณของวัตถุดิบชีวมวลในแคนาดา พบว่าในแต่ละปีจะมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประมาณ 48 ล้านตันต่อปี วัสดุชีวมวลในป่าประมาณ 20 ล้านตันต่อปี ขยะมูลฝอยจากชุมชน 1 กิโลกรัมต่อประชากร 1 คนต่อ 1 วัน ทั้งนี้ในกรณีของขยะมูลฝอยจากชุมชนและกากตะกอนเหล่านี้มีราคาตั้งแต่ 0-30 เหรียญสหรัฐต่อตัน สำหรับวัสดุชีวมวลในป่าและ

ชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้การเกษตรจะมีราคาได้สูงถึง 60-80 เหรียญสหรัฐต่อตัน ในขณะที่เศษไม้และฟางที่สำคัญอาจจะมีมูลค่าสูงถึง 120 เหรียญสหรัฐต่อตัน

นอกจากวัตถุดิบข้างต้นแล้ว แคนาดายังมีทางเลือกจากการใช้อาหารสัตว์อื่นๆ ที่มีอยู่จำนวนมาก รวมถึงวัตถุดิบกลุ่มพืชอาหารสัตว์ที่อาจจะไม่ใช่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พืชผลตามฤดูกาลต่างๆ ไม้ยืนต้นที่ปลูกด้วยเหตุผลบางประการ ตลอดจนวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องกับของเสียอื่น เช่น มูลสัตว์และเศษอาหาร เป็นต้น

ในส่วนของขยะมูลฝอยจากชุมชน (Municipal solid waste: MSW) ถือเป็นวัตถุดิบประเภทหนึ่งที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในแคนาดา เนื่องจากมีราคาไม่แพงมาก มีข้อกำหนดให้ประชาชนจะจ่ายเงินเพื่อให้ขยะมูลฝอยถูกนำไปกำจัด โดยปกติเมืองที่มีประชากร 1 ล้านคนจะสร้างขยะในเมือง 365,000 ตันต่อปี เนื่องจากขยะ 1 ตันนี้ผลิตเอทานอลได้ประมาณ 360 ลิตร จึงเท่ากับสามารถนำขยะมูลฝอยจากเมืองที่มีประชากร 1 ล้านคน ไปผลิตเอทานอลได้ปริมาณ 130 ล้านลิตรต่อปี อย่างไรก็ตาม สถานะของชีวมวลที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันนั้นทำให้องค์ประกอบทางเคมีมีความแปรผันสูงตามไปด้วย ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการผลิต และเป็นความท้าทายที่สำคัญ เนื่องจากกระบวนการทางชีวภาพจะทำงานได้ดีที่สุดในสภาวะที่วัตถุดิบมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากที่สุด ดังนั้น การเปลี่ยนเป็นตัวกลางให้เป็นเนื้อเดียวกันจึงมีความสำคัญสูง กระบวนการที่เหมาะสมที่สุดคือ เทอร์โมเคมี อย่างไรก็ตาม ความท้าทายทางเทคนิคเหล่านี้ถูกลดทอนภายใต้การคิดค้นของ เอเนอร์เคม (Enerkem of Quebec)

โรงกลั่นชีวภาพจากขยะมูลฝอยของเอเนอร์เคม (Enerkem MSW) ในเมืองเอดมันตันประเทศแคนาดาเป็นหนึ่งในโรงงานที่ให้ความสำคัญกับการจัดการขยะจนสร้างความสำเร็จให้กับเมืองแห่งนี้ ซึ่งที่ผ่านมาประสบปัญหาการฝังกลบที่ซับซ้อนมากขึ้นเนื่องจากปริมาณขยะมูลฝอยจากเมืองเอดมันตันที่มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เอเนอร์เคม (Enerkem) จึงได้นำเสนอวิธีแก้ปัญหาผ่านโรงกลั่นชีวมวลที่ผลิตโดยใช้ขยะมูลฝอยจากชุมชนเป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยโครงการนี้เป็นโครงการที่ได้ดำเนินการร่วมกับภาครัฐ

นอกจากการใช้ขยะมูลฝอยจากชุมชน เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในแคนาดาแล้ว เศษเหลือจากการเกษตรและป่าไม้เป็นอีกกลุ่มวัตถุดิบหนึ่งที่มีการผลักดันให้เกิดการนำมาสร้างมูลค่าและทำให้เกิดการใช้ประโยชน์ เศษจากป่าเหล่านี้มีราคาต่ำกว่าของเสียจากเมือง แต่โครงสร้างคาร์บอนมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันและ "คงที่" มากกว่า (เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนินและสารสกัด) ราคาของเศษเหลือจากการเกษตรและป่าไม้อยู่ที่ 60-80 เหรียญสหรัฐต่อตัน มีปริมาณผลผลิตที่ได้อยู่ประมาณ 68 ล้านตันต่อปี

1) อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพในแคนาดา

อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพในแคนาดาเข้าสู่ยุคโรงกลั่นชีวภาพรุ่นที่สองที่จะต้องเผชิญการแข่งขันกับพลังงานฟอสซิลและเอทานอลรุ่นแรก ที่สามารถดำเนินการได้โดยที่ไม่ต้องพึ่งการอุดหนุนจากภาครัฐ วัตถุดิบที่สำคัญในกระบวนการผลิตชีวมวลที่จำเป็นต่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ ได้แก่

- ชีวมวลแต่ละประเภทจะต้องถูกนำเข้าสู่กระบวนการแปลงสภาพที่เหมาะสม
- วัสดุที่มีลักษณะเนื้อที่แตกต่างกันอย่างมาก เช่น ขยะมูลฝอยจากชุมชนควรถูกแปลงเป็นตัวกลางที่เป็นเนื้อเดียวกัน หรือเข้าสู่กระบวนการจัดเตรียมปรับสภาพวัตถุดิบก่อนที่จะส่งต่อเข้าสู่กระบวนการผลิต
- วัสดุที่มีลักษณะเนื้อที่แตกต่างกันน้อยกว่า เช่น สารตกค้างลิกโนเซลลูโลสที่ควรมีการจัดการโดยการแยกส่วนก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต

ทั้งนี้ ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านการขนส่ง ทั้งในส่วนของวัตถุดิบชีวมวลและการขนส่งเชื้อเพลิงชีวภาพที่ได้หลังจากทำการผลิตแล้ว ซึ่งต้องมีการขนส่งกระจายอยู่ทั่วประเทศแคนาดาซึ่งมีพื้นที่ขนาดใหญ่ วัตถุดิบชีวมวลมีกระจายอยู่ทั่วไปและมีประชากรกระจายอยู่ทั่วไปเช่นกัน โรงกลั่นชีวภาพขนาดเล็กมีความเป็นไปได้ในการได้รับการพิจารณาเพื่อจำกัดต้นทุนการขนส่งในพื้นที่ ซึ่งเป็นแนวทางเดียวกับที่มีการดำเนินการสอดคล้องกับในยุโรปและสหรัฐอเมริกา

2) การพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในรูปแบบต่างๆ

- Bio Fuel Net Canada (BFN)

Bio Fuel Net Canada (BFN) เป็นโครงการที่ริเริ่มโดยรัฐบาลแคนาดาเพื่อสร้างให้เป็นเครือข่ายที่ดำเนินการแบบบูรณาการระหว่างนักวิจัยจากหน่วยงานด้านวิชาการและพันธมิตรผู้ประกอบการจากภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งหน่วยงานภาครัฐ โดยริเริ่มให้มีความร่วมมือเพื่อเร่งการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพขั้นสูงที่ยั่งยืน งานวิจัยของ BFN ได้รับทุนจากการสนับสนุนจากภาครัฐและภาคเอกชนและวางโครงสร้างการศึกษาตามรูปแบบของวัตถุดิบเพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์และความยั่งยืนทางสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ในโครงการนี้ประกอบด้วยการวิจัยทางวิชาการที่พัฒนาขยายขอบเขตองค์ความรู้ให้กับผู้เกี่ยวข้อง เช่น การจัดหลักสูตรออนไลน์ การสัมมนาผ่านเครือข่ายออนไลน์ การสร้างกิจกรรมเครือข่ายขนาดใหญ่ การจับคู่ระหว่างธุรกิจกับธุรกิจ การติดตามการลงทุนและการสื่อสารประชาสัมพันธ์ข้อมูล รวมทั้งการให้คำปรึกษาด้านนโยบายและกฎระเบียบ การดำเนินการของ BFN ดำเนินการผ่านมหาวิทยาลัยแมคกิลล์ (McGill University) มหาวิทยาลัยด้านการวิจัย

ตั้งอยู่ในมอนทรีออล รัฐควิเบก ประเทศแคนาดาที่เป็นเจ้าภาพหลัก และยังร่วมกับ 27 มหาวิทยาลัยในแคนาดา องค์กรพันธมิตร 140 แห่ง ในโครงการประกอบด้วยนักวิจัย 175 คน และได้รับทุนจาก BFN จำนวน 73 คน นอกจากนี้ การดำเนินการของโครงการนี้ยังมีการเชื่อมโยงเครือข่ายความร่วมมือไปยังหน่วยงานในประเทศต่างๆ กว่า 60 แห่ง

การดำเนินการของ BFN ในช่วงปี 2555 ถึง 2560 ได้รับเงินช่วยเหลือ 25 ล้านดอลลาร์ผ่านโปรแกรม Federal Network of Centers of Excellence กิจกรรม Bio Fuel Net มุ่งเน้นไปที่การปลดล็อกศักยภาพของวัตถุดิบ ลิกโนเซลลูโลสและวัตถุดิบขั้นสูงอื่น สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพขั้นสูงด้วยลิกโนเซลลูโลสซึ่งประกอบไปด้วยมวลชีวภาพกว่าร้อยละ 90 ที่มีอยู่ในแคนาดา หัวใจสำคัญของการเติบโตของอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพของแคนาดาคือการแปลงชีวมวลไปเป็นเชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ

- โรงงานผลิตกรดซัคซินิกจากชีวภาพ โดย BioAmber โดย Walters Inc.

ไบโอแอมเบอร์ (Bio Amber) โดย Walters Inc. เป็นโรงงานผลิตกรดซัคซินิกจากชีวภาพที่ใหญ่ที่สุดในโลกในเมืองซาร์เนียประเทศแคนาดา เป็นความร่วมมือในรูปแบบความร่วมมือของรัฐร่วมเอกชน (PPP) การเปิดโรงงานไบโอแอมเบอร์ (Bio Amber) ซาร์เนีย เป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาศูนย์อุตสาหกรรมชีวภาพที่มีเอกลักษณ์เฉพาะของซาร์เนีย การผลิตสินค้าคุณภาพดีและการส่งออกจำนวนมากไปยังตลาดที่หลากหลายโดยการสนับสนุนอย่างเต็มที่จากรัฐบาลออนแทริโอ (Ontario) เป็นการสร้างกระบวนการผลิตและพัฒนาสารเคมีที่ยั่งยืนโดยไบโอแอมเบอร์ (Bio Amber) ซึ่งทำงานจากภายในกลุ่มผู้ประกอบการคลัสเตอร์เคมีในซาร์เนีย ถือเป็นการดำเนินงานที่ส่งผลดีต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมสำหรับชุมชนอย่างมาก

โรงงานซาร์เนีย ซึ่งผลิตกรดซัคซินิกชีวภาพจากชีวภาพ เปิดให้บริการในเดือนสิงหาคม 2558 มีกำลังการผลิต 30,000 ตันต่อปีโดยสร้างขึ้นด้วยต้นทุน 141.5 ล้านเหรียญสหรัฐ การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีต้นทุนต่ำกว่าการผลิตจากน้ำมัน รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 100 เมื่อเทียบกับกระบวนการผลิตเทียบเท่าที่ใช้ปิโตรเลียม

ในด้านความต้องการสารเคมีสำเร็จรูปจากพลังงานทดแทนมีความต้องการที่มากขึ้นในตลาดโลก โดยกรดซัคซินิกเป็นส่วนประกอบสำคัญที่สามารถใช้ในพลาสติก สี สิ่งทอและสีเคลือบ หนังเทียม อาหาร ผลิตภัณฑ์ปรุงแต่งรส และผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคล โครงการนี้สร้างความต้องการแรงงานในด้านการก่อสร้างกว่า 300 คนและแรงงานเต็มเวลา 60 ตำแหน่ง โครงการนี้ได้รับการสนับสนุน

ทางการเงินจากภาครัฐและสามารถชำระคืนได้สูงถึง 12 ล้านเหรียญสหรัฐผ่านโครงการ FedDev Ontario Prosperity Initiative สำหรับการก่อสร้างและการดำเนินงานของโรงงาน

- โรงกลั่นชีวภาพจากเซลลูโลส โดย Ensyn

บริษัท Ensyn และพันธมิตรคือ บริษัท Arbec และกลุ่ม Groupe Rémabec ได้เริ่มพัฒนาโครงการก่อสร้างโรงกลั่นชีวภาพจากเซลลูโลส ในปี 2559 โดยตัดสินใจลงทุนก่อสร้างโรงงานขนาดกำลังการผลิต 10.5 ล้านแกลลอนที่เมืองพอร์ตคาร์เทียร์ (Port-Cartier) รัฐควิเบก (Quebec) ประเทศแคนาดา ซึ่งการก่อสร้างแล้วเสร็จและสามารถเดินเครื่องผลิตจำหน่ายได้ตั้งแต่ปี 2560 เป็นผลให้สามารถใช้วัตถุดิบจากป่าและของเหลือจากป่าอื่นๆ จากแหล่งในท้องถิ่นประมาณ 65,000 ตันแห้งต่อปีไปผลิตเป็นน้ำมันดิบชีวภาพ ขายให้กับลูกค้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกาและในแคนาดาตะวันออกเพื่อให้ความร้อนและเป็นวัตถุดิบทดแทนสำหรับโรงกลั่นปิโตรเลียมสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงขนส่งคาร์บอนต่ำ และปัจจุบันได้ขยายการดำเนินกิจการโรงกลั่นน้ำมันชีวภาพเซลลูโลสขนาดเล็กในเมืองเร็นฟริว (Renfrew) รัฐออนตาริโอ (Ontario) จุดเด่นของโรงกลั่นชีวภาพจากเซลลูโลสนี้คือ ระบบการผลิตที่สามารถควบคุมปริมาณการผลิตให้คงที่ได้ ทำให้สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำมันดิบชีวภาพให้กับฐานลูกค้าในแคนาดาและสหรัฐอเมริกาได้ในปริมาณแน่นอน

คู่ค้าสำคัญของโรงกลั่นชีวภาพเซลลูโลส Ensyn ในโครงการนี้ ได้แก่ Arbec ซึ่งเป็น บริษัทที่ทำกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากป่าที่ดำเนินกิจการในแคนาดาตะวันออก โดยเป็นเจ้าของโรงงานแปรรูปไม้สิบสองแห่งในควิเบกและนิวบรันสวิก โดยพันธมิตรอีกรายได้แก่ Groupe Rémabec ซึ่งเป็นบริษัทผลิตภัณฑ์จากป่าไม้รายใหญ่ที่ดำเนินงานในควิเบกโดยมุ่งเน้นที่การเก็บเกี่ยวไม้และการแปรรูปไม้ Groupe Rémabec จำหน่ายไม้แปรรูปได้มากกว่า 3,000,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

ในด้านการจัดหาเงินทุน รัฐบาลของแคนาดาและควิเบกมีบทบาทสำคัญในการจัดหาเงินทุนของโครงการ ค่าใช้จ่ายรวมของโครงการคิดเป็นประมาณ 79.7 ล้านเหรียญสหรัฐโดยแบ่งออกเป็นค่าใช้จ่ายในส่วนต่างๆ ได้แก่

- เทคโนโลยีการพัฒนาอย่างยั่งยืนของแคนาดา 20.88 ล้านเหรียญสหรัฐ
- โครงการ Natural Resources Canada’s Investments in Forest Industry Transformation 13.54 ล้านเหรียญสหรัฐ
- โครงการ Investissement Québec 7.74 ล้านเหรียญสหรัฐ
- รัฐบาลควิเบก 17.02 ล้านเหรียญสหรัฐ

7.2 การพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่ในภูมิภาคยุโรป

7.2.1 การพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในสหภาพยุโรป

สหภาพยุโรปได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ให้เติบโตเข้าสู่การเป็นระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญในยุโรปภายในปี 2573 องค์ประกอบหลักของการพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในปัจจุบันและในอนาคตคือการย่อยสลายทางชีวภาพและแปรรูปชีวมวลให้เป็นผลิตภัณฑ์และพลังงานที่เป็นที่ต้องการของตลาดอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังรวมถึงการใช้วัตถุดิบและการผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่หลากหลายมากขึ้นกว่าในปัจจุบัน

วิสัยทัศน์ของการพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในสหภาพยุโรปที่กำหนดไว้ในปี 2573 เพื่อให้การดำเนินโครงการเกิดการบูรณาการที่ดีและดำเนินงานอย่างยั่งยืนมากขึ้น ซึ่งผลจากการดำเนินการนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคในการดำเนินการตลอดทั้งโซ่คุณค่าได้ถูกกำจัดออก การที่จะจัดการโครงการและทำให้เกิดประสิทธิภาพในการพัฒนาได้นั้น จะเป็นต้องอาศัยการวิจัยและศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในหลายด้าน ในปี 2563 โครงการได้มีการระบุประเด็นการวิจัยที่สำคัญแบ่งได้เป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) การผลิตและการจัดหาชีวมวล (รวมถึงโลจิสติกส์) 2) การแปรรูป 3) การบูรณาการทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง (การเพิ่มประสิทธิภาพห่วงโซ่คุณค่า การรวมกระบวนการและการประเมินความยั่งยืนโดยรวม) และ 4) การพัฒนาตลาด (จากการวิจัยสู่ตลาด) เพื่อดำเนินการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับการนำไปสู่การวางแผนโครงการเพื่อให้การดำเนินโครงการเกิดความสำเร็จที่ดียิ่งขึ้น

เป้าหมายของการแปรรูปชีวมวลในภูมิภาคยุโรป เน้นการให้ความสำคัญกับความสามารถในการผลิตที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น การใช้สารอาหารและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และการสร้างภูมิต้านทานให้พืชวัตถุดิบสามารถทนต่อศัตรูพืชและโรคมากขึ้นโดยการปรับปรุงสายพันธุ์ รวมทั้งการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการเพาะปลูกพืช การแก้ปัญหาในเรื่องความเหมาะสมของของดินต่อการเพาะปลูกตลอดจนสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในภาคพื้นทวีปยุโรป การพัฒนาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเมตาบอลิซึมและโครงสร้างของพืช โดยเฉพาะพืชลิกโนเซลลูโลสหรืออาหารสัตว์ เพื่อจัดหาชีวมวลคุณภาพดีอย่างเพียงพอและยั่งยืนสำหรับตอบสนองอุตสาหกรรมในอนาคต นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับการขนส่งตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจนถึงการขนส่งเข้าสู่โรงงานผลิตที่ต้องมีการพิจารณาโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของความต้องการของตลาดที่มีขนาดแตกต่างกันไปทั้งตลาดขนาดเล็กจนไปถึงตลาดขนาดใหญ่มาก ซึ่งหากมีความเป็นไปได้ควรได้รับการปรับให้เหมาะสมเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายได้ ตั้งแต่การผลิตในขนาดการผลิตที่มีขนาดเล็กมากเท่าที่จะเป็นไปได้

การปรับปรุงห่วงโซ่คุณค่าของวัตถุดิบชีวมวลสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหารนั้นต้องสร้างให้เกิดความยั่งยืนของอุปทาน รวมถึงความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ที่มีการปรับให้เหมาะสมและพัฒนาเทคนิคเพื่อผลิตวัตถุดิบจากพื้นที่เกษตรกรรมที่มีอยู่ให้เพียงพอ

ในการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในสหภาพยุโรปนั้น ให้ความสำคัญกับการวิจัยในขั้นตอนต่างๆ ของการผลิตเพื่อนำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่มีคุณสมบัติดีขึ้น รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพและเกิดความคุ้มค่ามากขึ้น โดยให้ความสำคัญตั้งแต่กระบวนการเตรียมการก่อนการผลิตไปจนถึงการจัดส่ง ซึ่งได้มีการวิจัยถึงแนวทางที่ต้องดำเนินการพัฒนาต่อเนื่องเพื่อให้เกิดการผลิตที่ดียิ่งขึ้นต่อไป ดังตัวอย่างเช่น

- กระบวนการจัดเตรียมวัตถุดิบชีวมวลก่อนการเริ่มต้นกระบวนการผลิต ให้ความสำคัญกับการพัฒนาและปรับแต่งวัตถุดิบชีวมวลให้เหมาะสมกับกระบวนการเพื่อไม่เกิดปัญหาในระหว่างการผลิต
- สำหรับในกระบวนการผลิต ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังเห็นการพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ควรต้องเร่งดำเนินการปรับปรุงเทคโนโลยีการสลายลิกโนเซลลูโลสให้ดีขึ้นเพื่อพัฒนาเอนไซม์ในการผลิตที่มีประสิทธิภาพและเกิดความคุ้มค่ามากขึ้น และสำหรับกระบวนการผลิตควรมุ่งเน้นไปที่การขยายขนาดและบูรณาการกระบวนการที่มีอยู่ร่วมกับการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย เช่น การทำให้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายประเภทต่างๆ มีความบริสุทธิ์ยิ่งขึ้น การแปลงตัวเร่งปฏิกิริยาและการพัฒนากระบวนการไพโรไลซิส ให้สามารถทำการผลิตได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นรวมถึงการมีความสามารถในการสกัดที่ดียิ่งขึ้น
- การพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาใหม่ที่เหมาะสำหรับวัตถุดิบชีวมวล ส่วนประกอบ โดยให้สามารถทำงานได้ในตัวกลางที่เหมาะสมหรือแม้แต่การผลิตภายใต้ตัวกลางพื้นฐาน เช่น น้ำ เพื่อให้เกิดความได้เปรียบในด้านเทคโนโลยีการผลิต รวมถึง กระบวนการทางชีวเคมี โดยการพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาใหม่ กลุ่มจุลินทรีย์และเอนไซม์ จากองค์ความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับจุลชีววิทยาที่ต้องสามารถพัฒนาไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ได้
- การวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการปลายน้ำ การแยก การทำให้บริสุทธิ์ และการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำ เนื่องจากน้ำจะเป็นสื่อทำปฏิกิริยาสำหรับกระบวนการเร่งปฏิกิริยาในโรงไฟฟ้าชีวภาพในอนาคต ในการพัฒนาอุตสาหกรรมจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาคัดเลือกพื้นที่ที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่สอดคล้องกับการจัดตั้งโรงงาน

- การผสมผสานทั้งการเร่งปฏิกิริยาทางเคมีและทางชีวเคมี เพื่อสร้างชุดเครื่องจักรในการแปลงชีวมวล ร่วมกับการพัฒนาเทคโนโลยีการเปลี่ยนลิกนินกรดไขมันและโพลีเมอร์ธรรมชาติอื่นอย่างเป็นระบบ ตลอดจนการวิจัยทางชีววิทยาสังเคราะห์โดยใช้เทคนิคการหมักขั้นสูงในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ

หัวใจสำคัญของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่คือการบูรณาการกระบวนการต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญของการแก้ปัญหาในอนาคต รูปแบบและแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในสหภาพยุโรปนี้จะคำนึงถึงการรีไซเคิลและการจัดการของเสีย ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ได้อย่างเป็นองค์รวม จึงได้มีการดำเนินการผ่านการสร้างโรงงานต้นแบบขึ้นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโรงกลั่นชีวภาพแบบบูรณาการที่สามารถใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ได้อย่างหลากหลายภายใต้กระบวนการสำหรับวัตถุดิบตั้งต้นหลายชนิด นอกจากนี้ ในการวางระบบของโรงงานยังต้องให้ความสำคัญกับการเข้าใจระบบโรงกลั่นชีวภาพแบบบูรณาการตลอดห่วงโซ่คุณค่า เพื่อให้เกิดการวางระบบที่เกิดการสร้างผลิตภัณฑ์ที่เชื่อมโยงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดภายใต้ความสอดคล้องของแนวโน้มของตลาด ตลอดจนนโยบายที่เกี่ยวข้องกับชีวมวล ความคาดหวังของลูกค้า สภาวะตลาด และการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายด้านพลังงานชีวภาพของภูมิภาค

การดำเนินการในภูมิภาค มีการดำเนินการส่งเสริมโรงกลั่นชีวภาพในชนบทซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญในการจัดหาวัตถุดิบ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการหมุนเวียนของทรัพยากร เช่น ของเสีย พลังงาน น้ำ แร่ธาตุหรือสารเคมีที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งจำเป็นต้องมีการวิจัยเพื่อทำความเข้าใจผลกระทบของการรวมกลุ่มของระบบการปลูกพืชชีวมวลและโรงผลิตทางชีวภาพในภูมิภาคที่ครอบคลุมถึงความหลากหลายทางชีวภาพคุณภาพน้ำ ดิน และสภาพแวดล้อมธรรมชาติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนความซับซ้อนของเครือข่ายผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่เพื่อนำไปสู่การพัฒนากลยุทธ์ที่เป็นนวัตกรรมเพื่ออำนวยความสะดวกในความร่วมมืออย่างยั่งยืน

<u>การพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ภายใต้ โครงการ European Biorefinery</u>

European Biorefinery ได้มีการกำหนดวิสัยทัศน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของภูมิภาคสำหรับปี 2573 โดยกำหนดเป้าหมายไปสู่ความร่วมมือในการสร้างรูปแบบเทคโนโลยีร่วมกัน การบรรลุวิสัยทัศน์นี้เป็นส่วนสำคัญของพัฒนาการของเศรษฐกิจฐานชีวภาพของยุโรปอย่างยั่งยืน โดยมีเครือข่ายของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่เป็นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญ

แนวทางการแปรสภาพชีวมวลในยุโรปจะถูกดำเนินการให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้ที่ดินในปัจจุบัน โดยเฉพาะการพัฒนาพื้นที่ป่า การปลูกพืชยืนต้นเพิ่มขึ้น อันจะส่งผลกระทบในทางบวกกับการจัดการทรัพยากรน้ำ เช่นการเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำในดินและลดการกัดเซาะหน้าดิน ซึ่งในช่วงเริ่มต้น พืชผลทางการเกษตรแบบดั้งเดิม เช่น ธัญพืช มันฝรั่ง บีทรูท และเรพซีด รวมถึงไม้และเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรจะเป็นแหล่งวัตถุดิบหลักของชีวมวล แต่หลังจากปี 2563 เป็นต้นมา การใช้วัตถุดิบจะให้ความสำคัญมากขึ้นกับพืชลิกโนเซลลูโลส ทั้งจากฟาร์มและพืชหมุนเวียนจากป่าไม้ รวมทั้งการนำสาหร่ายมาเป็นหนึ่งในวัตถุดิบด้วย ยกเว้นในบางพื้นที่ เช่น ภูมิภาคตอนเหนือของยุโรปที่ยังจำเป็นต้องทำการผลิตจากวัตถุดิบที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลต่อต้นทุนการเก็บเกี่ยว การขนส่งและการพัฒนาตลอดโซ่คุณค่าโดยรวม อย่างไรก็ตาม แนวโน้มการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในอนาคตของยุโรปจะอยู่ภายใต้ความไม่แน่นอนในระดับสูงอันเนื่องมาจากปริมาณผลผลิตของพืชและความพร้อมของที่ดิน แม้ว่าความสามารถในการปรับปรุงผลผลิตทั้งทางเทคนิคและวิทยาศาสตร์ได้มีการพัฒนาไปมาก แต่ประเด็นสำคัญที่ส่งผลได้แก่ ความพร้อมของที่ดิน การปรับปรุงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการเพาะปลูก ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรไม่สม่ำเสมอ รวมทั้งการปรับปรุงคุณภาพผลผลิตเพื่อตอบสนองความมั่นคงทางอาหารให้กับทั้งอาหารคนและอาหารสัตว์จะมีอิทธิพลต่อความต้องการผลิตผลทางการเกษตรและการทั่วโลก ความต้องการอาหารนี้ทำให้เกิดแรงกดดันมากขึ้นต่อการใช้พื้นที่และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตชีวมวลและการลดการสูญเสียในห่วงโซ่อุปทานทางการเกษตร ที่เพื่อให้ในท้ายที่สุดนั้นจะสามารถปรับปรุงผลผลิตได้ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

การกำหนดวิสัยทัศน์ของการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในปี 2573 นี้ ถูกพัฒนาโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่จำนวนมากที่ส่งผลต่อการพัฒนาในภาคและการพัฒนาภายในอุตสาหกรรม ซึ่งต้องสามารถพัฒนาควบคู่กันได้อย่างบูรณาการเพื่อให้ในปี 2573 อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของสหภาพยุโรปเป็นผู้นำระดับโลกและสามารถกลายเป็นผู้นำของโลกในด้านเศรษฐกิจฐานชีวภาพ โดยมีนวัตกรรมที่สามารถแข่งขันได้จากความร่วมมือระหว่างสถาบันวิจัย ภาคอุตสาหกรรม ป่าไม้ และภาคเกษตรกรรม และการสนับสนุนของภาคประชาสังคมด้วย

การเชื่อมโยงทุกภาคส่วนในโซ่มูลค่าเพื่อสร้างให้เกิดกำไรในระดับที่น่าสนใจในระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพของอุตสาหกรรมชีวภาพของยุโรปเกิดจากการเป็นผู้นำระดับโลกในการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบชีวมวลได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความยืดหยุ่น การดำเนินการนี้คาดการณ์ว่า ในปี 2573 ความต้องการโดยรวมของยุโรปสำหรับอาหาร สารเคมี พลังงาน วัสดุ และเส้นใยที่เกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรมทั้งหมดจะถูกทดแทนด้วยการผลิตจากเทคโนโลยีชีวภาพ

- ร้อยละ 30 ของการผลิตสารเคมีจะมาจากวัตถุดิบและกระบวนการทางชีวภาพ โดยในกลุ่มผลิตภัณฑ์หลักได้แก่สารเคมีและโพลีเมอร์มูลค่าเพิ่มสูงและสารเคมีคุณภาพสูงที่จะมีสัดส่วนความต้องการผลผลิตจากวัตถุดิบชีวภาพมากกว่าร้อยละ 50 อย่างไรก็ตามสำหรับสารเคมีในกลุ่มสินค้าโภคภัณฑ์จะมีปริมาณความต้องการเพียงประมาณร้อยละ 10 เท่านั้นที่จะมาจากการผลิตด้วยวัตถุดิบหมุนเวียน
- ร้อยละ 25 ของความต้องการพลังงานสำหรับการขนส่งของยุโรปได้รับการจัดหาโดยเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยเฉพาะเชื้อเพลิงชั้นสูง เช่น เชื้อเพลิงเจ็ทชีวภาพ (Bio jet fuel)
- ตลาดยุโรปสำหรับเส้นใยชีวภาพและโพลีเมอร์ เช่น วิสโคสเส้นใยคาร์บอนอนุพันธ์นาโนเซลลูโลสและพลาสติกชีวภาพจะยังคงเติบโตอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์เส้นใยแบบดั้งเดิม เช่น กระดาษจะยังคงมีการอยู่เช่นเดิม เนื่องจากมีความชีวภาพอยู่แล้ว
- วัสดุและวัสดุผสมชีวภาพรุ่นใหม่ จากกระบวนการไบโอรีไฟเนอรี่ช่วยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติที่ดียิ่งขึ้นสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์และการก่อสร้าง
- ร้อยละ 30 ของการผลิตความร้อนและพลังงานของยุโรปจะเป็นการผลิตมาจากชีวมวล

เป้าหมายของการพัฒนา European Biorefinery ในปี 2573 กำหนดให้เกิดการผลิตผลิตภัณฑ์ไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefineries) ชีวภาพที่หลากหลาย ภายใต้ความสามารถในการแข่งขันของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ต้องสามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์จากกลุ่มฟอสซิลได้อย่างเต็มที่ เพื่อทำให้ยุโรปกลายประเทศภูมิภาคที่มีการเติบโตทางเศรษฐกิจด้วยระบบเศรษฐกิจฐานชีวภาพ เป็นผู้นำสำคัญในอุตสาหกรรม ไบโอรีไฟเนอรี่ที่ครบวงจร มีประสิทธิภาพในการผลิตสูงจากการดำเนินการแบบบูรณาการและเกิดความสามารถในการแข่งขันได้ โรงกลั่นชีวภาพที่จะดำเนินการนั้นมีแนวทางการดำเนินการหลายประเภทเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นประเภทของวัตถุดิบชีวมวล วัตถุดิบทางการเกษตร และการเลือกเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เหมาะสมห่วงโซ่อุปทาน สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีหลากหลายและเกิดความยืดหยุ่นในการดำเนินการ

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของยุโรปยังถูกวางเป้าหมายเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหาพืชผลทางการเกษตรที่หลากหลาย สารตกค้าง อาหารเกษตรหรือขยะในเมืองป่าไม้หรือจากภาคเกษตรกรรม ซึ่งยิ่งทำให้เกิดความต้องการในการที่จะพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ที่ดียิ่งขึ้น โดยจะต้องเชื่อมโยงต่อไปยังการปรับปรุงการผลิตพืชอาหารคนและพืชอาหารสัตว์ ทั้งนี้เทคโนโลยีในการพัฒนาขึ้นดังกล่าวโดยเฉพาะการผลิตด้วยวัตถุดิบชีวมวลอเนกประสงค์นั้นเป็นการพัฒนา

โดยเฉพาะและเป็นลิขสิทธิ์ของโรงกลั่นชีวภาพหลายแห่งที่ได้มีการร่วมพัฒนาขึ้นเพื่อสร้างความยืดหยุ่นและลดความเสี่ยงในด้านวัตถุดิบที่จะป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมในยุโรปได้พัฒนาเครือข่ายที่กว้างขวางยิ่งขึ้นเพื่อเร่งเข้าสู่การพัฒนาเศรษฐกิจฐานชีวภาพ ซึ่งไม่ได้กระจุกอยู่เพียงแต่ในภาคเมืองหรือภาคอุตสาหกรรมเท่านั้น ยังได้มีการพยายามเชื่อมโยงเข้าสู่การฟื้นฟูแข่งขันและการสร้างองค์ความรู้ไปยังภาคชนบท การพัฒนาโรงกลั่นชีวภาพในภูมิภาคและในชนบทในการผลิตอาหาร เชื้อเพลิงชีวภาพ และผลิตภัณฑ์ชีวภาพจำนวนมากจากชีวมวลในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน ซึ่งการดำเนินการนี้นำไปสู่การเติบโตทางเศรษฐกิจที่สำคัญและสร้างงานหลายล้านตำแหน่งในพื้นที่ชนบท การพัฒนาเทคโนโลยีชั้นสูงที่มีนวัตกรรมกำลังเติบโตอย่างก้าวกระโดด การเป็นผู้เชี่ยวชาญในการผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงจากเศษชีวมวลและกระบวนการหลักของไบโอรีไฟเนอรี่ การสร้างแรงงานทักษะในพื้นที่ชนบท ตลอดจนการกระจายความเจริญไปในท้องถิ่น ได้ถูกดำเนินการขึ้นตามแนวทางการพัฒนาของอุตสาหกรรมนี้

การรวมตัวกันของภาคอุตสาหกรรมชีวภาพตลอดห่วงโซ่อุปทานและการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้องในด้านนวัตกรรมจากแบบดั้งเดิมในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น เคมี พลังงาน การเกษตร และภาคการป่าไม้ โดยนำจุดแข็งที่สำคัญของแต่ละภาคส่วนมาบูรณาการร่วมกันเพื่อดึงดูดนักลงทุน ผู้กำหนดนโยบาย และคนรุ่นใหม่ที่มีความสามารถ เพื่อเป็นปัจจัยพื้นฐานสำหรับการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับแหล่งชีวมวล โดยมีแนวทางการทำงานที่เปิดกว้างและร่วมมือกันทำให้เกิดการทำงานร่วมกัน การศึกษาการวิจัยการพัฒนาและนวัตกรรมตลอดห่วงโซ่คุณค่าทางชีวภาพที่ถูกรวมเข้ากับแบบดั้งเดิมอย่างใกล้ชิดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่อุตสาหกรรมแปรรูปชีวมวลอย่างยั่งยืน ทำให้ยุโรปสามารถแข่งขันได้

การมุ่งเน้นในระยะยาวเกี่ยวกับความยั่งยืนและผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จะทำให้บริษัทในยุโรปมีความได้เปรียบในการแข่งขันในตลาดโลก ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ภายในปี 2573 การผสมผสานระหว่างมาตรฐานที่ก้าวหน้าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจะสร้างให้ผู้บริโภคเกิดการรับรู้และการติดฉลากเชิงนิเวศที่แพร่หลาย ทำให้มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ชีวภาพของยุโรปได้รับการพัฒนาเพื่อสร้างความยั่งยืนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ การออกแบบมาให้ผลิตภัณฑ์สามารถรีไซเคิลย่อยสลายได้ทางชีวภาพ หรือใช้ในการสร้างพลังงานชีวภาพในช่วงท้ายของวงจรผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการผลิตโดยใช้กระบวนการผลิตทางชีวภาพที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ประหยัดพลังงานสูง กระบวนการผลิตที่ไม่มีขยะหรือของเสีย อุตสาหกรรมการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และผลิตภัณฑ์ที่สร้างคาร์บอนเพียงเล็กน้อย

เส้นทางการพัฒนาโรงกลั่นชีวภาพที่หลากหลาย โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีไบโอรีไฟเนอรี่มาใช้จำเป็นต้องมีการจัดหาคัดเลือกเทคโนโลยีที่ดีที่สุดสำหรับวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย เพื่อสร้างความยืดหยุ่นและลดความเสี่ยงที่อาจเกิดได้จากปัญหาการจัดการกับวัตถุดิบชีวมวลหลายประเภท ซึ่งอาจจะต้องมีการผ่านกระบวนการเดียวหรือหลายขั้นตอนก่อนดำเนินการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ต้องการของตลาดและลดข้อจำกัดทางเศรษฐกิจ จากการที่ต้องมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำเพื่อให้สามารถแข่งขันได้ ทั้งนี้การศึกษาเพื่อให้เกิดการดำเนินการที่สามารถบูรณาการได้ตลอดห่วงโซ่คุณค่าจึงเป็นอีกองค์ประกอบสำคัญหนึ่งในการดำเนินการที่การพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในภูมิภาคนี้ให้ความสำคัญ โดยมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- การเพาะปลูกชีวมวล การเลือกวัตถุดิบพืชหมุนเวียน ความยั่งยืน การหมุนเวียนของเสียมาใช้ประโยชน์
- ระบบโลจิสติกส์ การเก็บเกี่ยว การรวบรวม การจัดเก็บการขนส่ง
- กระบวนการผลิต การเร่งปฏิกิริยาทางเคมี การเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพ กระบวนการทางเคมี และการที่มีความเหมาะสมในการทำงานร่วมกัน
- เทคนิคการแยกส่วนชีวมวลการสกัดน้ำมันการแยกผลิตภัณฑ์ปฏิกิริยา ฯลฯ
- การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ กระบวนการใหม่และชุดค่าผสมใหม่
- ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม การแข่งขันกับอาหารคน อาหารสัตว์ พืชดัดแปลงพันธุกรรม
- การศึกษาทางเศรษฐกิจและสังคมรวมถึงการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต
- การตั้งค่าข้อมูลจำเพาะและผลิตภัณฑ์ใหม่

<u>ปัจจัยแห่งความสำเร็จ</u>

ความสำเร็จของการพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในภูมิภาคยุโรปขึ้นอยู่กับขอบเขตของการบูรณาการที่สามารถทำได้ ความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน องค์กร ตลอดห่วงโซ่คุณค่าจะส่งผลดีต่อการดำเนินการ เช่น

- เกษตรกรหรือเจ้าของป่าที่มีอุตสาหกรรมแปรรูปคือตัวอย่างที่ชัดเจนที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการบูรณาการของภาคการจัดหาชีวมวลกับอุตสาหกรรมปลายน้ำ การใช้เทคโนโลยีและกระบวนการเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การผสานรวมยังสามารถเกิดขึ้นได้ระหว่างพื้นที่ผลิต เช่น การแบ่งปันระบบสาธารณูปโภคและการบำบัดของเสียร่วมกัน

- การร่วมกันจัดการในด้านการตลาด เพื่อตอบสนองตลาดยุคโลกาภิวัตน์หรือตลาดที่กว้างใหญ่ ซึ่งครอบคลุมหลายทวีป ดังนั้นการผสานรวมจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินการเชิงพาณิชย์และจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ไบโอรีไฟเนอรี่ที่เกิดขึ้นใหม่และอนาคต

นอกจากนี้ความสำเร็จของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ที่เกิดขึ้นใหม่และอนาคต ยังขึ้นอยู่กับแผนการร่วมมือแบบ win-win ระหว่างผู้เล่นในห่วงโซ่คุณค่า ด้านกลยุทธ์ธุรกิจของกิจกรรมบูรณาการและความร่วมมือนี้ครอบคลุมส่วนหนึ่งหรือแม้แต่ทั้งหมดของห่วงโซ่คุณค่าทางชีวภาพ หรือที่เรียกว่า "ห่วงโซ่ข้ามภาคส่วนเชิงกลยุทธ์และการพัฒนาเครือข่าย" ซึ่งจะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพห่วงโซ่คุณค่าทางเทคนิคได้

ความสนใจในห่วงโซ่มูลค่าโรงกลั่นชีวภาพแบบใหม่ที่ใช้ชีวมวลมาจากแนวคิดที่ตรงข้ามกัน 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่เดิม เช่น อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ หรืออุตสาหกรรมการเกษตรที่กำลังมองหาสิ่งใหม่ โอกาสทั้งสำหรับผลิตภัณฑ์ปัจจุบันหรือสำหรับวัตถุดิบชีวมวลที่แปรรูป 2) ผู้เข้าใหม่ เช่น บริษัทจากภาคเคมีและพลังงานที่มีความสนใจมากขึ้นในชีวมวลในฐานะวัตถุดิบใหม่ จึงนำมาซึ่งการพัฒนาห่วงโซ่และเครือข่ายพันธมิตรใหม่และรูปแบบธุรกิจในการสร้างแบบจำลองห่วงโซ่คุณค่าทางเทคนิคและการเพิ่มประสิทธิภาพให้วัตถุดิบชีวมวลที่เหมาะสม การแก้ปัญหาโลจิสติกส์ ในส่วนของการจัดหาชีวมวล และการทำงานเพื่อค้นหาสิ่งที่ดีที่สุดของกิจกรรมต่างๆ

นอกจากนี้ การบูรณาการกระบวนการผลิตต่าง ๆ เข้าด้วยกันยังต้องมีการพิจารณาวิเคราะห์ถึงระดับความเหมาะสมของขนาดการผลิตที่เชื่อมโยงกัน ซึ่งสามารถดำเนินการได้ทั้งในเชิงของการหมุนเวียนทรัพยากรเช่น พลังงานและน้ำ เฉพาะกระบวนการของโรงงานเดียวหรือสามารถรวมกระบวนการจากบริษัทที่แตกต่างกันในห่วงโซ่คุณค่า

ความท้าทายหลักโดยทั่วไป ของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในเชิงพาณิชย์ที่มีอยู่ในปัจจุบันเกิดจากห่วงโซ่คุณค่าที่มีการบูรณาการข้ามภาคส่วนในระดับต่ำ ตัวอย่างของยุโรป ได้แก่ แป้ง การแปรรูปและการผลิตกระดาษ การผลิตบางส่วนของชีวเคมีถูกรวมเข้ากับการผลิตกระดาษ แต่โดยทั่วไป ระดับการรวมกระบวนการผลิตไม่ได้มีมากนัก โดยเป็นความพยายามที่จะรวมการผลิตกลุ่มอาหารร่วมกับชีวมวลที่มีการผลิตพลังงาน (เชื้อเพลิงชีวภาพ) ซึ่งกลายเป็นประเด็นที่ถูกมองว่ามีความขัดแย้งกันอยู่ในแนวคิดเนื่องจากเป็นการแย่งวัตถุดิบกันในระหว่างอุตสาหกรรมพลังงานและอุตสาหกรรมอาหาร ทำให้

อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ถูกพัฒนาไปสู่แนวคิดการการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพเหลวที่รวมเข้ากับภาคป่าไม้และวัตถุดิบที่ไม่ใช่อาหาร เช่น การใช้ของเหลือจากป่ามาเข้าสู่กระบวนการ gasification

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการข้างต้น ได้แก่ ปัญหาการขาดความร่วมมือระหว่างอุตสาหกรรมต่างๆ ความท้าทายหลัก ได้แก่ การสร้างระดับที่เหมาะสมของการข้ามภาคส่วนที่จำเป็นต้องมีความร่วมมือเพื่อสนับสนุน biorefineries ในอนาคต อุตสาหกรรมแปรรูปชีวมวลที่มีอยู่ขึ้นอยู่กับการปรับให้เหมาะสมสำหรับวัตถุดิบบางชนิดหรือปลายน้ำโดยเฉพาะห่วงโซ่คุณค่า ตัวอย่างเช่น แป้งมันและน้ำมันพืช แม้ว่าอุตสาหกรรมทั้งสองจะรองรับผู้ใช้ปลายทางที่มีความหลากหลายมาก ในทำนองเดียวกันการป่าไม้ส่วนใหญ่จะจัดอยู่ในกลุ่มเยื่อและกระดาษหรือห่วงโซ่คุณค่าไม้ก่อสร้าง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มรูปแบบใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการจากการขนส่งภาคเชื้อเพลิงและพลังงาน อย่างไรก็ตามรูปแบบของการข้ามภาคส่วนความร่วมมือและการบูรณาการยังคงซับซ้อนและมีแนวโน้มจะจำกัดเฉพาะกิจกรรมสนับสนุน เช่น การผลิตพลังงานหมุนเวียนในโรงงานหรือการบำบัดน้ำ แต่ถึงอย่างไรความร่วมมือข้ามห่วงโซ่คุณค่าเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงในการพัฒนาใหม่ การดำเนินงานโรงกลั่นชีวภาพและห่วงโซ่คุณค่าและสามารถทำได้ผ่านการวางแผนร่วมกันที่ดี ซึ่งต้องอาศัยการเชื่อมโยงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่

<u>ประเด็นที่ต้องมีการวางแผนในกลุ่มองค์กรที่เกี่ยวข้อง</u> เช่น

- การเชื่อมโยงต่าง ๆ ในห่วงโซ่มีการจัดระเบียบอย่างไร รูปแบบระดับองค์กรและความร่วมมือการสร้างและการส่งเสริมการเชื่อมโยงและความร่วมมือระหว่างสองอุตสาหกรรมที่แยกจากกันก่อนหน้านี้ที่จำเป็นต้องมีการกำหนดแนวทางจัดการที่เหมาะสม
- ตำแหน่งของอุตสาหกรรมต่างที่เกี่ยวข้องจะมีลักษณะเป็นอย่างไร เช่น อุตสาหกรรมเกษตรที่อยู่ภายในห่วงโซ่คุณค่า การแข่งขันระหว่างอุตสาหกรรมที่อาจเกิดขึ้น เช่น ระหว่างเคมีและภาคอุตสาหกรรมเกษตร
- โอกาสในการสร้างคลัสเตอร์ระดับชาติหรือระดับภูมิภาค การจัดหาหรือการทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ
- วิธีการปฏิสัมพันธ์ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถนำมาใช้ในกระบวนการพัฒนาห่วงโซ่ข้ามภาคส่วนและเครือข่าย
- การหาพันธมิตรความร่วมมือที่เหมาะสม

- กลไกการเจรจาการสร้างความร่วมมือ การแบ่งปันผลประโยชน์ที่เหมาะสม
- การจัดการผู้ขายวัตถุดิบและลูกค้า
- ปัญหาทรัพย์สินทางปัญญาและลิขสิทธิ์
- การศึกษาพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดการบูรณาการผู้ผลิตในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ได้ตลอดจนความต้องการบุคลากรและความเชี่ยวชาญใหม่
- ประเด็นทางกฎหมายพิเศษที่ต้องดำเนินการ
- กรอบการกำกับดูแลอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณา เช่น มาตรฐาน REACH และกรอบการกำกับดูแลอื่นนอกเหนือจากด้านสิ่งแวดล้อม
- ผลกระทบจากท้องถิ่นหรือเวทีสาธารณะที่เกี่ยวข้อง
- วิธีการกำหนดราคาจะมีการพิจารณาอย่างไร ซึ่งต้องส่งผลต่อการกระตุ้นการลงทุนใน Biorefineries ใหม่และมีราคาทำกำไรได้อย่างยั่งยืนในอนาคต
- รูปแบบการทำสัญญาและข้อตกลงในการจัดหาชีวมวลและผลิตภัณฑ์ขั้นกลาง
- การแบ่งรายได้ระหว่างผู้เล่นในห่วงโซ่คุณค่า เกษตรกร โลจิสติกส์ อุตสาหกรรม
- ทางเลือกในการลงทุนที่ดีที่สุดสำหรับโรงกลั่นชีวภาพใหม่หรือผลิตภัณฑ์ที่มีอนาคตสำหรับการขยายต่อยอดอุตสาหกรรมในอนาคต ต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นที่สูงขึ้นเพื่อให้ได้มาซึ่งความยืดหยุ่น สิ่งอำนวยความสะดวกเมื่อเริ่มต้นหรือจัดการกับการจัดระดับที่เป็นไปได้ ค่าใช้จ่ายในภายหลังร่วมกับการลงทุนเริ่มต้นที่ต่ำกว่า และต้นทุนในการเริ่มต้นสำหรับโรงกลั่นชีวภาพที่มีความยืดหยุ่นน้อย
- ทางเลือกทางการเงินที่เฉพาะเจาะจง เช่น กองทุนเพื่อการลงทุน
- แนวทางการพัฒนาความรู้ของผู้ลงทุน
- การดำเนินการด้านนโยบาย เช่น โปรแกรมแรงจูงใจด้านนโยบายต้องมีความชัดเจนสำหรับนักลงทุนและประกาศล่วงหน้าขั้นตอนที่เงินอุดหนุนมีผลบังคับใช้สำหรับจำนวนที่แน่นอน
- การวิเคราะห์ระดับการลงทุนที่เหมาะสม การลงทุนในขนาดเล็กอาจมีความเสี่ยงต่ำกว่าการลงทุนในเว็บไซต์ขนาดใหญ่
- แผนการจัดการที่เหมาะสมที่สุด หากจำเป็นต้องพัฒนาและเริ่มการผลิตชีวมวลใหม่และสถานการณ์ในอนาคตที่เป็นไปได้ รวมทั้งความพร้อมของวัตถุดิบ
- การสร้างกลไกการลงทุนใหม่ที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นการพัฒนาอย่างรวดเร็วของการริเริ่มข้ามภาคส่วน

- การพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการลงทุน
- การปรับปรุงเครือข่ายความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ
- การเตรียมพร้อมที่จะสร้างข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่จำเป็น กลไกการซื้อขายและการส่งเสริมอื่น ๆ
- การพัฒนาเครื่องมือประเมินความเสี่ยงใหม่ที่เหมาะสม
- การพัฒนากฎความปลอดภัยเฉพาะสำหรับโรงกลั่นชีวภาพ
- การเริ่มส่งเสริมนวัตกรรมการจัดการนวัตกรรมและนวัตกรรมข้ามภาคส่วนในรูปแบบดั้งเดิมที่มีอยู่
- การลงทุนพัฒนาธุรกิจบริการรอบโรงกลั่นชีวภาพ ผู้ให้บริการอุปกรณ์และเทคโนโลยีวิศวกรรม

การบูรณาการและเครือข่ายข้ามภาคส่วนเชิงกลยุทธ์ที่ประสบความสำเร็จนำไปสู่ความจำเป็นในการสร้างแบบจำลองทางเทคนิคที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น และการเพิ่มประสิทธิภาพภายในห่วงโซ่คุณค่าที่มีประสิทธิภาพ การผลิตผลิตภัณฑ์หลักมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ ดังนั้นการสร้างแบบจำลองห่วงโซ่คุณค่าทางเทคนิคและการเพิ่มประสิทธิภาพรูปแบบเดิมจะต้องได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิตเพื่อทำให้ห่วงโซ่คุณค่าในปัจจุบันมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ความท้าทายหลายประการสำหรับอุตสาหกรรมเกิดจากการขาดความเข้าใจและความสามารถในการคาดการณ์ประสิทธิภาพขององค์ประกอบของพืชและกระบวนการผลิตซึ่งเป็นเรื่องปกติที่ขั้นเริ่มต้นของการพัฒนานี้ ข้อจำกัดเหล่านี้นำไปสู่การหาแนวทางในการผลิตและตอบสนองต่อความต้องการของตลาด และจะนำไปสู่การพัฒนาอย่างต่อเนื่องสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในสหภาพยุโรป

ปัจจุบันห่วงโซ่คุณค่าทางชีวภาพภายใต้การพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของสหภาพยุโรปจะได้รับการออกแบบด้วยวิธีย่อยที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งอาจหมายถึง การจัดการวัตถุดิบชีวมวลที่ไม่เหมาะสม ห่วงโซ่คุณค่าทำให้เกิดความไร้ประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ การสูญเสียบางส่วนหรือการเสื่อมสภาพของตัวกลางผลิตภัณฑ์เนื่องจากการเชื่อมต่อที่ไม่ดีระหว่างห่วงโซ่คุณค่า ดังนั้นความท้าทายหลักคือการปรับปรุงการออกแบบห่วงโซ่คุณค่าในสถานการณ์ที่ประกอบด้วยผู้เล่นที่แตกต่างกันมากมาย เช่น เกษตรกร บริษัทผู้ผลิต ผู้ขนส่ง และบริษัทแปรรูป เป็นต้น จึงต้องคำนึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบห่วงโซ่คุณค่าทางชีวภาพแบบบูรณาการที่เกี่ยวข้อง เช่น

- โซ่คุณค่าชีวมวลใหม่จะมีลักษณะอย่างไร เช่น ลิกโนเซลลูโลสที่ได้รับการปรับให้เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับโดยผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด
- ระบบหลายผลิตภัณฑ์ที่ยืดหยุ่นสามารถพัฒนาได้อย่างไร
- ระบบนิเวศอุตสาหกรรมจะปรับให้เหมาะสมได้อย่างไร
- เกษตรกรจะได้รับการส่งเสริมให้ปลูกพืชชีวมวลให้มีคุณภาพได้อย่างไร
- อิทธิพลของการพัฒนาจีเอ็มโอที่ส่งผลกระทบตลอดห่วงโซ่เป็นอย่างไร
- ประเภทของโรงกลั่นชีวภาพและรูปแบบต่างๆจะมีประสิทธิภาพได้อย่างไร
- การปรับขนาดให้มีประสิทธิภาพจะทำได้อย่างไร และทำได้ด้วยกระบวนการเช่นใด ตลอดจนมาตราส่วนใดที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละกรณี
- ความเสี่ยงและผลประโยชน์สามารถประเมินและจัดการได้อย่างไร
- วิธีการออกแบบระบบสามารถประยุกต์ใช้และระบบได้อย่างไร
- แบบจำลองห่วงโซ่คุณค่าทางชีวภาพที่สมบูรณ์จะเป็นได้อย่างไร
- เครื่องมือในการออกแบบโรงกลั่นชีวภาพแบบบูรณาการเป็นอย่างไร เช่น ระบบที่ใช้ปัจจัยการผลิตและการผลิตชีวมวลที่หลากหลาย การพัฒนาผลผลิตที่หลากหลาย การสร้างมูลค่าแตกต่างกันอย่างไร
- ความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจโดยรวมของชีวมวลถูกกำหนดอย่างไร
- ข้อกำหนดมาตรฐานทั่วไปสำหรับวัตถุดิบมีอย่างไรบ้าง
- การประเมินมูลค่าวัสดุและสินค้าขั้นกลาง

ภายในปี 2573 คาดว่าเศรษฐกิจชีวภาพจะเติบโตขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในยุโรป เสาหลักของสิ่งนี้ทั้งในปัจจุบันและในอนาคตคือการย่อยสลายทางชีวภาพการแปรรูปชีวมวลอย่างยั่งยืน การสร้างผลิตภัณฑ์และพลังงานที่เป็นที่ต้องการของตลาดภาคยุโรปในปี 2573 จะพัฒนาขึ้นจากการก่อตั้งและการดำเนินงานโรงกลั่นชีวภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ เช่น อาหาร เชื้อเพลิงชีวภาพกระดาษ และขยายการดำเนินการไปสู่ภาคส่วนที่กว้างขึ้นและเติบโตมากขึ้น ในปี 2573 อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จะมีการใช้วัตถุดิบที่หลากหลายขึ้นและจะผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่หลากหลายมากขึ้นเมื่อเทียบกับปัจจุบัน ทั้งนี้ความสำเร็จดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ ปัญหาคอขวดหลายอย่างตามห่วงโซ่คุณค่าได้ถูกขจัดออกไป เพื่อจัดการกับความท้าทายเหล่านี้การวิจัยเชิงกลยุทธ์หลายพื้นที่จะต้องได้รับการพัฒนาภายในปี 2563 ด้วยนวัตกรรมเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยให้สามารถพัฒนาการดำเนินการต่างๆ ของโรงกลั่นชีวภาพให้มีความสามารถที่ดีขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว

7.2.2 การพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในอิตาลี

อิตาลีประสบความสำเร็จอย่างมากในด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพในภูมิภาคยุโรป แม้ว่าในอิตาลีเองจะยังไม่มียุทธศาสตร์เศรษฐกิจชีวภาพระดับชาติที่เป็นการเฉพาะก็ตาม แต่การดำเนินการเป็นไปตามกรอบกฎหมายที่ควบคุมด้านนวัตกรรมสิ่งแวดล้อม ความสำเร็จส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมและวิสัยทัศน์ของ Novamont ซึ่งเป็น บริษัท เคมีชีวภาพของอิตาลีใน Novara โดยมีโรงงานผลิต และสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการพัฒนาวิจัยกระจายอยู่ทั่วไปทั้งในประเทศและต่างประเทศ Novamont สามารถพัฒนาความเชี่ยวชาญในการผลิตพลาสติกที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพอันเป็นผลมาจากการห้ามใช้ถุงพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวในอิตาลี (OECD, 2013)

กฎหมายที่ควบคุมด้านนวัตกรรมสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในอิตาลี ได้แก่ นโยบายส่งเสริมกฎข้อบังคับฉบับแรก เริ่มดำเนินการในเดือนมกราคม 2554 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนการใช้ถุงพลาสติกแบบเดิมเป็นการทดแทนด้วยถุงที่ย่อยสลายได้ตามมาตรฐาน CEN Standard 13432 ซึ่งเป็นถุงที่มีอายุการใช้งานยาวนาน การริเริ่มนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการใช้นวัตกรรมและการเติบโตในสาขาอุตสาหกรรมที่ใช้ฐานชีวภาพทำให้บรรลุผลและเน้นย้ำการดำเนินมาตรการเฉพาะทางกฎหมายที่ครอบคลุมถึงผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมและสิ่งกระตุ้นสำหรับการลงทุนและการสร้างงาน โดยมีการดำเนินการที่สำคัญ เช่น

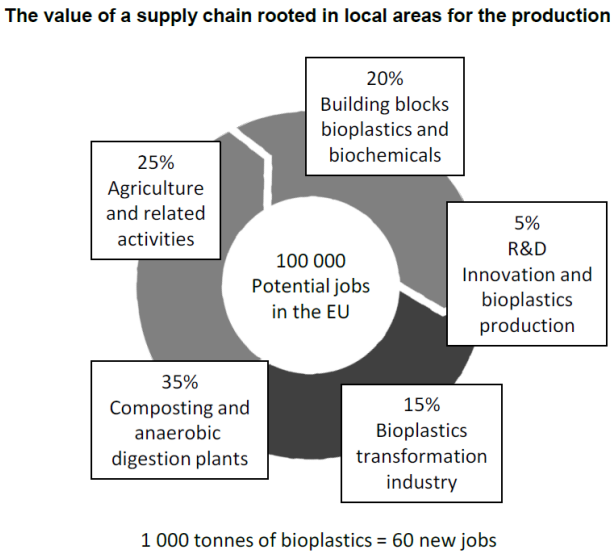
- Financial law 2007 (ปี 2550) เป็นการส่งเสริมทางการเงินในการดำเนินการด้านการลดการใช้ถุงพลาสติกในการซื้อสินค้า ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ให้เปลี่ยนมาเป็นการใช้ถุงที่ย่อยสลายทางชีวภาพและย่อยสลายได้หรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- DL152/2006 เป็นการแยกขยะอินทรีย์ที่จะรวบรวมในถุงที่ย่อยสลายได้ (EN13432) และถุงกระดาษหรือในถังให้ได้มากกว่าร้อยละ 65 ในปี 2555
- New law 28, 24 มี.ค. 2550 ถุงพลาสติกที่ไม่สามารถใช้ซ้ำได้จะต้องได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่ได้รับการรับรองว่าย่อยสลายได้ทางชีวภาพและย่อยสลายได้ตามบรรทัดฐาน EN13432 และการกำหนดเกณฑ์ความหนาเพิ่มสำหรับถุงที่ใช้ซ้ำได้

The Italian National Technological Cluster of Green Chemistry (SPRING) เป็นหน่วยงานด้านเทคโนโลยีสีเขียวแห่งชาติของอิตาลีเป็นผู้จัดทำแผนงานเพื่อวัตถุประสงค์สองประการ ได้แก่ 1) เสนอการดำเนินการตามนโยบายระดับภูมิภาคระดับชาติและระดับยุโรปเพื่อเอาชนะอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นและเข้าใจผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการในแง่ของความสามารถในการแข่งขัน การพัฒนา การจ้างงานและความยั่งยืน 2) เสนอรูปแบบของการวิจัยและพัฒนาที่มีความสำคัญและดำเนินการต่างๆ

ที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างความสมดุลของอุปสงค์และอุปทานระหว่างสมาชิก และกระตุ้นให้เกิดการสร้างความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงโอกาสในการระดมทุน

จากการดำเนินการของ Novamont ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จ อันเป็นผลมาจากการยอมรับบรรทัดฐานที่ชัดเจนและเรียบง่ายในพื้นที่ของการแยกขยะอินทรีย์และพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จากการดำเนินการข้างต้นสามารถสรุปวิวัฒนาการด้านการวิจัยและนวัตกรรมพลาสติกย่อยสลายได้จากแหล่งกำเนิดหมุนเวียน พบว่าเริ่มมีการแยกขยะอินทรีย์ในอิตาลีเพิ่มขึ้นจาก 2.6 ล้านตัน (ขยะอินทรีย์และขยะสีเขียว) ในปี 2549 เป็น 5.2 ล้านตันในปี 2556 โดยมีสิ่งสกปรกน้อยกว่าร้อยละ 4.8 ปัจจุบันมีโรงหมัก 240 แห่งและโรงย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจน 43 แห่งในอิตาลี ซึ่งเป็นการกระตุ้นอุตสาหกรรมพลาสติกชีวภาพที่เป็นการพัฒนามูลค่าเพิ่มที่แท้จริงในอิตาลี มีบทเรียนสำคัญหลายประการที่ได้เรียนรู้จากกรณีห่วงโซ่คุณค่าพลาสติกชีวภาพในอิตาลี ดังเช่น

- การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ (การสร้างขยะอินทรีย์) ทำได้โดยการใช้มาตรฐานที่เป็นไปได้และมีความทะเยอทะยานและสร้างการพัฒนาผ่านโซ่อุปทานในท้องถิ่นแบบบูรณาการ โดยเริ่มจากผลิตภัณฑ์ไม่ใช่จากเชื้อเพลิง
- เทคโนโลยีสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นปลายแบบดั้งเดิมได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง
- การทำงานและการวางกฎระเบียบร่วมกันระหว่างภาคส่วนต่างๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรม พื้นที่ท้องถิ่น เกษตรกรรม ภาคการศึกษา ศูนย์วิจัย สถาบันในท้องถิ่นระดับชาติและในยุโรป
- การเริ่มต้นจากพื้นที่ในท้องถิ่นและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตเป็นองค์ประกอบสำคัญของการประสบความสำเร็จในการดำเนินการ
- ข้อกำหนดทางกฎหมายเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการสร้างสรรค์นวัตกรรมและการพัฒนา
- การสร้างตลาดทดแทนคุณภาพสูงที่สามารถผสานการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมเข้ากับการเริ่มต้นใหม่ของห่วงโซ่การผลิตในท้องถิ่นเป็นหนึ่งแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญ



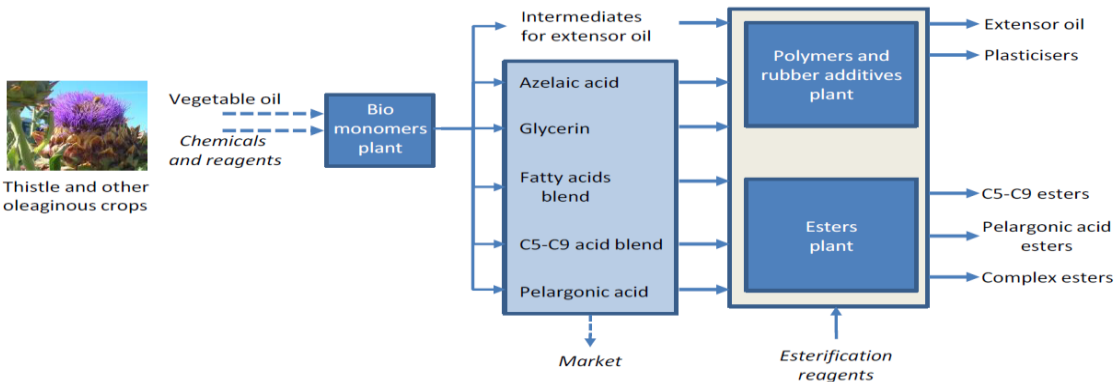
รูปที่ 7.1 มูลค่าที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาโซ่คุณค่าไปสู่ผลิตภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ
จากการผลิตในพื้นที่ชุมชน

เมื่อเปรียบเทียบถึงโรงงานผลิตสารเคมีชีวภาพและโรงกลั่นชีวภาพนั้น พบว่า มีลักษณะการแบ่งปันบางสิ่งที่เหมือนกัน แต่โรงงานผลิตสารเคมีชีวภาพจะมีลักษณะที่แตกต่างจากโรงกลั่นชีวภาพ ในส่วนของการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ วิสัยทัศน์ของ Novamont สำหรับโรงกลั่นชีวภาพในอนาคตคือ โรงกลั่นชีวภาพที่สามารถผสานรวมอยู่ในพื้นที่ท้องถิ่นได้ โดยมุ่งเน้นไปที่การผลิตสารเคมีและผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มสูงเป็นหลัก วัตถุดิบในท้องถิ่นที่หลากหลายจากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นลักษณะปกติที่เกิดขึ้นจากความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น การปรับเปลี่ยนอุตสาหกรรมใหม่ในพื้นที่ที่ไม่ได้รับการพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมหรือไม่มีความสามารถในการแข่งขันเป็นแนวทางที่ช่วยลดภาวะปัญหาที่เกิดขึ้นและได้แรงงานที่มีทักษะสูง เป้าหมายของบริษัทยังต้องการบูรณาการเทคโนโลยีและโรงงานผลิตที่ส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมต่ำ

การกำหนดวิสัยทัศน์นี้เป็นแนวทางที่สามารถดำเนินการไปสู่เป้าหมายได้ซึ่งมีความชัดเจนในแนวทางมากกว่ากรณีของพลาสติกชีวภาพ โซ่อุปทานจากวัตถุดิบชีวภาพจะส่งผลได้มีต่อพื้นที่และชุมชนในท้องถิ่นในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งไม่ปรากฏในห่วงโซ่อุปทานของปิโตรเคมี การเกิดอุตสาหกรรมชีวภาพจะสร้างงานและรายได้ให้กับแรงงานในประเทศและส่งผลต่อการเกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ เช่น การทำปุ๋ยหมักและการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจน และส่งเสริมการเกษตรในท้องถิ่น ซึ่งต่างจากกรณีของแรงงานในโซ่อุปทานของปิโตรเคมีซึ่งจะอยู่ในประเทศผู้ผลิตและส่งออกน้ำมันเท่านั้น

ตัวอย่างของพืชวัตถุดิบชนิดหนึ่งสำหรับอุตสาหกรรมชีวภาพได้แก่ คาร์ดูน (Cardoon) ซึ่งเป็นพืชที่มีลักษณะคล้ายหนามในตระกูลทานตะวัน สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศที่แห้งแล้งและสามารถเติบโตได้สูงประมาณ 1.5 เมตรหรือมากกว่านั้น ในบางประเทศถือเป็นวัชพืชที่รุกรานการเกษตรกรรม อย่างไรก็ตามพืชชนิดนี้มีลักษณะในการมาใช้เป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจสำหรับการกลั่นชีวภาพสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซล น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดของคาร์ดูนมีลักษณะองค์ประกอบที่ได้คล้ายกับน้ำมันจากดอกคำฝอยและน้ำมันดอกทานตะวัน คาร์ดูนได้ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงกลั่นชีวภาพแห่งแรกในโลกที่เปลี่ยนการติดตั้งโรงงานปิโตรเคมีในเมืองปอร์โตโนโวซาร์ดิเนียเป็นการจัดหาชีวมวลและน้ำมันสำหรับการสร้างพลาสติกชีวภาพ อย่างไรก็ตาม ด้วยลักษณะของก้านและรากที่มีความยาวจึงสามารถใช้เป็นแหล่งชีวมวลเซลลูโลสสำหรับการผลิตทางชีวภาพได้อีกทางหนึ่ง ตัวอย่างเช่น รากที่เป็นแหล่งสะสมของอินนูลินและฟรุกโตส

หลังจากการทดลองสามปีติดต่อกัน Novamont ร่วมกับเกษตรกรมากกว่า 50 รายในพื้นที่ 500 เฮกตาร์ สามารถผลิตชีวมวลมากกว่า 15 ตันต่อเฮกตาร์และการผลิตเมล็ดพันธุ์มากกว่า 1.5 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาในโครงการออกแบบอุปกรณ์เก็บเกี่ยวที่เหมาะสมกับพื้นหินของซาร์ดิเนีย ชีวมวลในพื้นที่จึงสามารถเก็บเกี่ยวได้ในรูปแบบของก้อนทรงกระบอก ซึ่งได้มีการดำเนินการในหลายพื้นที่ของซาร์ดิเนียที่มีการเติบโตที่ดีมากของคาร์ดูน การดำเนินการนี้จึงเป็นการแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมของที่ดินอันเป็นปัญหาร้ายแรงต่อซาร์ดิเนีย ในจังหวัดซาสซารีเพียงแห่งเดียวมีการเติบโตของคาร์ดูนจนทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ทำกินไปประมาณ 70,000 เฮกตาร์ระหว่างปี 1982 ถึง 2010 การเปลี่ยนคาร์ดูนเข้าสู่อุตสาหกรรมชีวมวลจึงเป็นการสร้างอุตสาหกรรมใหม่บนที่ดินที่เสื่อมโทรมพื้นที่ชายขอบและเกิดรายได้ทางเลือกอื่น



รูปที่ 7.2 โซ่คุณค่าของการพัฒนาของสู่การผลิตไบโอรีไฟเนอรี่จากพืชที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์

ที่มา Gregori (2016)

ผลพลอยได้จากกระบวนการนี้ได้แก่พลังงาน อาหารสัตว์ และการผลิตทางเคมีที่เพิ่มมูลค่า

การดำเนินนโยบายในโครงการด้านชีวภาพของอิตาลี มีการมองผลกระทบที่เกิดขึ้นในภาพรวม โดยนอกจากการมองเป้าหมายนโยบายพื้นฐานบางประการของเศรษฐกิจชีวภาพในโครงการนี้แล้วยังได้พิจารณาผลกระทบที่ครอบคลุมไปถึงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ความมั่นคงด้านอาหารและพลังงาน ตลอดจนเป้าหมายด้านความยั่งยืนอื่นด้วย

- อุตสาหกรรมเคมีเป็นรากฐานที่สำคัญของเศรษฐกิจของหลายประเทศใน OECD แต่ประเทศเหล่านี้กำลังสูญเสียความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งเคมีชีวภาพและเคมีสีเขียวถือเป็นแนวทางในการปรับปรุงความสามารถในการแข่งขันของภาคเคมีภัณฑ์
- การพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพถูกวางเป็นแนวทางและเป้าหมายนโยบายระดับชาติในการฟื้นฟูภาคอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศ ให้เกิดความต้องการจ้างงานในภาคการผลิตและภาคอุตสาหกรรมเหมือนที่เคยมีการดำเนินการในอดีต ในอิตาลี Novamont มีนโยบายในการเปลี่ยนโรงงานอุตสาหกรรมที่หยุดดำเนินการไปหรือมีปัญหาในการผลิตไปสู่โรงงานผลิตที่ใช้ชีวภาพเป็นฐานในการผลิตเพื่อเกิดผลดีต่อสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น ตลอดจนการใช้ทักษะแรงงานคุณภาพสูงให้เกิดประโยชน์และสร้างความต้องการแรงงานให้เพิ่มขึ้น
- การปลูกและเก็บเกี่ยวในพื้นที่เสื่อมโทรมจึงช่วยให้มีเป้าหมายนโยบายอื่นที่พบบ่อยใน OECD หลายประเทศซึ่งได้แก่การฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมในชนบทต่างๆ ให้สามารถเกิดการใช้ประโยชน์ได้

ทั้งนี้ อิตาลีตระหนักดีว่าการที่จะดำเนินการให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้นั้นยังต้องมีการดำเนินการอีกหลายประการเพื่อให้สามารถบรรลุตามเป้าหมายของนโยบาย ในฐานะผู้นำอุตสาหกรรมฐานชีวภาพที่ต้องพัฒนาอุตสาหกรรมชีวภาพนี้เพื่อให้อุตสาหกรรมเคมีภายในประเทศของตนสามารถแข่งขันได้ Novamont ได้ระบุประเด็นนโยบายสำหรับการดำเนินการ ได้แก่

- การตระหนักถึงคุณค่าของความหลากหลายของสังคม นวัตกรรม และแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างกันในด้านคุณภาพและปริมาณ
- โครงการฝึกอบรมภาคสนามโดยใช้โครงการบูรณาการในลักษณะศูนย์ฝึกอบรมระหว่างสาขาวิชาที่สามารถทำได้โดยอาศัยความร่วมมือของภาครัฐและเอกชน
- ส่งเสริมการรณรงค์การฝังกลบขยะอินทรีย์เป็นศูนย์
- การสร้างความร่วมมือในลักษณะระหว่างรัฐร่วมกับเอกชนควรได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือเร่งสำคัญสำหรับเศรษฐกิจชีวภาพ

- การกำหนดมาตรฐานสำหรับนวัตกรรมและรักษาการควบคุมและการปฏิบัติตามข้อกำหนดที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ISO ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมาตรฐาน CEN 13432 สำหรับความสามารถในการย่อยสลาย (EN 13432: 2000) ดำเนินการโดยบริษัทต่างๆ ที่ต้องได้รับการตรวจสอบและรับรองโดยบุคคลที่สาม
- การสร้างเครื่องมือเพื่อการควบคุมที่ดีขึ้นและสร้างแนวทางนโยบายโดยรวมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ ตัวอย่างเช่น การรวมเข้ากับโครงการเศรษฐกิจหมุนเวียน และแผนงานสำหรับการแก้ไขกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องการผลิตภัณฑ์ปุ๋ย
- การจัดทำมาตรการเพื่อสนับสนุนการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพในภาคส่วนที่มีความเสี่ยงอย่างชัดเจนต่อมลภาวะและสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำมันหล่อลื่นชีวภาพและสารเคมีกำจัดวัชพืชชีวภาพ
- การพัฒนาโรงกลั่นชีวภาพลิกโนเซลลูโลสขั้นสูงในอิตาลีสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพและสารชีวเคมี

การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพและสารเคมีชีวภาพในโรงงานอุตสาหกรรมเดียวกันเป็นเป้าหมายสูงสุดของการผลิตทางชีวภาพนั่นคือโรงกลั่นชีวภาพแบบบูรณาการ แม้จะมีอุปสรรคมากมาย แต่อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพขั้นสูงก็มีความก้าวหน้าที่น่าประทับใจในระยะเวลาอันสั้น ในบางประเทศ OECD ได้รับการสนับสนุนด้านนโยบายโดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาและในยุโรป อย่างไรก็ตามความไม่สอดคล้องกันของนโยบายล่าสุดทำให้การลงทุนในเชื้อเพลิงชีวภาพขั้นสูงหยุดชะงัก รัฐบาลอิตาลีเป็นรัฐบาลแรกในยุโรปที่กำหนดนโยบายดังกล่าวเพื่อเพิ่มความต้องการเชื้อเพลิงรุ่นต่อไป

นอกจากการดำเนินการข้างต้นแล้ว อิตาลียังได้ยึดตามนโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพขั้นสูงของภูมิภาคยุโรป เพื่อกำหนดเป้าหมายในการดำเนินการให้เกิดผลสำเร็จในปี 2563 โดยแยกเป็นเป้าหมายนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

การดำเนินการด้านพลังงานทดแทน (เป้าหมายปี 2563) กำหนดให้มีการดำเนินการด้านพลังงานดังนี้

- มีการใช้พลังงานหมุนเวียนหรือเชื้อเพลิงชีวภาพที่ยั่งยืนในสัดส่วนร้อยละ 10
- มีการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจากอาหารต่อยอดที่ร้อยละ 7 และไม่มีการสนับสนุนหลังปี 2563 ด้านพลังงานทดแทนและสิ่งแวดล้อม
- กำหนดเป้าหมายภายใต้เป้าหมายของสหภาพยุโรปในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงร้อยละ 40 ภายในปี 2573

- มีการใช้พลังงานหมุนเวียนในสัดส่วนร้อยละ 27 ของพลังงานในประเทศ
- กำหนดบทลงโทษที่รุนแรงสำหรับผู้ไม่ปฏิบัติตามโดยมีมูลค่าค่าธรรมเนียมที่ต้องจ่ายถึง 940 ยูโรต่อตัน
- กำหนดเป้าหมายสอดคล้องตามแนวทางของสหภาพยุโรป ในการกำหนดข้อบังคับที่มีผลผูกพันสำหรับเชื้อเพลิงชีวภาพขั้นสูงโดยเริ่มในปี 2561 มีเป้าหมายเริ่มต้นที่ร้อยละ 0.6 เชื้อเพลิงชีวภาพขั้นสูงในน้ำมันเบนซินและดีเซลเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ในปี 2565 เพื่อให้เกิดการลดการช่วยเหลือและสร้างภาระผูกพันในระยะยาว

<u>นโยบายชีวมวลในการพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในอิตาลี</u>

ปัจจุบันสหภาพยุโรปได้กำหนดเกณฑ์ความยั่งยืนของชีวมวลที่รับประกันการประหยัดคาร์บอนอย่างแท้จริงและปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งยังไม่ได้มีเป้าหมายที่ผูกพันการดำเนินการอย่างชัดเจน แต่มีข้อกำหนดในการดำเนินการได้แก่

- เชื้อเพลิงชีวภาพควรช่วยประหยัดการปล่อยก๊าซได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับฟอสซิลได้มากกว่าร้อยละ 35
- การปลูกพืชชีวมวลต้องมีการพิจารณาเลือกพื้นที่ปลูกที่สัมพันธ์กับพื้นที่ที่จะส่งผลต่อปริมาณการสร้างคาร์บอนจำนวนมาก เช่น การปลูกในพื้นที่แปลงที่กระทบต่อการสร้างคาร์บอนในปริมาณสูง เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำหรือป่าไม้
- การไม่ใช้ชีวมวลจากที่ดินที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง เช่น ป่าไม้หรือทุ่งหญ้าที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง

จากการดำเนินการโดยผ่านการศึกษาและเลือกใช้พื้นที่ที่เหมาะสมทำให้ปัจจุบันสามารถประหยัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 85 โดยใช้ฟางข้าวสาลีเป็นวัตถุดิบสำหรับเอทานอล อย่างไรก็ตามยังต้องมีการพิจารณาประเมินถึงการดำเนินการตามเป้าหมายและแนวทางที่ต้องมีการกำหนดเพิ่มเติมขึ้นเป็นกรณีเฉพาะ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ต้นทุนและความคุ้มค่าด้านพลังงานฟอสซิลหลักที่ใช้ในการขนส่ง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมคุณภาพวัตถุดิบก่อนทำการผลิตและกระบวนการหมักแบบเฉพาะเจาะจง การบำบัดของเสียและน้ำเสียจากกระบวนการผลิต ทั้งนี้ จากการศึกษาในภาพรวม พบว่า ความสำเร็จและความยั่งยืนของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่โดยเฉพาะธุรกิจเชื้อเพลิงชีวภาพนั้นจะขึ้นอยู่กับการเข้าถึงวัตถุดิบที่เชื่อถือได้และราคาของวัตถุดิบที่ทำให้สามารถทำให้เกิดการผลิตได้ยั่งยืน

จากการวิเคราะห์ผลกระทบของการดำเนินโครงการที่ผ่านมา ทำให้เห็นว่า เมื่อมีการผลิตและใช้เอทานอลที่ได้จากวัตถุดิบชีวมวลในสัดส่วนร้อยละ 4 ของปริมาณการใช้น้ำมันในประเทศแล้วนั้น เมื่อคำนวณถึงผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดขึ้นสามารถประเมินผลในด้านต่างๆ ได้ดังนี้

- การลดการนำเข้าน้ำมัน 4 พันล้านยูโรต่อปี
- การสร้างรายได้เพิ่มเติม 4.5 พันล้านยูโรให้กับเกษตรกร
- เกิดการระดมเงินลงทุน 28.5 พันล้านยูโรสำหรับโครงการลงทุนที่เกี่ยวข้อง
- มีการสร้างงานใหม่มากกว่า 100,000 ตำแหน่ง
- ช่วยประหยัดคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่า 30 ล้านตันต่อปี

ปัจจัยสนับสนุนอีกประการหนึ่งที่ส่งผลดีจากการดำเนินโครงการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ในอิตาลีได้แก่ การแก้ปัญหาที่ดินเสื่อมโทรมในพื้นที่ชนบท การนำพืชชนิดต่างๆ มาพัฒนาเข้าสู่การเป็นพืชพลังงาน เช่น Arundo donax, Mischanthus และ Switchgrass เป็นต้น มีความน่าสนใจเนื่องจากผลผลิตชีวมวลต่อเฮกตาร์สูง (มากถึง 40 ตัน) และข้อกำหนดขั้นต่ำสำหรับการเพาะปลูกนั้นมีความเป็นไปได้ในการจัดหาพื้นที่เพื่อเพาะปลูก จากการศึกษาพบว่ามีพื้นที่มากถึง 1 พันล้านเฮกตาร์ทั่วโลกที่มีศักยภาพในการผลิตพลังงานชีวภาพ ซึ่งสามารถสร้างโรงกลั่นชีวภาพที่มีศักยภาพในการผลิตสูงกว่า 133 ล้านลิตร โรงกลั่นชีวภาพเหล่านี้สามารถผลิตเอทานอลเซลลูโลสได้ประมาณ 21 พันล้านลิตรต่อปี โดยประเภทที่ดินที่มีศักยภาพในการเพาะปลูกพืชพลังงาน ได้แก่ ที่ดินรกร้าง พื้นที่ทำกินที่ถูกทิ้งร้าง ดินเสื่อมโทรม ที่ดินปนเปื้อน ดังนั้นที่ดินเหล่านี้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มโดยเป็นแหล่งผลิตวัตถุดิบชีวมวลที่สามารถช่วยเพิ่มกำลังการผลิตได้อย่างยั่งยืนและเพื่อตอบสนองเป้าหมายพลังงานชีวภาพโดยไม่กระทบกับการผลิตพืชเพื่อป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมอาหาร ทั้งนี้ ความท้าทายหลักในการดำเนินการให้บรรลุผลสำเร็จ ได้แก่

- การเลือกพืชที่เหมาะสมเพื่อให้แน่ใจว่าจะได้ผลผลิตที่เพียงพอและเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม การสร้างหรือเพิ่มปริมาณพืชวัตถุดิบเหล่านี้ให้เพียงพอจากพื้นที่ที่เดิมไม่ได้มีการใช้ประโยชน์นั้นจำเป็นต้องเลือกพืชที่เหมาะสมและมีลักษณะที่เอื้อต่อการเจริญเติบโต
- การทำความเข้าใจเกี่ยวกับภูมิทัศน์ที่มีผลต่อการจัดหาและการกระจายของวัตถุดิบ การปลูกวัตถุดิบเชื้อเพลิงชีวภาพในพื้นที่ต่างๆ อาจเพิ่มความซับซ้อนของการจัดการวัตถุดิบที่จะเข้าสู่กระบวนการผลิตที่มากขึ้น เช่น การจัดการเรื่องการขนส่งวัตถุดิบที่ต้องมีการกระจายมาจากแหล่งต่างๆ ที่มีความหลากหลาย ตลอดจน การเลือกขนาดการผลิตที่เหมาะสมสำหรับ

การเก็บเกี่ยวและจัดการชีวมวลที่สอดคล้องกัน ซึ่งจำเป็นต้องเข้าใจผลกระทบด้านการขนส่ง การจัดการและความหลากหลายทางชีวภาพ

<u>โรงกลั่นชีวภาพ Crescentino โรงกลั่นเซลลูโลสแห่งแรกของโลก</u>

โรงกลั่นชีวภาพ Crescentino ตั้งอยู่ในประเทศอิตาลี ได้รับทุนร่วมประมาณ 150 ล้านยูโร เป็นโรงงานขนาดเชิงพาณิชย์แห่งแรกที่สร้างขึ้นเพื่อผลิตไบโอเอทานอลกำลังการผลิต 40,000 ตันต่อปี จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและพืชพลังงานโดยใช้กรรมวิธีการแปลงเอนไซม์ การใช้ฟางข้าวสาลี ฟางข้าว และพืชกลุ่ม Arundo donax ซึ่งมีลักษณะคล้ายหญ้าหรืออ้อยป่าที่มักขึ้นในป่าเสื่อมโทรมมาใช้เป็นวัตถุดิบ ซึ่งจะเป็นการสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจสิ่งแวดล้อมและสังคม เกิดการสร้างงานโดยตรงได้ถึง 100 ตำแหน่งและทางอ้อมมากถึง 400 ตำแหน่ง เช่น โลจิสติกส์ในท้องถิ่นของการรวบรวมและขนส่งชีวมวล การผลิตของโรงงานนี้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 13 เมกะวัตต์จากลิกนิน โดยเพียงพอที่จะจ่ายไฟให้กับโรงงานและยังมีส่วนเพิ่มที่สามารถขายคืนให้กับการไฟฟ้าในพื้นที่ นอกจากนี้ ยังมีกระบวนการที่จัดการในเรื่องน้ำเสียที่ได้รับการบำบัดและรีไซเคิลจนอยู่ในระดับที่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก

เช่นเดียวกับโครงการเรือธงอื่น ๆ สิ่งนี้ต้องใช้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้นสูงและมีความเสี่ยงสูงมากสำหรับนักลงทุนที่มีศักยภาพ ยังคงต้องเอาชนะข้อจำกัดที่สำคัญนั่นคืออุปทานของชีวมวลที่ยั่งยืนและการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักซึ่งต้องเห็นในเป้าหมายร่วมกัน การเข้าถึงการค้ำประกันสินเชื่อ / เงินกู้นอกเหนือจากทุนเริ่มต้น หรือแม้กระทั่งเป็นทางเลือกในการให้ทุน และเหนือสิ่งอื่นใดคือกรอบนโยบายภาครัฐที่ชัดเจนมั่นคงและเป็นบวกต่อการดำเนินงาน ซึ่งในปัจจุบันนี้การปฏิบัติตามเงื่อนไขดังกล่าวมีความเป็นไปได้ในสหรัฐอเมริกา บราซิล และจีน มากกว่าในสหภาพยุโรปแม้ว่าการใช้มูลค่าในอนาคตของโครงการมาค้ำประกันเงินกู้จะเป็นไปได้ในยุโรปด้วยก็ตาม

ปัจจุบันจากเทคโนโลยีการผลิตของโรงกลั่นชีวภาพ Crescentino ได้มีการขยายและนำไปใช้ที่โรงกลั่นชีวภาพ GranBio, Alagoas ประเทศบราซิล ด้วยกำลังการผลิต 65,000 ตันต่อปีโรงงานแห่งนี้ใช้เทคโนโลยีเดียวกับที่ Crescentino ในการผลิตเอทานอล โดยใช้ฟางอ้อยและชานอ้อยที่มาจากท้องถิ่นเป็นวัตถุดิบ โรงงานแห่งนี้ยังสร้างพลังของตัวเองโดยใช้ลิกนินที่ผลิตได้เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการ GranBio ใช้เงินลงทุน 190 ล้านเหรียญสหรัฐเพื่อสร้างโรงงานและ 75 ล้านเหรียญสหรัฐสำหรับระบบผลิตร่วมไอน้ำและไฟฟ้า

7.2.3 การพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในฟินแลนด์

การพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในฟินแลนด์ มีการดำเนินการอยู่ภายใต้แนวนโยบายระบบนิเวศทางธุรกิจและกิจกรรมของโครงการ ฟินแลนด์มีข้อได้เปรียบด้านชีวมวลที่สำคัญในด้านขนาดของอุตสาหกรรมไม้ซึ่งแตกต่างจากหลายประเทศในยุโรป ฟินแลนด์มีพื้นที่ป่าร้อยละ 73 ของพื้นที่ประเทศ ในอดีตเศรษฐกิจชีวภาพมีความสำคัญสำหรับฟินแลนด์คิดเป็นมากกว่าร้อยละ 10 ของมูลค่าเศรษฐกิจทั้งหมดและหนึ่งในสี่ของการส่งออก เป้าหมายของการพัฒนาอุตสาหกรรมคือการเพิ่มผลประกอบการจาก 60,000 ล้านยูโรเป็น 100,000 ล้านยูโรภายในปี 2568 ซึ่งจะทำให้เกิดการสร้างงานใหม่มากกว่า 100,000 ตำแหน่งในกระบวนการที่เกี่ยวข้อง คิดเป็นอัตราการเติบโตของเศรษฐกิจที่ร้อยละ 4 ต่อปี ซึ่งถือว่าเป็นเป้าหมายที่มีความท้าทายมาก แต่ก็ยังมีความเป็นไปได้ในการดำเนินการเนื่องจากเศรษฐกิจชีวภาพเป็นภาคการเติบโตที่สำคัญในทั่วโลก

เศรษฐกิจชีวภาพของฟินแลนด์เป็นการผสมผสานการแปรรูปไม้ เคมี พลังงาน การก่อสร้าง เทคโนโลยี อาหาร และสุขภาพ อย่างไรก็ตามในฟินแลนด์เศรษฐกิจชีวภาพถูกครอบงำโดยเศรษฐกิจชีวภาพจากป่าไม้หรือกว่าร้อยละ 60 ของมูลค่าการซื้อขาย ซึ่งทำให้มันแตกต่างจากหลายประเทศสมาชิกที่เศรษฐกิจชีวภาพส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับการเกษตร

การดำเนินการของประเทศฟินแลนด์เน้นการสร้างแนวทางที่สร้างสรรค์และความร่วมมือกันเพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอยู่อย่างหลากหลายโดยเฉพาะป่าไม้ อุตสาหกรรมป่าไม้พลังงาน และเคมีแบบดั้งเดิมกำลังถูกพัฒนาควบรวมเข้ากับ "ระบบนิเวศอุตสาหกรรม" ใหม่ ไม้ในระบบนิเวศนี้ได้รับการเปลี่ยนสภาพจากผลิตภัณฑ์จากป่าแบบดั้งเดิมเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในรูปแบบพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพและสารเคมีจากชีวภาพ ในอนาคตการรวมกลุ่มในระบบนิเวศเศรษฐกิจชีวภาพมีแผนที่จะดำเนินต่อยอดไปสู่อุตสาหกรรมการก่อสร้างอาหารและสิ่งทอ

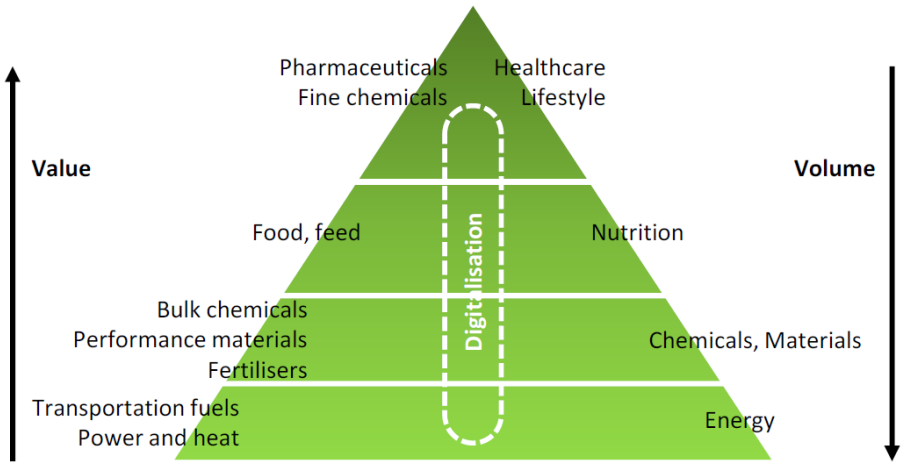
รัฐบาลฟินแลนด์กำหนดให้ “เศรษฐกิจชีวภาพและการแก้ปัญหาที่สะอาด” เป็นหนึ่งในห้าลำดับของโครงการลงทุนที่มีความสำคัญ โดยมีมูลค่าการลงทุนถึงประมาณ 300 ล้านยูโร เพื่อให้เกิดการสร้างพลังงานสะอาดปราศจากคาร์บอนและพลังงานหมุนเวียนที่คุ้มค่า ไม้ที่เคลื่อนย้ายจากป่าและผลิตภัณฑ์ชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียนและการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ การผลิตอาหารที่ทำกำไรและเศรษฐกิจชีวภาพและนโยบายกลไกการค้าที่เป็นธรรมที่ปราศจากการแทรกแซง

การดำเนินการตามแผนปฏิบัติการของรัฐบาล ได้แก่

- การปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ด้านพลังงานและสภาพภูมิอากาศสำหรับปี 2573 เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ได้รับการแก้ไขสำหรับพลังงานหมุนเวียนที่จะมีการผลิตมากกว่าร้อยละ 50 ภายในปี 2573 ความพอเพียงด้านพลังงานมากกว่าร้อยละ 55 ภายในปี 2573 และส่วนแบ่งพลังงานหมุนเวียนในปริมาณการใช้งานร้อยละ 40 ภายในปี 2573
- เพิ่มการจัดหาไม้ร้อยละ 20 และส่งเสริมการลงทุนในภาคป่าไม้เศรษฐกิจชีวภาพและการแก้ปัญหาที่สะอาด
- การเร่งนวัตกรรมใหม่ในเศรษฐกิจชีวภาพและเศรษฐกิจหมุนเวียนโดยการนำร่องและการสาธิตโดยใช้เงินทุนในระดับชาติและในยุโรปเป็นโอกาสที่ดีในการเสริมการระดมทุนของประเทศสำหรับการลงทุนในการนำร่องการสาธิตและการปลูกพืชเชิงพาณิชย์
- การปรับปรุงฐานะทางการเงินของการเติบโตของ SMEs ผ่านเครื่องมือทางการเงิน

<u>การเติบโตอย่างชาญฉลาดและสีเขียวสู่ปี 2568</u>

จากข้อมูลของ Tekes ซึ่งเป็นหน่วยงานจัดหาเงินทุนด้านนวัตกรรมของฟินแลนด์ 46 แห่งระบุว่าตลาดเทคโนโลยีสะอาดจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นสองเท่า หรือกว่า 1 ล้านล้านเหรียญสหรัฐภายในปี 2563 ความต้องการจะเพิ่มขึ้นสำหรับการดำเนินการที่ใช้เทคโนโลยีหมุนเวียนและรีไซเคิลได้และบริการเทคโนโลยีสะอาดจะกลายเป็นเรื่องปกติมากขึ้น โครงการริเริ่มการเติบโตอย่างชาญฉลาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสู่ปี 2568 กล่าวถึงโอกาสทางการตลาดและความเป็นจริงใหม่ ๆ เหล่านี้



รูปที่ 7.3 เป้าหมายการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไบโอรีไฟเนอรี่เพื่อเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น

ที่มา: Manninen (2016)

ภารกิจของการริเริ่มคือการเปลี่ยนจากกิจกรรมที่เน้นการวางแผนด้านการตลาดเช่นการสร้างมูลค่าให้กับลูกค้า จากเป้าหมายที่ต้องการสร้างเศรษฐกิจชีวภาพเพื่อมุ่งไปสู่การเป็นภาคการเติบโตที่มุ่งเน้นลูกค้าเป็นหลัก ซึ่งจะได้รับการคิดค้นขึ้นใหม่โดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มสูง การสร้างดิจิทัลและรูปแบบธุรกิจใหม่ในการทำตลาดจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สั้นลงและกิจกรรมทางธุรกิจรูปแบบใหม่ จึงสามารถปรับขนาดได้เร็วขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชีวภาพคาดว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มสูง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมวัสดุ สารเคมี และอาหารและยาเพื่อสร้างความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

โครงการ BioNets มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างเศรษฐกิจชีวภาพและเศรษฐกิจหมุนเวียนของฟินแลนด์: ระบบนิเวศทางธุรกิจที่สร้างสรรค์และเป็นสากล แพลตฟอร์มการพัฒนาธุรกิจใหม่ ตัวแสดงเศรษฐกิจชีวภาพใหม่ผ่านระบบ

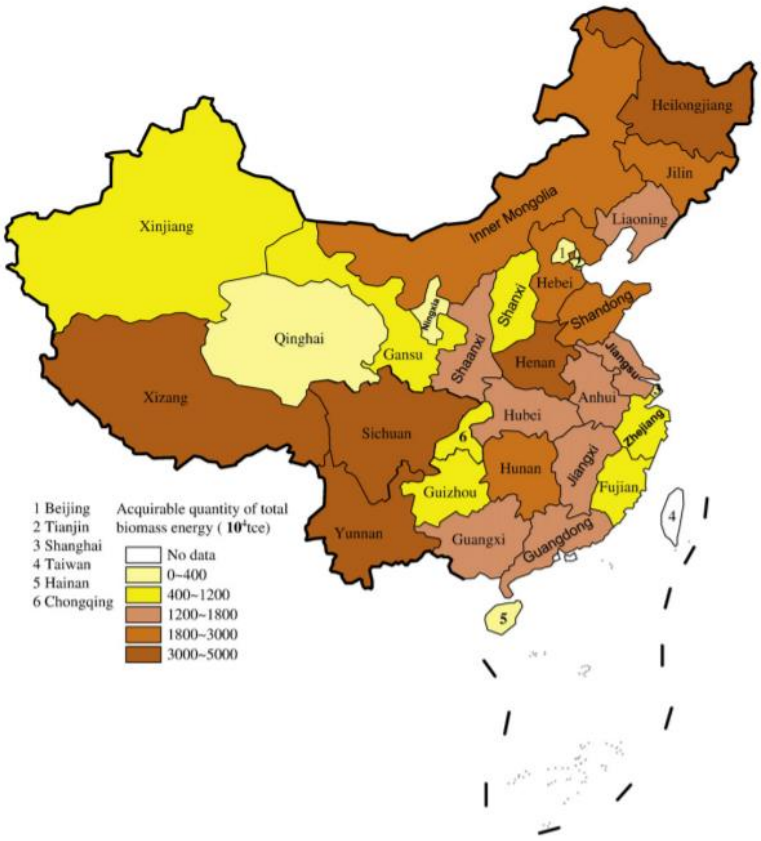
ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดำเนินของนโยบาย

- ความเป็นอยู่ที่ดีของฟินแลนด์ขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้ทรัพยากรหมุนเวียนอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ข้อความดังกล่าวไม่เพียง แต่เป็นสากลเท่านั้น แต่ยังกลายเป็นแนวทางที่แพร่หลายทั่วโลก
- ยุทธศาสตร์เศรษฐกิจชีวภาพแห่งชาติและรัฐบาลให้ความสำคัญกับเศรษฐกิจชีวภาพได้สร้างมุมมองเชิงบวกสำหรับอนาคตซึ่งสามารถเห็นได้จากการลงทุนที่เพิ่มขึ้น
- การใช้พลังงานและวัสดุของชีวมวลมีความเชื่อมโยงกันอย่างมาก หากไม่มีการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ชีวภาพจะไม่มีการเพิ่มขึ้นของพลังงานชีวภาพและเชื้อเพลิงชีวภาพจากสารตกค้าง การสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลควรสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของผลิตภัณฑ์จากชีวภาพและไม่ได้มุ่งเน้นไปที่เชื้อเพลิงชีวภาพและพลังงานชีวภาพเพียงอย่างเดียว
- เป้าหมายในอนาคตคือการส่งเสริมระบบนิเวศทางธุรกิจที่เกิดขึ้นใหม่และผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีมูลค่าเพิ่ม นอกเหนือจากฟินแลนด์ประเทศและภูมิภาคต่างขึ้นอยู่กับคุณค่าและห่วงโซ่อุปทานใหม่เหล่านี้เพื่อสร้างเศรษฐกิจชีวภาพระหว่างประเทศที่ประสบความสำเร็จ

7.3 การพัฒนาระบบไบโอรีไฟเนอรี่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออก

7.3.1 การพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในจีน

ประเทศจีนมีการพัฒนาทางเศรษฐกิจอย่างก้าวกระโดด โดยเฉพาะในช่วงหลังจากปี 2543 เป็นต้นมา ทำให้จีนต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันดิบ โดยมากกว่าครึ่งของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ และจีนกลายเป็นประเทศผู้บริโภคน้ำมันดิบอันดับสองรองจากสหรัฐ นอกจากนี้ยังทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซค์ของจีน แซงหน้าสหรัฐอเมริกา จนกลายเป็นประเทศที่สร้างมลภาวะทางอากาศมากเป็นอันดับหนึ่งของโลกตั้งแต่ปี 2550 เป็นต้นมา เมืองใหญ่ๆ ของจีนมีจำนวนรถยนต์เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนเกิดมลภาวะเพิ่มขึ้นอย่างมากจนกลายเป็นปัญหาระดับชาติ ในที่สุดรัฐบาลจีนจึงได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงความไม่มั่นคงทางพลังงานที่ต้องพึ่งพาการนำเข้าเป็นอย่างมาก จีนจึงให้ความสำคัญกับการใช้วัตถุดิบทางเลือกอื่นๆ เช่น ชีวมวล มาใช้เป็นแหล่งพลังงานและใช้ผลิตเคมีภัณฑ์ทดแทนเคมีภัณฑ์จากปิโตรเลียม



รูปที่ 7.4 พื้นที่ตามปริมาณวัตถุดิบชีวมวลสำหรับการพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ของจีน
ที่มา: Tianwei Tan, 2008

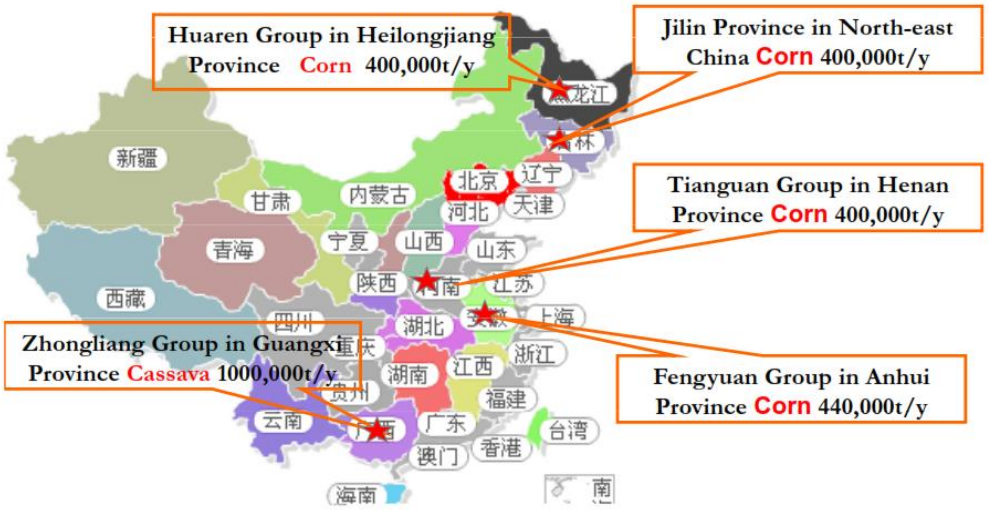
ประเทศจีนมีพื้นที่เพาะปลูกมากกว่า 800 ล้านไร่ การเกษตรเป็นพื้นฐานเศรษฐกิจที่สำคัญของจีน และแรงงานในภาคเกษตรมีจำนวนมากถึงร้อยละ 40 ของแรงงานภายในประเทศ ภาคเกษตรสร้างรายได้มากกว่าร้อยละ 11 ของรายได้ประชาชาติ จีนเป็นแหล่งปลูกข้าวโพด ข้าวจ้าว ข้าวสาลี ที่สำคัญ โดยก่อให้เกิดชีวมวลจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมากกว่า 720 ล้านตันต่อปี ชีวมวลจากข้าวโพดมีปริมาณมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 40 ข้าวร้อยละ 25 ข้าวสาลีร้อยละ 15 พืชที่ให้น้ำมันร้อยละ 8 โดยส่วนหนึ่งถูกใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษ ไฟฟ้าและปุ๋ย แต่วัสดุชีวมวลอีกครึ่งหนึ่งของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ โดยวัสดุชีวมวลมีมากในจังหวัด เหอหนาน ซานตง เฮหลงเจียง จี้หลิน และเหอเป่ย โดยห้าจังหวัดนี้ มีวัตถุดิบชีวมวลรวมกันประมาณครึ่งหนึ่งของชีวมวลทั้งประเทศ โดยวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ถูกเผาทิ้งโดยเปล่าประโยชน์รวมกันมากกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณทั้งหมด นอกจากนี้จีนยังมีพื้นที่ป่าไม้มากถึง 1,100 ล้านไร่ ที่ก่อให้เกิดเศษวัสดุชีวมวลมากถึง 2.5 พันล้านตันต่อปี ของเสียจากมูลสัตว์ที่เกิดจากการทำฟาร์มปศุสัตว์ในประเทศจีนก็มีจำนวนมากถึง 2.5 พันล้านตันต่อปี โดยมีการนำมูลสัตว์เหล่านี้ไปใช้ผลิตเป็นก๊าซชีวภาพและปุ๋ย น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมของจีนมีริมาณรวมกันมากถึงประมาณ 1,800 ล้านตันต่อปี และน้ำเสียที่เกิดขึ้นในเขตเมืองพักอาศัยมีปริมาณ 150 ล้านตันต่อปี ด้วยเหตุนี้ รัฐบาลจีนจึงต้องหันมาให้ความสำคัญกับการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุชีวมวลประเภทต่างๆ รวมถึงบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ เพื่อควบคุมปัญหาด้านมลภาวะ

รูปที่ 7.5 โรงงานเอทานอลจากเซลลูโลสต้นแบบในประเทศจีน

ที่มา: Tianwei Tan, 2008

ตั้งแต่ปี 2538 เป็นต้นมา จีนได้บรรจุเรื่องการใช้พลังงานชีวมวลลงในแผนพัฒนาชาติ ระยะ 5 ปี ฉบับที่ 9 และแผนพัฒนาชาติฉบับที่ 10 ตั้งแต่ปี 2544 ถึงปี 2548 โดยจีนพยายามใช้ชีวมวลที่เหลือจากข้าวโพด ข้าวสาลี และข้าวจ้าว มาใช้เป็นแหล่งพลังงานในเขตชนบท ทั้งการนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า เชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น เอทานอลจากข้าวโพด และมีการผลิตไบโอดีเซลจากสบู่ดำ โดยในช่วงปี 2543 จีนได้ส่งเสริมให้มีการผลิตเอทานอลกว่า 2 ล้านตันต่อปี และตั้งเป้าหมายที่จะผลิตให้ได้ปีละ 100 ล้านตัน ในปี 2563 โดยใช้ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบร้อยละ 50 มันสำปะหลังร้อยละ 35 ส่วนที่เหลือใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ โดยบริษัทปิโตรเลียมของรัฐบาล คือ ปิโตรไชน่า และ ไซโนเพค ให้ความร่วมมือในการจำหน่ายน้ำมัน อี 10 และ อี 20 อย่างเต็มที่ โดยมีการยกเว้นภาษีน้ำมันและภาษีมูลค่าเพิ่มเพื่อให้เอทานอลสามารถแข่งขันกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นได้ จนถึงปี 2549 คณะกรรมาธิการปฏิรูปและพัฒนาแห่งชาติและคณะกรรมาธิการปฏิรูปและพัฒนาจังหวัดได้อนุมัติให้มีการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าชีวมวลไปมากกว่า 50 แห่งในเขตชนบท โดยให้มีที่ตั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 50 กิโลเมตร มีกำลังผลิตไฟฟ้ารวมกันมากกว่า 1,500 เมกกะวัตต์ และยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีไปสู่โรงไฟฟ้าระบบแก๊สซิไฟเออร์ และโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ

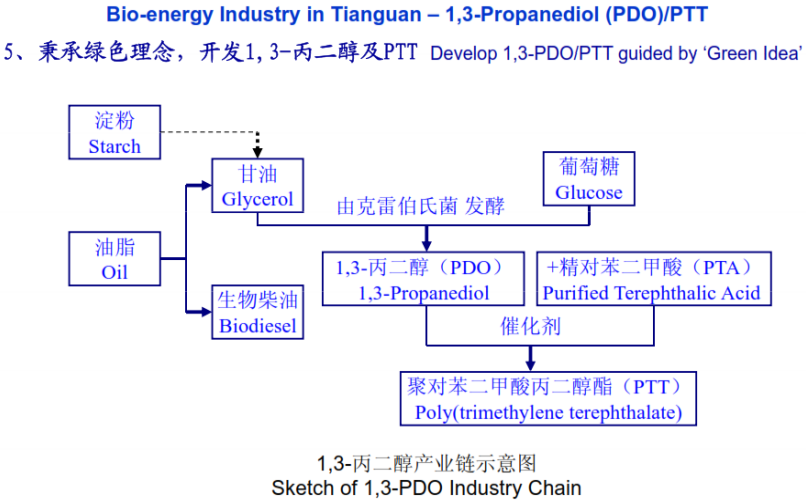
ในส่วนของเชื้อเพลิงชีวภาพ รัฐบาลจีนได้ตั้งเป้าไว้เมื่อปี 2548 ในการที่จะลดการใช้เชื้อเพลิงจากปิโตรเลียมลงให้ได้ 10 ล้านตันภายในปี 2563 โดยในปี 2548 จีนมีปริมาณการผลิตเอทานอล 1.02 ล้านตัน และไบโอดีเซล 5 หมื่นตัน ในขณะที่มีการใช้น้ำมันดีเซลมากถึง 95.5 ล้านตันต่อปี ต่อมาแผนพัฒนาชาติฉบับที่ 11 ปี 2549 ถึง ปี 2553 ที่ผ่านความเห็นชอบของคณะกรรมาธิการปฏิรูปและพัฒนาแห่งชาติ ได้กำหนดเป้าหมายให้ผลิตเอทานอล 3 ล้านตัน และไบโอดีเซล 2 แสนตัน ให้ได้ภายในปี 2553 หรือ เอทานอลเพิ่มขึ้น 3 เท่าจากแผนเดิม และไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น 4 เท่าจากแผนเดิม จนกระทั่งทำให้จีนกลายเป็นผู้ผลิตเอทานอลอันดับ 3 ของโลก รองจากสหรัฐและบราซิล โดยมีการทุ่มงบประมาณในการพัฒนากระบวนการผลิตโดยมีศูนย์วิจัยและสถาบันวิจัยของมหาวิทยาลัยระดับชาติถึง 7 แห่ง เพื่อทำหน้าที่คิดค้นวิธีการผลิตที่ทันสมัย จนกระทั่งจีนสามารถใช้วัตถุดิบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น นอกเหนือจากข้าวโพด เช่น ข้าวฟ่างหวาน มันสำปะหลัง และประสบผลสำเร็จในการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาผ่านเทคโนโลยีการแปรรูปเซลลูโลส (Lignocellulosic technology) โดยร่วมมือกับบริษัทโนโวไซม์ ของเดนมาร์ก และมีการนำมาใช้ในการผลิตเชิงพาณิชย์สำเร็จในประเทศจีนเป็นครั้งแรกเมื่อปี 2549



รูปที่ 7.6 โรงงานไบโอรีไฟเนอรี่ในประเทศจีน

ที่มา: Tianwei Tan, 2008

จีนยังได้พัฒนาให้มีการนำเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากเซลลูโลสมาใช้ในการผลิตเอทานอลเชิงพาณิชย์แพร่หลายมากขึ้นตั้งแต่ปี 2553 เป็นต้นมา รวมถึงมีการผลิตเคมีชีวภาพประเภทต่างๆ เช่น กรดซิตริก กรดอะซีติก ไลซีน กรดแลคติด บิวทานอล และนำลิกนินที่แยกออกมาได้ ไปใช้เป็นวัตถุดิบผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยมีผลพลอยได้ที่นำไปผลิตเป็นปุ๋ยสำหรับการเพาะปลูกได้ต่อไป และจีนยังค้นพบวิธีการผลิตก๊าซไฮโครเจนที่มีความบริสุทธิ์ 99.9% จากการหมักของเสีย และประสบความสำเร็จในการผลิตไบโอออยล์ (Bio Oil) โดยใช้กระบวนการไพโรไลซิส



รูปที่ 7.7 โซ่อุปทานของการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพในประเทศจีน

ที่มา: Tianwei Tan, 2008

จีนประสบความสำเร็จในการผลิตพลาสติกชีวภาพจากวัสดุชีวมวล เช่น การผลิตไบโอเอทิลีน กรดอะครีลิค อะคริลอาไมด์ PLA, PHA 1,3 Propanediol, PTT, Succinic acid, PBS, bio polyamide 66 ที่อาจกล่าวได้ว่าจีน สามารถผลิตพลาสติกชีวภาพประเภทต่างๆได้เช่นเดียวกับกระบวนการผลิตของประเทศในฝั่งตะวันตก และมีความก้าวหน้าในด้านเทคโนโลยีและนโยบายด้านไบโอรีไฟรี่เป็นอย่างมาก

7.3.2 การพัฒนาไบโอรีไฟเนอรี่ในมาเลเซีย

ประเทศมาเลเซียถือได้ว่าเป็นประเทศที่มีการดำเนินนโยบายเพื่อส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันได้อย่างครบวงจรตั้งแต่การผลิตวัตถุดิบ การผลิตผลิตภัณฑ์ขั้นต้นน้ำ ผลิตภัณฑ์ขั้นกลางน้ำไปจนถึงผลิตภัณฑ์ขั้นปลายน้ำ ซึ่งการดำเนินการอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของประเทศมาเลเซียถือว่าประสบความสำเร็จมาก มีแนวนโยบายและการดำเนินการต่างๆ ที่มีความน่าสนใจ และถือเป็นต้นแบบที่ดีของการดำเนินการของอุตสาหกรรมนี้ ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้สำหรับการส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมเคมีชีวภาพจากพืชน้ำมันของประเทศไทยได้ การศึกษาการดำเนินนโยบายของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของมาเลเซียสรุปได้ดังนี้

ประเทศมาเลเซียมีการจัดการปาล์มในเชิงพาณิชย์ ตั้งแต่ปี 2460 ในขณะที่เป็นเมืองอาณานิคมของสหราชอาณาจักร แต่ในช่วงเวลา 90 ปีที่ผ่านมา มาเลเซียได้พัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มจนกระทั่งสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องต่างๆ จากน้ำมันปาล์มส่งขายไปยังทั่วโลก สามารถสร้างบริษัทผลิตเคมีชีวภาพจากปาล์มน้ำมันของประเทศให้กลายเป็นบริษัทที่ติดอันดับโลกหลายบริษัท เช่น แอซิดเคม (Acidchem) ปาล์มโอเลโอ (Palm Oleo) แพนเซ็นจูรี่ (Pan Century) และเนเชอรอลโอเลโอเคมิคอล (Natural oleochemical)

การมีภูมิประเทศตั้งอยู่ในเขตที่เหมาะสมต่อการเกษตร เช่นเดียวกับประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจเพื่อยกระดับฐานะของประเทศขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยมีอัตราการเติบโตของรายได้ประชาชาติที่ร้อยละ 6.7 ในช่วงปี 2514 ถึงปี 2533 และเพิ่มขึ้นเป็นอัตราเฉลี่ยที่ร้อยละ 7 ในช่วงปี 2534 ถึงปี 2543 ถึงแม้จะมีอัตราเติบโตเฉลี่ยลดลงมาอยู่ที่ร้อยละ 4 ในช่วงปี 2544 ถึงปี 2549 ก็ตาม มาเลเซียได้พัฒนารายได้ต่อหัวประชากรจากประมาณ 63,000 บาทต่อคนต่อปี ในปี 2533 มาเป็น 130,000 บาทต่อคนต่อปี ในปี 2543 และ 180,000 บาทต่อคนต่อปี ในปี 2550 (www.econstats.com)

มาเลเซียมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 6 ของพื้นที่ประเทศทั้งหมดและถึงแม้จะมีพื้นที่เพาะปลูกไม่มากนัก และประชากรยึดอาชีพทางการเกษตรเพียงร้อยละ 13 แต่รัฐบาลกลับให้ความเอาใจใส่ในการพัฒนาการเกษตรให้เชื่อมโยงเข้าสู่ห่วงโซ่คุณค่าที่เป็นสินค้าอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง ทำให้เกิด

การกระจายรายได้สู่ภาคเกษตรกรรมอย่างได้ผล โดยเฉพาะกรณีของปาล์มน้ำมัน ซึ่งคาดว่าจะสร้างรายได้ให้แก่ประเทศมาเลเซียถึง 618,000 ล้านบาท ในปี 2551 และใช้พื้นที่เพาะปลูกคิดเป็นร้อยละ 67 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดที่มีอยู่ในการปลูกปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ยังพบว่า ปัจจัยแห่งความสำเร็จของการพัฒนาปาล์มน้ำมันของมาเลเซีย คือ นโยบายที่จริงจังของรัฐบาลมาเลเซียในการออกกฎหมายเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน โดยเฉพาะการเน้นการวิจัยพัฒนาและการตลาด โดยมีองค์กรกำกับดูแลอย่างเป็นรูปธรรม

การวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เป็นสิ่งสำคัญในภาวะที่มีการแข่งขันสูงจากการมีผู้ผลิตในตลาดโลกมากถึง 20 ประเทศ รัฐบาลมาเลเซียจึงให้ความสำคัญกับการลดต้นทุน การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการเพิ่มความต้องการปาล์มน้ำมัน โดยการพัฒนาการใช้ผลิตภัณฑ์จากปาล์มในสินค้าใหม่ๆ

ในปี 2522 รัฐสภาของมาเลเซียได้ผ่านกฎหมาย 218 (an Act of Parliament, Act 218) ให้มีคณะกรรมการดำเนินการตามกฎหมาย (ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาเป็นพระราชบัญญัติ 582: Malaysia Palm Oil Board Act 582 ในปี 2541) โดยมีอำนาจในการก่อตั้งและส่งเสริมการพัฒนาวิจัย การผลิต การสกัด กระบวนการ การเก็บรักษา การขนส่ง การตลาด การบริโภค และการใช้น้ำมันปาล์มและผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปาล์ม และให้มีอำนาจอื่นๆ เช่นเดียวกับรัฐมนตรีกระทรวงอุตสาหกรรม คณะกรรมการดังกล่าว ได้จัดตั้งคณะกรรมการปาล์มน้ำมันแห่งชาติมาเลเซีย (Malaysia Palm Oil Board: MPOB)

กฎหมายดังกล่าว ได้กำหนดให้คณะกรรมการประกอบด้วย บุคลากรจากทั้งภาครัฐและเอกชน คือ รัฐมนตรีกระทรวงอุตสาหกรรม รัฐมนตรีกระทรวงการคลัง สำนักงานพัฒนาที่ดินแห่งรัฐ สำนักงานทะเบียนและใบอนุญาตผู้ประกอบการอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม และผู้แทนของรัฐซาบาห์และซาราวัก เกษตรกร และสมาคมโรงกลั่นน้ำมันปาล์มของมาเลเซีย โดยได้รับงบประมาณจากภาษีที่เรียกเก็บจากน้ำมันปาล์มมาใช้ในการก่อตั้ง สถาบันวิจัยน้ำมันปาล์มแห่งชาติ (Palm Oil Research Institute of Malaysia: PORIM) หรือเรียกโดยย่อว่า โพริม

คณะกรรมการปาล์มน้ำมันแห่งชาติมาเลเซีย มีการทำงานที่เป็นอิสระ สามารถตัดสินใจดำเนินโครงการและวางแผนงบประมาณของตนเองและโพริม โดยจะต้องสอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมและของประเทศ สามารถแต่งตั้งนักวิจัยและบุคลากรภายนอกโดยเน้นการให้ผลตอบแทนตามผลงาน ทำให้เกิดแรงจูงใจในการค้นคว้าวิจัยและรักษานักวิจัยที่มีความสามารถให้อยู่กับโพริมได้ เงินทุนที่ใช้ในการดำเนินงานได้มาจากภาษีงานวิจัย ที่เรียกเก็บจากผู้ผลิตน้ำมันปาล์มและน้ำมัน

เมล็ดในปาล์มในอัตราประมาณ 115 บาทต่อตันน้ำมัน (15 ริงกิต) โดยต้องจ่ายให้แก่คณะกรรมการ นอกจากนั้นรัฐบาลยังให้เงินทุนในการวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติม รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างอาคารสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับศูนย์วิจัยน้ำมันปาล์มและผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปาล์ม และทุนอีกส่วนหนึ่งได้มาจากการขายผลปาล์มที่เก็บเกี่ยวได้จากที่ดินของโพริม

การดำเนินงานของโพริมจะมีคณะกรรมการที่ปรึกษาคอยอนุมัติติดตามผลว่าโครงการวิจัยสอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมหรือไม่ และติดตามผลที่ได้ในแต่ละปี โดยประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากในและต่างประเทศ ซึ่งสามารถให้คำแนะนำในทิศทางของการทำวิจัยให้แก่โพริมได้เป็นอย่างดี

ปัญหาต่างๆ ของอุตสาหกรรมปาล์มของมาเลเซีย ได้รับการศึกษาอย่างจริงจังโดยโพริม เช่น การขาดแคลนแรงงาน ที่ดิน ข้อมูลตลาด ความเชี่ยวชาญของบุคลากร เทคโนโลยีการขาดพันธุ์ปาล์มที่ดี โดยปัญหาได้รับการศึกษาอย่างเป็นขั้นตอนและมีประสิทธิภาพโดยทันที การวางแผนงานและการประสานงานเพื่อการพัฒนา ถูกมองว่ามีความจำเป็นและรัฐบาลมาเลเซียได้ควบคุมดูแลและแทรกแซงโดยใช้การออกกฎหมายให้เอ็มพีโอบี (MPOB) และโพริม (PORIM) ได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานของรัฐอย่างเต็มที่

ปัญหาสำคัญที่รัฐบาลของมาเลเซียต้องเผชิญในขณะนั้น คือ ปาล์มส่วนใหญ่ปลูกในแอฟริกา ซึ่งไม่มีการประกอบการเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จึงไม่มีต้นแบบในการจัดการดังนั้น มาเลเซียจึงต้องริเริ่มการพัฒนาปาล์มน้ำมันในเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ด้วยตนเอง อีกทั้งไม่มีเทคโนโลยีที่คิดค้นไว้แล้วเหมือนอุตสาหกรรมน้ำมันพืชชนิดอื่น เช่น ถั่วเหลืองหรือเรปซีด และไม่มีข้อมูลทางเทคนิค เพื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่นที่ถูกพัฒนาโดยประเทศที่พัฒนาแล้วและเพื่อที่จะขยายตลาดของน้ำมันปาล์ม จึงจำเป็นต้องค้นคว้าหาข้อมูลในการใช้คุณสมบัติต่างๆ ของน้ำมันปาล์มอย่างละเอียด ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนที่สูงมากโดยยังไม่ทราบแน่ชัดว่าผลที่ได้จะออกมาเช่นไร ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้อยู่ในความรับผิดชอบของโพริมที่ต้องใช้การค้นคว้าวิจัย เพื่อให้ได้คำตอบและสร้างความสามารถในการแข่งขันให้แก่อุตสาหกรรมปาล์มของมาเลเซียในตลาดโลก

ก่อนที่จะได้มีการก่อตั้งเอ็มพีโอบีและโพริมขึ้น ไม่มีหน่วยงานใดเป็นศูนย์กลางในการวางแผนทำการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันในภาพรวม ถึงแม้จะมีการดำเนินการบ้างตามหน่วยงานต่างๆ อย่างกระจัดกระจาย แต่การดำเนินงานของหน่วยงานเหล่านั้นก็เป็นไปเพื่อความสนใจเฉพาะด้านของตน หน่วยงานเอกชนขนาดใหญ่สามารถดำเนินการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาด้วยตนเองโดยเฉพาะการพัฒนาพันธุ์ปาล์มที่ดี แต่ผู้ประกอบการรายย่อยไม่สามารถดำเนินการได้ ในขณะที่

การค้นคว้าด้านการสกัดน้ำมันปาล์มยิ่งมีน้อยลงไปอีก เทคโนโลยีที่ใช้เดิมถูกใช้มายาวนานกว่า 30 ปี โดยมีการปรับปรุงพัฒนาบ้างเพียงเล็กน้อย เนื่องจากนักออกแบบไม่กล้าทดลองออกแบบใช้อุปกรณ์ใหม่ๆ เพราะไม่ต้องการมีความเสี่ยง ความรู้ในการผลิตโอเลโอเคมีก็มีน้อยมาก แต่วัตถุดิบน้ำมันปาล์มถูกส่งออกไปเพื่อผลิตเป็นโอเลโอเคมีกลับเข้ามาขายในประเทศมาเลเซีย

ความรู้ความเข้าใจในคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันปาล์มเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ ยังไม่เคยมีการค้นคว้าวิจัยมาก่อน การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำมันปาล์มและยังไม่มีข้อกำหนดการทดสอบที่ได้มาตรฐาน และจะถูกดำเนินการเฉพาะในส่วนที่ได้รับการร้องขอจากลูกค้าในต่างประเทศ ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะต้องถูกรวบรวมไว้ และสร้างเป็นมาตรฐานให้ใช้ร่วมกันในการพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันอย่างเป็นระบบ

ปัญหาต่างๆ ได้ถูกศึกษาและรวบรวมจากเกษตรรายย่อย รายใหญ่ ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันปาล์ม ตลอดจนผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องอื่นๆ เพื่อให้ทราบความต้องการของภาคอุตสาหกรรม แล้วจึงกำหนดออกมาเป็นหัวข้อค้นคว้าวิจัยได้อย่างถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง และวางแผนระดับปฏิบัติการเพื่อให้ได้ผลออกมาตามต้องการ ในขณะที่คณะกรรมการจัดการสวนปาล์ม คณะกรรมการพัฒนาพันธุกรรมปาล์ม คณะกรรมการพัฒนาการใช้ประโยชน์และการผลิตผลิตภัณฑ์จากปาล์มจะทำหน้าที่ประสานงานและแจ้งความคืบหน้าให้แก่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมปาล์มได้รับรู้ผลการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ งานค้นคว้าวิจัยเชิงเทคนิคขั้นสูงที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงมากและต้องใช้บุคลากรผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางที่มาเลเซียยังไม่มีก็ได้ประสานความร่วมมือและส่งต่องานวิจัยเหล่านั้นให้แก่สถาบันค้นคว้าวิจัยภายนอกทั้งในและนอกประเทศมาเลเซีย เช่น การตัดต่อพันธุกรรม และการโคลนนิ่งพันธุ์ปาล์ม เป็นต้น งานค้นคว้าวิจัยต่างๆ ที่ประสบความสำเร็จและพัฒนาจนถึงระดับการค้าได้แล้วจะถูกเซ็นสัญญาให้แก่ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรม เพื่อมอบลิขสิทธิ์ให้ไปดำเนินการในเชิงพาณิชย์ต่อไป พร้อมทั้งดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีภายใต้ข้อตกลงดังกล่าว

เนื่องจากโพริมใช้ทุนที่เรียกเก็บมาจากผู้ประกอบการอุตสาหกรรม โพริมจึงได้จัดงานสัมมนาร่วมระหว่างโพริมและภาคอุตสาหกรรมขึ้นเป็นประจำทุกปี เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยตรงกับผู้ประกอบการ และสร้างความมั่นใจว่าโพริมดำเนินงานได้ตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการ รวมทั้งเพื่อเผยแพร่ผลงานการวิจัยพัฒนาสู่อุตสาหกรรม ผู้ประกอบการเหล่านี้ประกอบด้วยชาวสวนปาล์มทั้งรายย่อยและรายใหญ่ โรงสกัดและโรงกลั่นน้ำมันปาล์ม ไปจนถึงผู้ผลิตเคมีชีวภาพและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องต่างๆ จากน้ำมันปาล์ม ความคิดเห็นจากผู้ประกอบการทุกๆ ระดับในห่วงโซ่คุณค่าของน้ำมันปาล์ม จะถูกนำมาเป็นหัวข้อของงานค้นคว้าวิจัยและนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาเพื่อขออนุมัติ

หัวข้อของโครงการและนำเสนอต่อคณะกรรมการปาล์มน้ำมันแห่งชาติ (MPOB) การดำเนินงานของโพริมและเอ็มพีโอบีเป็นไปด้วยความโปร่งใสและเป็นอิสระ โดยมีฐานะเทียบเท่าหน่วยงานระดับกระทรวงและบริหารโดยบุคคลภายนอกที่มีความเป็นมืออาชีพในการจัดการ

การดำเนินงานของโพริมช่วยให้งานวิจัยพัฒนาต่างๆ เป็นไปในทิศทางเดียวกันและตรงกับความต้องการของอุตสาหกรรมมากกว่าในอดีต ซึ่งนักวิจัยของแต่ละหน่วยราชการหรือมหาวิทยาลัยต่างดำเนินงานตามความสนใจของตนเองเป็นรายบุคคล และมีต้นทุนของการวิจัยต่ำกว่าการดำเนินงานโดยบริษัทเอกชนรายใหญ่ของอุตสาหกรรมปาล์มแต่ละรายตามลำพัง เช่น การค้นคว้าวิจัยคุณค่าทางโภชนาการในด้านต่างๆ ของน้ำมันปาล์มและผลกระทบต่อร่างกาย หากดำเนินการโดยบริษัทใดบริษัทหนึ่งก็จะมีต้นทุนสูง แต่เมื่อดำเนินการโดยโพริม และมอบให้ทุกรายนำไปใช้พัฒนาต่อทำให้เกิดการแบ่งเบาภาระต้นทุนของแต่ละรายลงไป เพราะการซื้อลิขสิทธิ์และข้อมูลจากผลงานของโพริมมีราคาที่ต่ำกว่าการลงทุนด้วยตนเองอย่างมาก และข้อมูลต่างๆ ได้ถูกใช้ในการโต้แย้งกับข้อมูลการต่อต้านการใช้น้ำมันปาล์มของสมาคมถั่วเหลืองแห่งสหรัฐอเมริกาในเรื่องผลกระทบสุขภาพอย่างประสบความสำเร็จ โดยหากภาคเอกชนพยายามดำเนินการเพียงลำพังย่อมเป็นเรื่องยากที่จะต่อสู้ในเรื่องดังกล่าวได้สำเร็จ และส่งผลให้คาดการณ์ว่าอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน จะสร้างรายได้ให้แก่มาเลเซียมากกว่า 600,000 ล้านบาทในปี 2551

ผลจากการก่อตั้งหน่วยงานรับผิดชอบที่มีประสิทธิภาพและมีงบประมาณการดำเนินงานที่รองรับโดยกฎหมายและมีคณะกรรมการกำกับดูแลที่โปร่งใส ส่งผลให้อุตสาหกรรมปาล์มของมาเลเซียประสบผลสำเร็จในการเข้าสู่ตลาดใหม่ๆ ในต่างประเทศ จากการเตรียมพร้อมในการให้ความสนับสนุนโดยเอ็มพีโอบีและโพริม ในด้านนโยบาย เทคนิค การตลาด และเชื่อมโยงผู้ประกอบการไปสู่ฐานลูกค้าที่มีศักยภาพ โพริมทำหน้าที่ ให้ข้อมูลแก่ลูกค้าของประเทศมาเลเซีย โดยส่งทีมให้ข้อมูลไปยังลูกค้าในทุกๆ ตลาดทั่วโลกโดยตรงเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและดำเนินการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่างๆ ตรงไปยังกลุ่มลูกค้าของมาเลเซียอย่างต่อเนื่องโดยใช้จดหมายข่าว เช่น จุลสารเทคนิคปาล์มน้ำมัน (Palm Oil Technical Bulletin) วารสารเทคโนโลยีและการพัฒนาปาล์มน้ำมัน (PORIM Technology and Palm Oil Developments)

นอกจากนี้ โพริมยังรับข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการใช้น้ำมันปาล์มของลูกค้าต่างๆ ของมาเลเซียโดยตรง และนำมาดำเนินการวิจัยและพัฒนา เพื่อหาทางแก้ปัญหาให้แก่ลูกค้าเพื่อขจัดปัญหาและข้อด้อยต่างๆ ของการใช้น้ำมันปาล์มในการประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ เช่น การวิจัยเพื่อผสมน้ำมันปาล์ม

ลงในน้ำมันพืชชนิดอื่น ร่วมกับบริษัทน้ำมันพืชแห่งชาติของจีนจนประสบความสำเร็จในการเปิดตลาดจีน และดำเนินการเช่นเดียวกับในตลาดอื่น เช่น ตุรกี

ในด้านการพัฒนาสายพันธุ์ปาล์ม โพริมได้เก็บรวบรวมโครโมโซมและพันธุกรรมของปาล์มน้ำมันสายพันธุ์ต่างๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะจากแอฟริกาและละตินอเมริกา และนำมาขยายพันธุ์ทดลองปลูกในส่วนต่างๆ ของประเทศมาเลเซีย โดยเฉพาะในเมืองกลวง (Kluang) และดำเนินการตัดโครโมโซมและพันธุกรรมที่ดี นำมาพัฒนาพันธุ์ที่ดีและให้ผลผลิตสูงเหมาะแก่การปลูกในเชิงพาณิชย์ ซึ่งการลงทุนในเทคโนโลยีชีวภาพของพันธุวิศวกรรมเหล่านี้ ยากที่จะลงทุนโดยเอกชน เนื่องจากใช้เงินลงทุนสูงและใช้เวลายาวนานในการทดลองกว่าจะประสบความสำเร็จ แม้แต่โพริมเองก็ยังประสบความล้มเหลวจากการขยายพันธุ์ปาล์มโดยใช้วิธีการเพาะเนื้อเยื่อ (Tissue culture) ในระยะเริ่มแรก จากความผิดพลาดในการถอดแบบเซลล์ (Cloning) ทำให้ต้องขอความร่วมมือในการค้นคว้าวิจัยร่วมกับสถาบันวิจัยของประเทศที่พัฒนาแล้ว กระทั่งประสบความสำเร็จในการตัดต่อพันธุกรรม และสามารถพัฒนาสายพันธุ์ปาล์มที่มีกรดโอเลอิกสูง

ในด้านเครื่องจักรสำหรับกระบวนการผลิต โพริมตั้งงบประมาณในการพัฒนาอุปกรณ์ในวงเงินสูงถึงประมาณ 200 ล้านบาทในแต่ละโครงการ เพื่อออกแบบอุปกรณ์ชนิดใหม่ที่ใช้เทคโนโลยี อันทันสมัยให้แก่ผู้ประกอบการ ทำให้ผู้ประกอบการกล้าดัดแปลงเทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรและเชื่อมโยงให้เกิดการนำน้ำมันปาล์มไปผลิตเป็นเคมีชีวภาพในอุตสาหกรรมขั้นปลายน้ำได้ โดยงานค้นคว้าวิจัยด้านเคมีชีวภาพสามารถนำมาใช้ได้จริงในเชิงพาณิชย์ ทำให้ผู้ประกอบการที่เป็นสัญชาติมาเลเซีย สามารถดำเนินธุรกิจเคมีชีวภาพจากพืชน้ำมันได้ด้วยตนเอง และประหยัดเงินตราในการซื้อเครื่องจักรจากต่างประเทศและโพริมยังเป็นหน่วยงานหลักในการจัดการอบรมให้แก่ผู้ประกอบการ (เฉพาะชาวมาเลเซียเท่านั้น) อันเป็นการสร้างบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญให้แก่อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันทั้งระบบ เช่น หลักสูตรประกาศนียบัตร การจัดการและเทคโนโลยีปาล์มน้ำมัน หลักสูตรประกาศนียบัตร เทคโนโลยีและการจัดการการสกัดน้ำมันปาล์ม เป็นต้น

ภาคผนวก รายการอ้างอิง

(1) Zoebelin, H. (ed.); Dictionary of Renewable Resources [Wiley-VCH, Weinheim, 2001]

(2) US President: Developing and Promoting Biobased Products and Bioenergy, Executive Order 13101/13134 [William J. Clinton, The White House, Washington D.C. 1999]

(3) US Congress; Biomass Research and Development, Act of 2000 [WashingtonD.C., 2000

(4) Morris D.J.; Ahmed I.; The carbohydrate Economy: Making Chemicals and Industrial Materials from Plant Matter [Insti-
tute of Local Self Reliance, Washington D.C. 1992]

(5) Walden, P., History of Organic Chemistry since 1880. Bd. 2 [Graebe, C. (Ed.),Verlag Julius Springer, Berlin, 1941, germ.] 686

(6) Potsch, W.R.; Lexicon of famous Chemists. [Bibliographisches Institut, Leipzig, 1988, ISBN 3-323-00185-0, germ.] a) 305

(7) Borregaard LignoTech; marathon co.;http://www.ltus.com.

(8) Peckham; B.W; The First Hundred Years of Corn Refining in the UnitedStates. In Corn Annual 2000 [Corn Refiners Association, Washington, DC, 2000]

(9) Heier, W; *Grundlagen der Landtechnik* 33 (1983) 45-55

(10) Kamm, B.; Kamm, M.; The Green Biorefinery - Principles, Technologies and Products. In: Proceed. 2nd Intern. Symp.
Green Biorefinery, October, 13-14, 1999 [SUSTAIN (eds), Feldbach, Austria, 1999] S. 46-69

(11) Schertz, F.M.; *Ind. Eng. Chem*., 30 (1938) 1073-1075

(12) Shearon, W.H.; Gee, O. F.; *Ind. Eng. Chem*., 41 (1949) 218-226

(13) Judah, M.A.; Burdack, E. M.; Caroll, R.G.; *Ind. Eng. Chem*., 46 (1954) 2262-2271

(14) Hale, W.J.: The Farm Chemurgic [TheStratford Co., Boston, 1934]

(15) Borth, Ch.; Pioneers of Plenthy [Bobbs-Merril Co, Indianapolis, New York, 1939]

(16) Lewis, D. L.; The Public Image of Henry Ford [Wayne State University Press, Detroit, 1976]

(17) Brandt, E. N.; Growth Company – Dow Chemical's First Century [Michigan StateUniversity press, East Lansing, 1997]

(18) EuropaBio; White Biotechnology. Gateway to a more sustainable future [EuropaBio, Lyon, April 2003]

(19) BIO Biotechnology Industry Organisation: New Biotech Tools for a cleaner Environment - Industrial Biotechnology for Pollution Prevention, Resource Conservation and Cost Reduction, 2004; http://www.bio.org/ind/pubs/cleaner2004/cleanerReport.pdf

(20) Dti Global Watch Mission Report: Impact of the industrial biotechnology on sustainability of the manufacturing base - the Japanese Perspective, 2004

(21) US Department of Energy; http://www.oit.doe.gov/e3handbook

(22) National Renewable Energy Laboratory (NREL); http://www.nrel.gov/biomass/biorefinery.html

(23) Soyez, K.; Kamm, B.; Kamm, M. (eds.); The Green Biorefinery, Proceedings of. 1st International Green Biorefinery Conference, Neuruppin, Germany, 1997 [Ver-lag GOT, Berlin, 1998, ISBN 3-929672-06-5, German and English]

คณะที่ปรึกษา

โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery) เพื่อยกระดับอุตสาหกรรมการเกษตรของไทย

หัวหน้าโครงการ

ผศ.ดร.สุทธิ สูอำพัน

คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ปรึกษาโครงการ

- ดร.บุรินทร์ สุขพิศาล
  คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- นายนพพร ประภาอาภรณ์

นักวิจัย

- ผศ.ดร.พิมพ์พร โสววัฒนกุล
  ภาควิชาสหกรณ์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- รศ.ดร.เทพรัตน์ พิมลเสถียร
  คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ผศ.ดร.อรรถพล สืบพงศกร
  ภาควิชาสหกรณ์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ช่วยนักวิจัย

- นางสาวจิตรา โรจนประเสริฐกูล
- นางสาวปรียา ขันติยะชัย
- นางสาววิรัญตรี หนีละ
- นายธนาพร บุนนาค

ผู้ประสานงานและผู้ช่วยวิจัย

- นายสัชญา สถิรพงษะสุทธิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑

กำหนดการอบรม

เรื่อง “Sugar and starch biorefinery”

วันจันทร์ที่ 19 กรกฎาคม 2564

เวลา 09.00 - 16.30 น.

ผ่านระบบออนไลน์ Zoom

09.00 – 09.30 น.	ลงทะเบียน
09.30 – 12.00 น.	- หลักการของ Sugar and starch biorefinery technology และกระบวนการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบพืชแป้งและน้ำตาล - ข้อมูลผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชที่ให้แป้งและน้ำตาลและการใช้ประโยชน์ของพืชแป้งและน้ำตาลตลอดห่วงโซ่คุณค่า โดย ดร.บุรินทร์ สุขพิศาล
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 15.30 น.	- แนวทางและมาตรการของภาครัฐในการขับเคลื่อนผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากพืชแป้งและน้ำตาล - แนวทางการมีส่วนร่วมในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของผู้ประกอบการ - รูปแบบที่มีความเป็นไปได้ในการจัดตั้งระบบไบโอรีไฟเนอรี่สำหรับวัตถุดิบพืชแป้งและน้ำตาลในประเทศไทย โดย ดร.บุรินทร์ สุขพิศาล
15.30 – 16.30 น.	ตอบข้อซักถาม

H_2O
C
H
CO_2
Biomass
Food crop
Feed crop
Energy crop/ tree
Forest / Wood residue
Animal waste
Industrial processing waste
Biorefinery
Zero Waste
Food
Feed
Bio-energy
Heat
Stream
Electricity
Biofuel
Transportation
Biochemical
Industrial use
Bio-product
Consumers
Waste

การอบรมหลักสูตรระยะสั้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่

“Sugar and starch Biorefinery”

ร่วมกับ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

สำนักบริหารงานวิจัยและนวัตกรรมพระจอมเกล้าลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

19 กรกฎาคม 2564

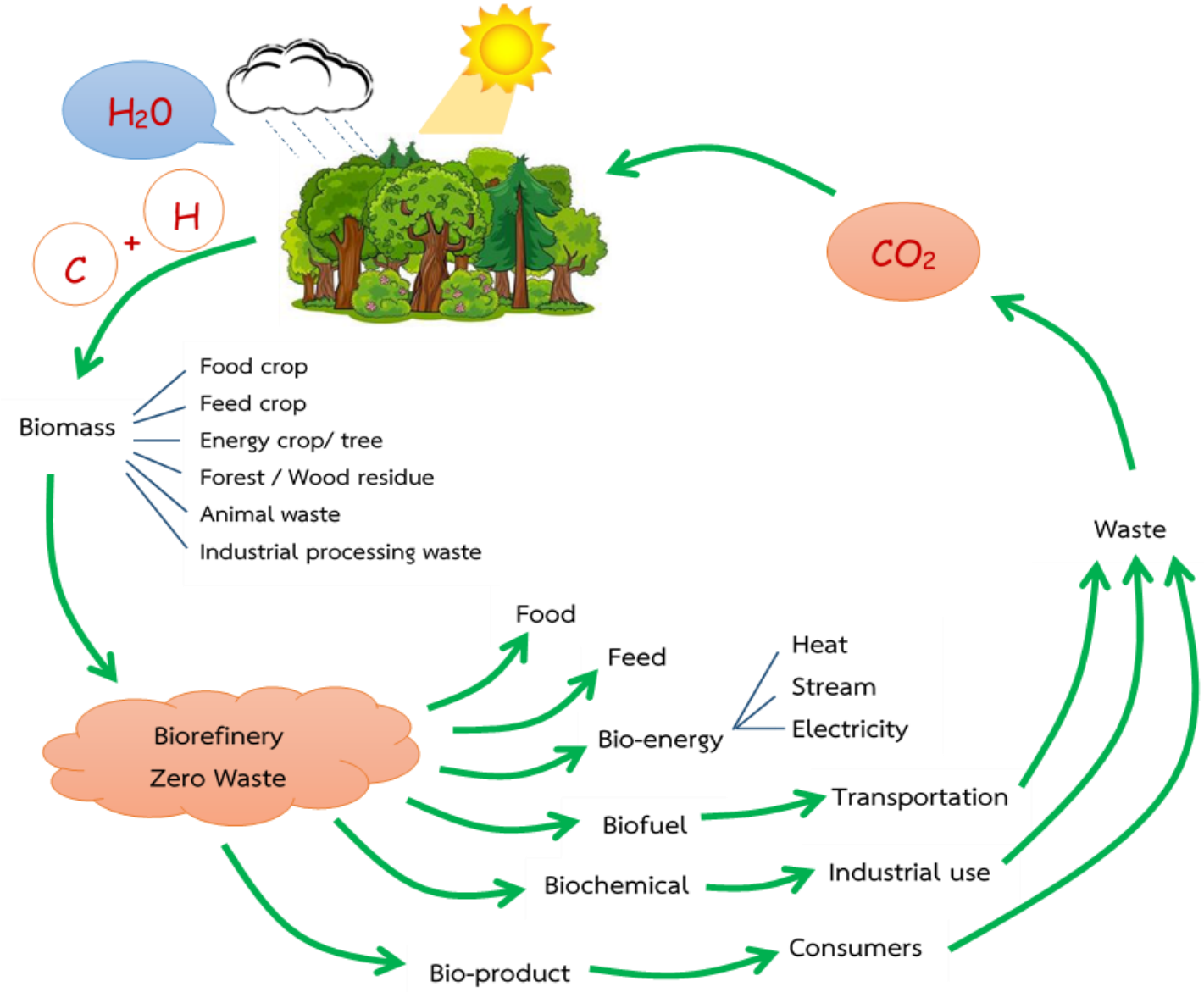
1

ข้อมูลพื้นฐานของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery System)

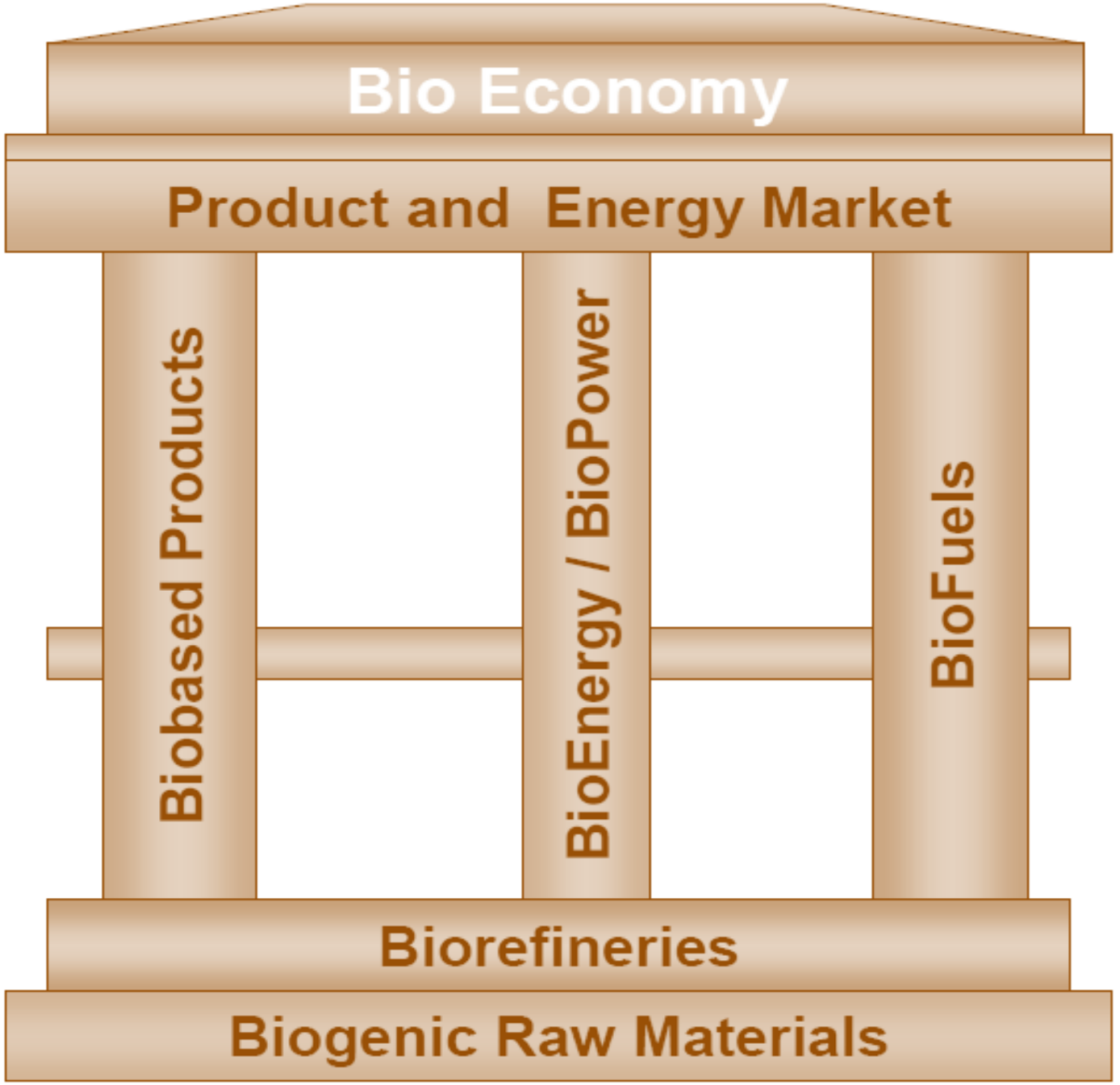
ข้อมูลพื้นฐานของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery System)

- ✓ ปัจจัยที่เป็นแรงผลักดันให้เกิดระบบไบโอรีไฟเนอรี่
- ✓ ความหมายของชีวมวล (Biomass)
- ✓ ความเป็นมาของระบบไบโอรีไฟเนอรี่
- ✓ จุดกำเนิดของระบบการผลิตทางชีวภาพแบบผสมผสาน (Integrated biobased production)
- ✓ ความหมายของไบโอรีไฟเนอรี่

ความเชื่อมโยงของระบบนิเวศน์ชีวมวลและระบบไบโอรีไฟเนอรี่

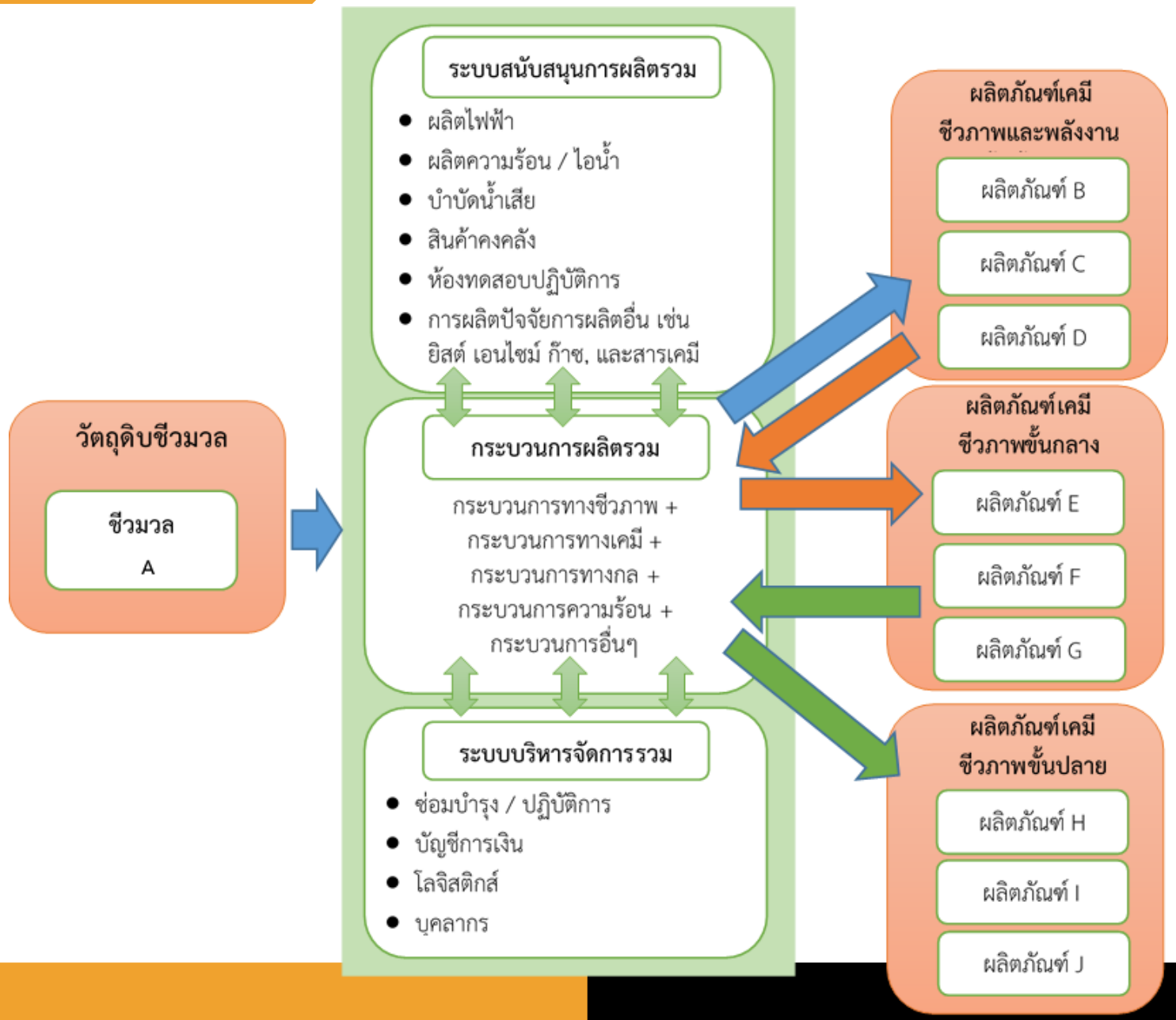


แบบจำลองเสาหลักในการเชื่อมโยงระบบไบโอรีไฟเนอรี่และเศรษฐกิจฐานชีวภาพ



ที่มา: B. Kamm, (2014).

ลักษณะเฉพาะที่สำคัญของระบบไบโอรีไฟเนอรี่



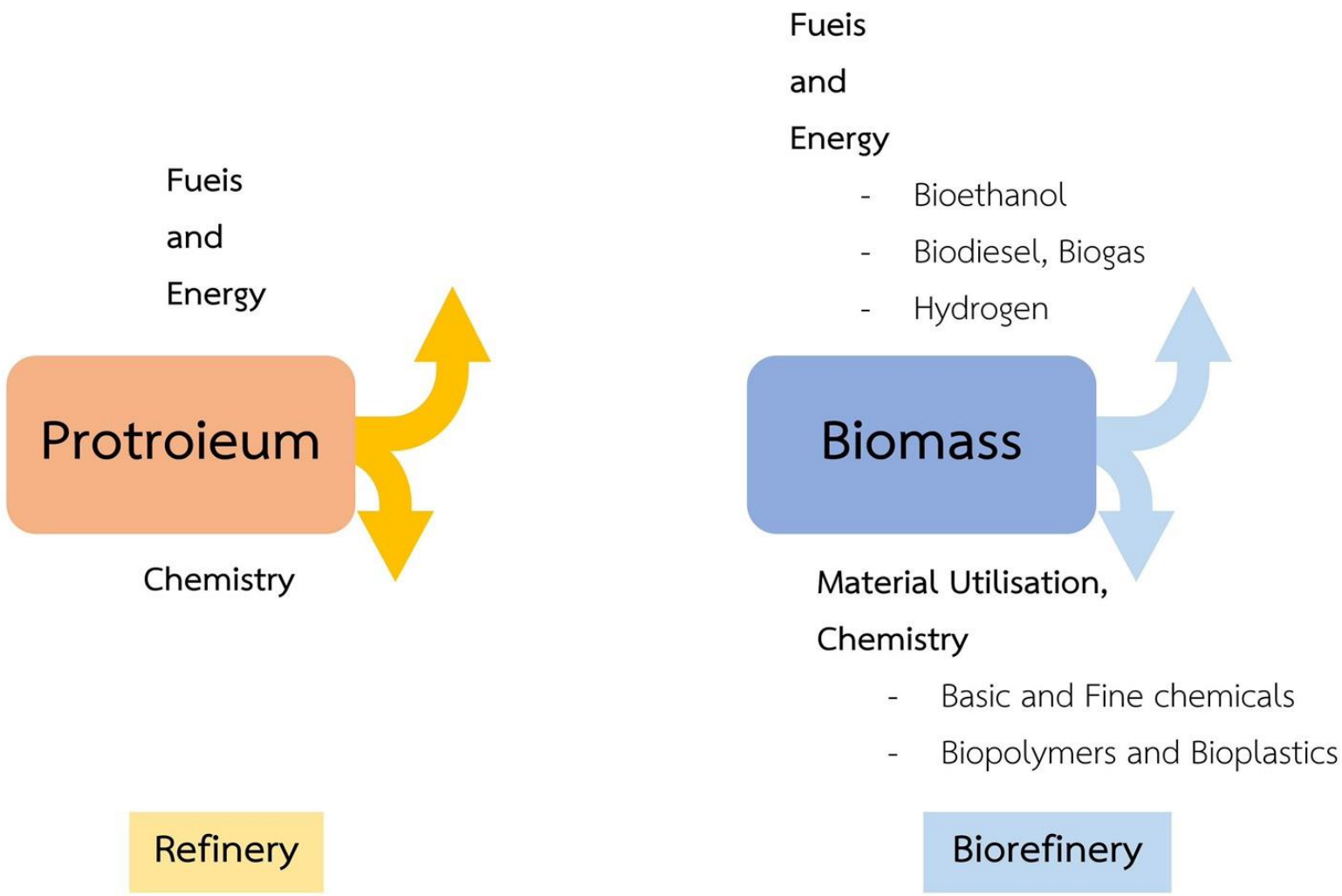
2

ระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ระบบไบโอรีไฟเนอรี่

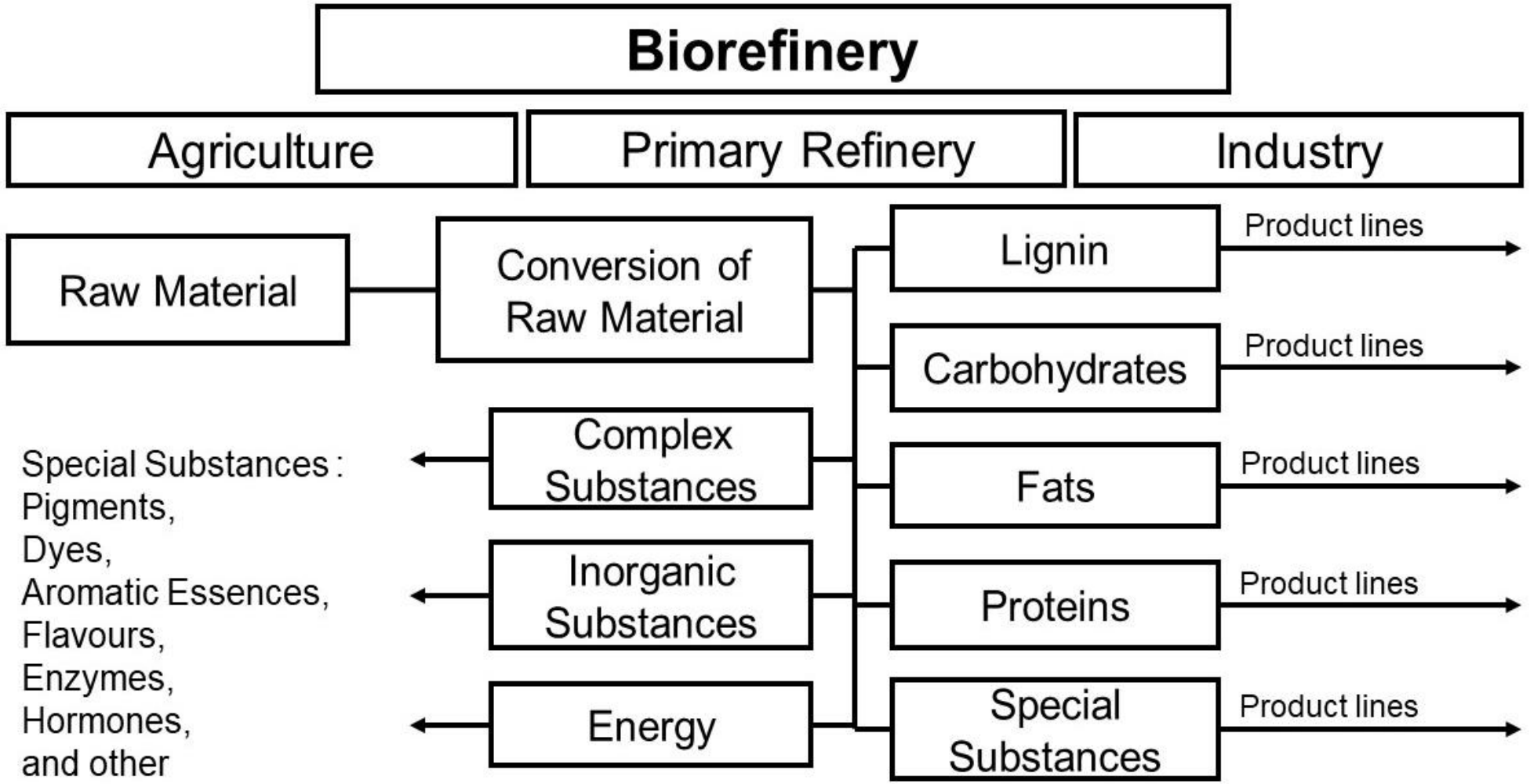
- ✓ หลักการของระบบไบโอรีไฟเนอรี่
- ✓ บทบาทของเทคโนโลยีชีวภาพในระบบไบโอรีไฟเนอรี่
- ✓ การจัดประเภทของระบบไบโอรีไฟเนอรี่

เปรียบเทียบหลักการการกลั่นปิโตรเลียมและไบโอรีไฟเนอรี่



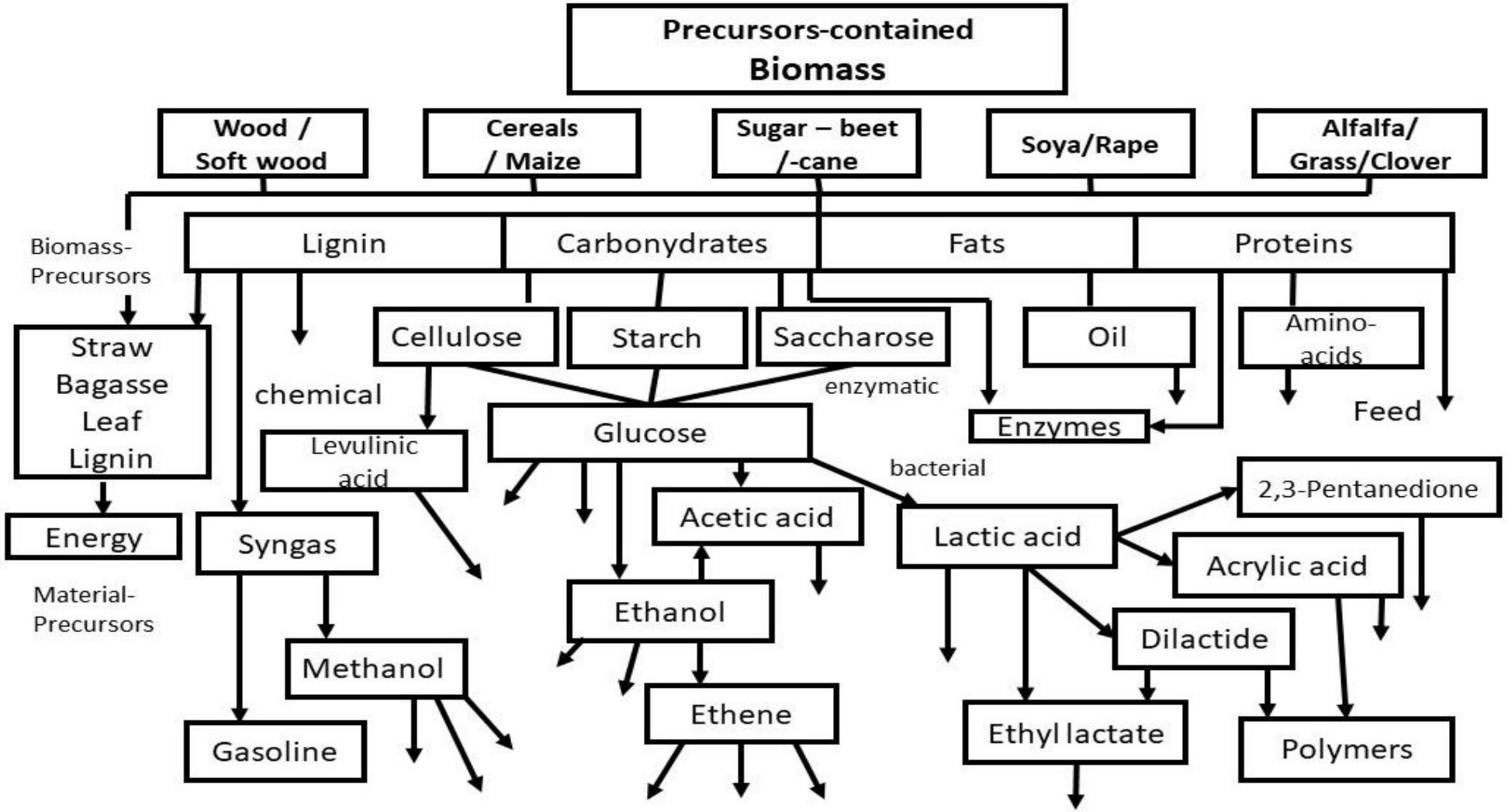
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

องค์ประกอบของชีวมวลที่ถูกแยกออกในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ขั้นต้น



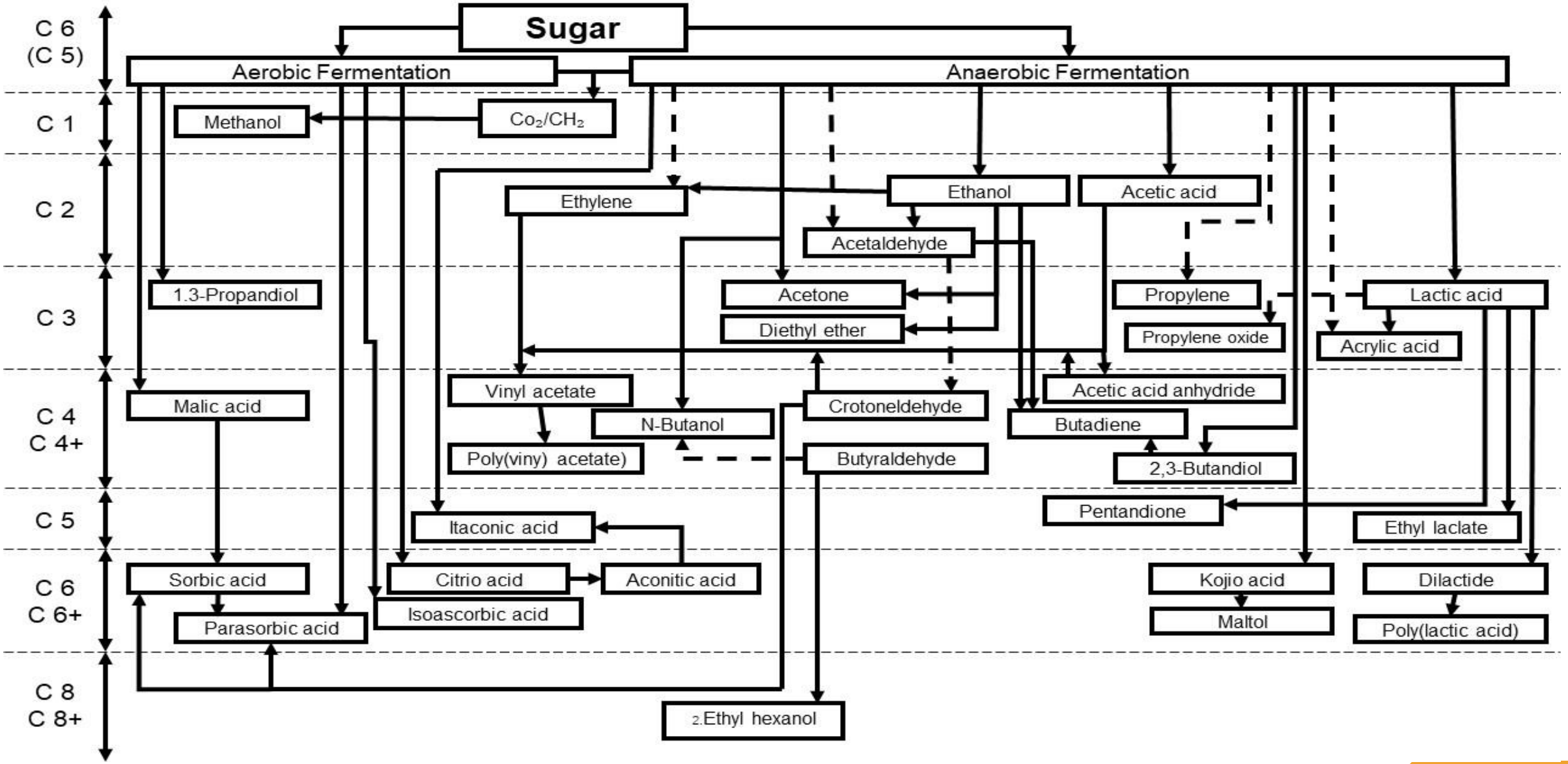
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

แผนภูมิของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ที่เน้นสารตั้งต้นชีวมวลประเภทคาร์โบไฮเดรต



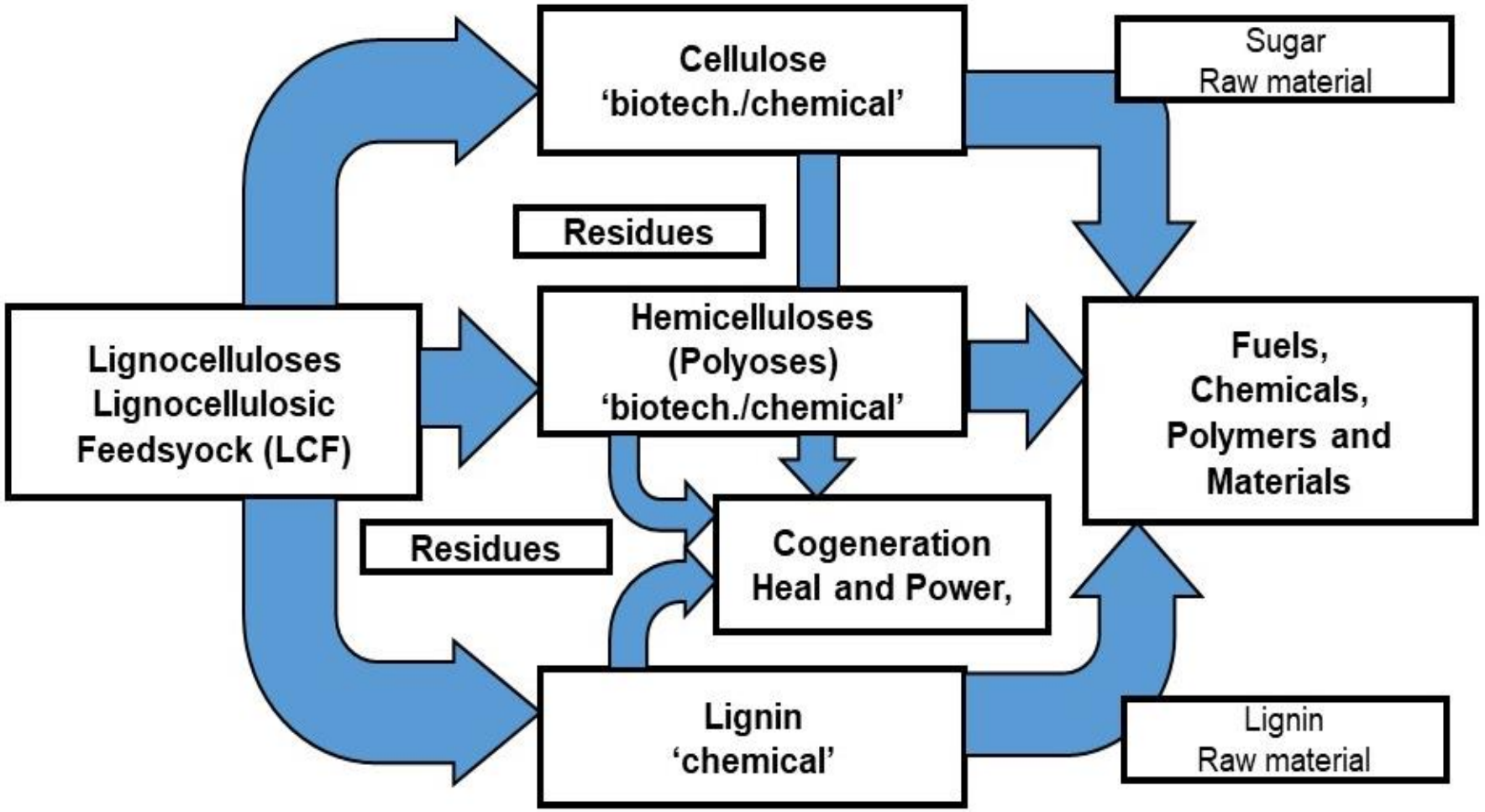
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักกลูโคสในระบบไบโอรีไฟเนอรี่



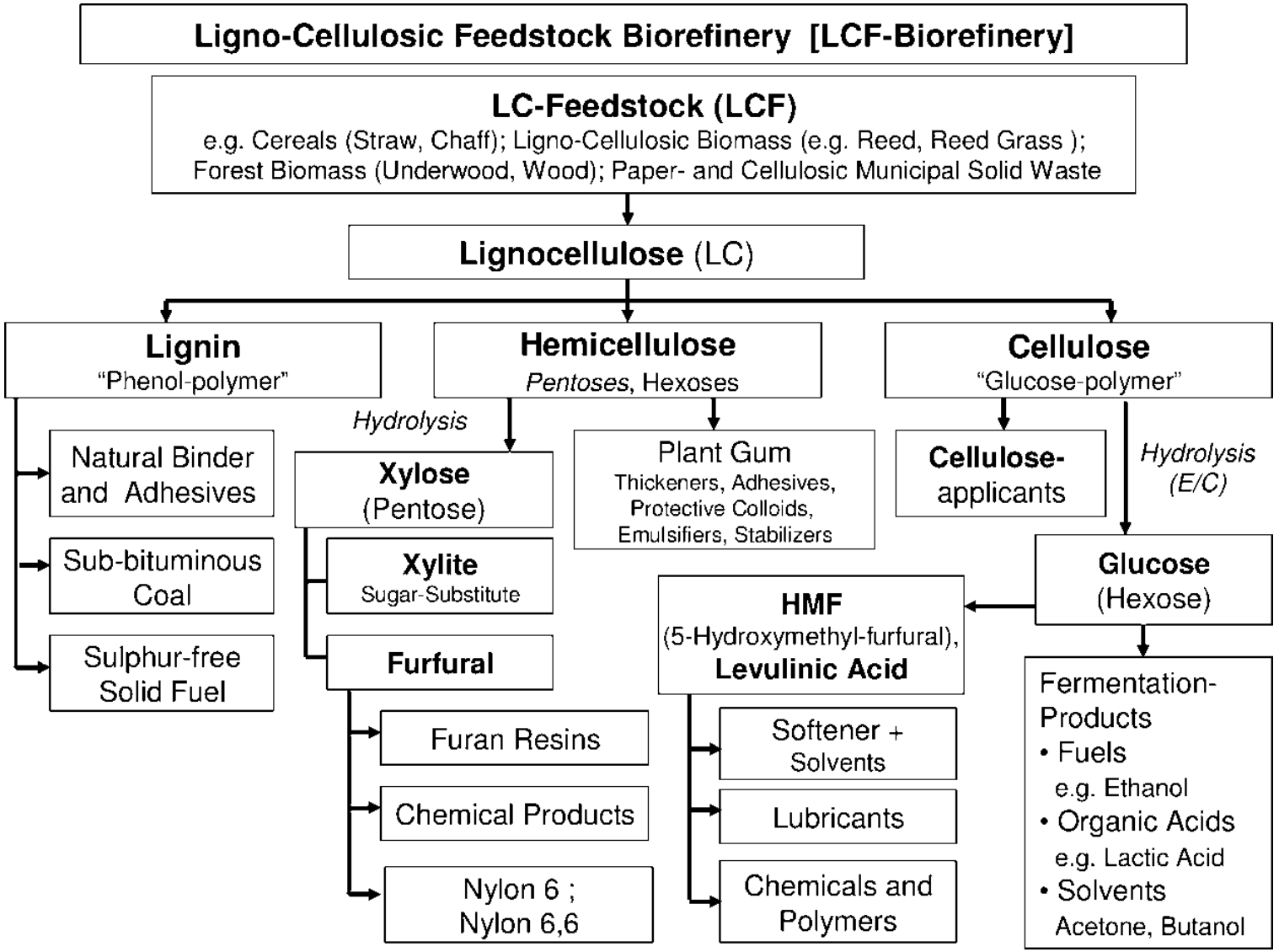
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

หลักการของ Lignocellulosic feedstock biorefinery.



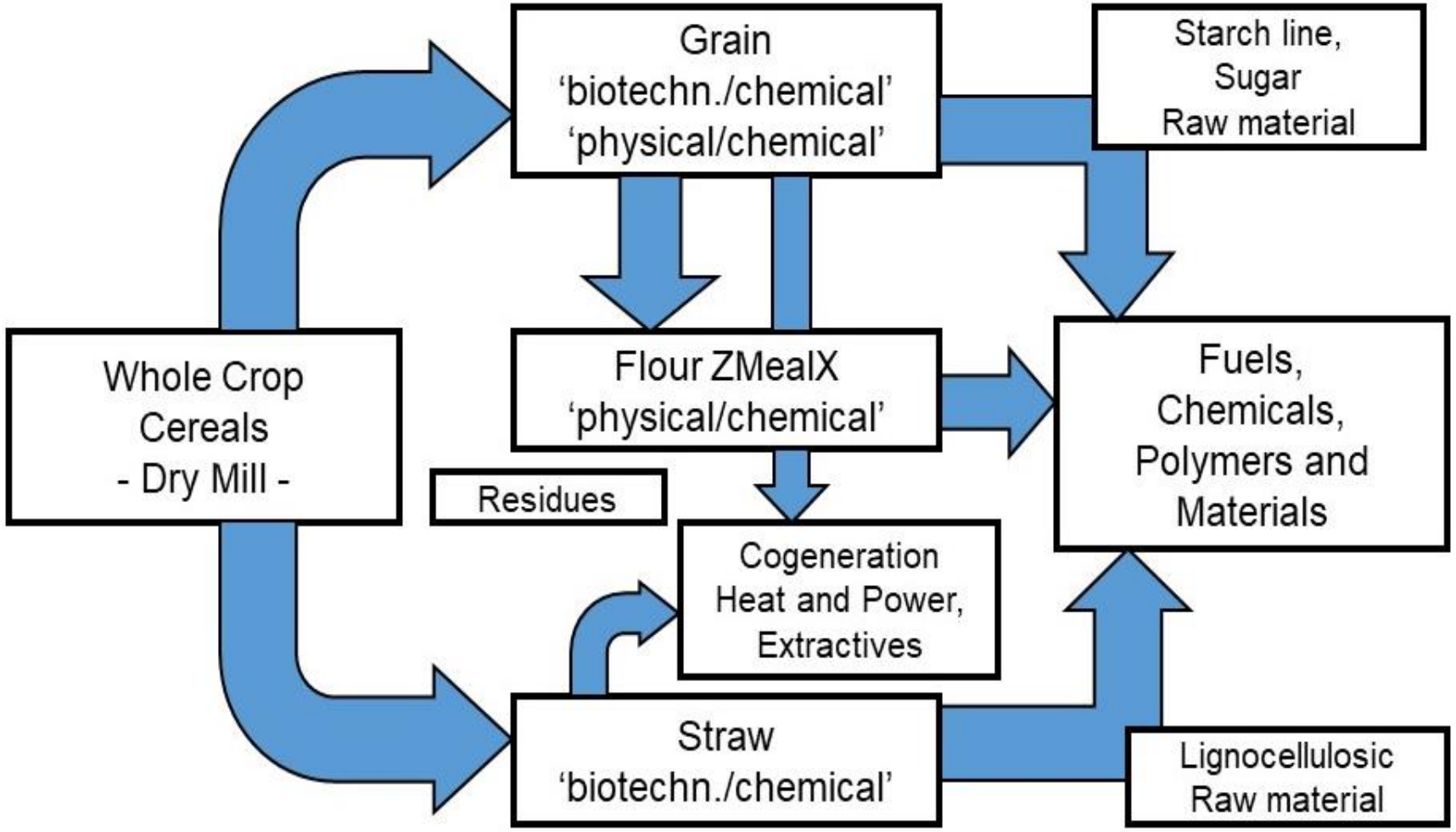
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Products of a lignocellulosic feedstock biorefinery (LCF-biorefinery, Phase III)



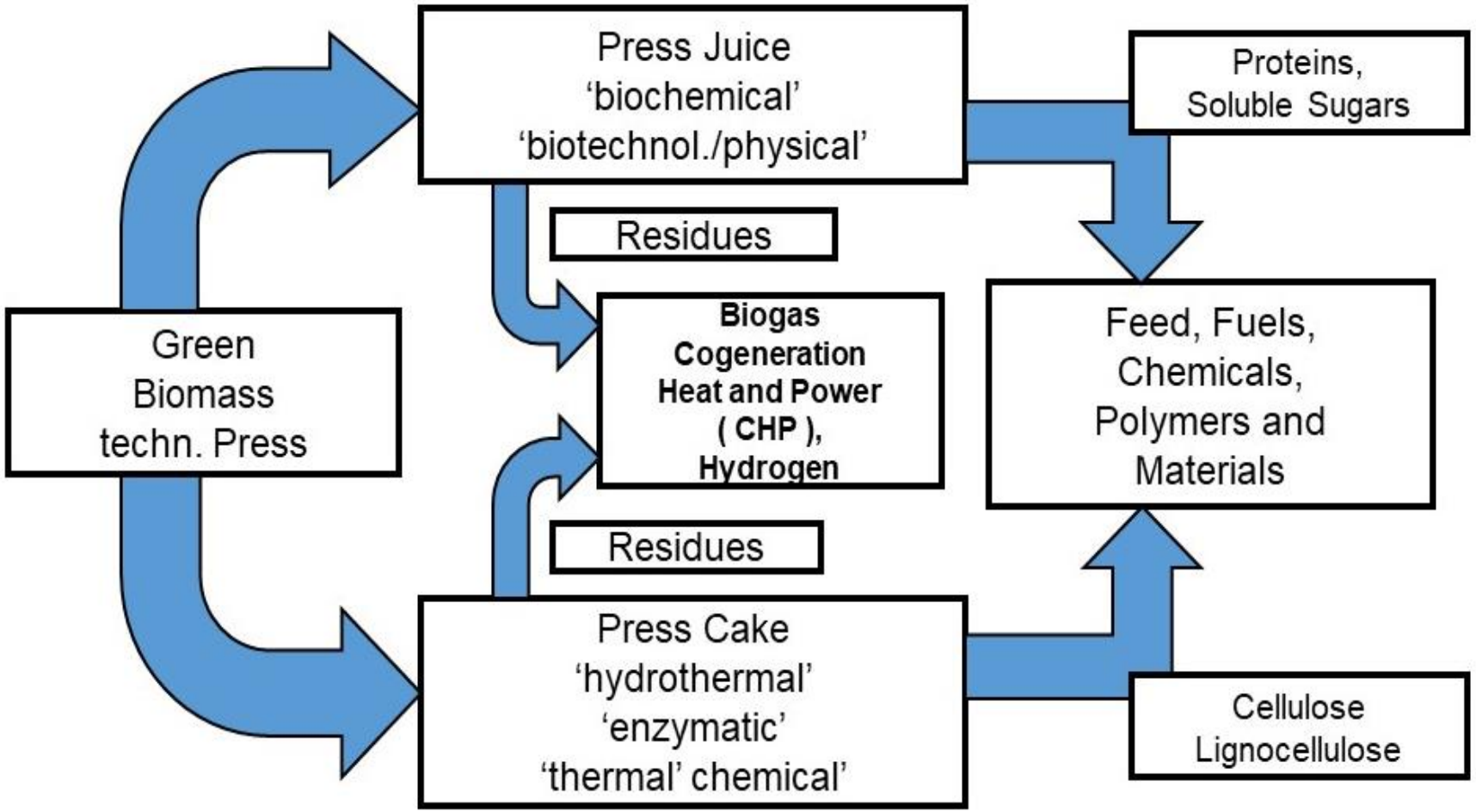
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Whole-crop biorefinery based on dry milling.



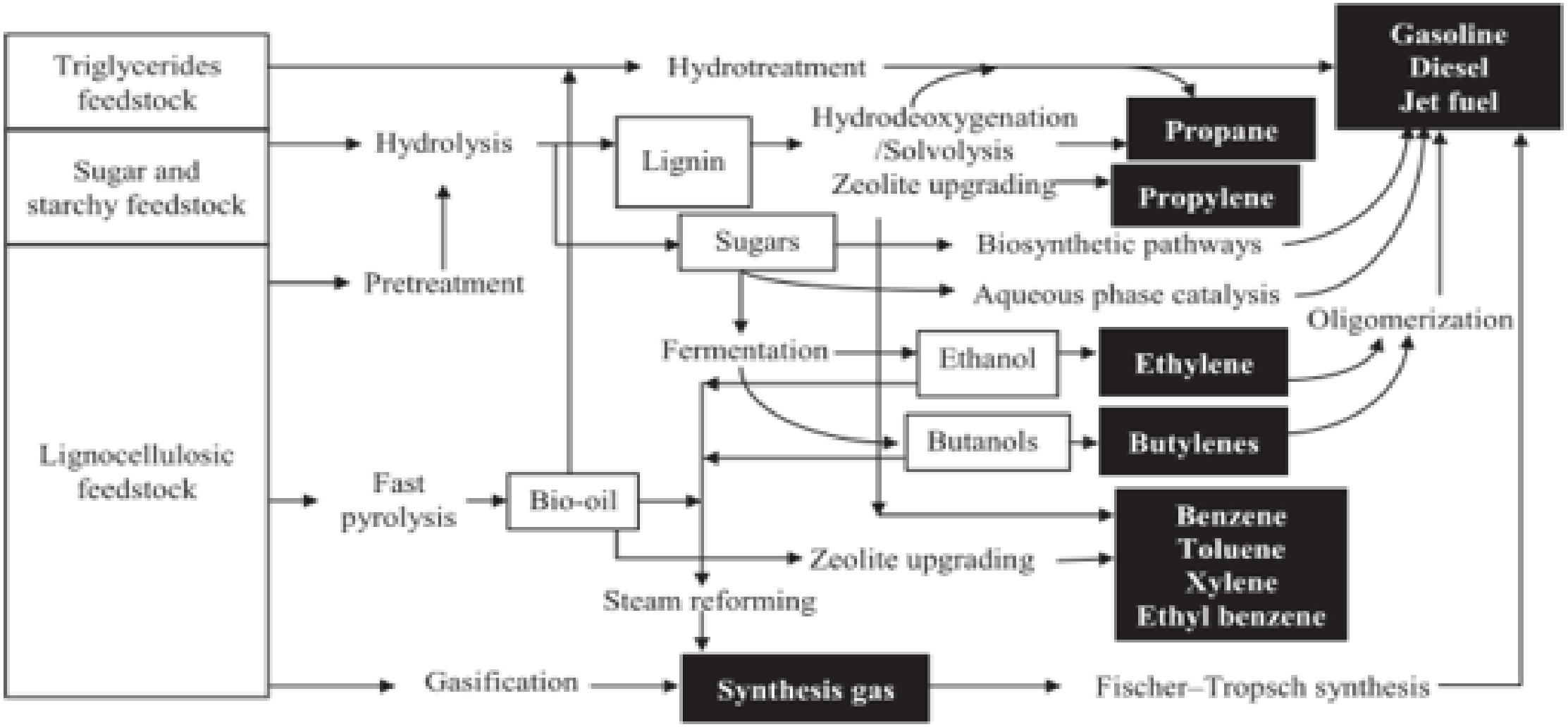
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ A “green biorefinery” system.



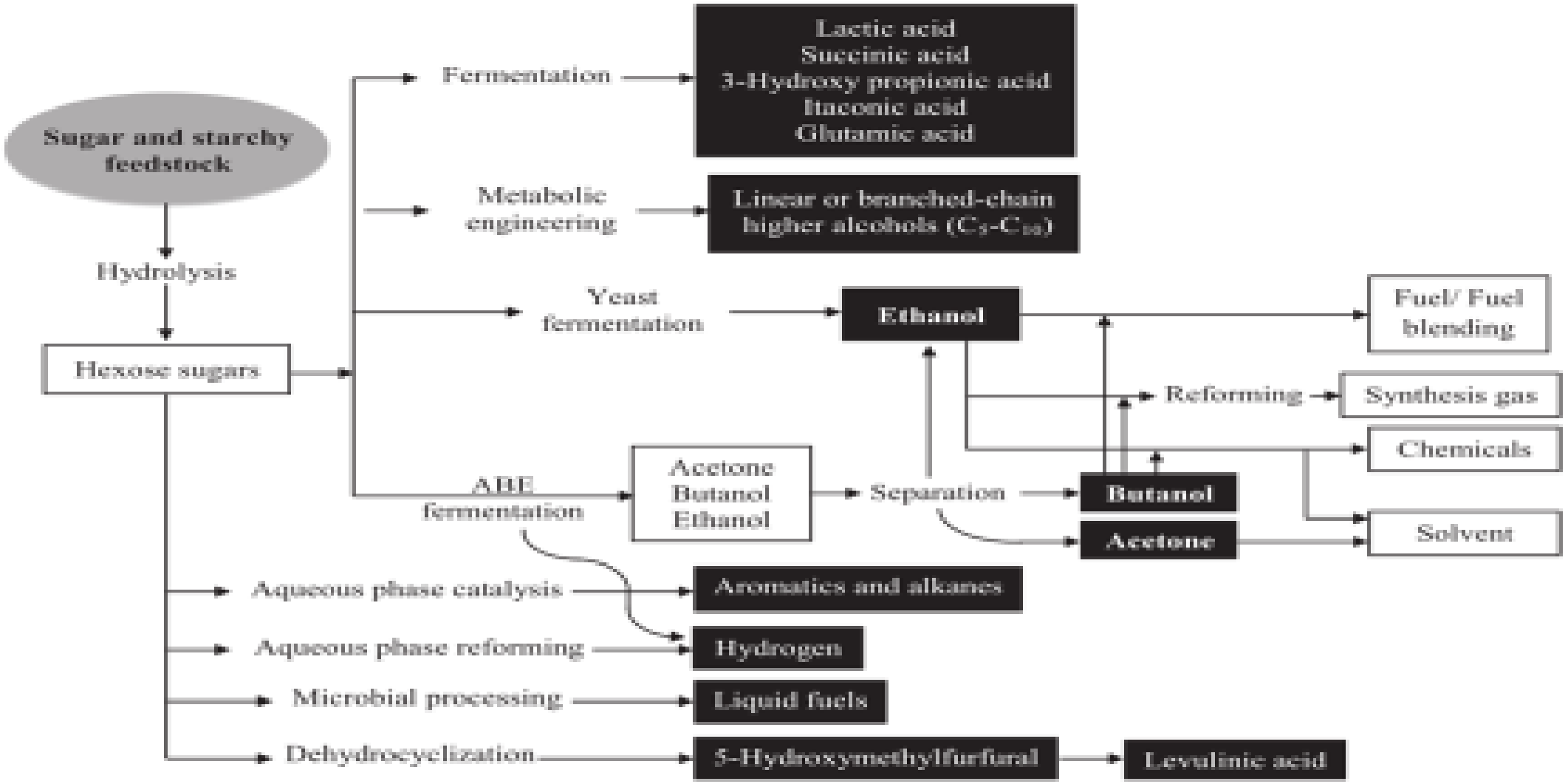
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Hydrocarbon biorefinery.



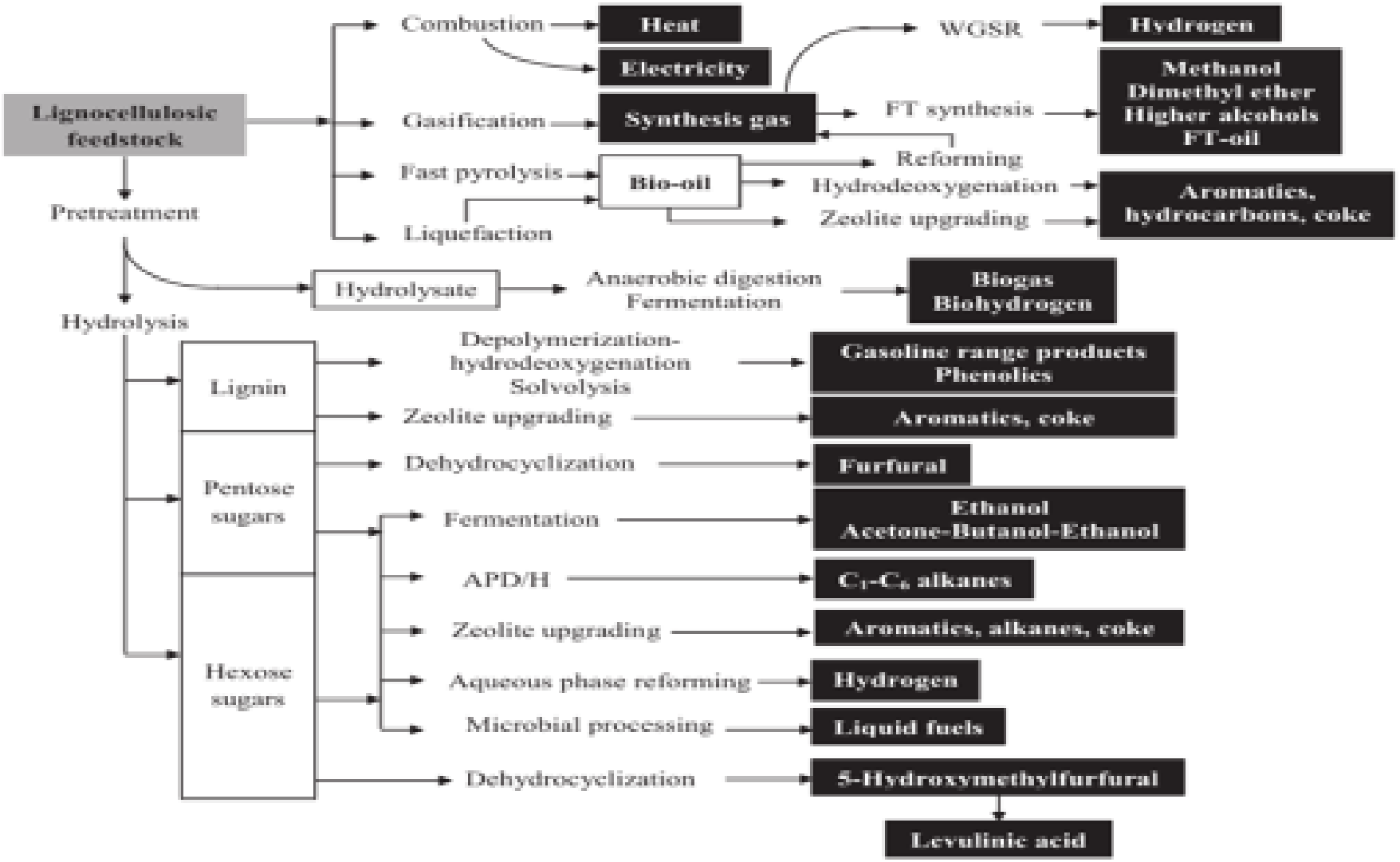
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Sugar and Strarch biorefinery



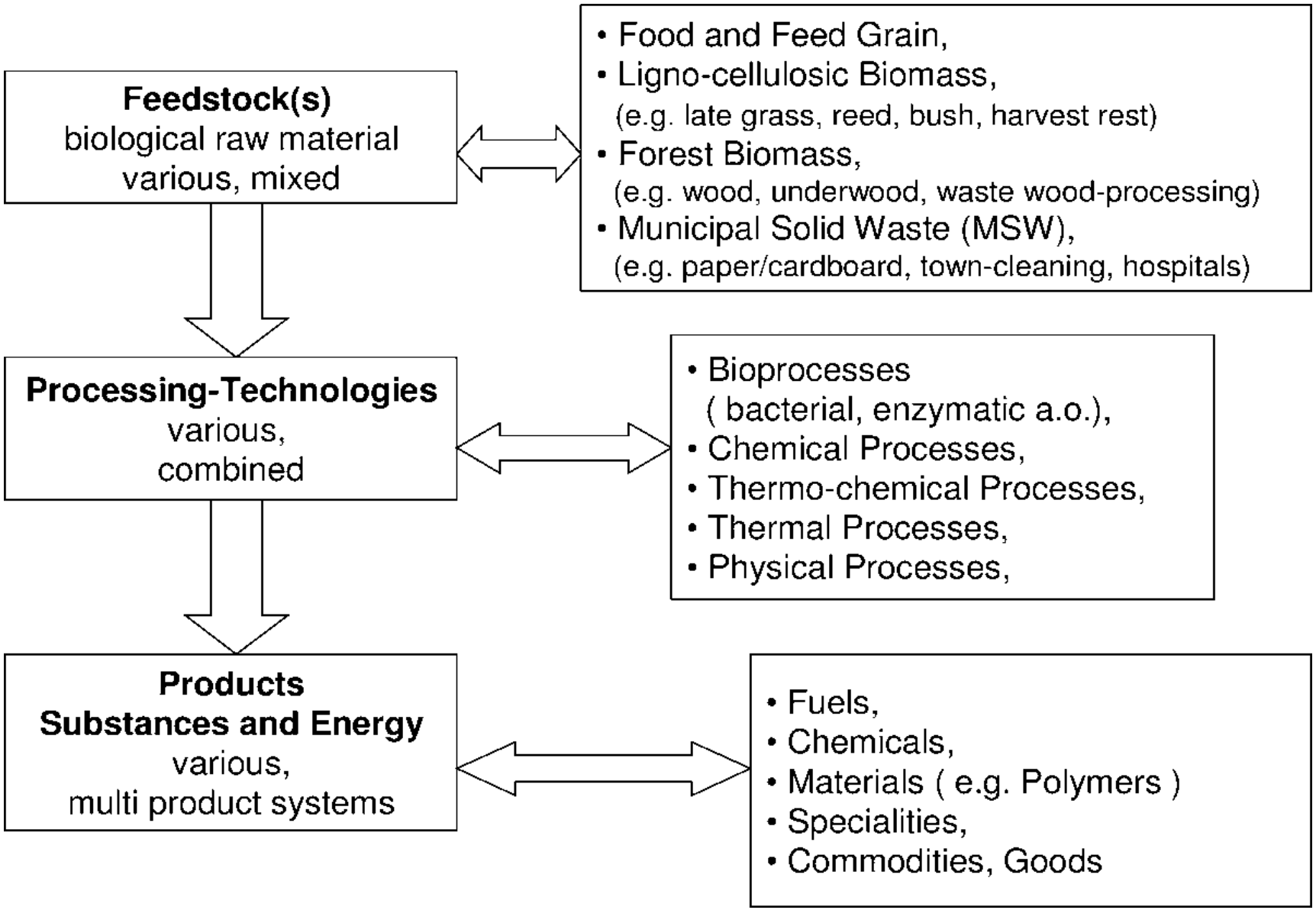
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Lignocellulosic biorefinery



ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Basic principles of a biorefinery (generation III biorefinery)



Example of Corn Biorefinery

Corn → Milling → Starch+Germ → Glucose → Ethanol

Germ → Corn oil+Defatted Germ Meal

Gasification+LCF → Syngas+Ash → Steam+Electricity

Syngas → Methanol

Corn Oil+Methanol → Biodiesel+Glycerol

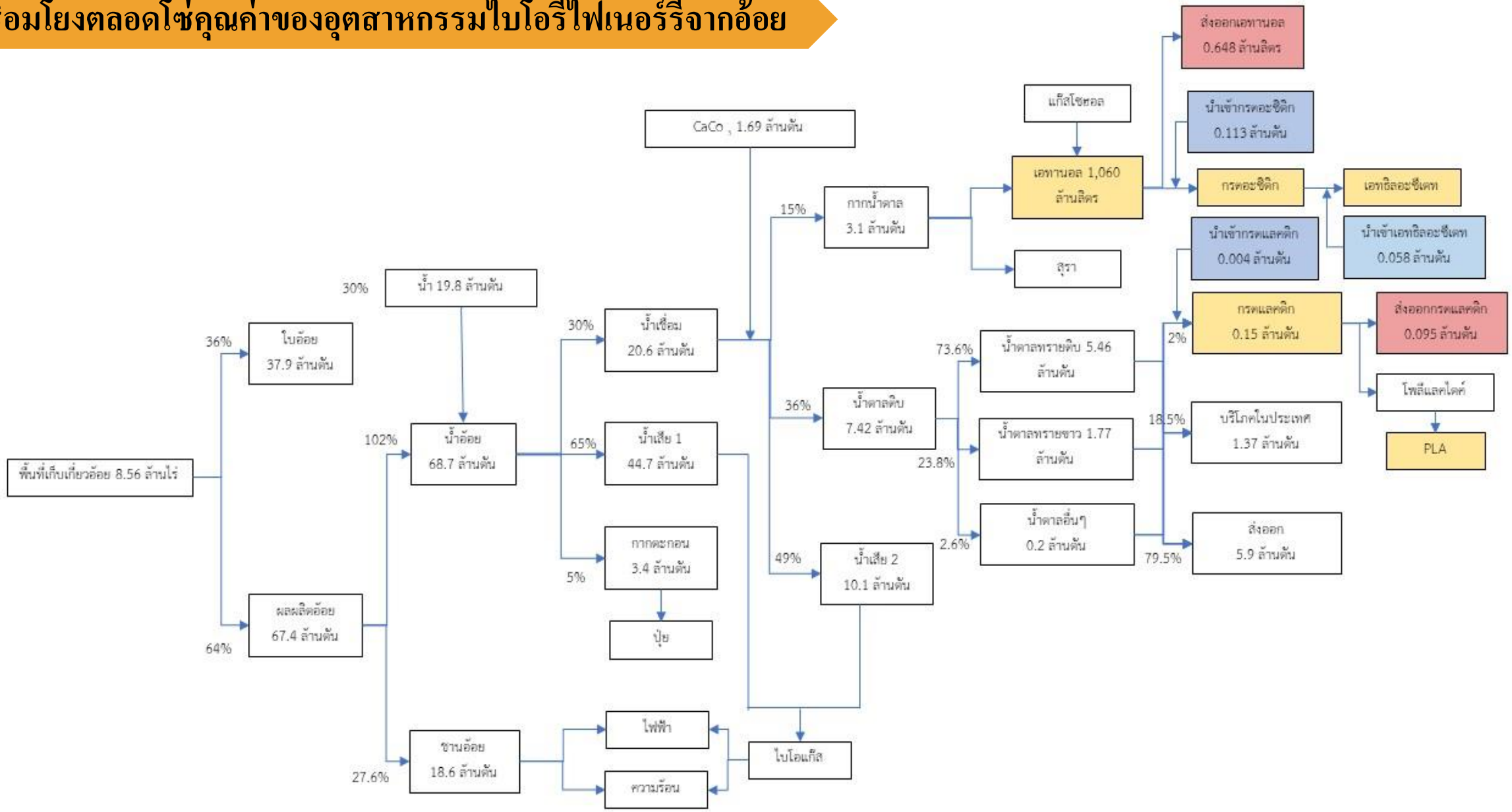
3

การเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบอ้อย

การเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบอ้อย

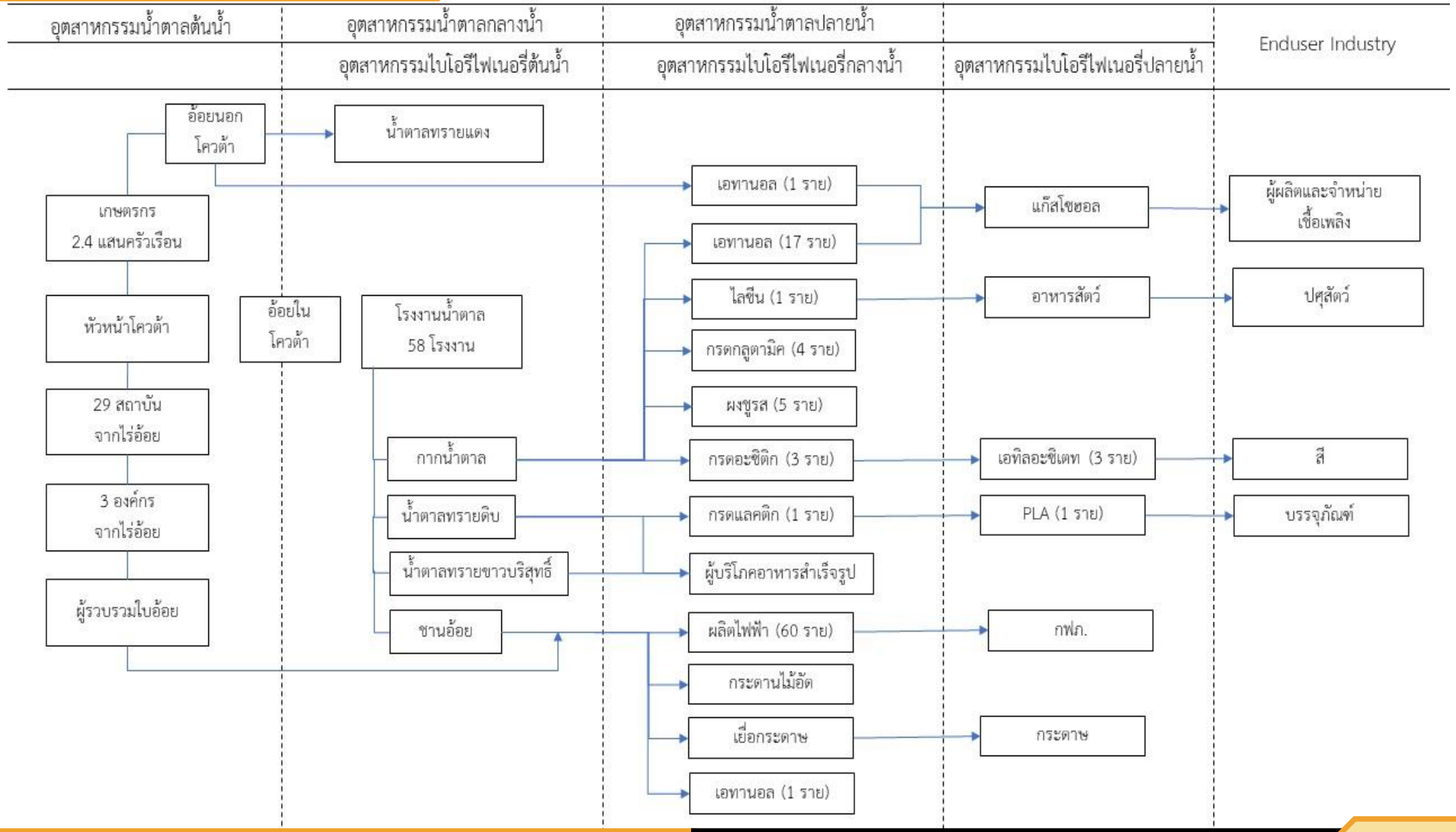
- ✓ การเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่คุณค่าไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบอ้อย
- ✓ โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบอ้อย

การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอร์รี่จากอ้อย



โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากอ้อย

โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากอ้อย



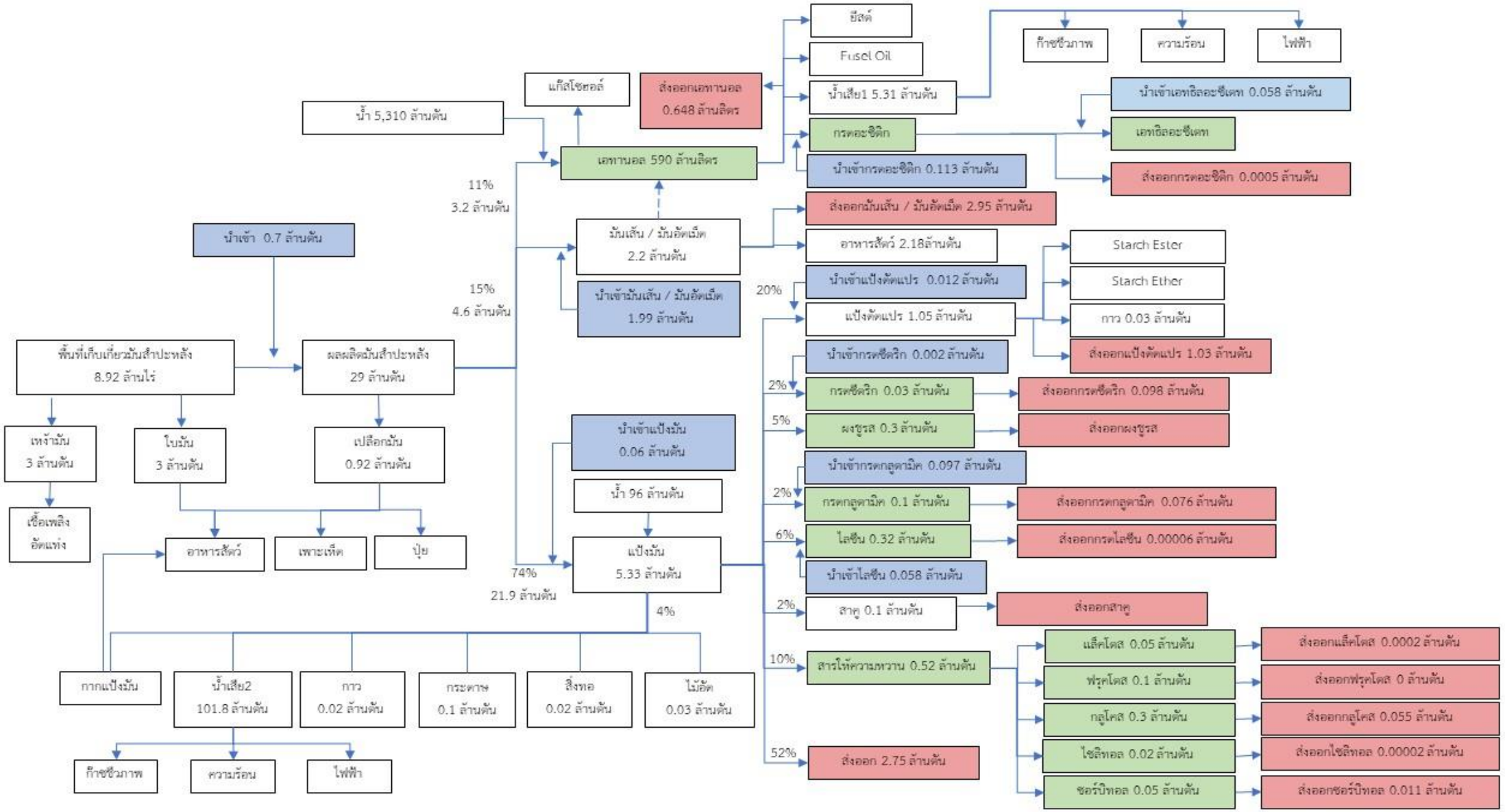
4

การเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบมันสำปะหลัง

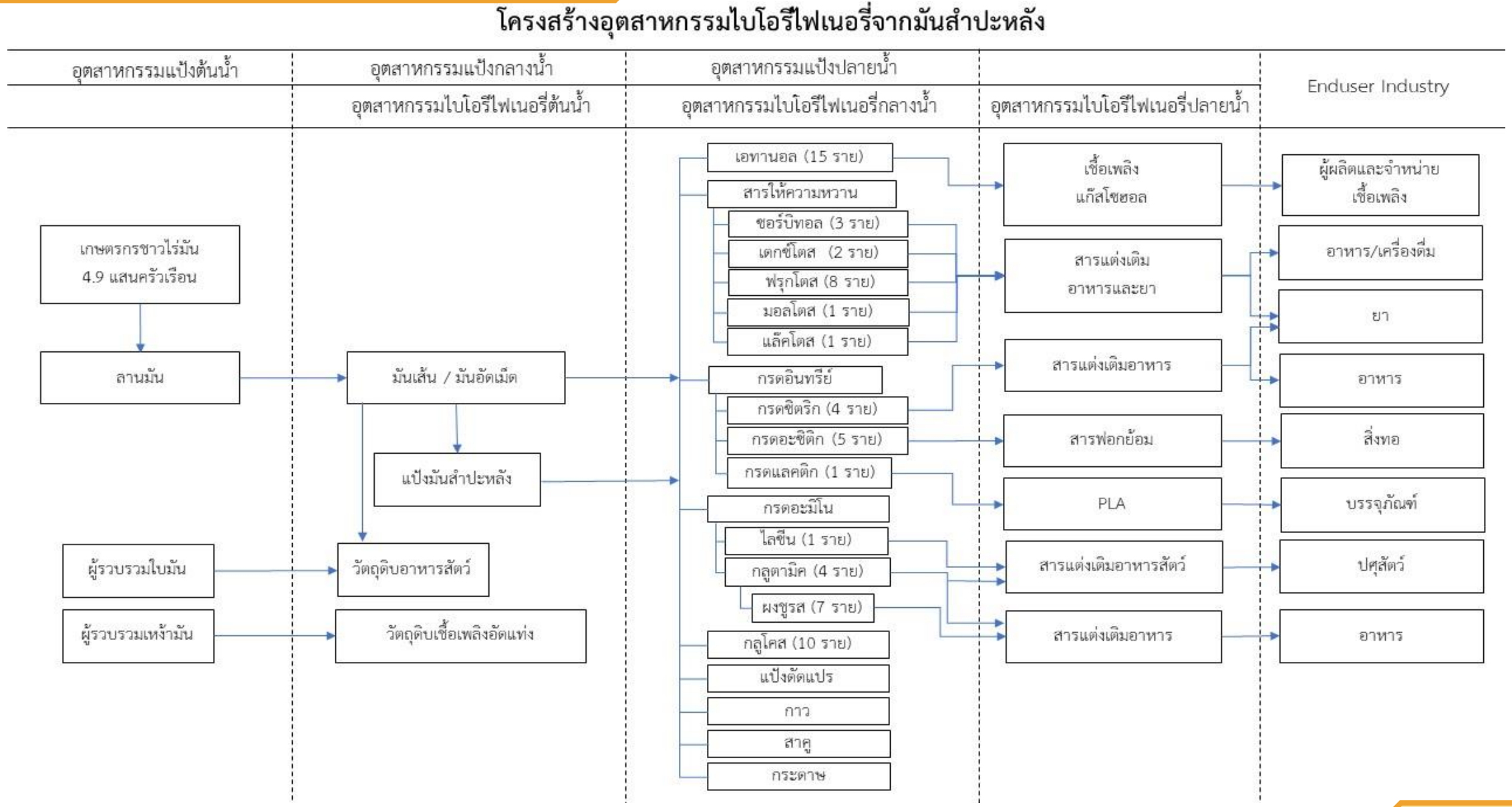
การเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบมันสำปะหลัง

- ✓ การเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่คุณค่าไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบมันสำปะหลัง
- ✓ โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบมันสำปะหลัง

การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอร์รี่จากมันสำปะหลัง



โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากมันสำปะหลัง



ผู้ผลิตกลูโคส

ผู้ผลิต	กำลังผลิต (ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. คอร์นโปรดักส์ อำมาต๊าส(ประเทศไทย) จำกัด	60,000	จ.นครราชสีมา
บ. ดับเบิ้ลยูจีซี จำกัด	60,000	จ.นครปฐม
บ. ที.เอส.ซี. สตาร์ช โปรดักส์ จำกัด(มหาชน)	30,000	จ.ชลบุรี
บ. นครหลวง กลูโคส จำกัด	15,000	จ.นครปฐม
บ. ไทยกลูโคส จำกัด	20,000	จ.นครปฐม
บ. ยูไนเต็ด กลูโคส จำกัด	10,000	จ.นครปฐม
บ. ไทยโทโย กลูโคส จำกัด	10,000	จ.ชลบุรี
บ. ผลิตภัณฑ์น้ำตาลไทย จำกัด	5,000	จ.สมุทรปราการ
บ. ไทยฟูดส์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	1,500	จ.นครปฐม
บ. ไบโอฟังก์ชั่น อินกรีเดียน(ประเทศไทย) จำกัด	1,500	จ.จันทบุรี
รวม	**213,000**	

ผู้ผลิตซอร์บิทอล เด็กซ์โตรส และฟรุกโตส

ผู้ผลิตซอร์บิทอล	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. เพียวเคมม์ จำกัด	35,000	จ.สมุทรปราการ
บ. สยามซอร์บิทอล จำกัด	8,000	จ.นครราชสีมา
บ.พี.เอส.ซี.สตาร์ช โปรดักส์ จำกัด(มหาชน)	5,000	จ.ชลบุรี
รวม	48,000	

ผู้ผลิตเด็กซ์โตรส	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. เพียวเคมม์ จำกัด	35,000	จ.สมุทรปราการ
บ.พี.เอส.ซี.สตาร์ช โปรดักส์ จำกัด (มหาชน)	15,000	จ.นครราชสีมา
รวม	50,000	

ผู้ผลิตฟรุกโตส	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บริษัท เจ้าคุณเกษตรพืชผล	60,000	จ.สระบุรี
บริษัท พี.เอส.ซี.สตาร์ช โปรดักส์ จำกัด (มหาชน)	15,000	จ.ชลบุรี
บริษัท ไทยกลูโคส จำกัด	10,000	จ.นครปฐม
รวม	85,000	

ผู้ผลิตกรดอะซิติก และเอทิลอะซิเตท

ผู้ผลิตกรดอะซิติก	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. พรวิไล ไทยเนชั่นแนล กรุพ เทรดดิ้ง จำกัด	3,000	จ.อยุทธยา
บ. ไทยแอลกอฮอล์ จำกัด(มหาชน)	5,000	จ.นครปฐม
บ. เค เอส แอล เคมิคอล จำกัด	2,000	จ.ขอนแก่น
บ. โรเดียไทยอินดัสตรีส์ จำกัด	4,000	จ.สมุทรปราการ
รวม	14,000	

ผู้ผลิตเอทิลอะซีเตท	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. ไทยเนชั่นแนล (อี.เอ) เคมิคอล จำกัด	3,000	จ.อยุทธยา
บ. ไทยแอลกอฮอล์ จำกัด(มหาชน)	5,000	จ.นครปฐม
บ. เค เอส แอล เคมิคอล จำกัด	2,000	จ.ขอนแก่น
รวม	10,000	

ผู้ผลิตกรดซิตริก กรดแลคติก และแอลไลซีน

ผู้ผลิตกรดซิตริก	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. เอเชียโมดิไฟด์สตาร์ช จำกัด	6,000	จ.กาฬสินธุ์
บ. อุตสาหกรรมกรดมะนาว จำกัด	3,000	จ.สมุทรปราการ
บ. เวิลด์เบสท์ ไบโอเคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด	3,000	จ.ระยอง
บ. ไทยซิตริก แอซิด จำกัด	12,000	จ.สมุทรสาคร
รวม	24,000	

ผู้ผลิตกรดแลคติก	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. พูแรค (ประเทศไทย) จำกัด	140,000	จ.ระยอง
รวม	140,000	

ผู้ผลิตแอลไลซีน	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. อายิโนะโมะโต๊ะ(ประเทศไทย) จำกัด	50,000	จ.สมุทรปราการ
รวม	50,000	

ผู้ผลิตกรดกลูตามิก และ MSG

ผู้ผลิตกรดกลูตามิก	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. อายิโนะโมะโต๊ะ(ประเทศไทย) จำกัด	40,000	จ.กำแพงเพชร
บ. อายิโนะโมะโต๊ะ(ประเทศไทย) จำกัด	10,000	จ.สมุทรปราการ
บ. ไทยชูรส จำกัด	40,000	จ.สมุทรปราการ
รวม	90,000	

ผู้ผลิตโมโนโซเดียมกลูตาเมท	กำลังผลิต(ตันต่อปี)	ที่ตั้ง
บ. อายิโนะโมะโต๊ะ(ประเทศไทย) จำกัด	100,000	จ.สมุทรปราการ
บ. อายิโนะโมะโต๊ะ(ประเทศไทย) จำกัด	50,000	จ.กำแพงเพชร
บ. อายิโนะโมะโต๊ะ(ประเทศไทย) จำกัด	15,000	จ.อยุธยา
บ. ไทยชูรส จำกัด	60,000	จ.สมุทรปราการ
บ.ราชาชูรส จำกัด	35,000	จ.ราชบุรี
รวม	270,000	

ที่มา: จากการรวบรวมโดยคณะผู้วิจัย

ผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพจากพืชที่ให้แป้งและน้ำตาล

สารตั้งต้นตัวกลาง (Intermediate Platforms)

- **สารประกอบพื้นฐานที่ได้จากซินแก๊ส** ได้แก่ ไฮโดรเจน เมทานอล แอลกอฮอล์ต่าง ๆ สารสังเคราะห์ในกลุ่มอ๊อกโซ (Oxo synthesis products) สารสังเคราะห์ในกลุ่มไอโซ (Iso Synthesis products)
- **สารประกอบพื้นฐานที่มีคาร์บอน 3 อะตอม** ได้แก่ กลีเซอรอล (Glycerol) แลคติก (Lactic) ทรีไฮดรอกซีโพรพิโอเนต (3-Hydroxy Propionate) กรดโพรพิโอนิก (Propionic Acid) กรดมาโลนิก (Malonic Acid) เซอรีน (Serine)
- **สารประกอบพื้นฐานที่มีคาร์บอน 4 อะตอม** ได้แก่ กรดซัคซินิก (Succinic Acid) กรดฟูมาริก (Fumaric Acid) กรดมาลิก(Malic Acid) กรดแอสพาติก(Aspartic Acid) ไฮดรอกซีบิวไทโรแลคโตน (Hydroxy butyrolactone) อะซิโตน (Acetone) และทรีโอนีน (Threonine)

สารตั้งต้นตัวกลาง (Intermediate Platforms)

- **สารประกอบพื้นฐานที่มีคาร์บอน 5 อะตอม** ได้แก่ กรดอิตาโคนิก (Itaconic Acid) เฟอร์ฟูรอล (Furfural) กรดเลวูลินิก (Levulinic Acid) กรดกลูตามิก (Glutamic Acid) กรดไซโลนิค (Xylonic Acid) ไซลิทอล (Xylitol) อะราบิทอล (Arabitol)
- **สารประกอบพื้นฐานที่มีคาร์บอน 6 อะตอม** ได้แก่ ซิตริก (Citric) กรดอะโคนิติก (Aconitix Acid) ไฟฟ์ ไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรอล (5-Hydroxymethyl furfural) ไลซีน (Lysine) กรดกลูโคนิก (Gluconic Acid) กรดกลูคาริก (Glucaric Acid) และ
  ซอร์บิทอล (Sorbitol)

เคมีภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิ (Secondary Chemicals)

- 1) ผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีออกซิเจนอะตอมเป็นองค์ประกอบในโมเลกุล (Fuel Oxygenates)
- 2) สารรีเอเจนท์ (Reagent Building units)
- 3) สารป้องกันการแข็งตัว (Antifreeze) และสารป้องกันการก่อตัวน้ำแข็ง (Deicers)
- 4) สารตัวทำละลายในอุตสาหกรรม (Solvents)
- 5) กลุ่มกรีนโซลเวนท์ (Green Solvents)
- 6) กลุ่มเคมีภัณฑ์ขั้นกลางพิเศษ (Specialty Chemical Intermediates)
- 7) กลุ่ม อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifiers)

เคมีภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิ (Secondary Chemicals)

- 8) กลุ่มสารประกอบเชิงซ้อนที่มีอะตอมของโลหะเป็นองค์ประกอบ (Chelating agents)
- 9) กลุ่มสารเอมีน (Amines)
- 10) กลุ่มพลาสติไซเซอร์ (Plasticizers)
- 11) โพลิไวนิลอะซิเตท (polyvinylacetate)
- 12) สารควบคุมความเป็นกรด-ด่าง (pH Control Agent)
- 13) เรซิน และสารเชื่อมโยงพันธะแบบร่างแห (Resin & crosslinker)
- 14) โพลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol)

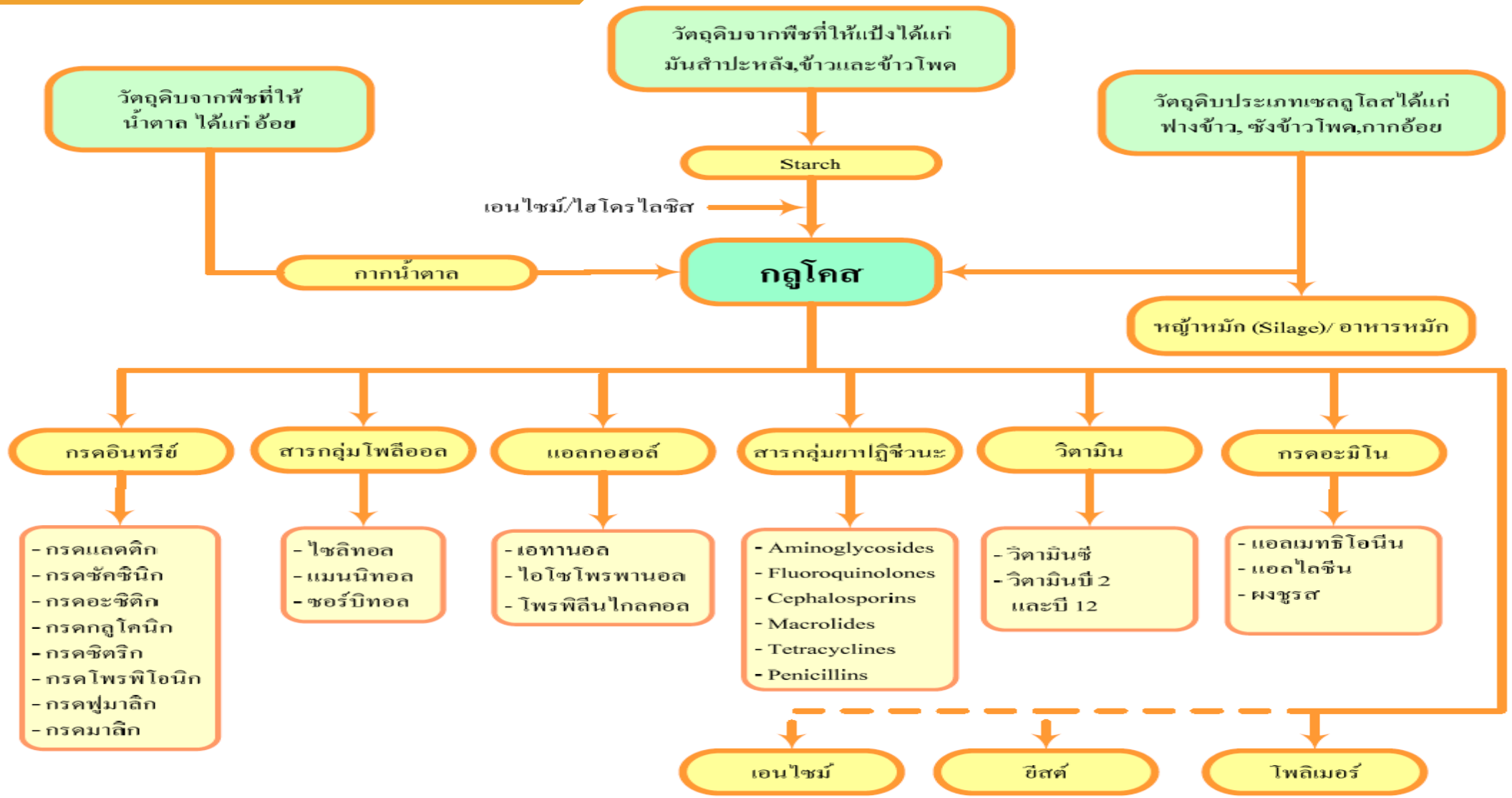
เคมีภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิ (Secondary Chemicals)

- 15) โพลิอะไครเลต (Polyacrylate)
- 16) โพลิอะคลิลาไมด์ (Polyacrylamide)
- 17) โพลิอีเทอร์ (Polyether)
- 18) โพลิไวนิลไพโรลิโดน (Polyvinyl Pyrrolidone)
- 19) พทาเลท โพลิเอสเทอร์ (phthalate polyesters)
- 20) พีอีไอที โพลิเมอร์ (PEIT Polymer) - โพลิเอทีลีน โค ไอโซซอลไบด์ เทอเรพทาเลตโพลิเมอร์ (Poly (ethylene-co-isosorbide) terephthalate polymer)
- 21) โพลิไฮดรอกซีโพลิเอสเทอร์ (Polyhydroxypolyester)

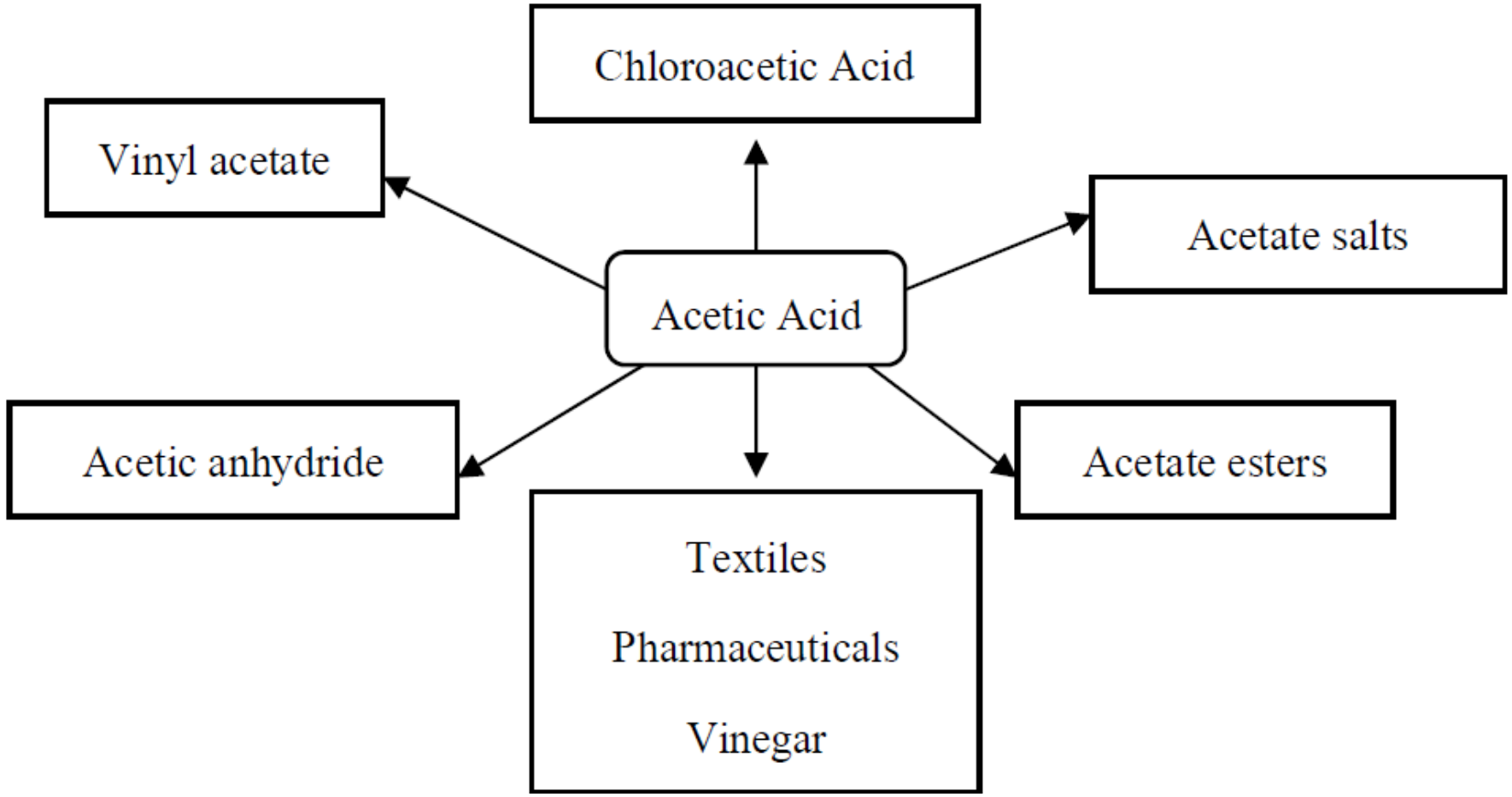
เคมีภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิ (Secondary Chemicals)

- 22) ไนลอน / โพลิเอไมด์ (Nilons / Polyamide)
- 23) โพลิไฮดรอกซีโพลิเอไมด์ (Polyhydroxypolyamide)
- 24) สารแทนบิสฟีนอล เอ (Bisphenol A replacement)
- 25) โพลิคาร์บอเนต (Polycarbonate)
- 26) โพลิยูริเทน (Polyurethane)
- 27) ฟีนอลฟอร์มาดีไฮด์ เรซิน (Phenol-formaldehyde resins)
- 28) โพลิไฮดรอกซิลอัลคาโนเอต (Polyhydroxylalkanoates)
- 29) โพลิแซคคาไรด์ (Polysaccaride)
- 30) โพลิอะมิโนแอซิด (polyaminoacid)

ผลิตภัณฑ์เคมีชีวภาพจากแป้งและน้ำตาล



การใช้ประโยชน์กรดอะซิติก



Hyohak and Sang (2005)

เจ้าของเทคโนโลยีผลิตกรดอะซิติก

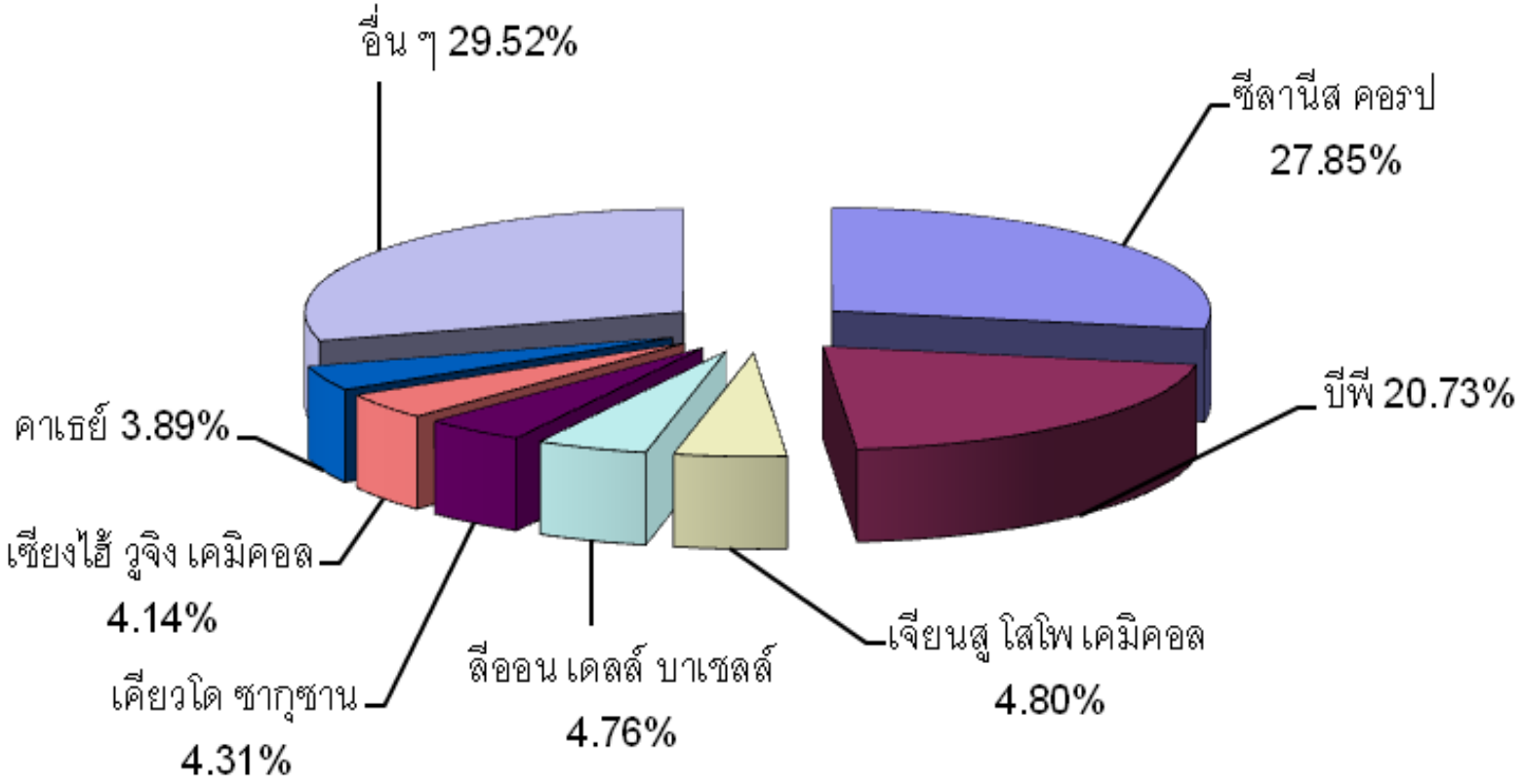
เจ้าของเทคโนโลยี	ประเทศ
บีพี เคมิคอล (BP Chemical)	อังกฤษ
วัคเกอร์ เคมี (Wacker Chemei)	เยอรมัน
ไฮพ์ริช ฟริงส์ (Heinrich Frings)	เยอรมัน
เลอกี้ (Lurgi)	เยอรมัน
ลิออนเดลล์บาเซลล์ (Liondellbasell)	เนเธอร์แลนด์
มอนซานโต้ (Monsanto)	สหรัฐอเมริกา
มิลเลเนียม (Millenium)	สหรัฐอเมริกา
อีสต์แมน (Eastman)	สหรัฐอเมริกา
ไดเซล (Daicel)	ญี่ปุ่น
เคียวโด ซากุซัง (Kyodo Sakusan)	ญี่ปุ่น
ชิโยดะ (Chiyoda)	ญี่ปุ่น
ชานดอง หัวลา เฮงเชง (Shandong Huala Hengsheng)	ญี่ปุ่น
โซโป เคมิคอล (Sopo Chemical)	ญี่ปุ่น
เซี่ยวไฮ้ หวู่จิง เคมิคอล (Shanghai Wujing)	ญี่ปุ่น
ซัมซุง เคมิคอล (Sumsung Chemical)	เกาหลี

ผู้ผลิตกรดอะซิติกที่สำคัญในตลาดโลก

ภูมิภาค/ประเทศ	บริษัท	กำลังการผลิต (ตันต่อปี)
สหรัฐอเมริกา	เซลานีส เคลียเลค เท็กซัส (Celanese, Clear Lake, Texas)	1,200,000
	มิลเลเนียม เคมิคอล เท็กซัส (Millennium Chemicals La Porte, Texas)	545,000
	อีสต์แมน เคมิคอล เทนเนสซี (Eastman Chemical, Kingsport, Tennessee)	510,000
	สเตียริ่ง เคมิคอลส์ เท็กซัส (Sterling Chemicals, TexasCity, Texas)	455,000
	.....	
ญี่ปุ่น	เกียวโด ซากุซาน (Kyodo Sakusan, Himeji)	410,000
	โชวะ เดนโก (Showa Denko, Tsurusaki)	155,000
	.....	
เอเชียแปซิฟิก*	เซลานีส (Celanese)	535,000
	เกียวโด ซากุซาน (Kyodo Sakusan)	405,000
	บีพี ปิโตรนาส อะเซทิล (BP Petronas Acetyls)	395,000
	โสโพ (SOPO)	390,000
	บีพี-ซัมซุง (BP-Samsung)	375,000
	.....	
จีน	บีพี วายพีซี อะเซทิล (BP-YPC Acetyls Co.)	850,000
	เซลานีส (Celanese)	600,000
	เจียงสู โสโพ (Jiangsu Sopo Co.)	450,000
	.....	

ที่มา : จากการรวบรวมหลายแห่งโดยคณะผู้วิจัย

ผู้ผลิตกรดอะซิติกที่สำคัญในตลาดโลก



สัดส่วนของผู้นำการผลิตกรดอะซิติกในตลาดโลก

การใช้ประโยชน์ของกรดซิตริก

Industry	Property	Use	Market share
Food			About 75%
Beverages	Acidulant	Flavouring	
Jellies, jams, etc.	Flavouring	Acidulant	
Fats and oils	Antioxidant	Metal complexing	
Frozen foods	Antioxidant		
Pharmaceutical			About 10%
Effervescent	Acid	Flavour	
Vitamins	Antioxidant		
Anticoagulants	Sequestering	Buffering	
Iron preparations	Salt formation		
Cosmetics	Buffering	Antioxidant	
Industrial			About 15%
Cleaning (metals)	Sequestering		
Detergents	Buffering	Sequestering	
Photographic	Buffering		
Primer binding	Sequestering		
Polymerizations	Sequestering		

Bjorn Kristiansen

การใช้ประโยชน์ของกรดซิตริก (ต่อ)

กรดซิตริกถูกใช้ในอาหาร ขนมขบเคี้ยว ลูกกวาดและเครื่องดื่ม ใช้ในยาและเป็นสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยกรดซิตริกมีคุณสมบัติหลัก 3 ประการ คือ มีสภาพเป็นกรด มีรสชาติ และสามารถรวมตัวเป็นเกลือของสารอื่นได้ง่าย เช่น รวมกับแคลเซียมกลายเป็นเกลือแคลเซียมซิเตรท

- กรดซิตริกสามารถจับตัวกับเกลือของโลหะที่มีความซับซ้อน เช่น เกลือของทองแดงเหล็ก แมงกานีส แม็กนีเซียม และแคลเซียม เกลือเหล่านี้ถูกใช้เป็นสารจับโลหะที่ละลายอยู่ในของเหลวให้เกิดการตกตะกอนในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้ในการแยกตัวเร่งปฏิกิริยาประเภทโลหะออกจากกระบวนการผลิตสารเคมีที่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
- เป็นสารที่ใช้ในการป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของเลือด

การใช้ประโยชน์ของกรดซิตริก (ต่อ)

- ใช้ป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนของไขมันและน้ำมัน ช่วยลดการกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาการรวมตัวของออกซิเจนกับโลหะ โดยการแยกโลหะออกจากเลือด เช่น เหล็ก
- ใช้เป็นส่วนประกอบในการปรุงแต่งรสชาติอาหาร เนื่องจากคุณสมบัติรสเปรี้ยวและรสชาติไม่ติดคงทน ช่วยให้รับรู้รสอื่น ๆ ได้เร็วและดีขึ้น
- ใช้ในกระบวนการแยกซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกจากก๊าซไอเสีย โดยใช้กรดซิตริกเป็นสารทำให้เกิดการรวมตัวกับไฮโดรเจนไดซัลไฟด์หรือก๊าซไข่เน่า มีความสำคัญมาก สำหรับใช้แก้ปัญหาสภาพแวดล้อมเป็นพิษ
- เอสเทอร์ของกรดซิตริกใช้เป็นสารให้ความยืดหยุ่นในพลาสติก

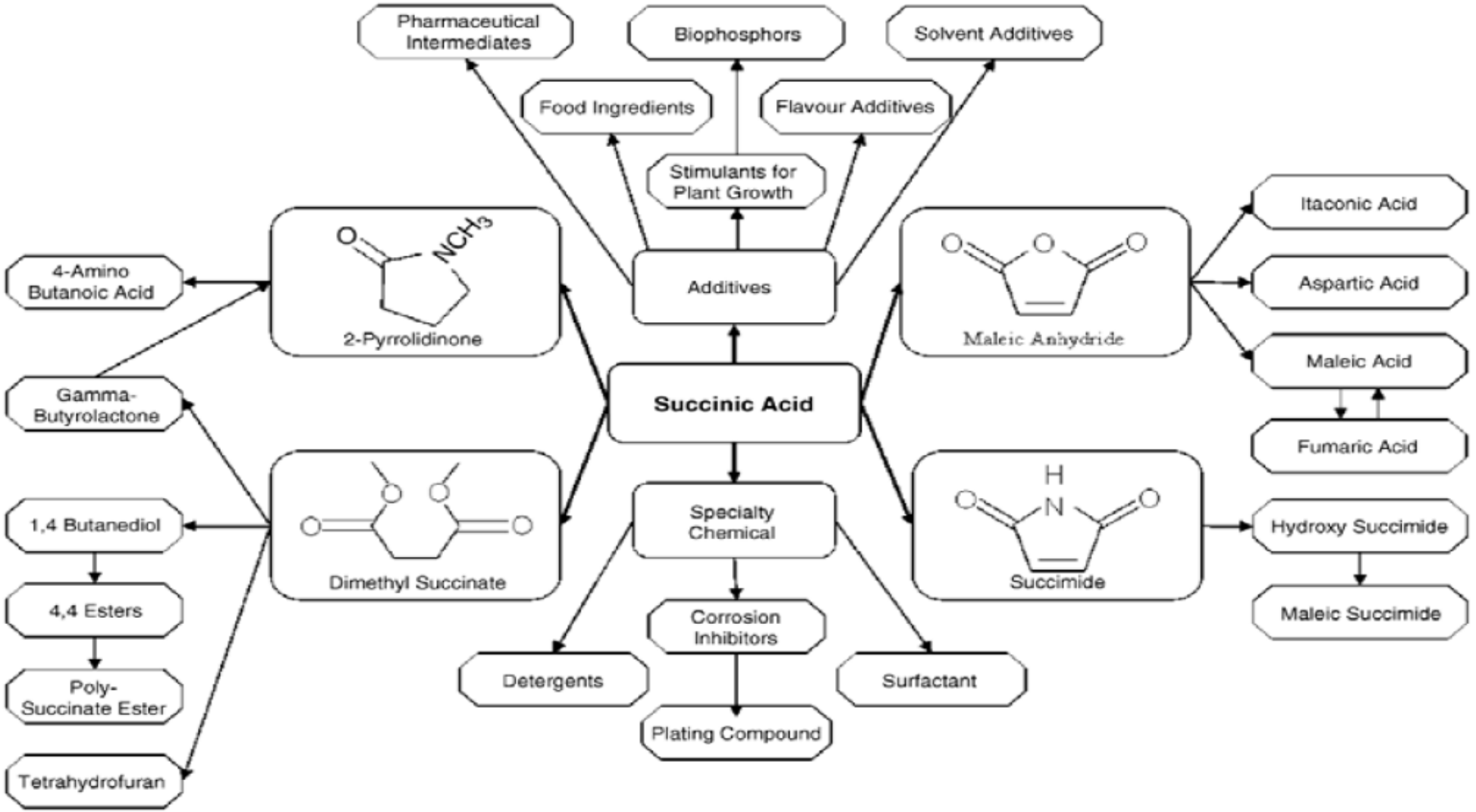
เจ้าของเทคโนโลยีผลิตกรดซิตริก

เจ้าของเทคโนโลยี	ประเทศ
อาร์เชอร์ แดเนียล มิดแลนด์ (ADM)	สหรัฐอเมริกา
คาร์กิล (Cargill)	สหรัฐอเมริกา
เทตแอนด์ไลล์ (Tate&Lyle)	อังกฤษ
จังมันซ์เลเออร์ (Jungbunlaver)	สวิสเซอร์แลนด์
ดีเอสเอ็ม (DSM)	เนเธอร์แลนด์
คาด็อท (Gadot)	อิสราเอล
โวเกลบุช (Voglbush)	ออสเตรีย
บีพีซีเอ (Gadot)	จีน
ยิชิง ยูเนียน (BBCA Biodnemical)	จีน
อาร์แซอบีซี (Yiking Union)	จีน
ซานดอง นิมเมง (RZBC)	จีน
อันฮุย เวิร์ดเบสท์ (Shandong Dimmeng)	จีน
ฮวงชิ ซินฮัก (Huangshi Xinghua)	จีน
ชานสี เฟงฮี (Shanxi Fenghe)	จีน
เคียวว่ะ ฮักโก โคเคียว (Kyowa Hakko Kokyo)	ญี่ปุ่น

ตัวอย่างผู้ผลิตกรดซิตริกในตลาดโลก

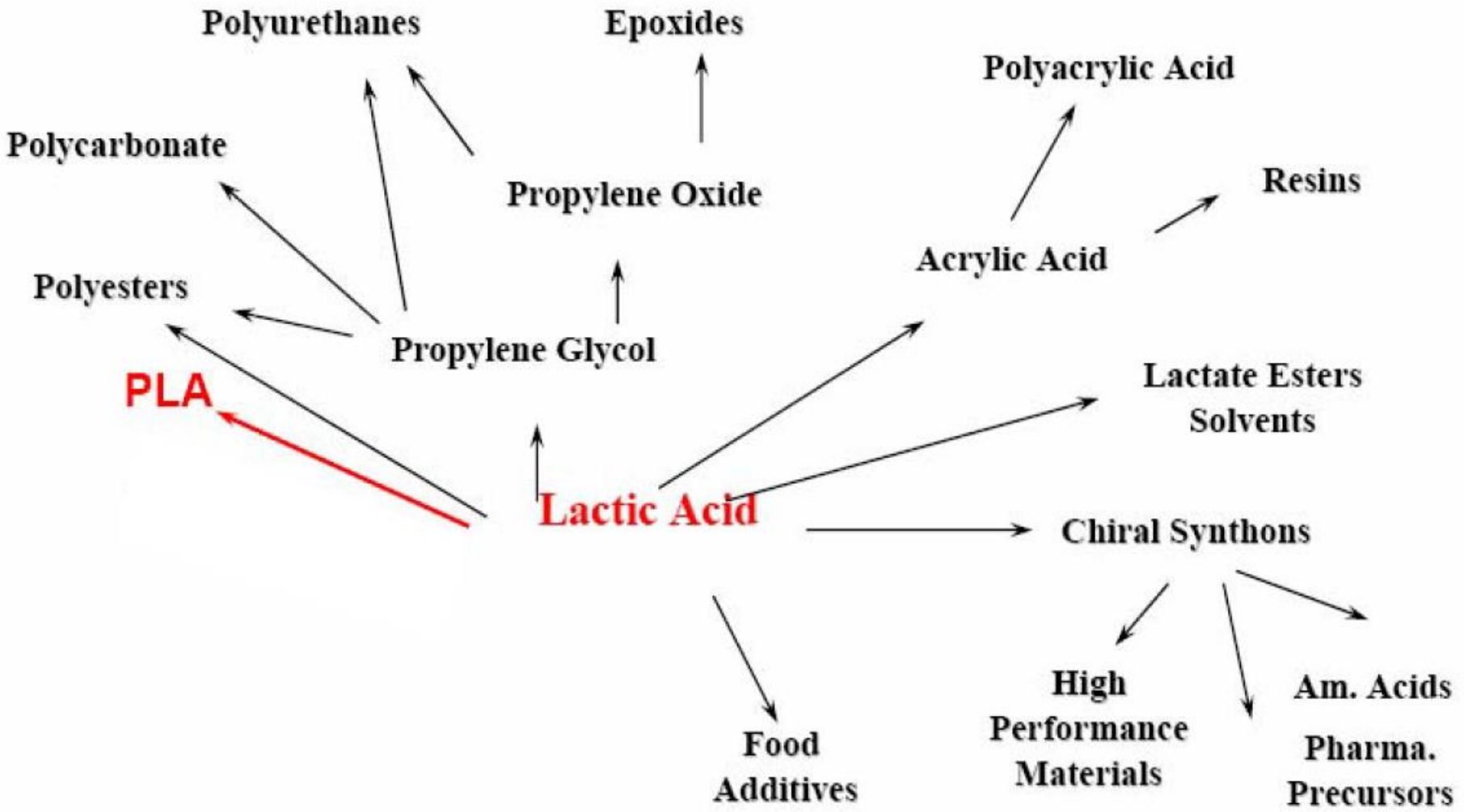
ภูมิภาค	ประเทศ	บริษัทผู้ผลิตกรดซิตริก
อเมริกาเหนือ	สหรัฐอเมริกา	อาร์เชอร์ แดเนียล มิดแลนด์ (Archer Daniels Midland Company)
		คาร์กิล (Cargill, Inc.)
		.....
อเมริกาใต้	บราซิล	เมอร์โกซิทริดก เฟอร์เมนทากอร์ส (Mercocitrico Fermenntacoes)
	โคลัมเบีย	ซูโครไมล์ (Sucromiles)
	เม็กซิโก	ฟาร์มาโนว่า (Farmanove)
		.....
ยุโรป	ออสเตรีย	จังบันซเลาเออร์ ออสเตรีย (Jungbunzlauer Austria)
	เบลเยียม	ซิตริก เบลเก่ (Citrique Belge)
	เดนมาร์ก	พาลสการ์ด (Palsgaard A/S)
	เยอรมนี	โบฮ์ริงเกอร์ อิลเกลเฮม (Boehiringer Ingelheim GmbH)
		.....
	.....	.....
เอเชีย	จีน	อันฮุย เวิร์ลเบสท์ ไบโอ-ฟาร์มาซูติคอล (Anhul Worldbest Bio-
		Pharmamceutical Co.,Ltd.)
		บีบีซีเอ กรุ๊ป (BBCA GROUP)
		.....

กรดซัคซินิก



Hyohak and Sang (2005)

กรดแลคติก



Hyohak and Sang (2005)

การใช้ประโยชน์ของกรดแลคติก

- **ด้านอาหารและเครื่องดื่ม -** ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารโดยตรง (Food ingredient) และเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดและทำให้เกิดรสเปรี้ยว เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เป็นส่วนประกอบในเนยแข็งชนิดต่าง ๆ ช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม
- **ด้านการเกษตร -** ใช้ในการผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมทางด้านการเกษตร เช่น ภาชนะปลูกพืช วัสดุห่อหุ้มและปลดปล่อยยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช หรือปุ๋ย
- **ด้านบรรจุภัณฑ์และพลาสติก**
- **ด้านเส้นใย –** เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อนามัย ผ้าอ้อมสำเร็จรูป เสื้อผ้าและเครื่องนุ่งห่ม เส้นใยสำหรับบรรจุในเครื่องนอน

การใช้ประโยชน์ของกรดแลคติก (ต่อ)

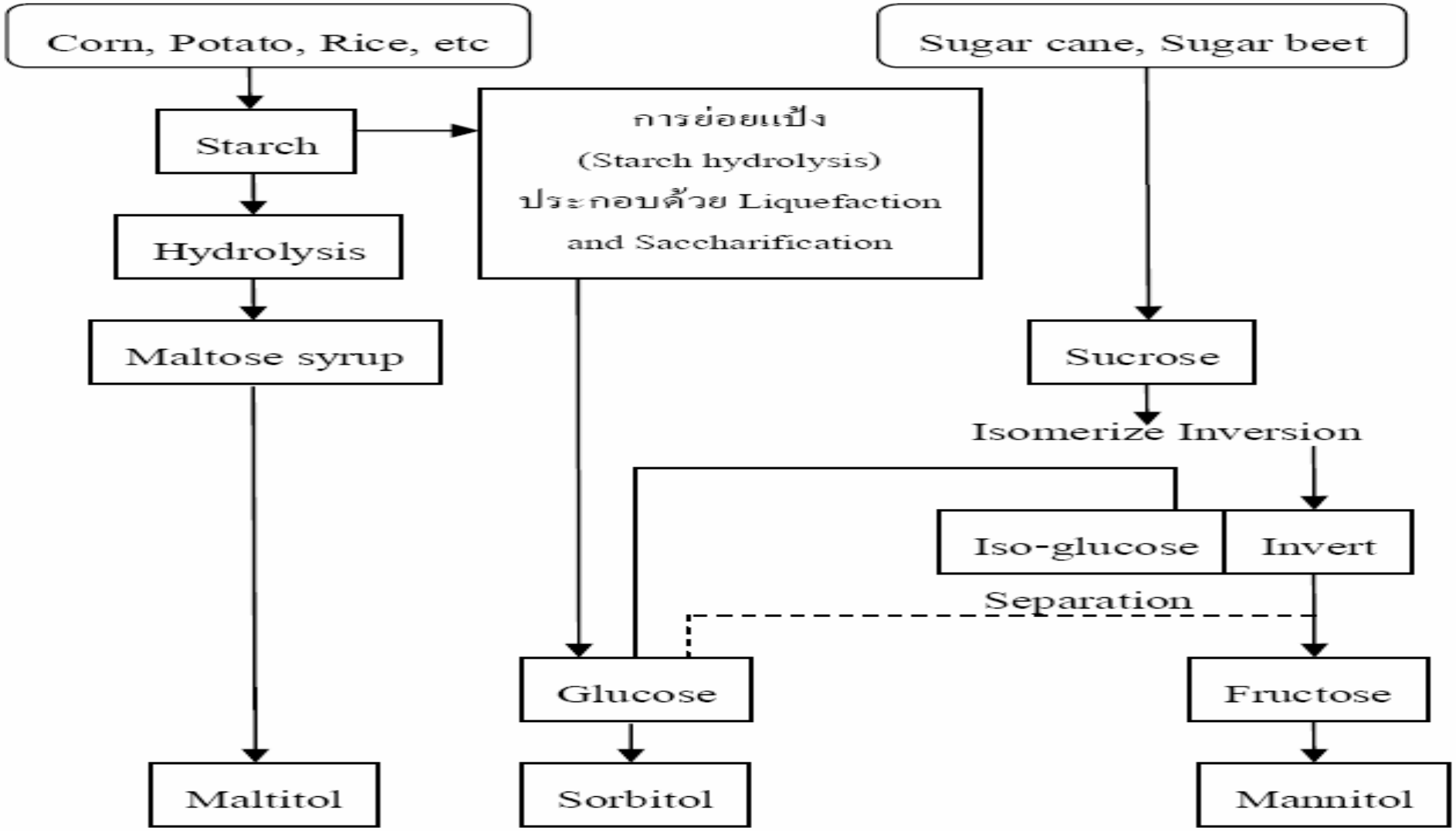
- **ด้านยานยนต์ -** เป็นส่วนผสมในการผลิตอุปกรณ์และชิ้นส่วนในยานยนต์ เช่น อุปกรณ์ลดแรงกระแทก (Bumpers) แผ่นรองพื้น (floor mats) และอุปกรณ์ตกแต่งภายใน
- **ด้านการแพทย์ ด้านผลิตภัณฑ์ชำระล้างและทำความสะอาด -** สามารถเข้ากับเนื้อเยื่อ (Biocompatible) และสามารถถูกดูดซึม (Bio-resorbable) ได้โดยระบบชีวภาพ (Biological system) ในร่างกาย จึงถูกนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับงานทางการแพทย์ เช่น ไหมเย็บแผล (Sutures) ตัวเย็บแผล (Staples) วัสดุปิดแผล (Wound dressing) อุปกรณ์ฝังในร่างกาย (Surgical implants) อุปกรณ์สำหรับยึดกระดูก (Orthopedic fixation devices) วัสดุสำหรับนำพาหรือปลดปล่อยตัวยา
- **ด้านผลิตภัณฑ์ชำระล้างและทำความสะอาด -** เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

องค์ประกอบเซลล์ยีสต์ Saccharomyces cerevisiae

Reed and Nagodawithana (1991)

องค์ประกอบ	ปริมาณ
องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	
โปรตีน	40
คาร์โบไฮเดรต	34
ไขมัน	4
เถ้า	7.5
วิตามิน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	
ไทอามีน **(Thiamine; B1)**	15
ไรโบฟลาวิน **(Riboflavin; B2)**	3
นิโคตินาไมด์ **(Nicotinamide; B3)**	40
กรดแพนโทเทนิค **(Pantothenic acid; B5)**	4
ไพริดอกซ์ซิน **(Pyridoxin; B6)**	3
โฟลิค **(Folic acid; B12)**	0.7
เกลือแร่ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง)	
แคลเซียม	150
แมกนีเซียม	250
ฟอสฟอรัส	1,800
โปแตสเซียม	2,000
เหล็ก	10
โซเดียม	140
สังกะสี	9
ทองแดง	<1
ไอโอดีน	<0.1
แมงกานีส	0.40
โคบอลท์	<0.50

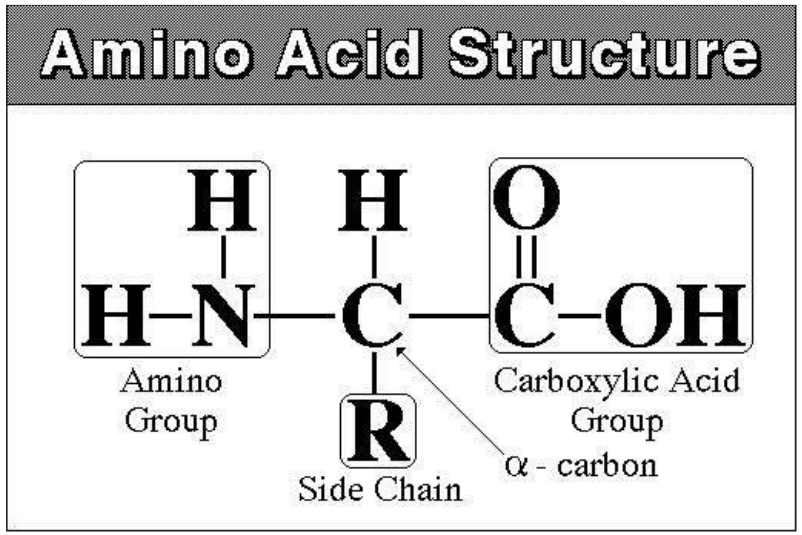
Polyol



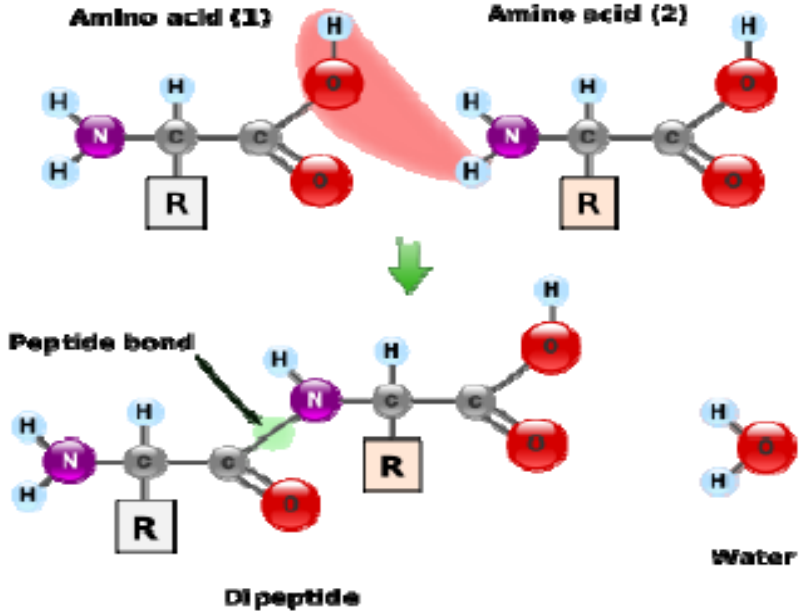
ที่มา: กล้าณรงค์ ศรีรอต (2542)

การใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโน

- กรดอะมิโนเป็นกลุ่มโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วย กลุ่มอาร์ (R group) หรือ ไซด์เชน (Side Chain) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของกรดอะมิโนกลุ่มอะซิดิกคาร์บอกซิล (–COOH) และกลุ่มอะมิโนพื้นฐาน (–NH2) กรดอะมิโนตั้งแต่สองชนิดรวมตัวกันเรียกว่า เปปไทด์



http://faculty.ircc.edu/



http://wpcontent.answers.com

การใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโน

- กรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบสำคัญในอาหารเสริม และเป็นโครงสร้างพื้นฐานของโปรตีนที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย
- กรดอะมิโนยังถูกใช้ในอาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ เช่น น้ำผลไม้ เนยแข็ง เบียร์ อาหารทะเล ซุป และน้ำชา เพื่อช่วยสร้างรสชาติเฉพาะของอาหารใช้เป็นสารเพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่อาหารสัตว์ที่มีราคาถูกเนื่องจากอาหารสัตว์ส่วนใหญ่ มักมีกรดอะมิโน ชนิดไลซีน (Lysine) และเมธิโอนีน (Methionine) ที่ต่ำ

การใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโน (ต่อ)

- ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารให้ความหวานแทนน้ำตาล (Aspartame) เป็นสารให้ความหวานที่เป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มและการแปรรูปอาหาร
- ใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine) เป็นองค์ประกอบของผงซักฟอก เป็นต้น
- ใช้ในการผลิตยา เช่น แอล-โพรลีน (L-proline) และ ดี-อะลานีน (D-alanine) เป็นต้น
- ผสมในอาหารสัตว์ ยา เครื่องสำอาง หรือวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมอื่นๆ อีกด้วย
- แอล-เมธิโอนีน แอล-ไลซีน แอล-ทรีโอนีน และแอล-ทริพโทฟาน ยังมีคุณสมบัติเป็นกรดอะมิโนที่มีศักยภาพสูงในการใช้เป็นสารแต่งเติมธัญญาหารต่าง ๆ ที่ขาดแคลนโปรตีน

การใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโน (ต่อ)

- ใช้ในสารละลายสำหรับอาหารทางเส้นเลือดสำหรับบำรุงผู้ป่วยหรือใช้รักษาโรคบางชนิด
- สารลดแรงตึงผิว (Surfactants) ที่ได้จากกรดอะมิโนจะมีคุณสมบัติพิเศษบางประการ โดยเฉพาะความสามารถในการเข้ากันได้ดีกับผิวหนัง (Good skin compatibility) จึงมีการนำกรดอะมิโน บางชนิดมาใช้เป็นส่วนประกอบของสบู่ แชมพู ผงซักฟอกและน้ำยาทำความสะอาดผิว
- อนุพันธ์ของกรดอะมิโนถูกใช้เป็นอีพอกซี่เรซิ่น (Epoxy resin) ในสารเคลือบผิววัสดุ เป็นสารเพิ่มความคงทนต่อความร้อนในพลาสติกชนิดพีวีซี สารเคลือบหนัง และสารสร้างสภาพเจลในน้ำมันที่ต้องการเปลี่ยนสภาพการใช้งานจากของเหลวเป็นครีมซึ่งไม่คืนสภาพเป็นของเหลวเมื่อถูกความร้อน เช่น จาระบีทนความร้อน

ตัวอย่างผู้ผลิตกรดอะมิโนในตลาดโลก

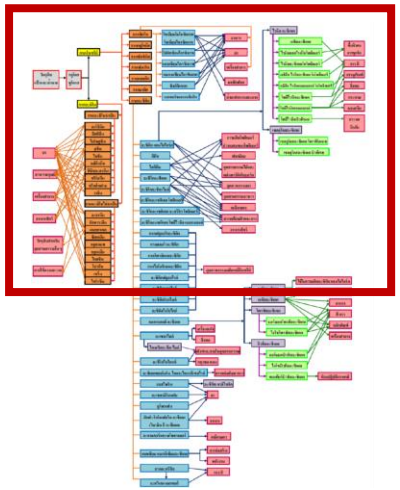
ภูมิภาค	ประเทศ	บริษัทผู้ผลิตกรดอะมิโน
อเมริกา	สหรัฐอเมริกา	แอคชั่นแล็บ อินคอร์ปอเรชั่น (Action Labs,Inc.)
		เอดีเอช เฮลท์โปรดัคส์ อินคอร์ปอเรชั่น (ADH Health Products, Inc.)
		.....
	แคนาดา	ไดแอ็กโนสติก เคมิคอล จำกัด (Diagnostic Chemicals Limited)
		คิง ฮัง เคมิคอล จำกัด (King Hung Chemicals Limited)
		.....
ยุโรป	ออสเตรีย	แชคกร้า ดริงค์ส (CHAKRA-Drinks)
	เบลเยียม	เอสเอ อายิโนโมโต๊ะ ออมนิเคม เอ็นวี (S.A. Ajinomoto OmniChem N.V.)
	เดนมาร์ก	โพลีเปปไทด์ แล็ปบอราทอรี่ส์ (PolyPeptide Laboratories A/S)
	.....	.....
จีน	จีน	เอบีเอ เคมิคอล (เซี่ยงไฮ้) จำกัด (ABA Chemicals (Shanghai) Limited)
		แอ็กฟีด อินดัสทรี อินคอร์ปอเรชั่น (Agfeed Industries, Inc.)
		.....
เอเชีย	อินเดีย	อัลคอน พาเรนเทอรัลส์ จำกัด (Ahlcon Parenterals (India) Limited)
		.....
	มาเลเซีย	โคตระ ฟาร์มา (Kotra Pharma (M) Sdn. Bhd.)
	.....	.....

เจ้าของเทคโนโลยีผลิตกรดอะมิโน

เจ้าของเทคโนโลยี	ประเทศ
อายิโนะโมะโต๊ะ (AJ)	ญี่ปุ่น
อาซาฮี คาเซ (Asahi Kasei)	ญี่ปุ่น
ออทซึกะ (Otsuka)	ญี่ปุ่น
ซูมิโตโม (Sumitomo)	ญี่ปุ่น
โยเนยามา (Yoneyama)	ญี่ปุ่น
เคียววะ ฮักโกะ โคเคียว (Kyowa Hakko Kogyo)	ญี่ปุ่น
ไดอิชิ (Daiichi)	ญี่ปุ่น
ดิวิส แลป (Divis Lab)	อินเดีย
โมลเชมี่ (Molchemei)	อินเดีย
อะมิท ไบโอเทค (Amit Biotech)	อินเดีย
ซีเจ (CJ)	เกาหลี
แคซาง (Daesang)	เกาหลี
ฮูเป่ย เป่าเฟง (Hubei Baofeng)	จีน
ซานตง ฟูเฟง (Shandong Fufeng)	จีน
วูฮาน ยูนิเวอร์สซิตี้ ไฮโย (Wahan University Huyo)	จีน
โกลบอล ไบโอเคม (Blobal Biochem Technology)	จีน
อีโวนิก เดกุซซา (Evonik Degussa)	เยอรมนี
อะมิโน จีเอ็มบีเอช (Amino GmbH)	เยอรมนี
ดีเอสเอ็ม (DSM)	เนเธอร์แลนด์
แบกซ์เตอร์ (Baxter)	สหรัฐอเมริกา

การใช้ประโยชน์ตลอดห่วงโซ่ของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชแป้งและน้ำตาล

ห่วงโซ่คุณค่าของ กรดอินทรีย์และกรดอะมิโน



วัตถุดิบ แป้งและน้ำตาล

กลูโคส ซูโครส

กรดอินทรีย์

กรดซิตริก
กรดทาร์ทาริก
กรดซัคซินิค
กรดฟูมาริก
กรดแลคติก
กรดมาลิค
กรดอะซิติก

โซเดียมโมโนซิเตรท
โซเดียมไดรซิเตรท
โปตัสเซียมไดรซิเตรท
แคลเซียมไตรซิเตรท
แมกเนเซียมไตรซิเตรท
ซิงก์ซิเตรท
เอสเทอร์ของกรดซิตริก

อาหาร
ยา
เครื่องสำอาง
ผงซักฟอก
น้ำยาทำความสะอาด

กรดอะมิโน

กรดอะมิโนจำเป็น
อาร์จินีน
ฮีสติดีน
ไอโซลูซีน
ลูซีน
ไลซีน
เมธิโอนีน
ฟีนิลอะลานีน
ทริโอนีน
ทริพโทฟาน
วาลีน

กรดอะมิโนไม่จำเป็น
อะลานีน
อัสพาราจีน
แอสพาเตต
ซีสเตอีน
กลูตาเมท
กลูตามีน
ไกลซีน
โปรลีน
เซรีน
ไทโรซีน

ยา
อาหารมนุษย์
เครื่องสำอาง
อาหารสัตว์
วัตถุดิบสำหรับ อุตสาหกรรมอื่น ๆ
สารให้ความหวาน

อะซิติก แอนไฮไดร์ด
กีทีน
ไดกีทีน
อะซีโตอะซีเตต
อะซีโตอะซีตาไมด์
อะซีโตอะเซติเลต โพลิเมอร์
อะซีโตอะเซติเลต อะกรีลิก โพลิเมอร์
อะซีโตอะเซติเลต โพลีไวนิล แอลกอฮอล์

การผลิตโพลิเมอร์ ส่วนผสมของโพลิเมอร์
ฟอกย้อม
อุตสาหกรรมไม้และ แผ่นพาร์ติเกิลบอร์ด
อุตสาหกรรมยา
อุตสาหกรรมอาหาร
เกมีเกษตร
สารเคลือบผิวและกาว
อาหารสัตว์

กรดฟลูออโรอะซิติก
กรดคลอโรอะซิติก
กรดโพรมิเนตอะซิติก
กรดไอโอดิเนตอะซิติก
อะซิติลฟลูออไรด์

อุตสาหกรรมผลิตเคมีอินทรีย์

ไวนิล อะซิเตต

เอทิลอะซิเตต
ไวนิลกลอไรด์โคโพลีเมอร์
ไวนิลอะซิเตตโคโพลีเมอร์
เอธิลีน ไวนิลอะซิเตต โคโพลีเมอร์
เอธิลีน ไวนิลแอลกอฮอล์ โคโพลิเมอร์
โพลีไวนิลอะซิเตต
โพลีไวนิลแอลกอฮอล์
โพลีไวนิลบิวทิรอล

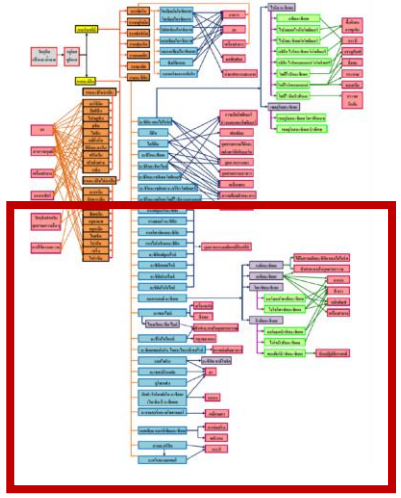
พื้นผิวทนการขูดขีด
กาว สี
บรรจุภัณฑ์
สิ่งทอ
กระดาษ
คอนกรีต
กระจกนิรภัย

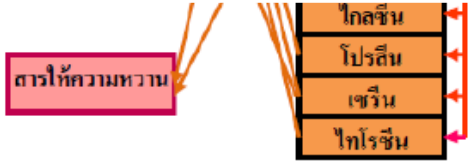
เซลลูโลสอะซิเตต

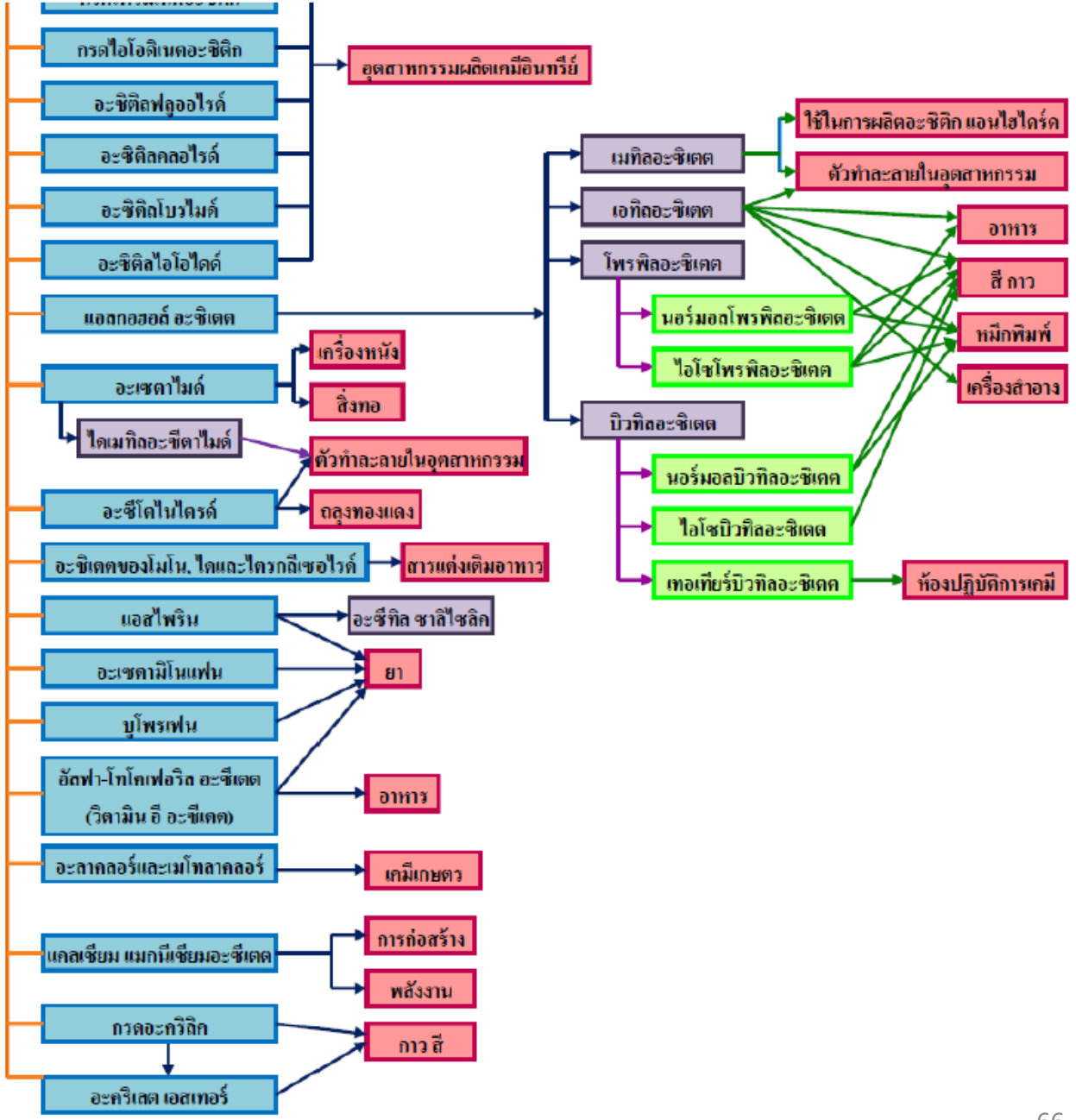
เซลลูโลสอะซิเตต โทรพิโอเนท
เซลลูโลสอะซิเตต บิวทีเรท

ใช้ในการผลิตอะซิติก แอนไฮไดร์ด

ห่วงโซ่คุณค่าของกรดอินทรีย์และกรดอะมิโน (ต่อ)







การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก

- **อะซิติกแอนไฮไดรด์** (Acetic Anhydride)

อะซิติกแอนไฮไดรด์จะถูกใช้ในการเปลี่ยนเซลลูโลสของไม้ให้เป็นเซลลูโลสอะซิเตต และถูกใช้ในอุตสาหกรรมยาและอาหาร เช่น

- กระบวนการการผลิตยาแอสไพริน
- ใช้ในการวิเคราะห์ยาบางชนิด
- ใช้ในการผลิตซิเตรทเอสเทอร์ (Citrate esters) ที่ใช้เป็นพลาสติกไซเซอร์ของผลิตภัณฑ์ยา
- การสังเคราะห์สารเคมีต่าง ๆ เช่น ไซคลิกโพลิอิไมด์ (Cyclic polyimides)

- **คีทีน** (Ketene)

เป็นสารตั้งต้นในการผลิตไดคีทีน

การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก (ต่อ)

- **ไดคีทีน**

ไดคีทีนจะถูกใช้เป็นตัวกลางที่มีความสำคัญในการผลิตอนุพันธ์ของกรดอะซิติก ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ เช่น ย้อมสี ยา เคมีเกษตร เป็นต้น และใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตอะซิโตอะซิเตตเอสเทอร์ (Acetoacetate esters) และ อะซิโตอะเซททาไมด์ (Acetoacetamides)

- **อะซีโตอะซิเตต** (Acetoacetate) **และอะซีโตอะซีทาไมด์** (Acetoacetamides)

ถูกนำไปใช้อย่างมากในอุตสาหกรรมเคมี ยา เคมีเกษตร การย้อม การเคลือบ และกาว และมีการนำไปใช้ในการเตรียมกรดวาลโปรอิก (Valproic acid) ที่มีความจำเป็นต่อกระบวนการผลิตยาแอนตี้อิพิเลปติก (Antiepileptic) หรือสารเจอรานิลอะซิโตน (Geranyl acetone) ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์วิตามินอี สารอะซีโตอะเซททาไมด์ โดยส่วนใหญ่มักจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการผลิต ยาฆ่าแมลงและการย้อมสี

โพลีเมอร์ที่มีหมู่อะซีโตอะซีทิเลต

- **อะครีลิคโพลีเมอร์หมู่อะซีโตอะซีทิเลต (Acetoacetylated acrylics polymers)**

ใช้ในอุตสาหกรรมการเคลือบและกาว เช่น กาวชนิดที่มีอัตราการติดแน่นและรับน้ำหนักสูง สารเคลือบผิวที่ให้ความแข็งแรงสูงสำหรับเคลือบกระดาษ เป็นต้น

- **โพลีไวนีลแอลกอฮอล์หมู่อะซีโตอะซีทิเลต (Acetoacetylated polyvinyl alcohol)**

สามารถผลิตได้โดยการพ่นละอองไดคีทีนบนโพลีไวนีลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl Alcohol) และให้ความร้อนจนเกิดเป็นโพลีไวนีลแอลกอฮอล์หมู่อะซีโตอะซีทิเลต ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ในอุตสาหกรรมหลากหลายชนิด เช่น อุตสาหกรรมการผลิตสี และกาว หรือใช้ในการผลิตเจลของน้ำยาดับกลิ่นกาย

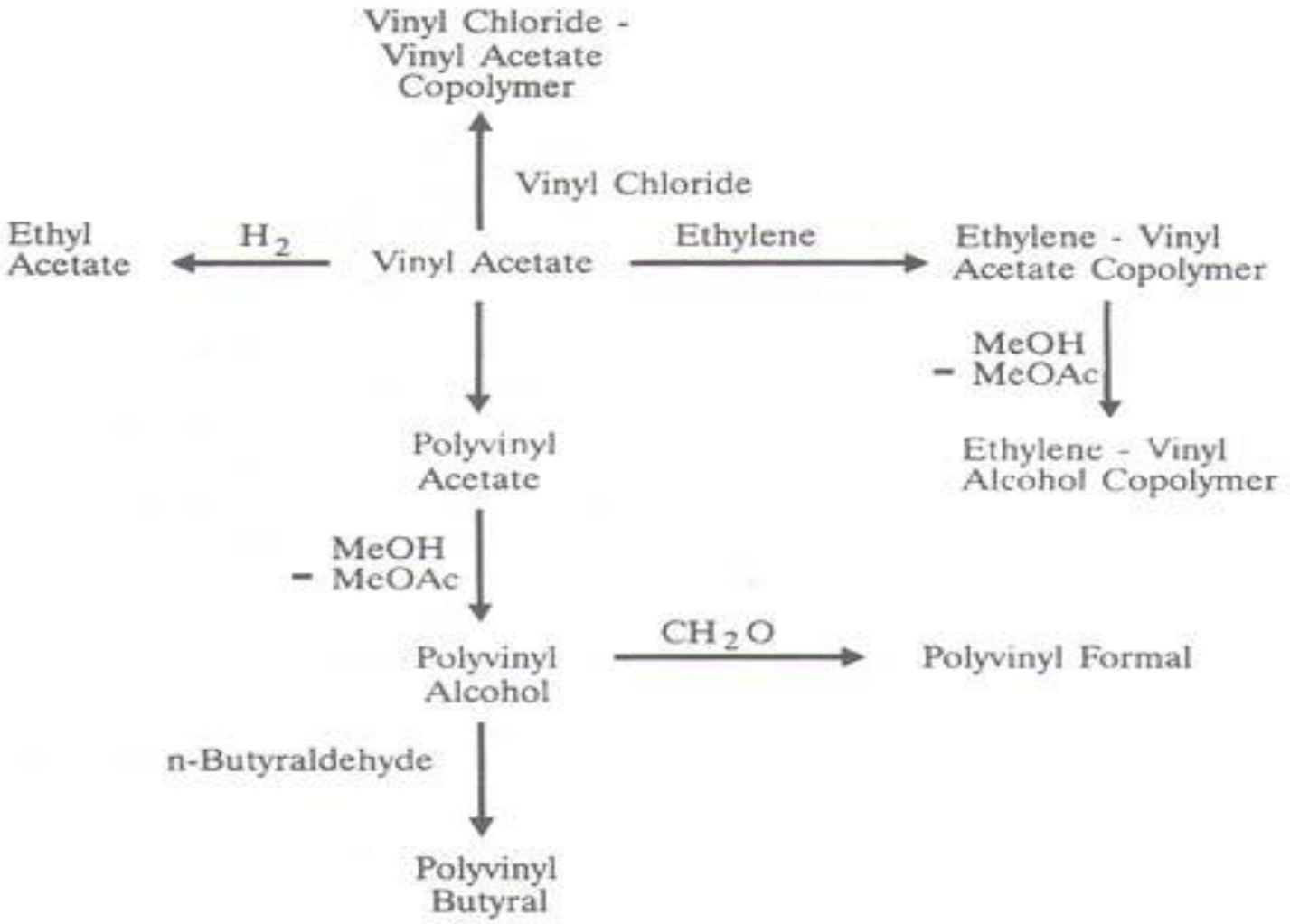
การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก (ต่อ)

- **ไวนิลอะซิเตต (Vinyl acetate)**

ไวนิลอะซิเตตเป็นสารตั้งต้นของโพลีเมอร์ที่สำคัญหลายชนิด เช่น โพลีไวนิลอะซิเตต (Polyvinyl acetate: PVAc) หรือเอทิลีนไวนิลอะซิเตตโคโพลีเมอร์ (Ethylene vinyl acetate copolymer: EVA) และเมื่อนำโพลีเมอร์ทั้งสองชนิดไปทำปฏิกิริยากับเมทานอลก็จะได้เป็นโพลีเมอร์ที่สำคัญอีกสองชนิด คือ โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol: PVA) หรือเอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์ (Ethylene Vinyl Alcohol Copolymer

โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol: PVA) สามารถนำไปทำปฏิกริยากับบิวไทรอลดีไฮด์ (Butyraldehyde) และฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ได้เป็นโพลิไวนิลบิวไทรอล (Polyvinylbutyral: EVOH)) และโพลิไวนิลฟอร์มาล (Polyvinyl formal)

การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก (ต่อ)



- ไวนิลอะซิเตต (**Vinyl acetate**)

Victor H. Agreda and Joseph R. Zoeller (1993)

การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก (ต่อ)

- **เซลลูโลสอะซิเตต (Cellulose Acetate)**

เซลลูโลสอะซิเตตที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตก้นกรองบุหรี่ และถูกนำไปใช้ในเคลือบบนพื้นผิว เช่น กระดาษ โลหะ ไม้ หรือ บรรจุภัณฑ์พลาสติกอื่นๆ เพื่อให้พื้นผิวนั้น ๆ มีความสวยงามมากยิ่งขึ้น

- **แอลกอฮอล์อะซิเตต (Alcohol Acetate)**

มีการนำไปใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมเคลือบผิว กาวและฟิล์มพลาสติกต่างๆ อีกทั้งยังมีประโยชน์ในการเป็นตัวทำละลายในกระบวนการผลิตยา สารเคมี และเคมีเกษตร

การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก (ต่อ)

- **แอลกอฮอล์อะซิเตต (Alcohol Acetate)**

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอะซิเตตเอสเทอร์ (Acetate ester) ชนิดต่างๆ

	Methyl	Ethyl	Propyl	iso-Propyl	Butyl	iso-Butyl
Molecular weight	74.1	88.1	102.1	102.1	116.2	116.2
Evap. rate[a]	5.3	4.1	2.3	3.0	1.0	1.4
Specific gravity	0.94	0.90	0.89	0.87	0.88	0.87
Solubility in water[b]	29.6	7.4	2.3	2.9	0.7	0.7
Water in	7.4	3.3	2.6	1.8	1.6	1.6
Vapor P[c]	171.3	86	23	47.5	10	12.5
Boiling range	55.8–58.2	75.5–78.0	99–103	85–90	122–128	112–119
Flash point[d]	−13	−4	13	2	27	20

[a]BuOAc = 1.
[b]wt%, at 20°C.
[c]At 20°C, in mmHg.
[d]Tag closed cup, in °C.
Source: Data from Ref. 1.

Victor H. Agreda and Joseph R. Zoeller (1993)

- เมทิลอะซิเตต (Methyl acetate)
- เอทิลอะซิเตต (Ethyl acetate)
- โพรพิลอะซิเตต (Propyl acetate)
- บิวทิลอะซิเตต (Butyl acetate)

การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก (ต่อ)

- **อนุพันธ์ของกรดอะซิติกที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Halogenated Derivatives)**

กรดคลอโรอะซิติก (Chloroacetic acid) เป็นสารที่มีการผลิตมากที่สุดในกลุ่มอนุพันธ์ของกรดอะซิติกโดยทั่วไปมักจะใช้กรดคลอโรอะซิติก (Chloroacetic acid) เป็นตัวกลางในการสังเคราะห์สารเคมีอื่น ๆ และถูกนำไปใช้เป็นส่วนผสมของยารักษาโรคบางชนิด เช่น โรคเบาหวาน หรือไขมันในเลือดสูง เป็นต้น

กรดไตรคลอโรอะซิติก (Trichloro acetic acid) สามารถนำไปใช้เป็นยากำจัดวัชพืช

กรดไอโอโดอะซิติก (Iodo acetic acid) ใช้ในวงการชีวเคมีสำหรับกระบวนการสร้างไทออล (Thiol)

การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก (ต่อ)

- **อนุพันธ์ของกรดอะซิติกที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (Nitrogen Derivatives of Acetic Acid)**

อะเซทาไมด์(Acetamide) (C2H5NO) มีการนำไปใช้งานเป็นสารแต่งเติมเพื่อทำให้พลาสติกอ่อนตัว (Plasticizer) สำหรับหนังเทียม ผ้าพลาสติก ฟิล์มพลาสติกและงานเคลือบผิว

ไดเมทิลอะเซททาไมด์ (N,N-Dimethylacetamide) (C4H9NO) ถูกใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับปฏิกิริยาอิเล็คโตรไลซิส

อะซิโตไนไตรด์ (Acetonitrile) (C2H3N) นำไปใช้เป็นตัวทำละลายสำหรับโพลีเมอร์และใช้ในการสกัดทองแดงให้บริสุทธิ์

การใช้ประโยชน์ของซิติก (ต่อ)

- **อนุพันธ์ของกรดอะซิติกชนิดอื่น ๆ**

1) ยาแก้ปวด (Analgestic)

กรดอะซิทิลซาลิไซลิก รู้จักกันในชื่อทางการค้าว่า แอสไพริน เป็นยาแก้ปวดและยาลดไข้ที่มีความสำคัญ โดยสามารถผลิตได้จากการนำกรดอะซิติกผสมกับกรดซาลิไซลิก (Salicylic acid) และอะซิติกแอนไฮไดร์ด แล้วกวนให้เข้ากันในถังที่มีน้ำร้อนวนอยู่โดยรอบ หลังจากนั้นจึงนำมากรองแล้วอบในเตาอบระบบสูญญากาศจนกระทั่งมีการจัดเรียงตัวในรูปผลึก

อะเซตามิโนเฟน (Acetaminophen) หรือยาพาราเซตามอล พาราเซตามอลเป็นอนุพันธ์ของกรดอะซิติกที่ใช้เป็นยาแก้ปวดและยาลดไข้ที่มีความสำคัญ เช่นเดียวกันกับแอสไพริน โดยพาราเซตามอลกำลังมีบทบาทมากขึ้นเรื่อย ๆ

การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก (ต่อ)

- **อนุพันธ์ของกรดอะซิติกชนิดอื่น ๆ**

2) วิตามินอีอะซิเตต (Vitamine E Acetate)

เป็นสารที่มีการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เนื่องจากมีข้อดีคือช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ กับออกซิเจนได้ดีกว่าวิตามินอี เมื่อมีการบริโภคอัลฟาโทโคฟีรีลอะซิเตต ลำไส้จะทำหน้าที่ในการแยกและดูดซึมสารอัลฟาโทโคฟีรอล (α-tocopherol) เข้าสู่ร่างกายเพื่อให้ร่างกายมีการนำไปใช้ต่อไป

3) อะลาคลอร์ (Alachlor) และ เมโทลาคลอร์ (Metolachlor)

ใช้เป็นยากำจัดวัชพืชและยาฆ่าแมลง

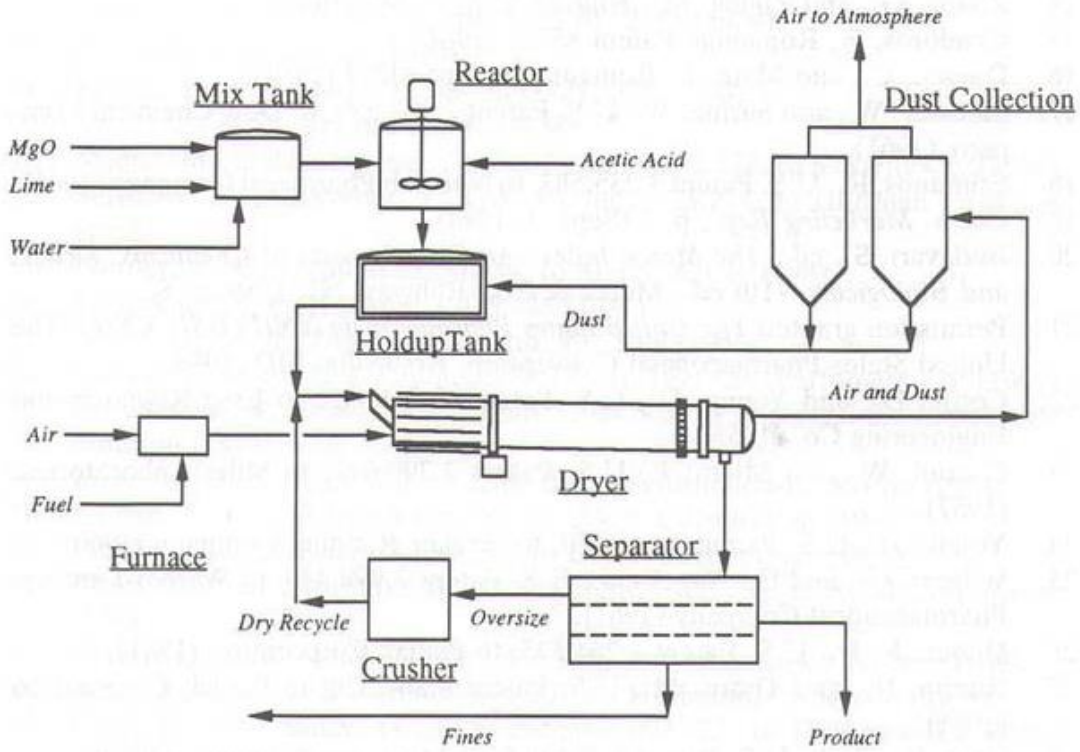
การใช้ประโยชน์ของกรดอะซิติก (ต่อ)

- **อนุพันธ์ของกรดอะซิติกชนิดอื่น ๆ**

4) แคลเซียมแมกนีเซียมอะซิเตต

(Calcium magnesium acetate: CMA)

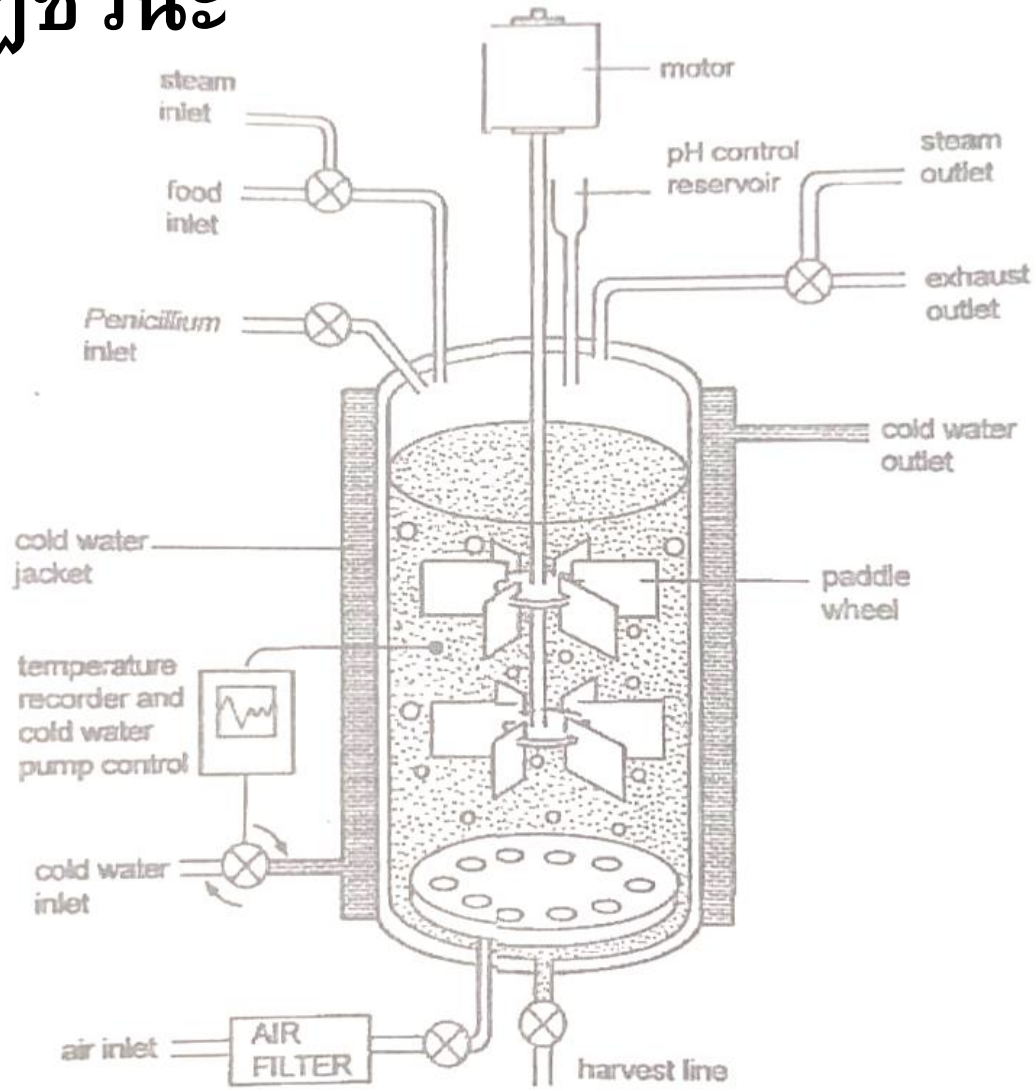
ใช้เป็นสารแต่งเติมในถ่านหิน เพื่อช่วยให้การเผาไหม้ถ่านหินเป็นไปอย่างสมบูรณ์ และมีมลพิษน้อยลง และใช้ในการละลายน้ำแข็ง แคลเซียมแมกนีเซียมอะซิเตต (CMA) ยังมีประโยชน์ในระบบการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน ทำให้สามารถใส่ถ่านหินได้ในปริมาณที่มากขึ้นในขนาดเตาที่เท่าเดิม



Victor H. Agreda and Joseph R. Zoeller (1993)

เทคโนโลยีการผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์ยาปฏิชีวนะ

- แหล่งคาร์บอนคือกากน้ำตาล (Molasses) หรือกากถั่วเหลือง (Soy meal) ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลแลคโตสและกลูโคส
- เพนิซิลลิน (Penicillins) สามารถผลิตได้ 2 วิธี คือ วิธีการหมักด้วยเชื้อราเพนิซิลเลียม *(penicilium)* วัตถุดิบตั้งต้นหลักที่ใช้ในการผลิต คือ กลูโคส โดยการผลิตเพนิซิลลินในทางการค้าจะใช้เอนไซม์พีไครโซจีนัม (*P.chrysogenum)* เป็นหัวเชื้อในการหมัก



เทคโนโลยีการผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์วิตามิน - วิตามินซี

- กระบวนการหมักและการสังเคราะห์จากสารเคมี อุตสาหกรรมการผลิตวิตามินซีในปัจจุบันมี 2 วิธี โดยใช้ซอร์บิทอล (Sorbitol) เป็นวัตถุดิบในการผลิตเช่นเดียวกัน

1) วิธีริคฮ์สไตน์ (Reichstein) หรือวิธีการผลิตในแบบดั้งเดิม เป็นกระบวนการผลิตที่เริ่มต้นโดยใช้กระบวนการหมัก (Fermentation) ซอร์บิทอลให้แตกตัวเป็นซอร์โบส (Sorbose) แล้วนำไปทำปฏิกิริยากับอะซิโตน (Acetone) จะได้เป็นไดอะซิโตนซอร์- โบส (Di-Acetone Sorbose) แล้วจึงนำไปทำปฏิกิริยาครั้งที่สองโดยใช้กระบวนการ อ๊อกซิเดชั่น (Oxidation) ด้วย คลอรีน (Chlorine-Cl) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide-NaOH) เมื่อผ่านกระบวนการนี้จะได้เป็นกรดไดอะซิโตนคีโตกูโลนิก (Di-acetone ketogulonic Acid : (DAKS)) แล้วนำมาละลายกับตัวทำละลายอินทรีย์ และจัดเรียงอนุภาคใหม่ให้มีรูปแบบโมเลกุลตามที่ต้องการก็จะได้วิตามินซีที่ยังไม่ปรุงแต่ง (Crude Vitamin C) จากนั้นจึงนำไปเข้าสู่กระบวนการทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งหนึ่ง

เทคโนโลยีการผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์วิตามิน – วิตามินซี (ต่อ)

2) วิธีการหมักสองขั้น (Two Stage Fermentation Process) เป็นวิธีที่คิดค้นขึ้นใหม่ในประเทศจีน โดยขั้นแรกนำซอร์บิทอลมาหมักเช่นเดียวกับวิธีริคฮ์สไตน์ แต่เมื่อซอร์บิทอลแตกตัวเป็นซอร์โบสแล้ว ไม่นำไปทำปฏิกิริยาเคมีตามวิธีริคฮ์สไตน์ แต่จะนำซอร์โบสที่ได้ไปหมักอีกครั้งหนึ่งเป็นการหมักขั้นที่สอง จนได้เป็นสารเฉพาะที่เรียกว่า เคจี เอ-ทูคีโต แอลกูโลนิกแอซิด (KGA, 2-Keto-L-Gulonic-Acid) แล้วจึงนำ KGA ที่ได้ไปทำปฏิกิริยาเคมีเช่นเดียวกับวิธีริคฮ์สไตน์จนได้เป็นวิตามินซีที่ไม่ได้ปรุงแต่ง จากนั้นก็เข้าสู่ขั้นตอนการสกัดให้เป็นวิตามินซีบริสุทธิ์ต่อไป เช่นเดียวกับวิธีริคฮ์สไตน์

เทคโนโลยีการผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์วิตามิน – วิตามินซี (ต่อ)

กระบวนการผลิตวิตามินซีในระดับอุตสาหกรรมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นกระบวนการผลิตแบบผสมระหว่างกระบวนการทางเคมีและการหมัก โดยใช้น้ำตาลกลูโคสเป็นสารตั้งต้น ซึ่งน้ำตาลกลูโคส จะถูกเปลี่ยนไปเป็นซอร์บิทอลด้วยกระบวนการไฮโดรจิเนชั่น ในขั้นตอนต่อไปจะใช้จุลินทรีย์ อะซีโตแบค-เตอร์ ชุโยไซแดน(*Acetobacter suboxydan)* เพื่อออกซิไดซ์ซอร์บิทอล (D-Sorbitol) ให้เป็น ซอร์โบส (L-Sorbose) ซึ่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแอล-แอสคอร์บิก (L-ascorbic acid) ด้วยกระบวนการทางเคมีต่อไป (Reilly, 1991)

เทคโนโลยีการผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์วิตามิน – วิตามินบี 2

วิตามินบี 2 สามารถผลิตด้วยวิธีการสังเคราะห์ทางชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์หลายชนิด อาทิ แอชบยากอสสิปปี (Ashbya gossypii) แคนดิดาฟามาตา (Candida famata) แคนดิดาฟลาเวรี (Candida flaveri) โครีเนแบคทีเรียม แอมโมนีอาจีเนส (Corynebacterium ammoniagenes) และบาซิลัสซับไตติส (Bacillus subtilis) ซึ่งสารตั้งต้นที่สามารถใช้ผลิต วิตามินบี 2 ได้แก่ ผลพลอยได้จากน้ำตาล หรือน้ำมันพืช

กระบวนการผลิตทางชีวภาพนี้สามารถใช้สารตั้งต้นในการผลิตได้หลายชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส โมลาสน้ำมันข้าวโพดหรือน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งพบว่าสารตั้งต้นที่เป็นน้ำมันพืชจะให้ผลผลิตได้สูงกว่าน้ำตาลลูโคสกระบวนการนี้อาศัยจุลินทรีย์แอชบยากอสสิปปี (Ashbya gossypii) ทำหน้าที่เปลี่ยนสารอาหารให้เป็นวิตามินบี 2 ในสภาวะใช้อากาศ

เทคโนโลยีการผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์วิตามิน – วิตามินบี 12

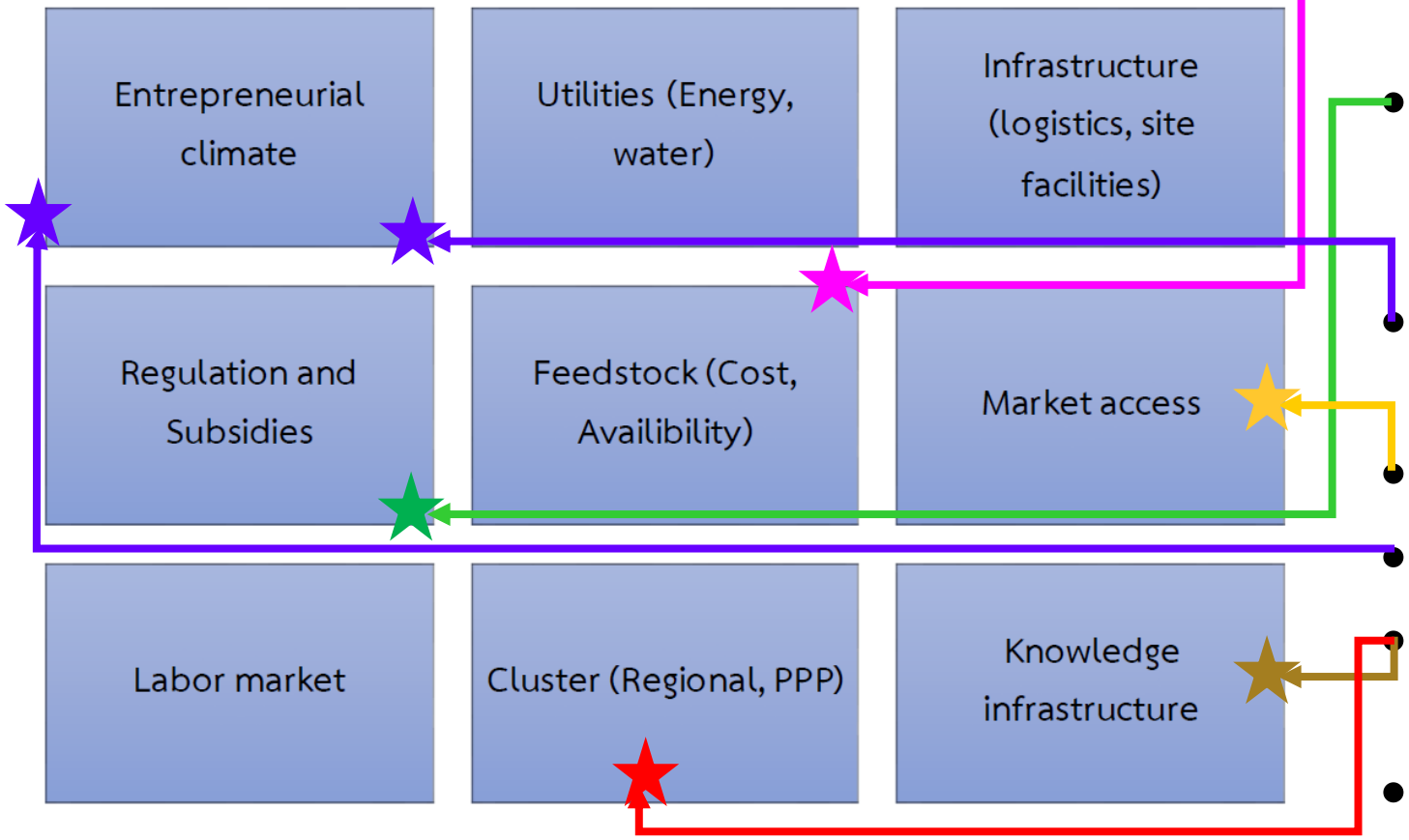
สามารถผลิตได้จากกระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคส โดยใช้จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ จุลินทรีย์โพรพิโอนิแบคทีเรียมเชอร์มานี *(Propionibacterium hermanii)* และซูโดโมนัส เดนิไตรฟิแคนส์ *(Pseudomonas denitrificans)* มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมอาหาร และยา (Rehm, H. J., 2001)

วิตามินบี 12 ที่บริโภคกันอยู่ในปัจจุบันผลิตด้วยกระบวนการทางชีวภาพเท่านั้น เนื่องจากต้นทุนในการผลิตต่ำกว่ากระบวนการทางเคมี โดยกระบวนการหมักที่มีประสิทธิภาพสูงและต้นทุนต่ำนั้น นิยมใช้จุลินทรีย์ โพพิโอนิแบคทีเรียม (*Propionibacterium* sp). หรือ ซูโดโมนัส เดนิไตรฟิแคนส์ (*Pseudomonas denitrificans*) (Lago และ Kaplan 1981) หลังจากที่กระบวนการหมักเสร็จสมบูรณ์แล้ว วิตามินบี 12 จะทำให้บริสุทธิ์ด้วยการแยกออกจากน้ำหมักและการใช้ ion-exchange chromatography

ผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพเป้าหมายที่มีศักยภาพ

การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพเป้าหมายที่มีศักยภาพ

เกณฑ์การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ฐานชีวภาพเป้าหมายที่มีศักยภาพ

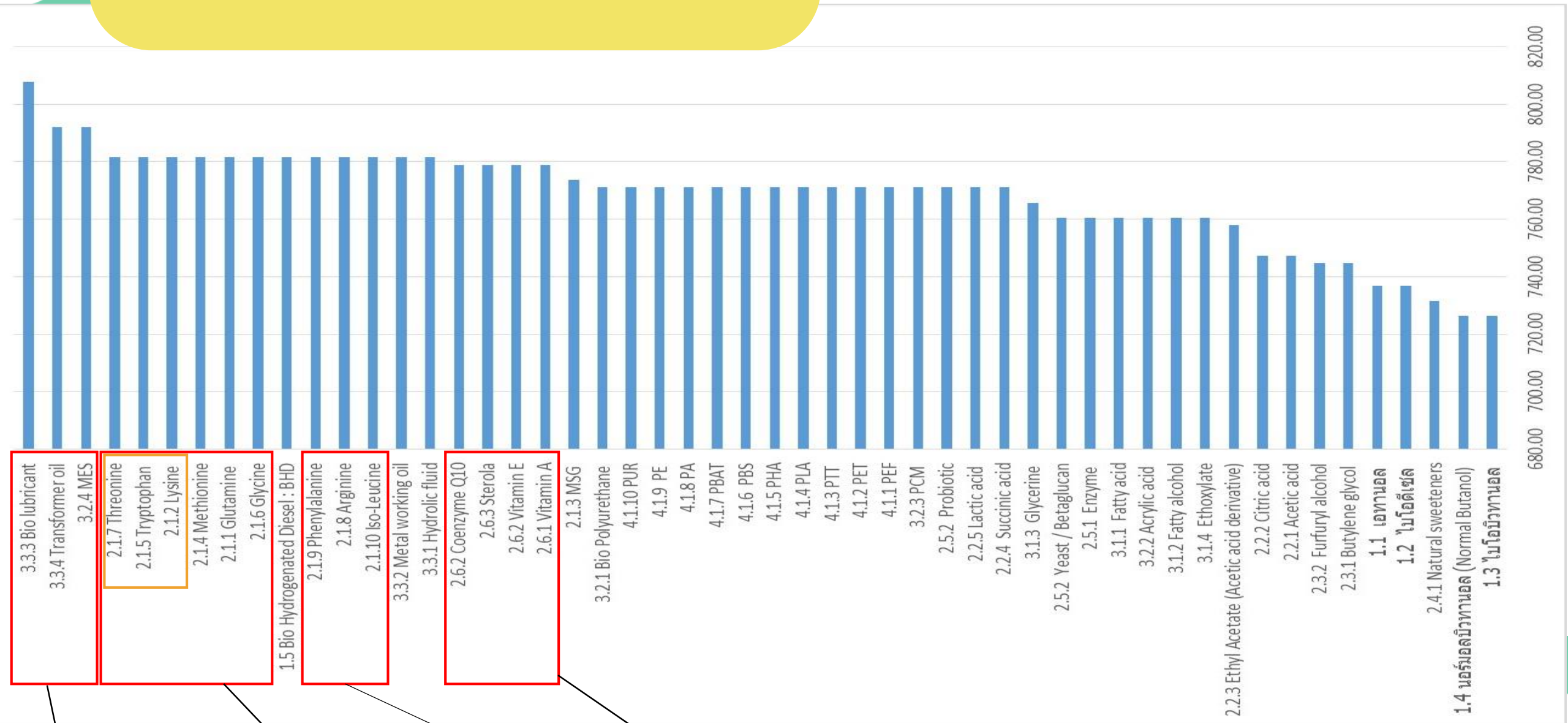


มุมมองในการพิจารณาโครงการลงทุนในด้านชีวภาพ

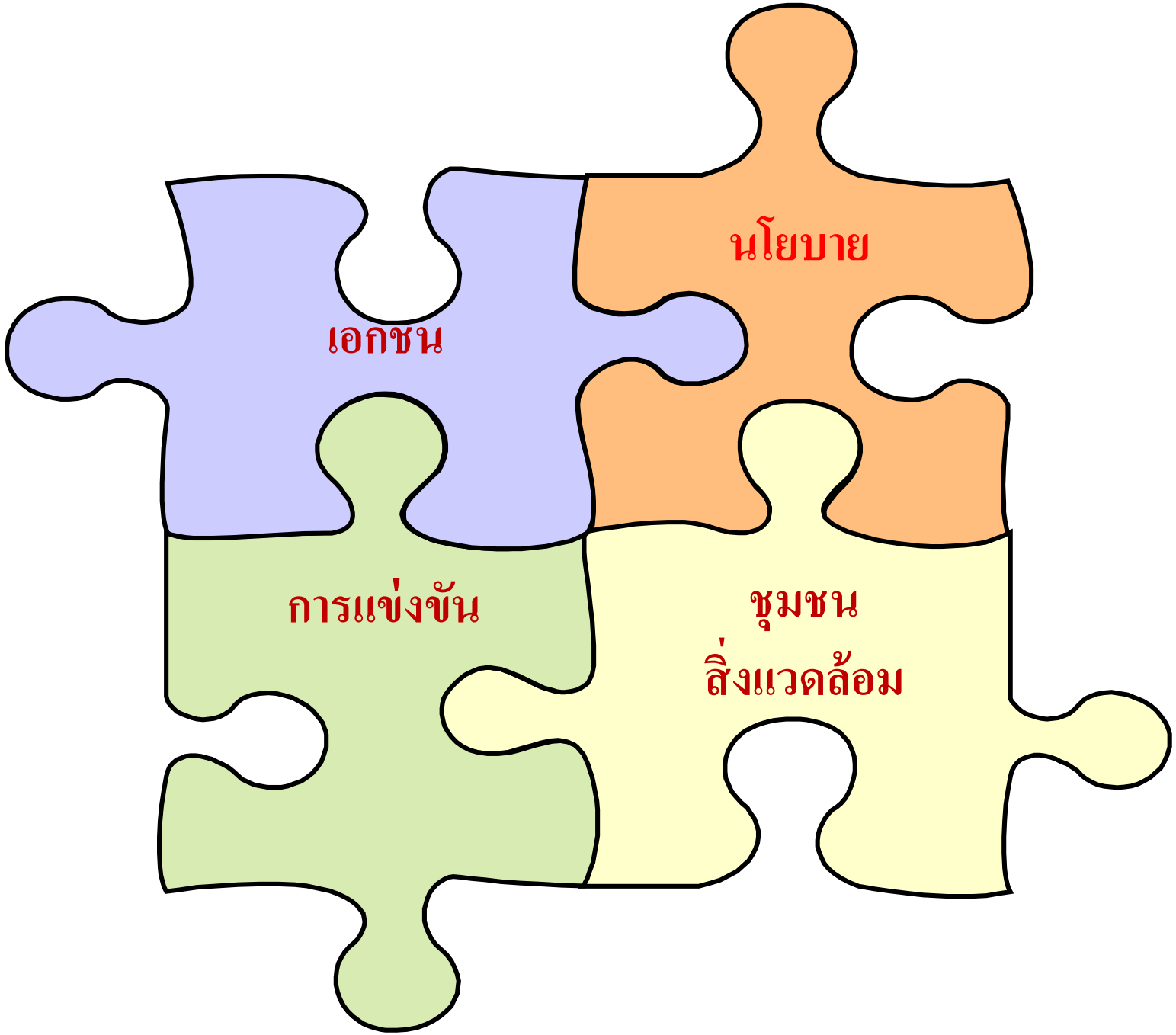
ที่มา: Suurs and Roelofs (2014)

- เป็นผลิตภัณฑ์แก้ปัญหาการจัดการวัตถุดิบและยกระดับอุตสาหกรรมเกษตรของไทย
- สอดคล้องกับเป้าหมายยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่เน้นความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน และนโยบายประเทศไทย 4.0
- ความสามารถและศักยภาพของผู้ประกอบการไทยในด้านการผลิต การตลาด และการลงทุน
- ตลาดในประเทศ และ/หรือ ตลาดต่างประเทศ
- ความสนใจของผู้ประกอบการและผู้ลงทุน
- ความยั่งยืนในการดำเนินการผลิตให้เกิดความต่อเนื่องในระยะยาว
- ระดับผลตอบแทนการลงทุน
- ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ศักยภาพเป้าหมาย



ที่มา : ประมวลข้อมูลจากการประชุมกลุ่มย่อย


นโยบาย
เอกชน
การแข่งขัน
ชุมชน
สิ่งแวดล้อม

Q & A

การอบรมหลักสูตรระยะสั้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่

“Sugar and starch Biorefinery”

ร่วมกับ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

สำนักบริหารงานวิจัยและนวัตกรรมพระจอมเกล้าลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

19 กรกฎาคม 2564

5

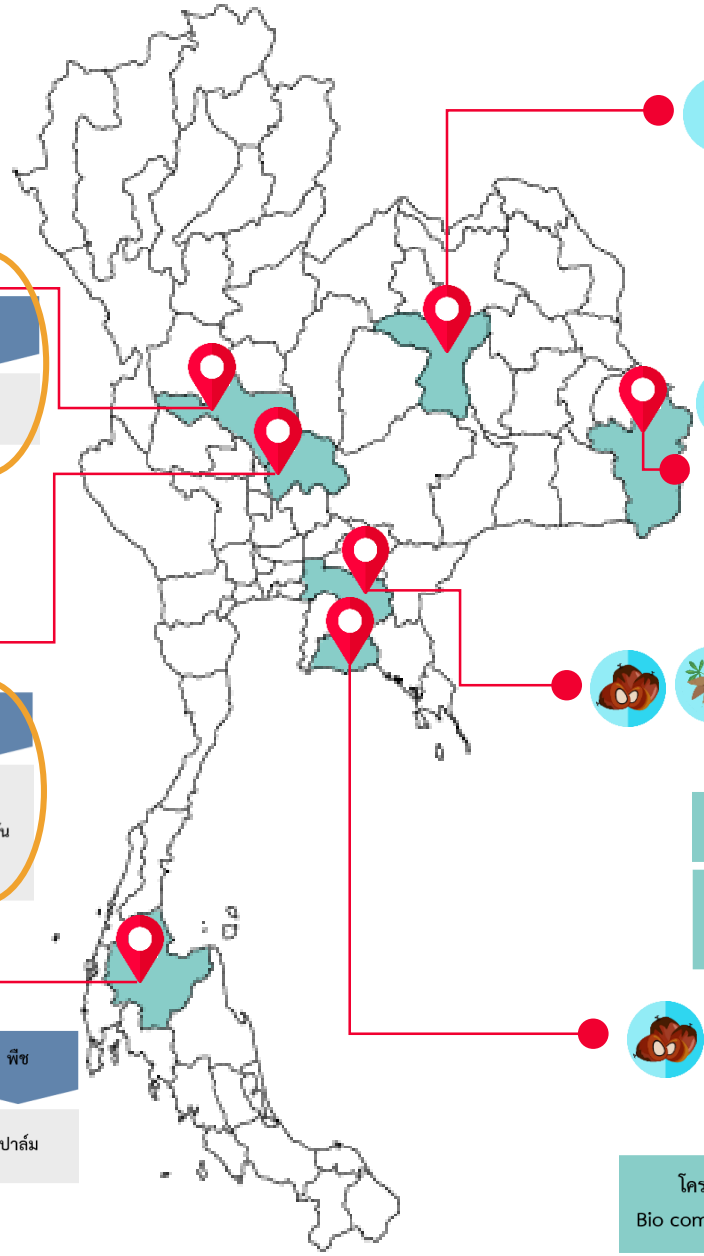
แนวทางและมาตรการของภาครัฐในการขับเคลื่อนผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากพืชแป้งและน้ำตาล

สถานะโครงการในรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมเอกชน (131,490 ล้านบาท)

ประกอบด้วย 7 แห่ง + 1 ศูนย์วิจัย
- อ้อย 2 แห่ง 46,000 ล้านบาท
- มันสำปะหลัง 2 แห่ง 68,990 ล้านบาท
- ปาล์มน้ำมัน 2 แห่ง 16,500 ล้านบาท

โครงการที่ไม่มีความคืบหน้า 97,490 / 131,490 ล้านบาท

โครงการที่ไม่ระบุผลิตภัณฑ์ 98,500 / 131,490 ล้านบาท



นครสวรรค์ (10,000 ล้านบาท)

	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการ Bio Complex	10,000	ก.ค. 62	กลางน้ำ	30%	GGC และ KTIS	อ้อย

ลพบุรี (32,000 ล้านบาท)

	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการลพบุรี ไบโอคอมเพล็กซ์	32,000	2561	ไม่ระบุผลิตภัณฑ์	0%	บริษัท อุตสาหกรรมน้ำตาลชาวไร่ จำกัด	อ้อย / มัน

สุราษฎร์ธานี

	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
ศูนย์กลางความเป็นเลิศด้านชีวภาพ (CoBE)	???	ส.ค. 49	ไม่ระบุผลิตภัณฑ์	0%	สถาบันพลาสติก	ปาล์ม

ขอนแก่น (20,000 ล้านบาท)

	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการนิคมอุตสาหกรรม Bioeconomy	20,000	2561	กลางน้ำ	20%	บ.น้ำตาลมิตรผล และ BI	อ้อย

อุบลราชบุรี (2,990 ล้านบาท)

	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
นิคมฯ อุบลราชธานี	2,990	2561	กลางน้ำ	0%	บ.อุบลราชธานี อินดัสตรี้ จำกัด และ กลุ่มสินรุ่งเรือง	มัน

ฉะเชิงเทรา (62,500 ล้านบาท)

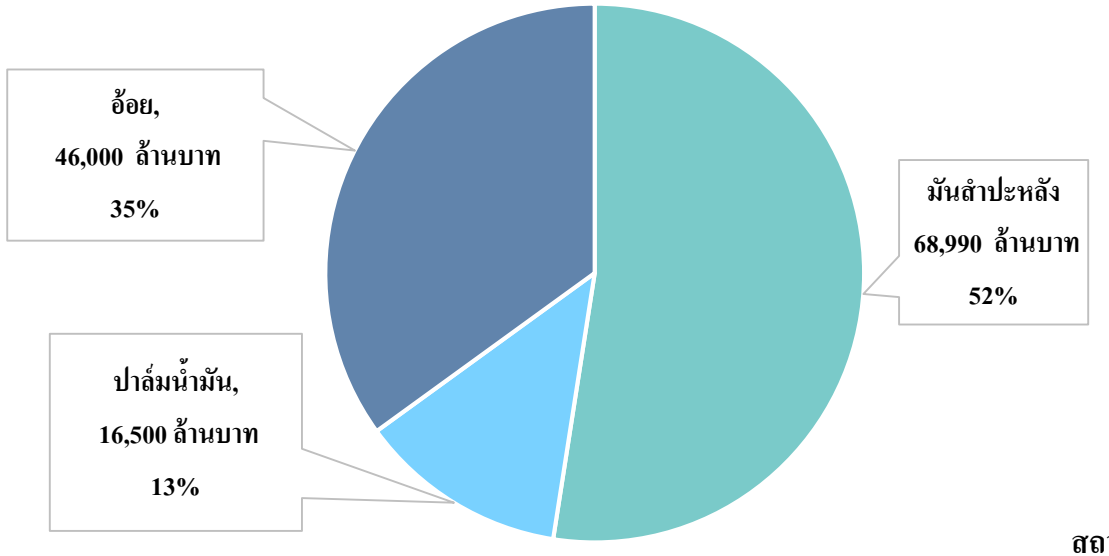
	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
Bio Hub Asia	50,000	2561	ไม่ระบุผลิตภัณฑ์	0%	บริษัท อิมเพรส เทคโนโลยี จำกัด	มัน
นิคมฯ บลูโอลิโอเทค ซิตี้	12,500	2561	ไม่ระบุผลิตภัณฑ์	0%	บริษัท พลังงานบริสุทธิ์ จำกัด (มหาชน)	ปาล์ม

EEC ระยอง (4,000 ล้านบาท)

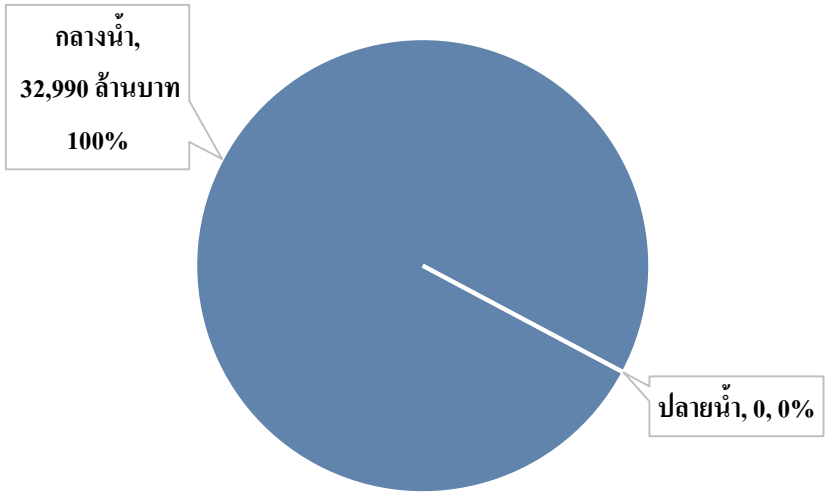
	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการ Palm Bio complex Phase 1,2	4,000	2561	ไม่ระบุผลิตภัณฑ์	60%	GGC และกลุ่มไทยอีสเทิร์น	ปาล์ม

สถานะโครงการในรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมเอกชน (131,490 ล้านบาท)

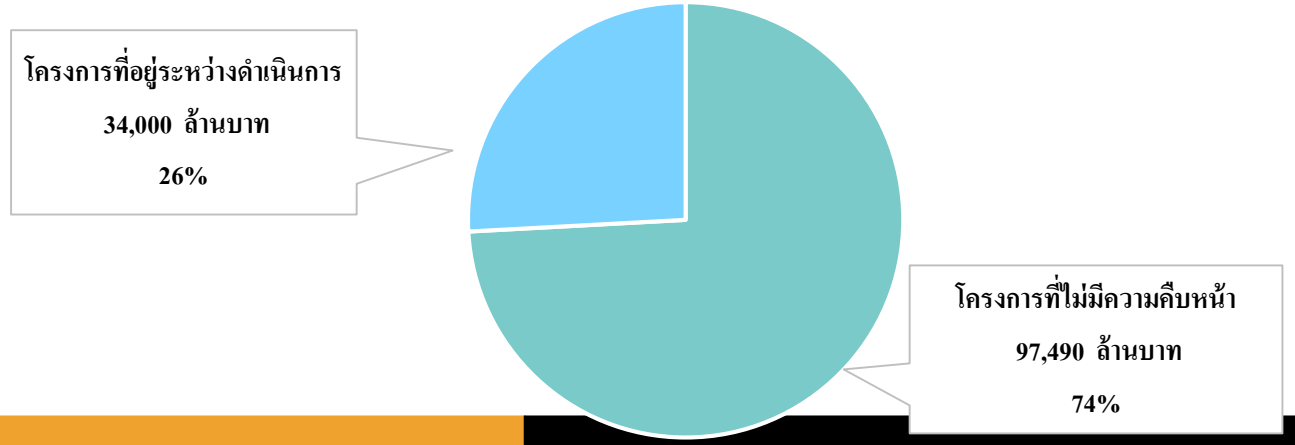
โครงการรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมเอกชนจำแนกตามประเภทของพืช



ความคืบหน้าของโครงการรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมเอกชน จำแนกตามระดับอุตสาหกรรม

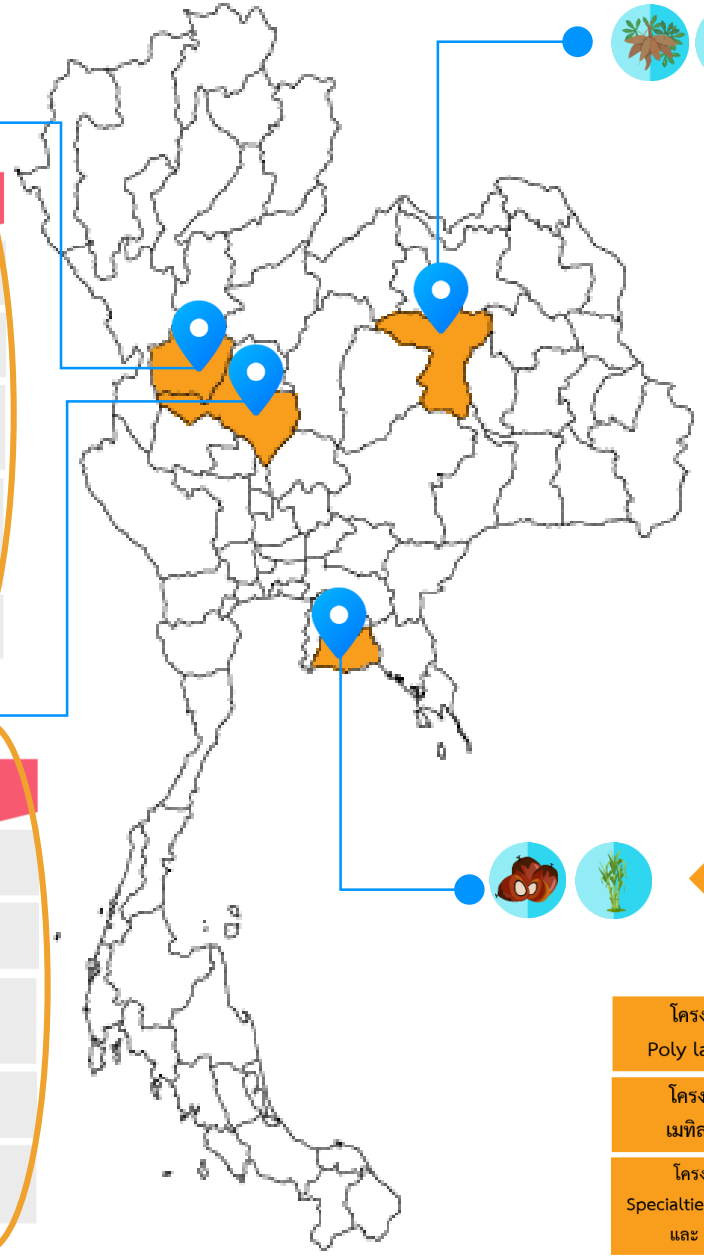


สถานะโครงการรูปแบบนิคมอุตสาหกรรมเอกชน จำแนกตามมูลค่าการลงทุนที่มีความคืบหน้า



สถานะโครงการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนผลิตสินค้ามูลค่าเพิ่มจากอ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน (59,510 ล้านบาท)

- อ้อย 10 แห่ง 49,375 ล้านบาท
- มันสำปะหลัง 9 แห่ง 10,135 ล้านบาท
- ปาล์มน้ำมัน 2 แห่ง (ไม่ระบุ)



กำแพงเพชร (10,000 ล้านบาท)

	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการผลิต Dried Yeast	1,000	2561	กลางน้ำ	0%	บ.Total และ บ.Carbon	มัน
โครงการผลิต Yeast Extract	2,000	2561	กลางน้ำ	0%	บ.Cristalla	มัน
โครงการผลิต Beta-glucan สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร	3,000	2561	กลางน้ำ	0%	บ.Cristalla	มัน
โครงการผลิต Beta-glucan สำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์	2,000	2561	กลางน้ำ	0%	บ.Cristalla	มัน
โครงการผลิต Function Sugar	2,000	2561	กลางน้ำ	0%	บ.Cristalla	มัน

นครสวรรค์ (31,000 ล้านบาท)

	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการผลิต Lactic Acid	6,500	2561	กลางน้ำ	0%	PTTGC และ NatureWorls	อ้อย
โครงการผลิต Poly lactic (PLA)	4,300	2561	ปลายน้ำ	0%	PTTGC และ NatureWorls	อ้อย
โครงการผลิต Bio-Succinic Acid (BSA) Bio-1,4-Butanediol	11,200	2561	ปลายน้ำ	0%	GGC และ KTIS	อ้อย
โครงการผลิต Furfural	6,000	2561	กลางน้ำ	0%	GGC และ KTIS	อ้อย
โครงการผลิต Lactic Acid สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร	3,000	2564	กลางน้ำ	0%	PTTGC และ NatureWorls	อ้อย

ขอนแก่น (15,010 ล้านบาท)

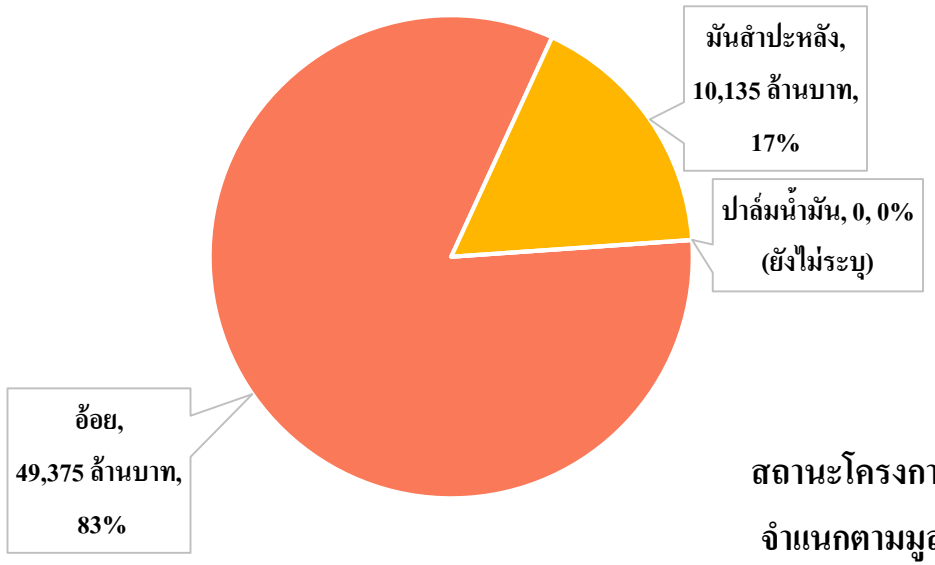
	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการผลิต Yeast Probiotics	55	2561	กลางน้ำ	0%	กลุ่ม AST และ ASAH	มัน
โครงการผลิต เอนไซม์น้ำ	25	2561	กลางน้ำ	0%	กลุ่ม AST และ ASAH	มัน
โครงการผลิต Beta-glucan จากกระบวนการหมักราแมลง	25	2561	กลางน้ำ	0%	กลุ่ม AST และ ASAH	มัน
โครงการผลิต Lactic Acid	6,000	2561	กลางน้ำ	0%	บ.น้ำตาลมิตรผล และบ. Carbon	อ้อย
โครงการผลิต Sugar Alcohol	4,500	2561	กลางน้ำ	0%	บ.น้ำตาลมิตรผล และ UENO	อ้อย
โครงการผลิต Dried Yeast	1,500	2561	กลางน้ำ	0%	บ.น้ำตาลมิตรผล, DSM, CPP, และ บ.เบทาโกล	อ้อย
โครงการผลิต เอนไซม์ไฟเตส สำหรับอาหารสัตว์	2,875	2561	กลางน้ำ	0%	บ.น้ำตาลมิตรผล, CPF และ บ.เบทาโกล	อ้อย
โครงการผลิต แป้งแทนการย่อยด้วยเอนไซม์	30	2561	กลางน้ำ	0%	???	มัน

EEC ระยอง (3,500 ล้านบาท)

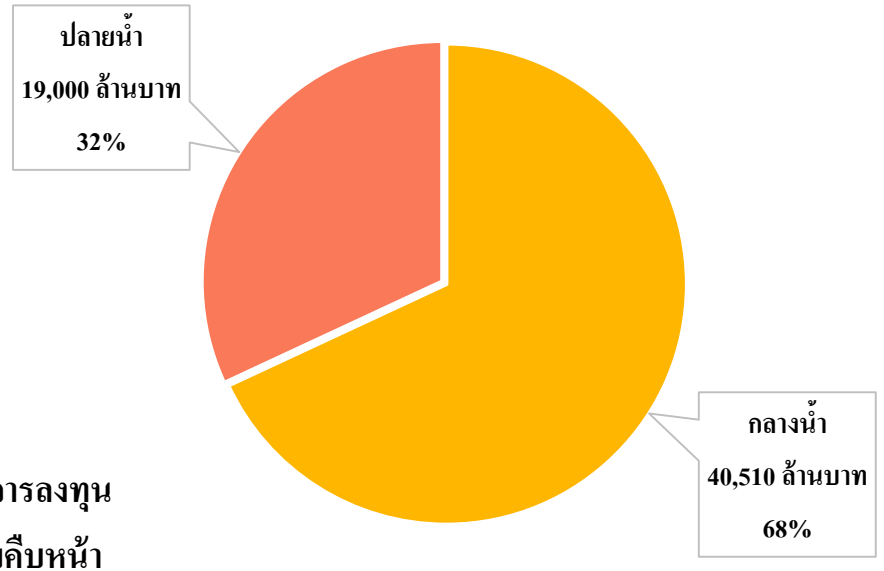
	มูลค่า (ล้านบาท)	ปีที่ขออนุญาติ	ระดับอุตสาหกรรม	ความคืบหน้า	เจ้าของโครงการ	พืช
โครงการผลิต Poly lactic (PLA)	3,500	2561	ปลายน้ำ	100%	บ.Total และ บ.Carbon	อ้อย
โครงการผลิต เมทิลเอสเทอร์	???	2561	ปลายน้ำ	100%	GGC และกลุ่มไทยอีสเทิร์น	ปาล์ม
โครงการผลิต Specialties, Surfactants และ วิตามิน E	???	2561	ปลายน้ำ	0%	GGC และกลุ่มไทยอีสเทิร์น	ปาล์ม

สถานะโครงการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนผลิตสินค้ามูลค่าเพิ่มจากอ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน (59,510 ล้านบาท)

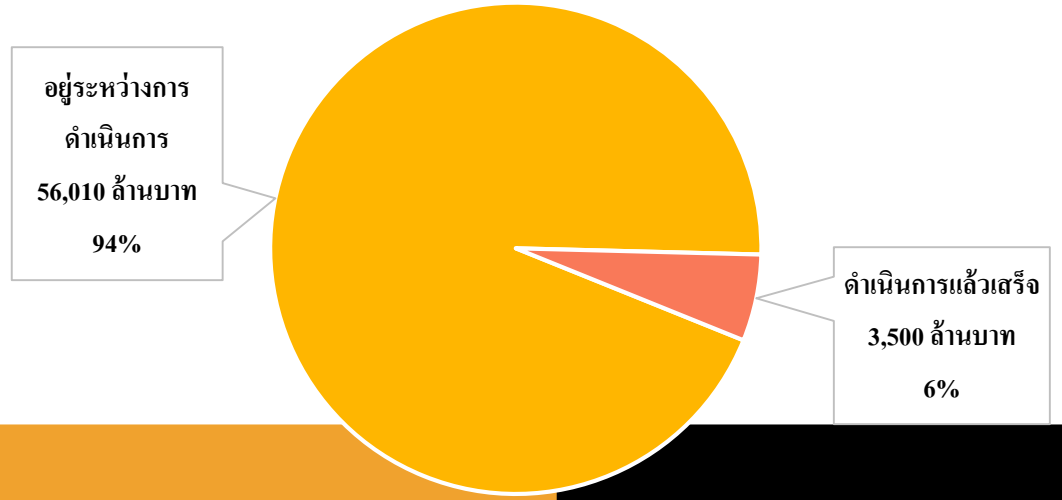
โครงการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน จำแนกตามประเภทของพืช



ความคืบหน้าของโครงการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน จำแนกตามระดับอุตสาหกรรม



สถานะโครงการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน จำแนกตามมูลค่าการลงทุนที่มีความคืบหน้า

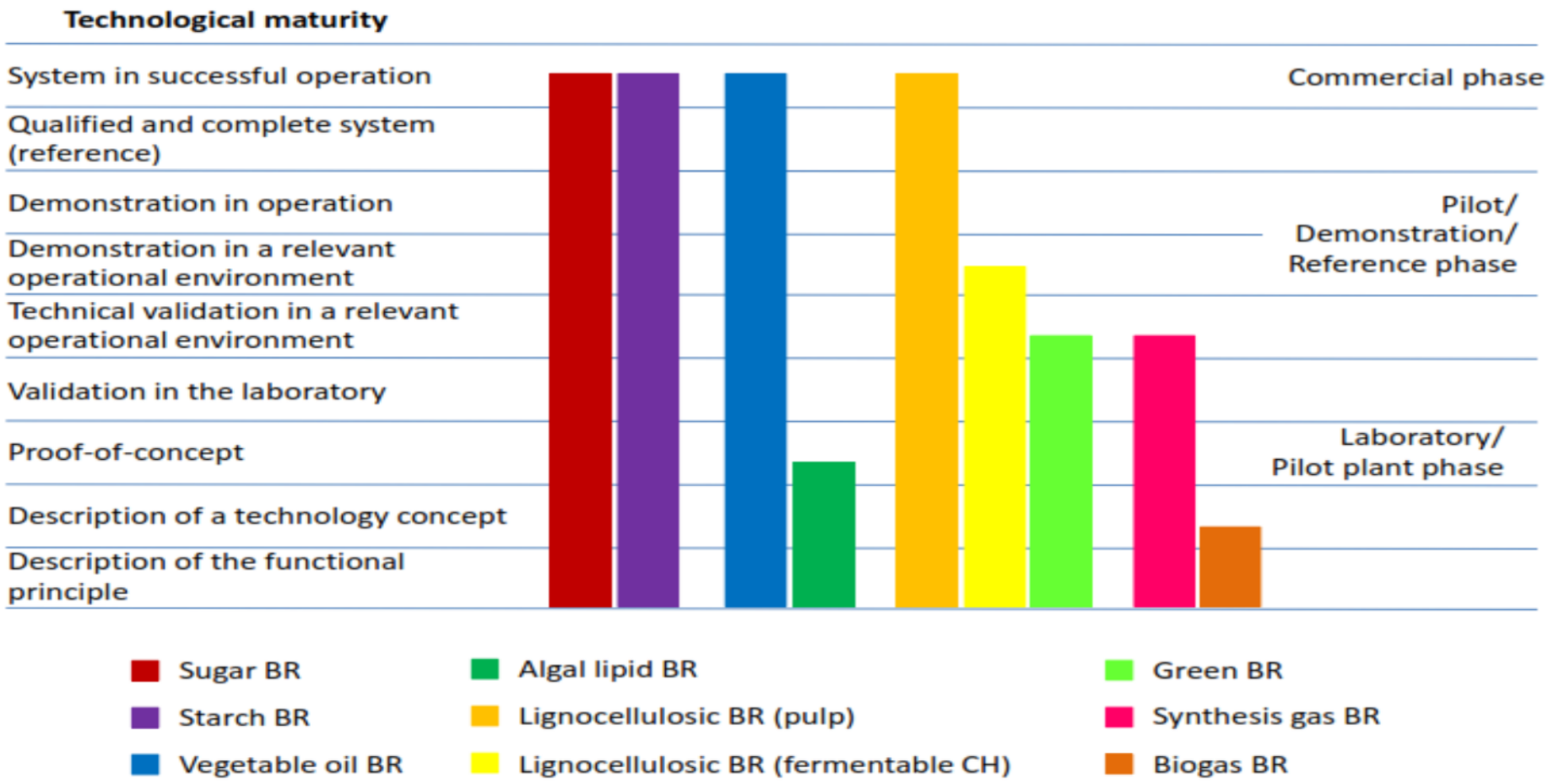


6

แนวทางการมีส่วนร่วมในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของ ผู้ประกอบการ

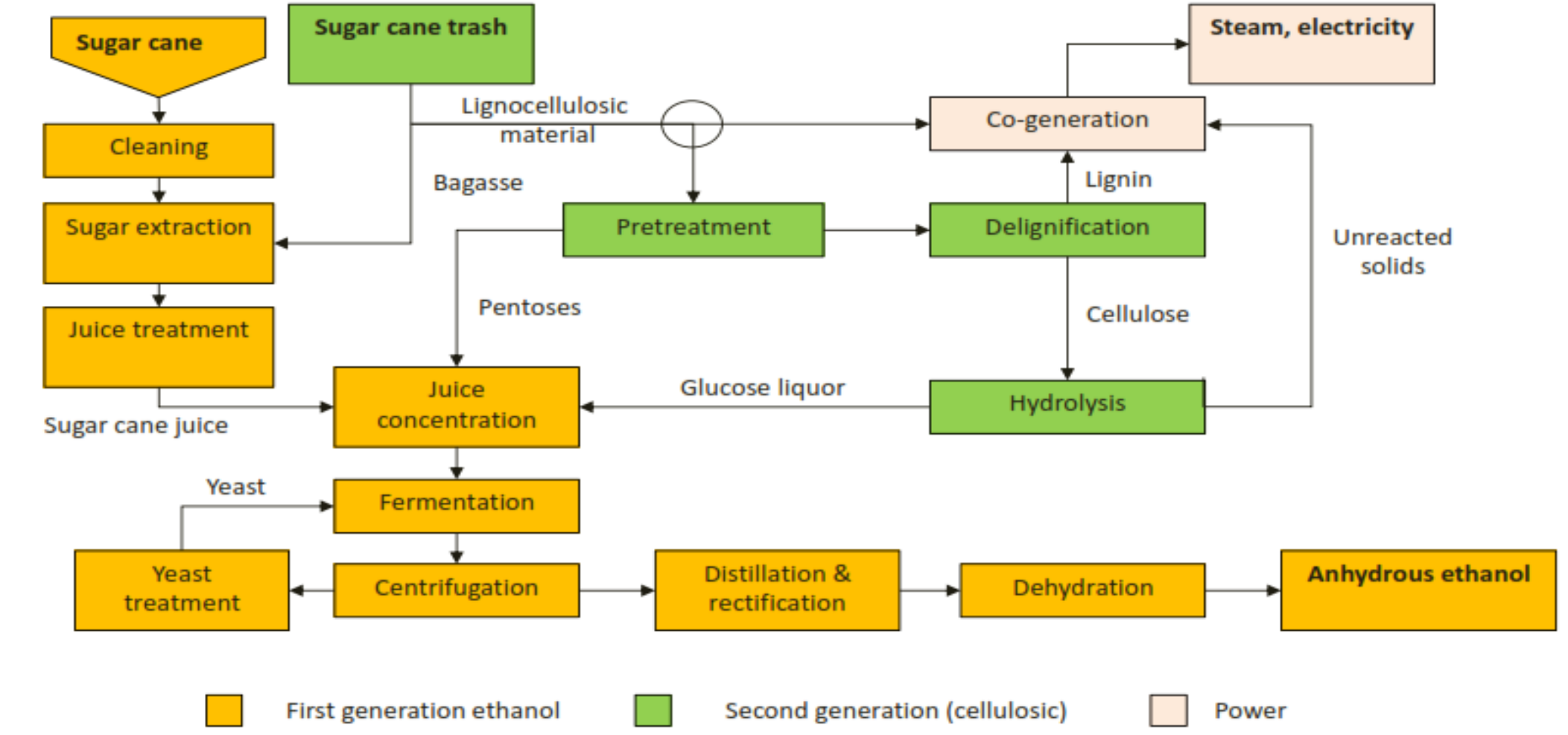
Development Status of Biorefinery Model

Figure 3. Development status of various bio refinery models



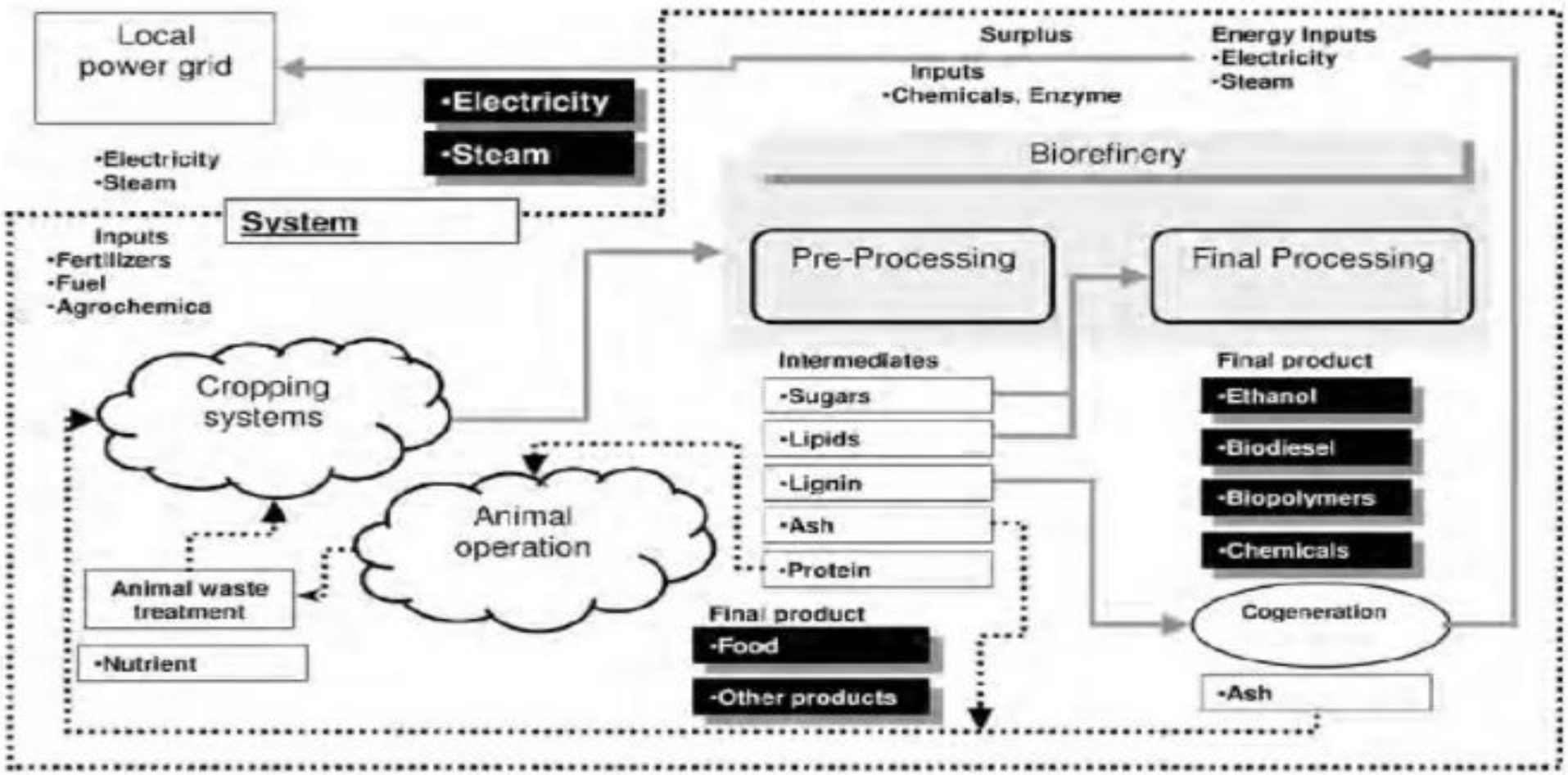
Source: Federal Government of Germany (2012)

Integrated 1st Gen & 2nd Gen sugarcane, ethanol, power plant



Source: Dias et al. (2013)

Agriculture & Biorefinery



7

รูปแบบที่มีความเป็นไปได้ในการจัดตั้งระบบไบโอรีไฟเนอรี่ สำหรับวัตถุดิบพืชแป้งและน้ำตาลในประเทศไทย

Corn → Milling → Starch+Germ → Glucose → Ethanol

Germ → Corn oil+Defatted Germ Meal

Gasification+LCF → Syngas+Ash → Steam+Electricity

Syngas → Methanol

Corn Oil+Methanol → Biodiesel+Glycerol

คุณสมบัติ 10 ประการ ของวัตถุดิบสำหรับระบบไบโอรีไฟเนอรี่

1. **Economical**
2. Stable price and availability
3. Consistent composition
4. **Low cost**
5. Favorable co-products and by-products
6. Multiple product opportunities
7. **Inexpensive**
8. Environmentally benign or beneficial
9. Storable
10. **Inexpensive**

Cost of Biorefinery system depends upon:

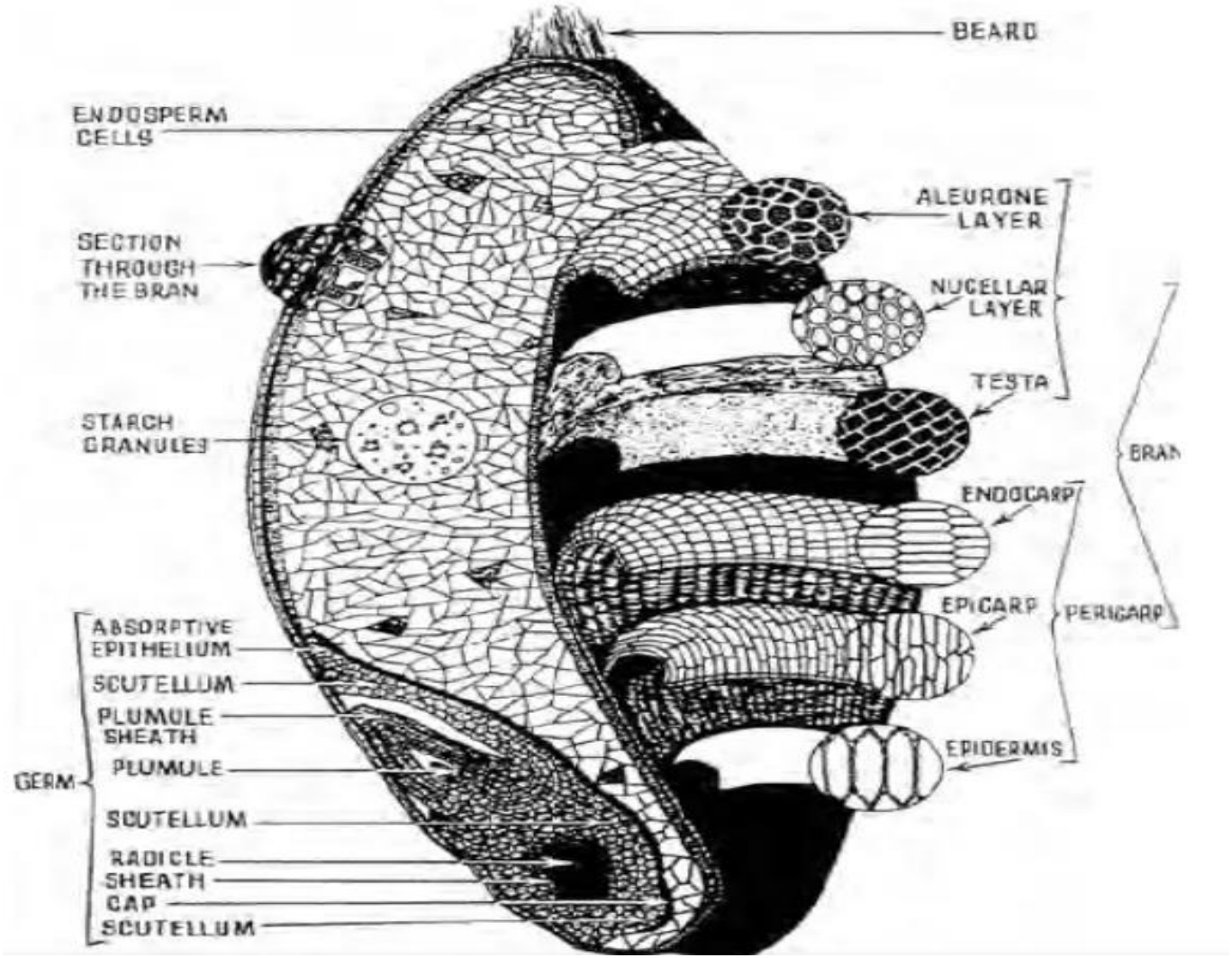
1) Multiple Product Yield (Use all of components at highest possible value)

2) Cost of reaction system (PH, Temp, Pressure)

3) Cost of separation system

4) Cost of waste treatment (or economic incentives)

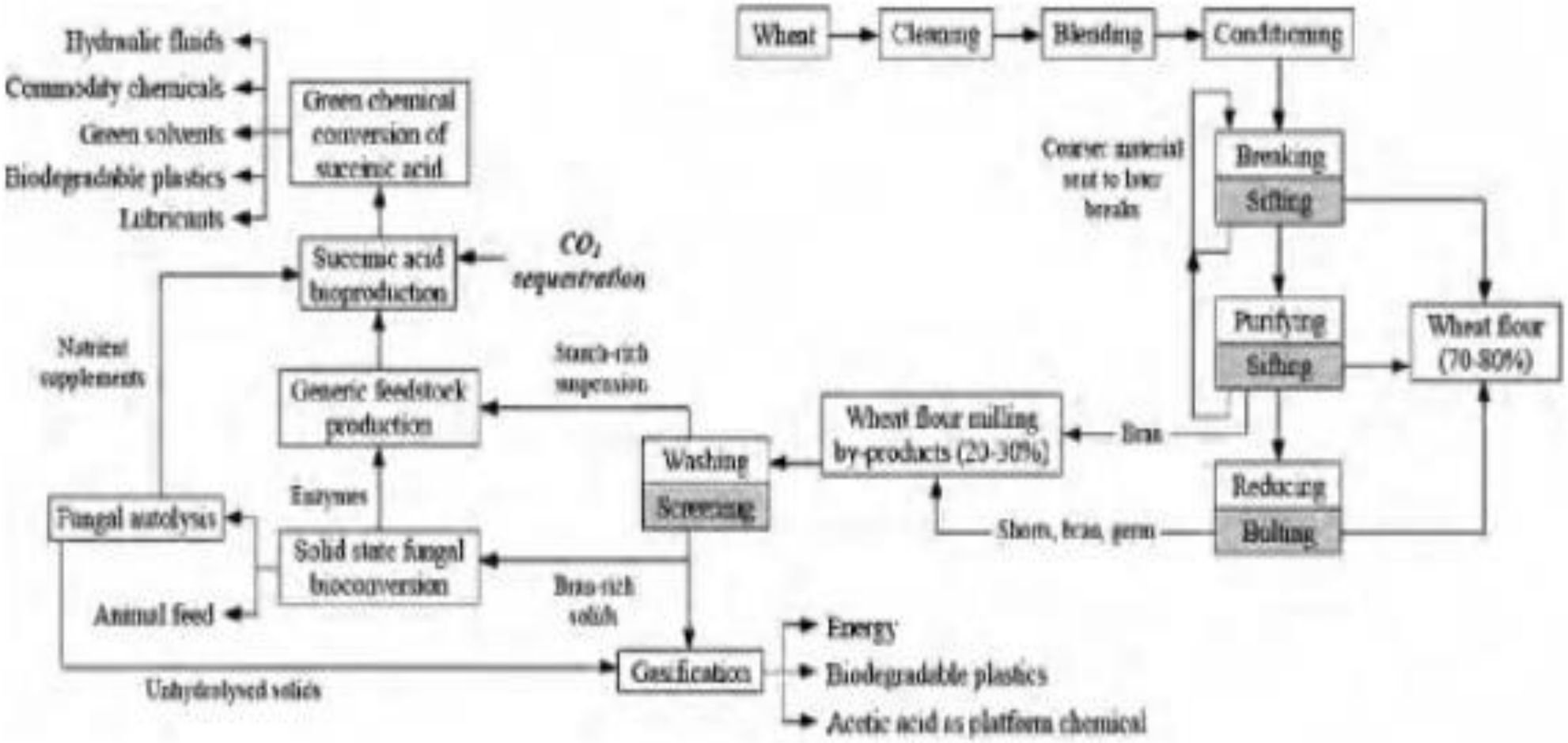
Use of all components at HIGHEST possible value:



Use of all components at HIGHEST possible value:

Constituent		Function	Mass [a)]	Composition
Pericarp	Bran		5	
Seed coat, pigment strand and nucellus	Bran	Protect the grain	3	Fiber, K, P, Mg, Ca
Aleurone layer	Bran	Encases endosperm	7	Niacin, phytic acid, minerals (especially P)
Endosperm	Bran	Stores food	82	Starch, protein, pantothenic acid, B_2, minerals
Embryo		Root and shoot	1	Fats, lipids, sugars
Scutellum		Stores food	2	P, B vitamins (especially thiamine)

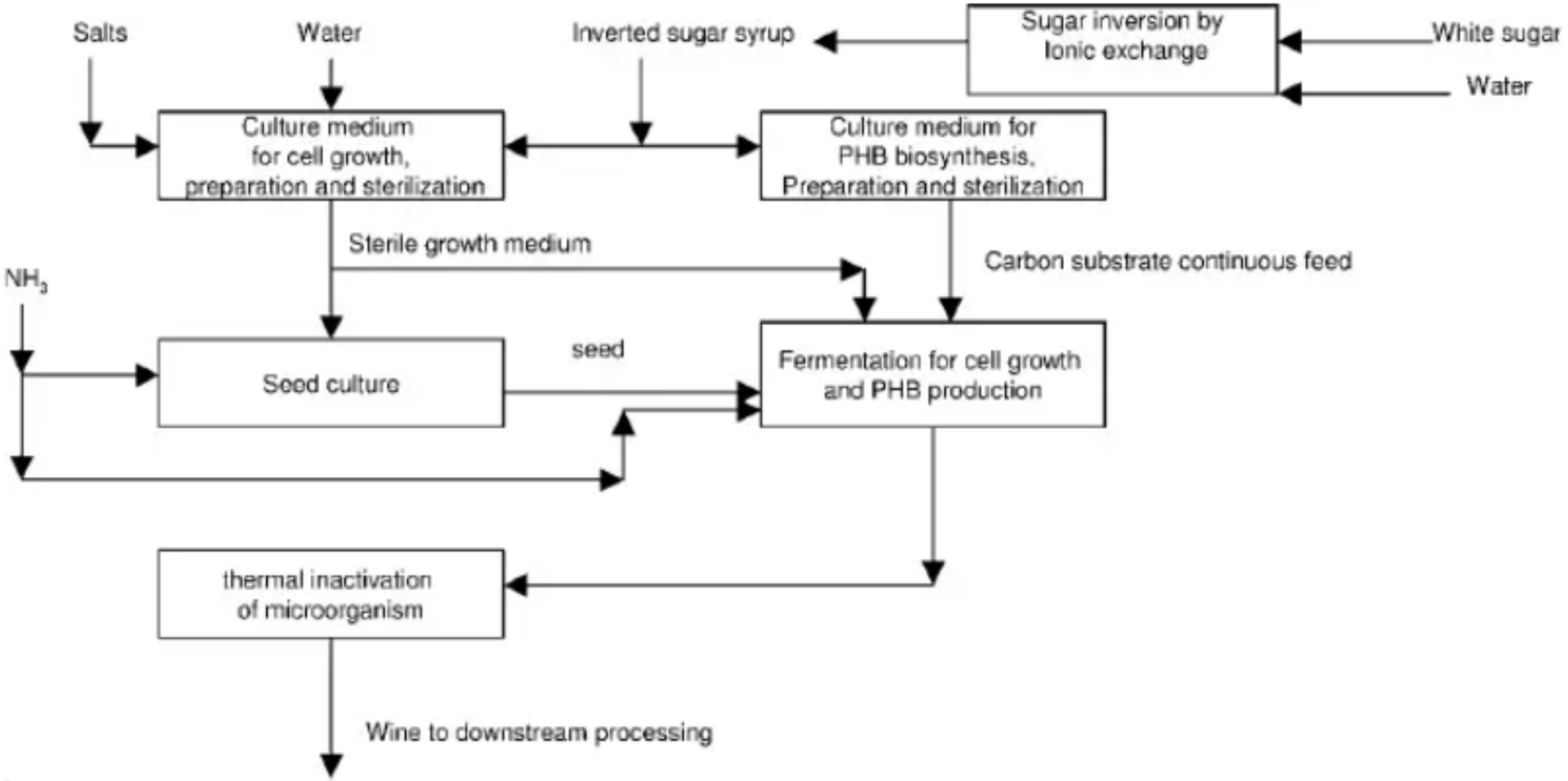
Possible biorefinery example:



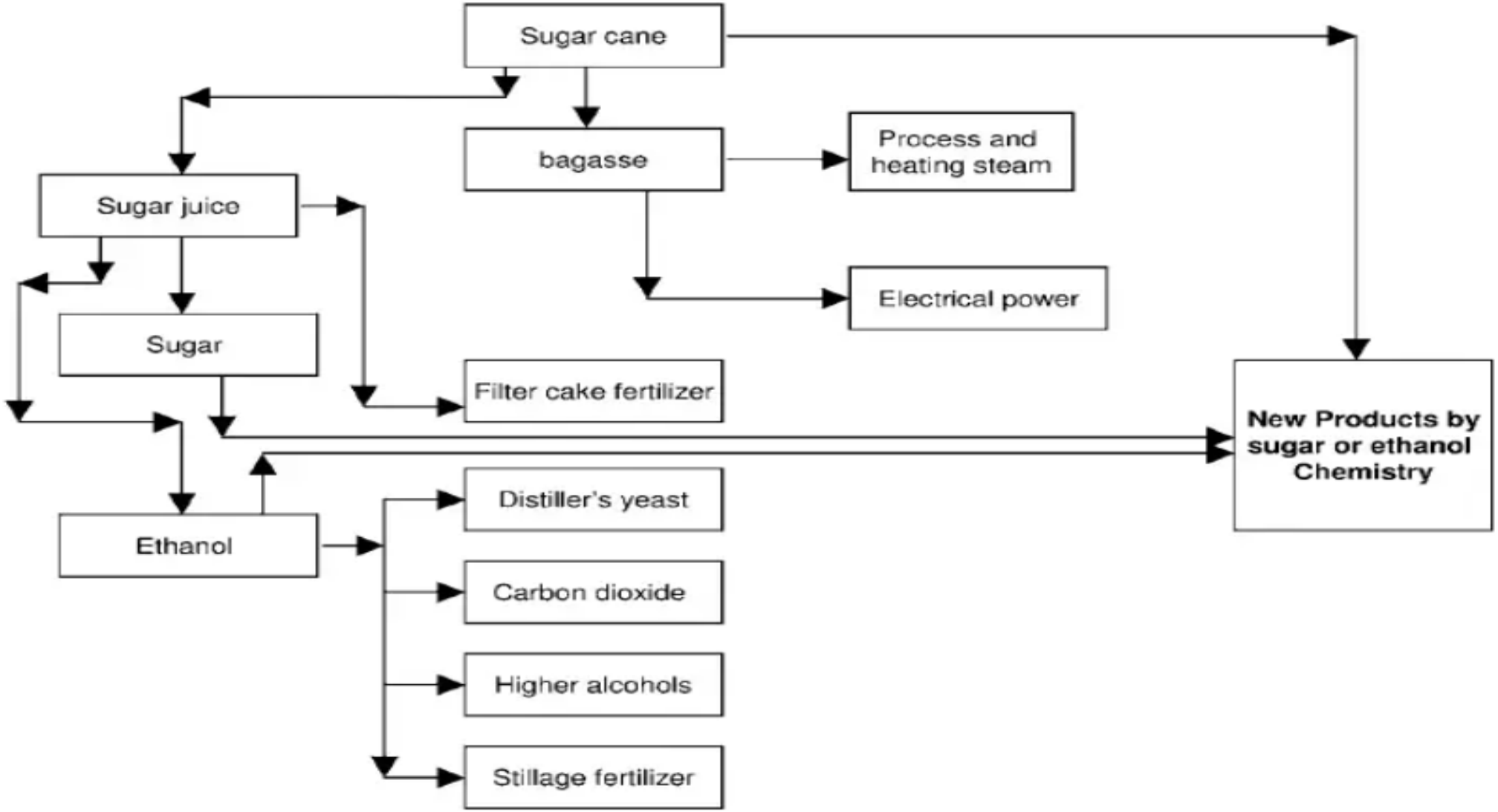
Potential Feedstocks:

Material	Subclass	Comments
Wood	Native forest	Difficult to process, especially softwood
	Tree farms	Too expensive due to demands of other markets
	Forest waste (bark)	Cellulose/hemicellulose content is too low
	Mill waste (sawdust)	Too expensive due to pulp and paper market
Agricultural residues	Straws (wheat, barley, oat, rice)	Leading candidate feedstocks
	Bagasse (cane)	Localized feedstock of interest
	Corn stover	Leading candidate feedstock
Energy crops	Grass	Possible second generation feedstock
Waste cellulose	Municipal waste	Not uniform enough to process
	Waste paper	Too expensive due to paper demand

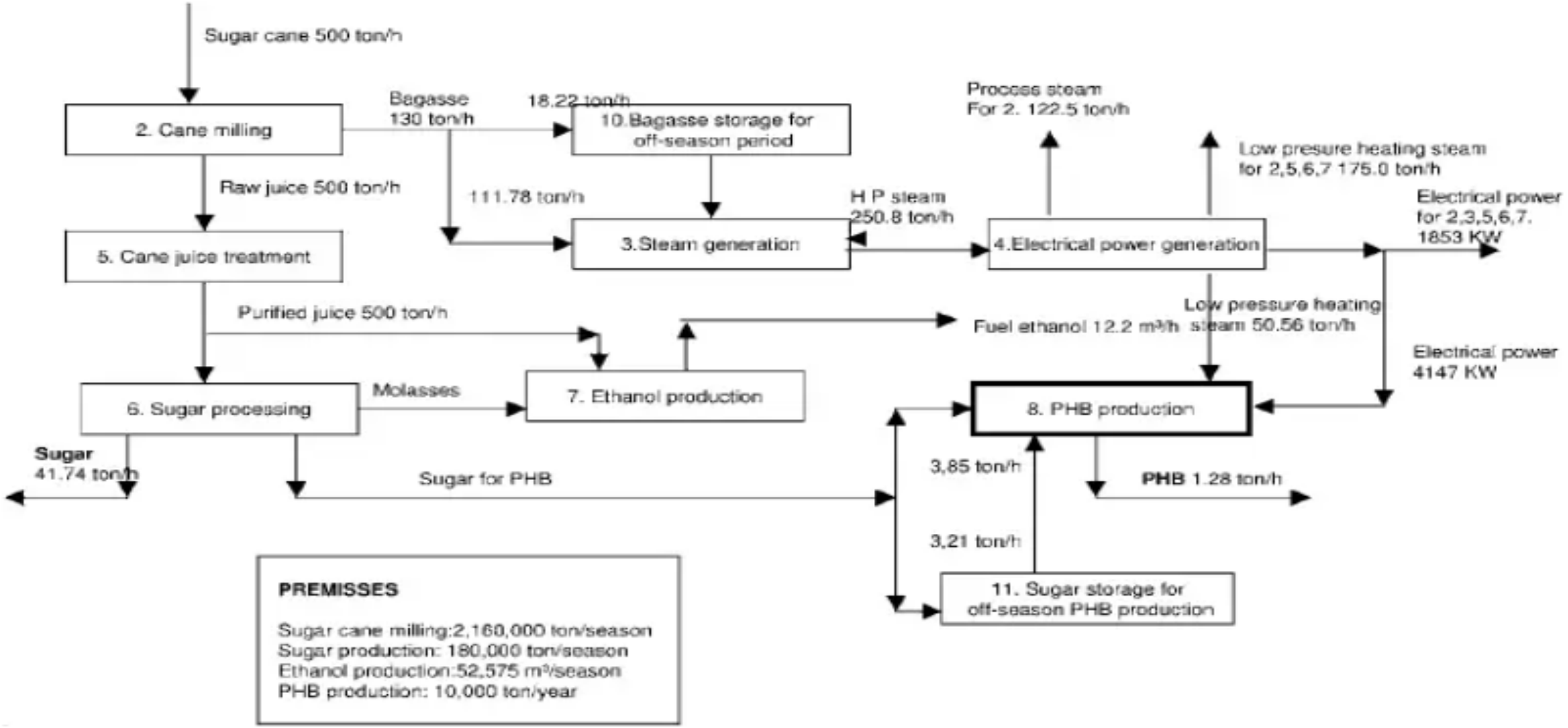
Fermentation to PHB:



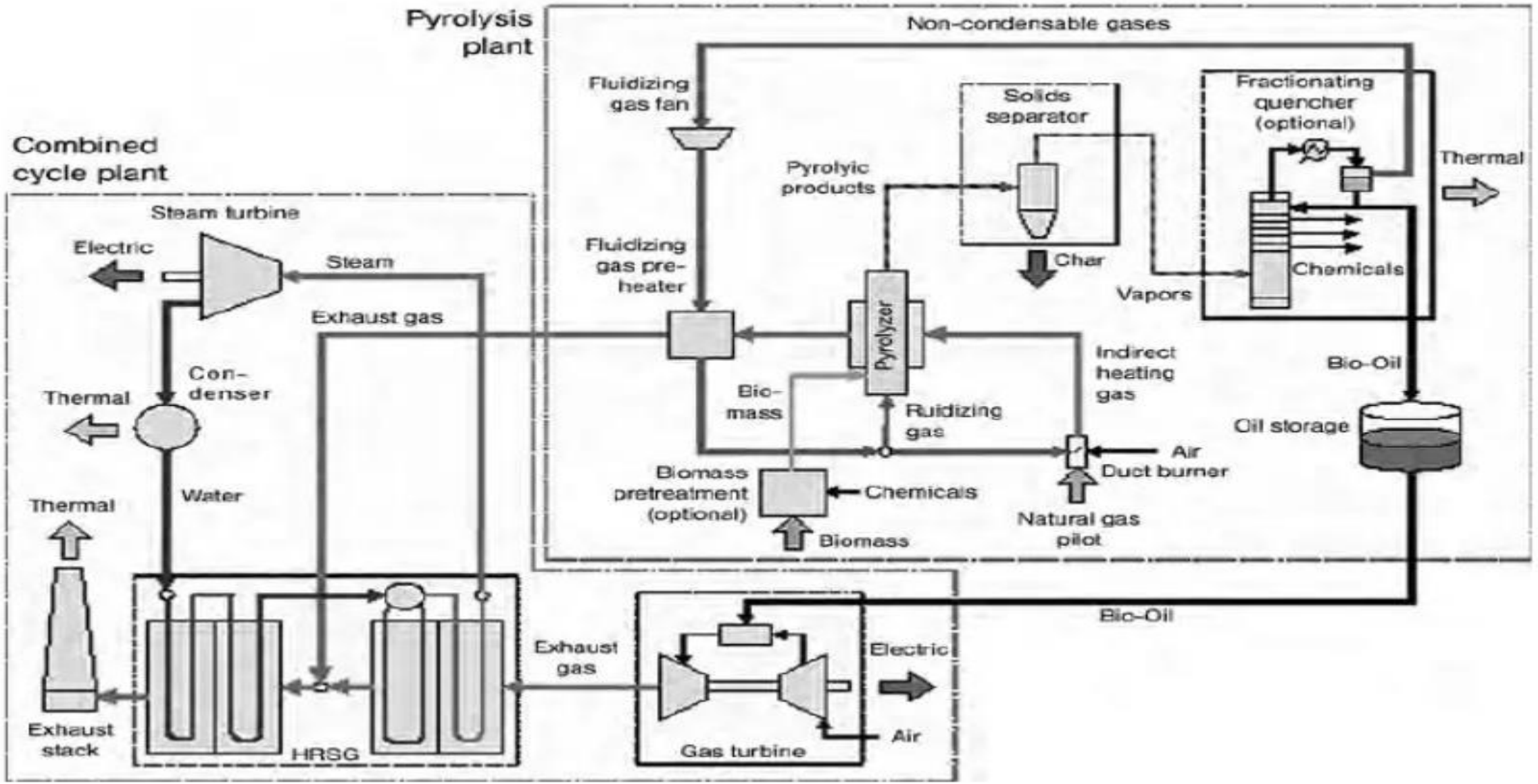
Traditional process in Thailand to new chemistry products



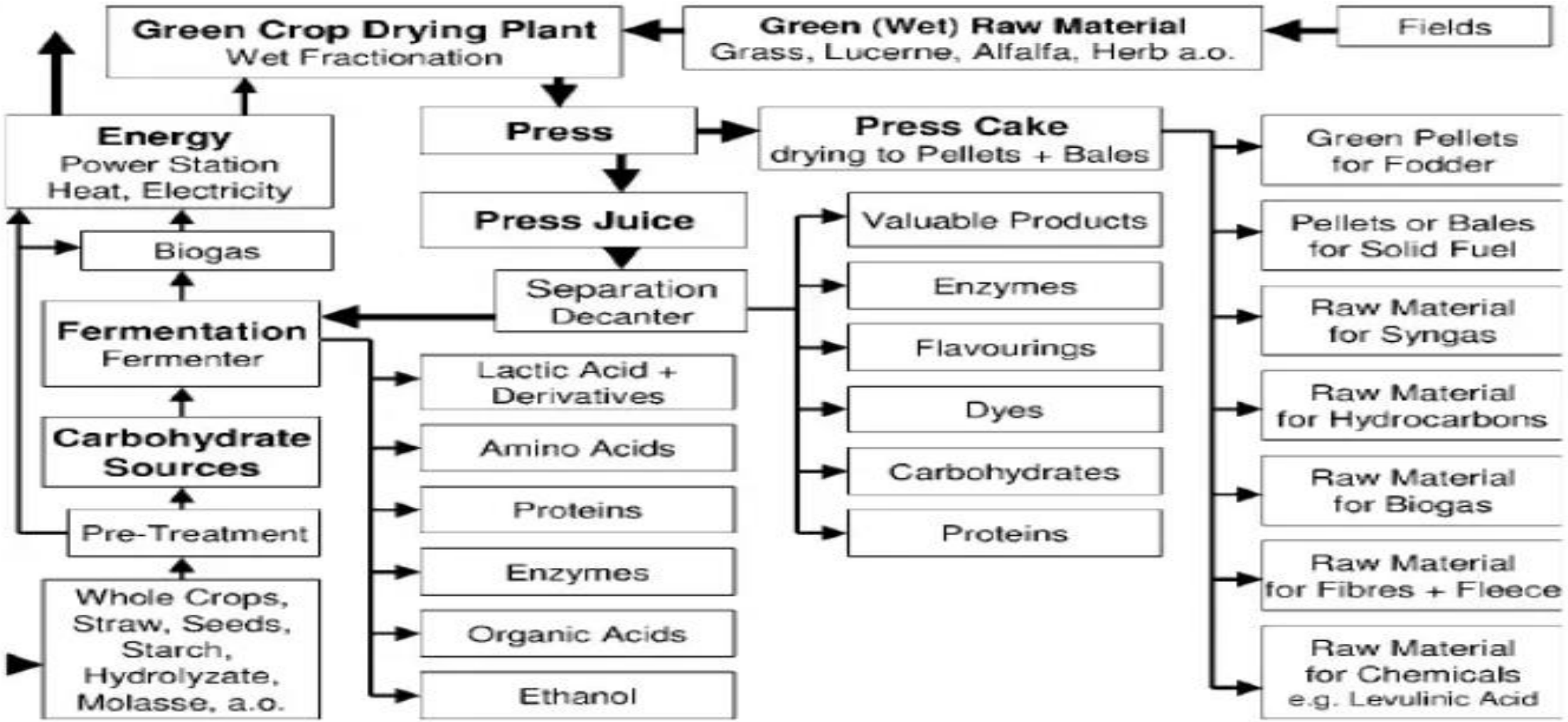
Mass and Energy Balance:



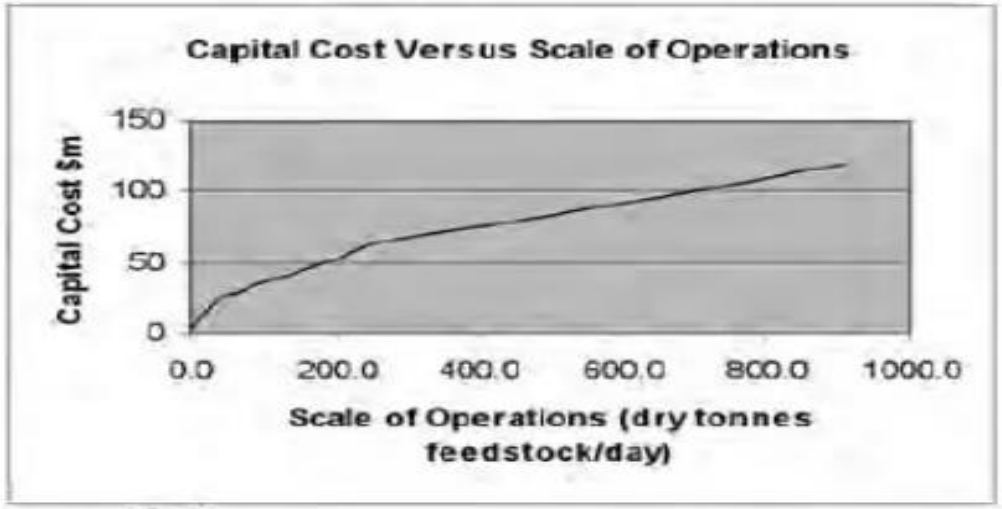
Biorefinery based on fast pyrolysis:



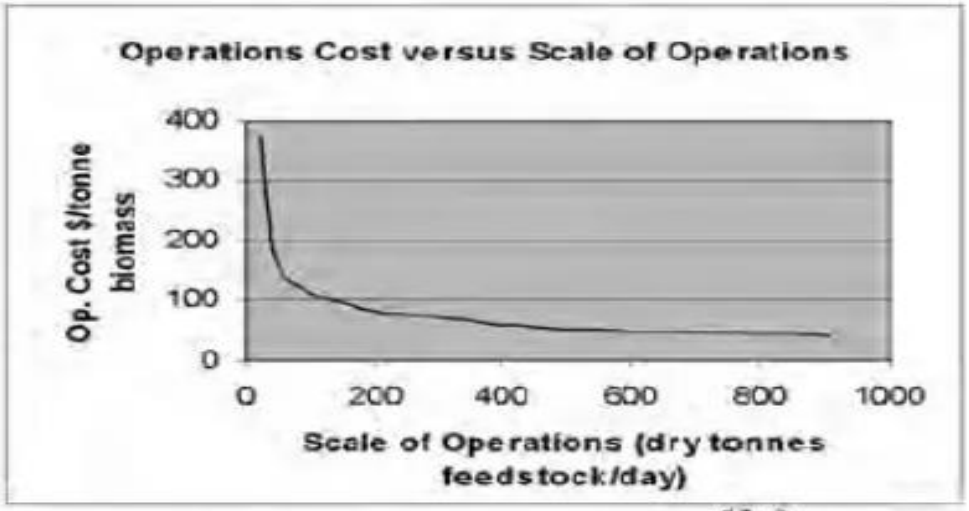
Green biorefinery: Juice



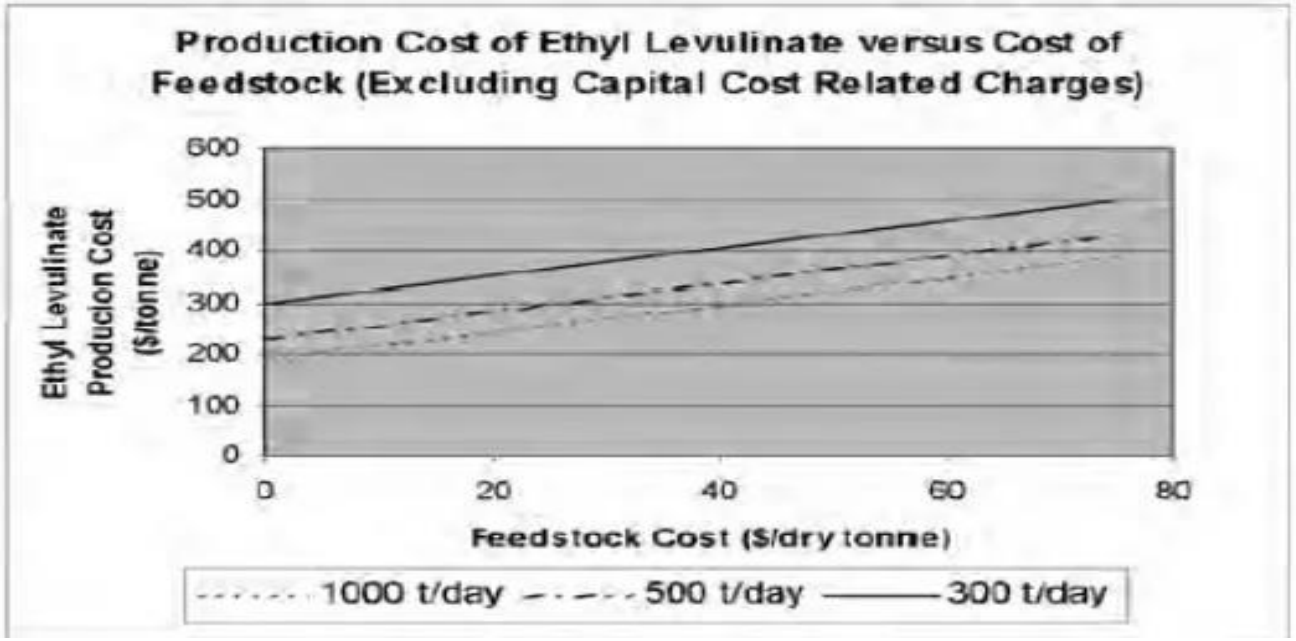
Cost of Biorefinery system depends upon:



(a)



(b)



(c)

All biomass is local:

1) Local ownership / Participantion in Biorefinery

2) Geographical Distribution

3) Involve Land use practice

4) Society concern to the environment

Essential Elements:

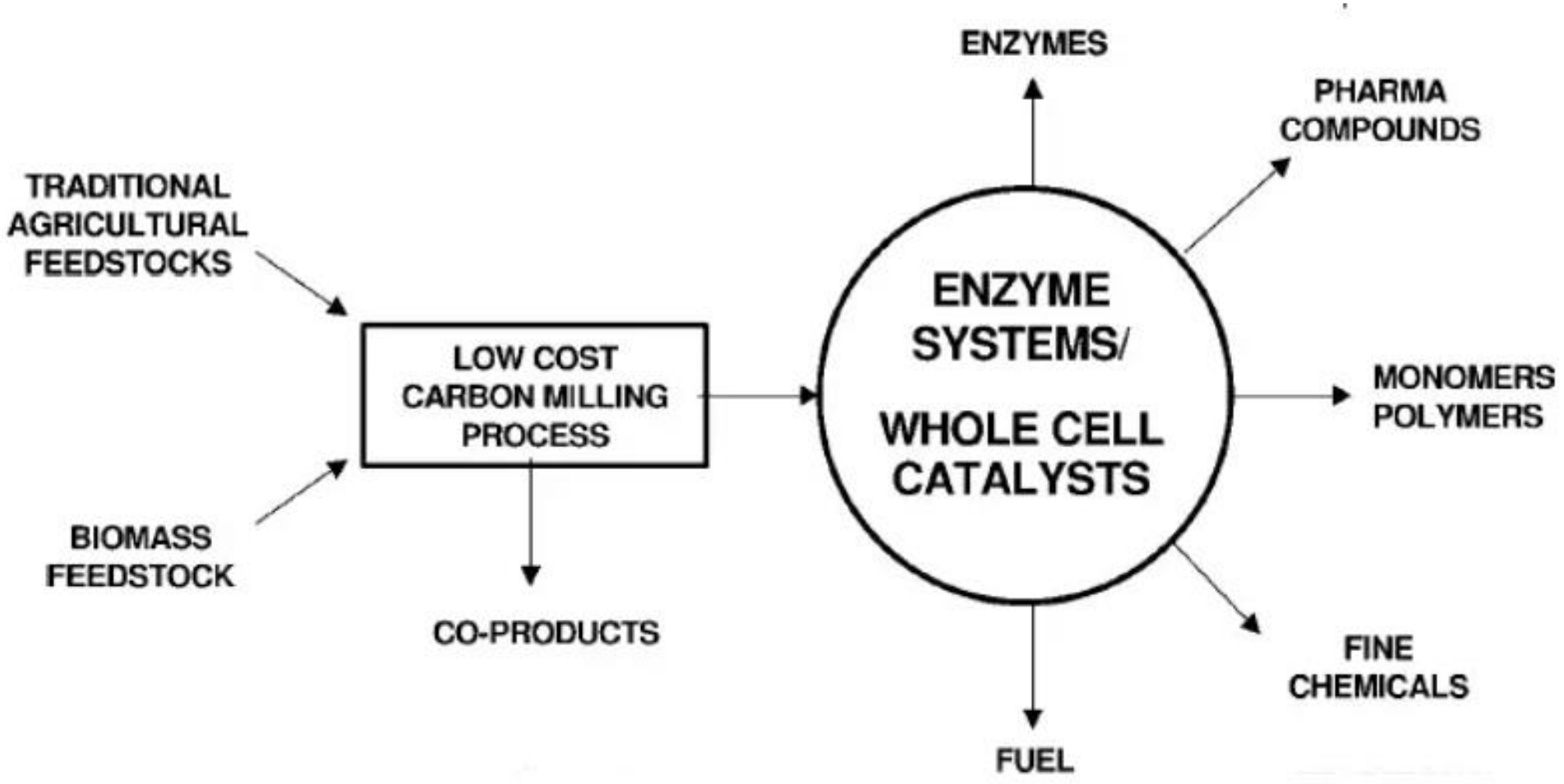
1) Multiple feedstock input/ multiple out put

2) Multiple Processing (biochemical and etc.)

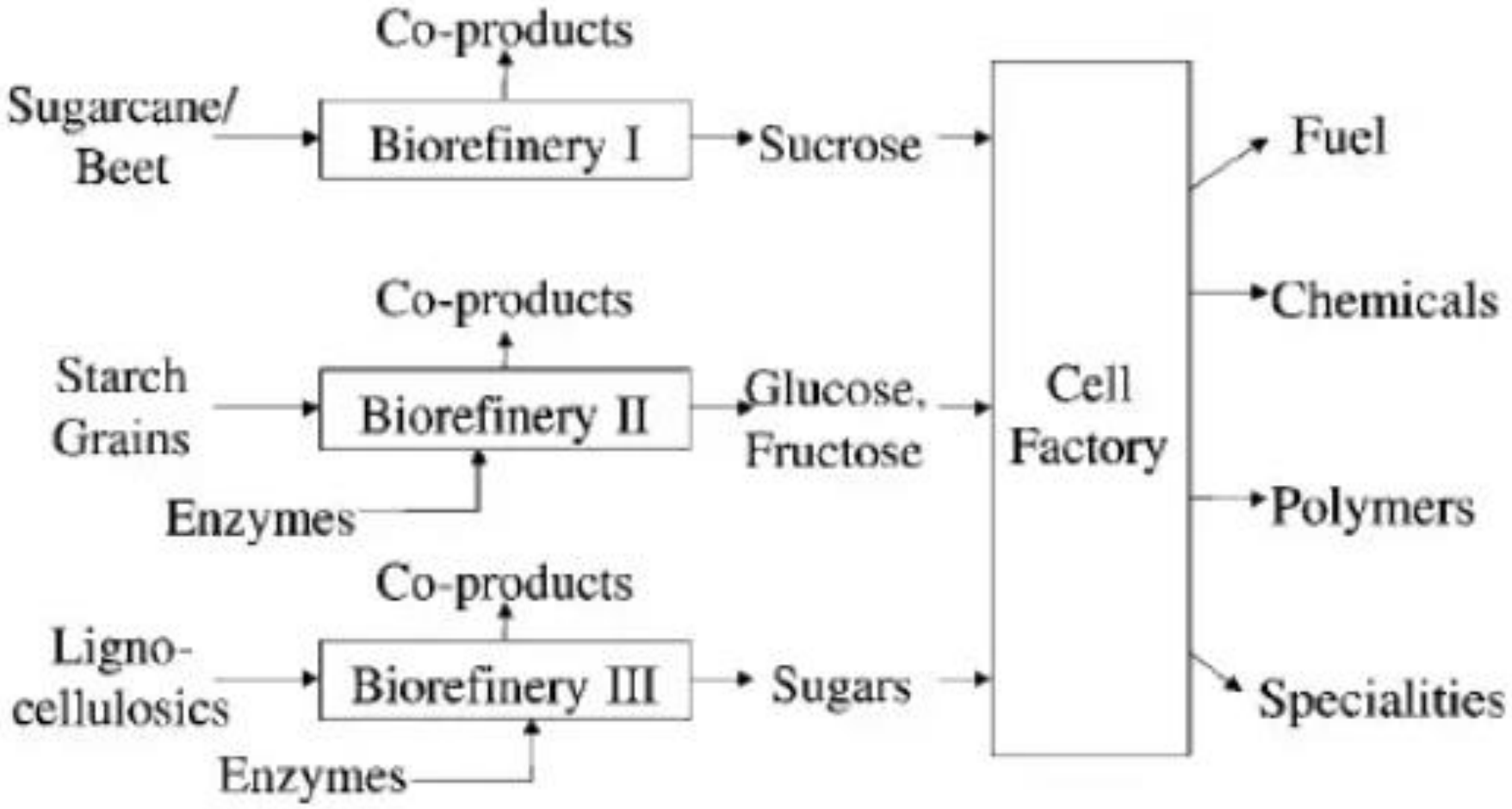
3) Biocatalyst

4) Co-products for internal use or to be sold

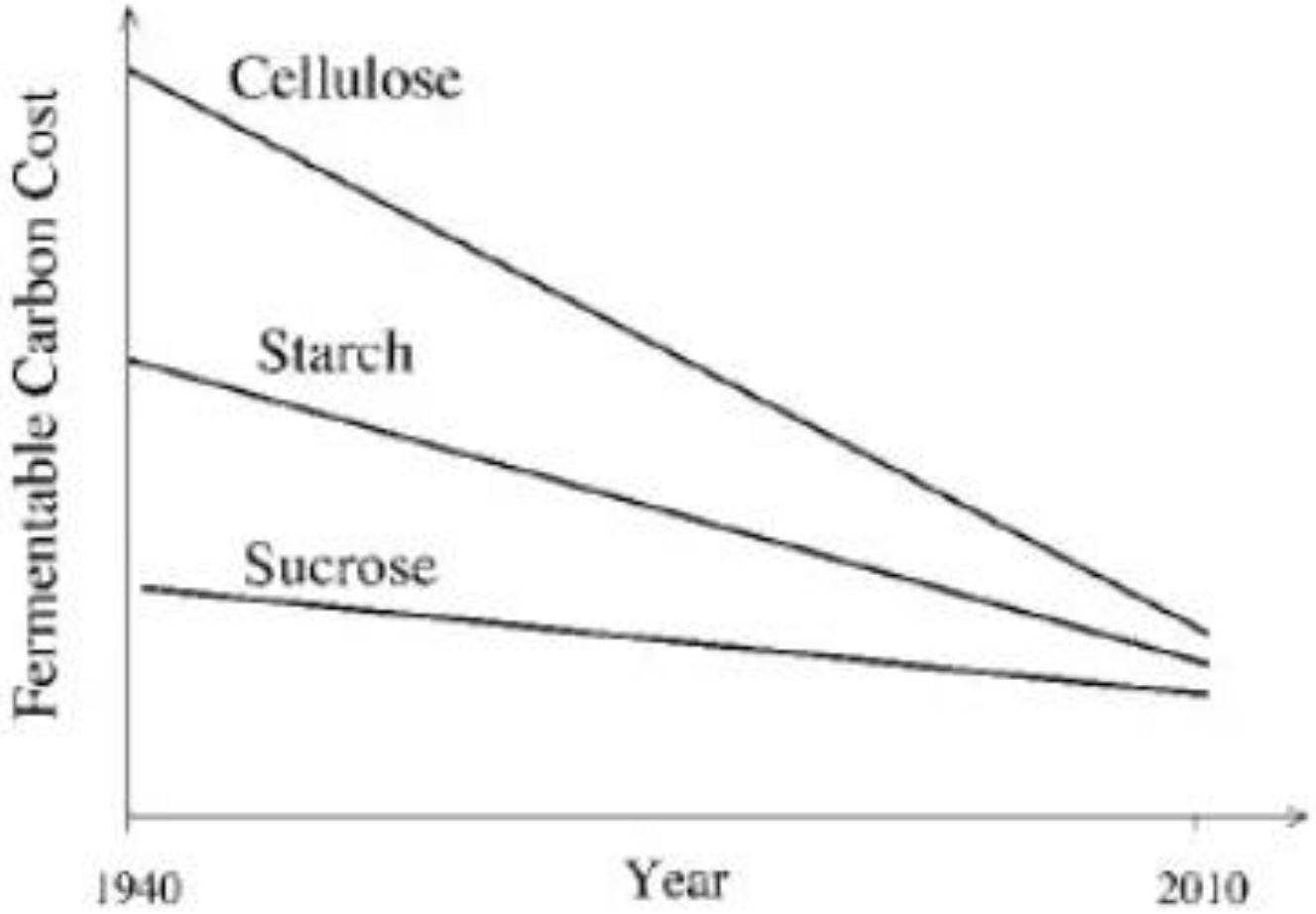
Overall Biorefinery Model:



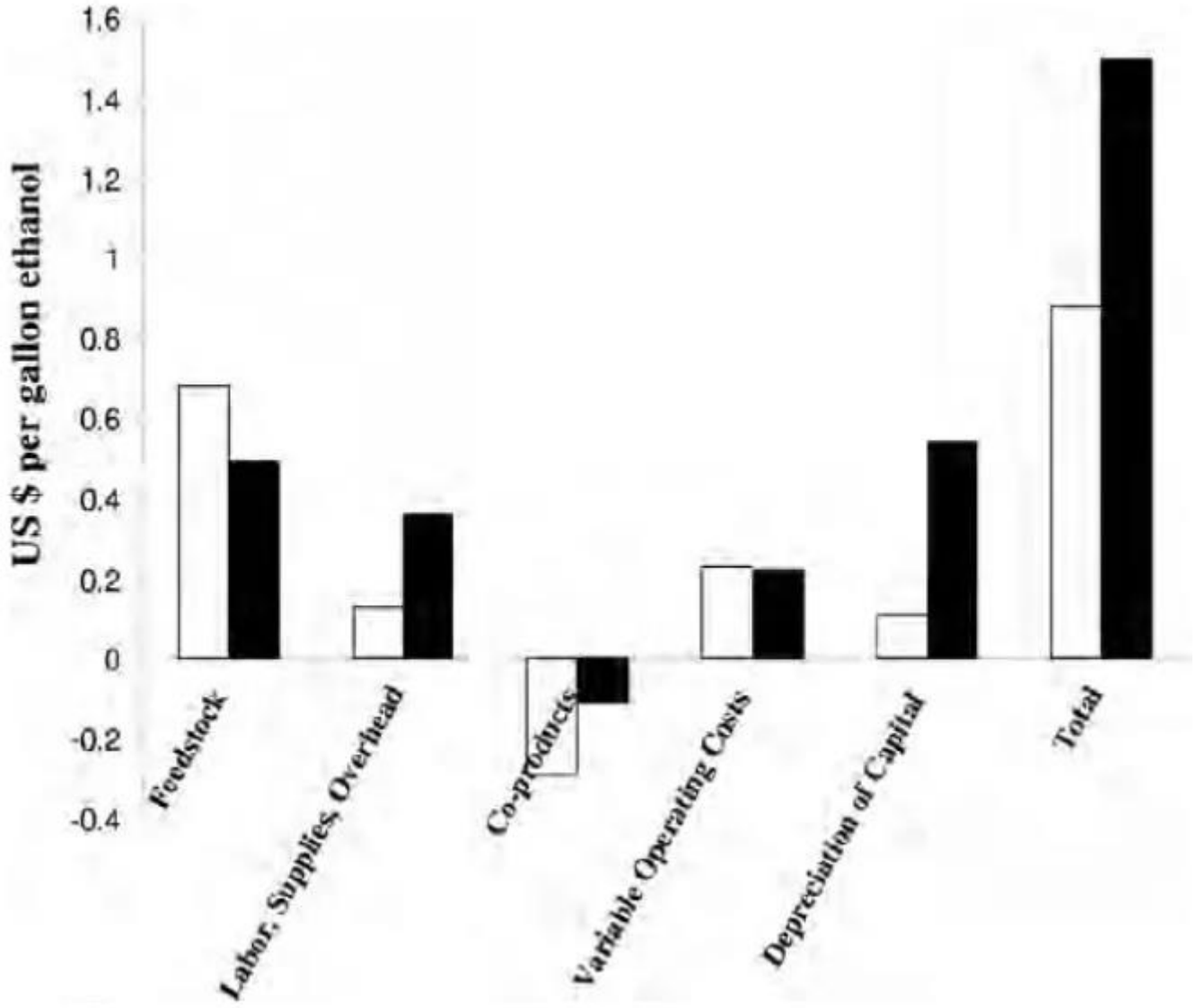
Biorefinery Evolution:



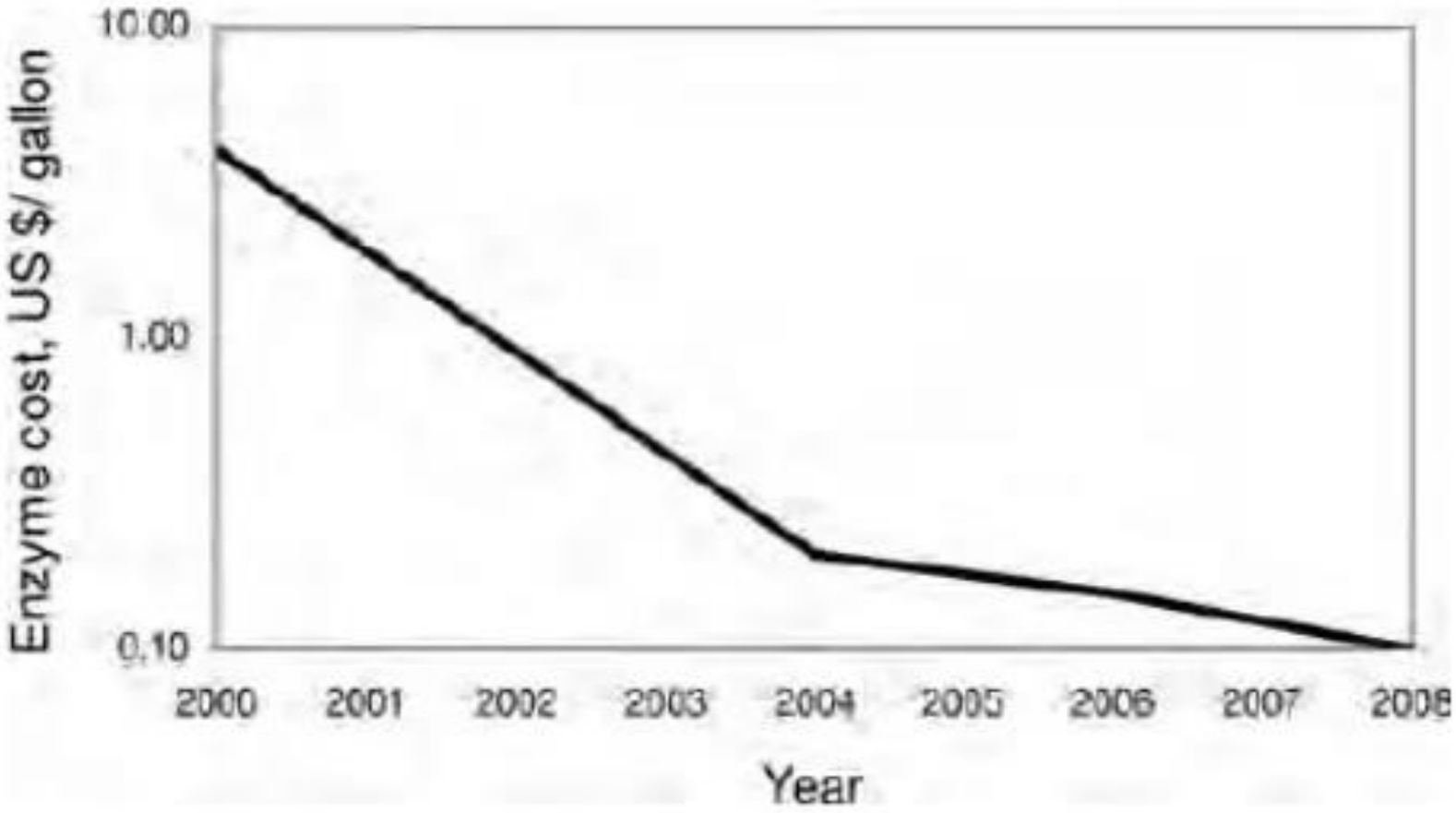
Change of the cost:



Cost components: example 1st + 2nd Gen



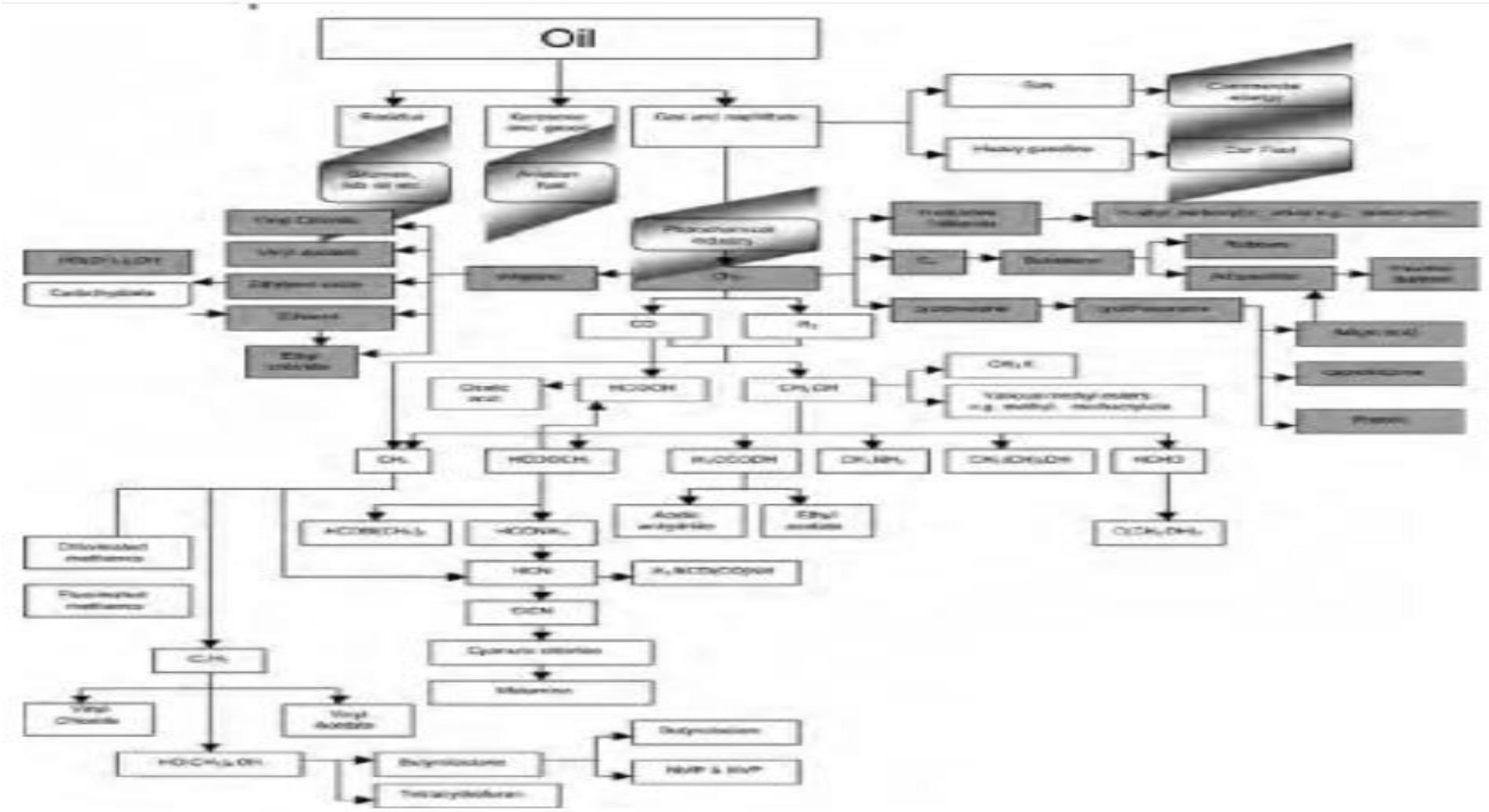
Enzyme / Technology cost



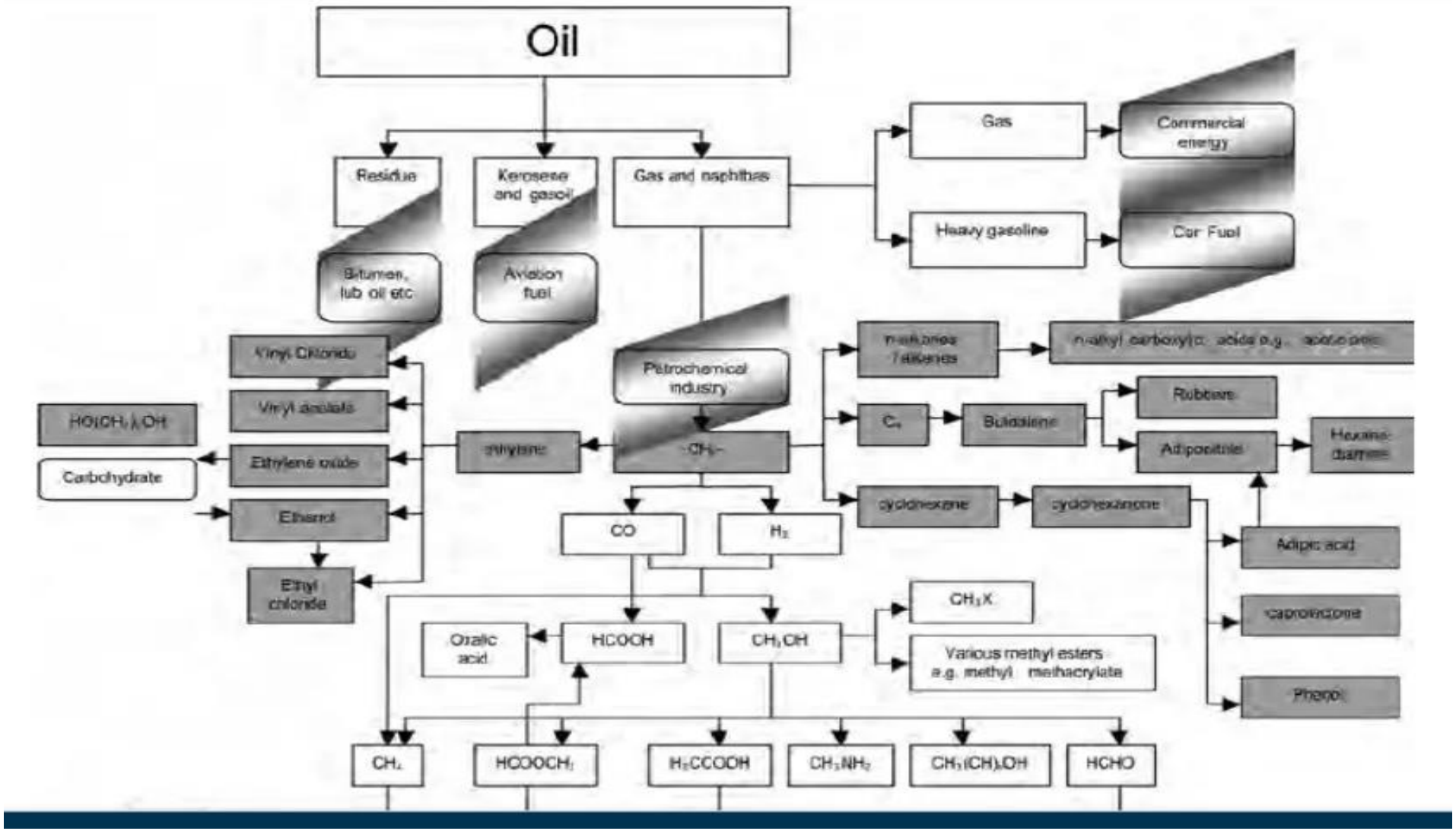
Process condition effect to the cost of operation

Organism name	Relevant properties
Thermoplasma acidophilum	Optimum growth: 59 °C, pH 2.0
Thermatoga maritima	Optimum growth temp. 80 °C. Capable of using starch, cellulose, xylan as carbon sources
Halobacterium sp. NRC-1	Requires 4 M NaCl to grow
Corynebacterium efficiens	Grows and produces glutamic acid above 40 °C
Gluconobacter oxydans	Extracellular oxidation of a wide range of carbohydrates and alcohols. The corresponding products (aldehydes, ketones and organic acids) are secreted almost completely into the medium
Picrophilus torridus	Optimum growth at 60 °C and pH 0.7. Its membrane has very low proton permeability
Sulfolobus sulfataricus P2 and *Sulfolobus tokodaii* strain 7	Grow optimally at 80 °C and pH 2–4

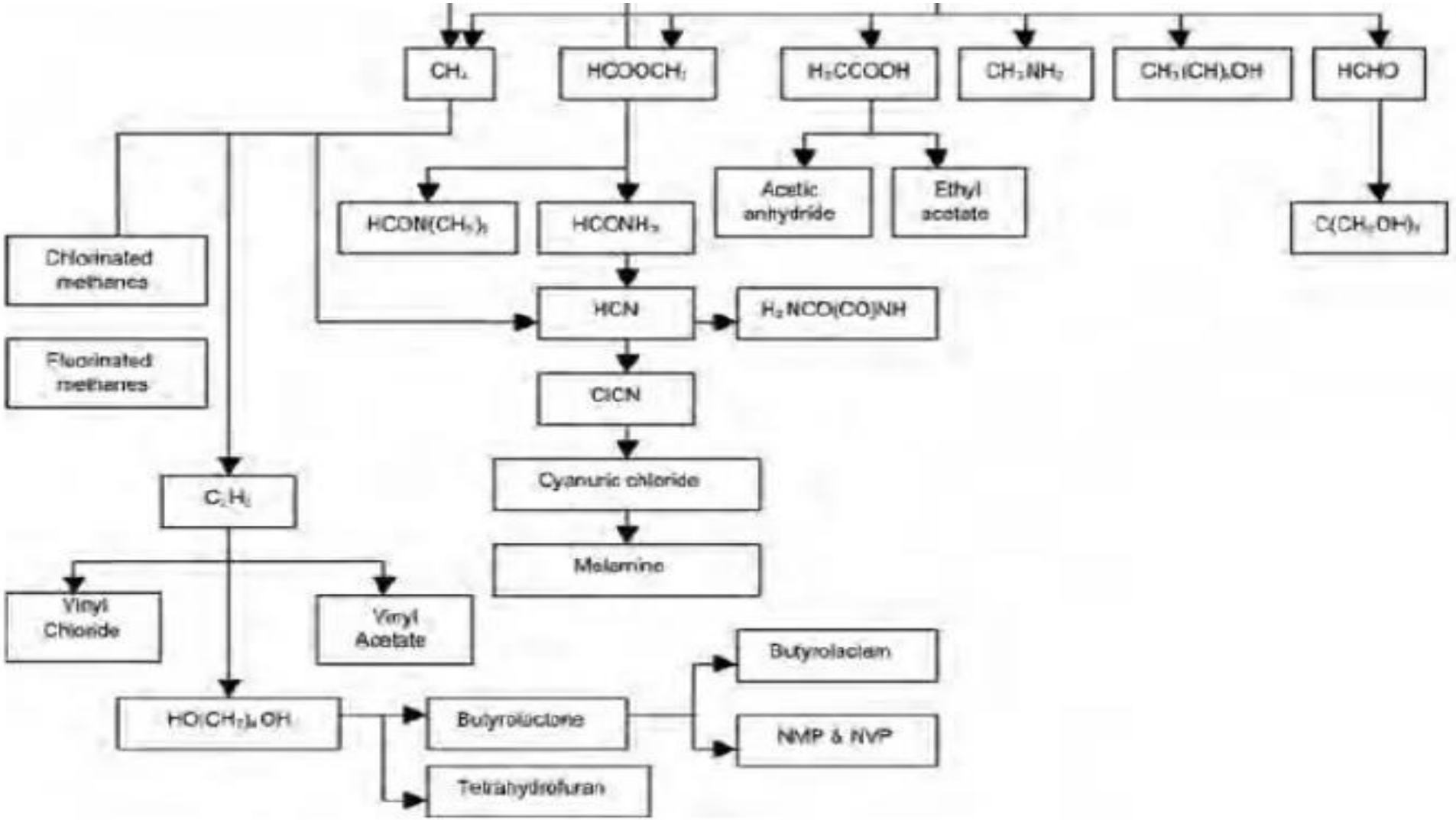
Chemical Transformation in Petrochemical



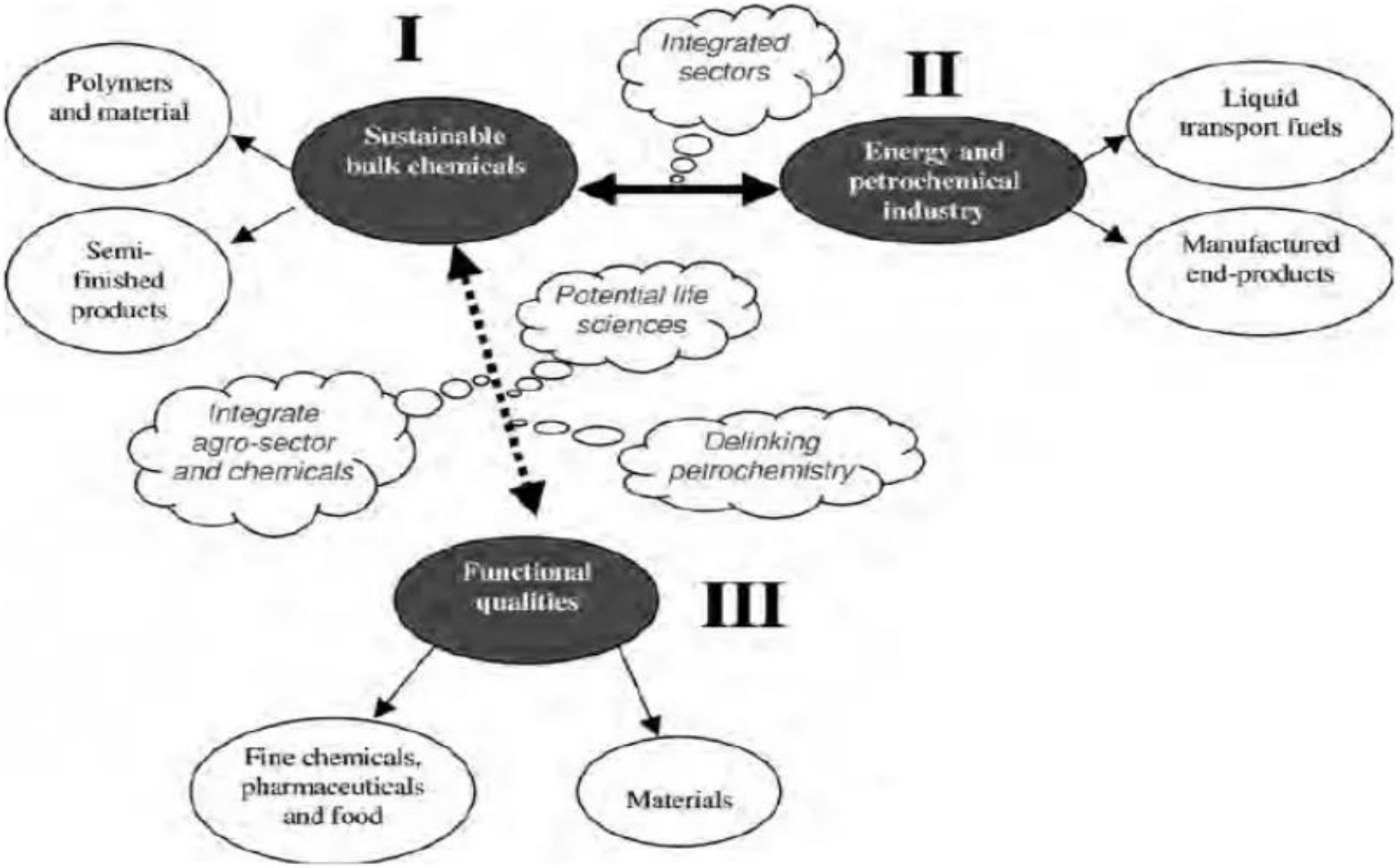
Chemical Transformation in Petrochemical



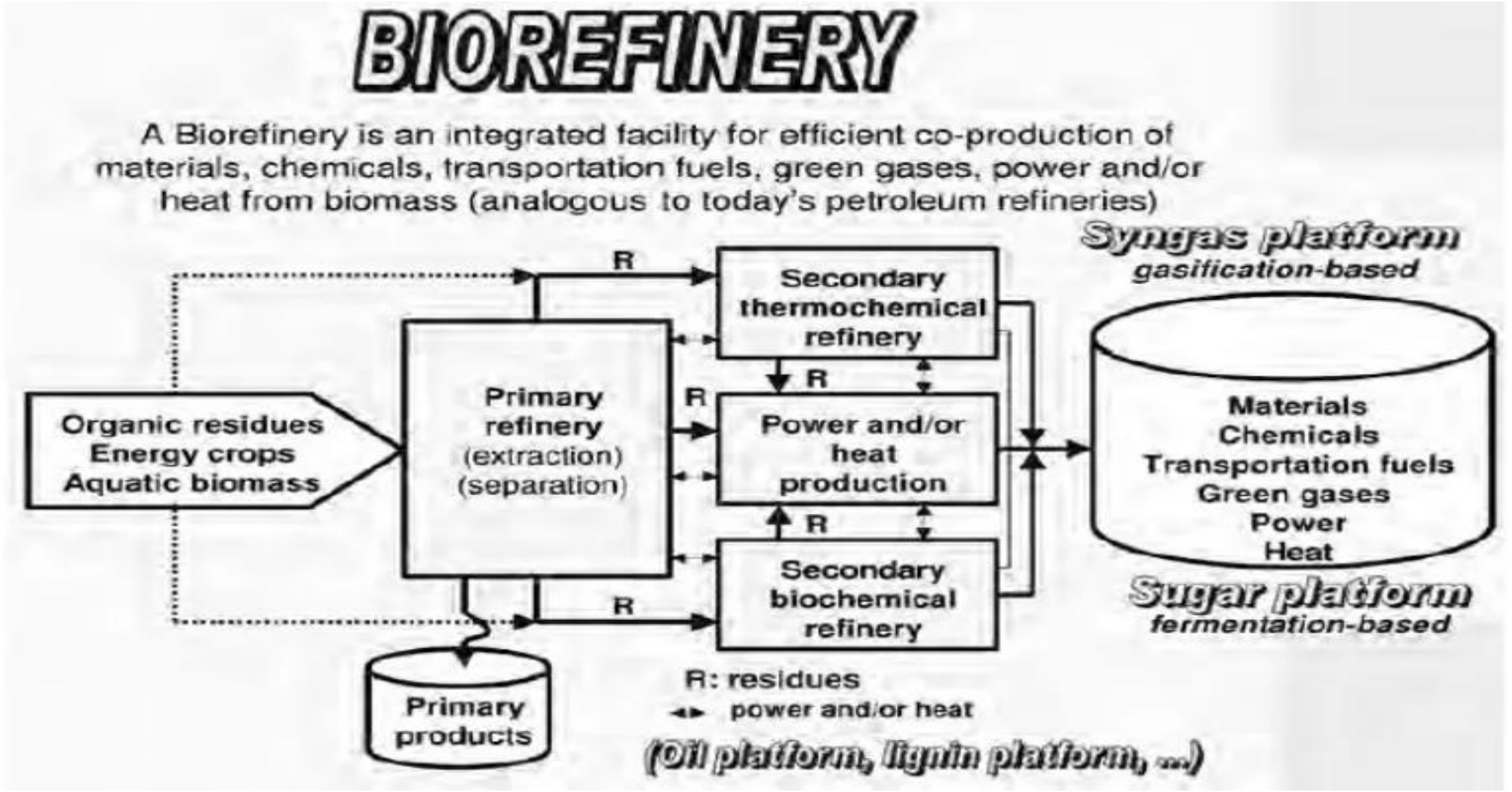
Chemical Transformation in Petrochemical



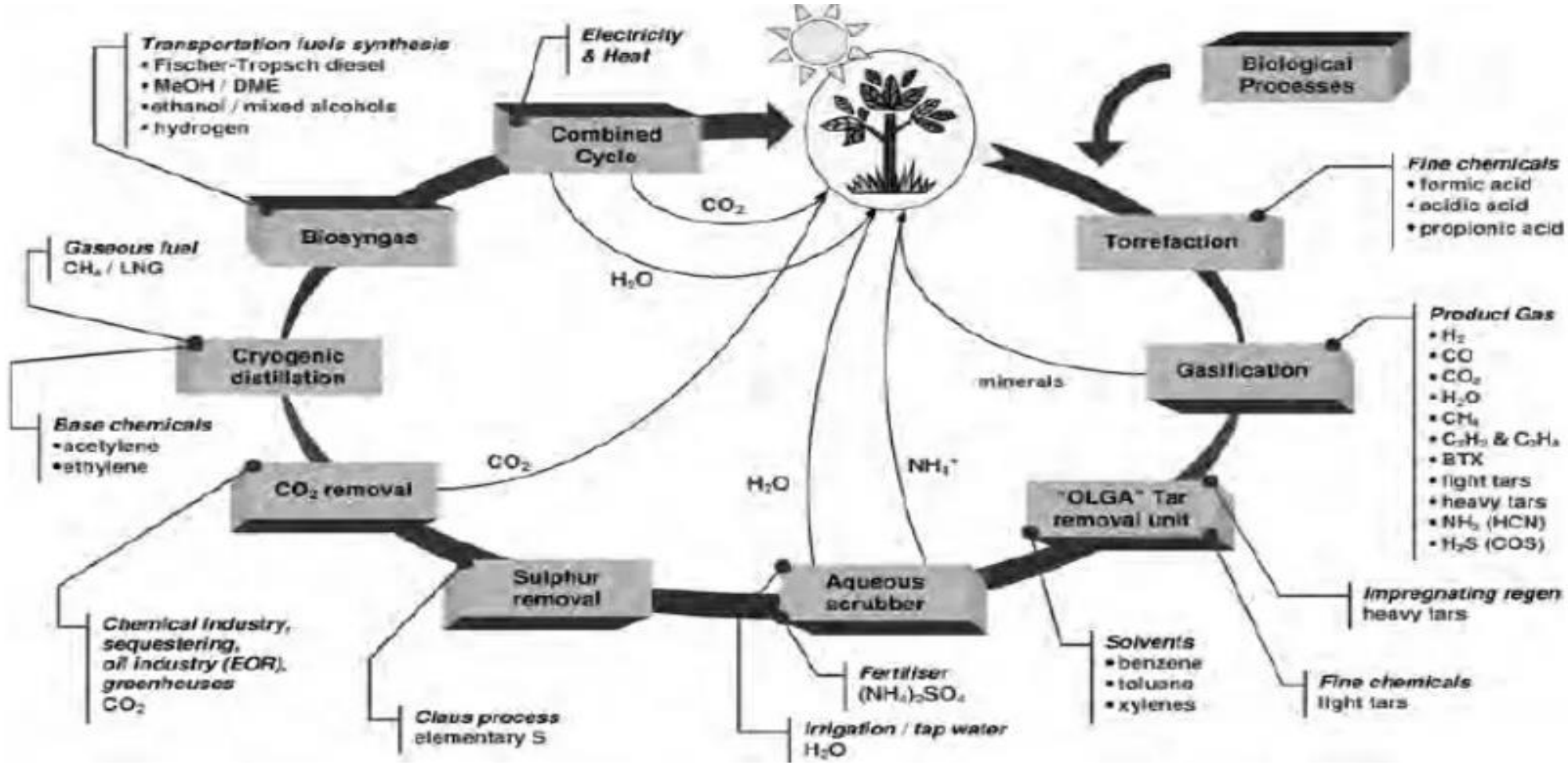
What we have to do as a potential player !!!



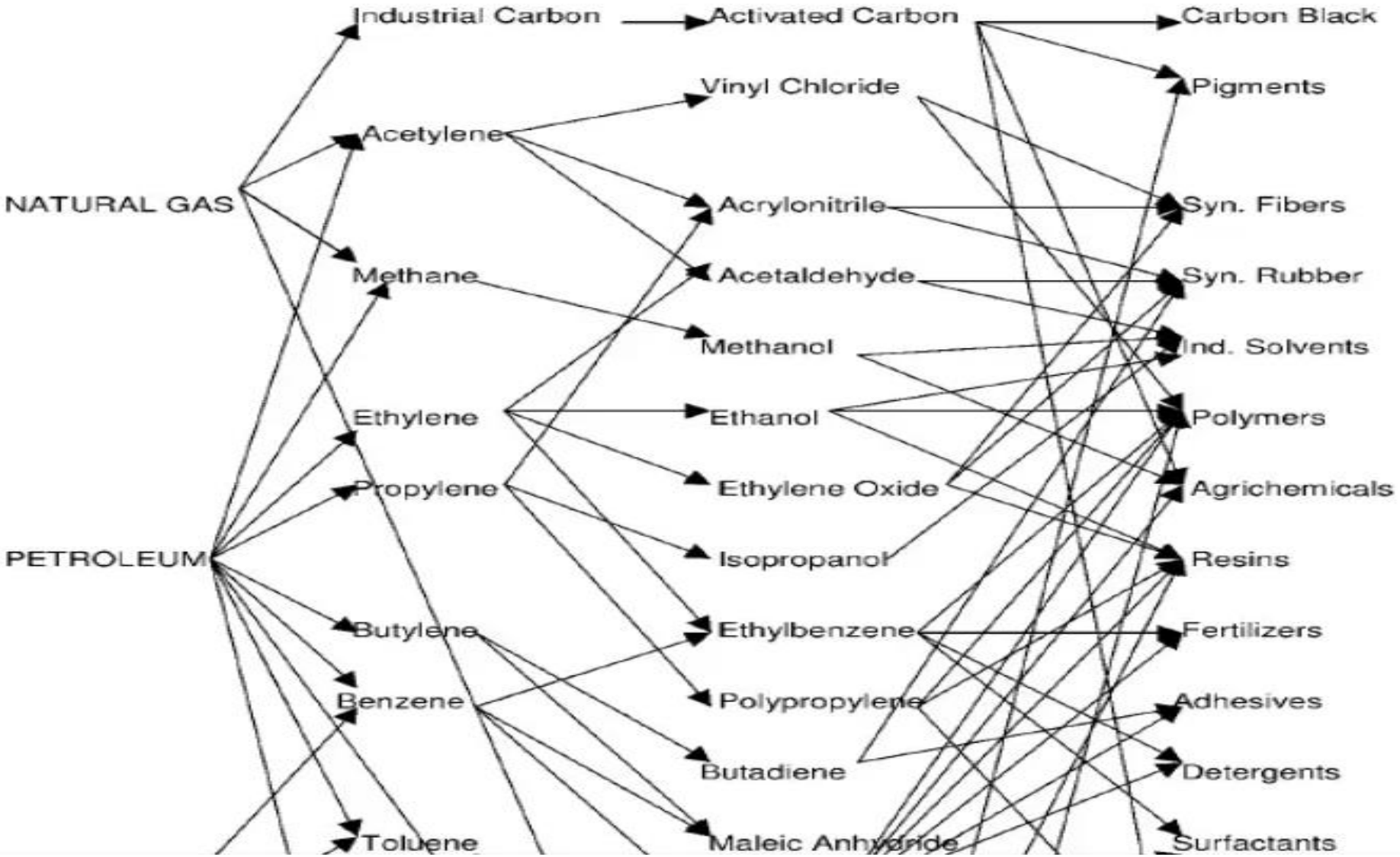
Must be in mind 1: Integrated facilities



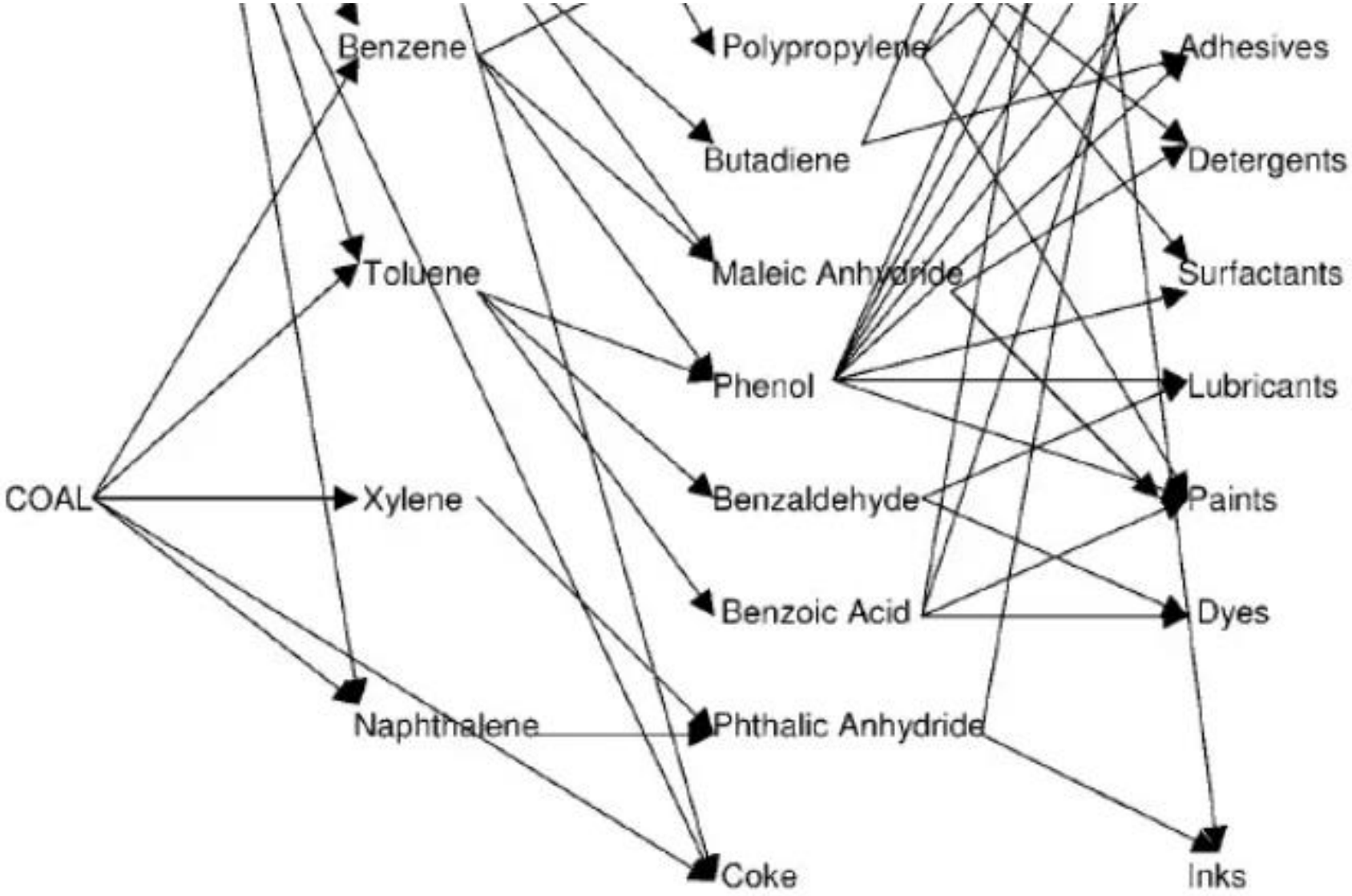
Must be in mind 2: increase financial yield



Must be in mind 3: Petro Conversion



Must be in mind 3: Coal conversion



Q & A

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑

กำหนดการอบรม

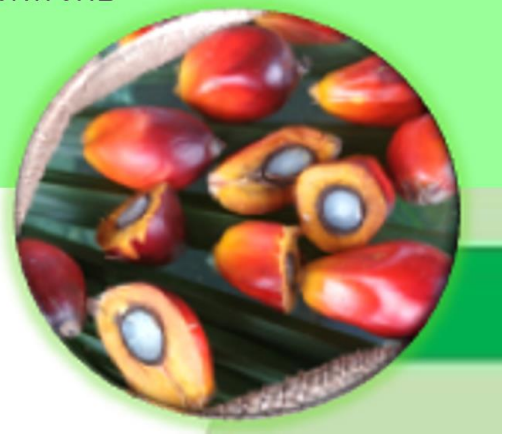
เรื่อง “Triglyceride biorefinery”

วันอังคารที่ 20 กรกฎาคม 2564

เวลา 09.00 – 16.30 น.

ผ่านระบบออนไลน์ Zoom

09.00 – 09.30 น.	ลงทะเบียน
09.30 – 12.00น .	- หลักการของ Triglyceride biorefinery technology และกระบวนการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบพืชน้ำมัน - ข้อมูลผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชที่ให้น้ำมันและการใช้ประโยชน์ของพืชน้ำมันตลอดห่วงโซ่คุณค่า โดย ดร.บุรินทร์ สุขพิศาล
12.00 – 13.00น .	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 15.30น .	- แนวทางและมาตรการของภาครัฐในการขับเคลื่อนผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มจากพืชน้ำมัน - แนวทางการมีส่วนร่วมในอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของผู้ประกอบการ - รูปแบบที่มีความเป็นไปได้ในการจัดตั้งระบบไบโอรีไฟเนอรี่สำหรับวัตถุดิบพืชน้ำมันในประเทศไทย โดย ดร.บุรินทร์ สุขพิศาล
15.30 – 16.30น .	ตอบข้อซักถาม



การอบรมหลักสูตรระยะสั้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่

“Triglyceride Biorefinery”

ร่วมกับ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

สำนักบริหารงานวิจัยและนวัตกรรมพระจอมเกล้าลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

20 กรกฎาคม 2564

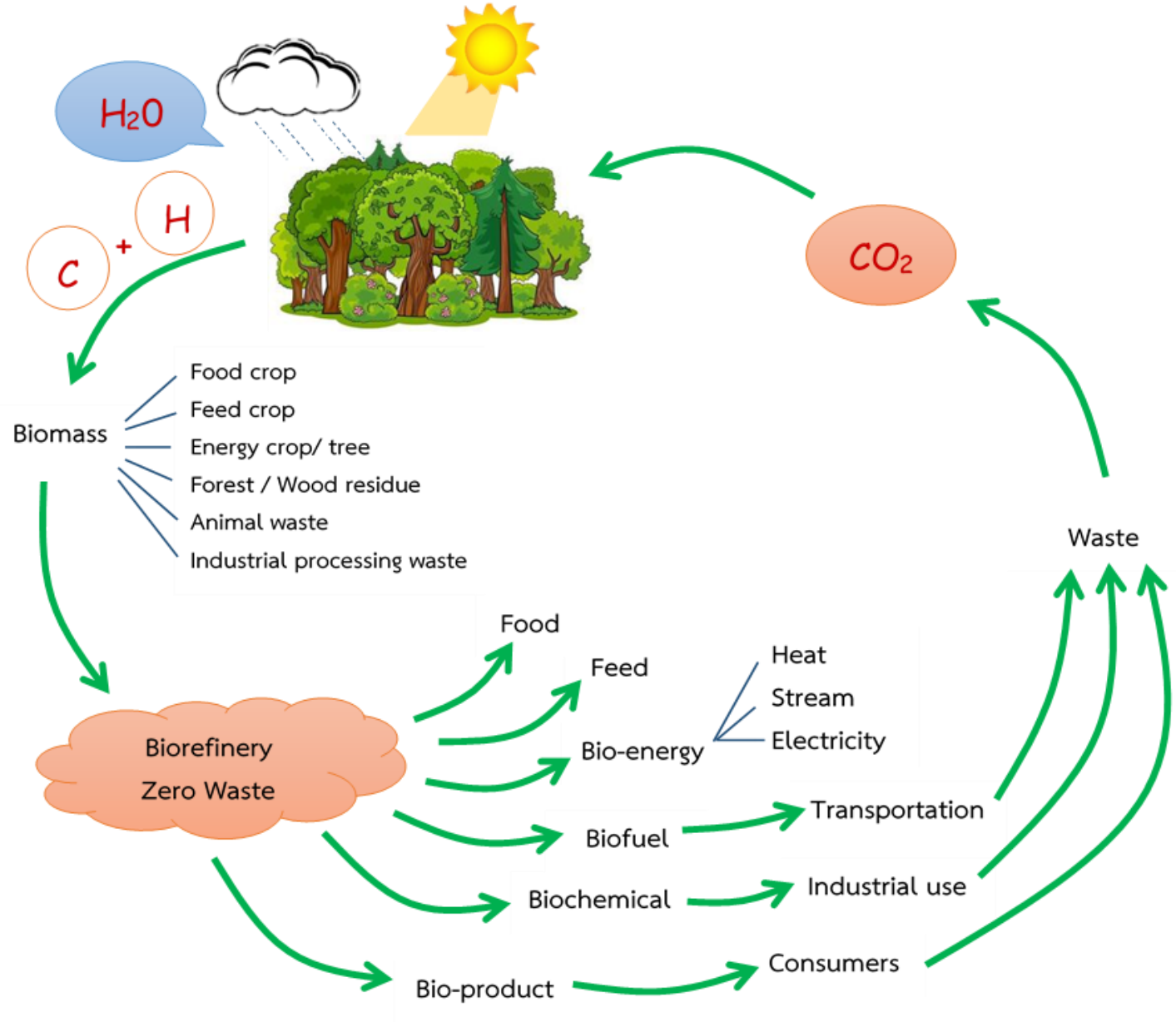
1

ข้อมูลพื้นฐานของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery System)

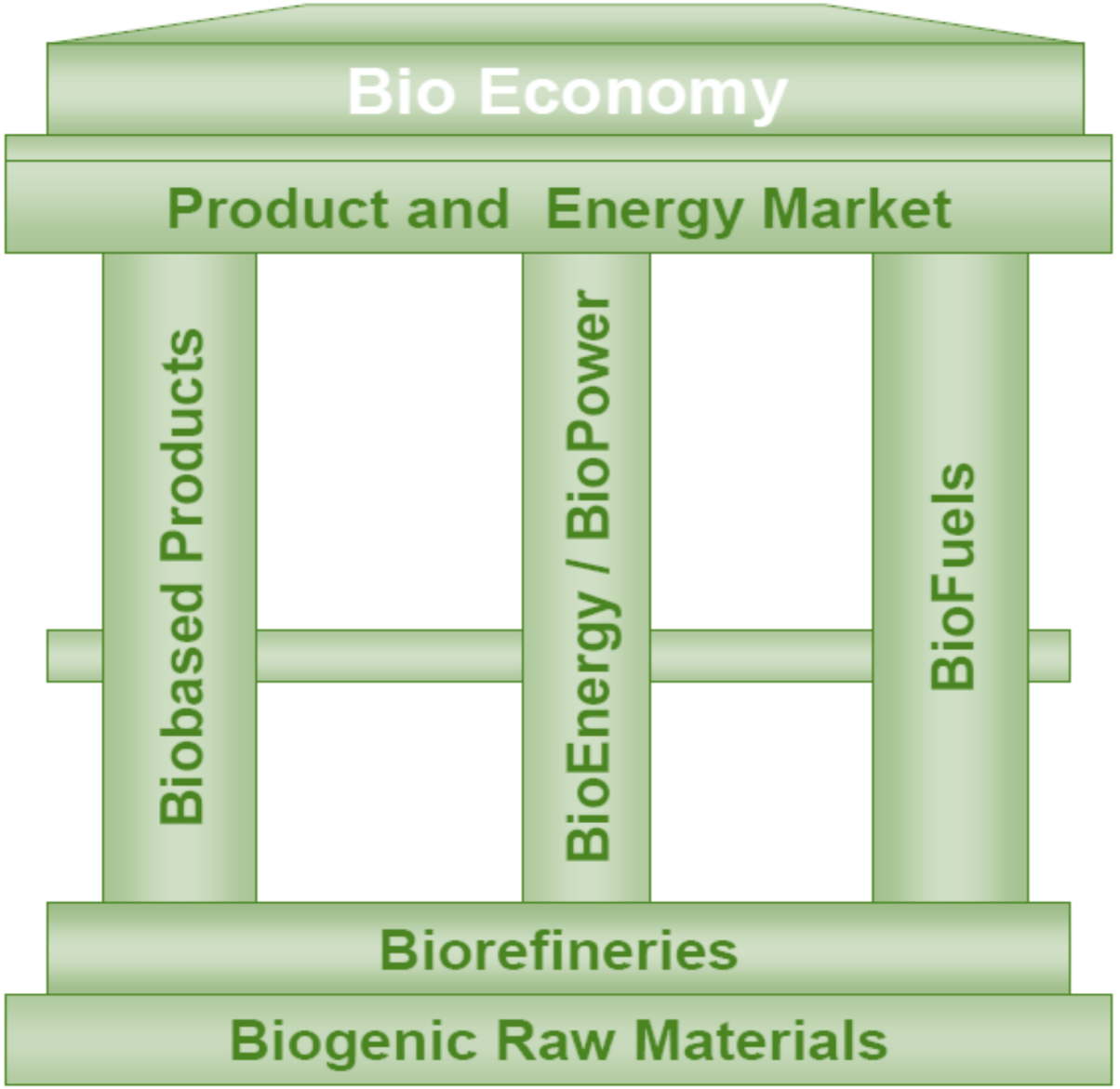
ข้อมูลพื้นฐานของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ (Biorefinery System)

- ✓ ปัจจัยที่เป็นแรงผลักดันให้เกิดระบบไบโอรีไฟเนอรี่
- ✓ ความหมายของชีวมวล (Biomass)
- ✓ ความเป็นมาของระบบไบโอรีไฟเนอรี่
- ✓ จุดกำเนิดของระบบการผลิตทางชีวภาพแบบผสมผสาน (Integrated biobased production)
- ✓ ความหมายของไบโอรีไฟเนอรี่

ความเชื่อมโยงของระบบนิเวศน์ชีวมวลและระบบไบโอรีไฟเนอรี่

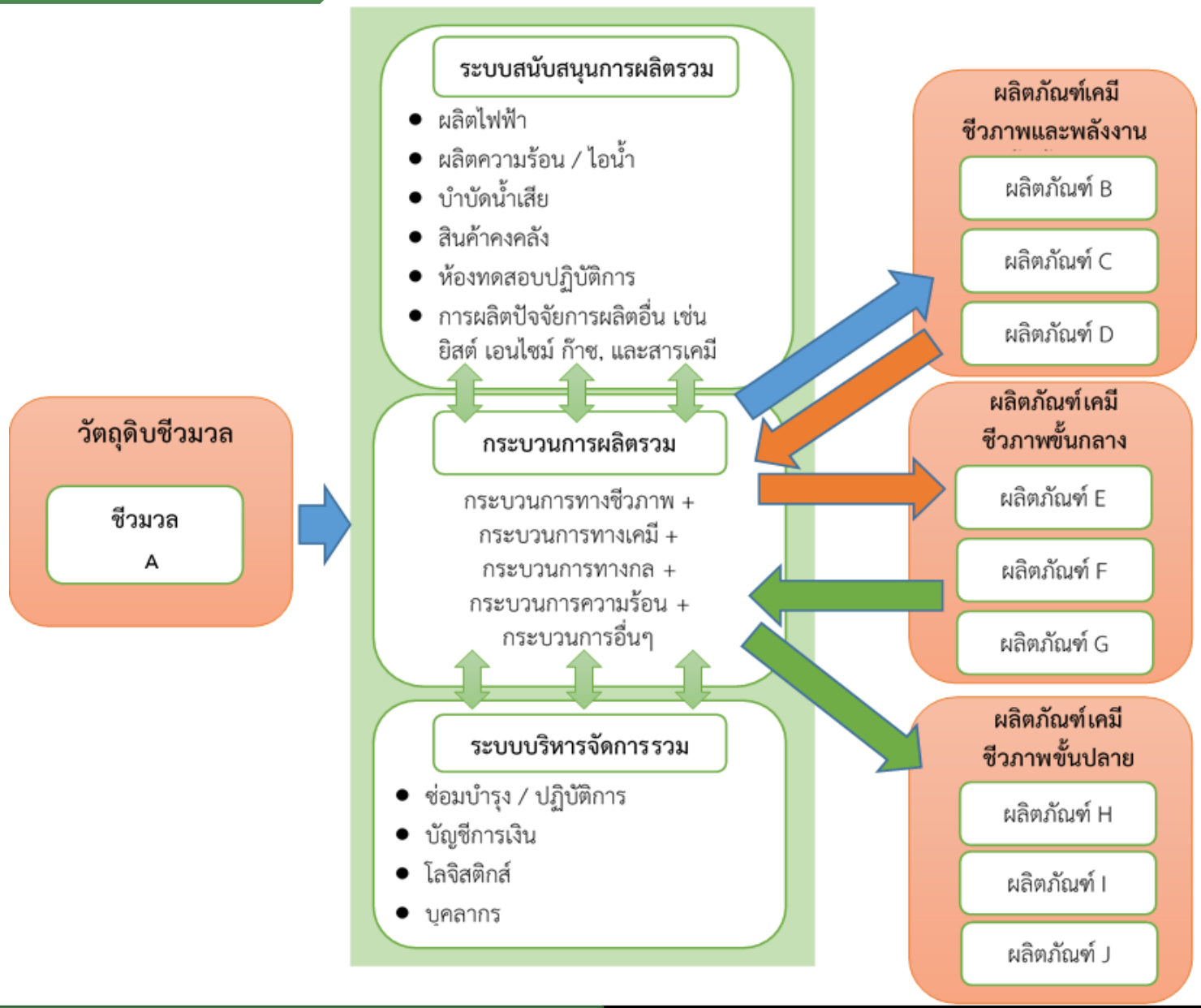


แบบจำลองเสาหลักในการเชื่อมโยงระบบไบโอรีไฟเนอรี่และเศรษฐกิจฐานชีวภาพ



ที่มา: B. Kamm, (2014).

ลักษณะเฉพาะที่สำคัญของระบบไบโอรีไฟเนอรี่



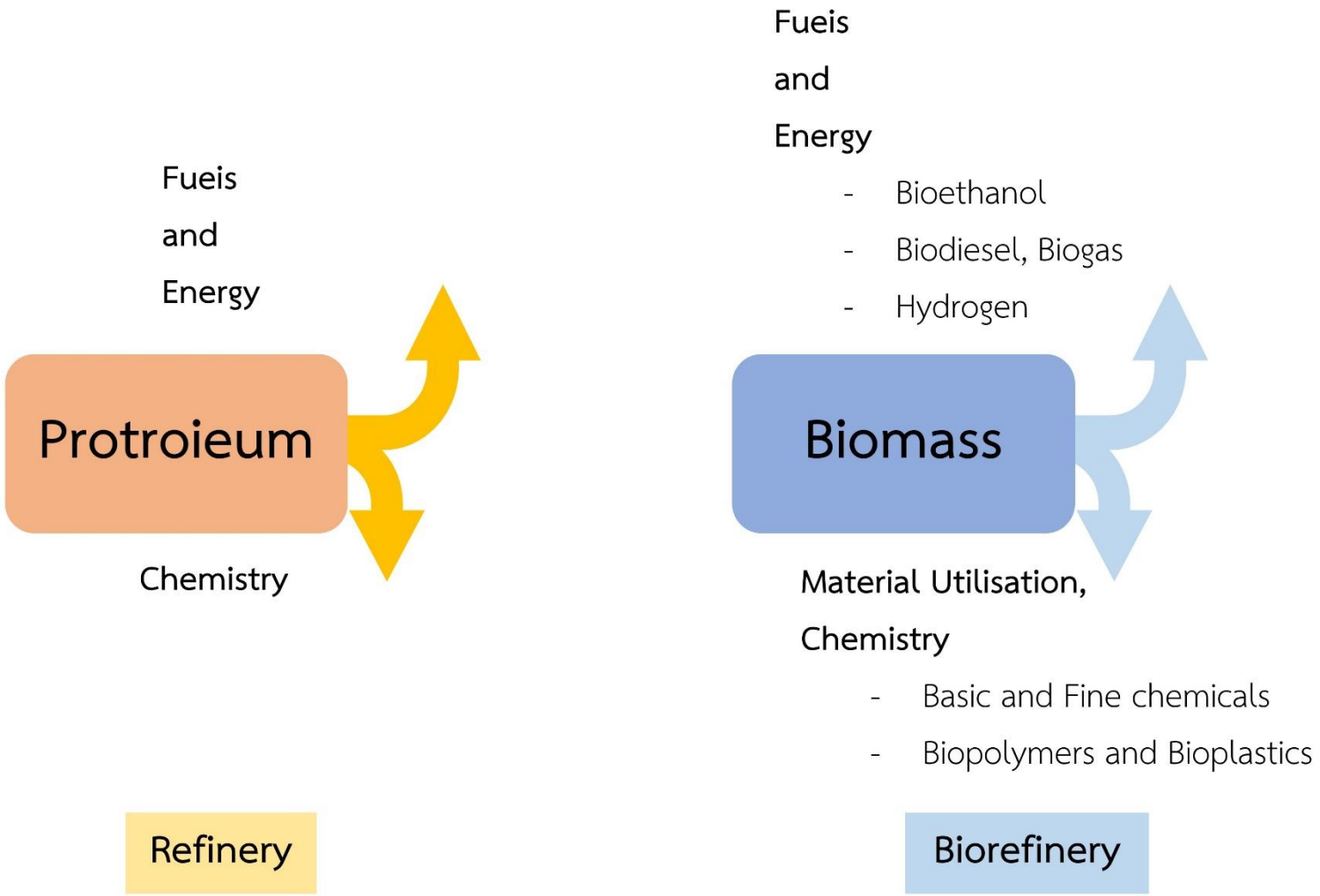
2

ระบบไบโอรีไฟเนอรี่

ระบบไบโอรีไฟเนอรี่

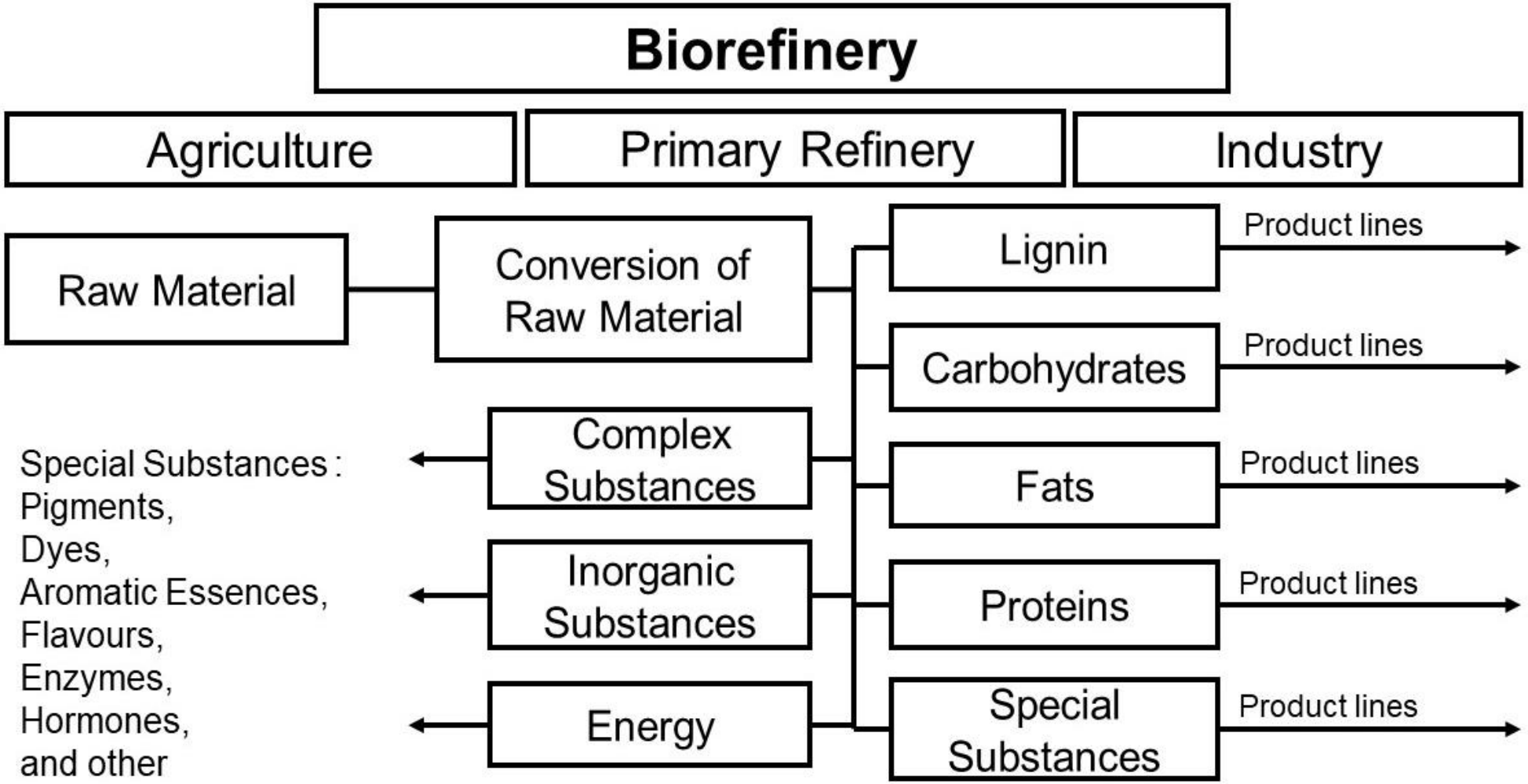
- ✓ หลักการของระบบไบโอรีไฟเนอรี่
- ✓ บทบาทของเทคโนโลยีชีวภาพในระบบไบโอรีไฟเนอรี่
- ✓ การจัดประเภทของระบบไบโอรีไฟเนอรี่

เปรียบเทียบหลักการการกลั่นปิโตรเลียมและไบโอรีไฟเนอรี่



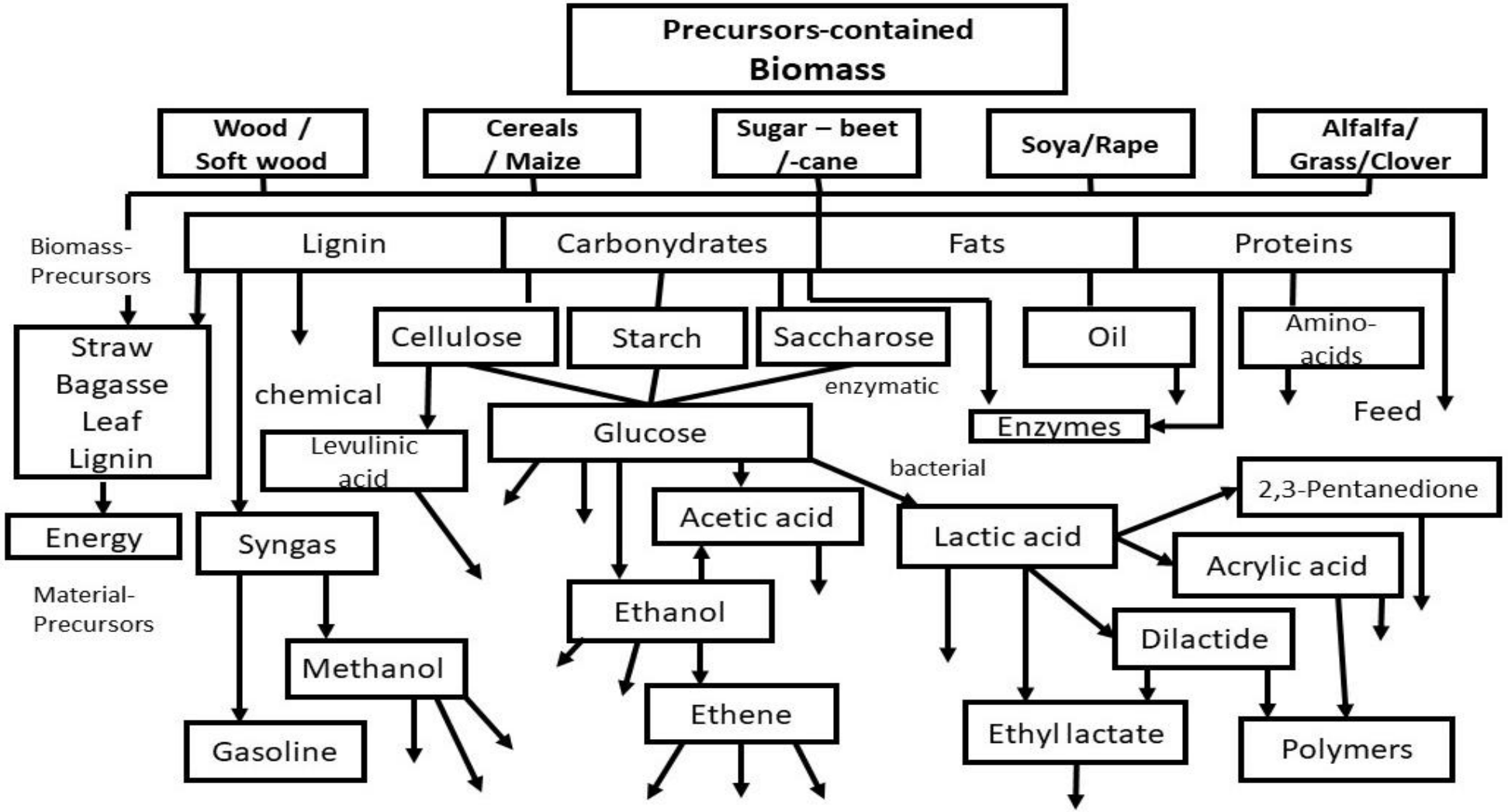
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

องค์ประกอบของชีวมวลที่ถูกแยกออกในระบบไบโอรีไฟเนอรี่ขั้นต้น



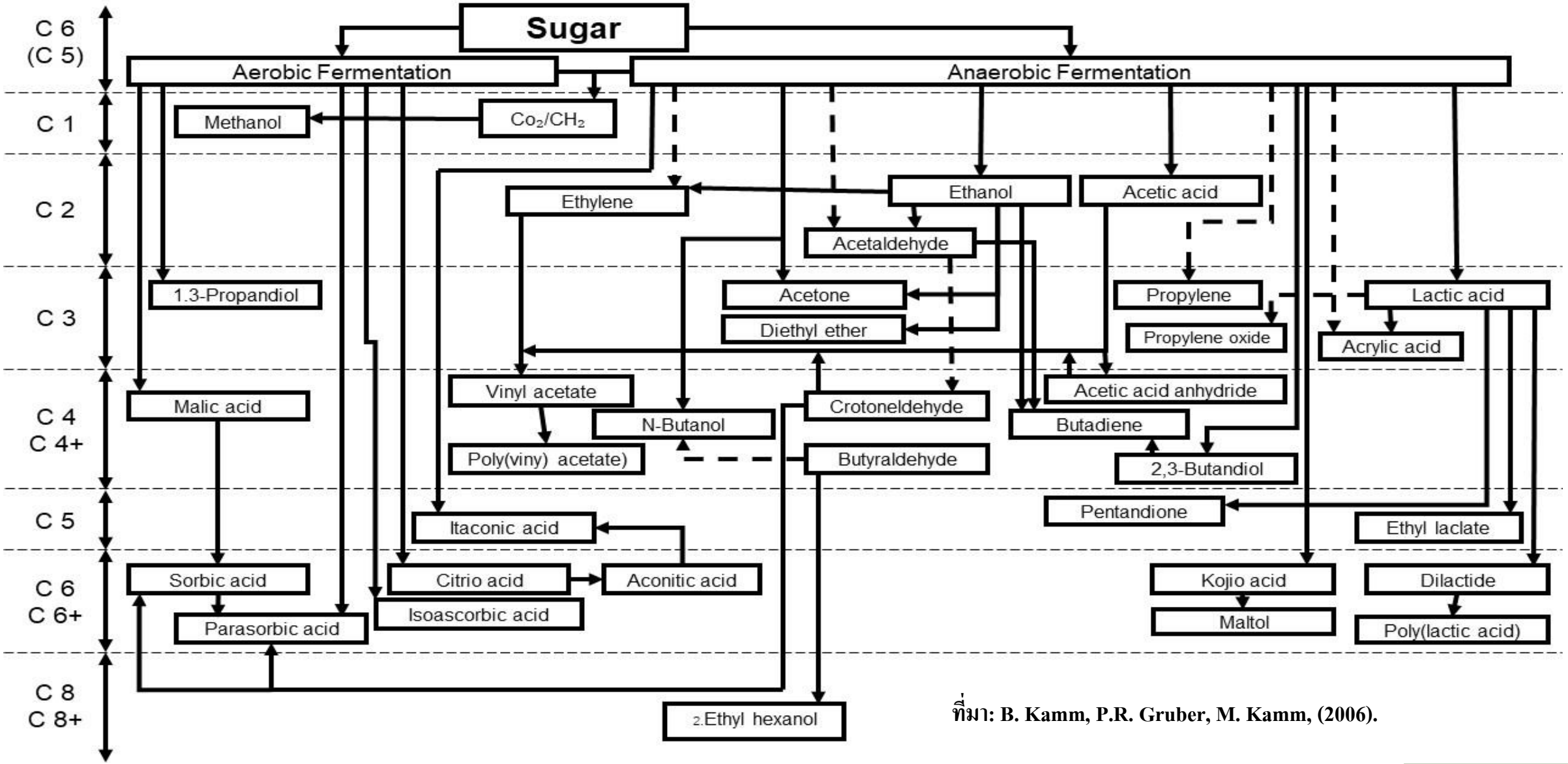
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

แผนภูมิของระบบไบโอรีไฟเนอรี่ที่เน้นสารตั้งต้นชีวมวลประเภทคาร์โบไฮเดรต



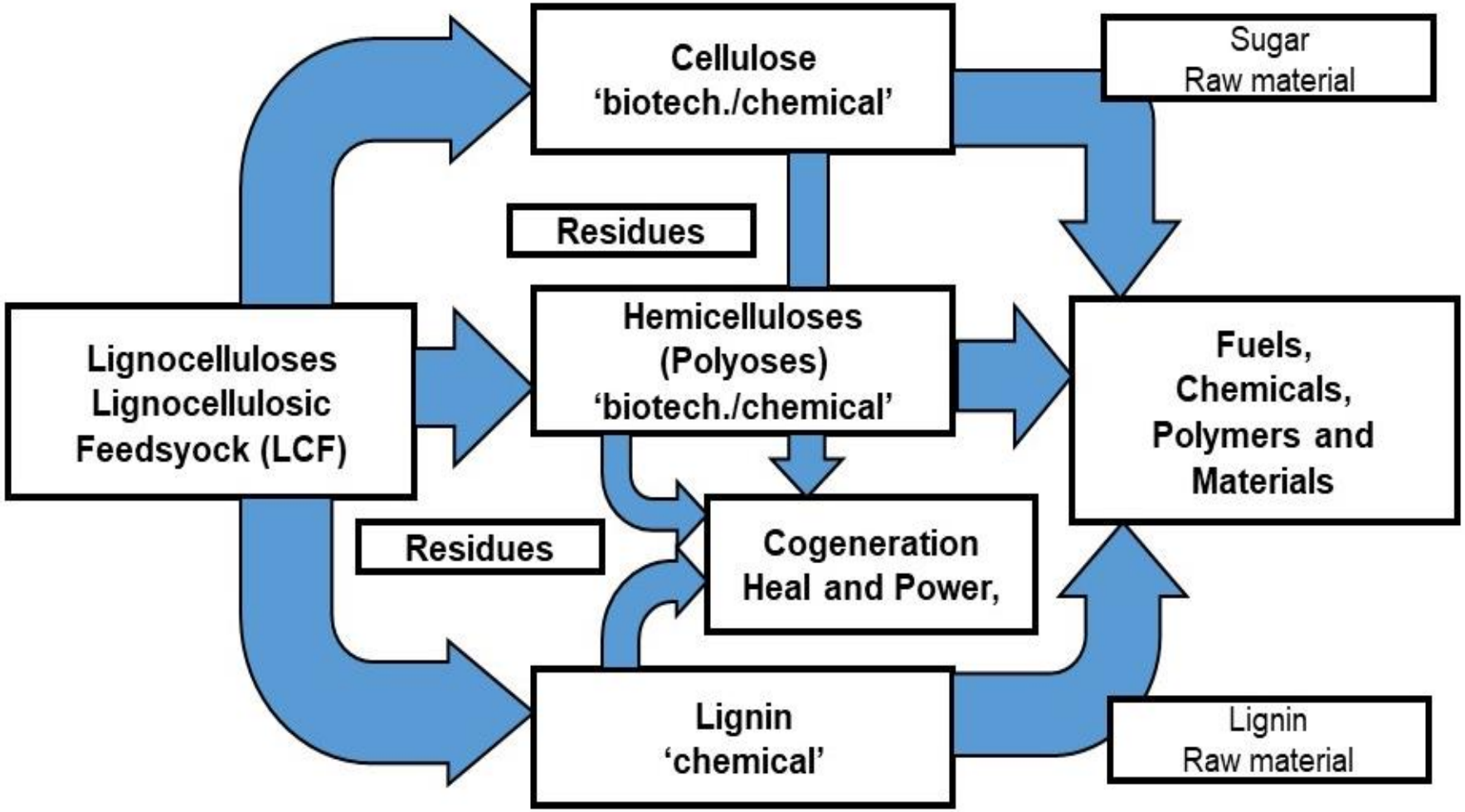
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักกลูโคสในระบบไบโอรีไฟเนอรี่



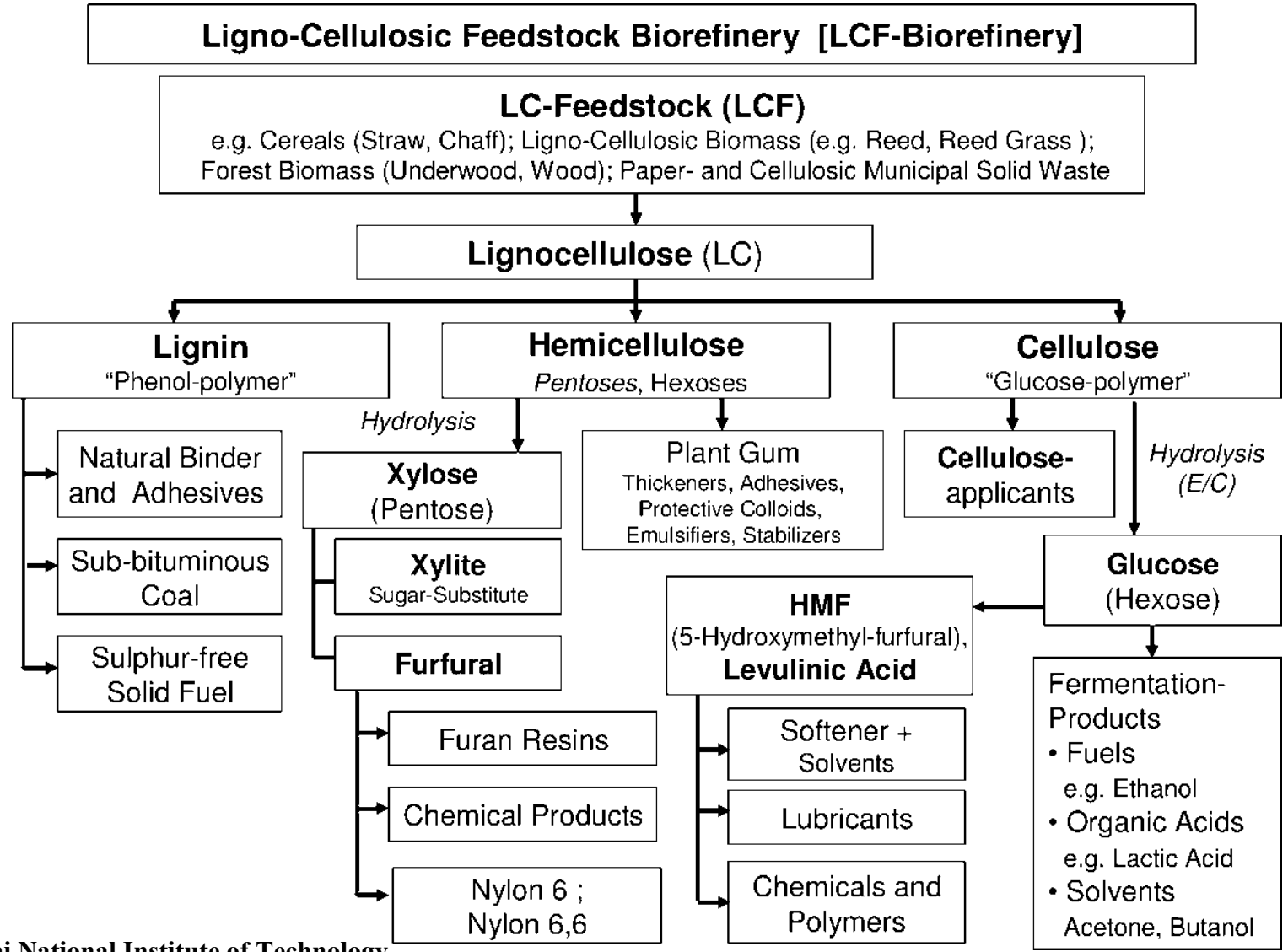
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

หลักการของ Lignocellulosic feedstock biorefinery.



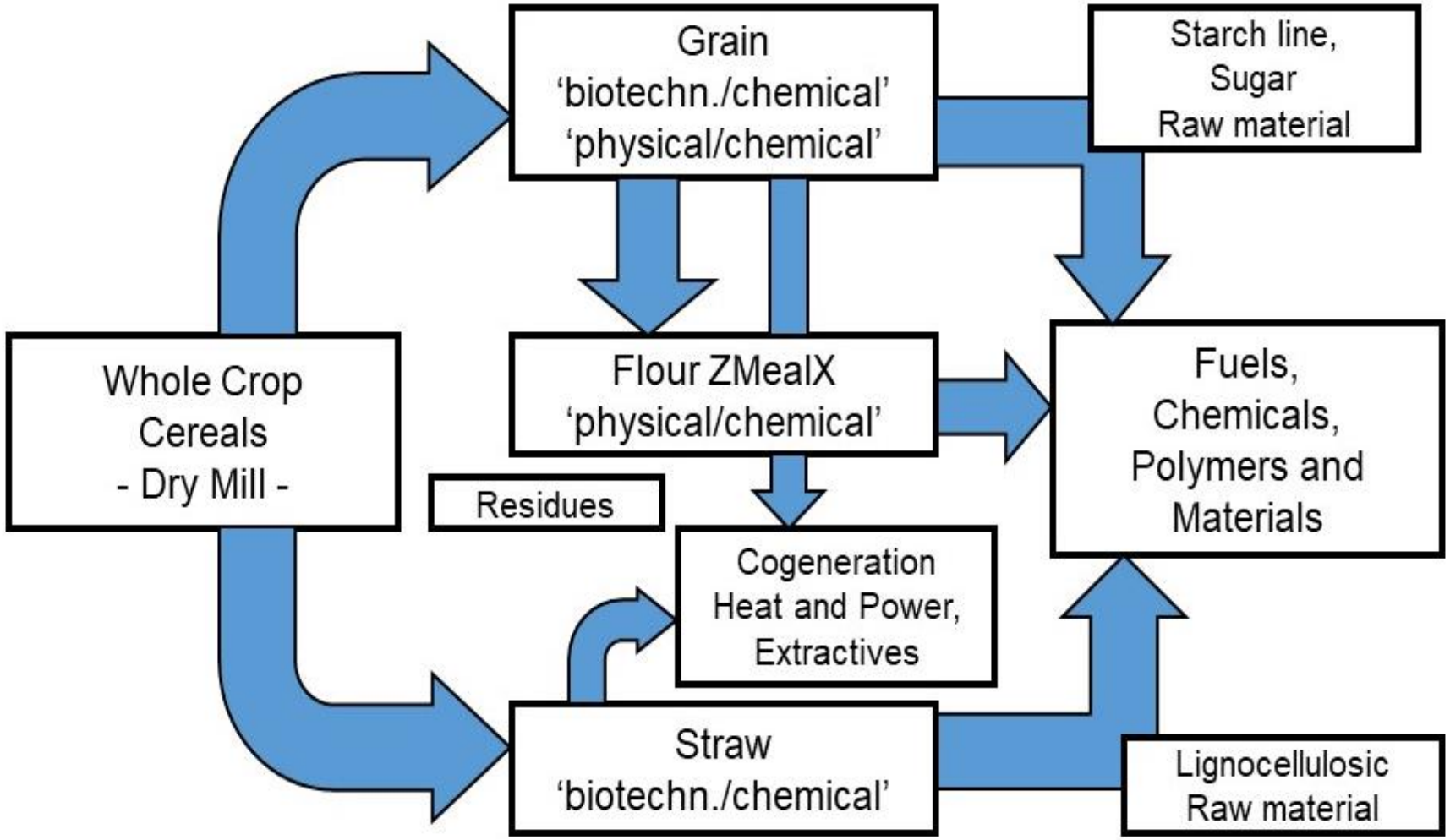
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Products of a lignocellulosic feedstock biorefinery (LCF-biorefinery, Phase III)



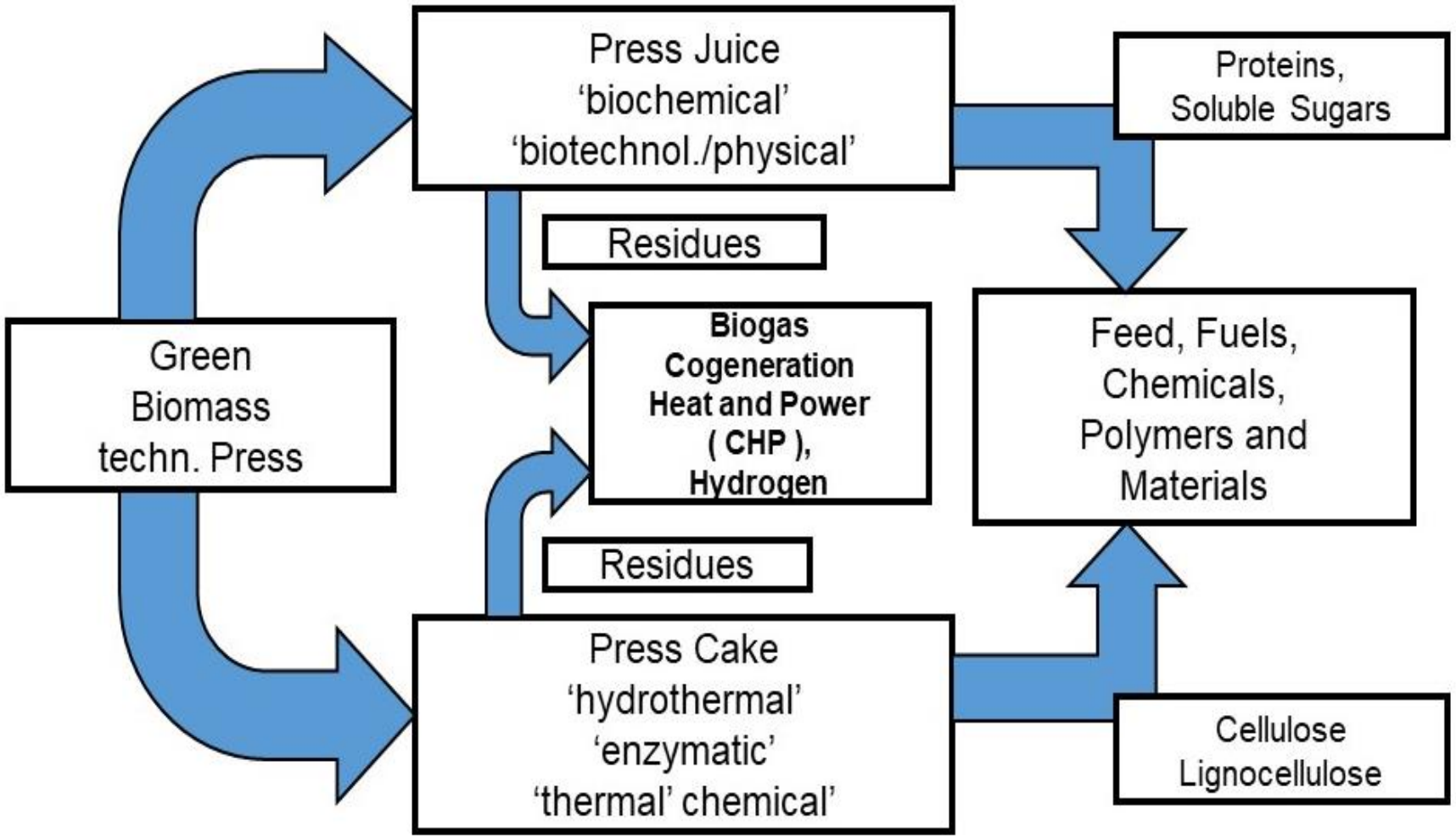
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Whole-crop biorefinery based on dry milling.



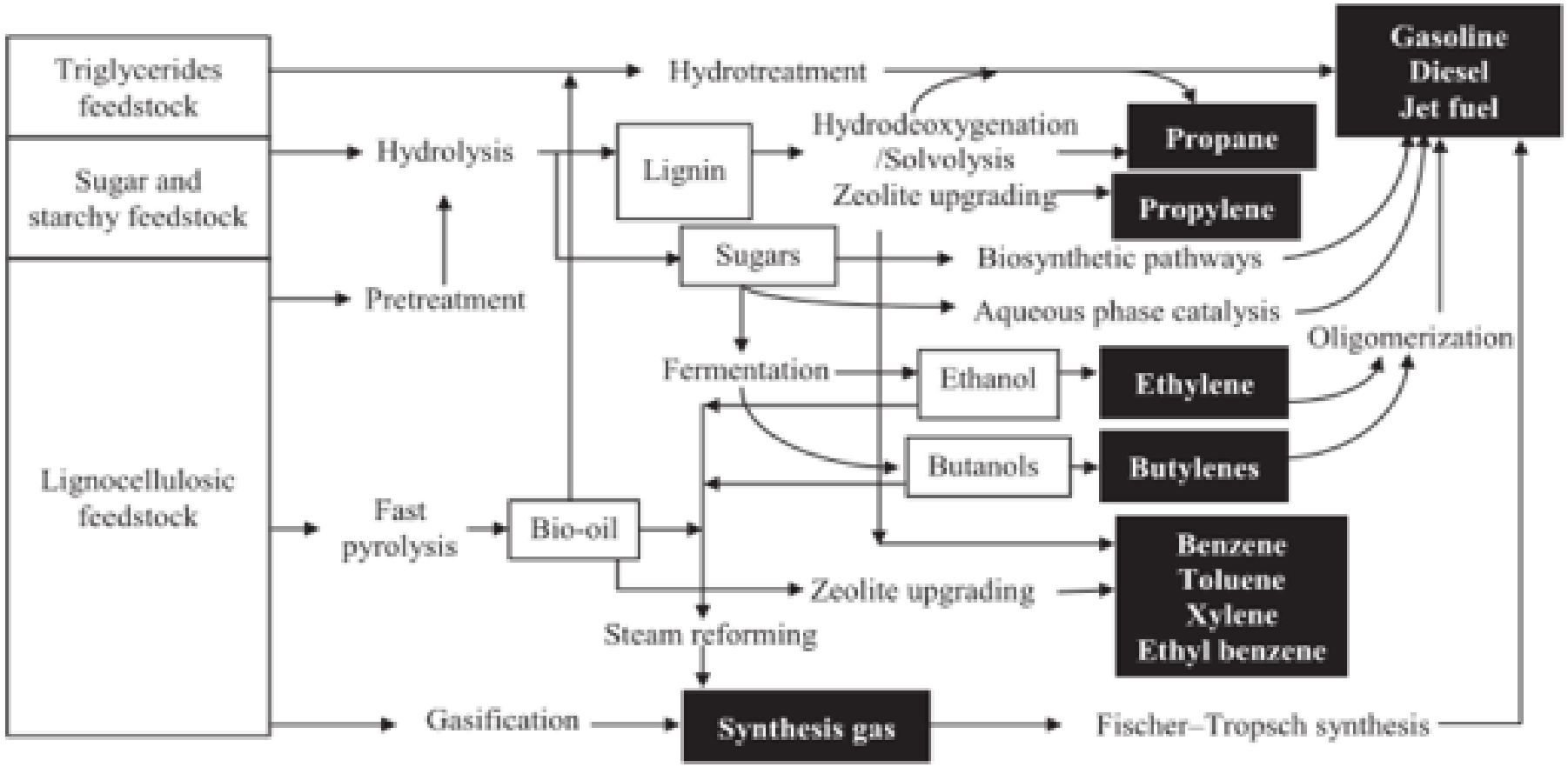
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ A “green biorefinery” system.



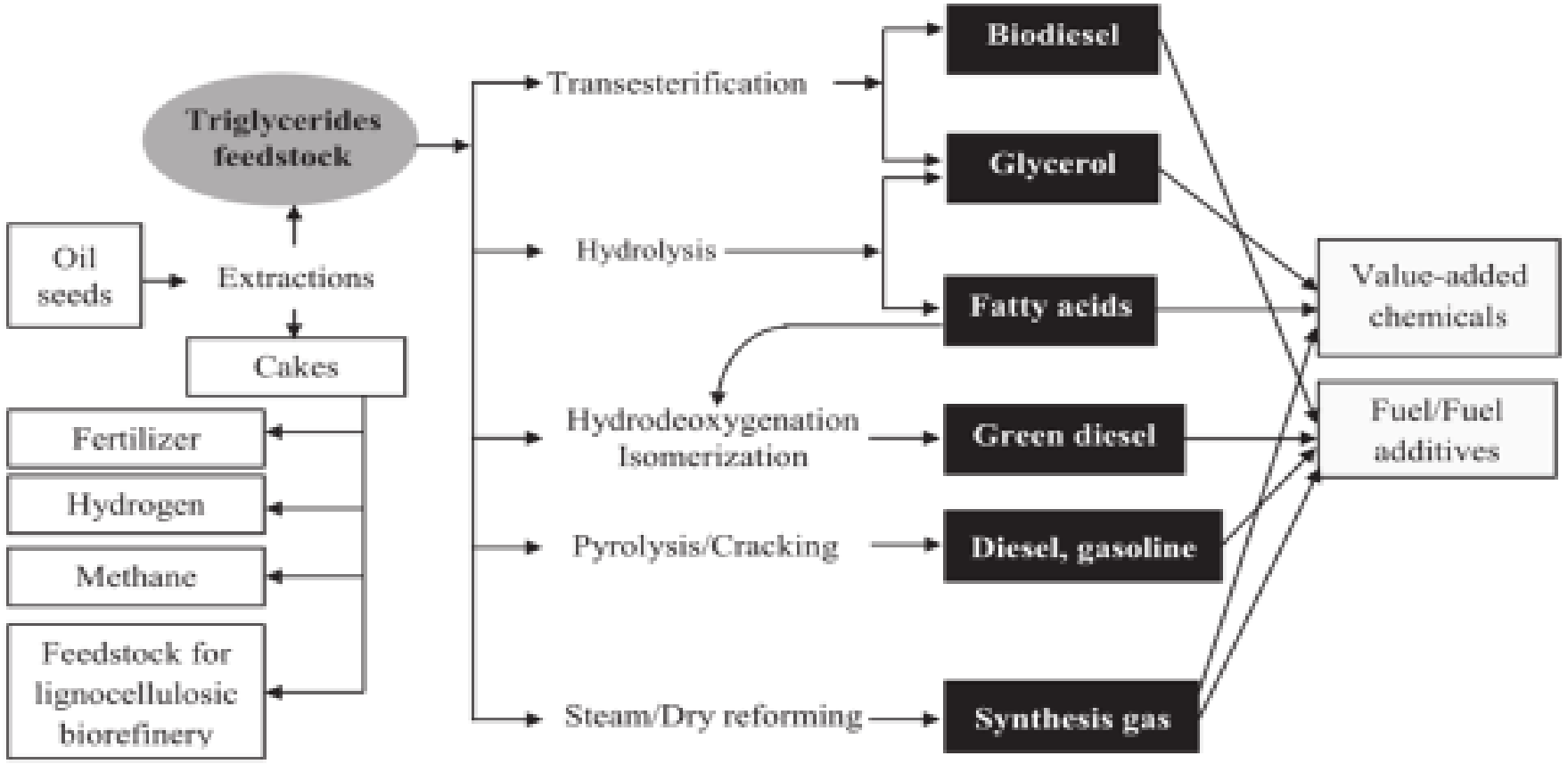
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Hydrocarbon biorefinery.



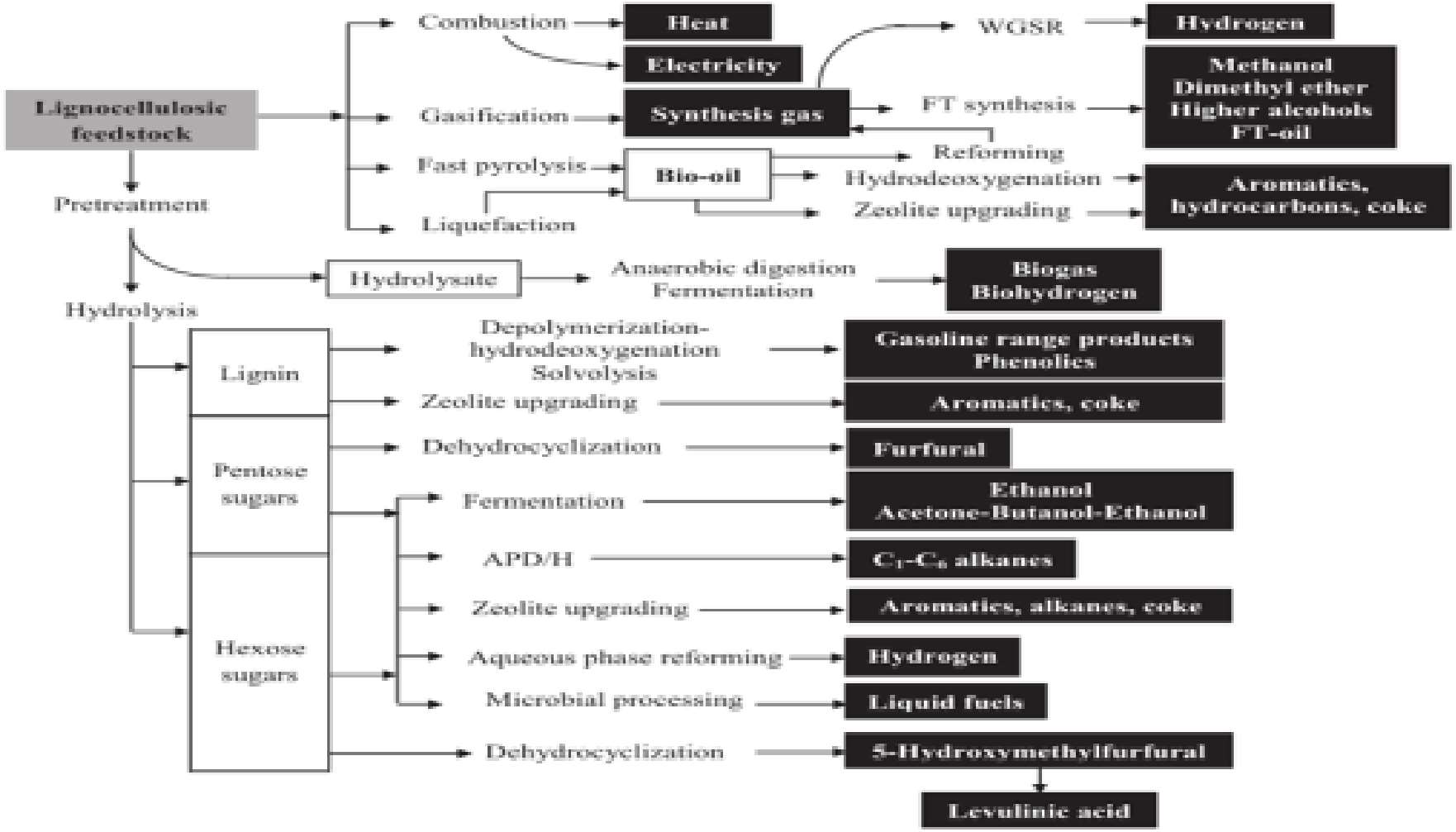
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Triglyceride biorefinery



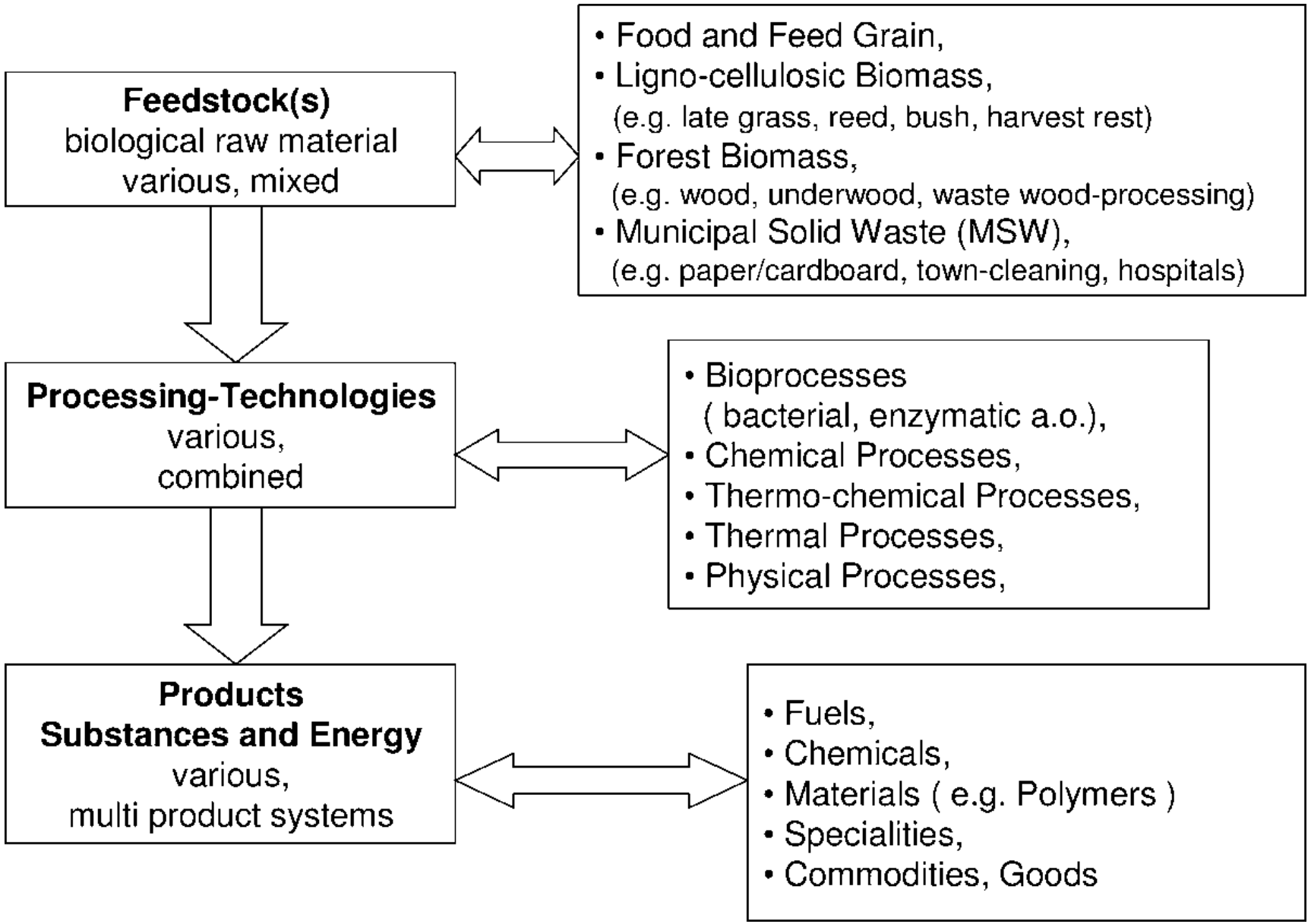
ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

หลักการของ Lignocellulosic biorefinery

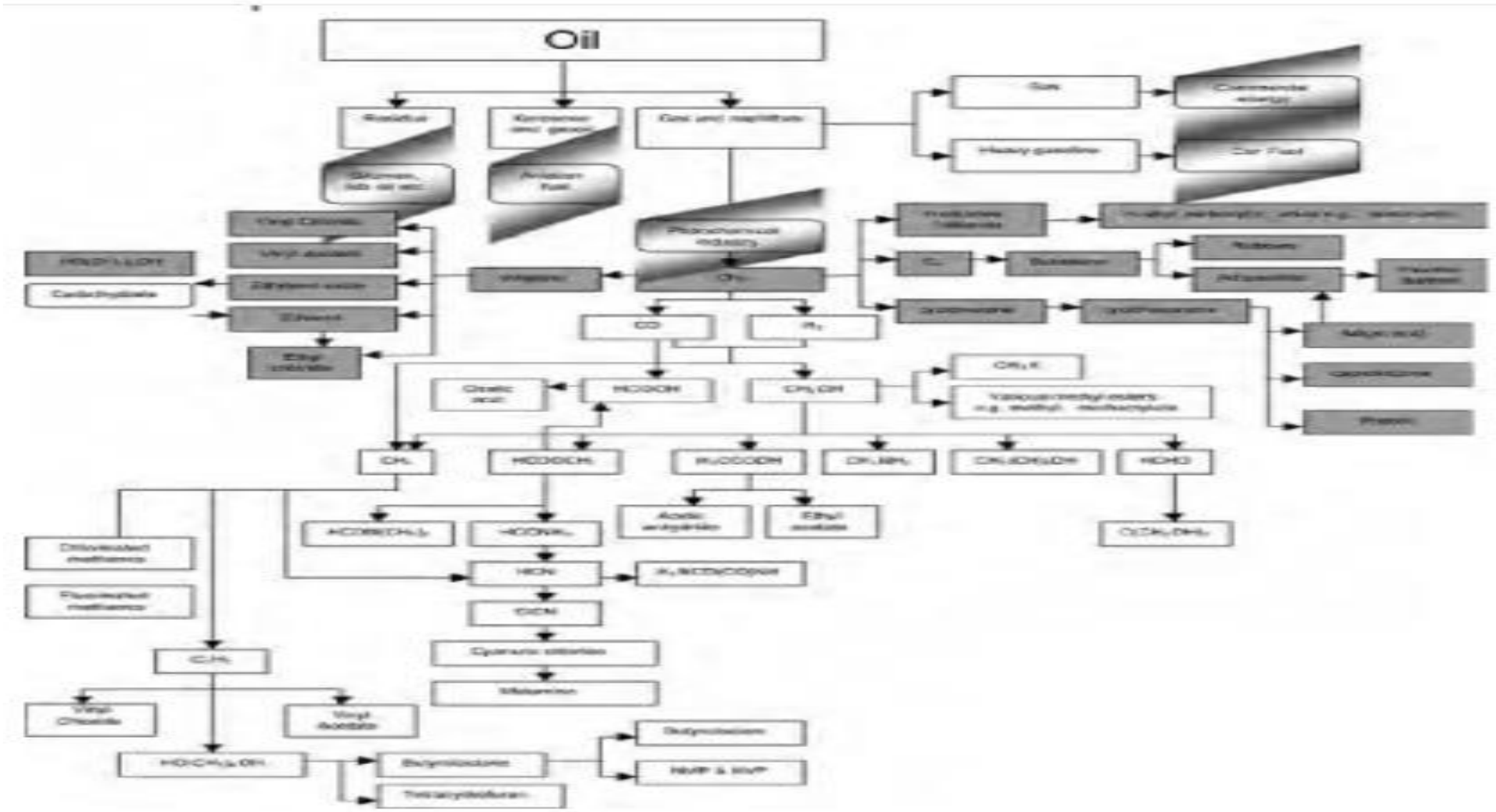


ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

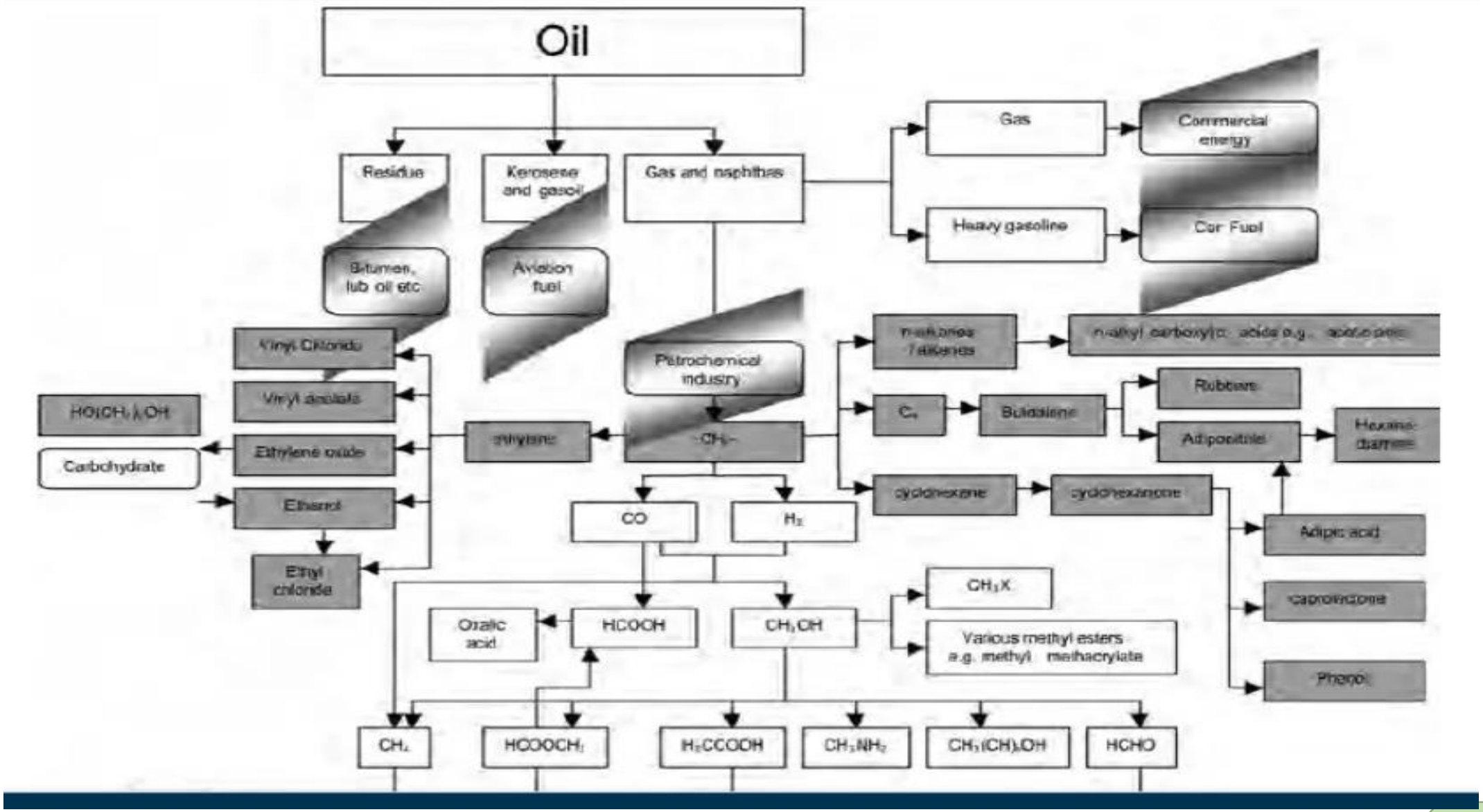
หลักการของ Basic principles of a biorefinery (generation III biorefinery)



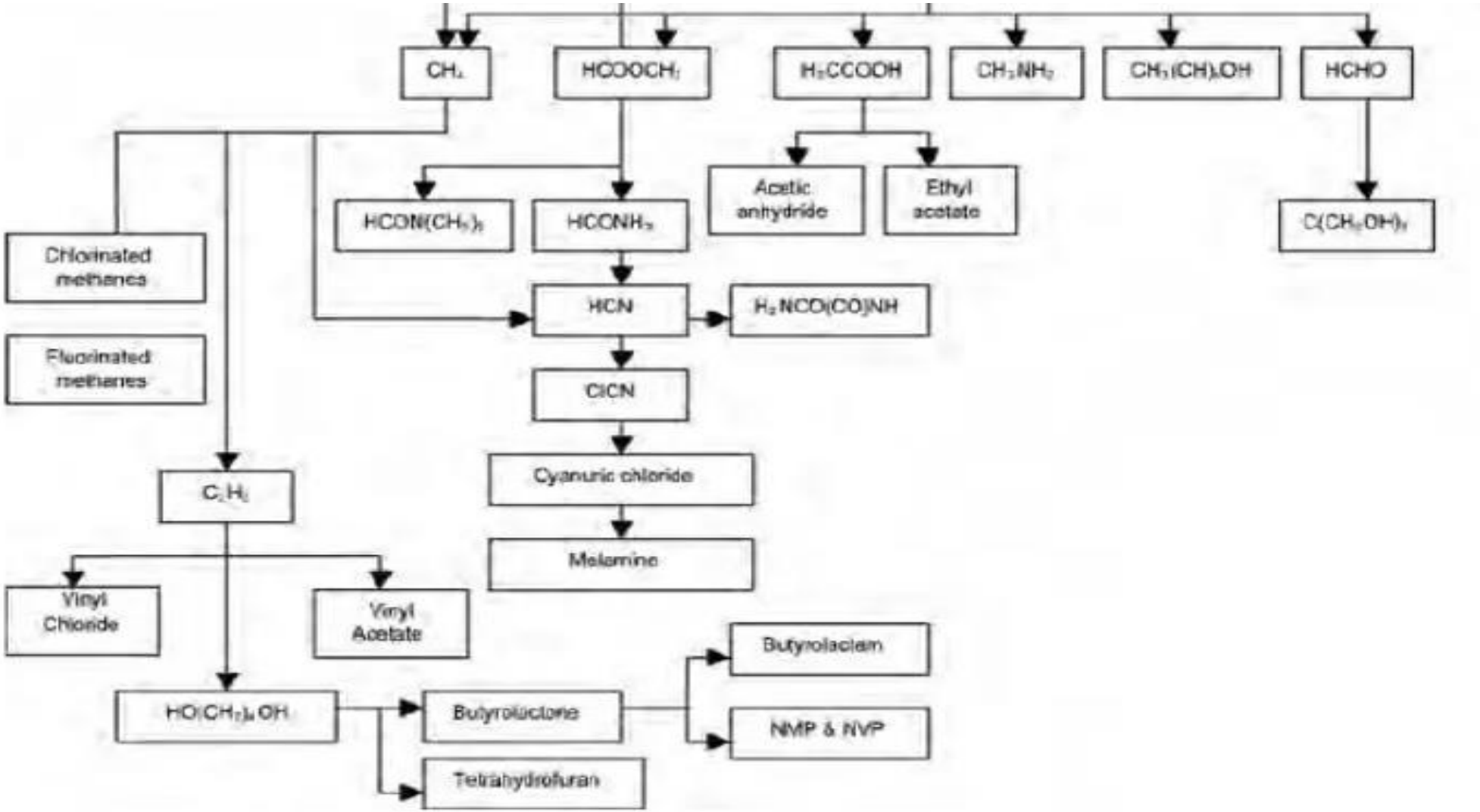
Chemical Transformation in Petrochemical



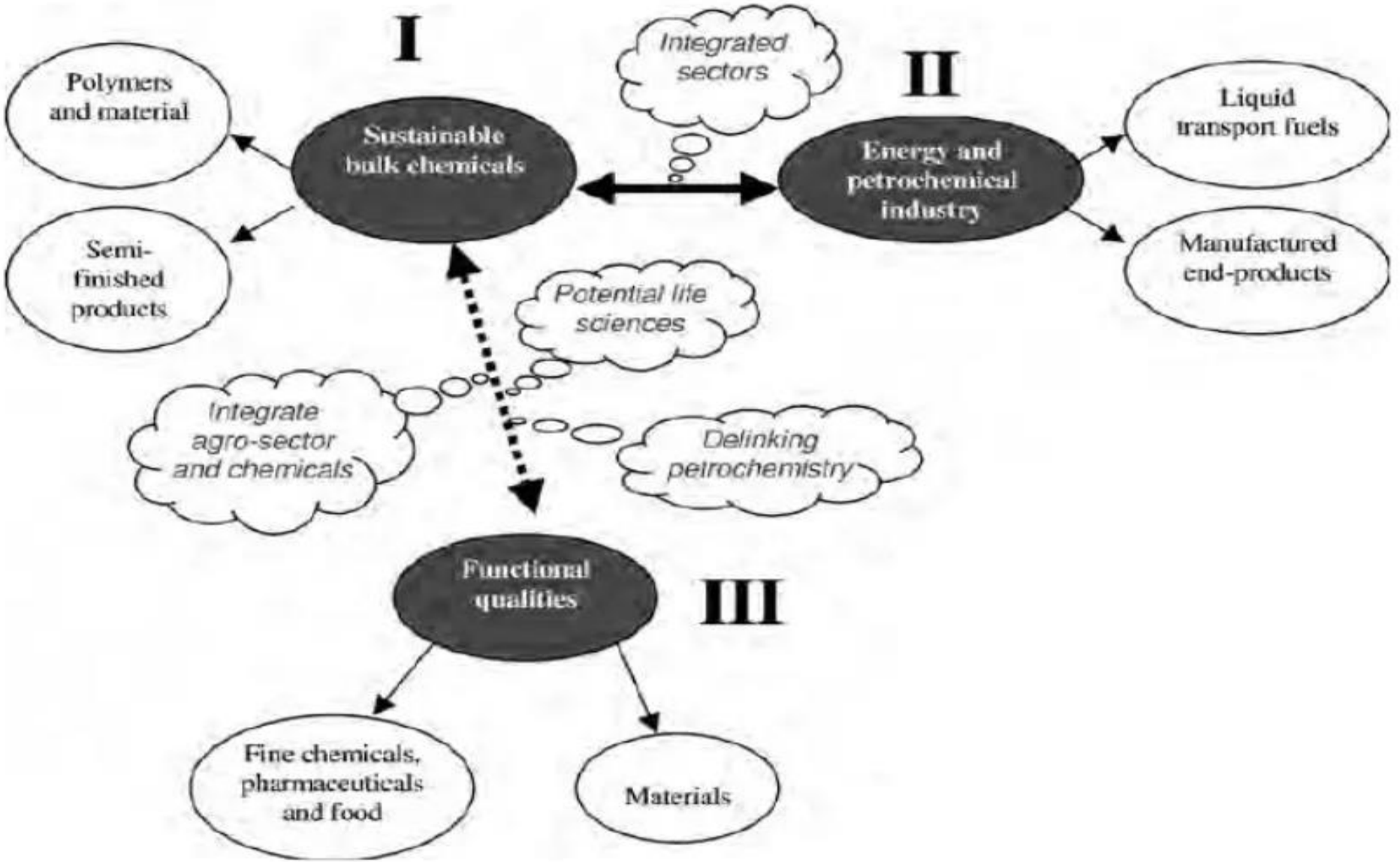
Chemical Transformation in Petrochemical



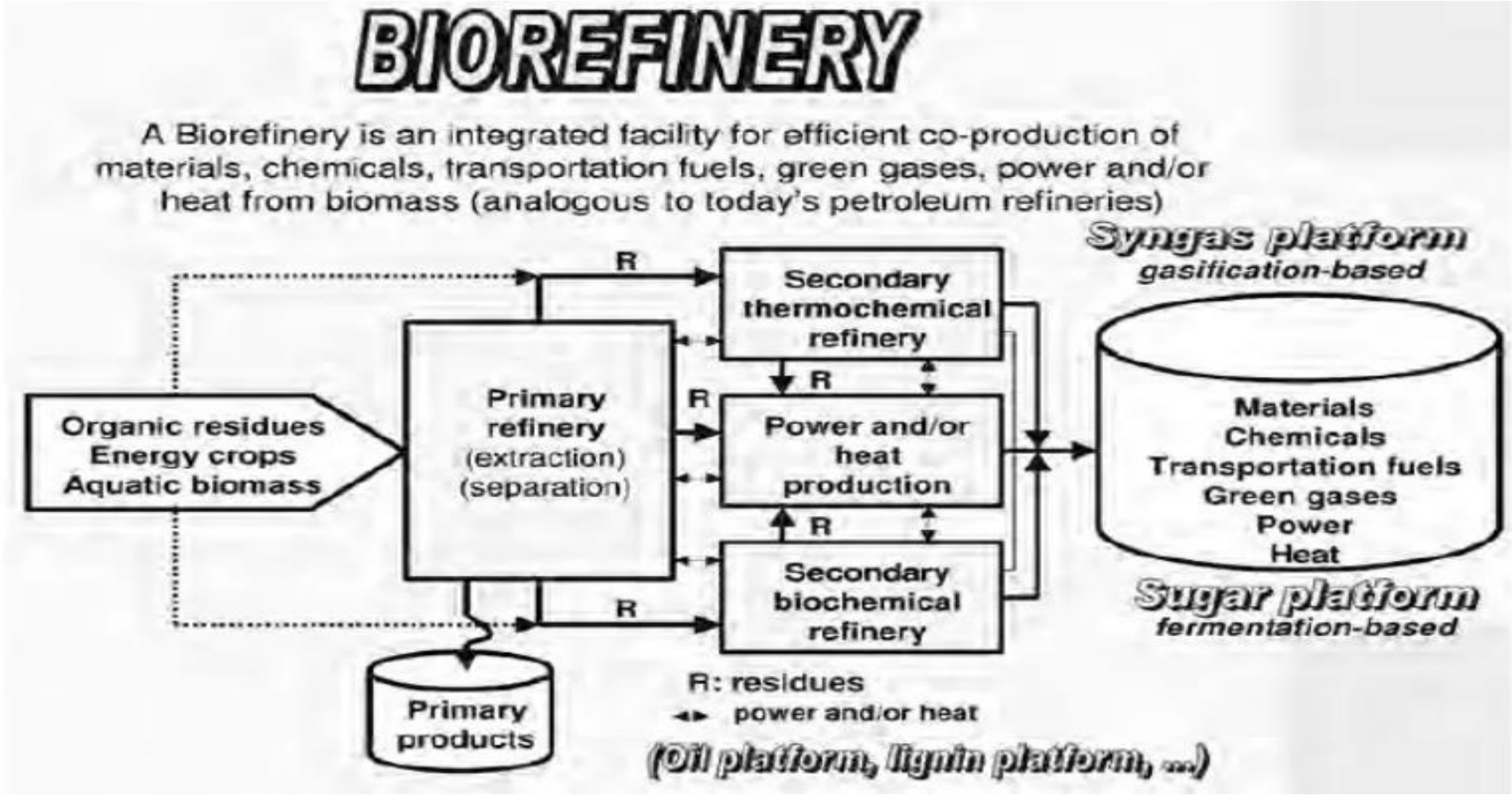
Chemical Transformation in Petrochemical



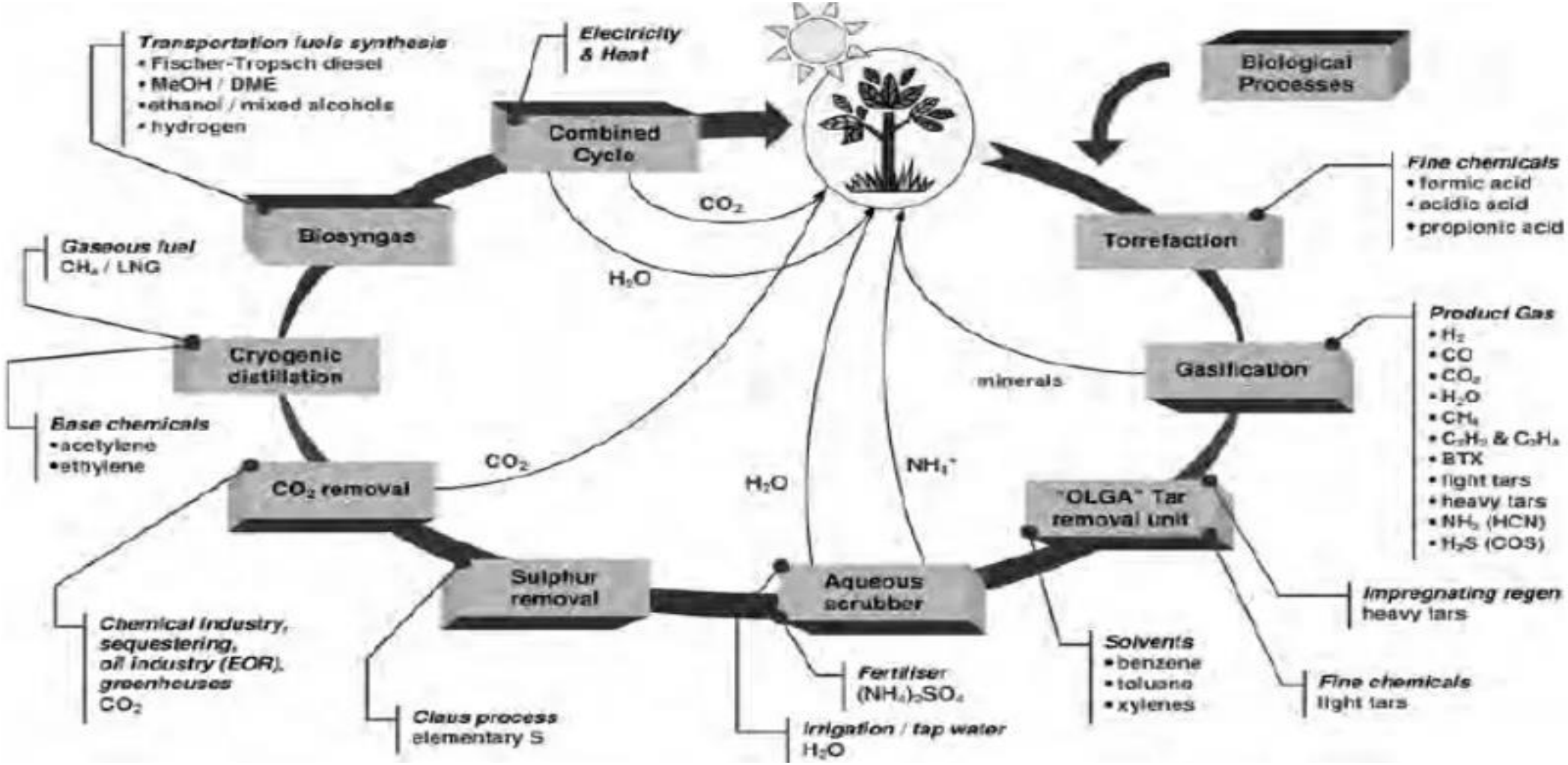
What we have to do as a potential player !!!



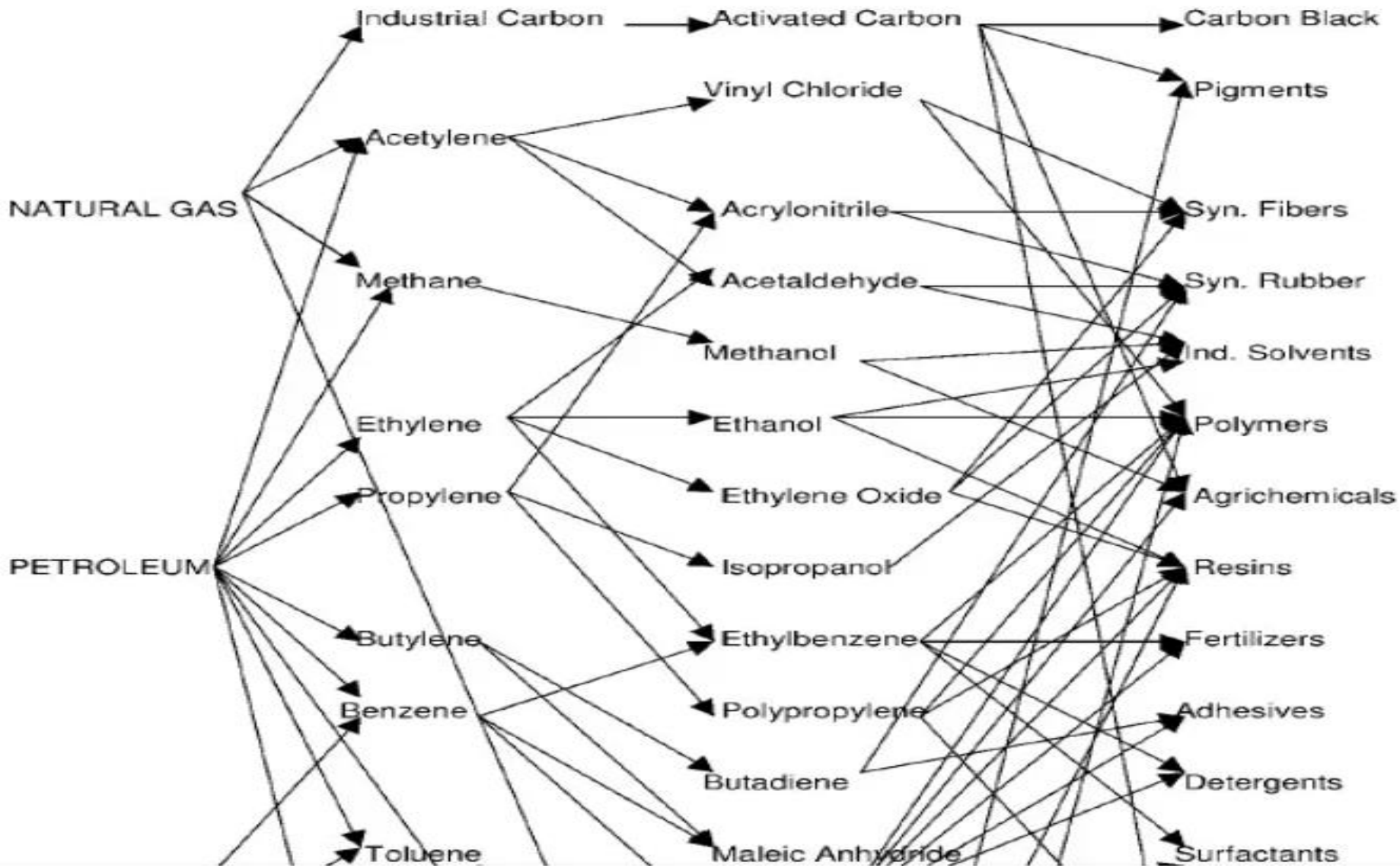
Must be in mind 1: Integrated facilities



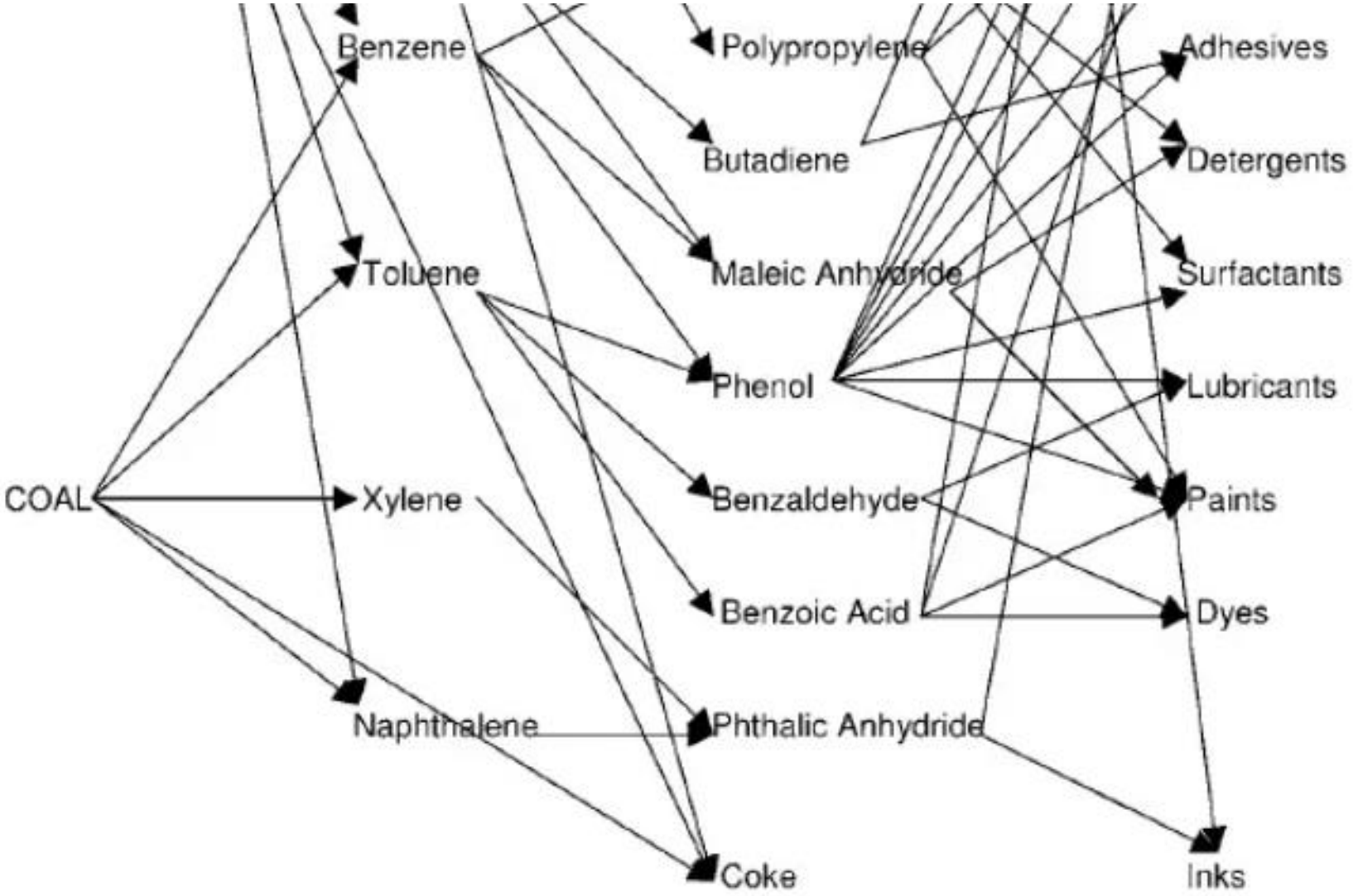
Must be in mind 2: increase financial yield



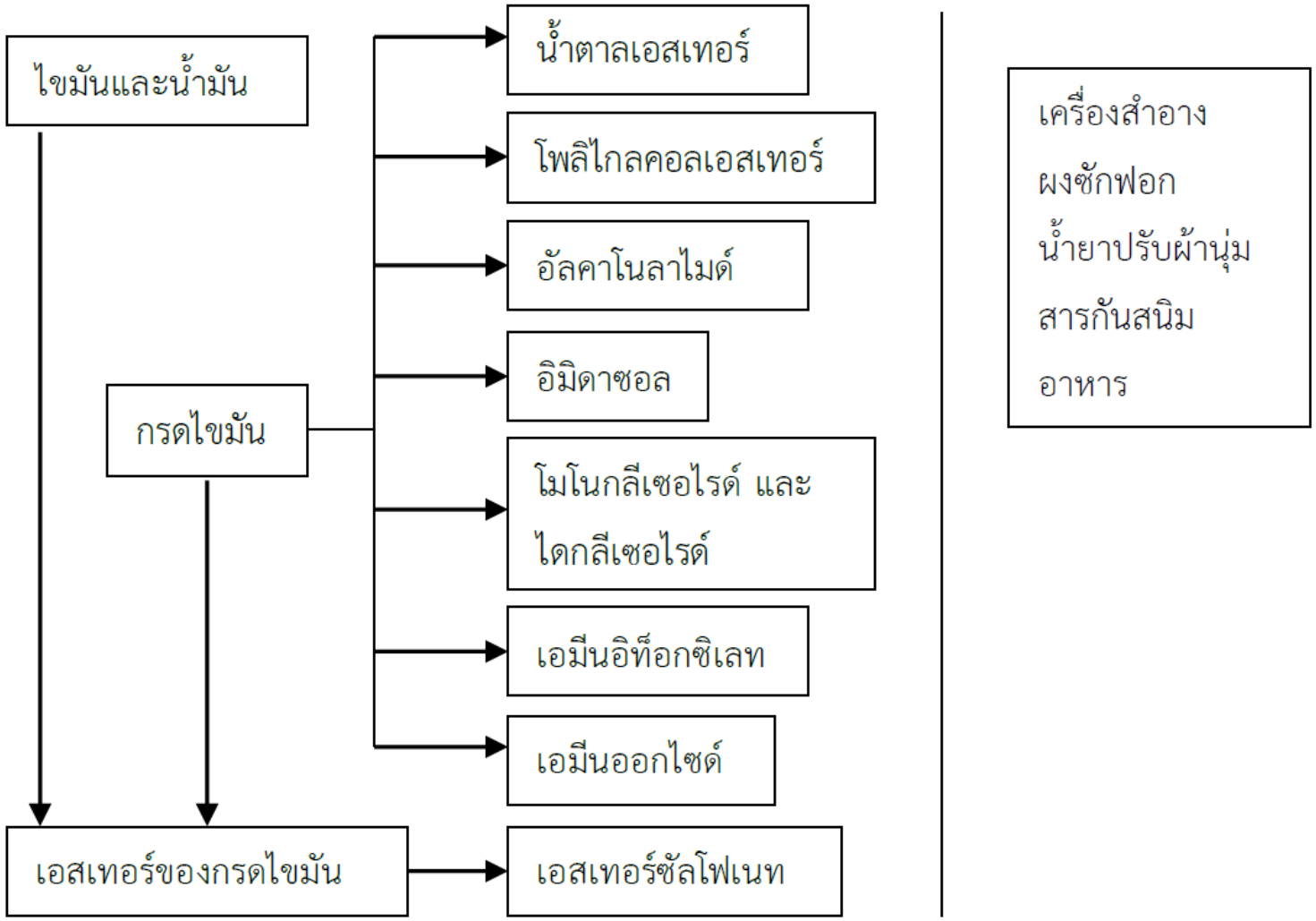
Must be in mind 3: Petro Conversion



Must be in mind 3: Coal conversion

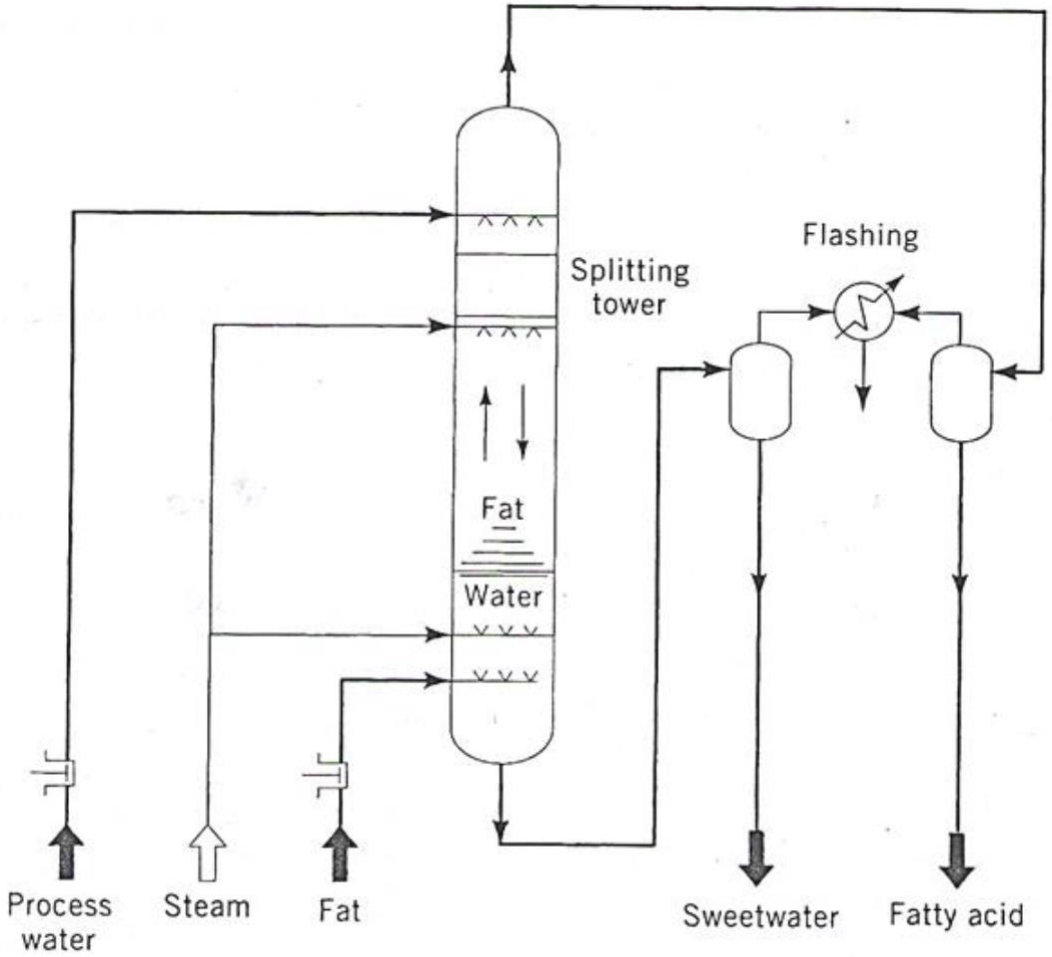


อนุพันธ์ที่สำคัญของกรดไขมันในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมี



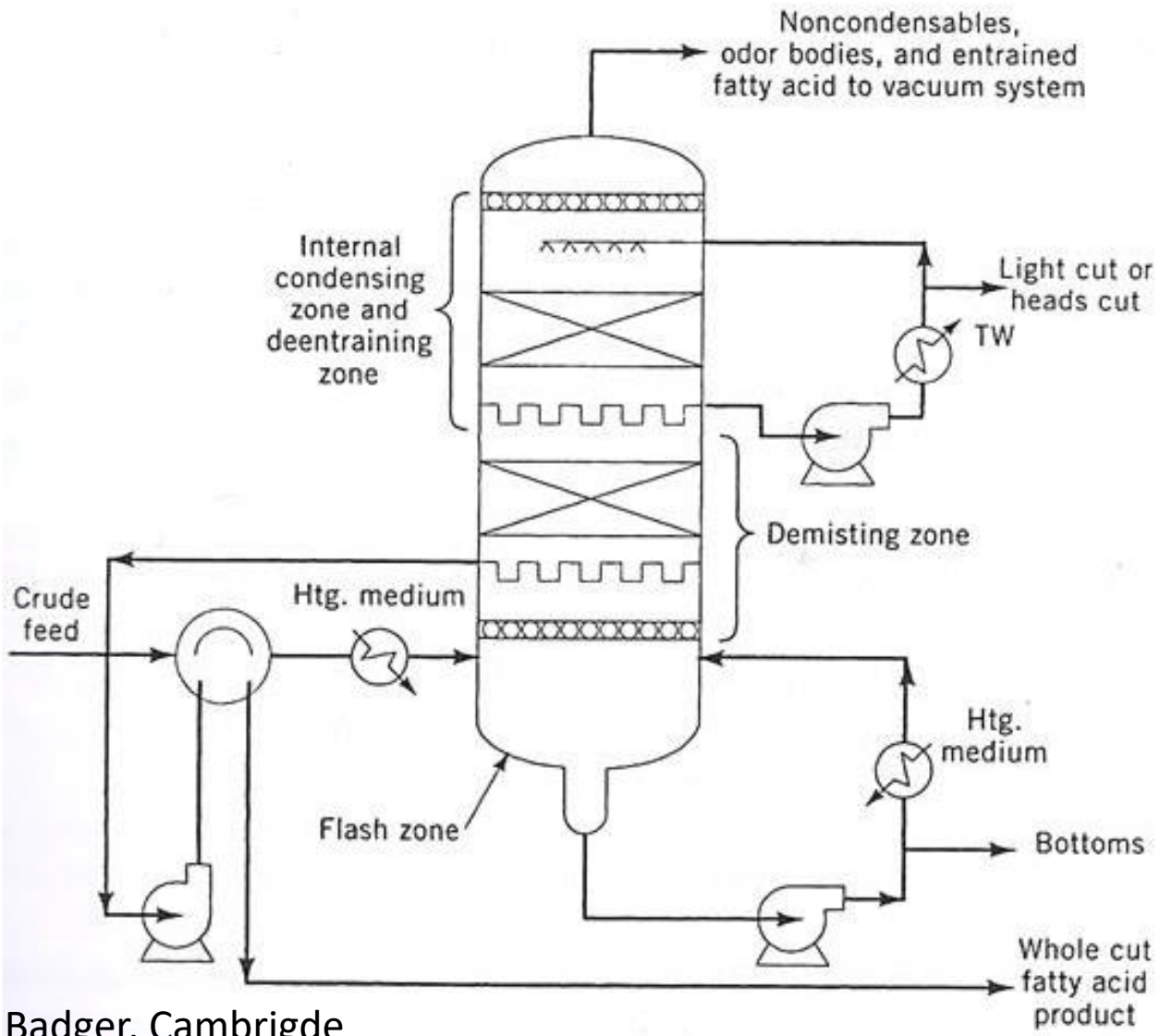
ที่มา: รวบรวมข้อมูลโดยบุรินทร์และคณะ (2560)

เทคโนโลยีการกลั่นแบบต่อเนื่องในกระบวนการผลิตกรดไขมัน



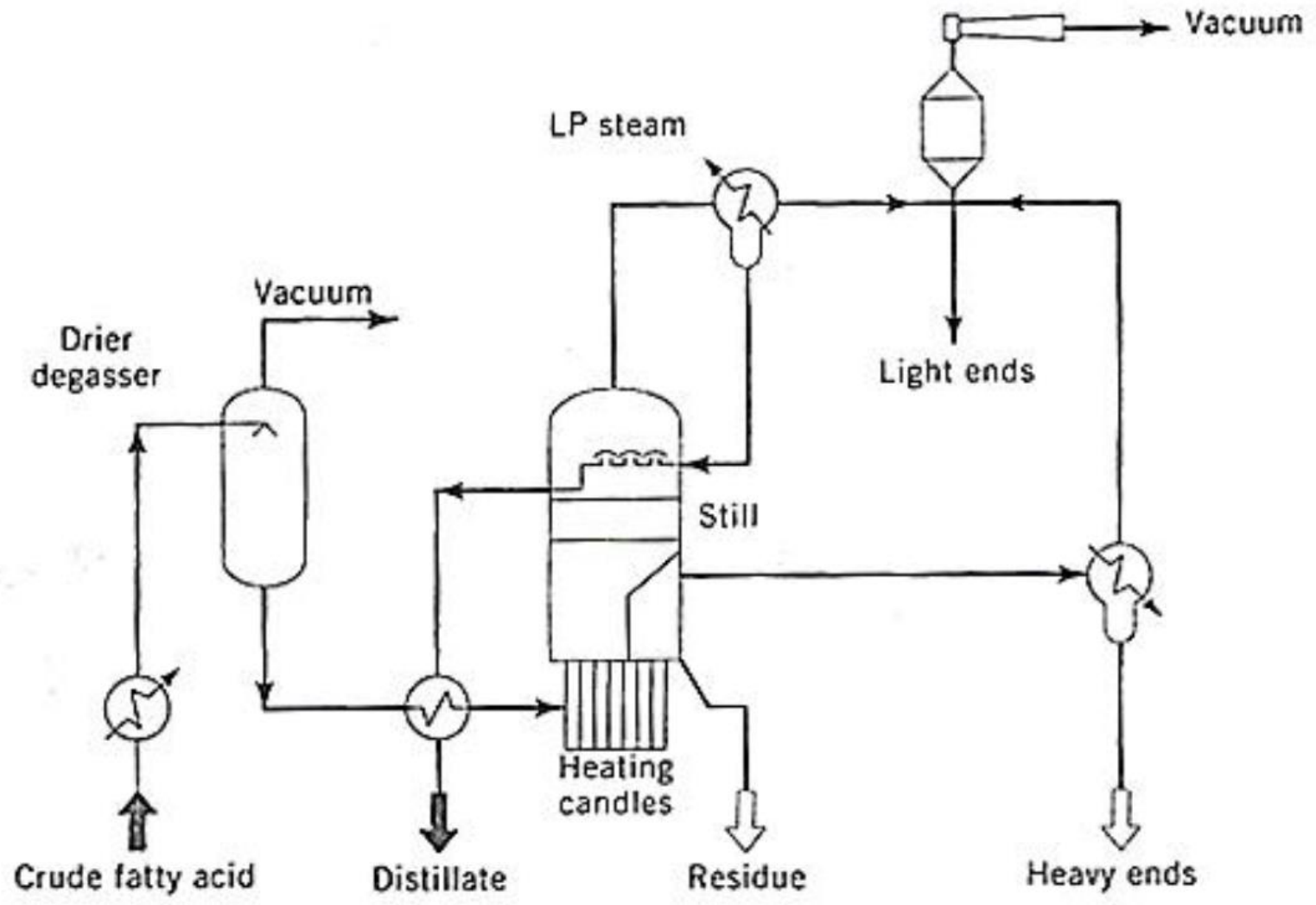
ที่มา: กระบวนการแยกกรดไขมันแบบขั นตอนเดียวของเลอกี เอจี (Lurgi AG)

เทคโนโลยีการกลั่นแบบต่อเนื่องของบริษัท แบดเจอร์ในกระบวนการผลิตกรดไขมัน



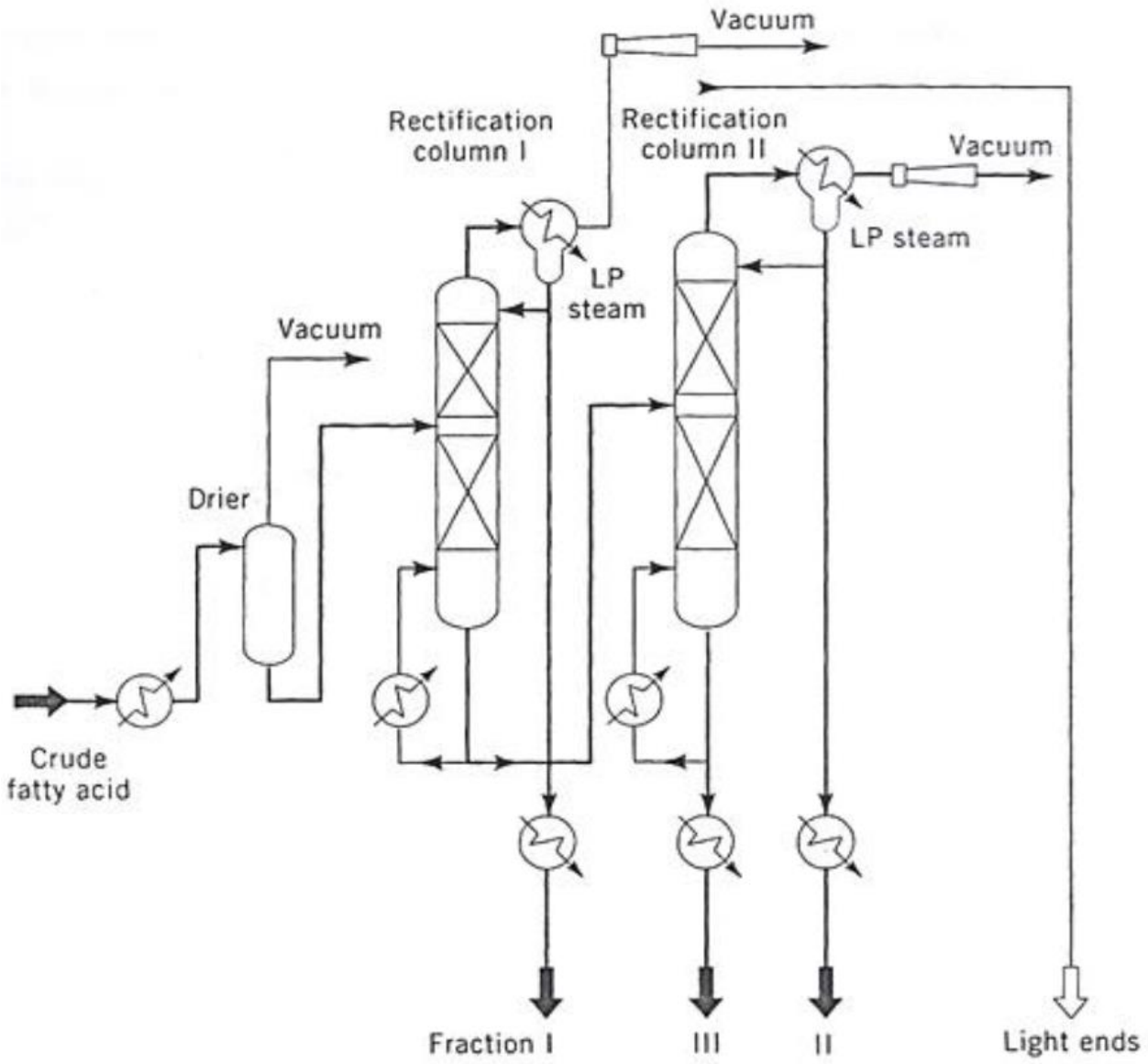
ที่มา: Technology brochure Badger, Cambrigde

เทคโนโลยีการกลั่นแบบต่อเนื่องของบริษัท เลอกี้ ในกระบวนการผลิตกรดไขมัน



ที่มา: บริษัท เลอกี เอจี (Lurgi AG)

กระบวนการกลั่นลำดับส่วนแบบ 2 หอกลั่น ของบริษัท เลอกี้



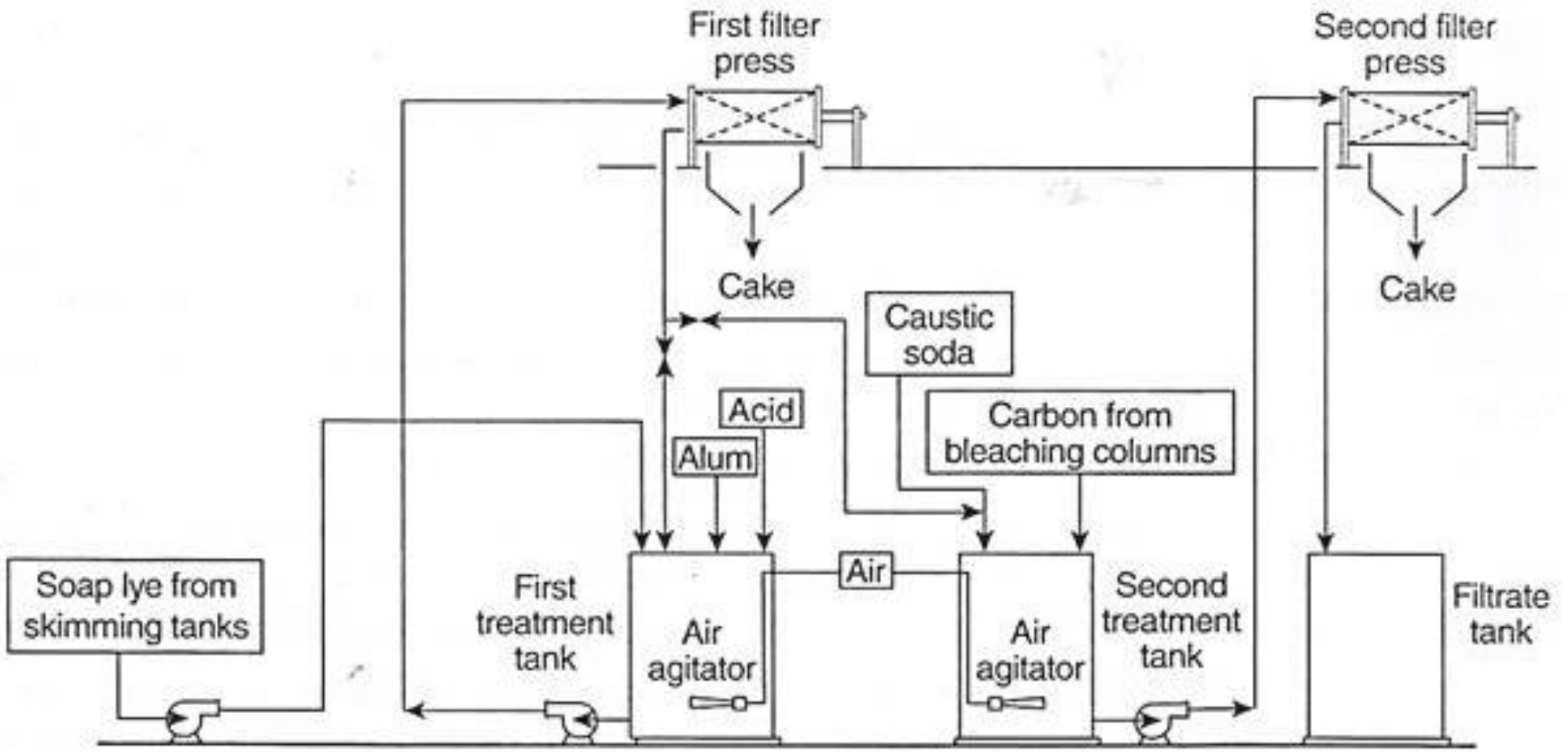
ที่มา: บริษัท เลอกี เอจี (Lurgi AG)

คุณสมบัติของกรดไขมันชนิดต่างๆ ที่ใช้พิจารณาในกระบวนการกลั่นบริสุทธิ์

ชื่อกรดไขมัน	น้ำหนักโมเลกุล	จุดเดือดที่ความดัน 4 มิลลิเมตรปรอท (องศาเซลเซียส)
กรดคาโปรอิก (Caproic acid)	116.16	82.8
กรดคาปริลิก (Caprylic acid)	144.21	109.1
กรดคาปริก (Capric acid)	172.26	132.7
กรดลอริก (Lauric acid)	200.31	154.1
กรดไมริสติก (Myristic acid)	228.36	173.9
กรดปาลมิติก (Palmitic acid)	256.42	192.2
กรดสเตียริก (Stearic acid)	284.47	209.2
กรดโอเลอิก (Oleic acid)	282.5	215
กรดลิโนเลอิก (Linoleic acid)	280.4	-
กรดลิโนเลนิก (Linolenic acid)	278.4	-
กรดอีลิโอสเตียริก (Eleostearic acid)	278.4	235

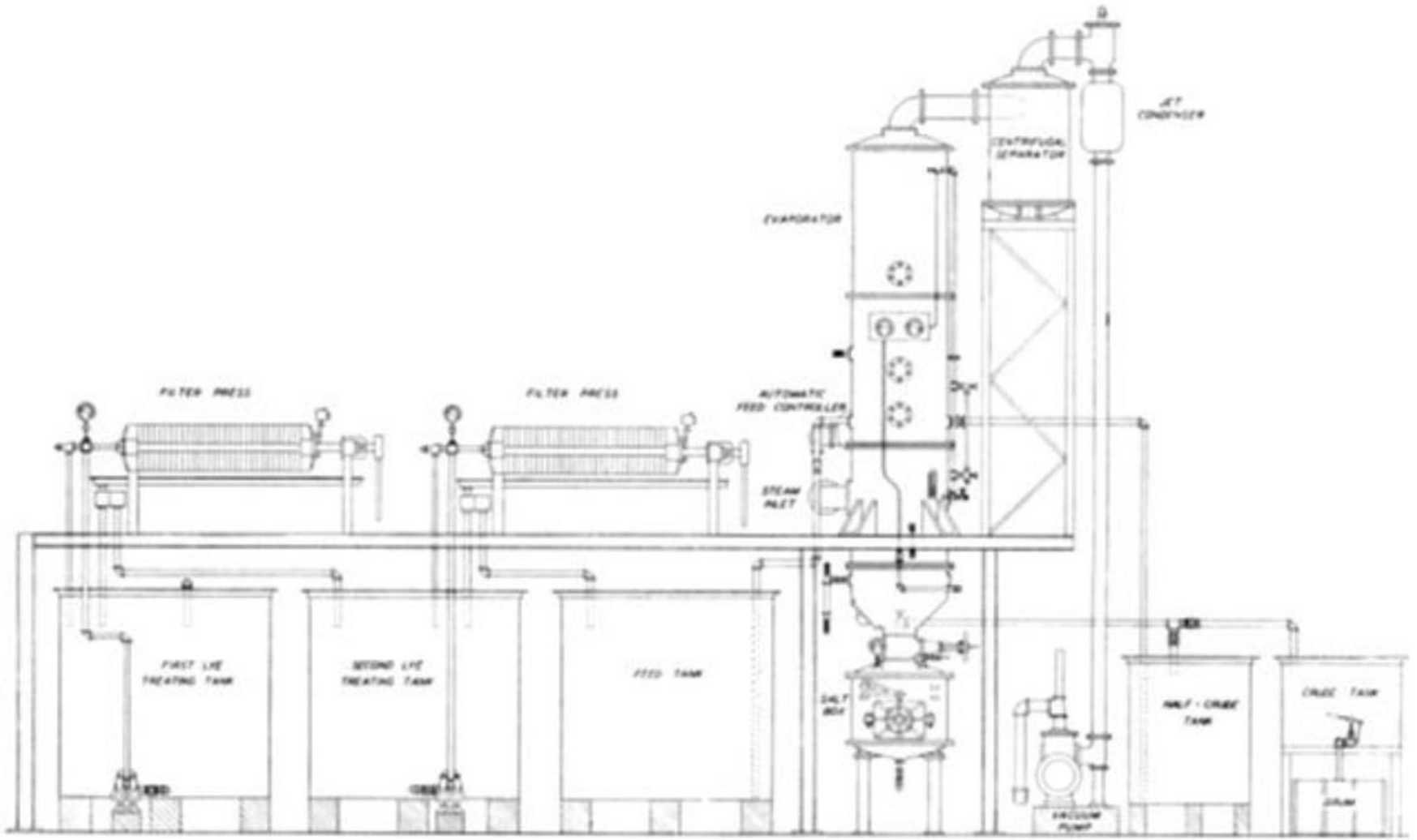
ที่มา: Shahida, 2547

กระบวนการแยกสิ่งเจือปนออกจากวัตถุดิบ



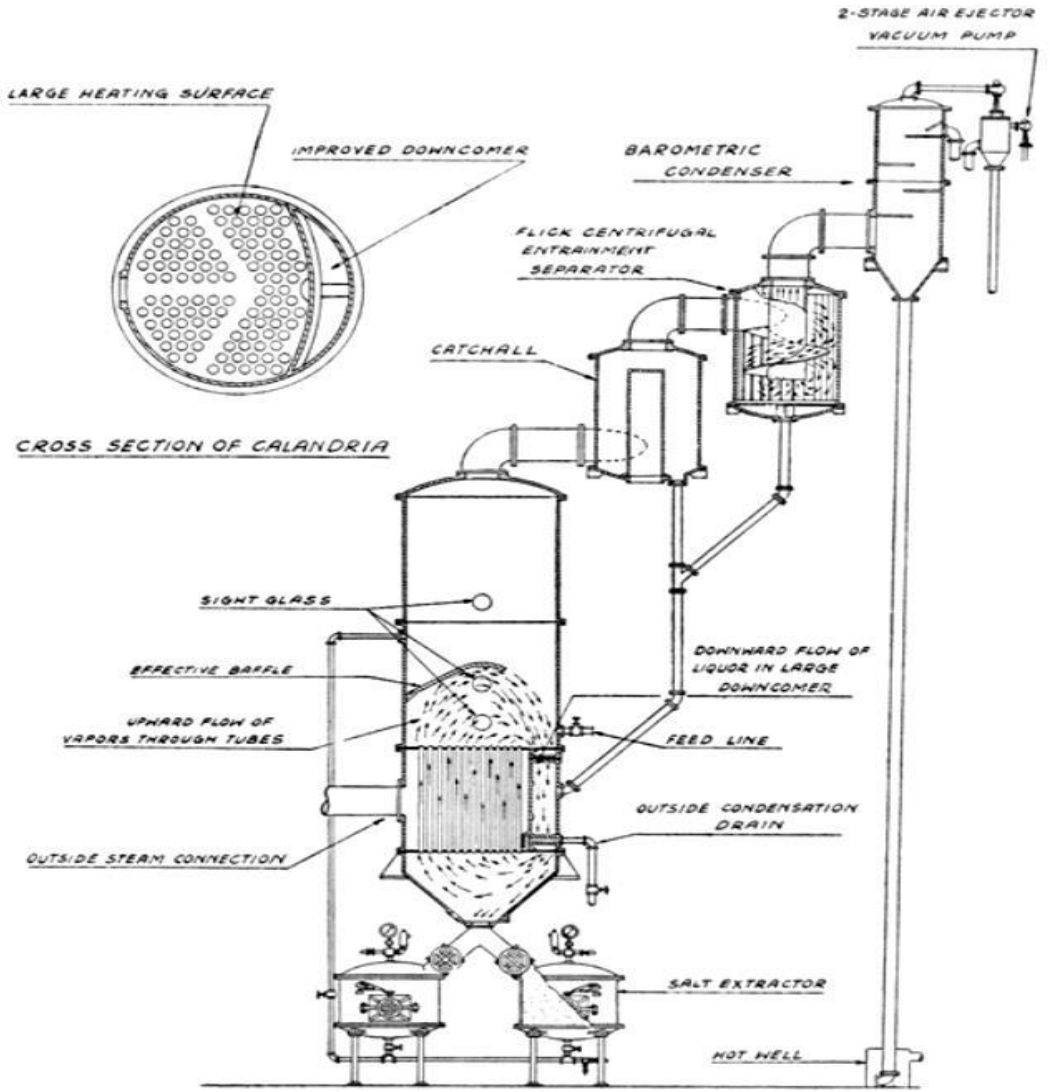
ที่มา: Keith Schroeder, 2549

ขั้นตอนการบำบัดขั้นต้นในการผลิตกลีเซอรีนจากน้ำด่างในอุตสาหกรรมสบู่



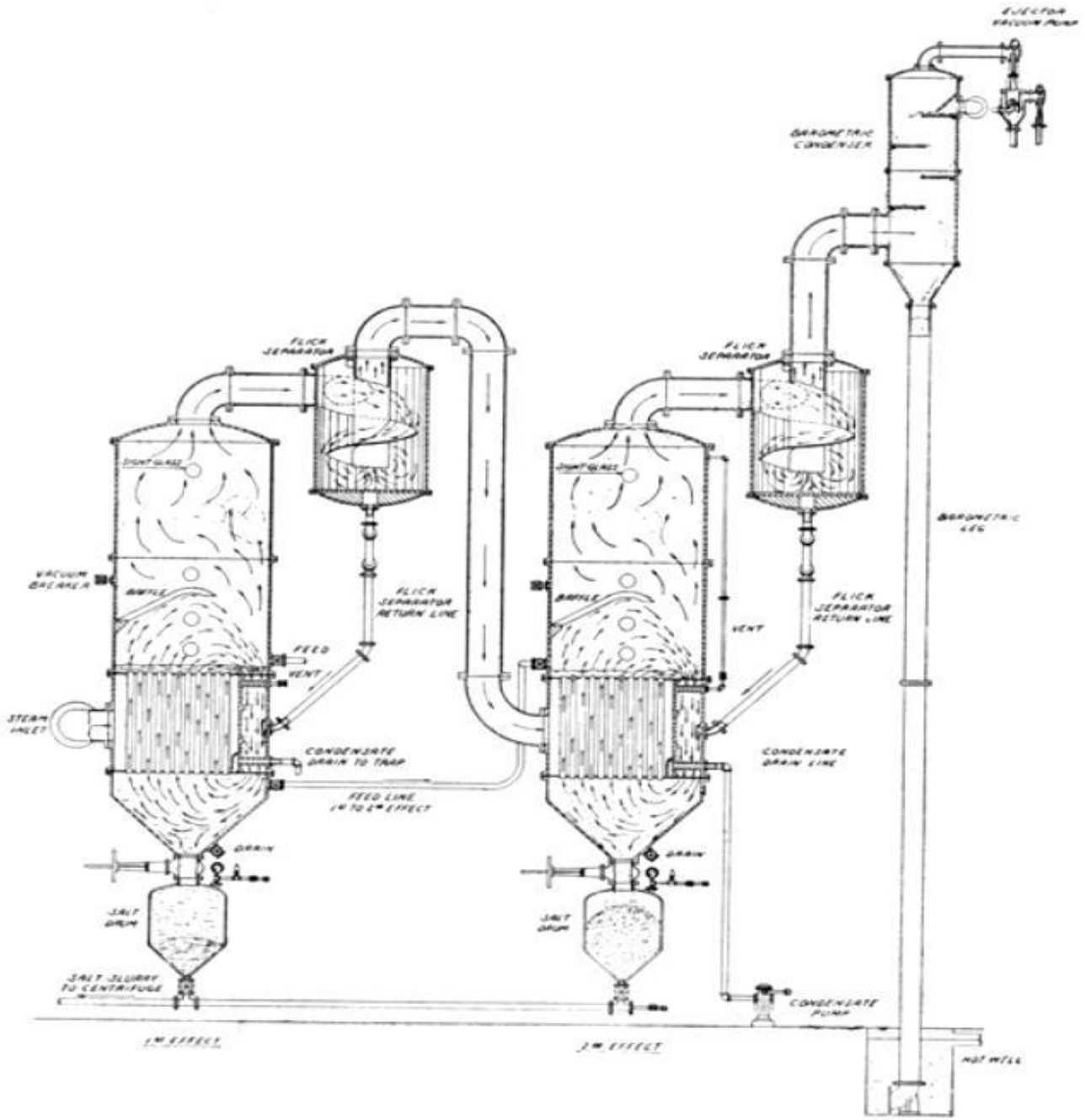
ที่มา: บริษัท ลีเวอร์ บราเธอร์ จ้ากัด (Lever Brothers) ประเทศสหรัฐอเมริกา

แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำให้สารละลายกลีเซอรีนเข้มข้น แบบระเหยครั้งเดียว ที่มีระบบกำจัดผลึกเกลือออกจากสารละลายกลีเซอรีน



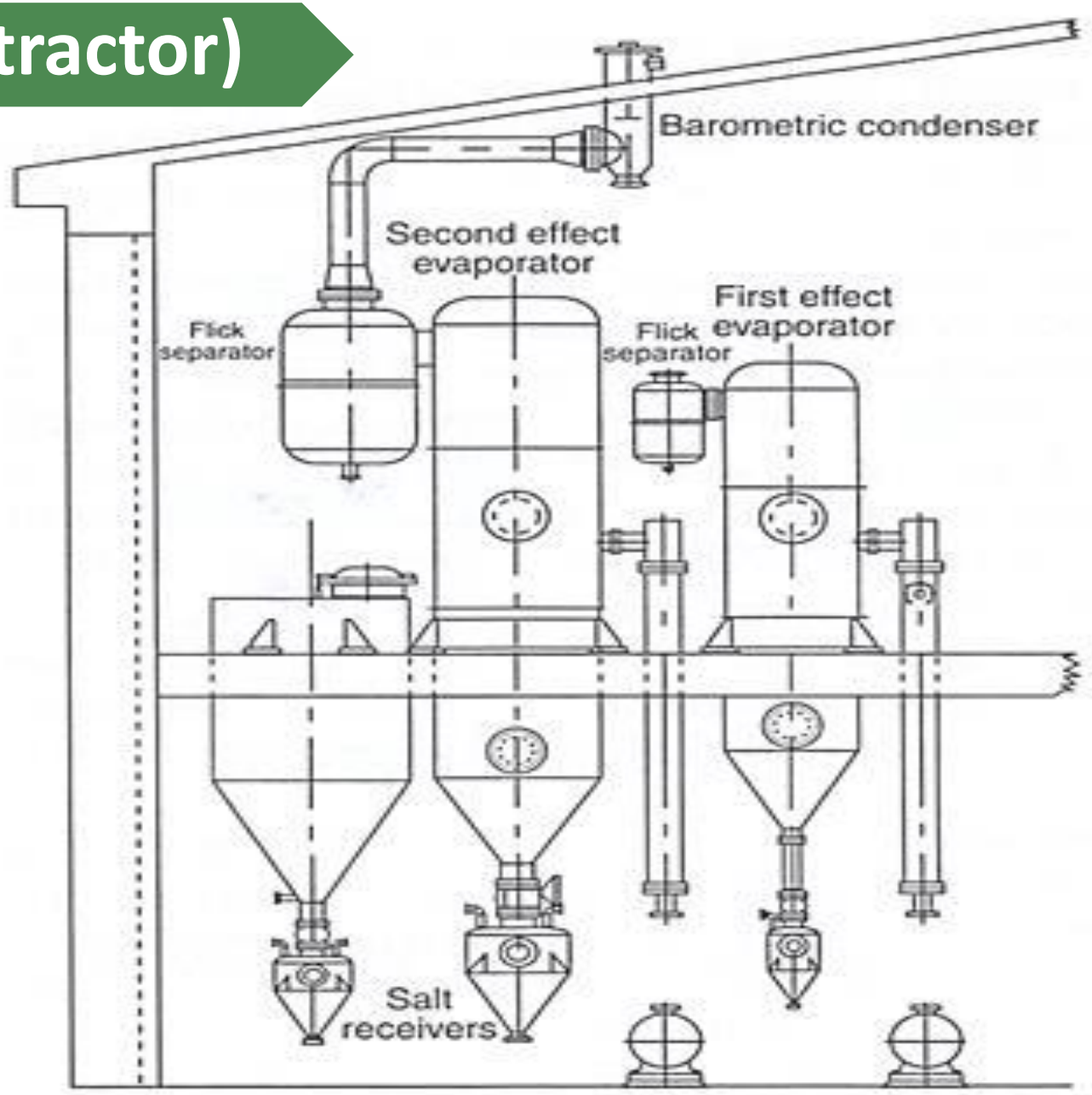
ที่มา: บริษัท ลีเวอร์ บราเธอร์ จ้ากัด (Lever Brothers) ประเทศสหรัฐอเมริกา

แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำให้สารละลายกลีเซอรีนเข้มข้นแบบมีการระเหยสองครั้ง



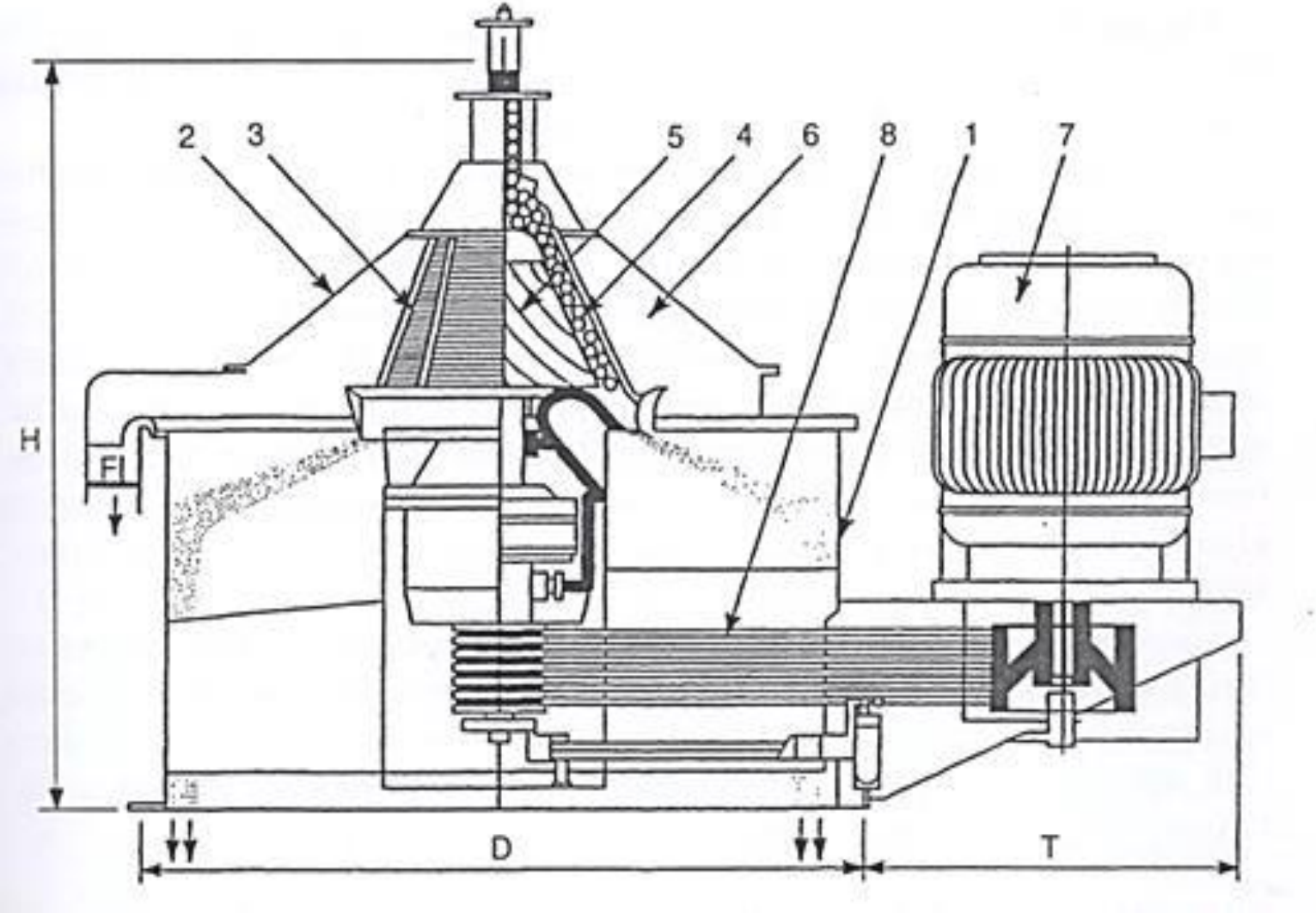
ที่มา: บริษัท ลีเวอร์ บราเธอร์ จ้ากัด (Lever Brothers) ประเทศสหรัฐอเมริกา

เครื่องสกัดแยกเกลือ (Salt extractor)



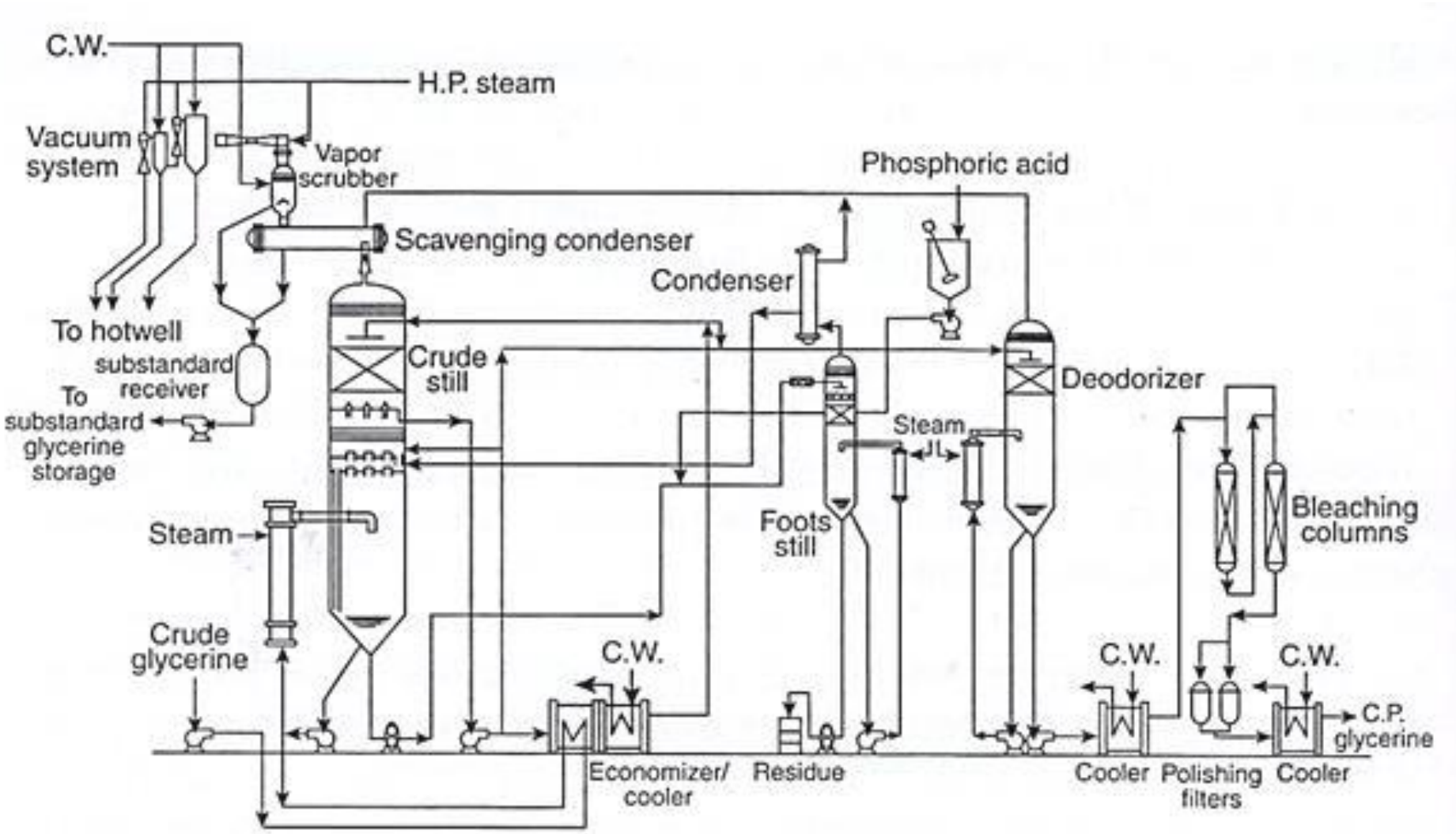
ที่มา: Grown Tron Work Co.

เครื่องจักรที่ทันสมัยแยกเกลือโดยใช้แรงเหวี่ยงแบบต่อเนื่อง



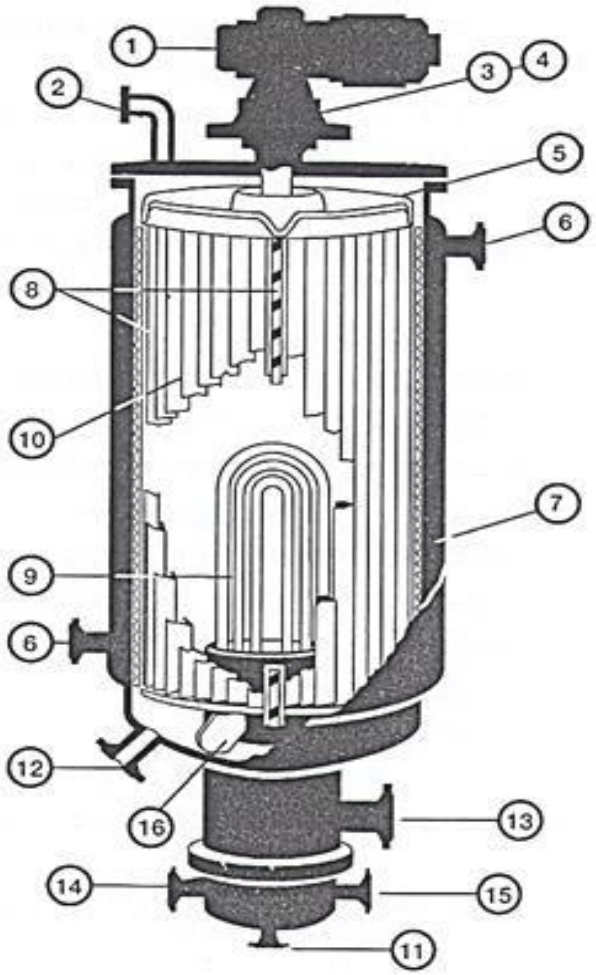
ที่มา: Guinard Centrifugation

กระบวนการกลั่นแบบต่อเนื่อง



ที่มา: Grown Tron Work Co.

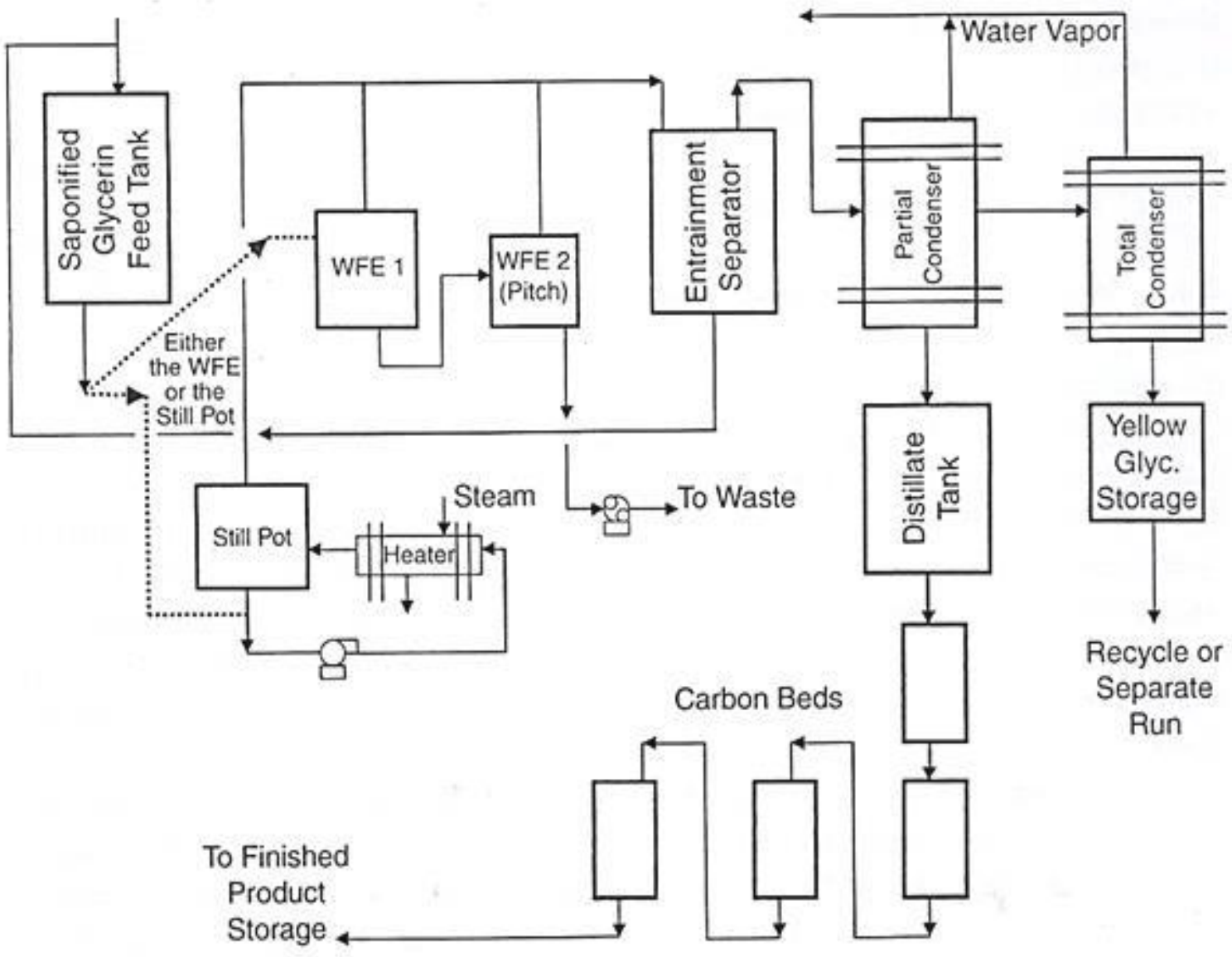
ระบบการกลั่นแบบไวพ์ฟิล์มอิวาโปเรเตอร์ (Wiped film evaporator, WFE)



1. Drive and Motor
2. Feed Inlet
3. Seal Lubricant Outlet
4. Seal Lubricant Inlet
5. Distributor Plate
6. Jacket Connections
7. Heated Wall
8. Wiper Blades
9. Internal Condenser
10. Entrainment Separator (Chevron Style Shown)
11. Distillate Outlet
12. Residue/ Bottoms Outlet
13. Vacuum Outlet
14. Cooling Medium Outlet
15. Cooling Medium Inlet
16. Extruder Blades (Optional)

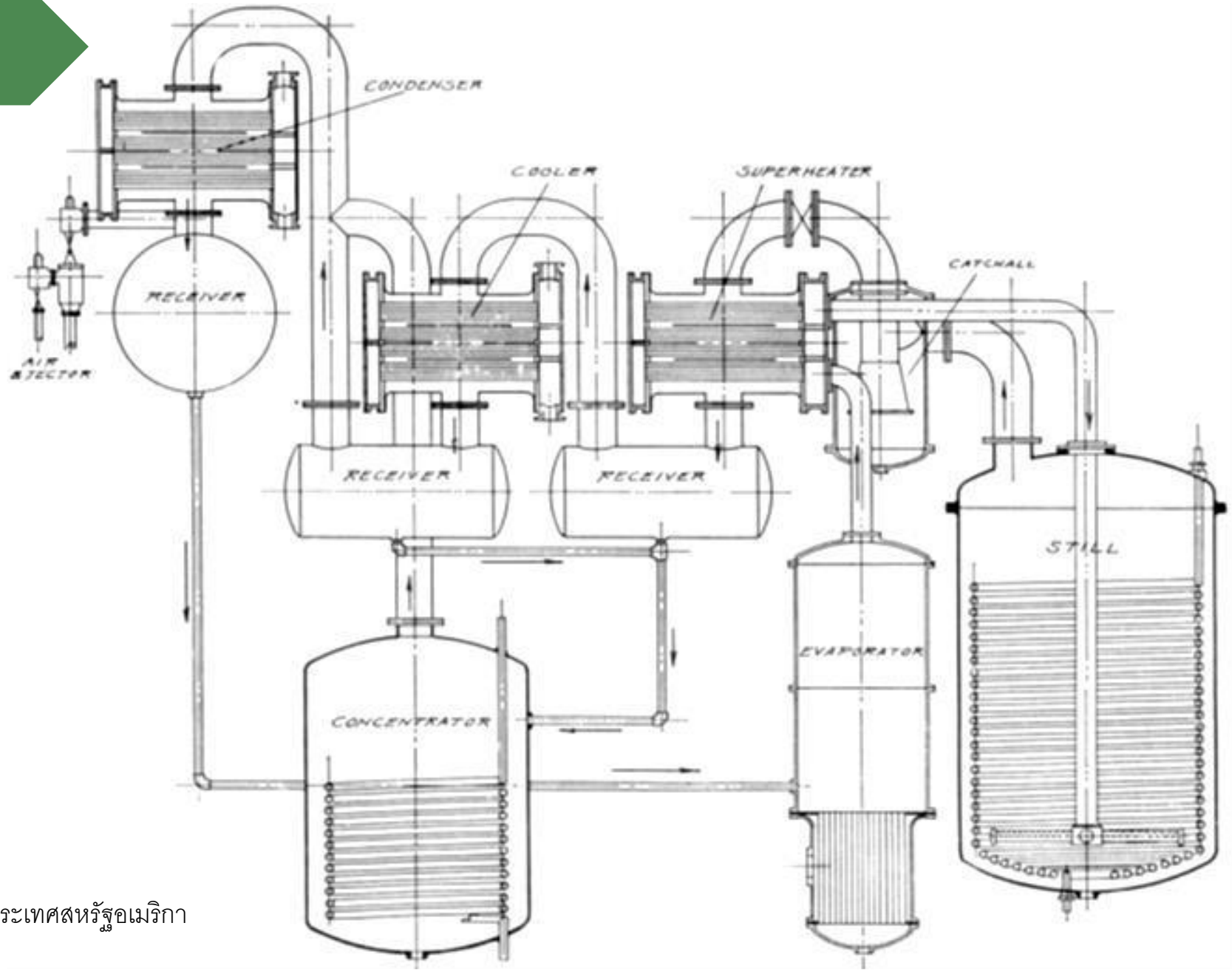
ที่มา: บริษัท ฟาวด์เลอร์ (Pfaudler Corporation)

กระบวนการกลั่นที่ใช้ไวพ์ฟิล์มอิวาโปเรเตอร์ (Wipe film evaporator, WFE)



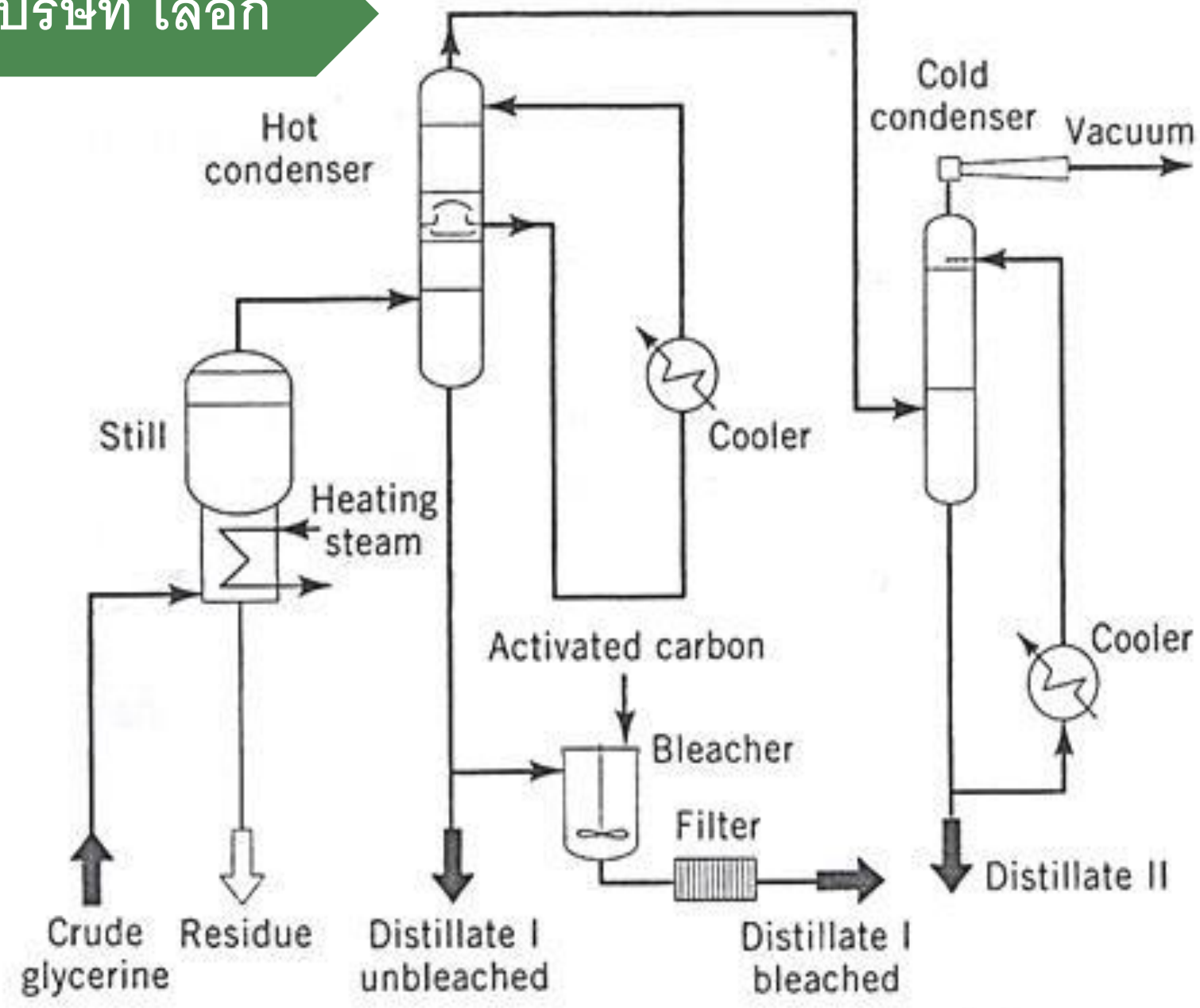
ที่มา: CC Engineering Ltd.

กระบวนการกลั่นกลีเซอรีน



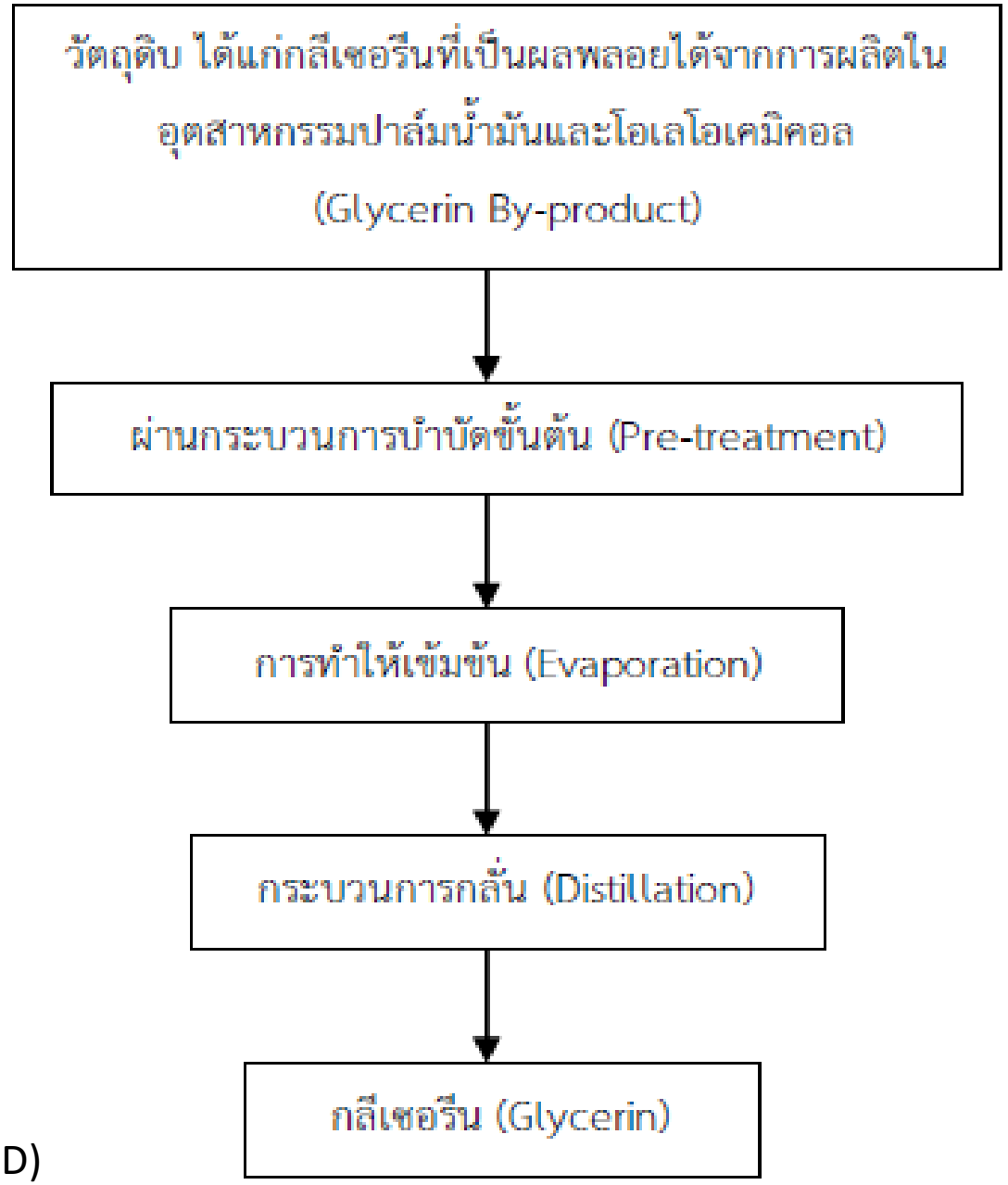
ที่มา: บริษัท ลีเวอร์ บราเธอร์ จ้ากัด (Lever Brothers) ประเทศสหรัฐอเมริกา

กระบวนการกลั่นกลีเซอรีนของบริษัท เลอกี้



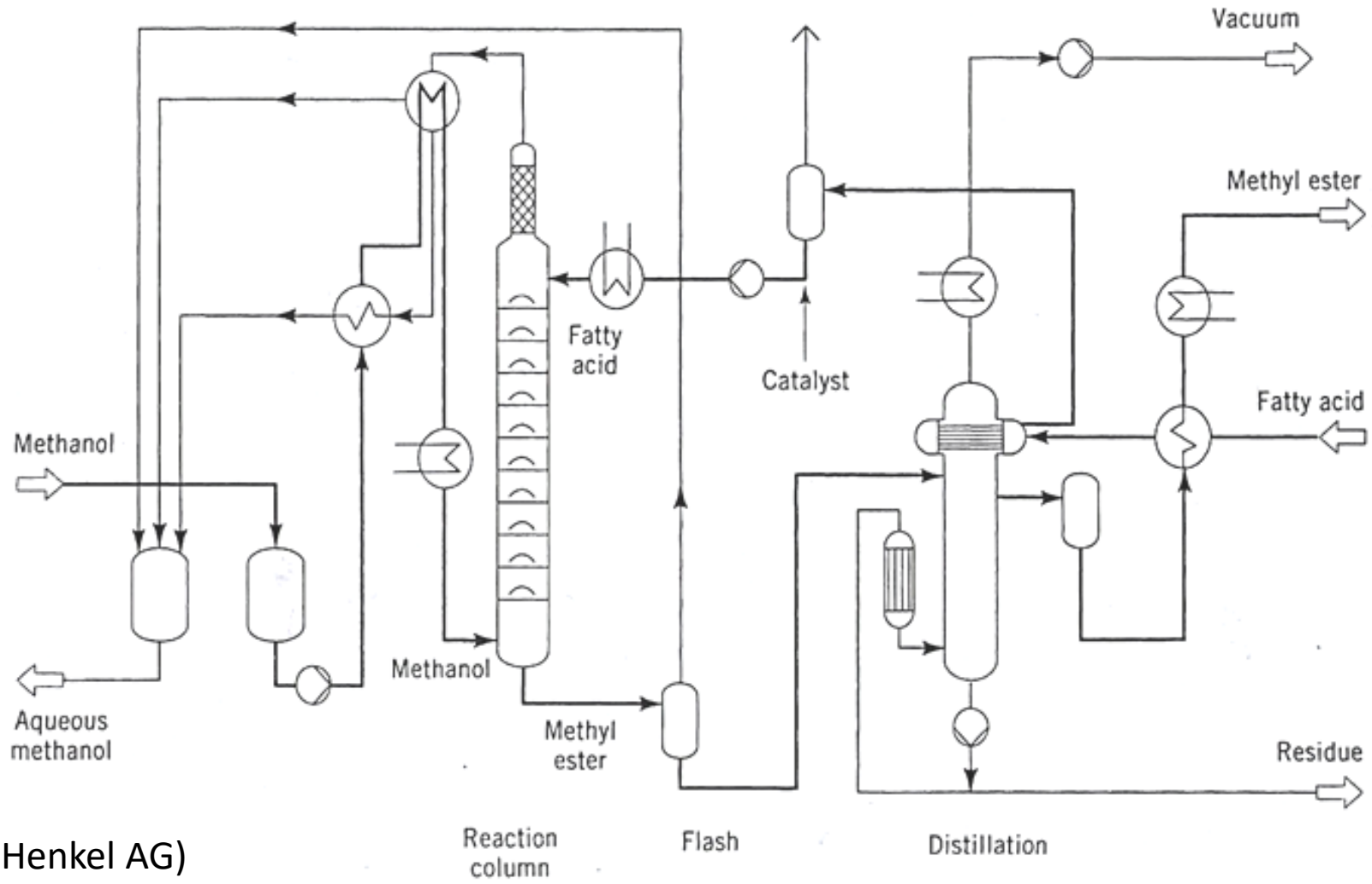
ที่มา: บริษัท เลอกี เอจี (Lurgi AG)

กระบวนการผลิตกลีเซอรีนที่เป็นผลผลิตพลอยได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง



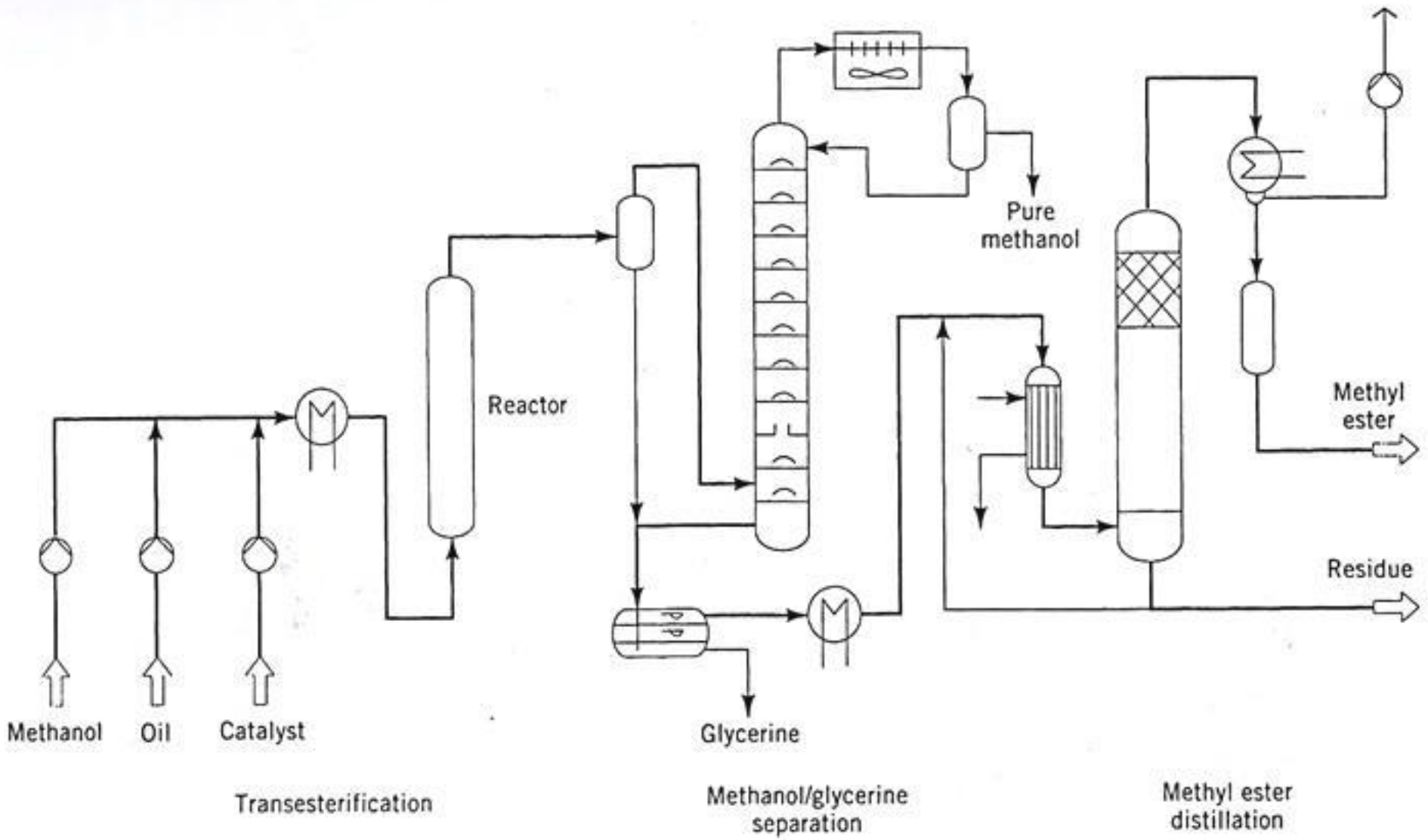
ที่มา: บริษัท แพนเซ็นจูรี่ โอเลโอเคมิคอล (Pan Century Oleo Chemicals SDN.BHD)

กระบวนการผลิตเมทิลเอสเทอร์โดยเอสเทอริฟิเคชั่นของบริษัท เฮนเคล



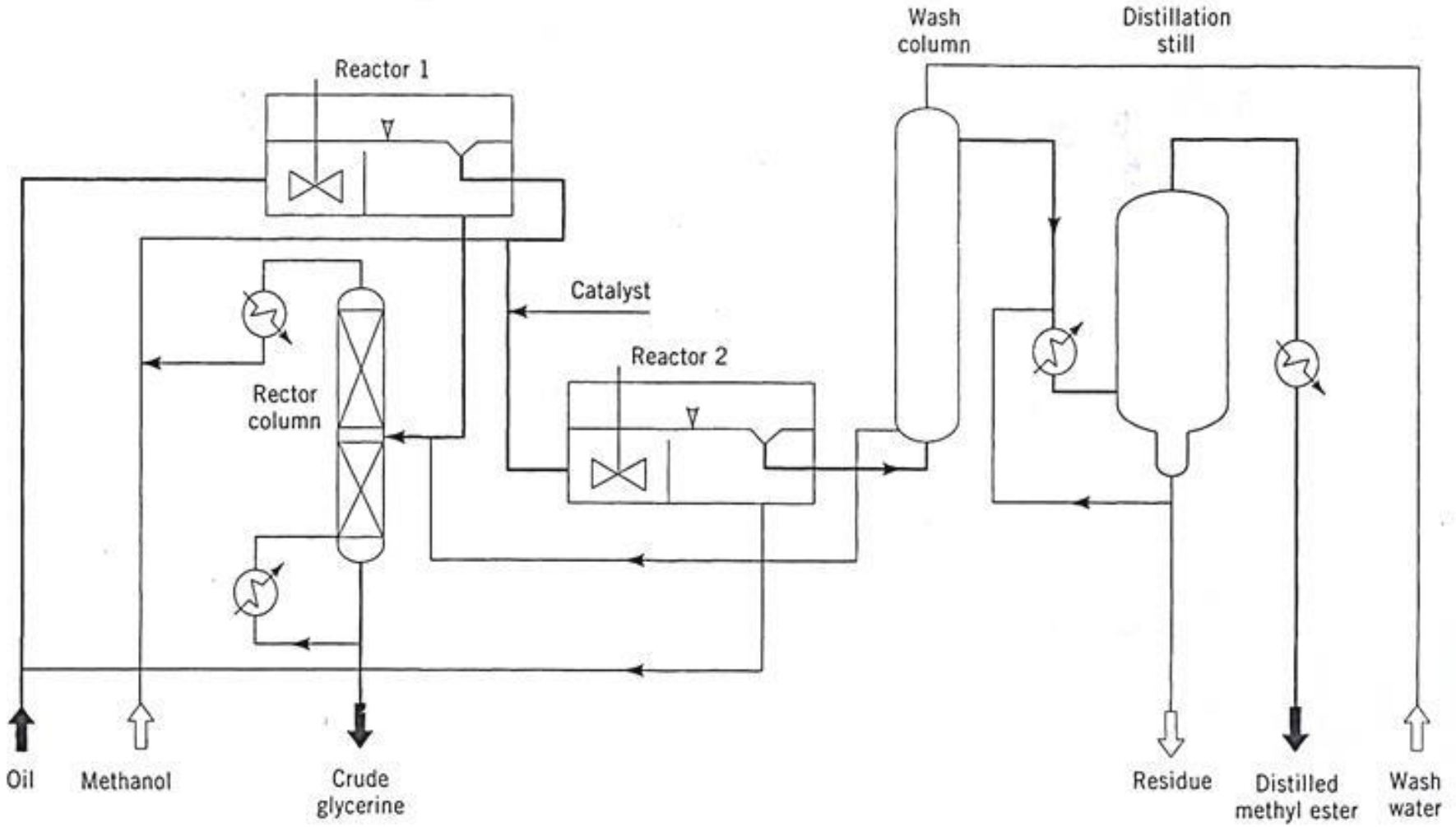
ที่มา: บริษัท เฮนเคล เอจี (Henkel AG)

กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นแบบต่อเนื่องของบริษัท เฮนเคล



ที่มา: บริษัท เฮนเคล เอจี (Henkel AG)

กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นแบบต่อเนื่องของบริษัท เลอกี้



ที่มา: บริษัท เลอกี เอจี (Lurgi AG)

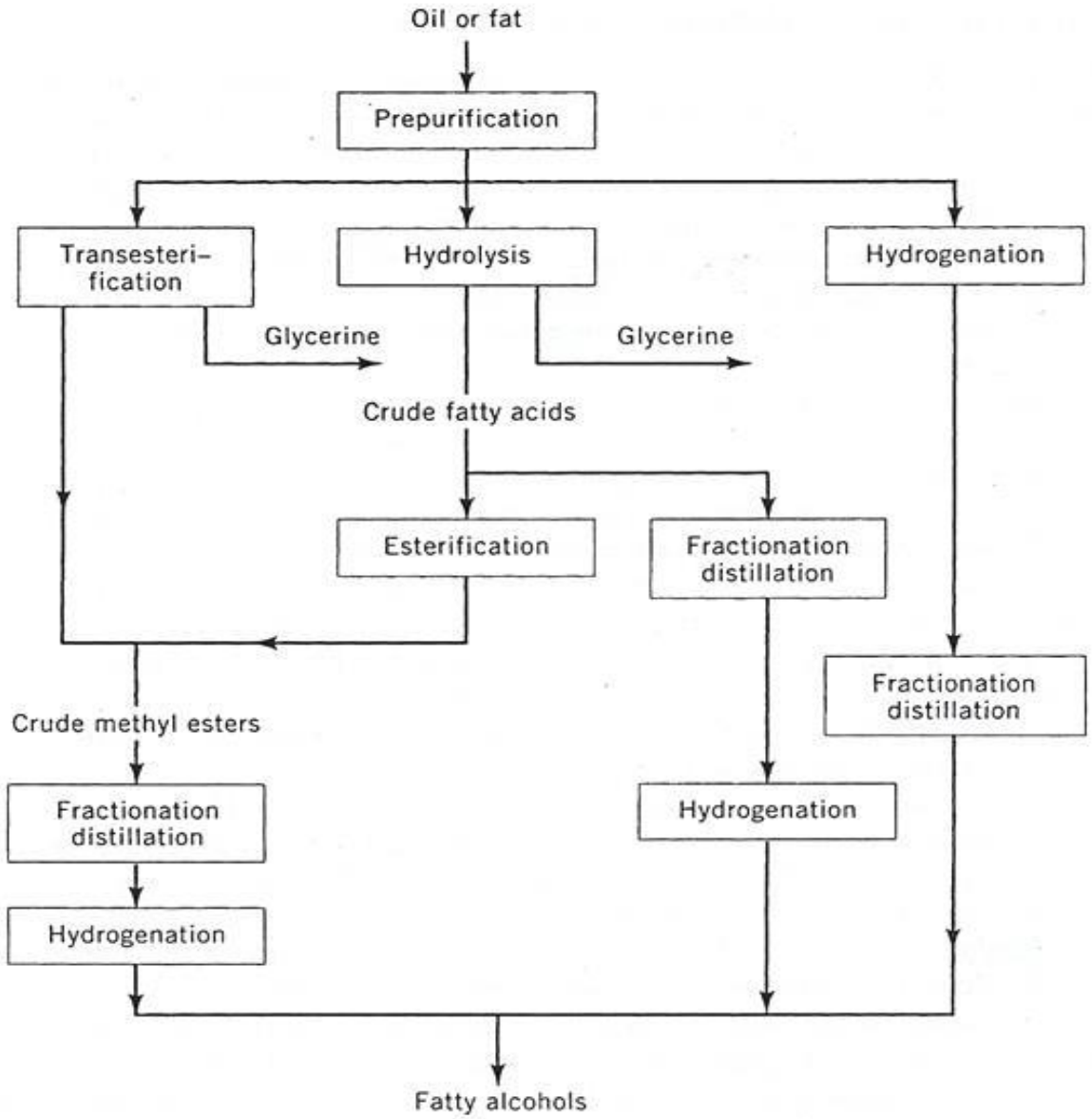
ความต้องการวัตถุดิบ ความสิ้นเปลืองพลังงาน และประสิทธิภาพการผลิต

หน่วย : กิโลกรัม

วัตถุดิบที่ใช้	เจ้าของเทคโนโลยี				
	บีดีที	เลอกี้	เอ็มเอ็นพี	ไอเอยูนิฟ	จีเอฟบี
น้ำมันพืช	1,035	1,000	1,012	1,018	1,000
เมทานอล	138	96	99	103	86
ตัวเร่งปฏิกิริยา	10	5	-	32	32
น้ำ	-	-	-	-	106
รวม	**1,183**	**1,101**	**1,111**	**1,153**	**1,224**
ผลผลิตที่ได้					
เมทิลเอสเทอร์	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
กลีเซอรีนดิบ	183	128	100	140	245
กลีเซอรีน เกรด ยูพีเอส	-	93	-	-	-
กลีเซอรีน 100%	-	5	-	-	-
รวมผลผลิต	**1,183**	**1,226**	**1,100**	**1,140**	**1,245**

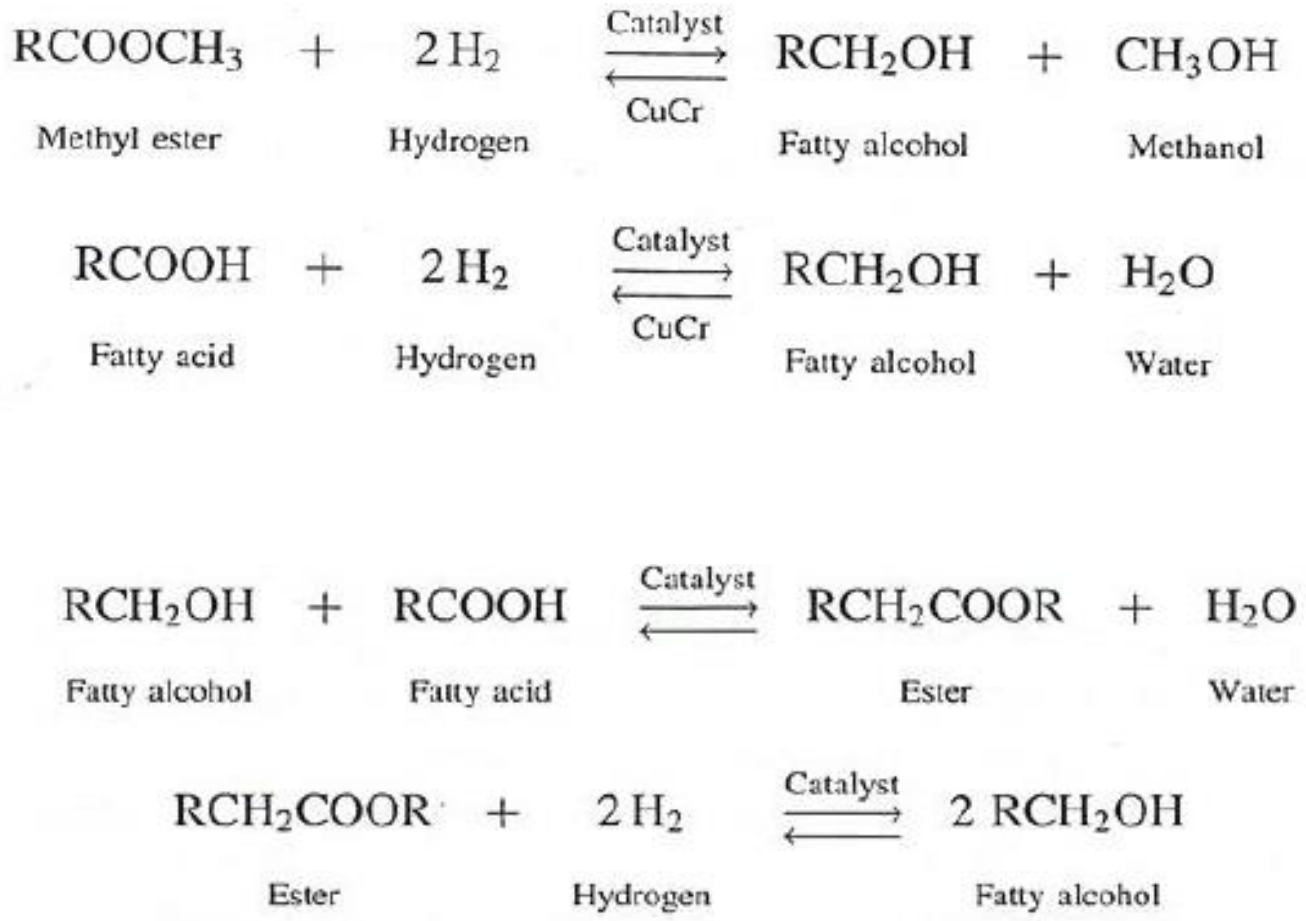
ที่มา: บีฟิว คานาดา คอร์ปอเรชั่น, กรกฎาคม 2550

กระบวนการผลิตแฟตตี้แอลกอฮอล์ของบริษัท เฮนเคล



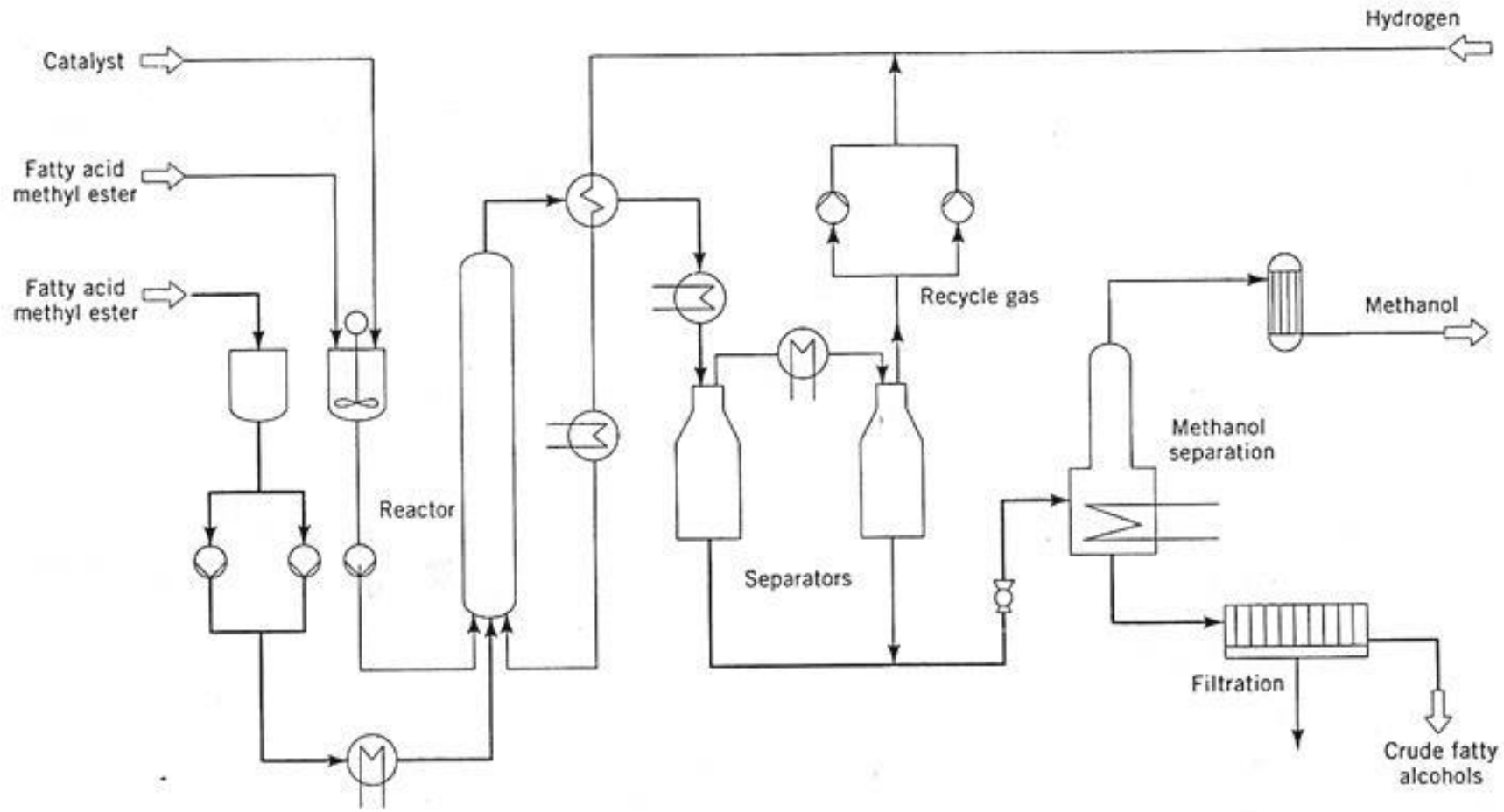
ที่มา: Gregorio C. Gervajio, 2549

กระบวนการเกิดปฏิกิริยา ทั้งจากการใช้เอสเทอร์และกรดไขมันเป็นวัตถุดิบตั้งต้น



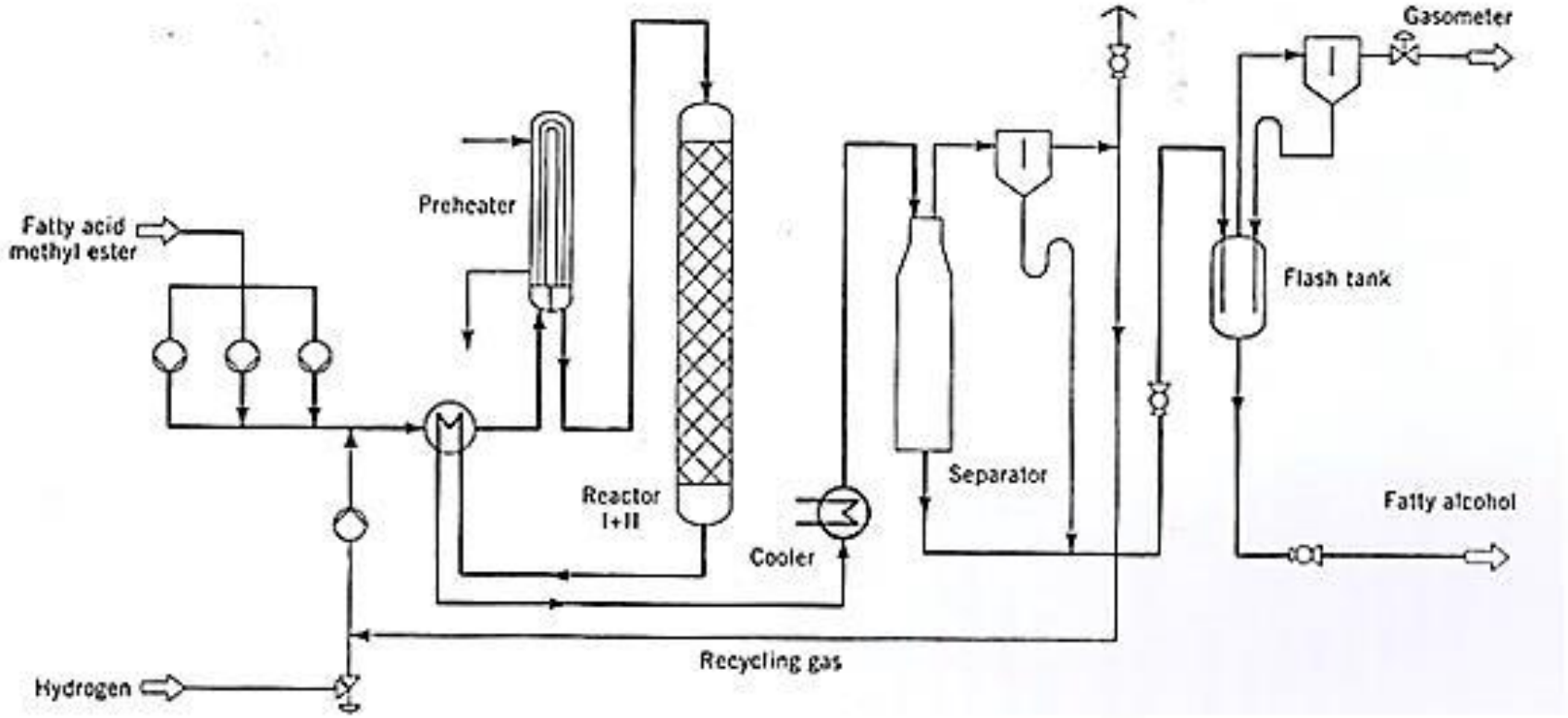
ที่มา: Technology brochure Badger, Cambrigde

กระบวนการแบบซัสเปนชั่น (Suspension process)



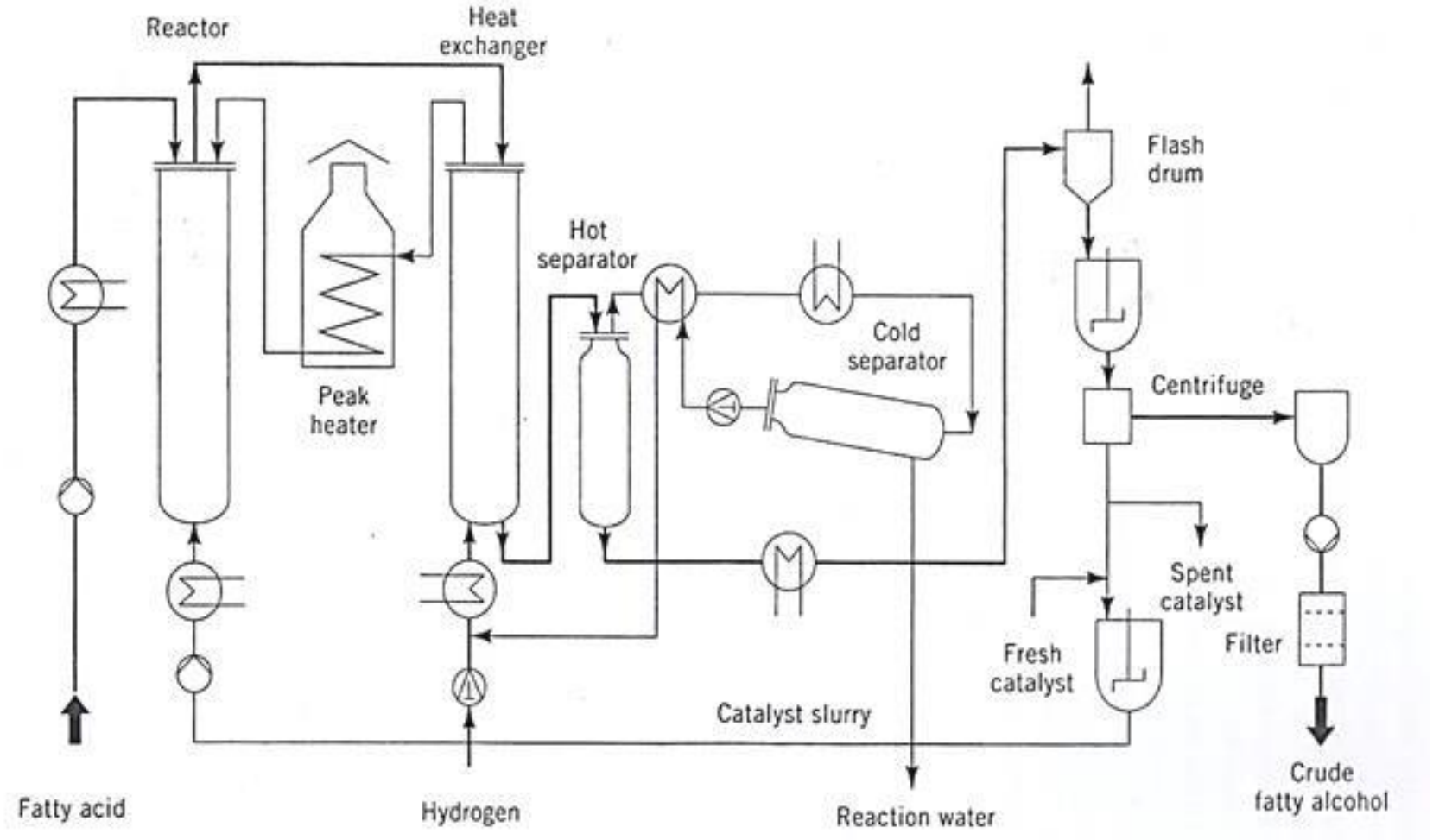
ที่มา: Gregorio C. Gervajio, 2549

กระบวนการแบบฟิกส์เบด (**Fixed bed process**)



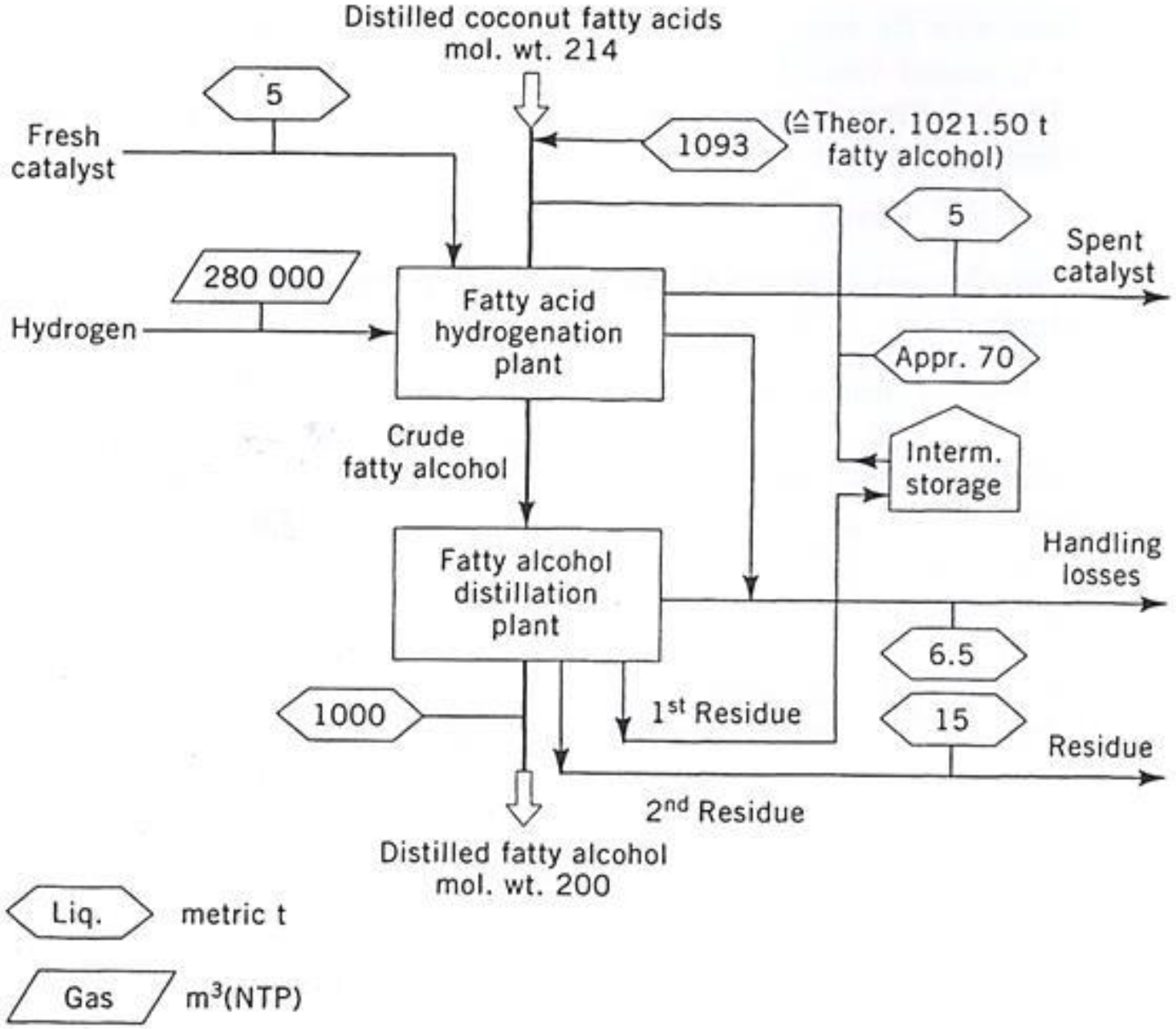
ที่มา: Gregorio C. Gervajio, 2549

กระบวนการผลิตแฟตตี้แอลกอฮอล์จากกรดไขมันโดยตรงของบริษัท เลอกี้



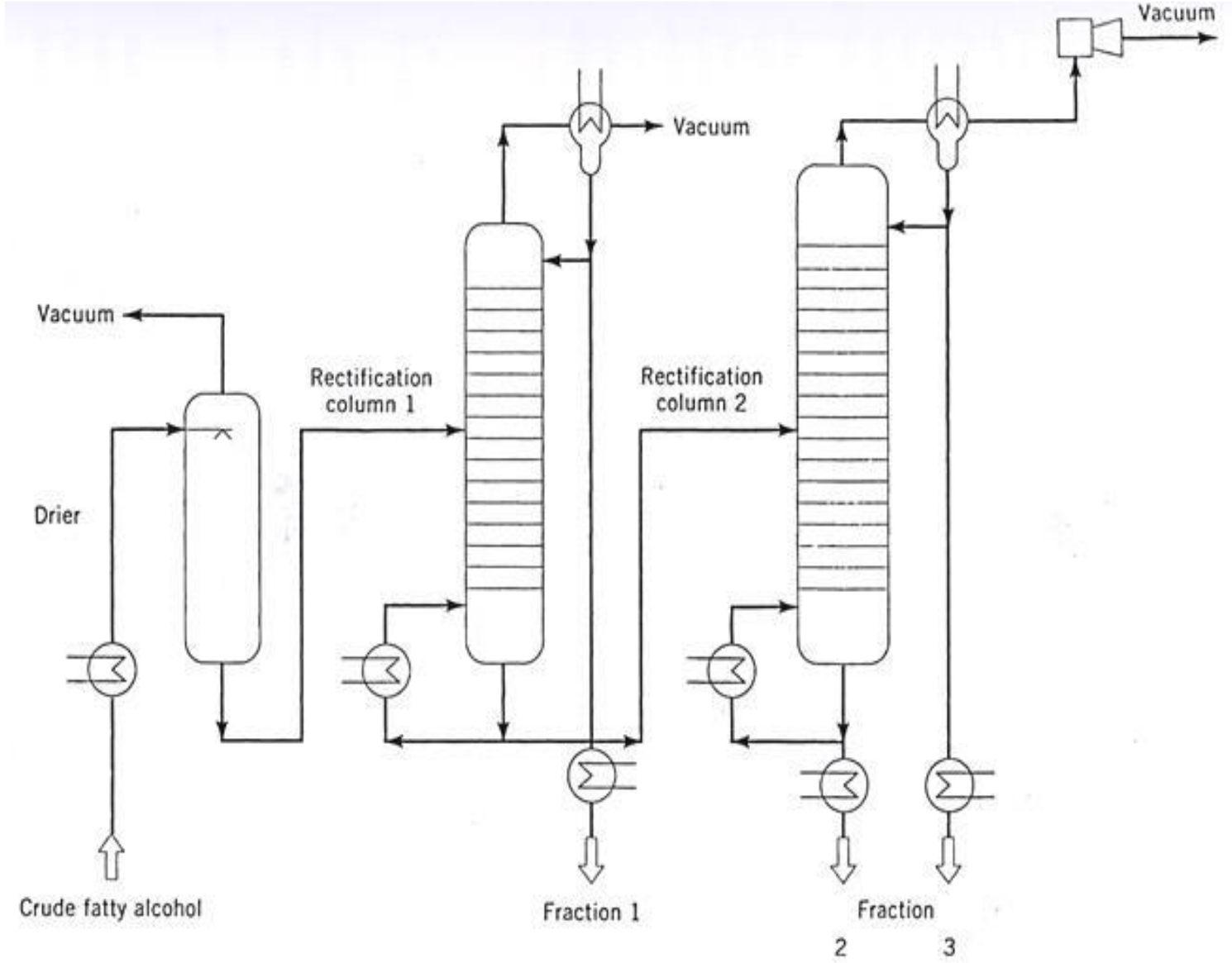
ที่มา: บริษัท เลอกี เอจี (Lurgi AG)

สมดุลมวลของการผลิตแฟตตี้แอลกอฮอล์ 1,000 ตัน โดยใช้กรดไขมันที่ได้จากน้ำมันมะพร้าวเป็นวัตถุดิบ



ที่มา: Gregorio C. Gervajio, 2549

กระบวนการกลั่นลำดับส่วนเพื่อผลิตแฟตตี้แอลกอฮอล์บริสุทธิ์



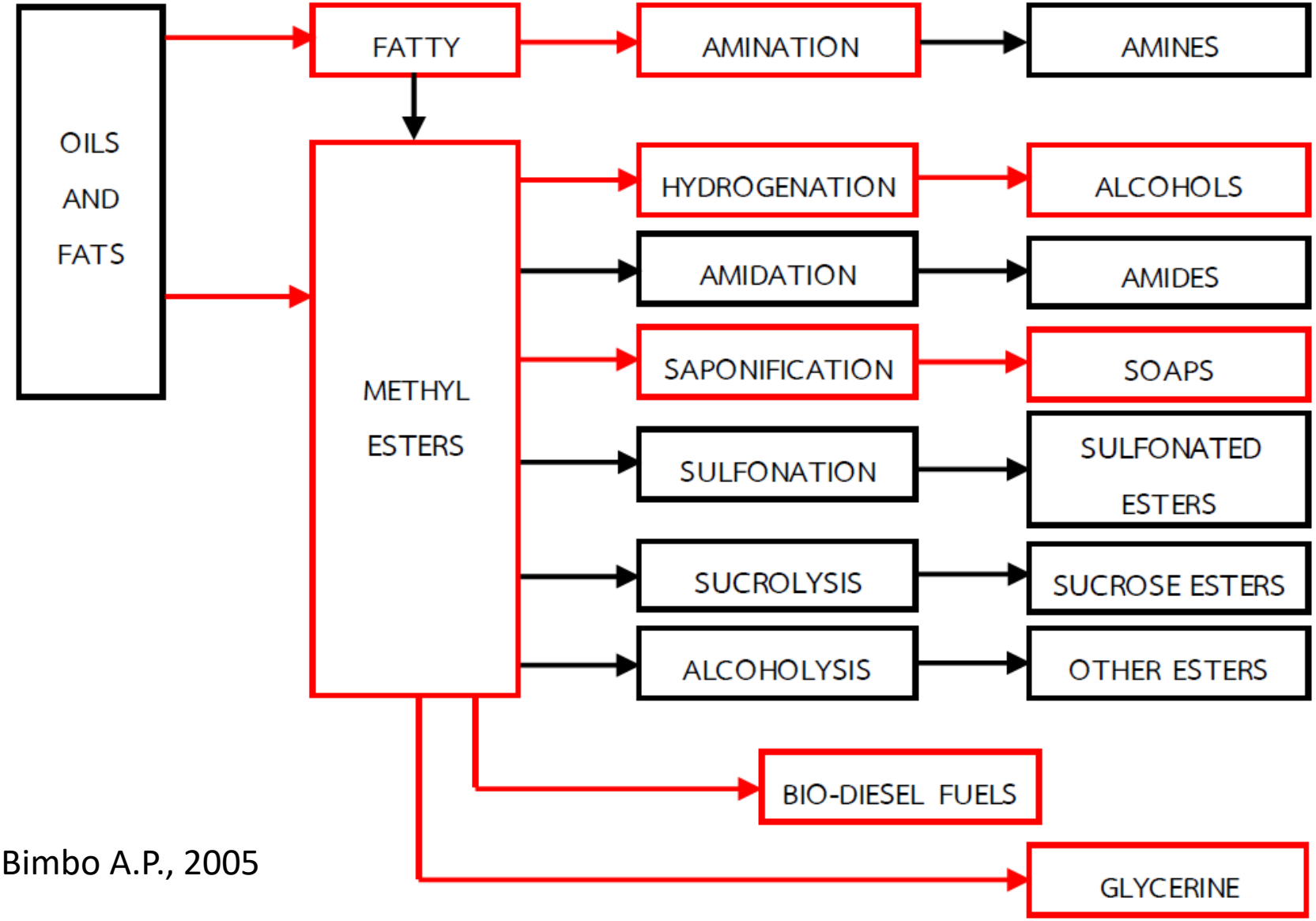
ที่มา: Gregorio C. Gervajio, 2549

กระบวนการผลิตเอมีนชนิดต่าง ๆ

	Product
$RCH_2NH_2 + CH_2O \rightarrow$ (reduction) $\rightarrow RCH_2NMe_2$	tertiary amine
$RCH_2CONMe_2 \rightarrow$ (reduction) $\rightarrow RCH_2NMe_2$	tertiary amine
$RCH_2OH + Me_2NH \rightarrow$ (catalytic hydrogenation) $\rightarrow RCH_2NMe_2$	tertiary amine
$ROH + CH_2{=}CHCN \rightarrow RO(CH_2)_2CN \rightarrow$ (reduction) $\rightarrow RO(CH_2)_3NH_2$	etheramine
$RNH_2 + CH_2{=}CHCN \rightarrow RNH(CH_2)_2CN \rightarrow$ (reduction) $\rightarrow RNH(CH_2)_3NH_2$	diamine
$RNH(CH_2)_3NH_2 + CH_2{=}CHCN \rightarrow RNH(CH_2)_3NH(CH_2)_2CN \rightarrow$ (reduction) $\rightarrow RNH(CH_2)_3NH(CH_2)_3NH_2$	triamine
$RO(CH_2)_3NH_2 + 2nCH_2(O)CH_2 \rightarrow RO(CH_2)_3N((CH_2CH_2O)_nH)_2$	ethoxylated etheramine
$RNH(CH_2)_3NH_2 + 2nCH_2(O)CH_2 \rightarrow RNH(CH_2)_3N(CH_2CH_2O)_nH)_2$	ethoxylated diamine
$RNH_2 + nCH_2(O)CH_2 \rightarrow H(OCH_2CH_2)_nN(R)(CH_2CH_2O)_nH$	ethoxylated amine
$RN(Me)_2 + (H_2O_2) \rightarrow RN^+(Me)_2O^-$	amine oxide
$RN(Me)_2 +$ (MeCl or Me_2SO_4) $\rightarrow RN^+(Me)_3\ X^-$	quaternary amine
$R_3N +$ (benzyl chloride) $\rightarrow R_3N^+Bz\ X^-$	quaternary amine
$RCOOH + NH_2(CH_2)_2NH(CH_2)_2NH_2 \rightarrow 4$	imidazoline
$2RCOOH + (HOCH_2CH_2)_2NCH_3 \rightarrow (RCOOCH_2CH_2)_2NCH_3 + H_2O$	ester amine

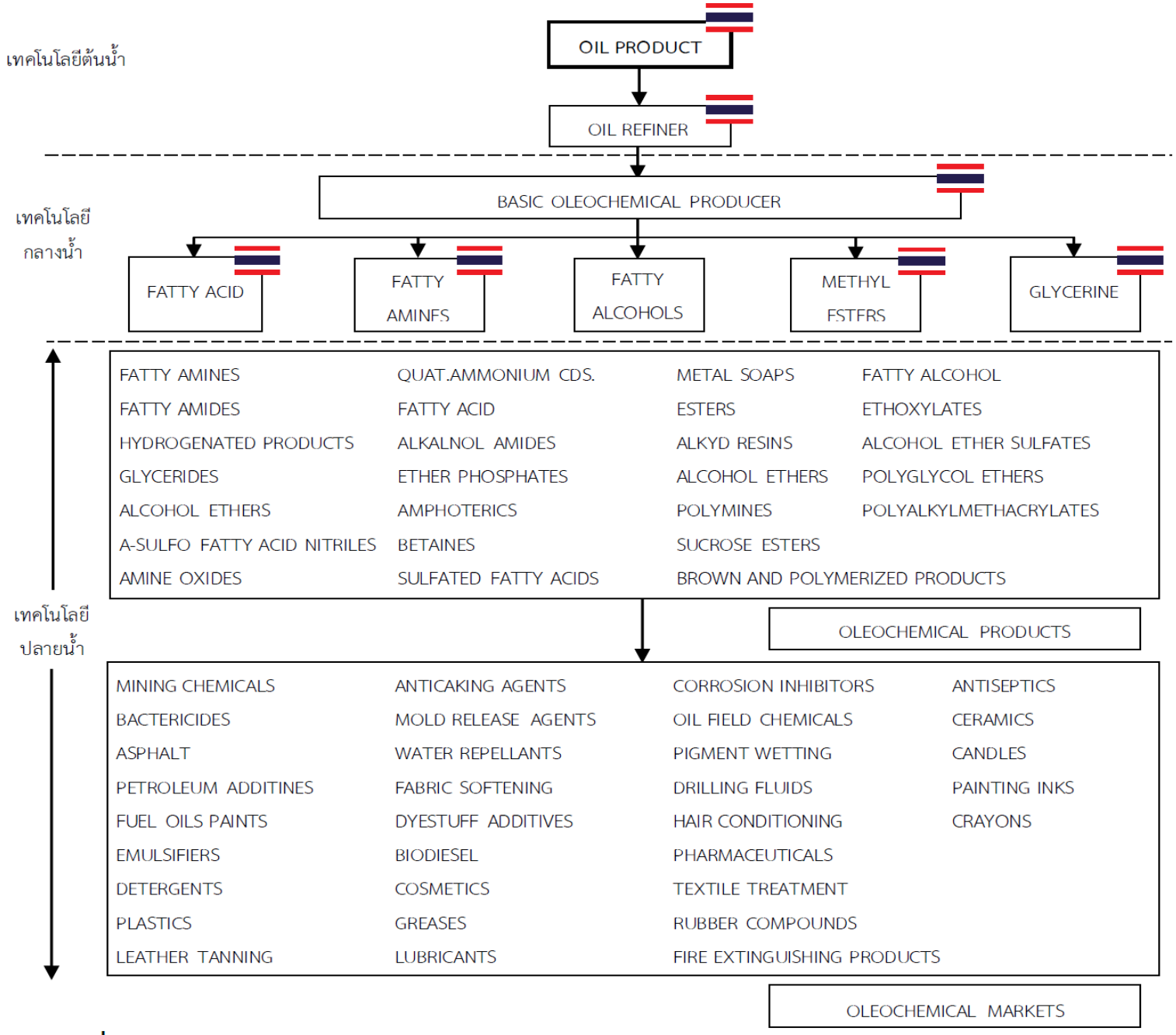
ที่มา: Chartie Scrimgeour, 2549

กระบวนการผลิตหรือเทคโนโลยีที่มีใช้อยู่โดยผู้ประกอบการในประเทศไทย



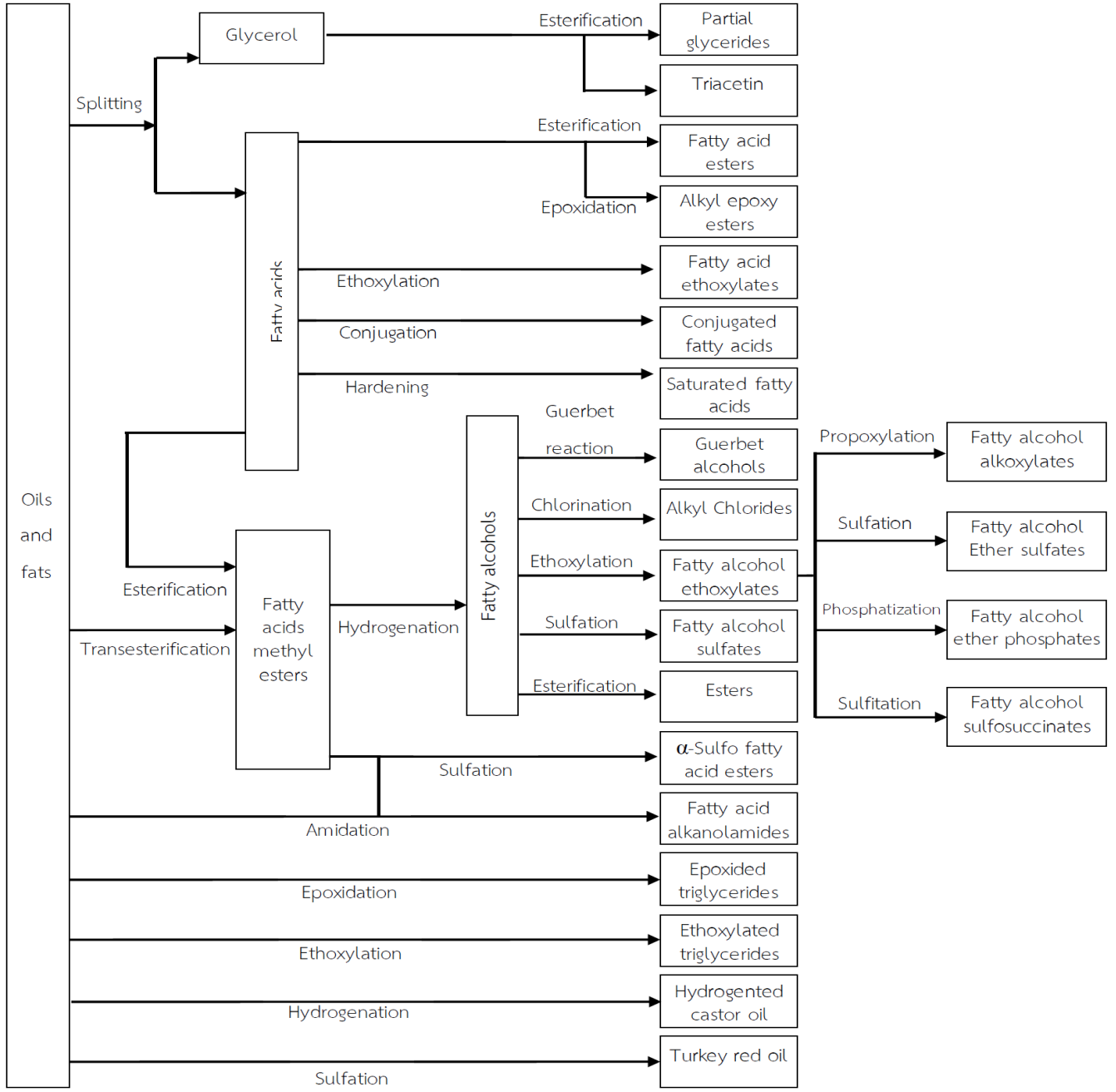
ที่มา: ดัดแปลงจาก Bimbo A.P., 2005

เทคโนโลยีการผลิตโอเลโอเคมี ระดับต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ และเทคโนโลยีที่มีอยู่ภายในประเทศ



ที่มา: ดัดแปลงจาก Bimbo A.P., 2005

เทคโนโลยีกระบวนการทำปฏิกิริยาในระดับอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีปลายน้ำ



ที่มา: Gervajio G.C., (2005)

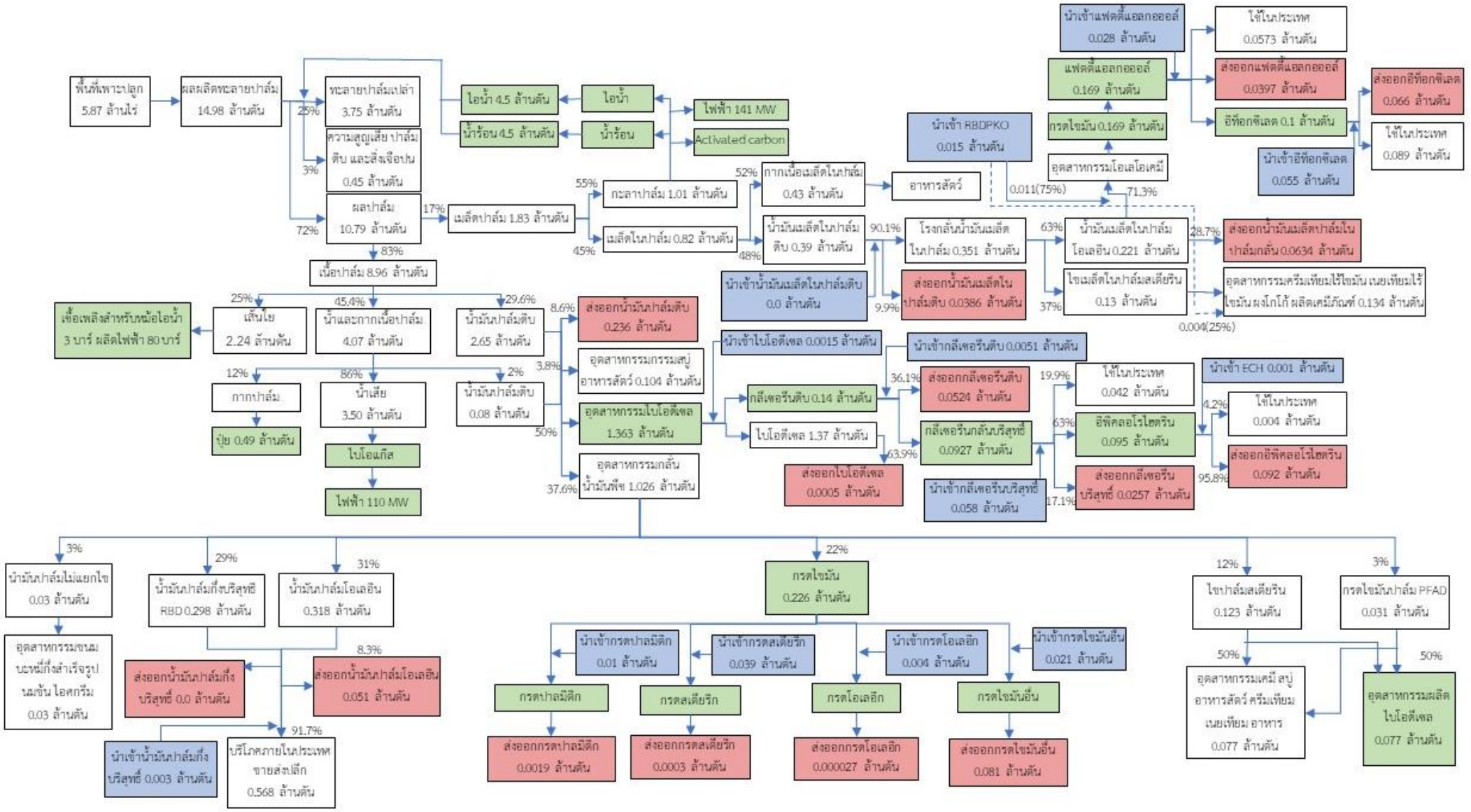
3

การเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน

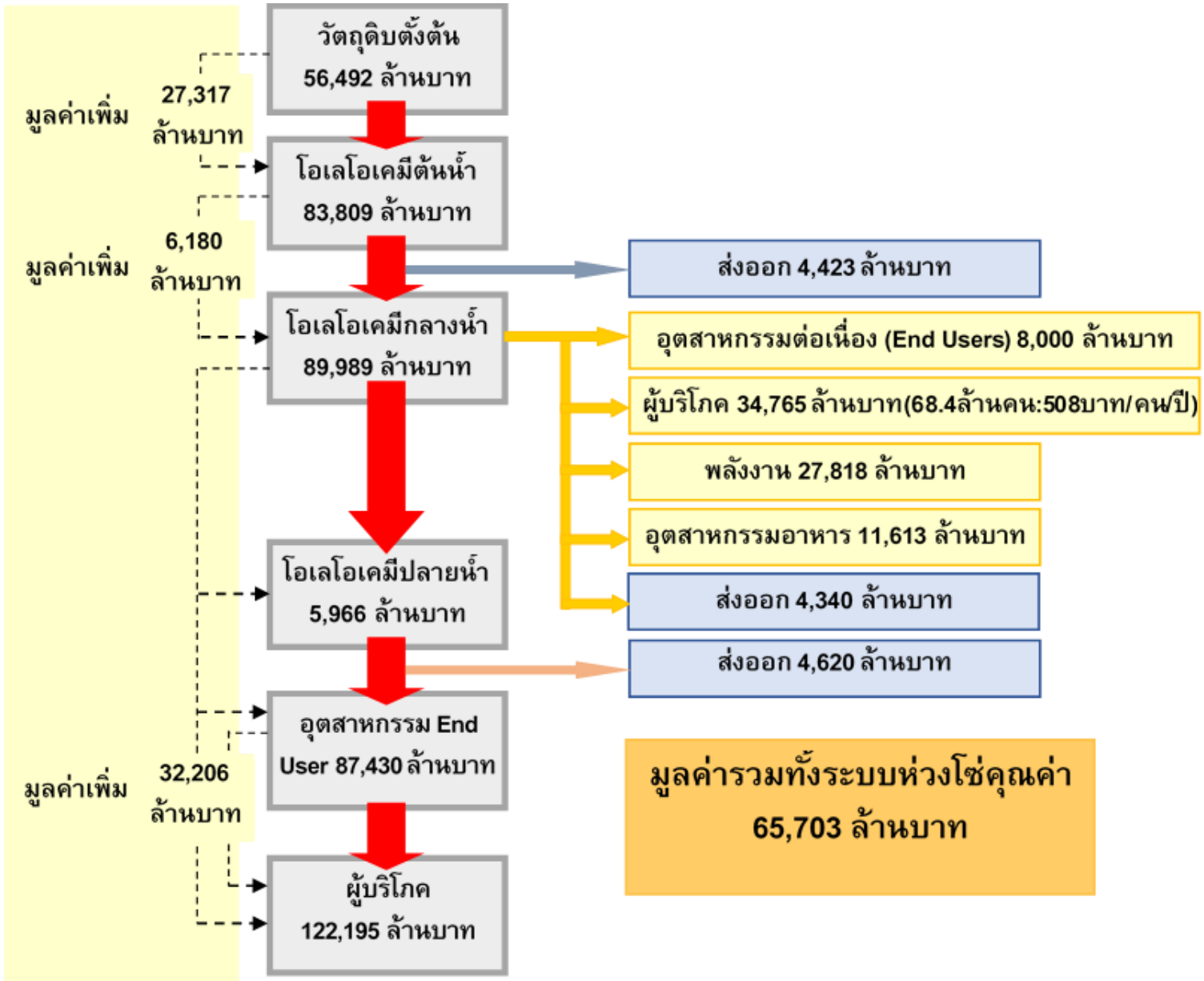
การเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่คุณค่าและโครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของพืชวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน

- ✓ การเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่คุณค่าไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน
- ✓ โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของวัตถุดิบปาล์มน้ำมัน

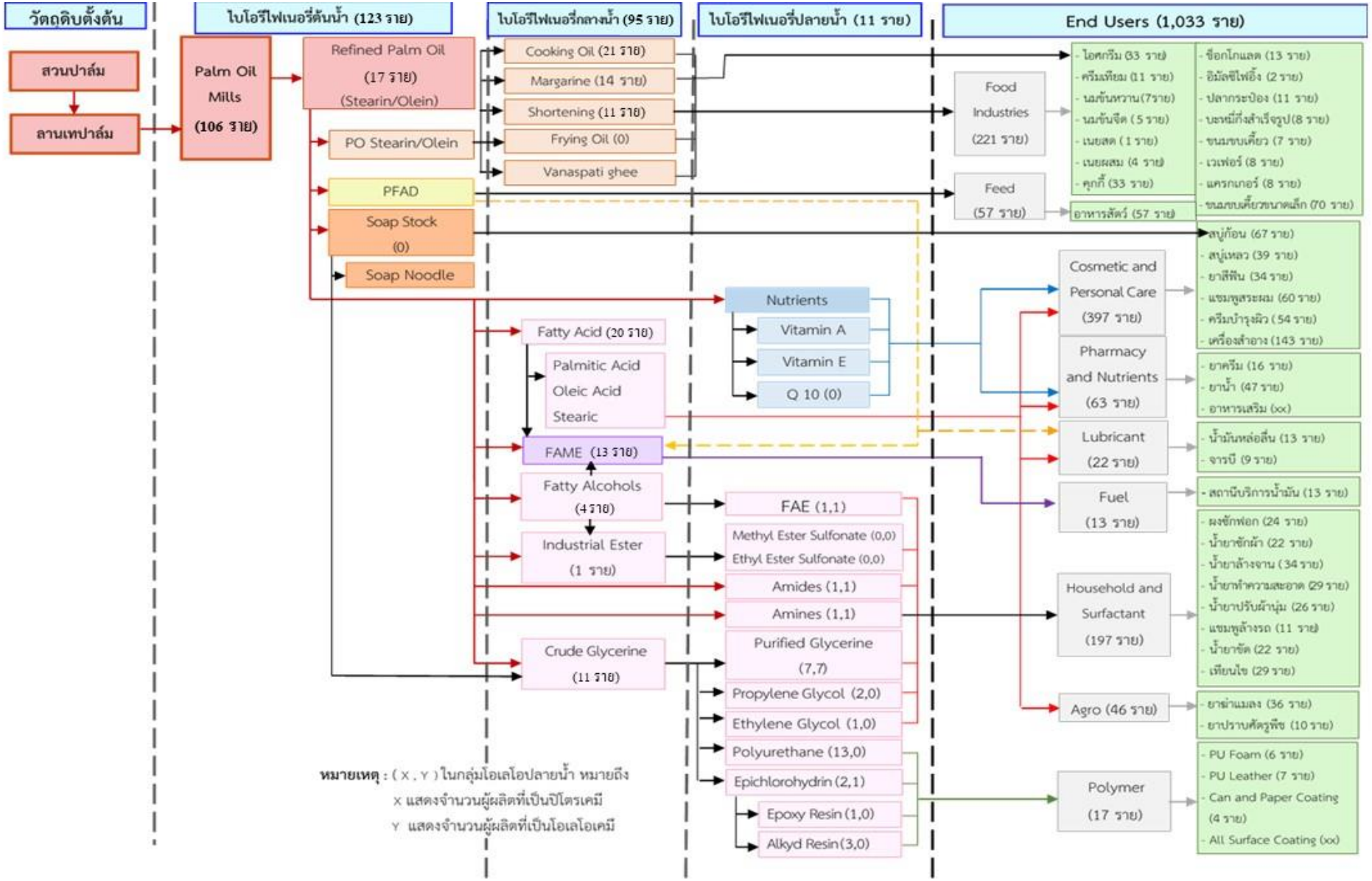
การเชื่อมโยงตลอดโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอร์รี่จากปาล์มน้ำมัน



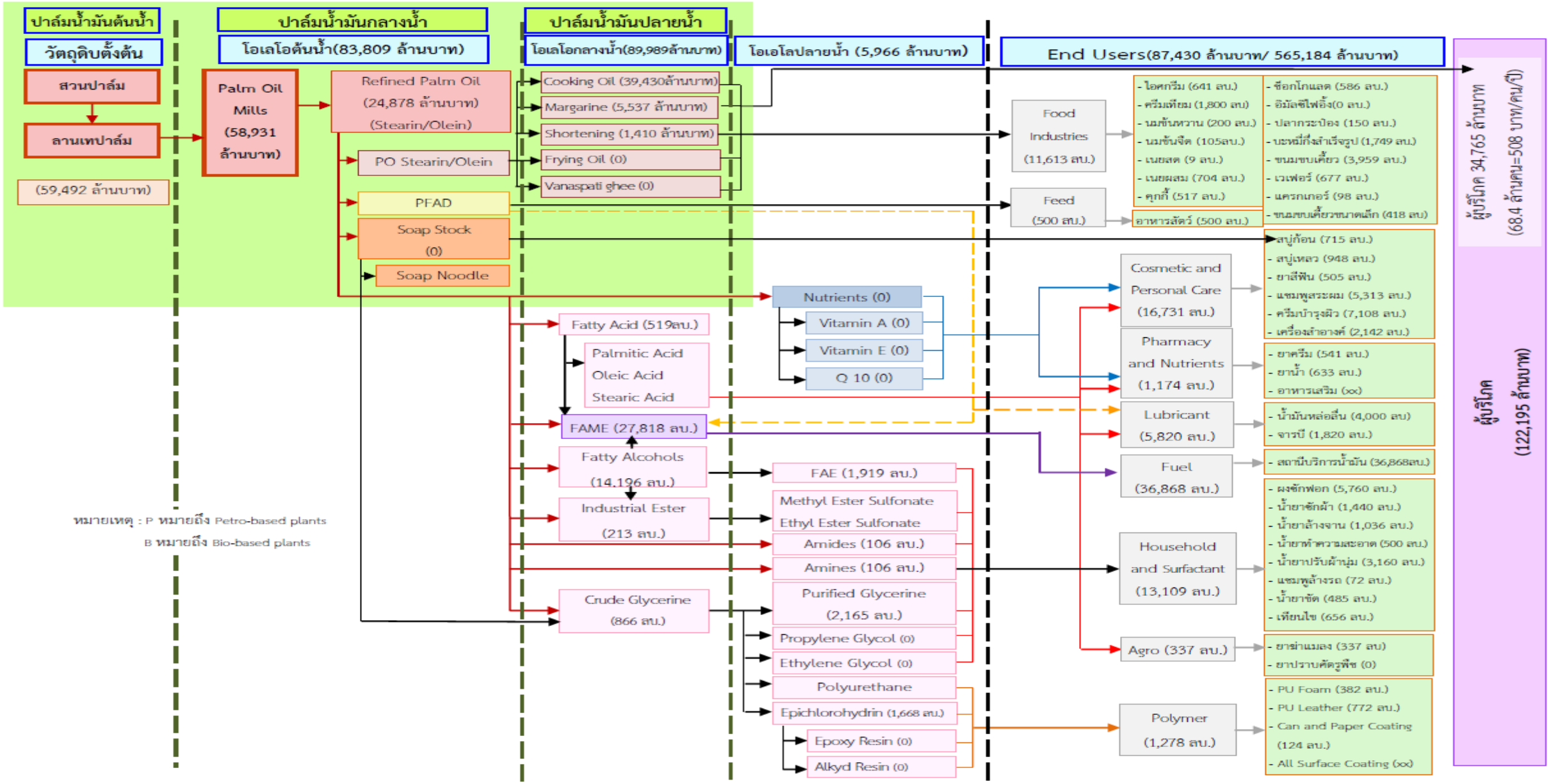
มูลค่าอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีตลอดห่วงโซ่คุณค่า



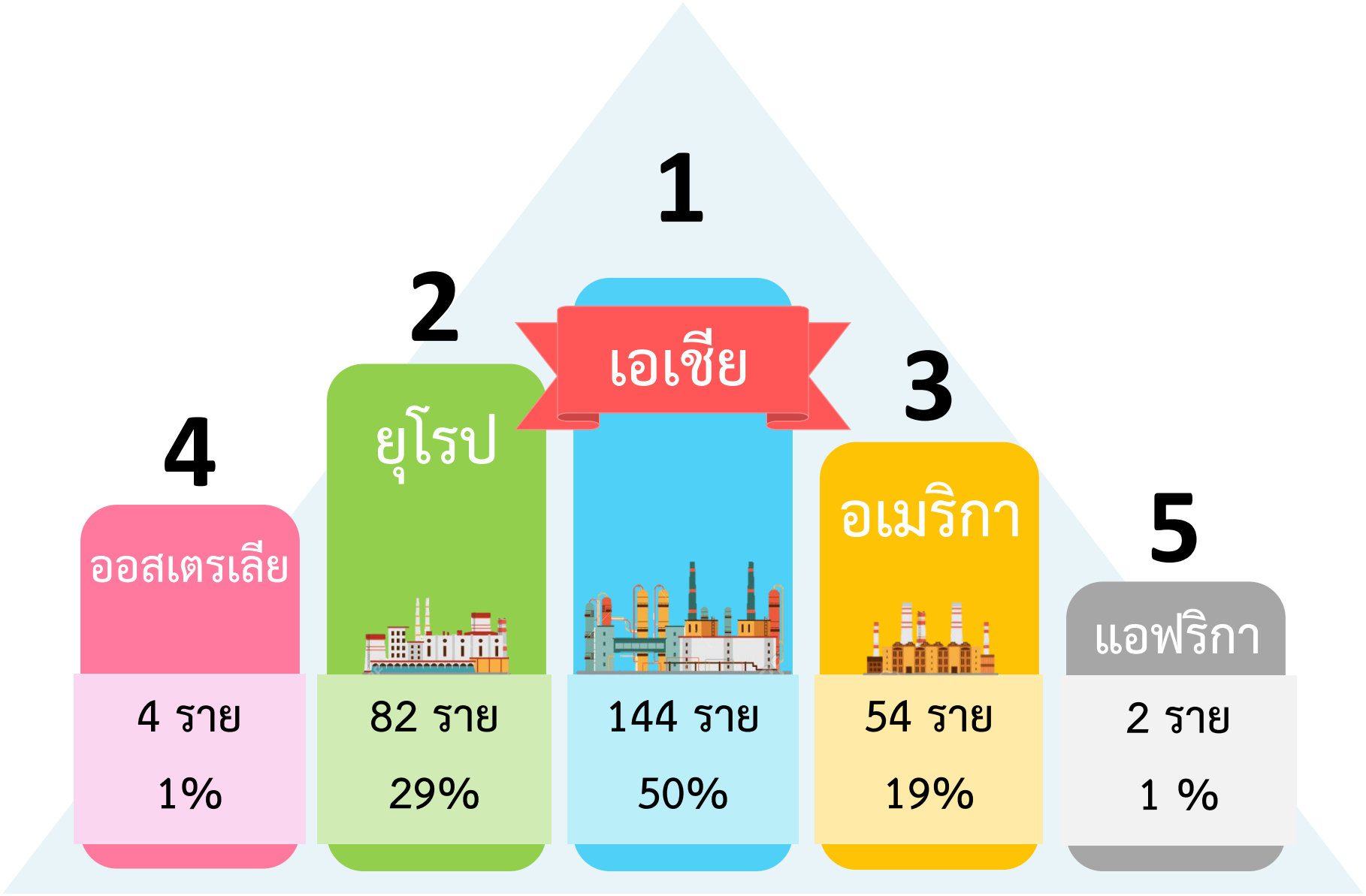
โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากปาล์มน้ำมัน



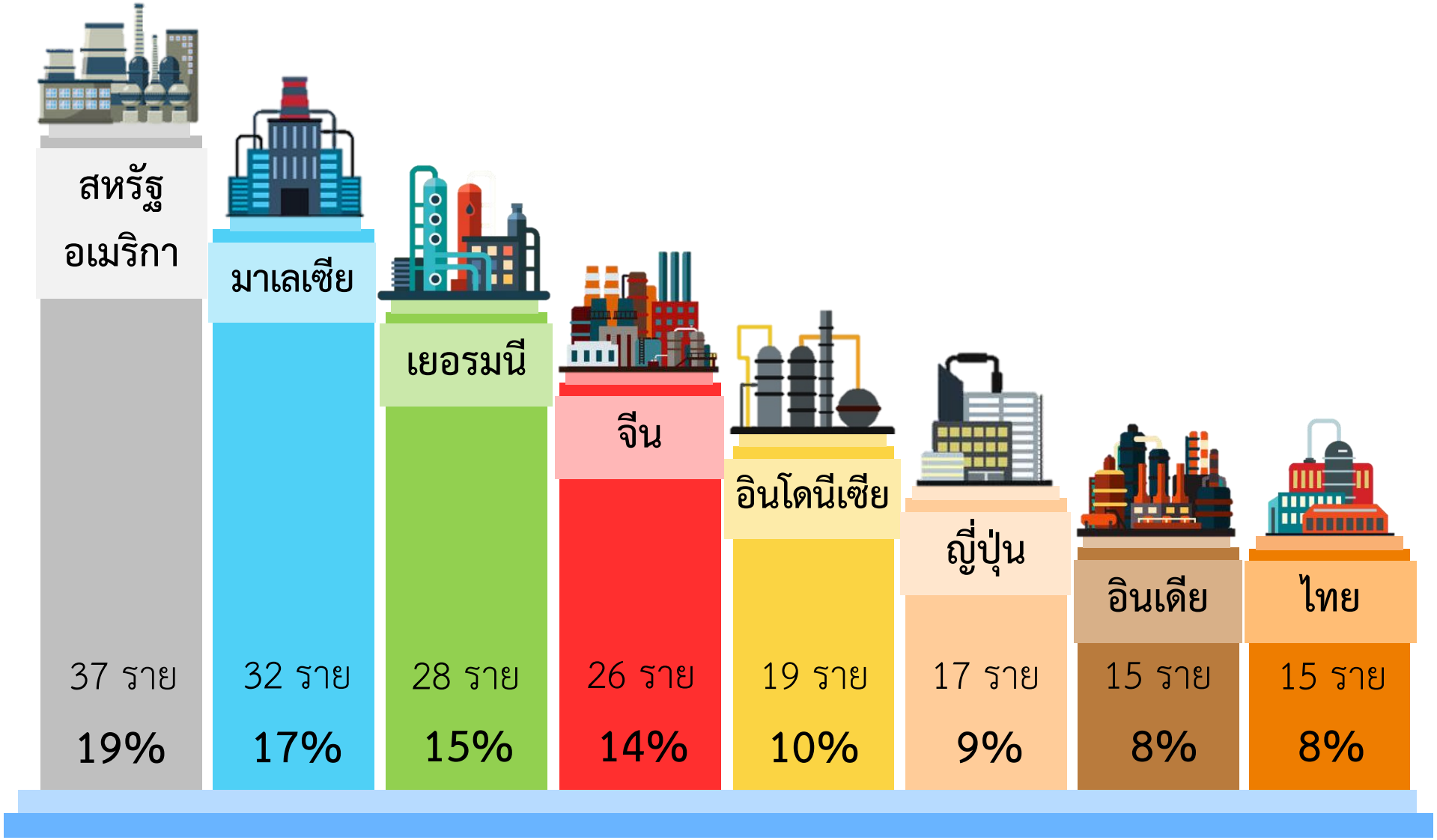
โครงสร้างอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่จากปาล์มน้ำมัน



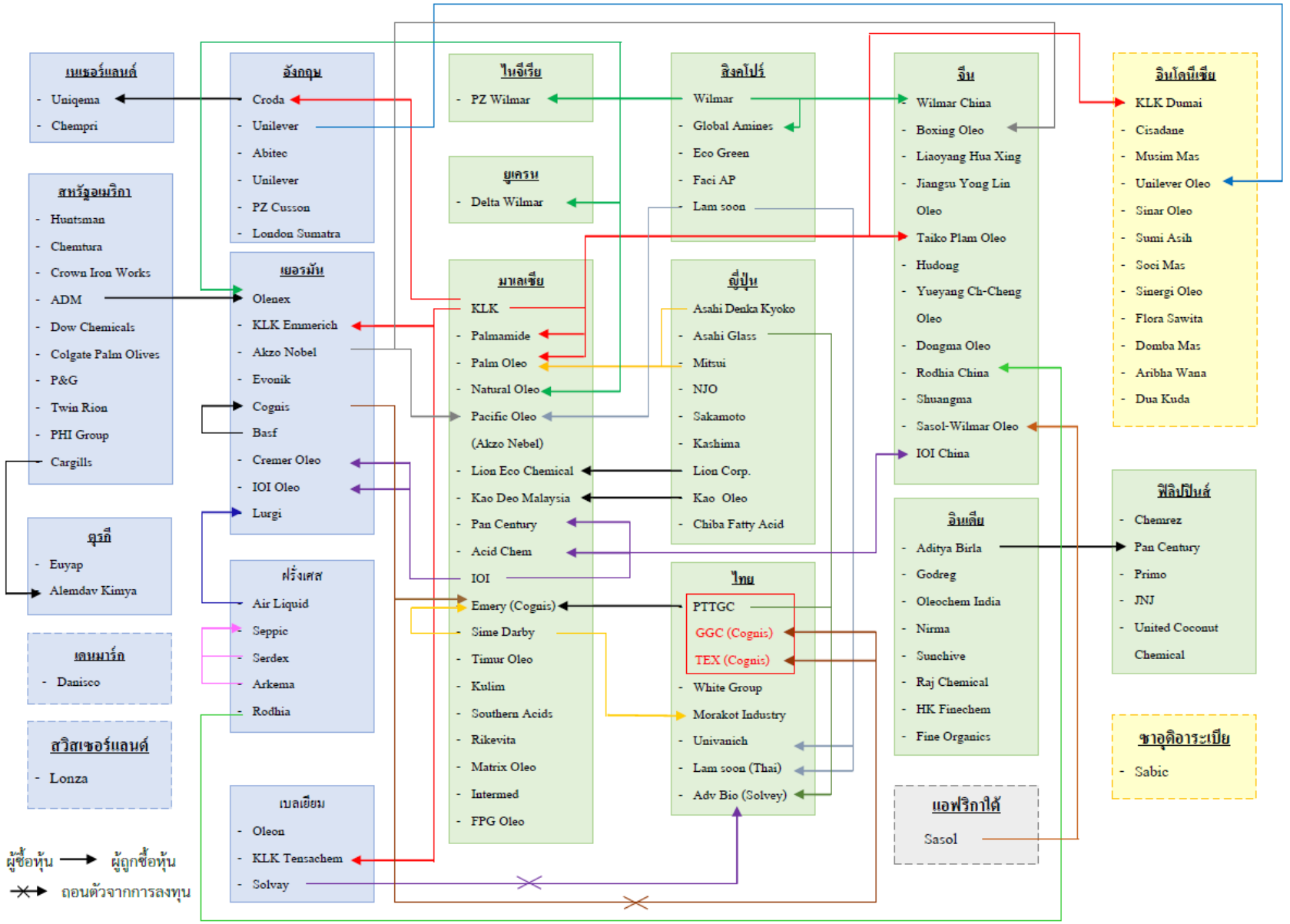
จำนวนผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีจำแนกตามภูมิภาค



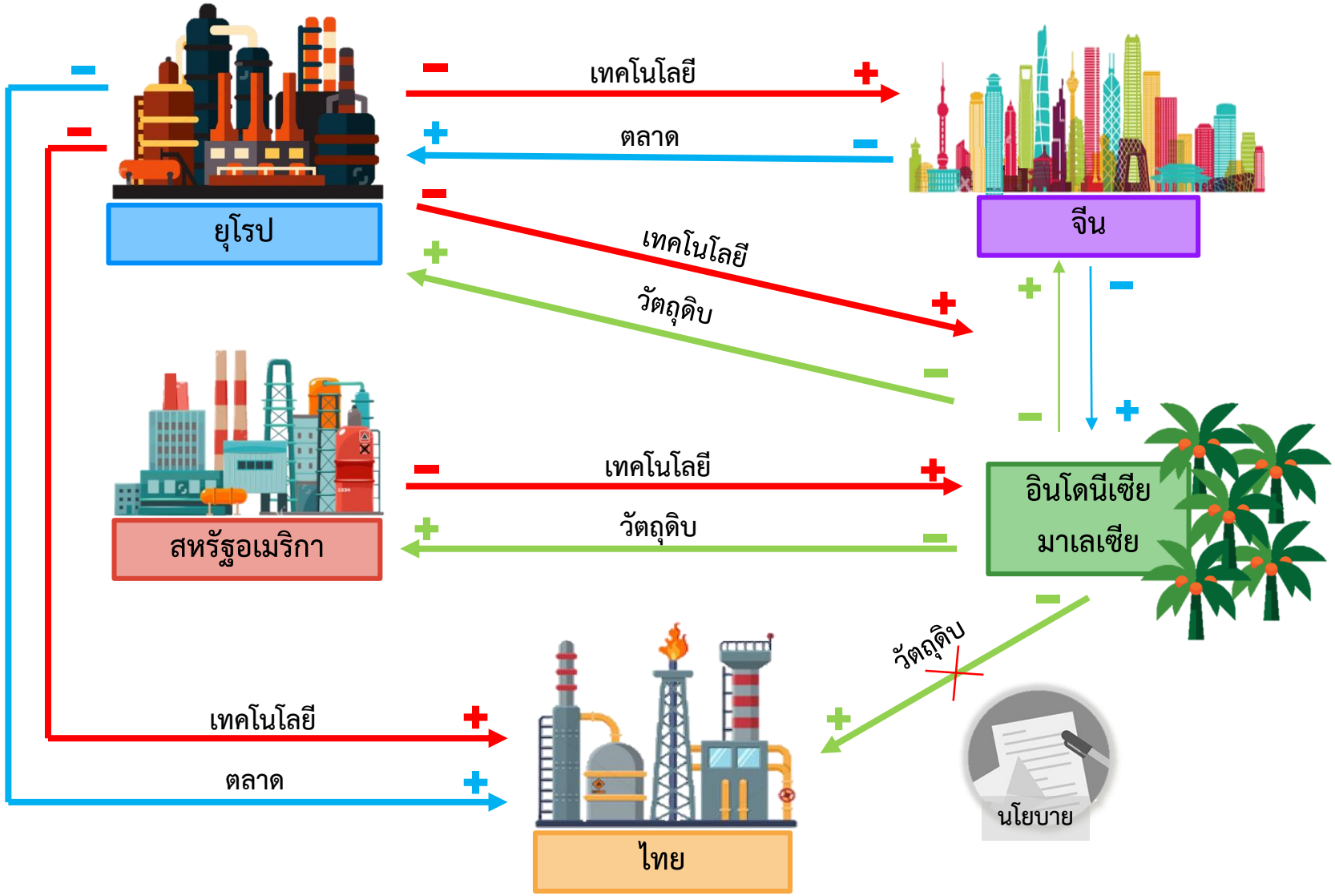
จำนวนผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีรายใหญ่จำแนกตามประเทศ



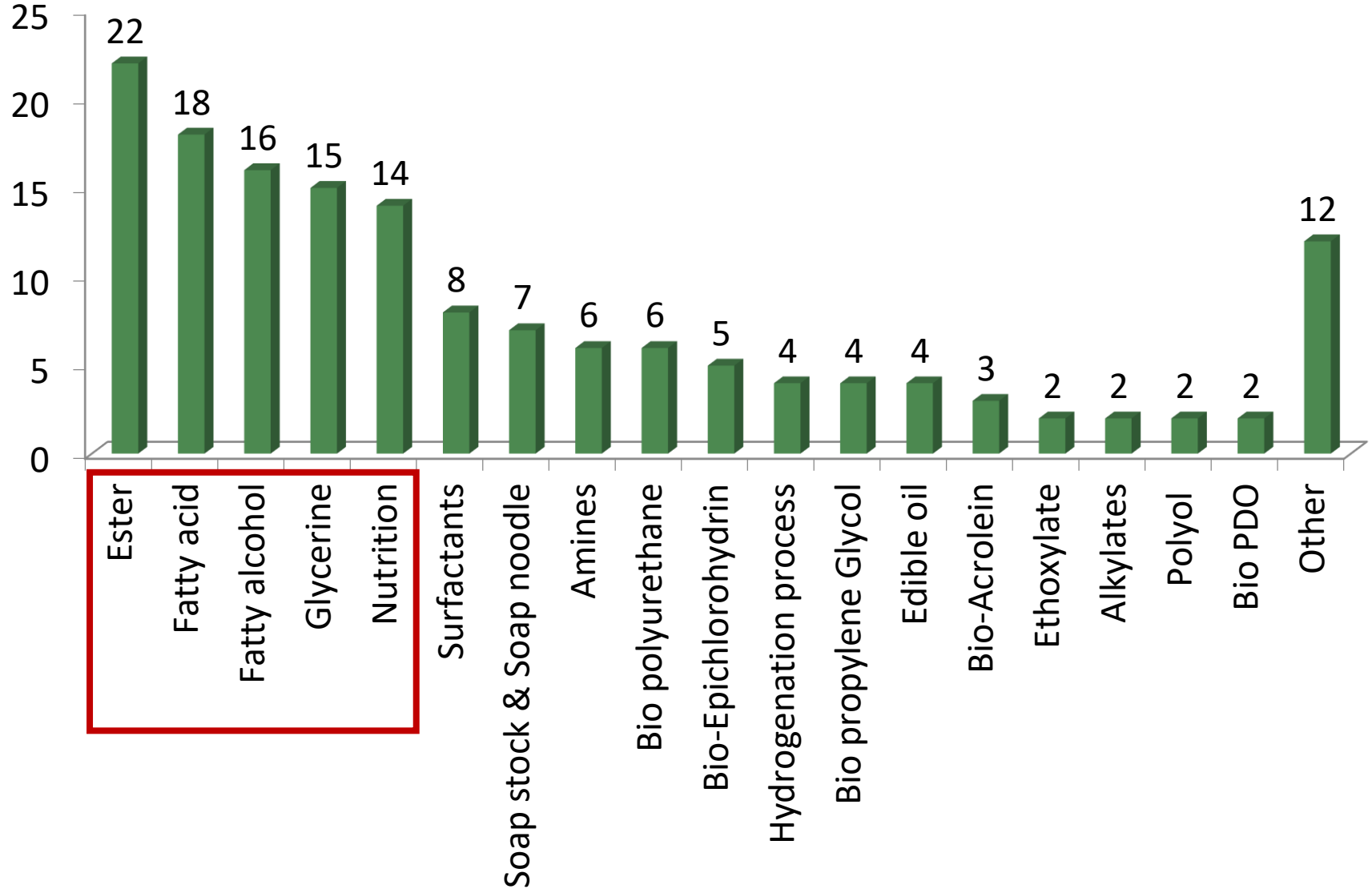
เครือข่ายความสัมพันธ์ระหว่างผู้ประกอบการและการถ่ายทอดเทคโนโลยีในผู้ผลิตโอเลโอเคมี



สรุปเครือข่ายระหว่างผู้ประกอบการและการถ่ายทอดเทคโนโลยีโอเลโอเคมี



จำนวนบริษัทผู้จัดจำหน่ายเทคโนโลยี จำแนกตามผลิตภัณฑ์



รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
1	INDUSTRIAL OLEOCHEMICAL PRODUCTS, (IOP)	แอฟริกาใต้	Fatty Acid , Cooking Oil, Alkyd Resin, Synthetic Rubber, Fatty Acid Ester, Fatty Diethanolamide
2	SASOL LIMITED	แอฟริกาใต้	Esters, Acids, Acetic Acid, Ethyl Acetate, N-Butyl Acetate, N-Propyl Acetate, Propionic Acid, Sodium Hydrogen Di-Acetate
3	GALVANOQUIMICA MEXICANA	เม็กซิโก	Acidos, Cyanides, Chlorides, Sulphates
4	PROCTER & GAMBLE DE MEXICO SA DE CV	เม็กซิโก	Detergents, Cleaning Agent, Suavizantes Of Fabrics, Toilet Soap, Shampoos And Deodorant, Hygienic Paper And Napkins, Dental Pastes, Gastrointestinales And Respiratory Medicines, Diapers And Humid Towels, Internal Feminine And Absorbent Towels
5	QUIMIC S.A. DE C.V.	เม็กซิโก	Palmitic Acid, Q-1650, Glycerine
6	ADM	บราซิล	Sterol, Lecithin, Vitamin, Cooking Oil, Food Shortening, Margarine, Glycerine, Biodiesel
7	A. AZEVEDO INDUSTRIA E COMÉRCIO DE ÓLEOS LTDA.	บราซิล	Palm Oil, Hydrogenated Palm Oil, Glyceryl, Monostearate, Glycerine – USP Grade
8	BRAIDO; GRUPO BRAIDO INDÚSTRIA AGROQUIMICA	บราซิล	Oleic Acid, Stearic Acid, Fatty Acid, Glycerine
9	BRASWEY S.A. INDUSTRIA E COMERCIO	บราซิล	Cooking Oil From Soybean
10	INDUSTRIA CAMPINEIRA DE SABÃO E GLICERINA (CAMPINEIRA)	บราซิล	Stearin, Fatty Acid

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
11	MERIDIONAL TCS IND. E COM DE OLEOS S/A	บราซิล	Fatty Alcohol, Glycerine; Fatty Acids; Acid Oils; Methyl Esters, Bio Plastic (PVC, PVA, Epoxy Resins, Rubber, Nitrocellulose), Lecithin
12	MIRACEMA NUODEX INDUSTRIA QUIMICA LTDA.	บราซิล	Fatty Acid Ester (Isobutyl Oleate , Neopentyl Glycol Ester, Trimethyl Propane Ester), Surfactance
13	OLEOQUIMICA BRAZIL	บราซิล	Glycerine, Glyceryl Monostearate, Polyethylene, PVC Lubricants, Fatty Acids, Bio Lubricant
14	RESITEC INDUSTRIAL QUIMICA LTDA.	บราซิล	Crude Sterol
15	SIMESTEARINA	บราซิล	Fatty Acid , Cooking Oil ,Synthetic Rubber, Metalic Stearates
16	ABITEC CORPORATION	สหรัฐอเมริกา	Esters, Ether, Propoxylates, Ethoxylates, Poly Glycerol Esters
17	ACME-HARDESTY	สหรัฐอเมริกา	Polyurethane, Fatty Acids, Fatty Alcohols, Glycerine, Cetyl, Stearyl, Isopropyl Alcohol, Octyl Stearate, 2-Ethyl Hexyl Stearate, Azelaic Acid ,Pelargonic Acid , Alkyl Benzoate,Rubber Grade Stearic Acid,Capric Acid, Caprylic Acid, Laurel/Myristyl Alcohol,Propylene Glycol USP
18	ADM	สหรัฐอเมริกา	Sterol, Lecithin, Vitamin, Cooking Oil, Food Shortening, Margarine, Glycerine, Biodiesel
19	ARIZONA CHEMICALS	สหรัฐอเมริกา	Adhesives, Roads And Construction, Inks, Coatings, Tires And Rubber, Lubricants
20	ASHLAND INC.	สหรัฐอเมริกา	Phosphate Ester Surfactant (Is A Free-Acid Form Of An Ethoxylated Alcohol Phosphate Ester), Polymer (Form Butanediol, Ethyleneglycol, Acrylic Acid, Epoxy Resin)

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
21	AURORA ALGAE	สหรัฐอเมริกา	Biodiesel From Algae
22	BASF CORPORATION	สหรัฐอเมริกา	Chemicals, Coating, Polymers, Plastics, Health And Nutrition Products, Nylon Fiber, Yarn
23	BIOSOURCE AMERICA, INC.	สหรัฐอเมริกา	Biodiesel
24	CARGILL, INC.	สหรัฐอเมริกา	Critic Acid, Corn Sweeteners, Corn Oil, Corn Gluten Feed, Corn Gluten Meal, High Fructose Corn Sweetener, Potassium Citrate, Sodium Citrate, Phytosterol Esters, Vitamin E, Fuel Grade Ethanol, Haconic Acid
25	CHEMOL COMPANY INC.	สหรัฐอเมริกา	Hydrogenated Fats And Oils, Fatty Acid Esters
26	CHEMTURA CORPORATION	สหรัฐอเมริกา	Esters, Triglyceride, Glycerine, Fatty Acid
27	CHEMTURA -> PMC	สหรัฐอเมริกา	Fatty Acids, Fatty Amide And Bosamides, Glycerine, Glycerol And Sorbitol Ester, Metallic Stearates, Methyl Ester, Specialty Ester
28	COFNIS CORPORATION	สหรัฐอเมริกา	Nutrition & Health, Care Chemicals, Oleo Chemicals, Functional Products, Process Chemicals
29	COLGATE-PALMOLIVE (INDIA) LTD.	สหรัฐอเมริกา	Soap Noodle, Glycerine
30	CROWN IRON WORKS COMPANY	สหรัฐอเมริกา	Glycerine, Fat Splitting

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
31	DANISCO USA INC	สหรัฐอเมริกา	Integrated Emulsifiers And Stabilizers, Encapsulated Ingredients, Emulsifier/Stabilizer, Stabilizer Blends, Fatty Esters, Antioxidants, Antimicrobials, Enzyme, Food Safety, Protect Solutions
32	DOW CHEMICAL COMPANY (THE)	สหรัฐอเมริกา	Plastic, Hydrocarbons, Chemicals, Herbicides And Pesticides
33	GEORGIA-PACIFIC LLC (GP)	สหรัฐอเมริกา	Tall Oil Rosin Esters, Tall Oil Fatty Acids, Alkyd Resin And Epoxy Resin(Form Tall Oil Fatty Acids)
34	HARCROS CHEMICALS, INC.	สหรัฐอเมริกา	T-Det Surfactants, Harcros Antifoams, T-Mulz Emulsifiers, T-Mulz Phosphate Esters
35	IMAGENETIX, INC.	สหรัฐอเมริกา	Fatty Acid Esters
36	LONZA CUSTOM MANUFACTURING	สหรัฐอเมริกา	Fatty Esters, Ethoxylated Ester, Polyol Esters
37	LONZA, INC.	สหรัฐอเมริกา	Biocides, Biopharmaceuticals, Polymer Intermediates, Dermasphere^{tm} Oleosome Solution, Resinis And Compounds, Organic, Oleochemical
38	MEADWESTVACO (MWV)	สหรัฐอเมริกา	Pine Chemical
39	OXITENO	สหรัฐอเมริกา	Fatty Acids, Fatty Alcohols , Glycerine Usp Grade
40	PAYLESS COMMUNICATION HOLDINGS, INC.	สหรัฐอเมริกา	High-Quality Transparent Glycerine And Specialty Soap Products

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
41	PENRECO	สหรัฐอเมริกา	Fatty Esters, Cable-Filling Compounds, Food-Grade Compressor Lubricants, Gelled Products, High-Purity Specialty Hydrocarbon Fluids, Natural Petroleum Sulfonates, Petrolatums, Refrigeration Oils, White Mineral Oils
42	PMC BIOGENIX	สหรัฐอเมริกา	Fatty Acids, Fatty Amides And Bisamides, Glycerine, Glycerol And Sorbital Ester, Metallic Stearates, Methyl Esters
43	PROCTER & GAMBLE CHEMICALS	สหรัฐอเมริกา	Fatty Acid, Fatty Alcohols, Fatty Alcohol Ethoxylate, Glycerine, Methyl Ester
44	RELIABLE BIOPHARMACEUTICAL CORPORATION	สหรัฐอเมริกา	Enzymes, Natural Products, Alkaline Phosphatse, Adenosine Deaminase, Carboxypeptidase, Alkaline Phosphates, DNA Powder, Cathepsin, Protein, Protamine Sulfate
45	R.I. CHEMICAL, INC.	สหรัฐอเมริกา	Purines, Pyrimidines, Necleotides, DNA Synthesis Reagents, RNA Synthesis Reagents, Custom Nucleoside Synthesis, Nucleic Acid Synthesis, Nucleosides
46	SIGMA-ALDRICH FINE CHEMICALS	สหรัฐอเมริกา	SAFC Pharma Segment, SAFC Hitech Segment, SAFC Specialties Segment
47	SOLAZYME INC.	สหรัฐอเมริกา	Biodieselform Algae
48	STEPAN COMPANY	สหรัฐอเมริกา	Surfactants
49	THE DIAL CORPORATION	สหรัฐอเมริกา	Consumer Product(Dial Soap, Purex Laundry Detergents, Renuzit Air Fresheners, Armour Star Canned Meats), Corn Starch, Boxed Pizza Meals
50	TWIN RIVERS TECHNOLOGIES (FELDA COMPANY)	สหรัฐอเมริกา	Fatty Acids, Glycerine

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
51	VANTAGE OLEOCHEMICALS	สหรัฐอเมริกา	Fatty Acids, Glycerine
52	VITUSA PRODUCT, INC.	สหรัฐอเมริกา	Glycerine, Sodium Bicarbonate, Methanol, Triacetin, Propylene Glycol, Ammonium Bicarbonate, Food Grade Phosphates, Acidulants, Leavening Agents
53	ADVANCED ORGANIC MATTER S.A.	อาร์เจนติน่า	Fatty Acids Methyl Esters, Fatty Acids, Crude Glycerine
54	MATERIA OLEOCHEMICALS ARGENTINA	อาร์เจนติน่า	Stearic Acid, Oleic Acid, Palmitic Acid, Myristic Acid, Distilled Fatty Acids, Glycerine
55	OLEOMUD, COMPAÑÍA QUÍMICA	อาร์เจนติน่า	Methyl Ester Fatty Acid, Glycerine, Fatty Acid, Epoxie (Soy Bean Oil Base)
56	IL SHIN EMULSIFIER CO., LTD	เกาหลีใต้	Glycerine Fatty Acid Esters, Polyglycerine Fatty Acid Esters, Sorbitan Fatty Acid Esters, Sucrose Fatty Acid Ester
57	CHANT OIL CO. LTD.	ไต้หวัน	Bio-Diesel 100,000 Metric Tons, Fatty Acid, Glycerine
58	UNILEVER TAIWAN LTD.	ไต้หวัน	Fatty Acids, Soap Noodles, Glycerine, Ester
59	GLOBAL GREEN CHEMICAL COMPANY LIMITED (GGC)	ไทย	Methyl Ester (B100), Refined Glycerine, Fatty Alcohols, Fatty Alcohols Ethoxylate
60	GREEN GLOBAL CHEMICAL	ไทย	Fatty Alcohols, Glycerine, Fatty Acids, Ester

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
61	THAI OLEOCHEMICALS	ไทย	Methyl Ester 200 KTA, Fatty Alcohols 100 KTA, Glycerine 32 KTA
62	THAI ETOXYLATE	ไทย	Fatty Alcohol Ethoxylate 124,148 KTA
63	WHITE GROUP	ไทย	Fatty Acids, Metallic Soaps, Ester
64	ENERGY ABSOLUTE	ไทย	Crude Glycerine, Refined Glycerine, Ester,
65	SUKSOMBOON PALM OIL	ไทย	Fatty Acid, PFAD, Ester, Glycerine
66	BANGCHAK BIOFUEL	ไทย	Ester, Crude Glycerine
67	PATUM VEGETABLE OIL	ไทย	Crude Glycerine, Refined Glycerine, Ester,
68	NEW BIODIESEL	ไทย	Ester, Crude Glycerine
69	ABSOULUTE POWER P	ไทย	Ester, Crude Glycerine
70	BIOENERGY PLUS	ไทย	Ester, Crude Glycerine
71	BIOSYNERGY	ไทย	Ester, Crude Glycerine
72	G.I.GREEN	ไทย	Ester, Crude Glycerine
73	VEERASUWAN	ไทย	Ester, Crude Glycerine
74	DONGMA OILS AND FATS / DONGMA OLEOCHEMICALS CO LTD	จีน	RBD Palm Olein, RBD Palm Oil, RBD Palm Stearin, Palm Fatty Acid Distillate, Crude Palm Oil, Palm Kernel, Crude Palm Kernel Oil, Shortening & Margarine
75	GUANGZHOU KEYLINK	จีน	Detergent, Methylester Sulfonate

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
76	GUANGZHOU LIBY	จีน	Detergent, Fabric Softener
77	HANGZHOU OIL AND FAT CHEMICAL CO., LTD.	จีน	Fatty Acids, Stearic Acid, Glycerine
78	HUDONG HOUSEHOLD AUXILIARIES COMPANY LIMITED	จีน	Ethylhexyl Stearate, Stearic Acid, Butyl Stearate, Polyglycerine, Ethylene Glycol Distearate, Glycerol Monostearate, Glycerol Monolaurate, Glyceryl Monooleate, Polyglycerol Ester Of Fatty Acid, Food Grade Hydrogenated Palm Oil
79	JIANGSU JINMA OIL TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.	จีน	Oleic Acid, Stearic Acid, Dimer Acid, Momomer Acid, Benzene Soluble Polyamide Resin
80	JIANGSU NEW HUAMING OLEOCHEMICAL CO., LTD.	จีน	Stearic Acid, Glycerine, EBS, Oleamide, Stearamide, Antioxidant BHT, Oleic Acid, Products, Etc.
81	JIANGSU YONGLIN OLEOCHEMICAL CO., LTD	จีน	Fatty Acid 80,000 Tons, Dimer Acid 25,000 Tons, Polyamide Resin 10,000 Tons, Biodiesel 100,000 Tons
82	KERRY/WILMAR OLEOCHEMICAL SHANGHAI CO. LTD.	จีน	Fatty Acids, Glycerine, Dimer Acid, Polyamide Resin, Natural Vitamin E, Epichlorohydrin, Sebacic Acid, Natural Fatty Alcohols, Fatty Amines, Fatty Acid Methyl Ester Sulfonate
83	KLK OLEO	จีน	Amide, Anionic Acid, Ester, Tocotrienol, Nanionic, Fatty Acid, Glycerine, Fatty Alcohol
84	LIAOYANG HUA XING	จีน	Refined Glycerine, Fatty Alcohols, Alcohol Ethoxylates, Alkylphenol Ethoxylates, Polyethylene Glycol
85	NANJING CJJY OLEO CHEMICAL CO, LTD	จีน	Pharmaceutical Glycerol, Industrial Glycerine

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
86	NANJING XINXU INDUSTRY LIMITED COMPANY	จีน	Oleamide, Stearamide, Erucamide, Glycerine
87	NANTONG KANGQIAU AXUNGE	จีน	Stearic Acid, Glycerine, Harden Oil
88	SHANGHAI SOAP CO. LTD	จีน	Glycerine, Soap, Detergent
89	(RUGAO) SHUANGMA CHEMICAL CO. LTD.	จีน	Stearic Acid Is 100 000 Tons, Gycerine 10 000 Tons. Glycerine, Hardened Oil, Palm Wax
90	SICHUAN TIANYU OLEOCHEMICAL CO., LTD.	จีน	Erucic Acid, Tallowamine, Hydrogenated Tallowamine, Oleamide, Erucamide
91	TAIKO PALM OLEO	จีน	Fatty Acids, Glycerine, Soap Base Grease, Triglyceride
92	TECK GUAN OLEOCHEMICAL	จีน	Fatty Acids, Fatty Alcohol
93	WILMAR (wilmar nutrion Jiangsu)	จีน	Tocopherol, Phytosterol
94	YIHAI(LIANYUNGANG)OLEOCHEMICAL IND.	จีน	Fatty Acid And Glycerine.Yihai (Lianyungang) Oleochemical Industries Co., Ltd Operates As A Subsidiary Of Wilmar China Investments (Yihai) Pte. Ltd.
95	YUEYANG CH-CHENG OLEOCHEMICALS CO. LTD.	จีน	Fatty Acid, Oleic Acid, Stearic Acid
96	ZHEJIENG JIABAO	จีน	Soap, Detergent
97	ZHEJIENG NICE	จีน	Soap, Detergent
98	ZIBO FENBAO CHEMICAL CO., LTD./ZIBO KEHONG GREASE CO., LTD.	จีน	Fatty Acid, Oleic Acid, Stearic Acid
99	ZIBO TENGHUI	จีน	Fatty Acid, Fatty Amine, Glycerine, Akyl Dimethyl, Aliphatic Diamine, Akyl Acetate
100	SAUDI BASIC INDUSTRIES CORPORATION (SABIC)	ซาอุดิอาราเบีย	Natural Detergent, Glycerine, Fatty Acid, Sorbitol

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
101	ADEKA CORPORATION	ญี่ปุ่น	Margarine, Shortening, Frying Oil, Fatty Acid
102	ASAHI DENKA KOGYO KK	ญี่ปุ่น	Inorganic Chemicals, Resins, Plastics, Fine Chemicals
103	CHIBA FATTY ACID CO. LTD.	ญี่ปุ่น	Glycerine , Fatty Acid
104	HARIMA CHEMICALS	ญี่ปุ่น	Inks, Paints, Adhesives, Synthetic Rubbers, Resin (From Tall Oil)
105	KAO CORPORATION	ญี่ปุ่น	Cooking Oils, Fatty Chemicals, Printer And Copier Toner Products, Plastic, Cosmetics, Consumer Products
106	KAO OLEOCHEMICAL	ญี่ปุ่น	Fatty Alcohols, Fatty Acids, Fatty Amines, Fatty Amides, Esters, Glycerine, Anionic Surfactants, Nonionic Surfactants, Cationic Surfactants, Amphoteric Surfactants
107	Kao Penang Group	ญี่ปุ่น	Detergent
108	KASHIMA CHEMICAL CO. LTD	ญี่ปุ่น	Epichlorohydrin, 1,2-Propanediol Derivative
109	LION CORPORATION	ญี่ปุ่น	Toothpaste, Laundry Detergent, Bleach, Cleaners, Shampoo, Deodorant, Beauty Products, Medicated Face-Care Sheets, Gourmet Cooking Spices
110	MIYOSHI OIL AND FAT CO., LTD.	ญี่ปุ่น	Margarine, Shortening, Lard, Powdered Oil, Whipped Cream
111	NEW JAPAN CHEMICAL CO., LTD.(NJC)	ญี่ปุ่น	Fatty Alcohols, Fatty Acids, Glycerine
112	NOF CORPORATION	ญี่ปุ่น	Margarine, Shortening, Processed Oils
113	PILIPINAS KAO	ญี่ปุ่น	Fatty Alcohols, Fatty Amine, Glycerine
114	SAKAMOTO ORIENT CHEMICALS CORP. (SOCC)	ญี่ปุ่น	Glycerine, Diglycerin, Polyglycerol, Brominated Epoxy
115	SAKAMOTO YAKUHIN KOGYO CO., LTD.	ญี่ปุ่น	Glycerine, Diglycerin, Polyglycerol, Epoxy Resins, Diglycerin Fatty Acid Ester

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
116	SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.	ญี่ปุ่น	Agricultural Chemicals, Dyestuffs, Pharmaceutical Chemicals
117	THAI KAWAKEN CO., LTD. / TK WAX	ญี่ปุ่น	Castor Wax, Castor Oil
118	ALEMDAR KIMYA ENDÜSTRISI A.S.	ตุรกี	Cooking Oil, Food & Snack
119	NIMIR INDUSTRIAL CHEMICALS	ปากีสถาน	Palm Bright (Pure White 80:20 Soap Noodles), Stearic Acid (Triple Pressed), Stearic Acid (Double Pressed), Glycerine
120	CHEMREZ TECHNOLOGIES INC.	ฟิลิปปินส์	Biodiesel
121	JNJ OLEOCHEMICALS INC.	ฟิลิปปินส์	Fatty Acid Methyl Ester, Biodiesel (Coconut Oil Base)
122	PAN-CENTURY SUCFACTANTS INC	ฟิลิปปินส์	Detergents Alcohol, Fatty Acid, Glycerine
123	PEPMACO MANUFACTURING	ฟิลิปปินส์	Alkylbenzene Sulfonic Acid, Alcohol Sulfate (Bass Coconut Oil)
124	PHILIPPINE INTERNATIONAL DEVELOPMENT INC	ฟิลิปปินส์	Soap Noodle, Glycerine, Fatty Acid
125	PRIMO OLEOCHEMICALS, INC.	ฟิลิปปินส์	PRIMOFINA Oleochemical Fatty Acids, Glycerine And Fatty Alcohols From Crude Coconut Oil
126	SAKAMOTO ORIENT CHEMICALS CORP.	ฟิลิปปินส์	Glycerine, Diglycerine, Polyglycerol, Brominated Epoxy
127	STEPAN PHILIPPINES INC	ฟิลิปปินส์	Surfactant (Anionic, Cationic, Nonionic, Amphoteric Sufactant), Detergent, Polyol, Polymer Resin
128	UNITED COCONUT CHEMICALS INC.	ฟิลิปปินส์	Fatty Acids, Glycerine And Fatty Alcohols From Crude Coconut Oil
129	ACIDCHEM INTERNATIONAL SDN. BHD.	มาเลเซีย	Soap Noodle, Glycerine, Fatty Acid
130	AKZO NOBEL OLEOCHEMICALS SDN. BHD.	มาเลเซีย	Fatty Acid, Glycerine, Specialty Products

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
131	CAROTECH BHD.	มาเลเซีย	Tocotrienol,Vitamin E, Carotene, Phytosterols (From Palm)
132	COGNIS OLEOCHEMICALS (MALAYSIA) SDN. BHD.	มาเลเซีย	Stearic Acids, Carprylic-Capric Acids, Palm Fatty Acids, Fractional Fatty Acids, Saturated Fatty Alcohols
133	DERICHEM (MALAYSIA) SDN. BHD.	มาเลเซีย	Soap, Detergent
134	EMERY OLEOCHEMICALS	มาเลเซีย	Fatty Acids, Glycerine And Fatty Alcohols
135	FATTY CHEMICAL (MALAYSIA) SDN. BHD.	มาเลเซีย	Cetyl Alcohol, Decyl Alcohol, Glycerine (Refined), Lauryl Alcohol, Mixed Alcohol, Myristyl Alcohol, Octyl Alcohol, Stearyl Alcohol
136	FELDA GLOBAL VENTURES HOLDINGS SDN BHD (FGV)	มาเลเซีย	Sugar Mill Industry
137	FELDA IFFCO LLC.	มาเลเซีย	Fatty Ester
138	FELDA IFFCO OIL PRODUCTS SDN. BHD.	มาเลเซีย	Refine Palm And Palm Kernel Oil
139	FELDA IFFCO SDN. BHD.	มาเลเซีย	Frying Fat , Alkyd Resin, Emulsifiers ,Feed(Amino Acids, Fatty Acids, Vitamin), Soap, Cellulosic Polymers, Fatty Alcohol Sulphate (Sodium Lauryl Sulphate, Cetyl Alcohol, Stearic Acid, Isopropyl), Lauric And Non-Lauric Oils
140	FPG OLEOCHEMICALS SDN. BHD.	มาเลเซีย	Fatty Alcohols, Methyl Esters, And Refined Glycerines (Glycerine Is Marketed By P&G)

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
141	GRUNDY	มาเลเซีย	Polyphenol, Lecithin (Unknow Base)
142	INTERMED SDN. BHD.	มาเลเซีย	Fatty Acids, Fatty Alcohols, Glycerine, Cosmetic And Esters, Metal Stearates, Soap Noodles, Surfactants
143	IOI OLEOCHEMICAL INDUSTRIES BHD.	มาเลเซีย	Fatty Acids, Soap Noodle, Glycerine, Esters
144	KAO OLEOCHEMICAL (MALAYSIA)	มาเลเซีย	Fatty Alcohols, Fatty Acids, Fatty Amines, Fatty Amides, Esters, Glycerin, Anionic, Surfactants, Nonionic Surfactants, Cationic Surfactants, Amphoteric Surfactants
145	KEWALRAM OILS SDN. BHD. / KEWALRAM CHANRAI	มาเลเซีย	Fatty Acids, Refine Palm Oil, Palm Oil Lubricant For Roll Steel Mill, Feed Additive
146	KLK OLEOCHEMICALS (KUALA LUMPUR KEPONG BERHAD)	มาเลเซีย	Fatty Acid Bis-Amides (Lubricant), Alkanolamides (Detergent), Anionic Surfactants, Cationic Surfactants, Esters, Fatty Acids, Fatty Alcohols, Glycerine, Nonionic Surfactants, Tocotrienols
147	KULIM (MALAYSIA) BHD	มาเลเซีย	Crude Palm Oil
148	LAM SOON EDIBLE OILS SDN. BHD.	มาเลเซีย	Cooking/Baking, Drinks Beverage, Personal Care, Household Care
149	LiION ECO CHEMICALS	มาเลเซีย	Methyl Ester, Surfactant
150	MATRIX OLEOCHEM SDN. BHD.	มาเลเซีย	Refine Oil, Wax, Monoester, Propylene Glycol, Sodium Stearoyl Lactylate, Sobitan Ester, Polyglyceryl Polyricinolate

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
151	NATURAL OLEOCHEMICALS SDN. BHD. (NATOLEO)	มาเลเซีย	Fatty Acids, Palmitic Acids Soap Blends, Stearic Acids, Esters, And Glycerine
152	PACIFIC OLEO / PACIFIC OLEOCHEMICALS SDN. BHD.	มาเลเซีย	Crude Palm Oil, Palm Kernel And Palm Stearine, Fatty Acids, Emulsifiers, Anionic & Nonionic Surfactants, Ester, Lubricants
153	PAN-CENTURY OLEOCHEMICALS SDN. BHD.	มาเลเซีย	Capric-Caprylic Acid, Myristic Acid, Palmitic Acid, Glycerine, Fatty Acid, Stearic Acid, Split Fatty Acid, Distilled Coconut Fatty Acid.
154	PALM OLEO SDN.BHD	มาเลเซีย	Fatty Acids And Glycerine
155	RIKEVITA SDN BHD	มาเลเซีย	Acetylated Monoglycerides, Vitamin'spolyhydric Alcohol Fatty Acid Esters
156	SIME DARBY	มาเลเซีย	Refined Palm Oil And Palm Kernel Oil Products Which Include Shortening, Industrial Margarine, Frying Palm Oil, Milk Fat Replacement, And Vegetable Ghee And Cooking Oil, Fatty Acid
157	SMARANA OLEO CHEMICALS	มาเลเซีย	Soap
158	SOUTHERN ACIDS	มาเลเซีย	Fatty Acids And Glycerine
159	SWEE KEE M&E AND CONSTRUCTION SDN. BHD.	มาเลเซีย	Fatty Acid
160	TIMUR OLEOCHEMICALS	มาเลเซีย	Soap Noodle, Glycerine, Fatty Acid, Fatty Alcohol, Biodiesel, Wax, Ester, Cooking Oil

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
161	UNILEVER (MALAYSIA) HOLDINGS SDN. BHD.	มาเลเซีย	Consumer Products, Food Products, Housekeeping Products, Beauty And Lifestyle Products
162	ECOGREEN OLEOCHEMICALS, PT	สิงคโปร์	Fatty Alcohol, Oleyl Alcohol, Fatty Acid, Refined Glycerine, Primary Fatty Amine, Fatty Acid Esters, Lubricant (Polyol Esters), Fatty Alcohol Ethoxylates
163	FACI ASIA-PACIFIC	สิงคโปร์	Metal Stearates, Fatty Acid, Esters, Epoxy Products, Paint Dryers
164	INTER-CONTINENTAL OILS AND FATS PTE. LTD. (ICOF)	สิงคโปร์	Palm Oil, Lauric Oil, Biodiesel, Soap
165	LAM SOON SINGAPORE PTE., LTD.	สิงคโปร์	Palm Oil, Consumer Goods, Oleo Chemicals
166	PT. ECOGREEN OLEOCHEMICALS LIMITED	สิงคโปร์	Fatty Alcohols
167	ADM	อินเดีย	Cooking Oil, Feed Additive
168	FINE ORGANICS	อินเดีย	Fatty Acid Esters, Fatty Ester Amides
169	GODREJ INDUSTRIES LTD	อินเดีย	Fatty Acids, Fatty Alcohols, Glycerine, Detergent
170	HK FINECHEM LTD.	อินเดีย	Fatty Acids, Tocopherol

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
171	JAYANT AGRO-ORGANICS LIMITED	อินเดีย	Castor Oil, Dehydrate Castor Oil, Stearic Acid
172	JOCIL LIMITED	อินเดีย	Fatty Acid, Soap
173	NIRMA LTD.	อินเดีย	Detergent, Toilet Soap, Consumer Product, Industrial Product (Sulfuric Acid, Glycerine, Soda Ash, Pure Salt, Vacuum Evaporated Lodized Salt)
174	OLEOCHEM INDIA PVT. LTD	อินเดีย	Fatty Acids, Oleic Acids & Fatty Amines
175	RAJ CHEMICALS	อินเดีย	Sobital, Lecithin, Mono Glyceride, Diglyderide, Poly Glycerol Ester Of Fatty Acid,Sorbitan, Propylene Glycol Monostearate
176	SERVOTECH INDIA LTD.	อินเดีย	Vegetable Oil Refining Plant, Cattle Feed Plant, Poultry Feed , Vanaspati, Fatty Acids, Lecithin , Soap, Castor Oil, Castor Oil Derivatives, Cotton Seed Oil For Cooking, Bio-Diesel
177	SREE RAYALASEEMA ALKALIES AND ALLIED CHEMICALS LTD.	อินเดีย	Castor Derivative, Fatty Acid, Soap
178	SUBHASH CHEMICAL INDUSTRIES	อินเดีย	Adipate, Palmitate, Succinate, Myristate, Sebacate, Citrate, Glyceride, Pelargonate, Octanoate, Caprate, Emulsifiers
179	SUNSHINE OLEOCHEMICALS LTD.	อินเดีย	Castor Derivative, Fatty Acid, Soap Noodle, Glycerine, Detergent, Methyl Ester Of Palm, Soap, Wax
180	TRIVEDI ENTERPRISES PVT. LTD.	อินเดีย	Castor Derivative, Fatty Acid, Soap, Glycerine, Detergent, Methyl Ester, Soap, Wax

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
181	VVF LTD.	อินเดีย	Ghee, Wax, Soap, Biodiesel, Fatty Acid, Glycerine
182	ADM	อินโดนีเซีย	Refine Palm Oil
183	BAKRIE SUMATERA	อินโดนีเซีย	CPO
184	CISADANE RAYA CHEMICALS (CRC)	อินโดนีเซีย	Fatty Acid, Glycerine, Soap Noodle, Stearic Acid
185	MUSIM MAS	อินโดนีเซีย	Cooking Oil, Biodiesel, CPO, PKO, Triglyceride, Monoglyceride, Iso Propylpalmitate, Triethylolpropane Ester, Propylene Glycol
186	NUBIKA JAYA	อินโดนีเซีย	Palmitic Acid, Glycerine USP Grade,CPO, PKO
187	PERMATA HIJAU GROUP	อินโดนีเซีย	CPO, PKO, Refine Palm Oil, Stearin, PKO, Fatty Acid, Biodiesel, Cocoa Butter, Shortening, Magarine, Refine Glycerine, Stearic Acid
188	PT. ARIBHA WANA UTAMA	อินโดนีเซีย	Fatty Alcohol
189	PT. BINA KARYA PRIMA	อินโดนีเซีย	Cooking Oil, Magarine, Shortening, Soap Noodle, Fatty Acid, Glycerine, Palm Stearin
190	PT. CISADANE RAYA CHEMICALS	อินโดนีเซีย	Glycerine, Fatty Acids
191	PT. DOMBA MAS	อินโดนีเซีย	Oleochemicals
192	PT.DUA KUDA INDONESIA	อินโดนีเซีย	Stearic Acid, Glycerine, Palm Stearin, Palm Wax
193	PT.ECOGREEN OLEOCHEMICAL	อินโดนีเซีย	Fatty Alcohol, Fatty Acid, Refined Glycerine, Fatty Amine, Fatty Acid Ester, Fatty Alcohol Ethoxylate, Anionic Surfactant
194	PT. FLORA SAWITA CHEMINDO	อินโดนีเซีย	Organic Acid, Crude Oil, Palm Fatty Acid, Glycerine, Stearic Acid, Oleic Acid
195	PT. Kao Indonesia	อินโดนีเซีย	Fatty Alcohols, Fatty Amines, Esters, Anionic Surfactants, Nonionic Surfactants, Cationic Surfactants, Amphoteric Surfactants

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
196	PT. MUSIM MAS	อินโดนีเซีย	Palm Oil, Soap, Margarine, Oleo Chemicals
197	PT. PERKEBUNAN NUSANTARA III	อินโดนีเซีย	Cpo, Pko
198	PT SINERGI OLEO NUSANTARA	อินโดนีเซีย	Refine Oil, Biodiesel, Fatty Alcohol
199	PT SUMI ASIH	อินโดนีเซีย	Fatty Acid, Glycerine, Sorbitol, Znstearate, Leadstearate
200	SINARMAS OLEOCHEMICAL INTERNATIONAL, PT SOCIMAS	อินโดนีเซีย	Glycerine, Fatty Acid, Soap Noodle
201	UNILEVER OLEOCHEMICAL	อินโดนีเซีย	Fatty Acid, Glycerine, Soap Noodle
202	WILMAR INTERNATIONAL LIMITED	อินโดนีเซีย	Cocoa Butter
203	AKZO NOBEL CHEMICALS PTY., LTD.	ออสเตรเลีย	Emulsion, Chemicals, Microsurfacing, Sluuy Seal Machines
204	MISSION NEWENERGY LTD.	ออสเตรเลีย	Biodiesel
205	SYMEX	ออสเตรเลีย	Stearic Acid, Oleic Acid, Glycerine And Distilled Tallow Fatty Acid, Soap Noodles & Soap Bars.
206	TALLOW PRODUCTS PTY. LTD.	ออสเตรเลีย	Anolin BP, Lanolin USP, Neatsfoot Oil, Woolgrease
207	AKZO NOBEL AB	เนเธอร์แลนด์	Fatty Acid Esters, Glycerine, Oils, Ketones
208	AKZO NOBEL NV	เนเธอร์แลนด์	Coating, Healyh Care Products, Chemicals, Fibers, Produces Salt
209	CHEMPRI OLEOCHEMICALS	เนเธอร์แลนด์	Fatty Acid, Glycerine, Refine Palm Oil, Ethylene Glycol Ester, Trimethylolpropane Ester, Propylene Glycol Ester, Pentaerythritol Esters , Sorbitan Esters, Lubricant(Ester), Alkyd Resins, Polyols , Metalic Stearates, Detergent (Anionic, Cationic Surfactant)
210	BIOPETROL	เนเธอร์แลนด์	400,000 Tons Of Biodiesel And 60,000 Tons Of Pharma-Glycerine Per Year

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
211	UNILEVER NV	เนเธอร์แลนด์	Consumer Goods, Household Products (Dove Soap And Suave Shampoo), Food Beverage(Hellmann's Mayonnaise, Slim Fast Meal Replacement Drinks And Lipton Tea)
212	UNIQEMA	เนเธอร์แลนด์	Lubricants, Personal Care, Performance Technologies
213	AKZO NOBEL NV-SA	เบลเยียม	Rubber, Aerosol, Food, Petrochemical, Plastic, Paint Industries
214	CHRISTEYNS OLEOCHEMICALS (CHRISTEYNS NV)	เบลเยียม	Detergent
215	OLEON	เบลเยียม	Fatty Acids, Glycerine, Fatty Alcohols, Fatty Esters
216	OLEON N.V.	เบลเยียม	Fatty Acids, Glycerol, Isostearic Acids, Mono Propylene Glycol (MPG), Isostearyl, Alcohol, Dimer Diol, Ketones, Vitamin F, Polyols, 2-Ethylhexyl Esters, Acetylated Mono And Diglycerides, Ester (Cetyl Esters, Ethylene Glycol Esters, Lactylated ,N-Butyl Esters, Neopentyl Glycol Esters, Pentaerythritol Esters), Phtalate, Polyester Polyols, Propylene Glycol Esters, Sorbitan Esters, Trimethylolpropane Esters
217	SOLVAY INTEROX SA	เบลเยียม	Acids, Chemicals, Inorganics Chemicals, Organic Chemicals
218	SOLVAY SA	เบลเยียม	Plastic Into Pipe, Waterproofing Foils, Fuel And Air Intake Systems
219	ADM BIODIESEL	เยอรมัน	Biodiesel, Glycerine
220	AKZONOBEL / BOXING CHEMICAL CHINA	เยอรมัน	Lubricant (Amide, Amine And Alkoxylated Amine)

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
221	AKZO NOBEL CHEMICALS GMBH	เยอรมัน	Cosmetic, Skin Care Product, Building Colors, Laquers, Powder Coating
222	BAERLOCHER GMBH	เยอรมัน	Fatty Acid, Glycerine, Metal Soaps, Lubricant(Fatty Acid Ester, Parafin Wax, Fatty Acid)
223	BASF AKTIENGESELLSCHAFT (AG)	เยอรมัน	Emulsions, Acrylic Acid, Oxygenated Solvents, Polymer Dispersions, Acrylic Esters, Vinyl Ethers, Resins
224	BASF CORPORATION	เยอรมัน	Omega-3 Fatty Acids, Polyethylene Glycol (Pharma Grade), Resin, Poly Urethane
225	BEHN-MEYER HOLDING AG	เยอรมัน	Cosmetic, Surfactant, Wax, Glycerine (Usp, Bp Grade), Vitamin, Resins
226	BERG+SCHMIDT GMBH & CO. KG	เยอรมัน	Feed Additive (Lecithin, Monogastric Acid, Linoleic Acid(Omega6)), Fatty Alcohols, Fatty Acid Esters, Shea Butter Fatty Acid Glycerol, Cator Oil Derivatives
227	BIOPETROL	เยอรมัน	Biodiesel , Pharma-Glycerine
228	CARGILL	เยอรมัน	Refine Vegetable Oil.
229	COGNIS	เยอรมัน	Fatty Esters, Antioxidant, Botanical, Nature-Based Ingredients
230	COGNIS DEUTSCHLAND GMBH & CO., KG.	เยอรมัน	Coating, Synthetic Lubricants, Oilfield Chemicals, Fatty Acid, Dietary Supplements

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
231	COGNIS GMBH	เยอรมัน	Home Care, Personal Care, Industrial Sectors
232	CREMER OLEO	เยอรมัน	Fatty Acid, Fatty Alcohols, Glycerine, Soap, Feed Additive(Linoleic Acid), Refine Vegetable Oil (Palm Base)
233	EVONIK GOLDSCHMIDT	เยอรมัน	Microcrystalline Polyamide (Transparent Polymer Palm Oil Base)
234	GATE	เยอรมัน	Skin Care, Cosmetic
235	GOLDSCHMIDT GMBH	เยอรมัน	Fatty Esters, Sorbitan Esters, Ethoxylated Sorbitan Esters
236	HENKEL KGAA	เยอรมัน	Toiletries, Cosmetics, Detergents, Cleansers
237	HOBUM OLEOCHEMICALS GMBH	เยอรมัน	Vegetable Oil, Fatty Acid
238	IMPERIAL-OEL-IMPORT - IOI	เยอรมัน	Lanolin, Lanolin Derivative (Sheep),Omega3 (Fish Oil), Napthanic Acid, Fatty Acid, Lecithin
239	KEMIRA CHEMIE GES.MBH	เยอรมัน	Bio Gas, Detergent, Ethanol (Sugar) Non Palm Oil
240	LURGI AG	เยอรมัน	Synthesis Gas, Downstream Products (Hydrogen, Numerous Feedstock)

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
241	NATURAL ENERGY WEST	เยอรมัน	Biodiesel, Glycerine
242	NORDISCHE ÖLWERKE (WALTER) CARROUX GMBH	เยอรมัน	Oleine, Fatty Acid, Polyurethane, Crude Glycerol, Refine Glycerine (USP Grade)
243	PRIGNITZER CHEMIE GMBH	เยอรมัน	Fatty Acid, Fatty Alcohols, Glycerine, Soap, Feed Additive(Linoleic Acid), Refine Vegetable Oil (Palm Base)
244	VERBIO	เยอรมัน	Biodiesel, Glycerine
245	PETER GREVEN GMBH & CO. KG	เยอรมัน	Metal Soap, Fatty Acid, Glycerine, Metal Stearate, Ester , Butandiol Rubber, Ethylene Propylene Diol Monomer (EPDM), Polyol Ester, Poly Amide(Plastic Mixture)
246	SAVAY GERMANY GMBH	เยอรมัน	Plastic, Automobiles, Foodstuffs, Chemicals, Furniture Industries
247	DERIVES RESINIQUES ET TERPENIQUES SA, LES (DRT)	ฝรั่งเศส	Resin (Form Tall Oil), Terpene
248	DIESTER	ฝรั่งเศส	Biodiesel, Glycerine
249	GATTEFOSSE	ฝรั่งเศส	Emulsifiers, Co-Emulsifiers, Emollients, Solubilizers, Disperses, Plant Extracts, Substantiated Actives
250	HB INTERNATIONAL SAS	ฝรั่งเศส	Glycerine, Fatty Acid, Castor Oil

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
251	NOVANCE	ฝรั่งเศส	Fatty Acids, Glycerine, Fatty Alcohols, Fatty Esters
252	SOLVAT SA	ฝรั่งเศส	Monomer, IXAN®, DIOFAN® Polymers
253	STEARINERIE DUBOIS	ฝรั่งเศส	Fatty Esters
254	FORCHEM OY	ฟินแลนด์	Refine Tall Oil, Fatty Acid ,Rosin
255	SEGEZHA PPM	รัสเซีย	Refine Tall Oil, Fatty Acid ,Rosin
256	ACCIONA ENERGIA	สเปน	Biodiesel, Glycerine
257	BIOENERGRTICA EXTREMENA	สเปน	Biodiesel, Glycerine
258	CAILA Y PARES, SA	สเปน	Fatty Acid, Glycerine, Vegetable Oil
259	KAO CHEMICALS EUROPE SL	สเปน	Polyester Toner Binder Resin, Polyester Based Resin
260	LASCARAY S.A.	สเปน	Fatty Acid, Glycerine, Oleic Fatty Acid, Tall Oil Fatty Acid
261	MIGASA	สเปน	Fatty Acid, Olive Oil
262	UNDESA GROUP	สเปน	Glycol Esters, Sorbitan Esters, P.O.E. Sorbitan Esters
263	UNION DERIVAN, SA (UNDESA)	สเปน	Fatty Acid, Glycerine,Oleic Fatty Acid, Ester, Amide Wax, Polyol Ester
264	AARHUSKARLSHAMN AB (AAK)	สวีเดน เดนมาร์ก	Cocoa Butter, Ice Cream Fats, Sterols, Omega-3, Vegetable Oils
265	DANISCO A/S	เดนมาร์ก	Glycerol Esters, Critic Acid Esters, Acetic Acid Esters, Distilled Monoglycerides, Mono And Diglycerides, Sorbitan Esters, Lactic Acid Esters

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
266	COMMODITY TRADING S.R.O.	สาธารณรัฐเชค	Refine Palm Oil, Refin Rapeseed Oil, Refine Soybean Oil
267	GLYCONA S.R.O.	สาธารณรัฐเชค	Biodiesel, Crude Glycerine, Fatty Acids
268	OLEO CHEMICAL A.S.	สาธารณรัฐเชค	Biodiesel, Crude Glycerine
269	PALMA-TUMYS AS	สาธารณรัฐเชค	Vegetable Oils, Vegetable Fats, Household Chemicals, Soap, Wholesale Goods, Lyed Groats, Pressed Products, Fatty Acid, Methyesthers Of Repeoil
270	SETUZA A.S.	สาธารณรัฐเชค	Edible Oils, Hardened Fats
271	ABITEC CORPORATION (ASSOCIATED BRITISH INGREDIENT TECHNOLOGIES)	อังกฤษ	Caprol Polyglycerol Ester, Nonionic Surfactants, Diglyceride Emulsifiers, Triglycerides
272	AKZO NOBEL CHEMICALS LTD.	อังกฤษ	Surfactants, Vegetable Fatty Acids, Cellulose Dericatives, Microspheres
273	CRODA CHEMICALS EUROPE LTD.	อังกฤษ	Health Care, Animal Health, Nutritional, Pharmaceutical, Personal Care, Home Care, Industrial Tissue Coating, Metalworking & Lubricants, Emulsion Explosives
274	CRODA INDUSTRIAL CHEMICALS	อังกฤษ	Food Additive (Sorbitan Esters , Monoglycerides, Shortening), Glycerine, Fatty Acids
275	CRODA INTERNATIONAL PLC.	อังกฤษ	Essential Fatty Acid, Protein Derivatives, Lipids

รายชื่อบริษัทผู้ผลิตในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีที่มีความสำคัญในตลาดโลก

	บริษัทผู้ผลิต	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์
276	BIOFUEL CORPORATION	อังกฤษ	Biodiesel, Glycerine
277	PROCTER & GAMBLE CHEMICALS LTD.	อังกฤษ	Fatty Alcohols, Methyl Esters, Fatty Acids, Glycerine, Tertiary Amines
278	UNILEVER PLC	อังกฤษ	Soap, Oral Care, Vaseline
279	AMBROGIO PAGANI SPA	อิตาลี	Fatty Acid, Glycerine, Triglyceride, Stearic Acid
280	FACI SPA	อิตาลี	Fatty Acids, Metallic Stearates, Esters, Mono Glycerides, Amides, Epoxy, Laureates-Myristates-Palmitate, Glycerine, Glycerides, Zinc Stearates
281	ITAL GREENOIL	อิตาลี	Soybean Oil, Sun Flower Oil, Lecithin
282	LAMBERTI ITALIA SPA	อิตาลี	Surfactant, Fatty Derivative
283	MIRACHEM SRL	อิตาลี	Food Product
284	SO.G.I.S INDUSTRIA CHIMICA S.P.A.	อิตาลี	Fatty Acid, Amide, Ester, Glycerol, Glycerine, Metal Soap
285	SPIGA NORD SPA	อิตาลี	Natural Glycerine
286	UNDESA ITALIA SRL	อิตาลี	Oleochemical Products
287	COGNIS POLSKA SP .ZOO	โปแลนด์	Food Emulsifiers, Specialty, Compounds, Functional Ingredients
288	LONZA GROUP LTD.	สวิสเซอร์แลนด์	Specialty Biocides, Oleo Chemicals, Additives, Active Chemical Ingredients, Intermediates, Biotechnology Solutions
289	IFFCO EMIRATES REFINING COMPANY LTD.	สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์	Shortening, Table Oil, Margarine, Edible (Eatable Oil)

Q & A

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑

กำหนดการอบรม

เรื่อง "Biorefinery development"

วันพุธที่ 21 กรกฎาคม 2564

เวลา 09.00 – 16.30 น.

ผ่านระบบออนไลน์ Zoom

09.00 – 09.30 น.	ลงทะเบียน
09.30 – 12.00 น.	- อุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ของไทยและต่างประเทศ และตัวอย่างการดำเนินการที่ประสบความสำเร็จ โดย ดร.บุรินทร์ สุขพิศาล
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 15.30 น.	- Biorefinery Process - ปัจจัยแห่งความสำเร็จของการดำเนินธุรกิจไบโอรีไฟเนอรี - Process Integration โดย ดร.บุรินทร์ สุขพิศาล
15.30 – 16.30 น.	ตอบข้อซักถาม

การอบรมหลักสูตรระยะสั้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่

“Biorefinery Development”

ร่วมกับ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

สำนักบริหารงานวิจัยและนวัตกรรมพระจอมเกล้าลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

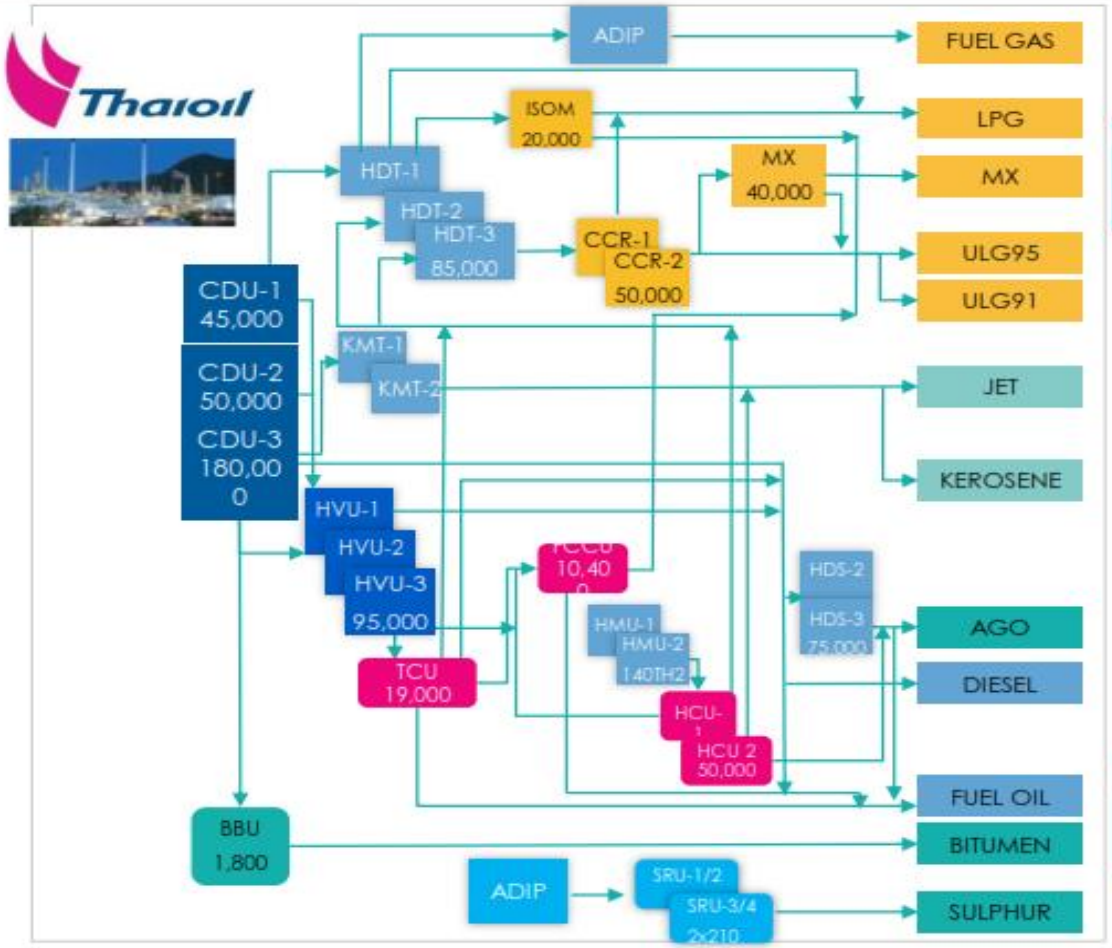
21 กรกฎาคม 2564

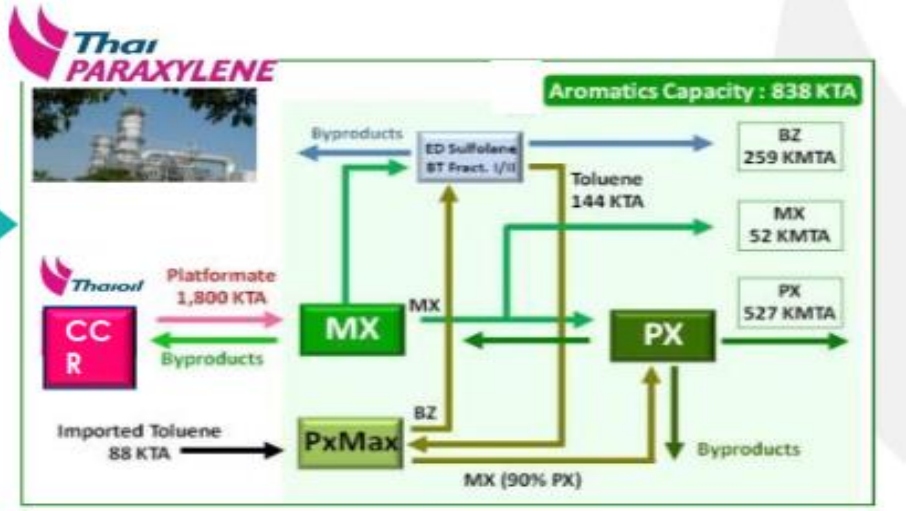
1

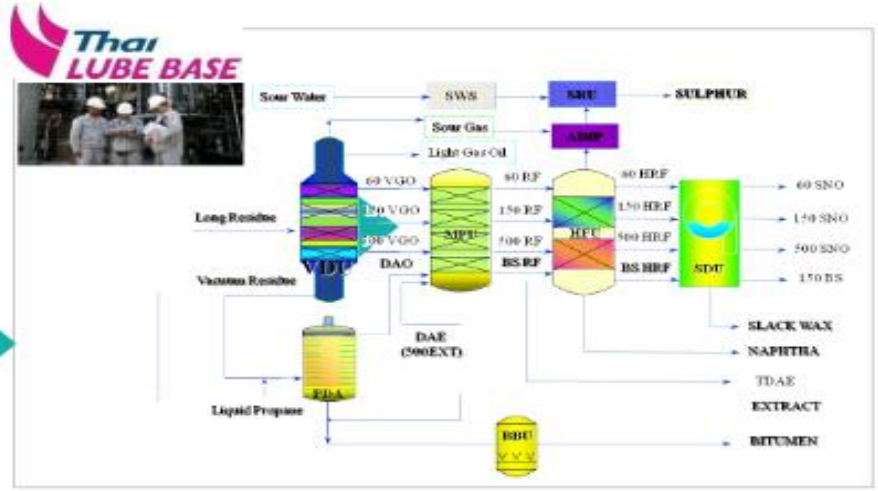
Biorefinery Process

Process Linkage: Beauty of Integration

PROCESS FLOWCHART

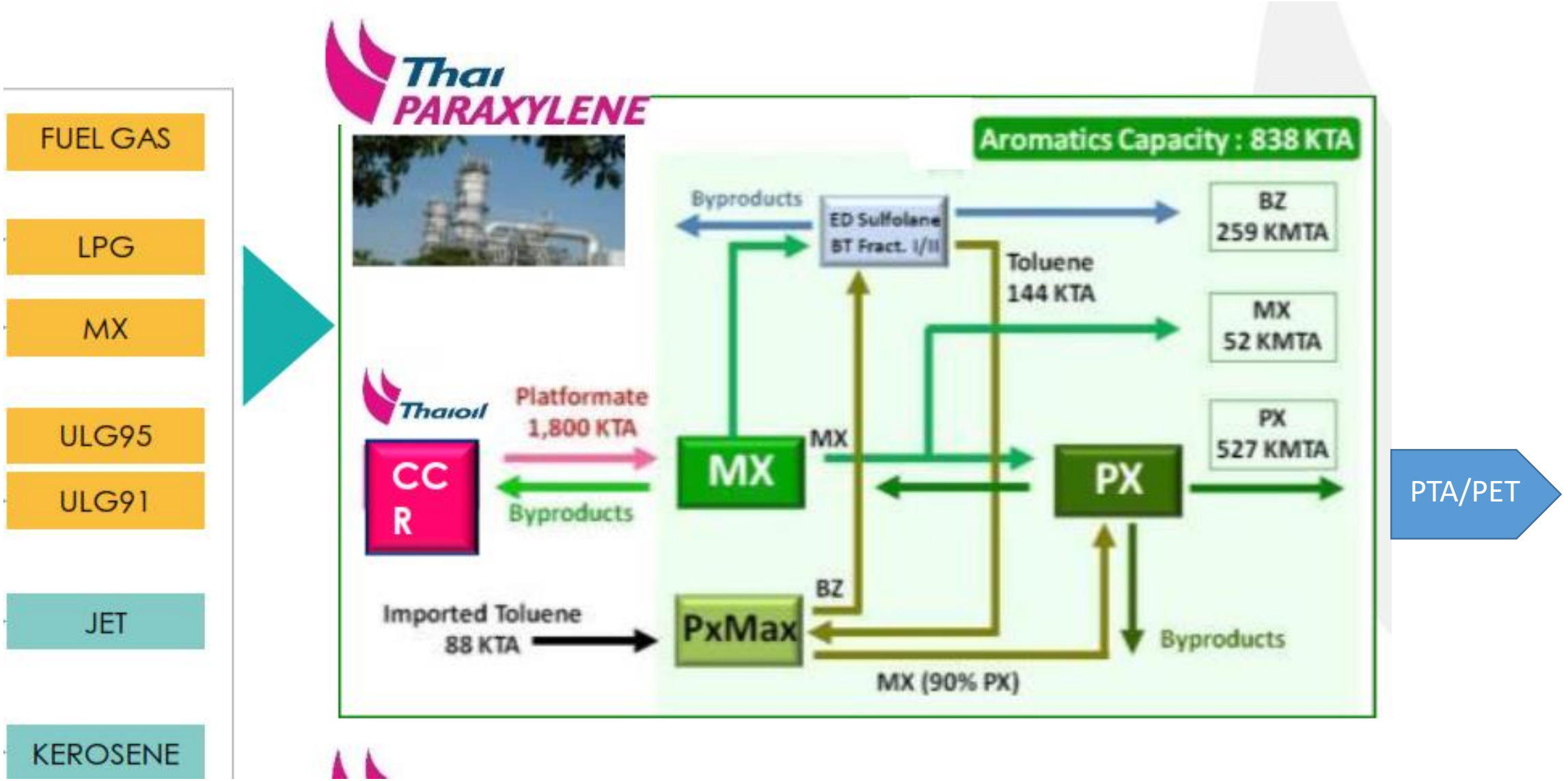






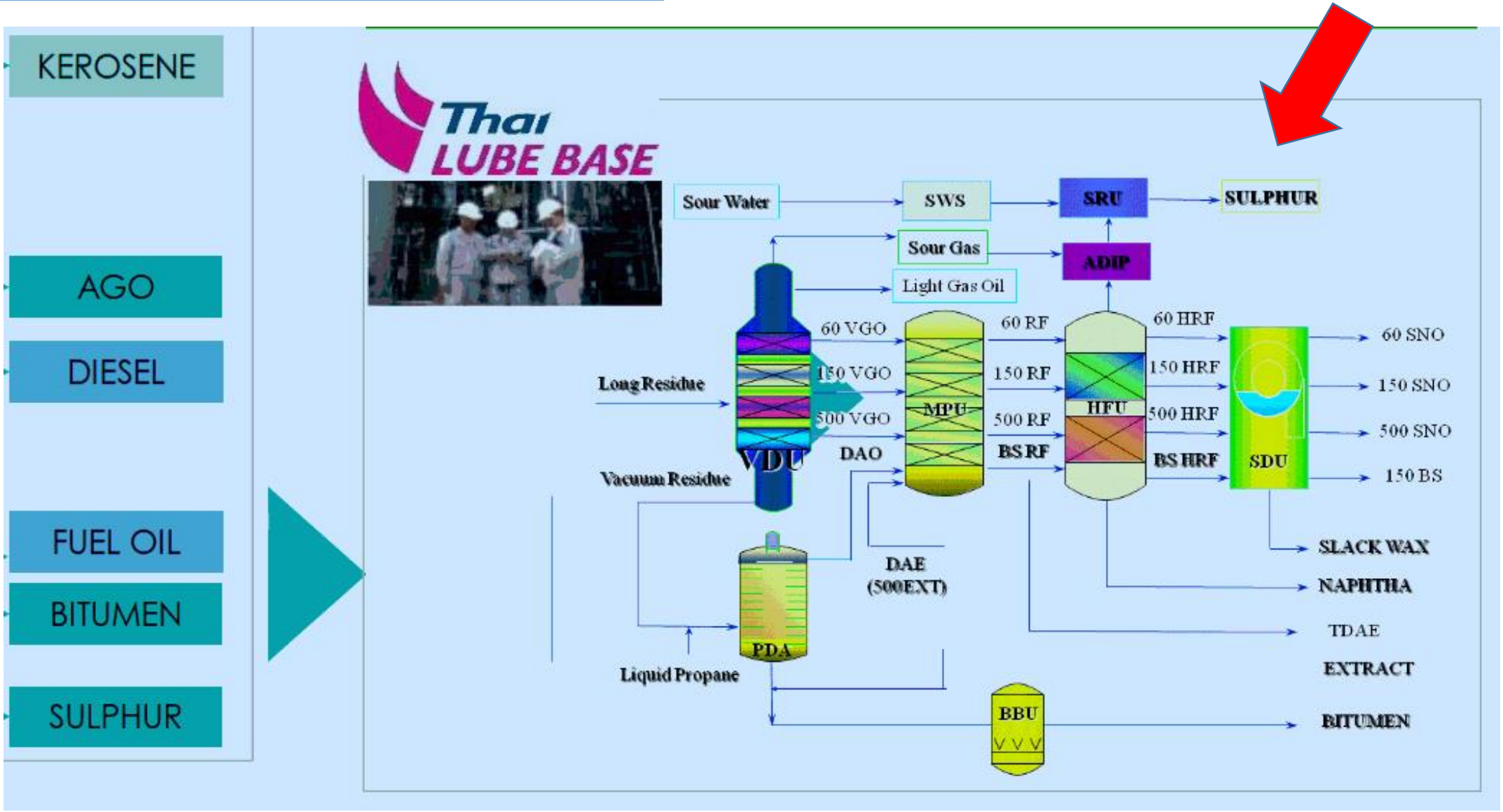
ที่มา: TOP

เปรียบเทียบหลักการการกลั่นปิโตรเลียมและไบโอรีไฟเนอรี่



ที่มา: TOP

เปรียบเทียบหลักการการกลั่นปิโตรเลียมและไบโอรีไฟเนอรี่



ที่มา: TOP

Clean Fuel Project (CFP)

Strategically located in AEC & EEC

CFP Benefits for Thailand

$4.825 billion First mega project in EEC provinces

฿40+ billion Local contents

20,000+ jobs During construction

2.4x income tax For the country after completion

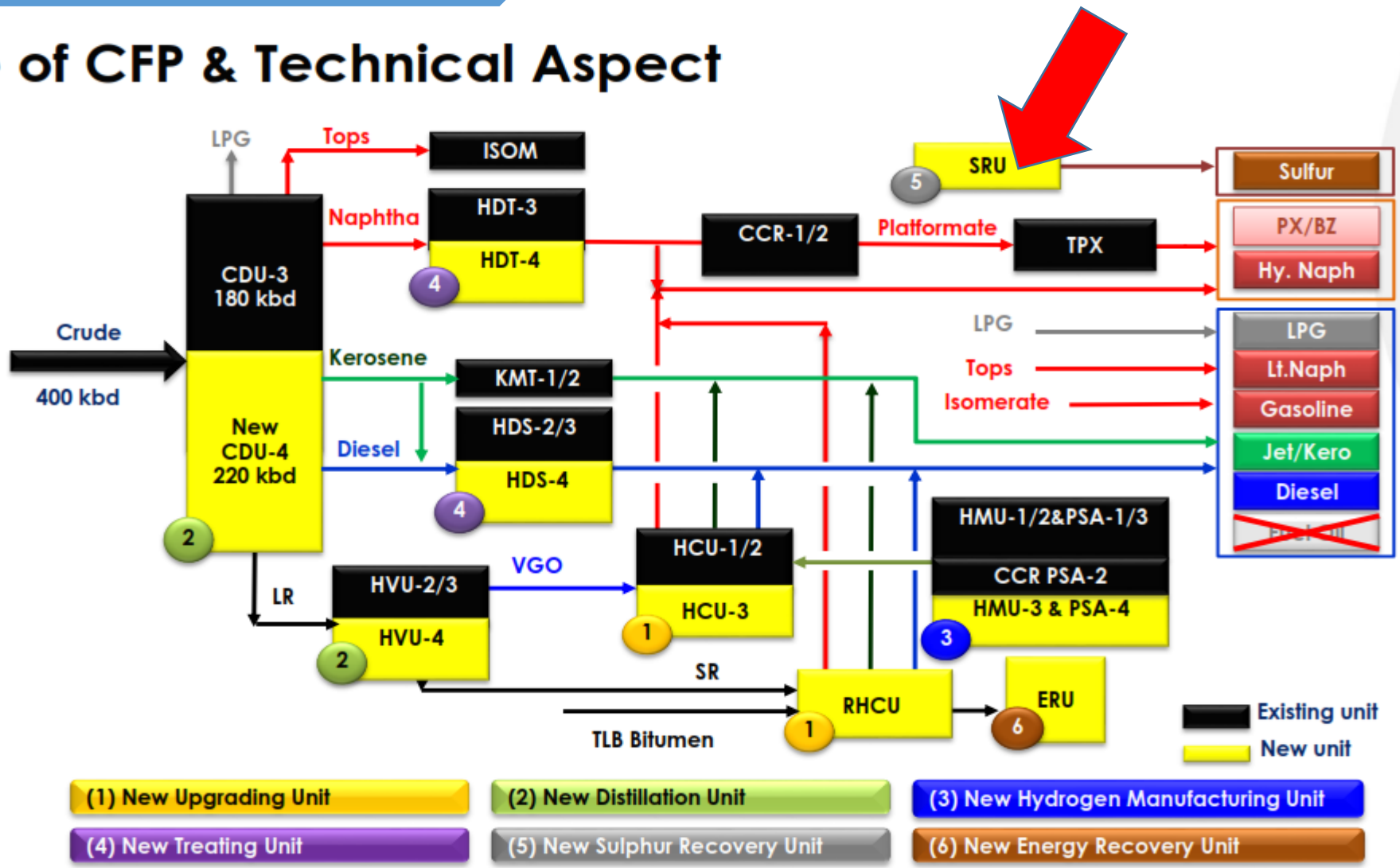
5x cleaner products Ready for EURO V diesel

CFP Benefits for Thai Oil

- Rejuvenate our facilities
- Capacity growth
- Upgrading product mix
- Feedstock flexibility
- Stepped improvement in GIM
- Pathway to value chain enhancement

ที่มา: TOP

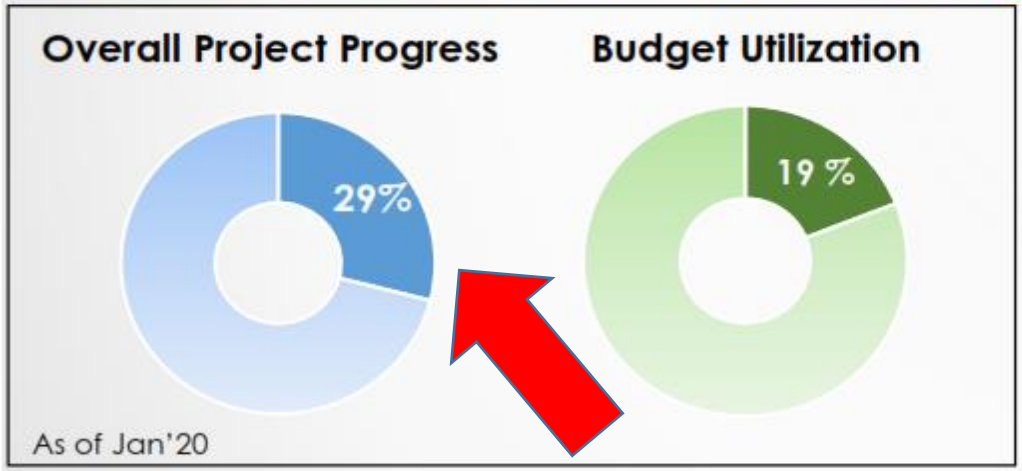
Scope of CFP & Technical Aspect



ที่มา: TOP

CFP Key Progress

Key Progress in 2019



Key Progress in 2019

- Completed ERU carve out contract execution with GPSC
- Executed tie-in work during plant maintenance successfully
- Completed most of High Critical equipment procurement
- Awarded all Module yards in three countries

ที่มา: TOP

Integrated refinery and biorefinery / NExBTL process of NESTE (Finland / SG)

Bio oils

Feed tank

Pretreatment
Impurities
removal

Solids

Hydrogen

HVO -Process
Conversion
of fatty acids
to fuels

Stabilization

Water

Renewable gasoline

Renewable LPG

Renewable diesel fuel

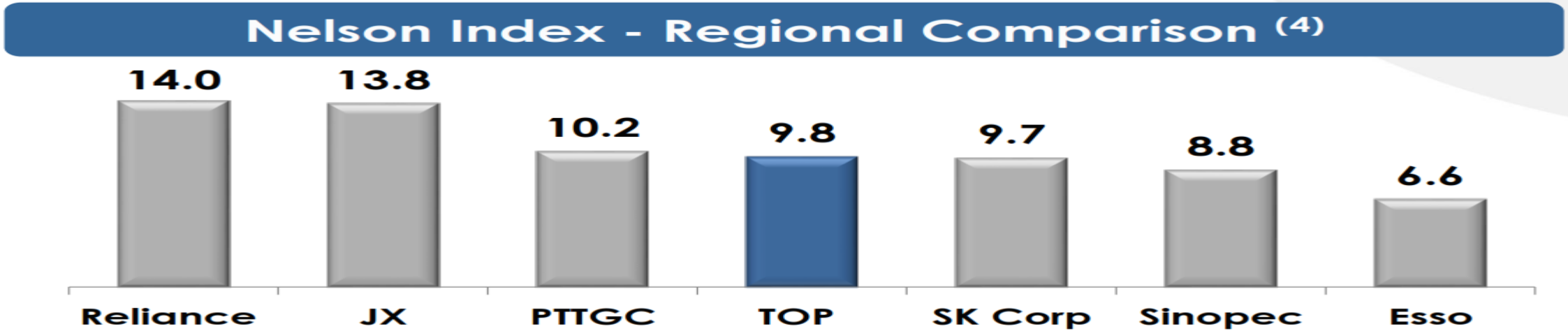
Blending and sales

Hydrotreating unit integrated to oil refinery using existing

- logistics
- energy, hydrogen
- quality control lab
- etc. facilities

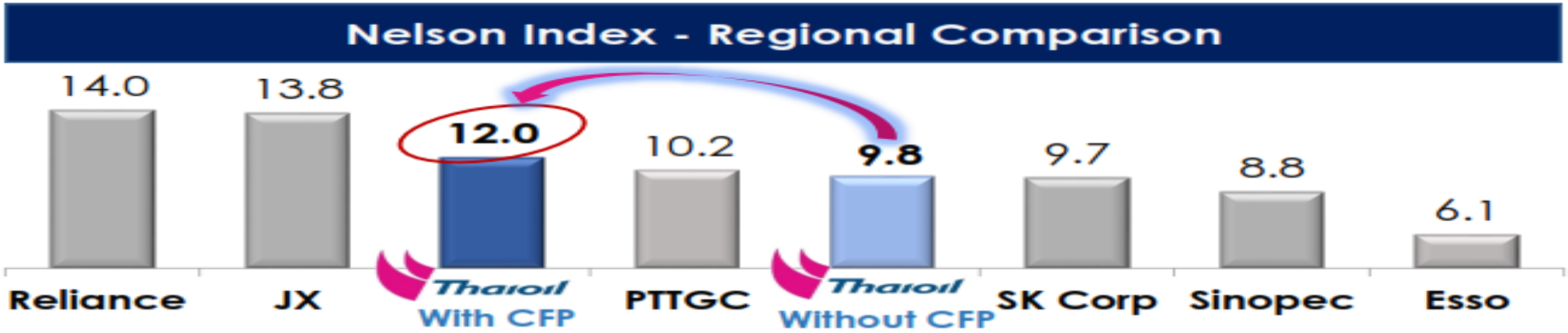
Not co-feed of bio with crude oil

Nelson Index VS BCI Biorefinery Complexity Index



Remarks:

- Nelson Complexity Index measures refinery's upgrading capability for comparison
- It is the ratio of complexity barrels divided by crude distillation capacity



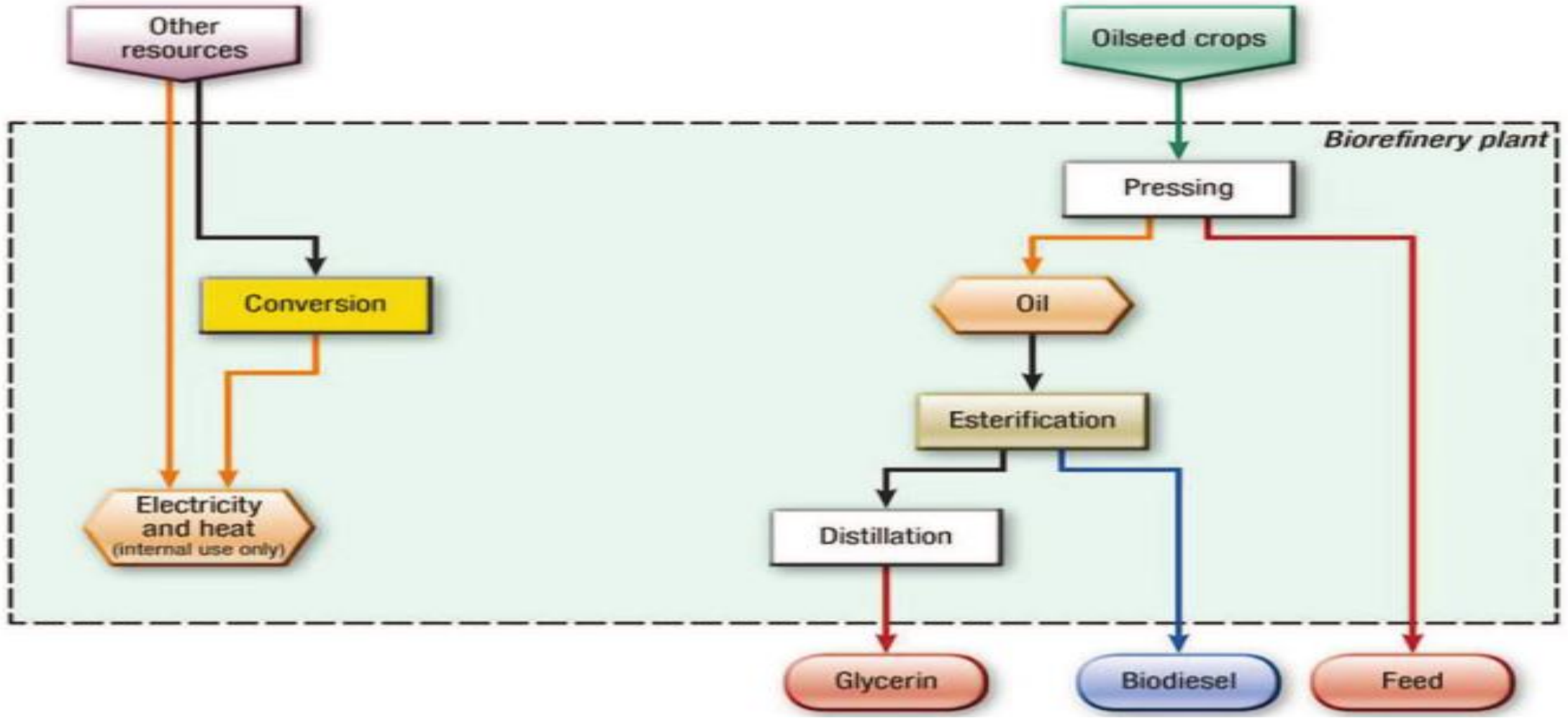
ที่มา: TOP

CHO content: Petroleum crude vs VO are nearly the same

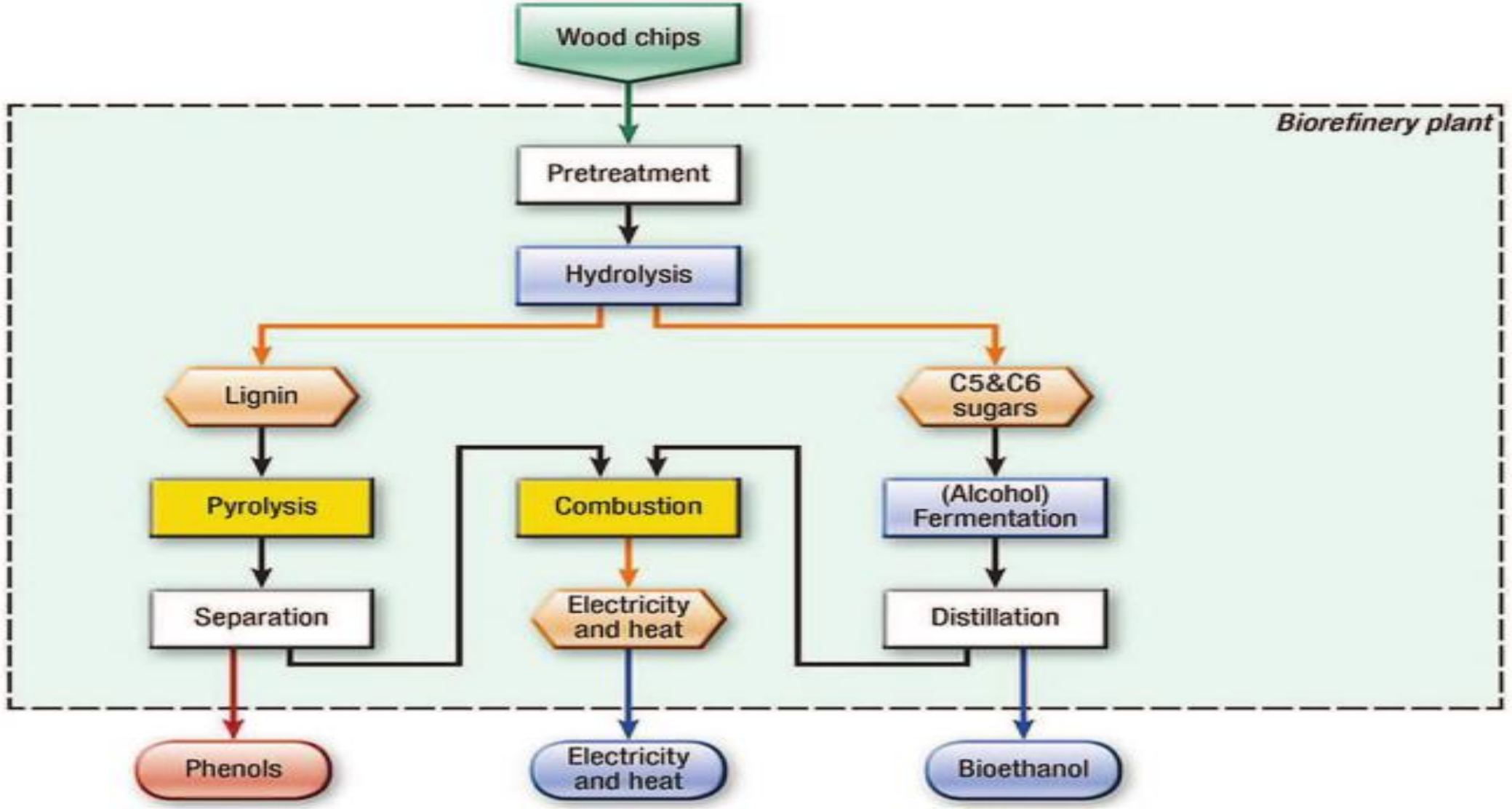
	Crude oil	Animal fats and vegetable oils	Lignocellulose (wood)
Carbon	85–90%	76%	50%
Hydrogen	10–14%	13%	6%
Oxygen	0–1,5%	11%	43%

ที่มา: TOP

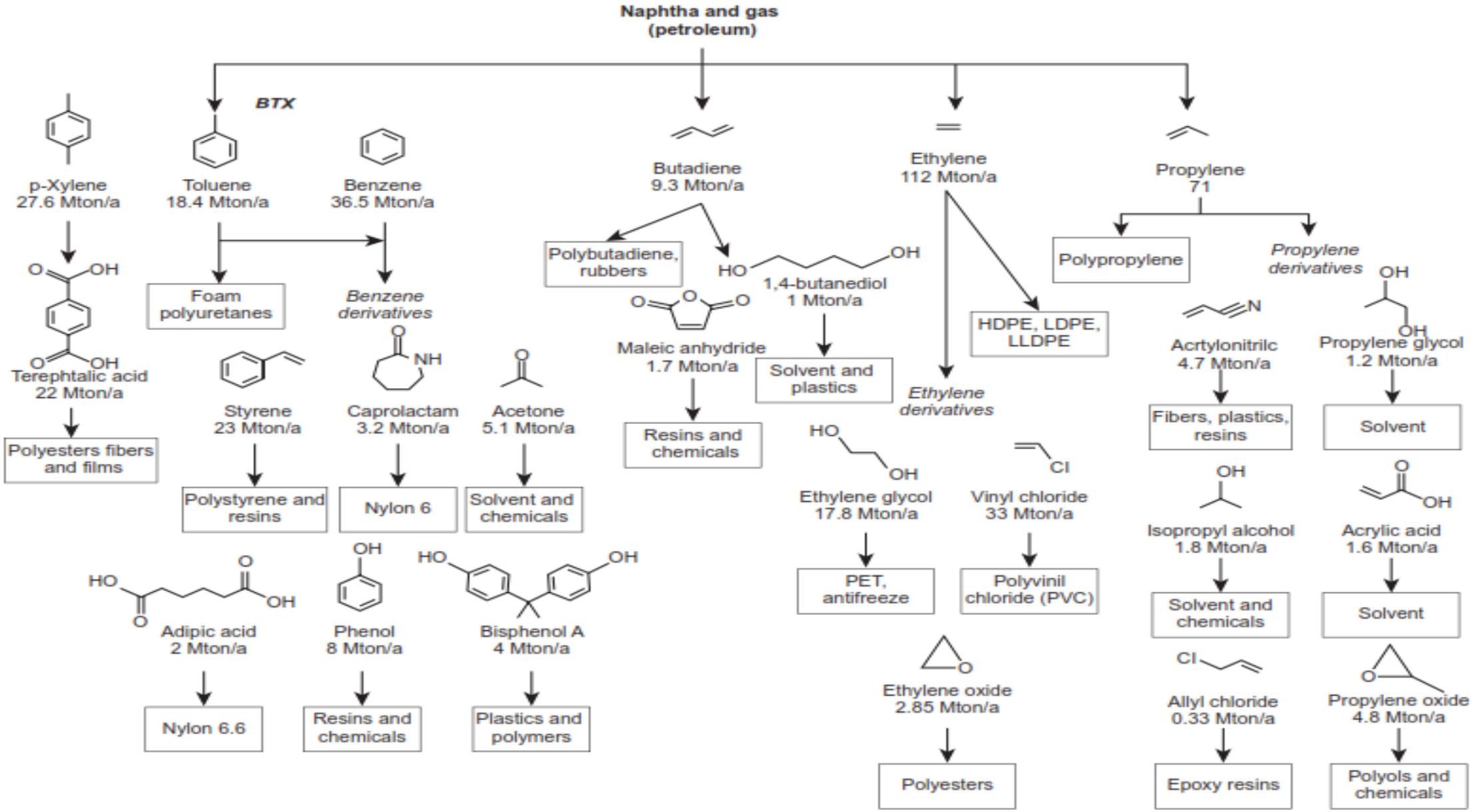
Non-Biorefinery VS Biorefinery or Non-Integration VS Integration



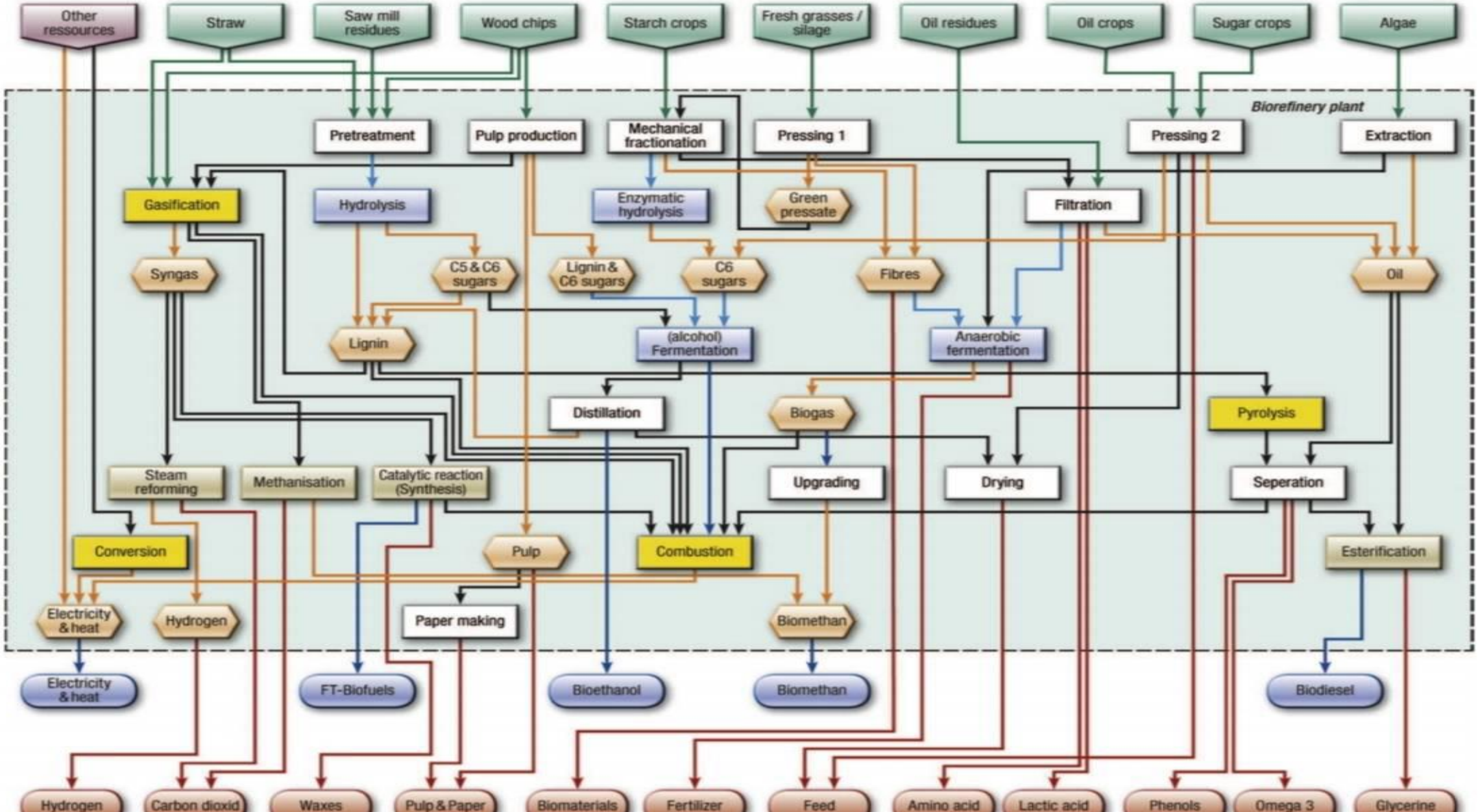
Non-Biorefinery VS Biorefinery or Non-Integration VS Integration



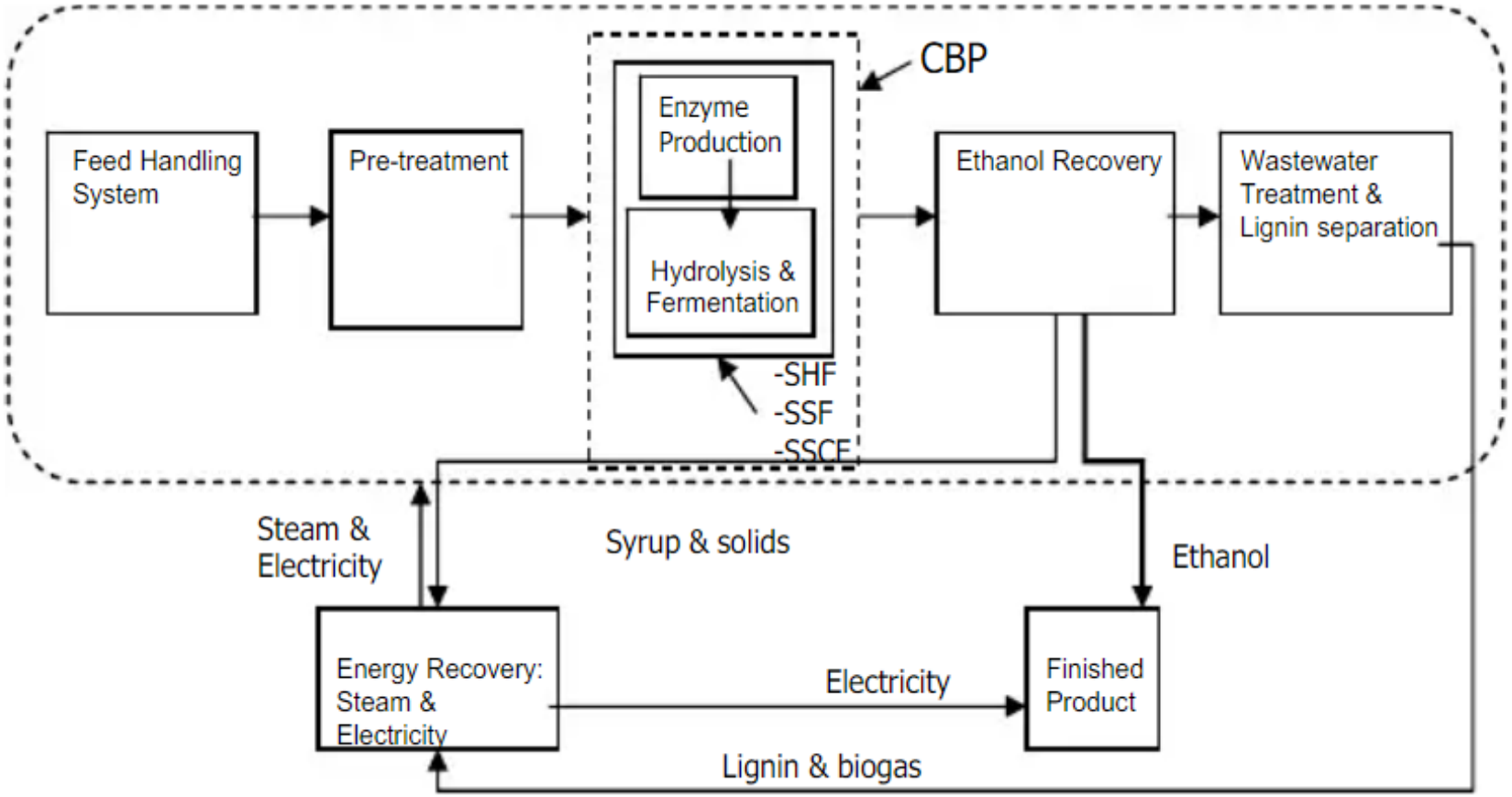
Nelson Index VS BCI Biorefinery Complexity Index



Biorefinery linkage network / classification



Example: Basic Process Model of chemical conversion from Biomass



CBP Combind Bio Processing

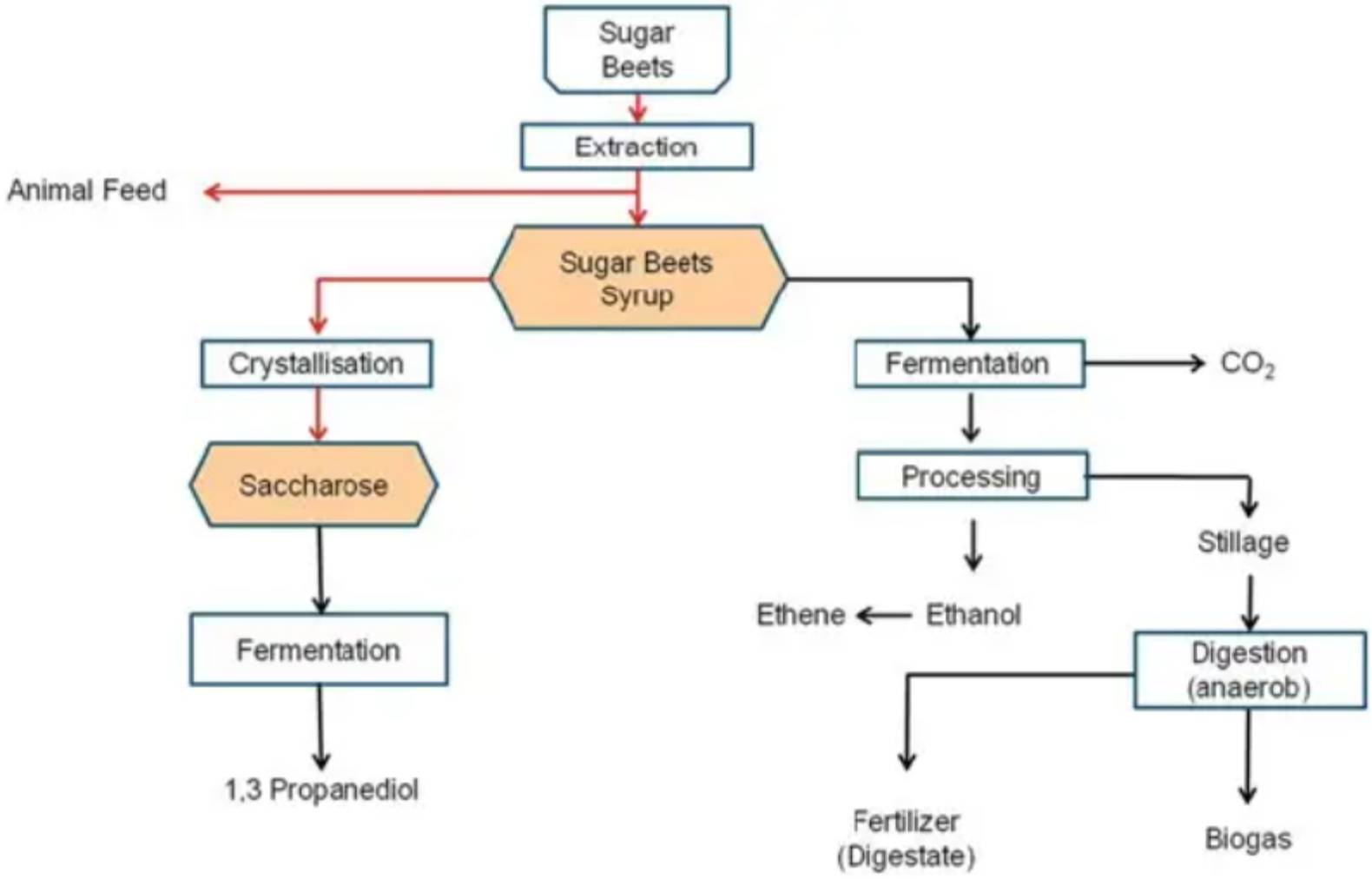
SHF Separate Hydrolysis and Fermentation

SSF Simutaneous Saccharification and Fermentation

SSCF Simutaneous Saccharification and Co-Fermentation

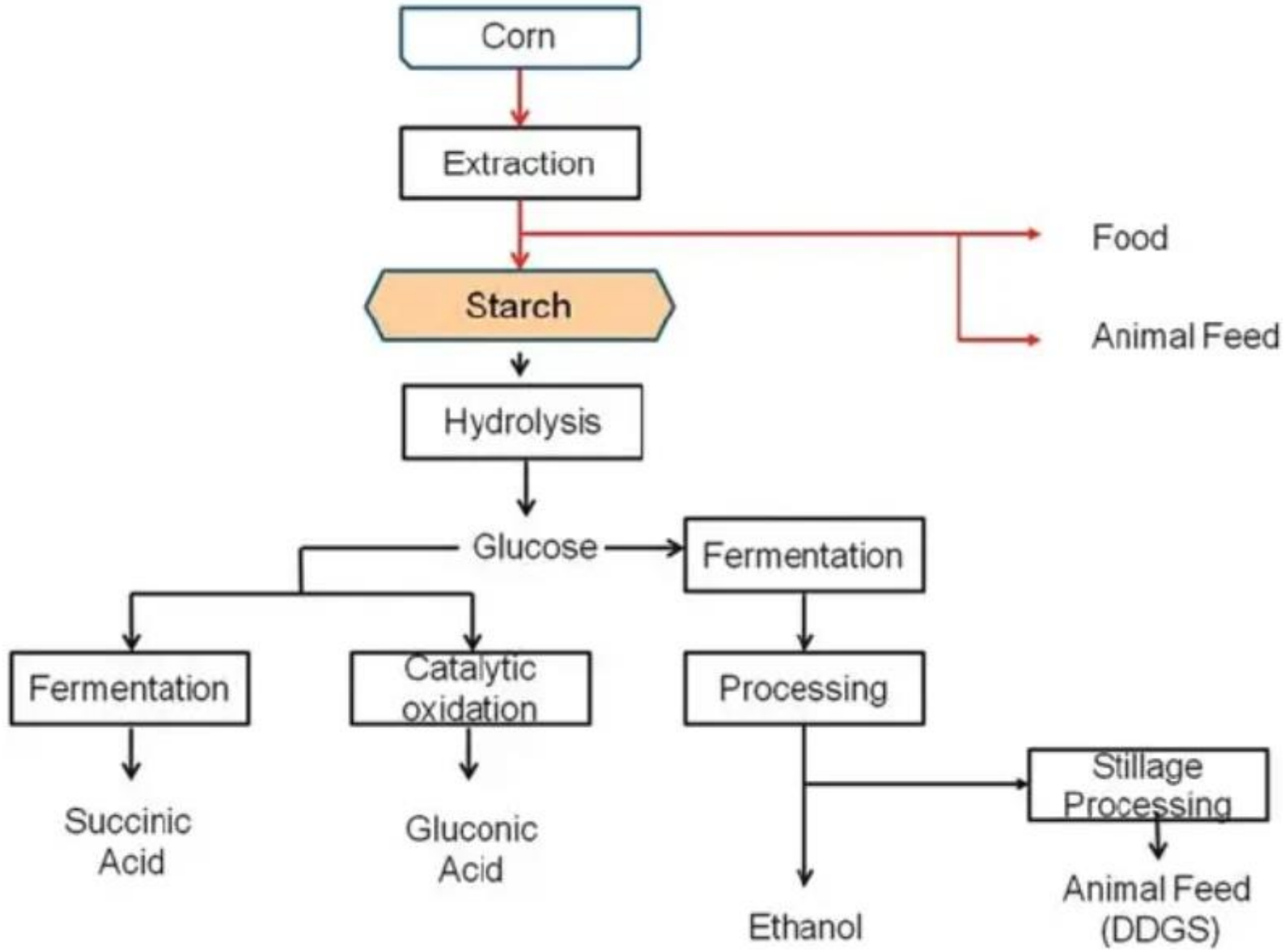
Joseph E.C. et al.

A kind of Biorefinery process



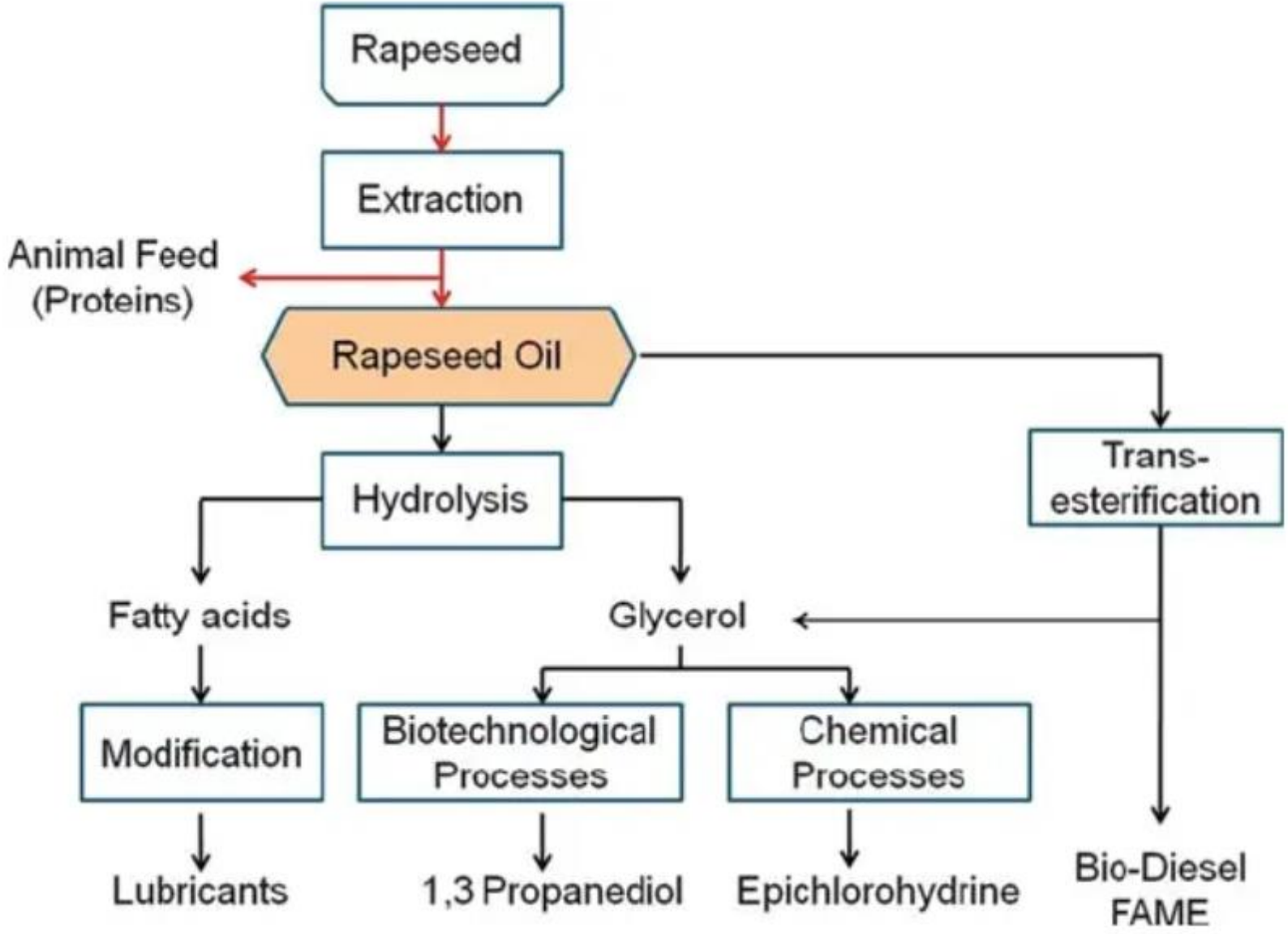
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

A kind of Biorefinery process



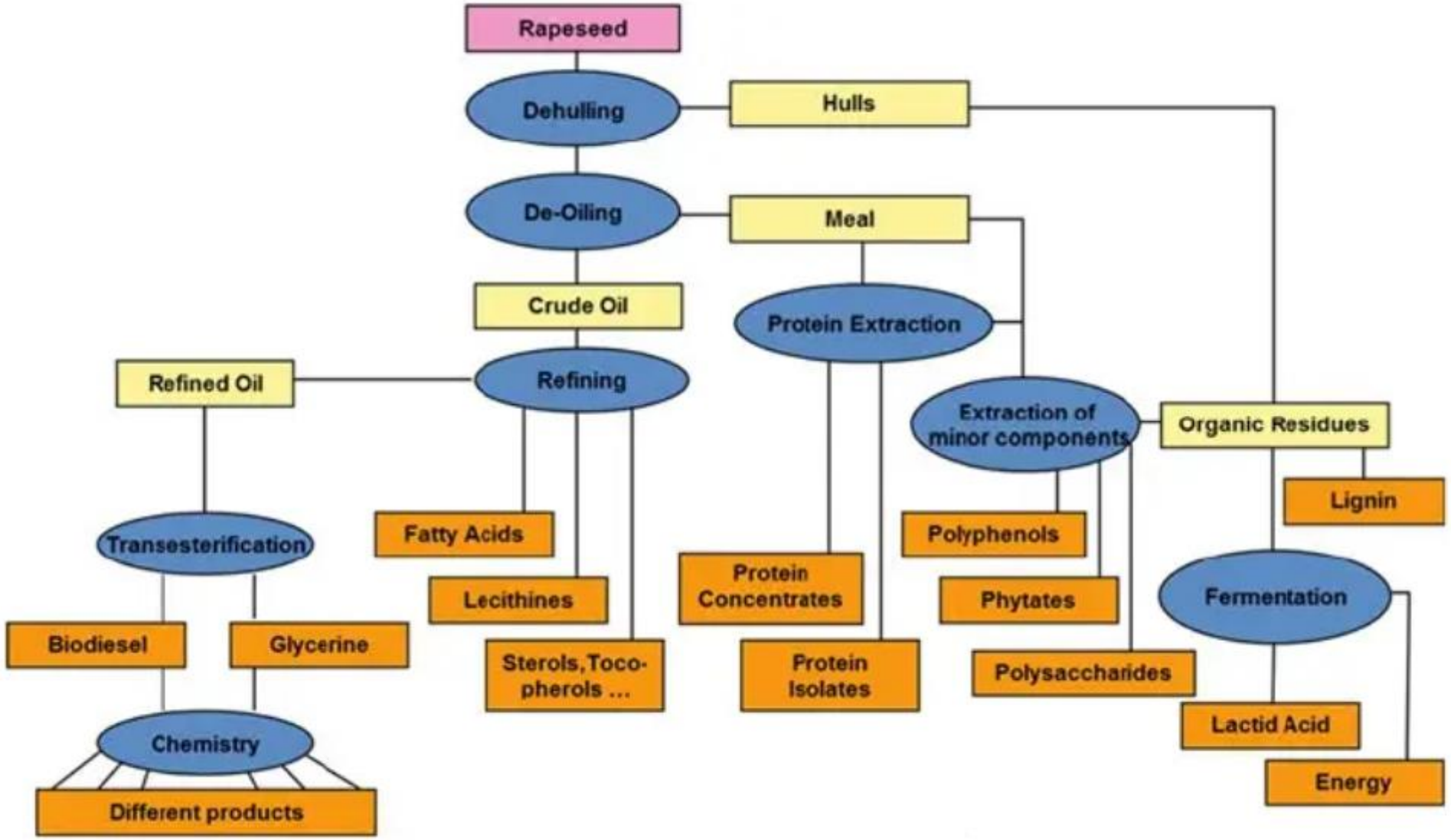
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

A kind of Biorefinery process



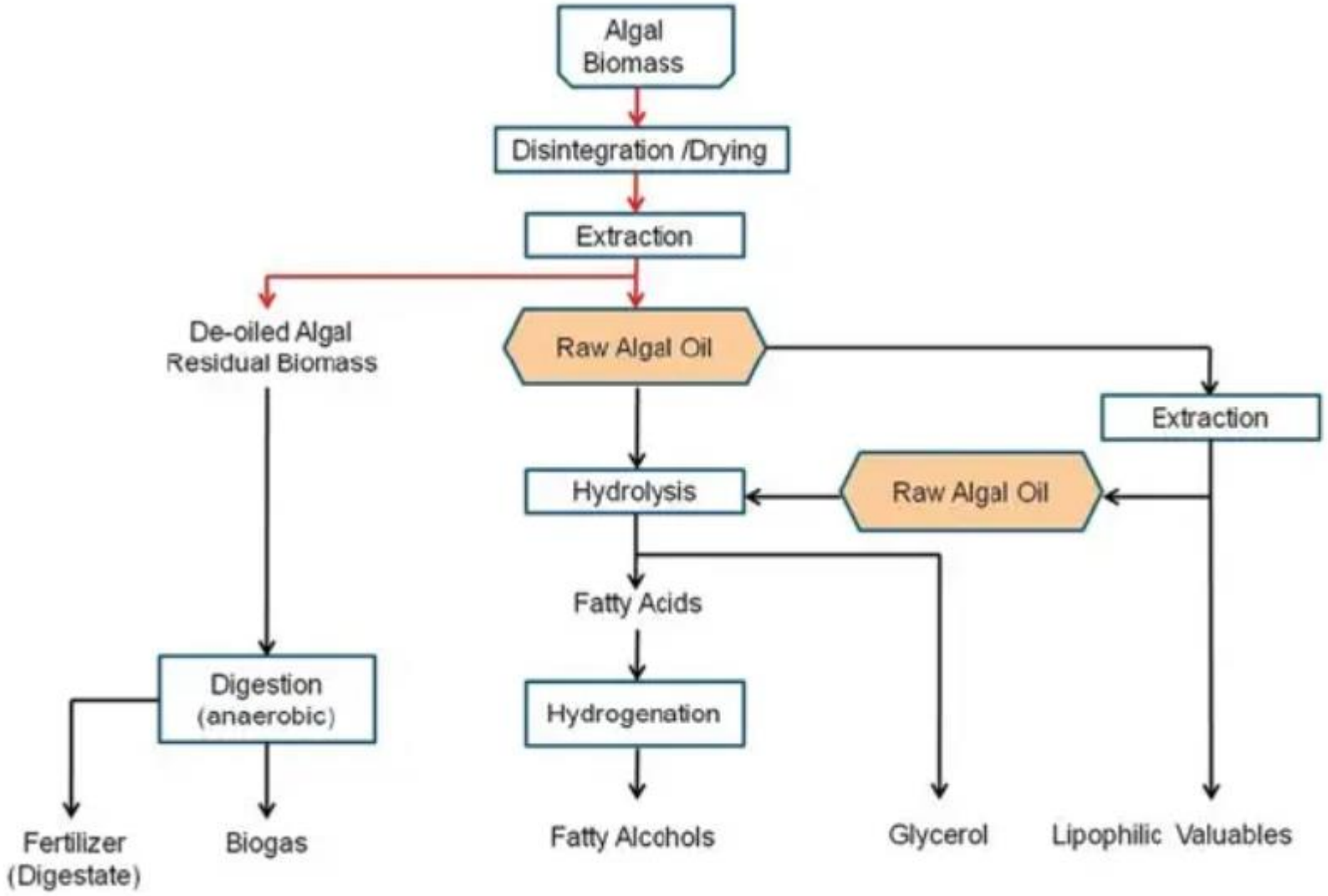
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

A kind of Biorefinery process



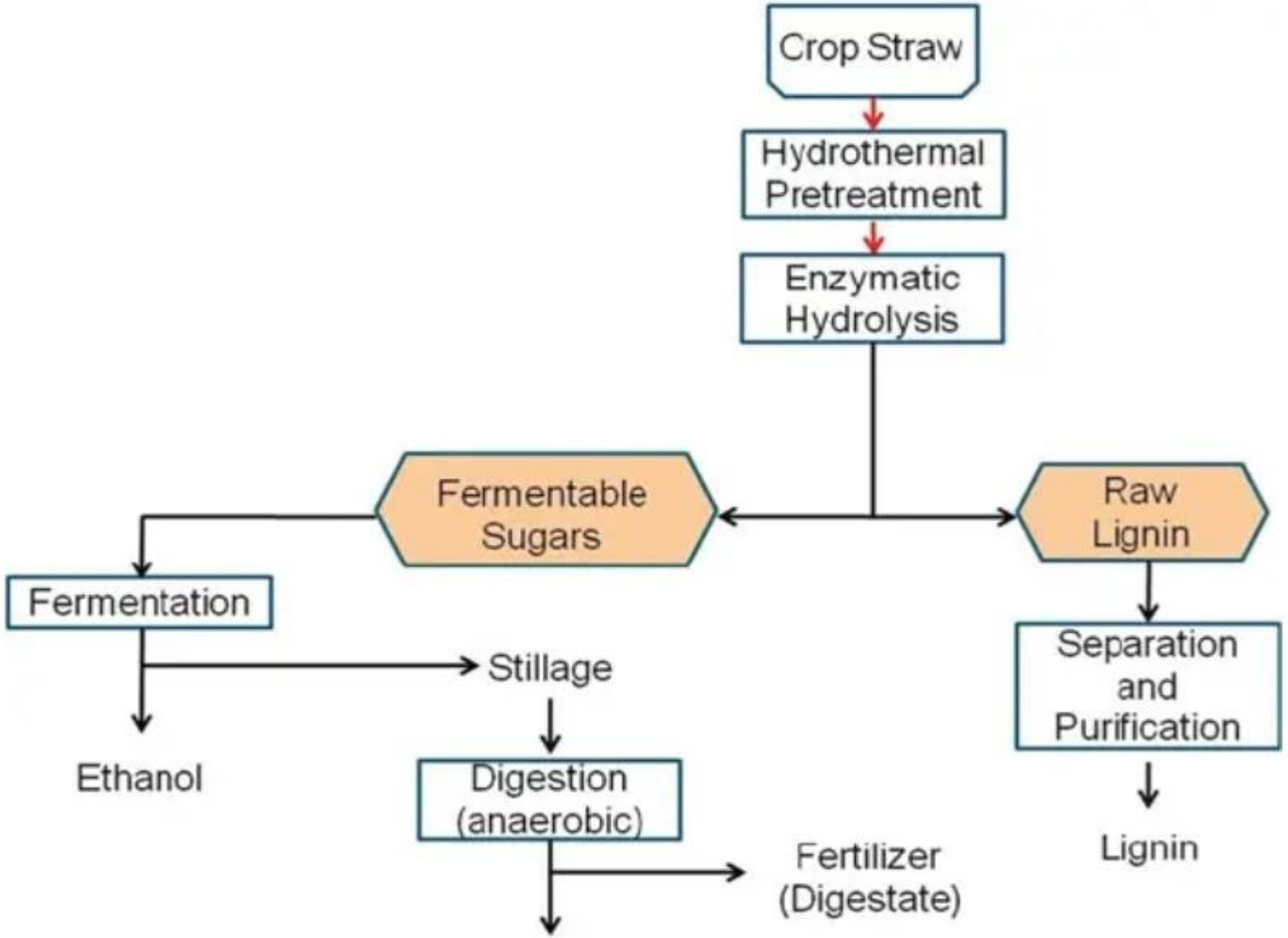
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

A kind of Biorefinery process



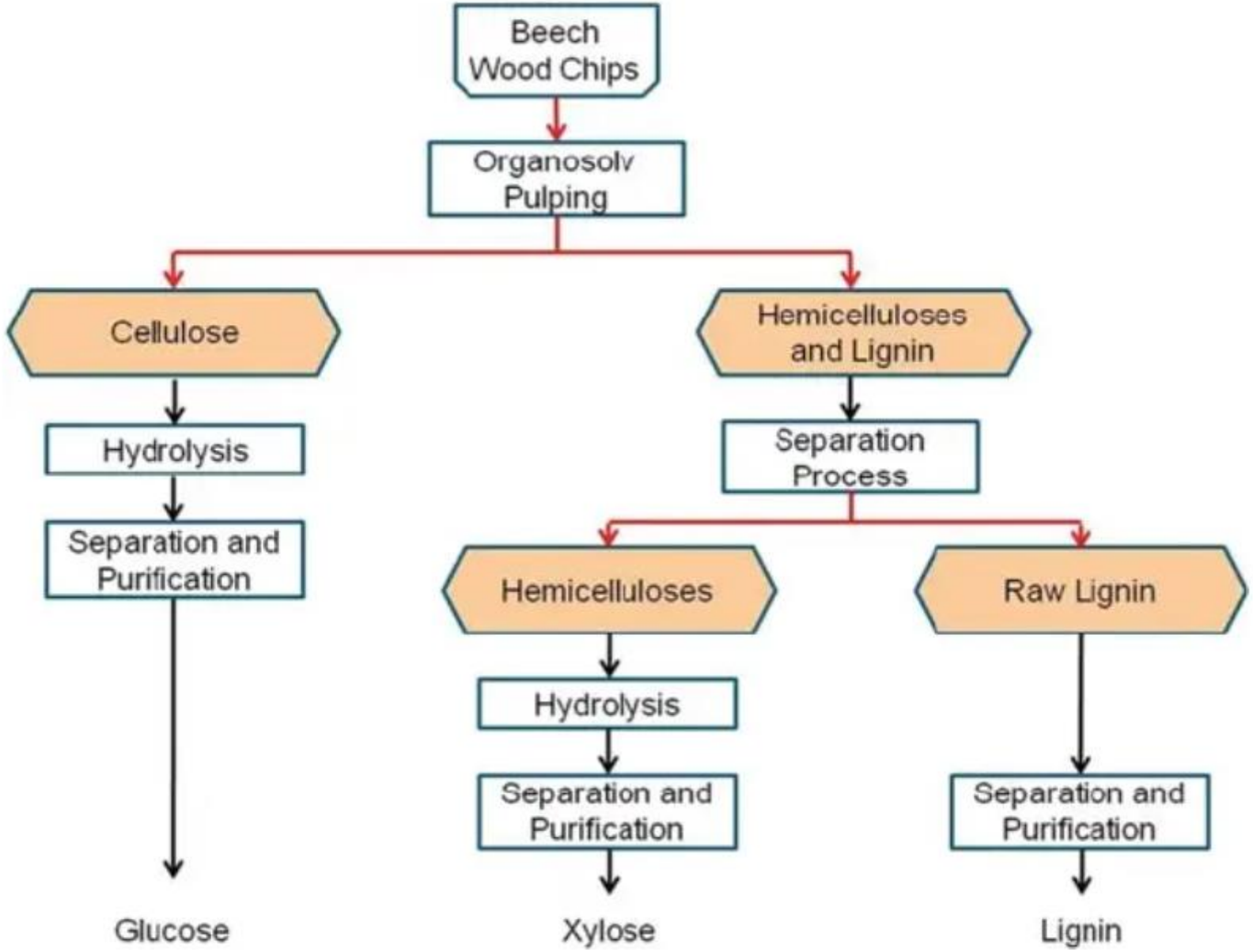
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

A kind of Biorefinery process



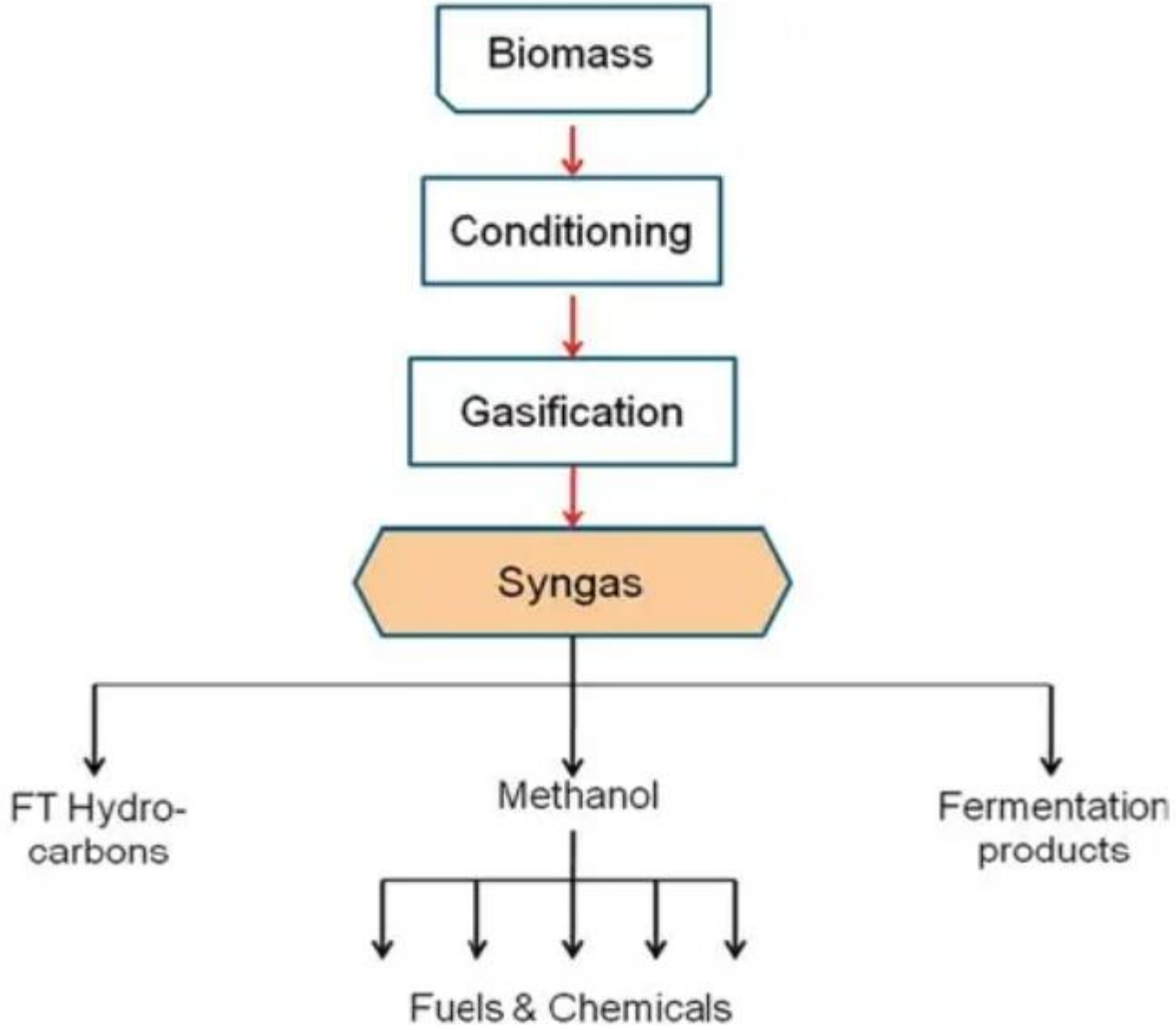
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

A kind of Biorefinery process



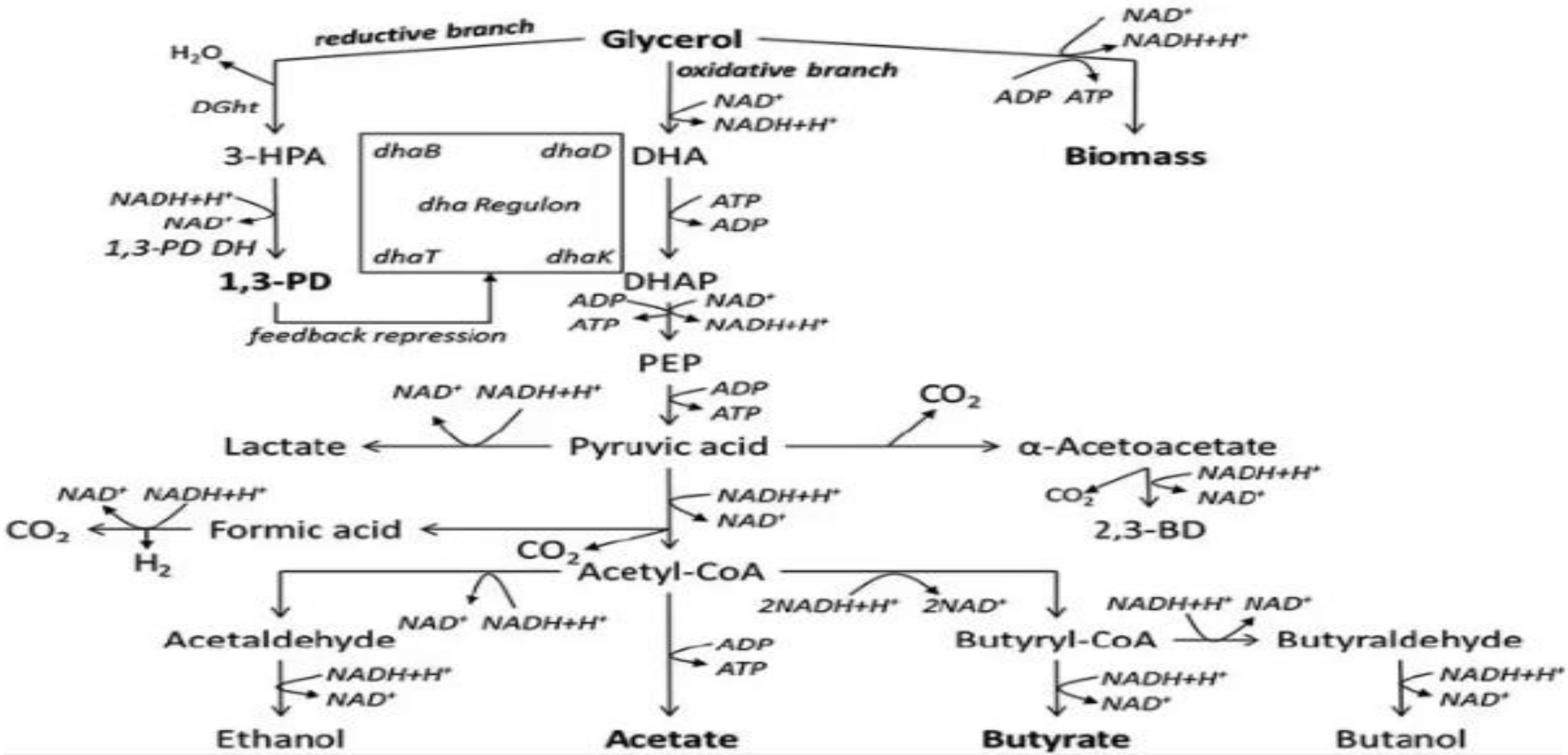
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

A kind of Biorefinery process



ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

A kind of Biorefinery process



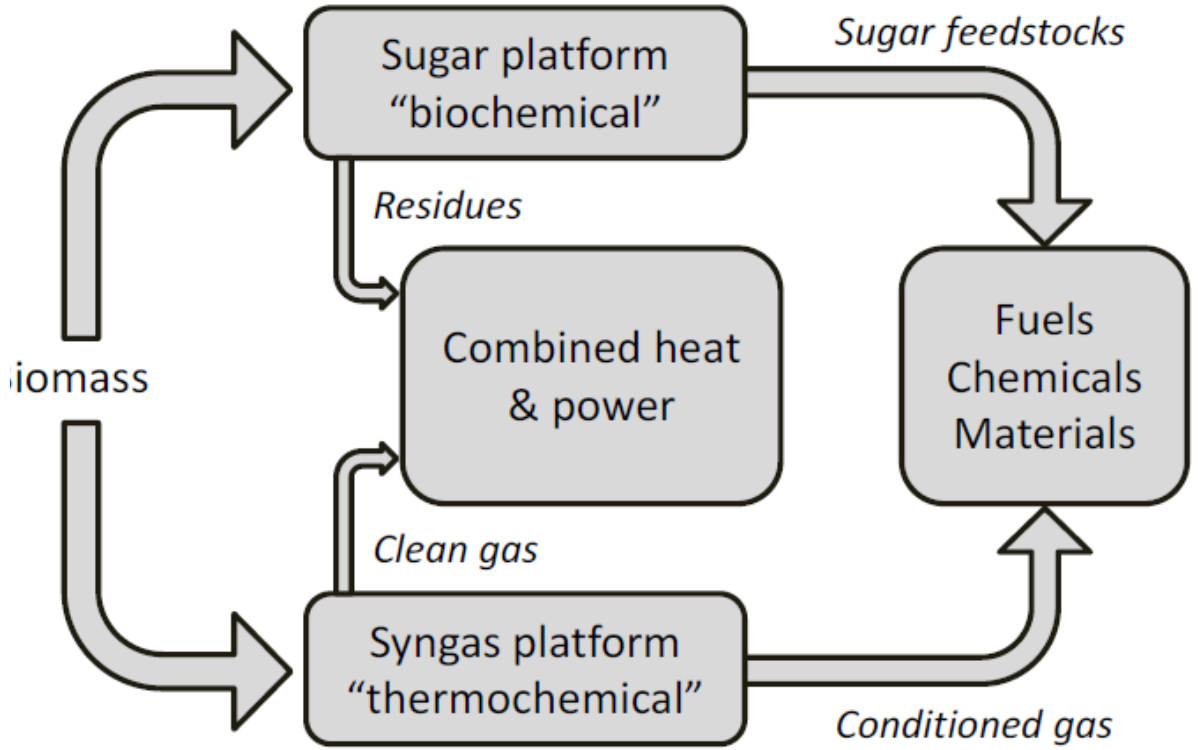
ที่มา: M.H.M. Eppink et al.

New bioconversion processing from glycerol to biochemical

Species	Strain	Product/yield (mol/mol glycerol)	Reference
Clostridium	*C. pasteurianum*	*n*-Butanol/0.43	Jensen et al. [24]
	C. butyricum AKR102a	1,3-PD/0.63	Wilkens et al. [25]
	C. diolis DSM15410	1,3-PD/0.67	Wiesen et al. [26]
Escherichia	Engineered *E. coli* SY03	Ethanol/0.95	Yazdani et al. [27]
	E. coli AC521	Lactic acid/0.9	Hong et al. [28]
	Engineered *E. coli*	Succinic acid/0.8	Zhang et al. [29]
Citrobacter	*C. freundii* FMCC-B294	1,3-PD/0.48	Matsoviti et al. [30]
	C. freundii H3	H_2/0.94	Maru et al. [31]
Gluconobacter	*G. frateurii* CGMCC 5397	DHA/0.89	Zheng et al. [32]
Klebsiella	*K. pneumoniae*	Ethanol/0.89	Oh et al. [33]
	K. pneumonia (encapsulated)	1,3-PD/0.65	Zhao et al. [34]
Propionibacterium	*P. freudenreichii*	Propionic acid/0.68	Kośmider et al. [35]
Fungus	*A. niger* strains	SCO/0.41 g/g BM	André et al. [36]
Yeast	*Y. lipolytica* Wratislavia AWG7	Citric acid/0.67	Rywińska et al. [37]
	P. tannophilus CBS4044	Ethanol/0.56	Liu et al. [38]
Microalgae	*A. limacinum*	Docosahexaenoic acid	Abad et al. [39]

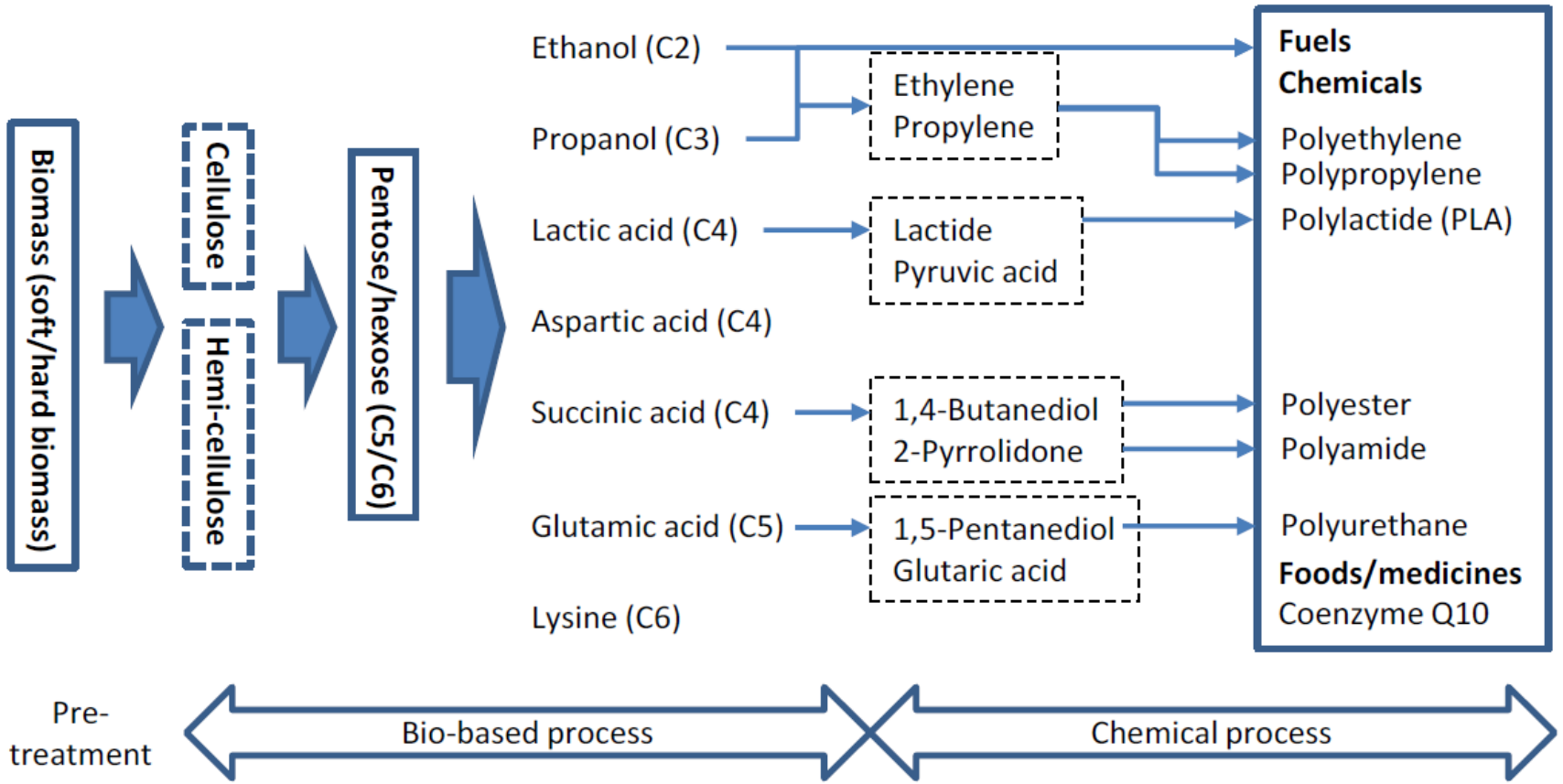
ที่มา: B. Kamm, P.R. Gruber, M. Kamm, (2006).

Schematic of a generalised integrated bio refinery



COMMITTEE FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL POLICY , OECD (2017)

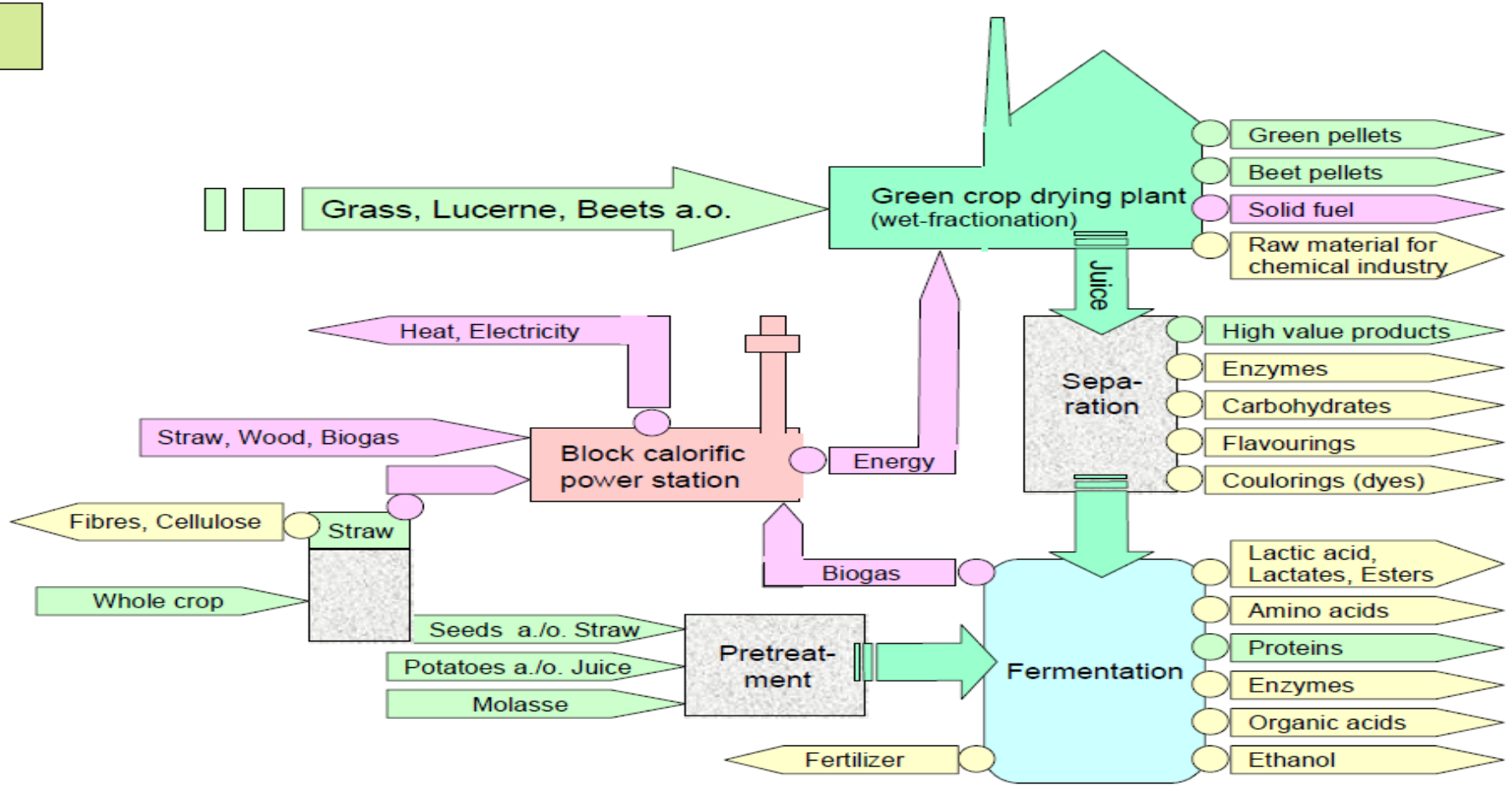
An integrated bio refinery for fuel and chemicals production



COMMITTEE FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL POLICY , OECD (2017)

An integrated bio refinery for fuel and chemicals production

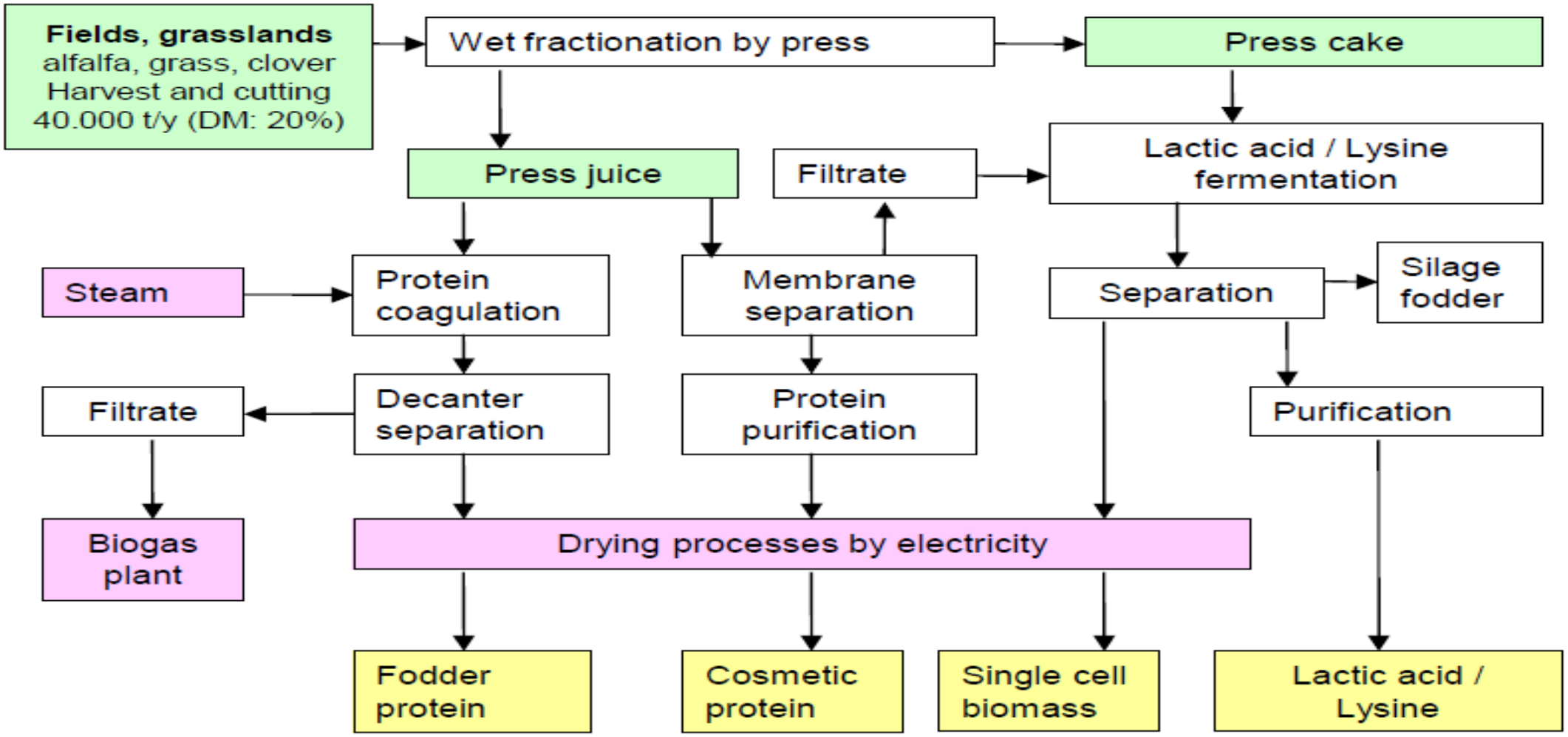
Products



Start of construction 20014, Primary Biorefinery Selbelang‘
Tier 1: 8.000 t DM (8 mo/y); Primary products: pellet, chlorophyll, Prenacell® fibre,
Lactic acid, Proteins, biogas-energy; Construction cost: 6,2 Mio EURO (Basic enginering)

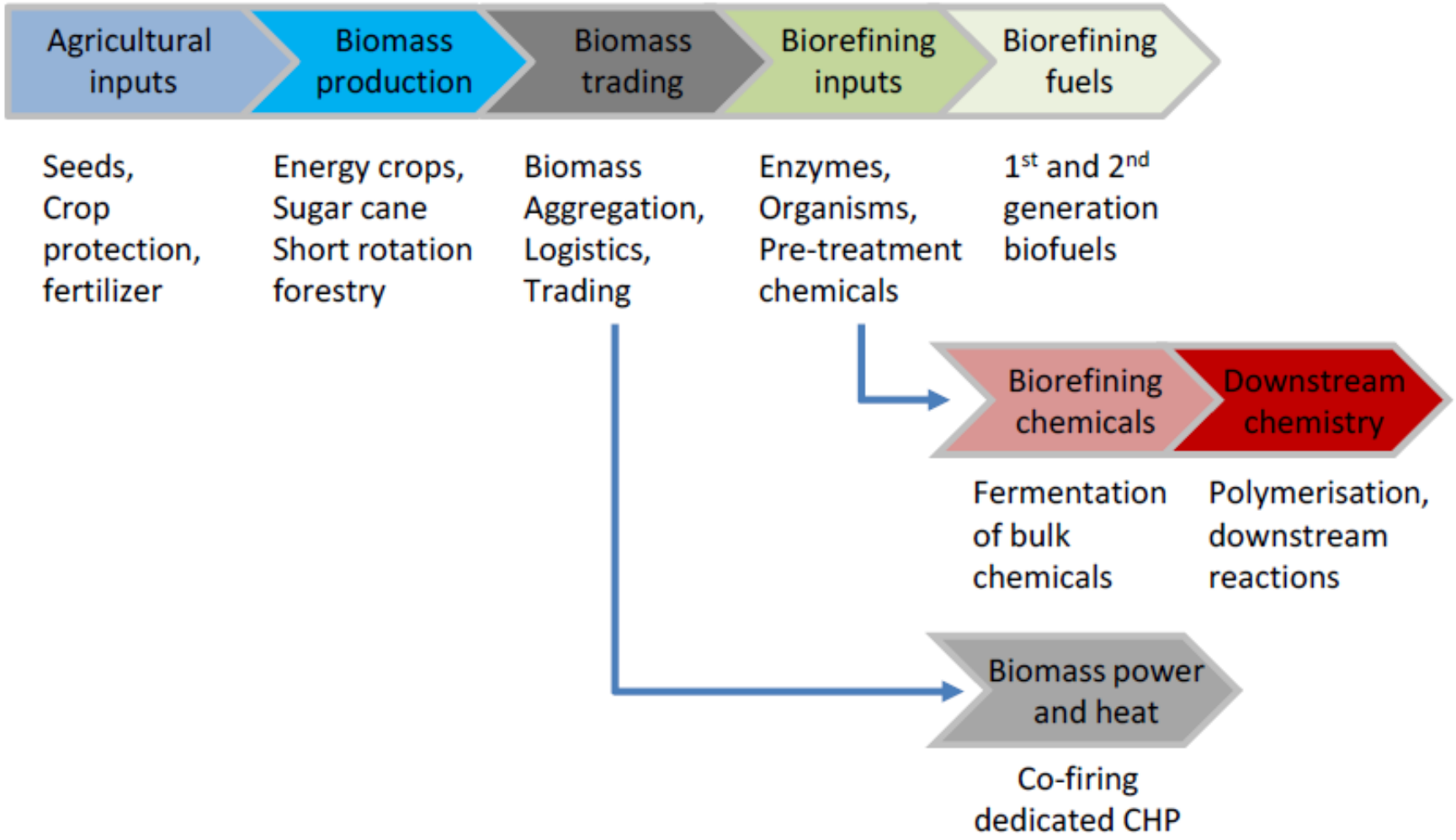
Prof. Dr. Birgit Kamm, Nordic Council of Ministres, Realizing the Bioeconomy in the Baltic Sea Region (2014)

Selected and simplified processes of a green biorefinery



Prof. Dr. Birgit Kamm, Nordic Council of Ministres, Realizing the Bioeconomy in the Baltic Sea Region (2014)

Integration from Upstream to Downstream



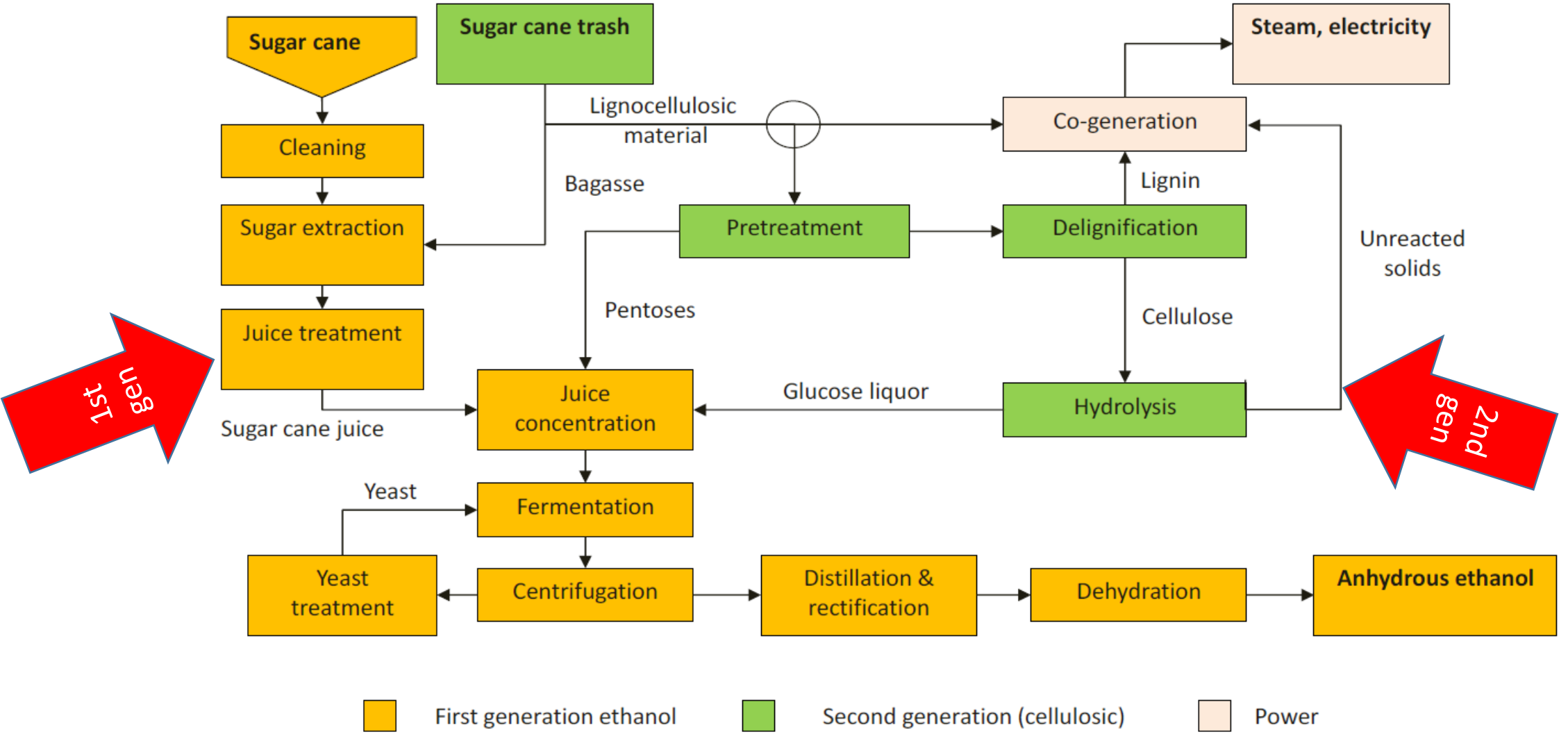
COMMITTEE FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL POLICY , OECD (2017)

Oil Palm as a champion / Who will to fight with?....Palm Oil Biorefinery

Crop	Oil yield (gallons /acre)
Corn	18
Cotton	35
Soybean	48
Mustard seed	61
Sunflower	102
Rapeseed	127
Jatropha	202
Oil palm	635
Algae	10 000

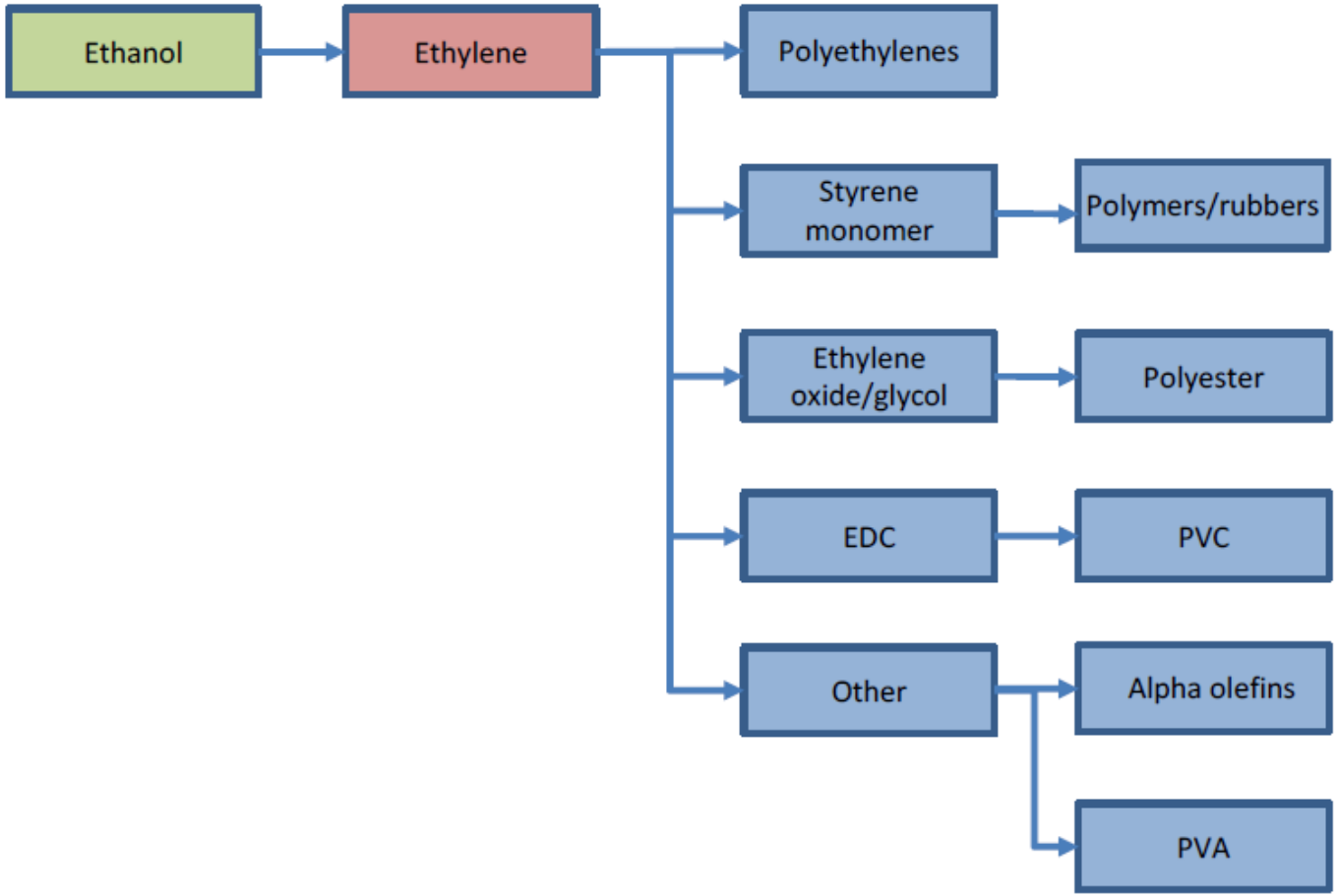
COMMITTEE FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL POLICY , OECD (2017)

Integrated first and second generation ethanol production from sugar cane



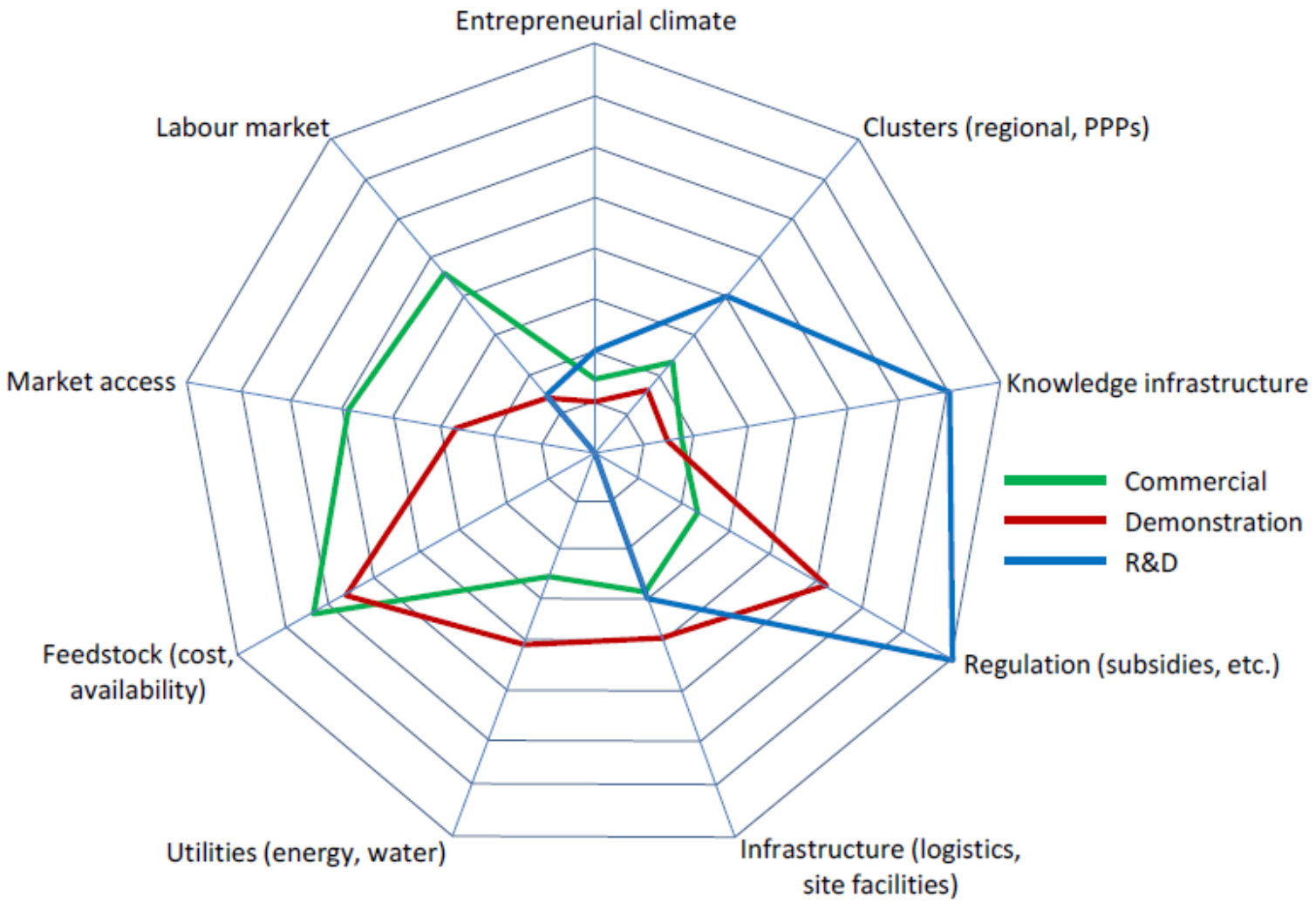
COMMITTEE FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL POLICY , OECD (2017)

Integrated first and second generation and to downstream



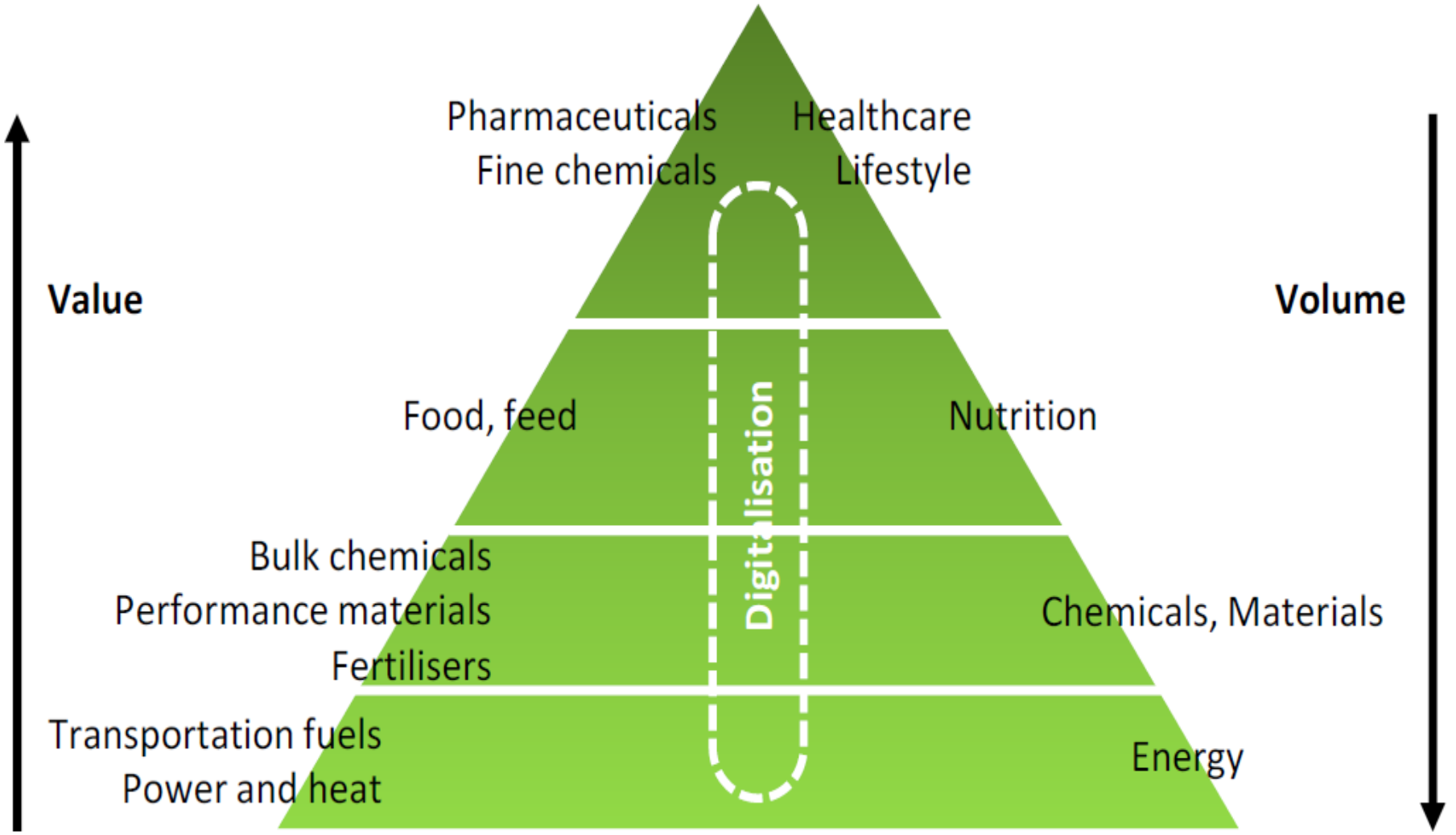
COMMITTEE FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL POLICY , OECD (2017)

Criteria determining bio-based investment decisions

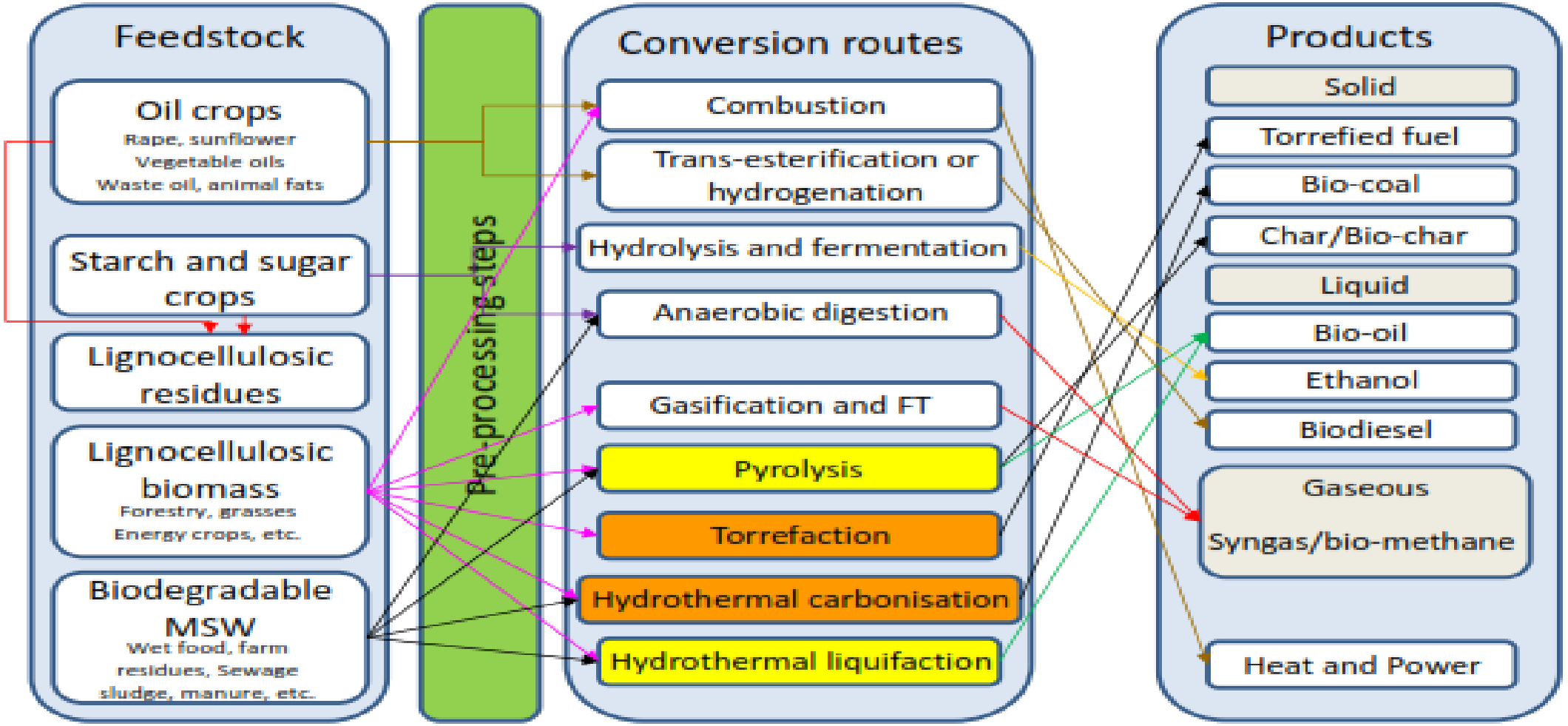


COMMITTEE FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL POLICY , OECD (2017)

Integration to Higher Value / integration to increase financial performance

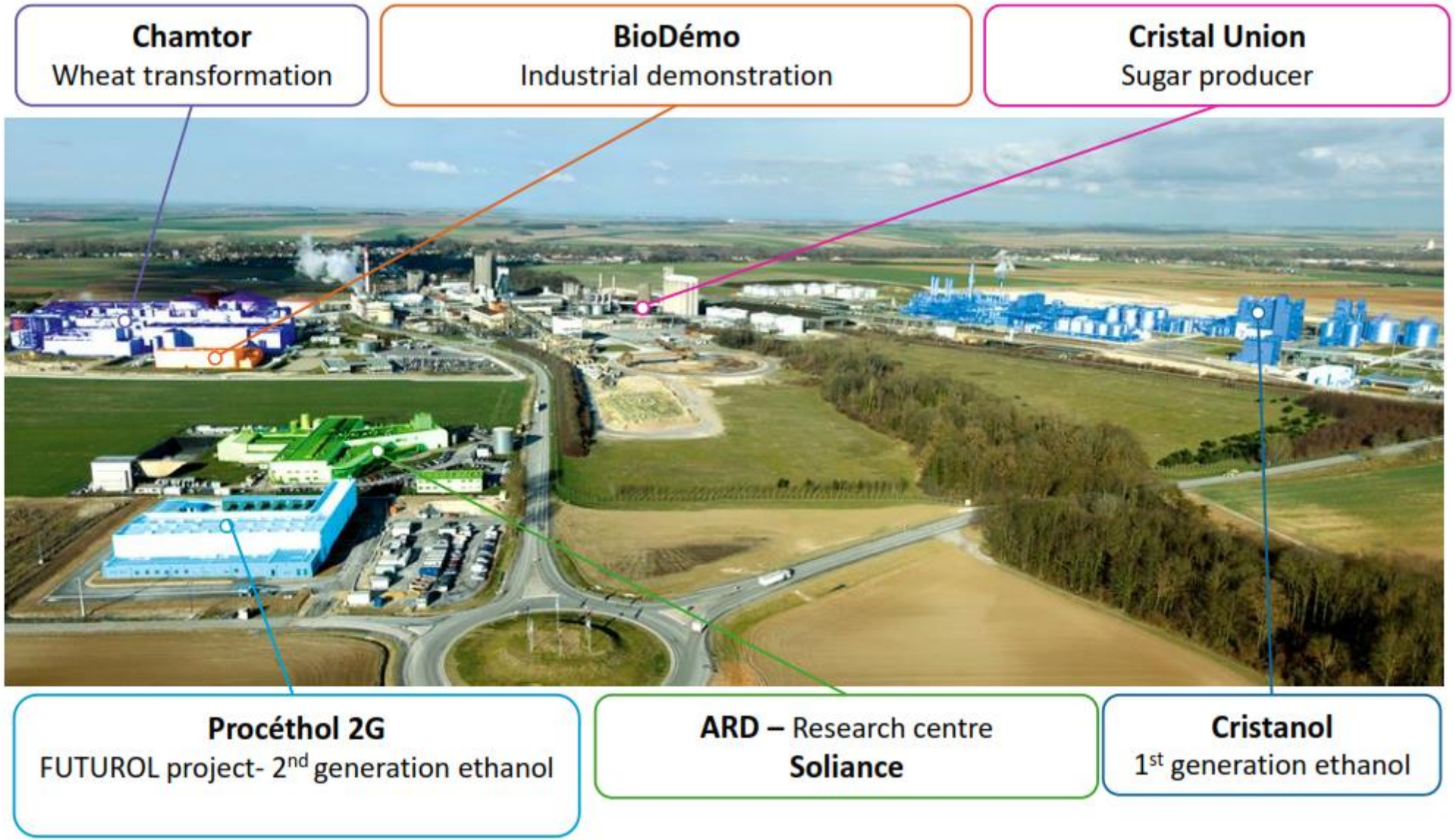


ที่มา: Manninen (2016)



ที่มา: Meet Shah, Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology

Lets shape our business into Biorefinery / Shape New Business Strategy/ Shape New National Policy



Source: Schieb and Philp (2014)

Q & A

การอบรมหลักสูตรระยะสั้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี่ “Biorefinery Development RD”

ร่วมกับ สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

สำนักบริหารงานวิจัยและนวัตกรรมพระจอมเกล้าลาดกระบัง

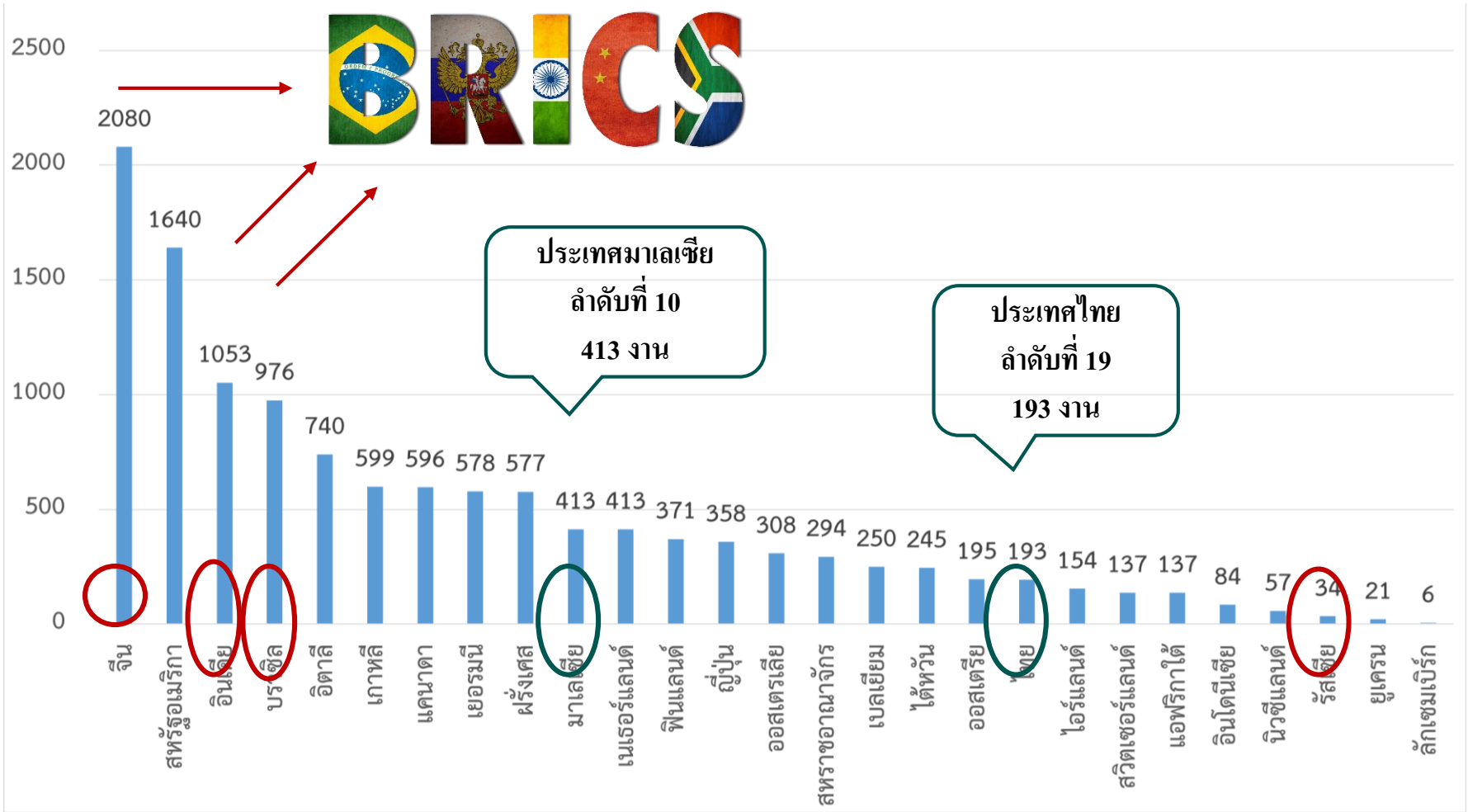
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

21 กรกฎาคม 2564

จำนวนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ทั่วโลก

ที่รวบรวมในปี พ.ศ.2523 – 2563 จำนวน 12,509 ผลงาน

จำแนกรายประเทศ

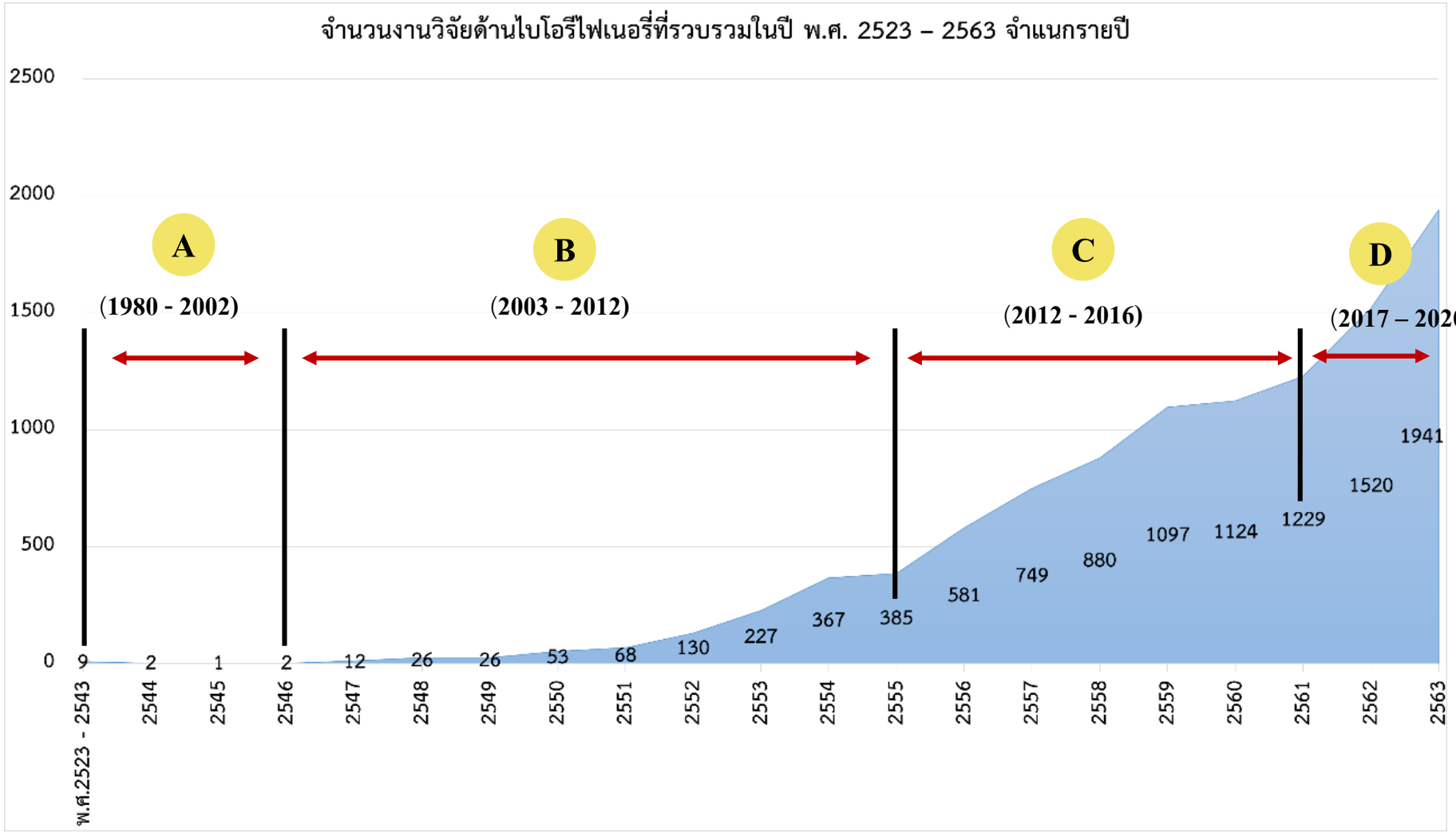


ที่มา : จากการรวบรวมโดยคณะวิจัยจากฐานข้อมูลงานวิจัยที่เผยแพร่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

จำนวนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ทั่วโลก

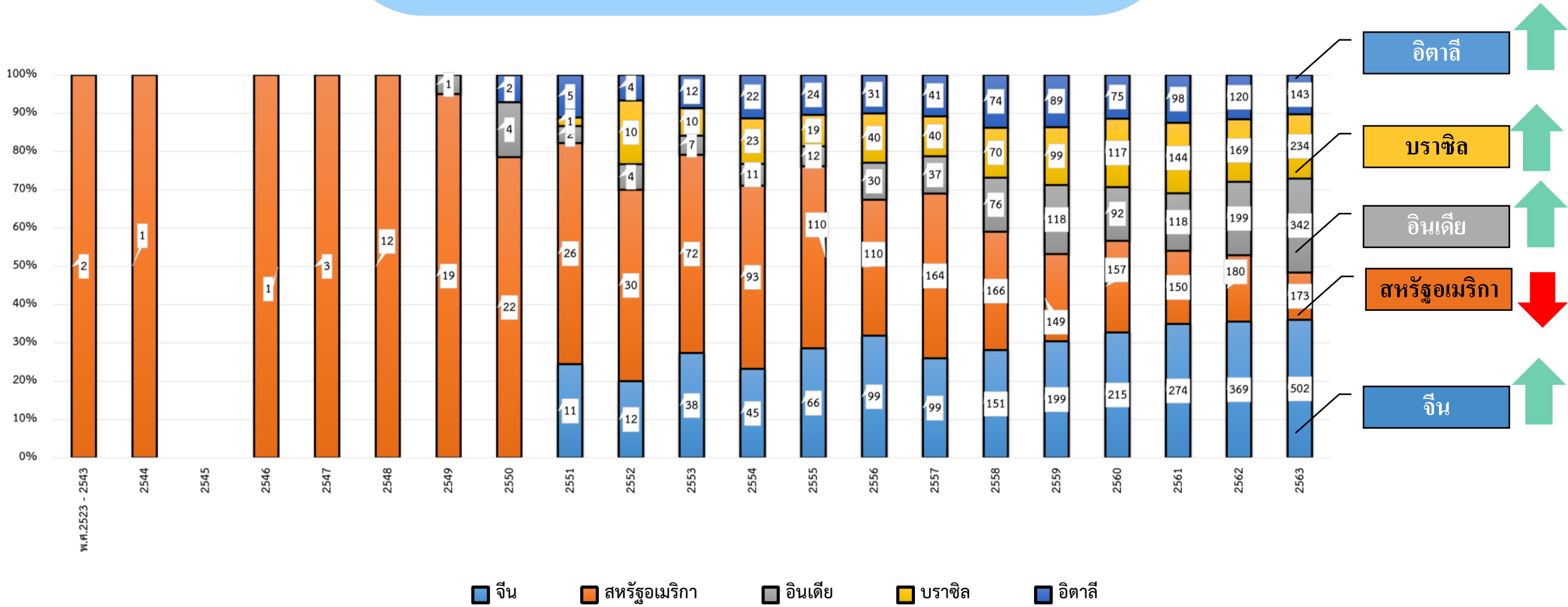
ที่รวบรวมในปี พ.ศ.2523 – 2563 จำนวน 12,509 ผลงาน

จำแนกรายปี



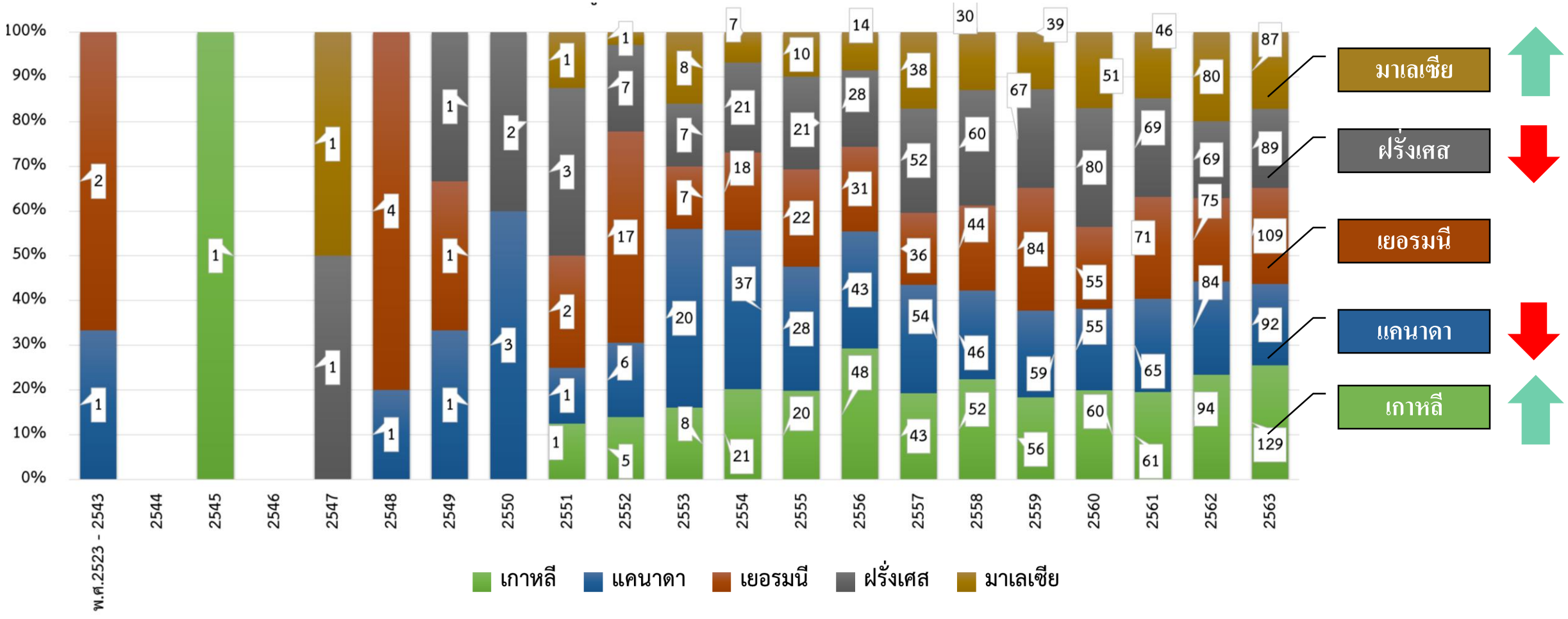
สัดส่วนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ด้านไบโอรีไฟเนอรี่

5 อันดับแรกของโลก (จำนวน 6,489 ผลงาน)



สัดส่วนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ด้านไบโอรีไฟเนอรี่

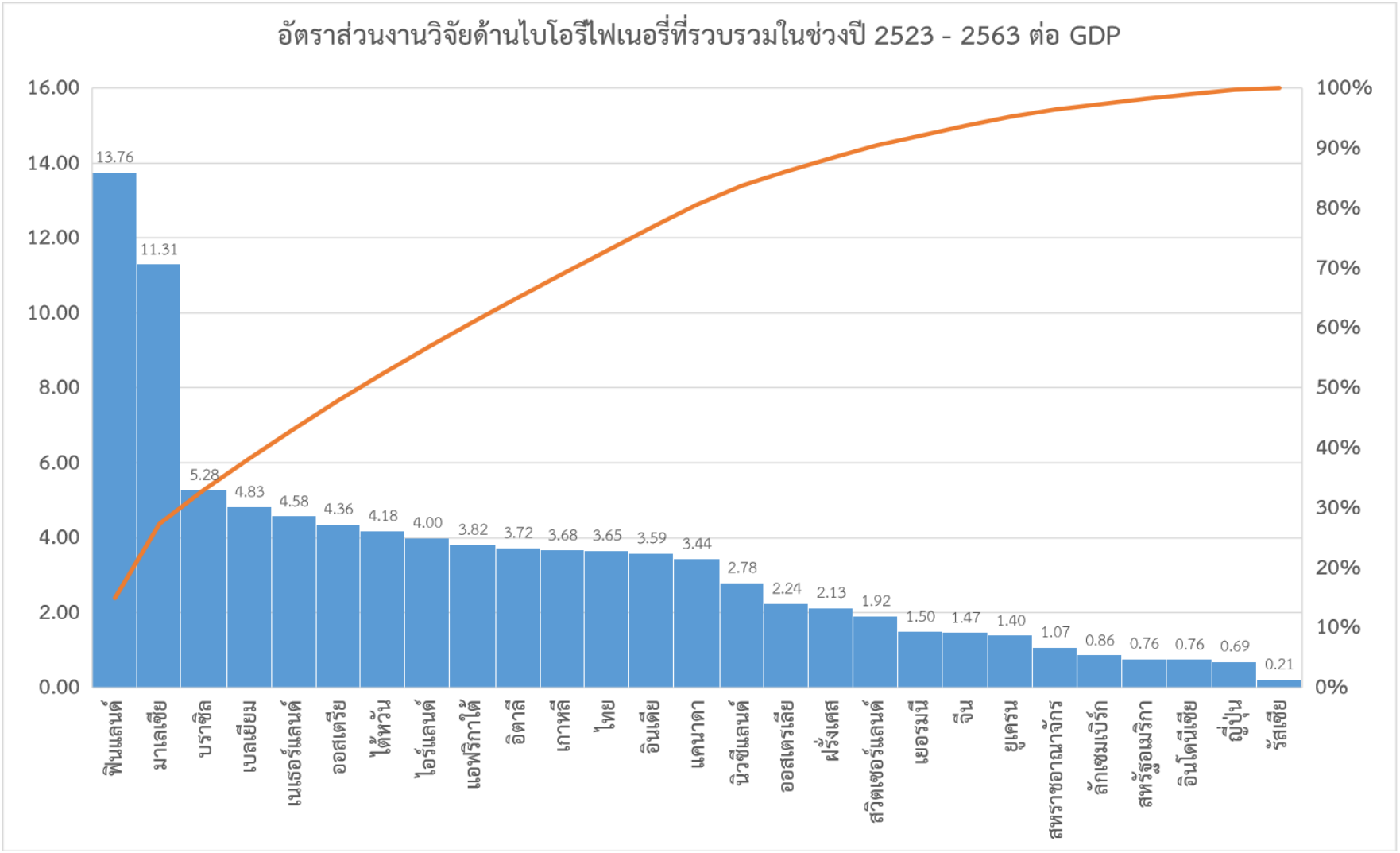
อันดับที่ 6-10 ของโลก (จำนวน 2,763 ผลงาน)



อัตราส่วน

งานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ ต่อ GDP

ที่รวบรวมในปี พ.ศ.2523 – 2563 จำนวน 12,509 ผลงาน

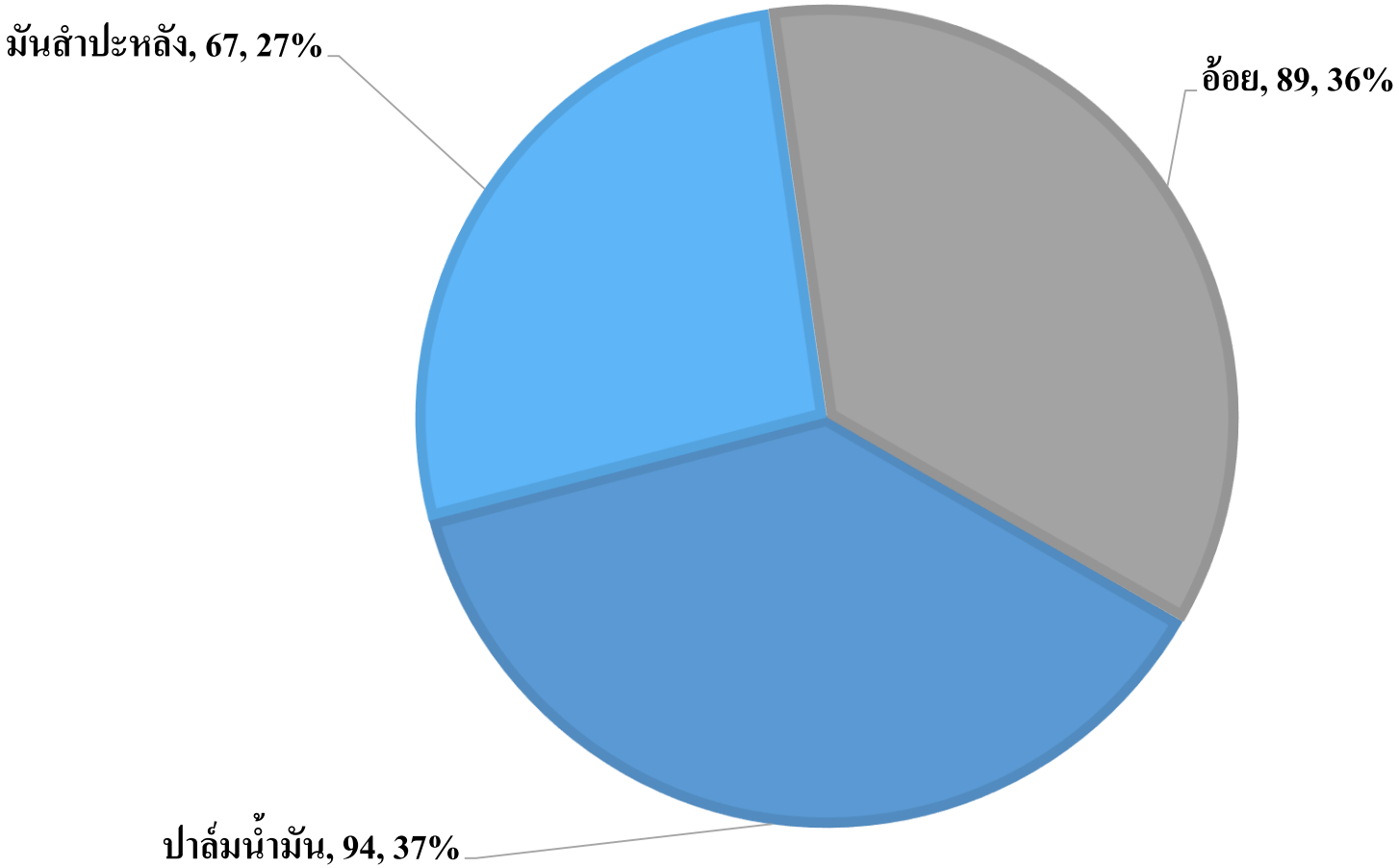


ที่มา : จากการคำนวณโดยคณะวิจัยจาก world bank (https://data.worldbank.org/)

จำนวนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในต่างประเทศ จำนวน 250 ผลงาน

จำแนกตามพืชวัตถุดิบ (อ้อย มันสำปะหลังและปาล์มน้ำมัน)

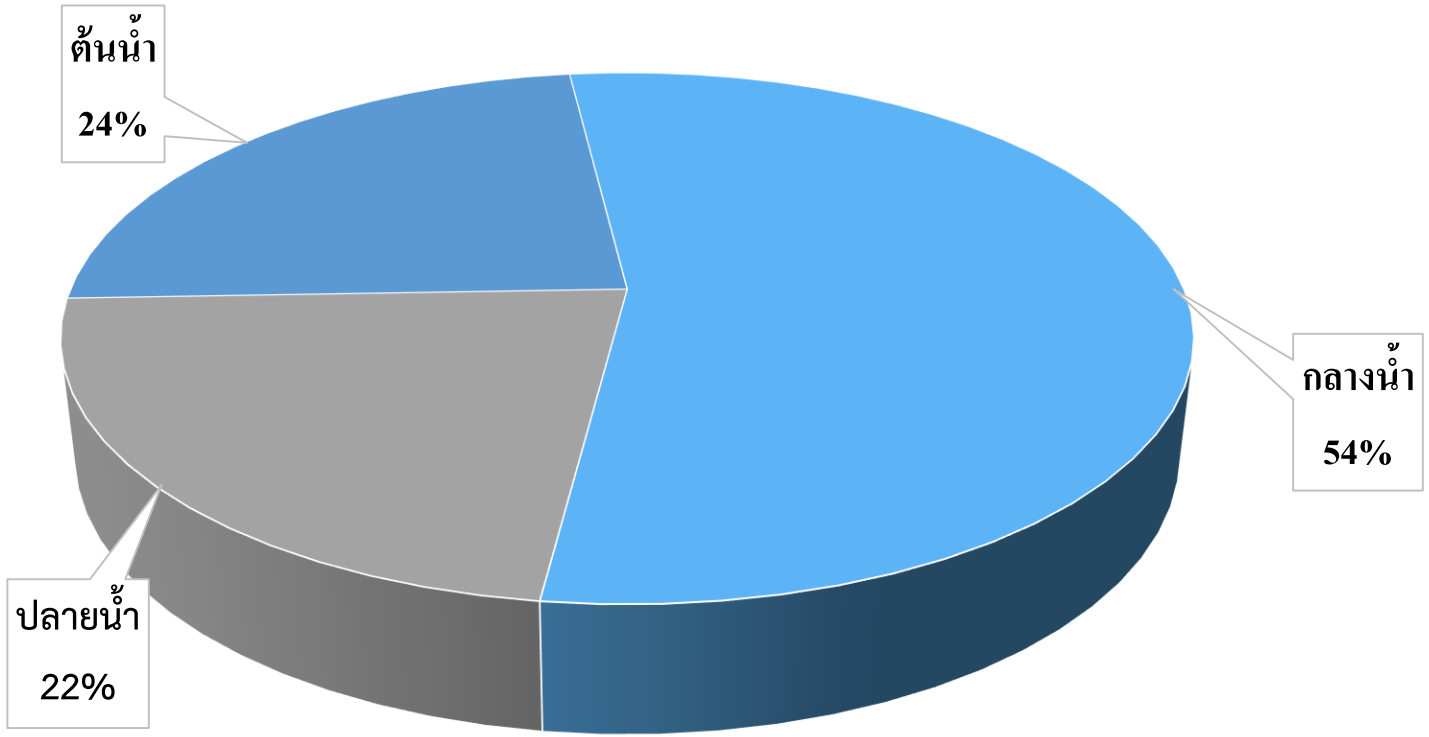
ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563



จำนวนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในต่างประเทศ จำนวน 250 ผลงาน

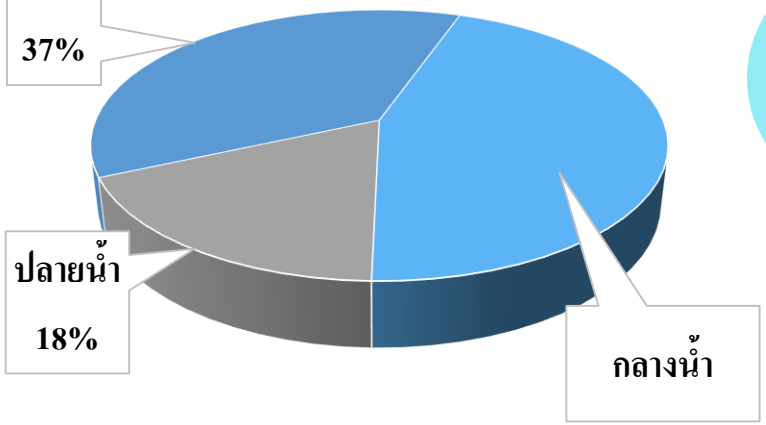
จำแนกตามระดับของห่วงโซ่การใช้ประโยชน์

ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563

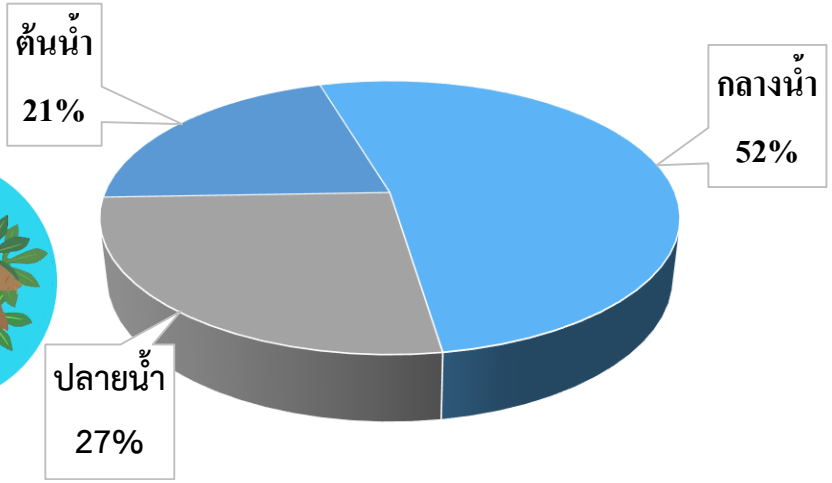


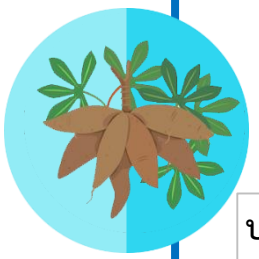
จำแนกตามห่วงโซ่
การใช้ประโยชน์
ในต่างประเทศ

จำนวนงานวิจัยเกี่ยวกับอ้อยของต่างประเทศ
ตามห่วงโซ่การใช้ประโยชน์ ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563

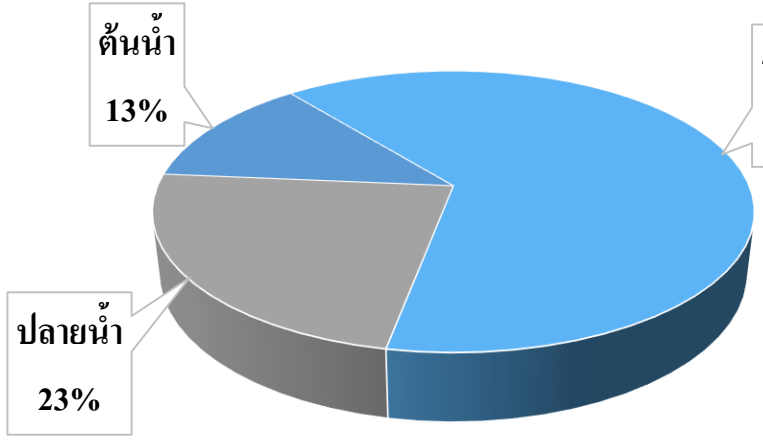


จำนวนงานวิจัยเกี่ยวกับมันสำปะหลังของต่างประเทศ
ตามห่วงโซ่การใช้ประโยชน์ ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563





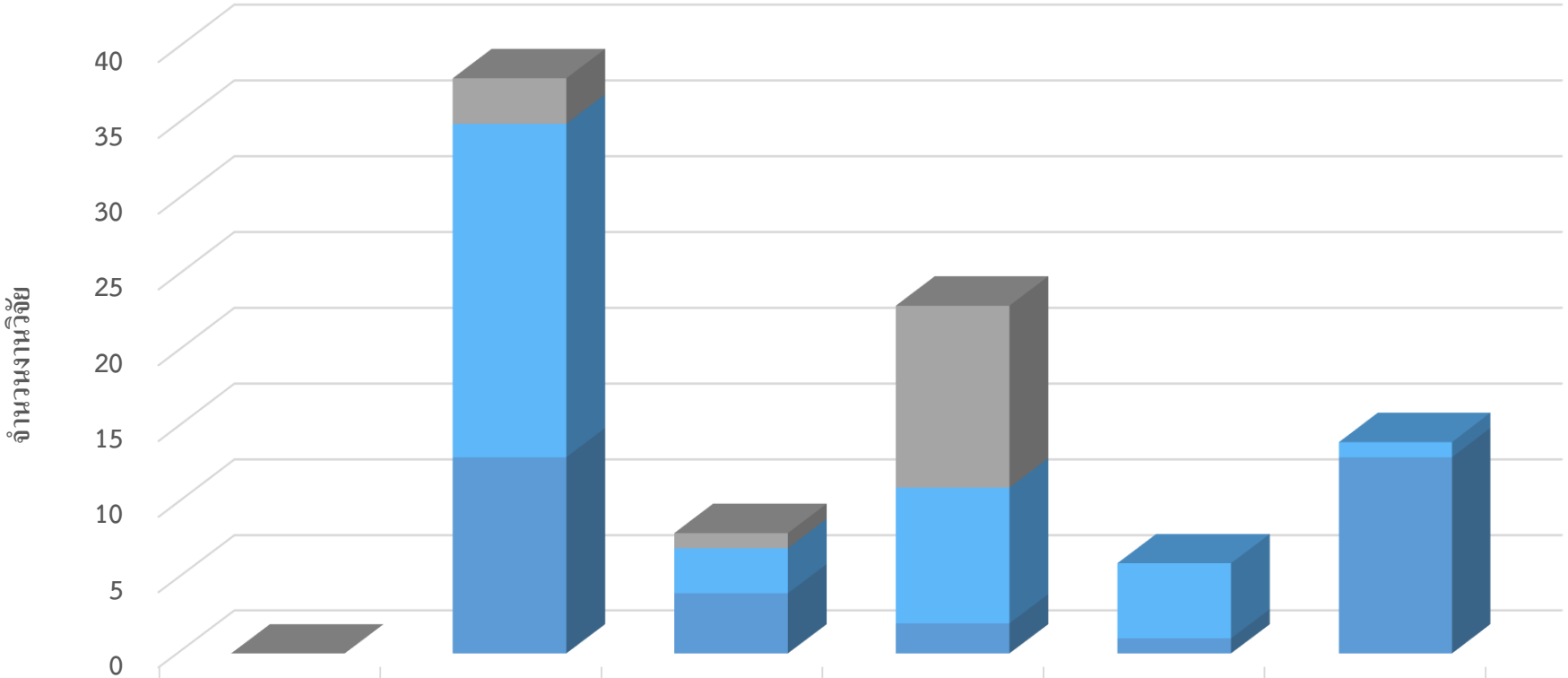
จำนวนงานวิจัยเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันทั้งของต่างประเทศ
ตามห่วงโซ่การใช้ประโยชน์ ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563



วิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในต่างประเทศ จำนวน 89 ผลงาน

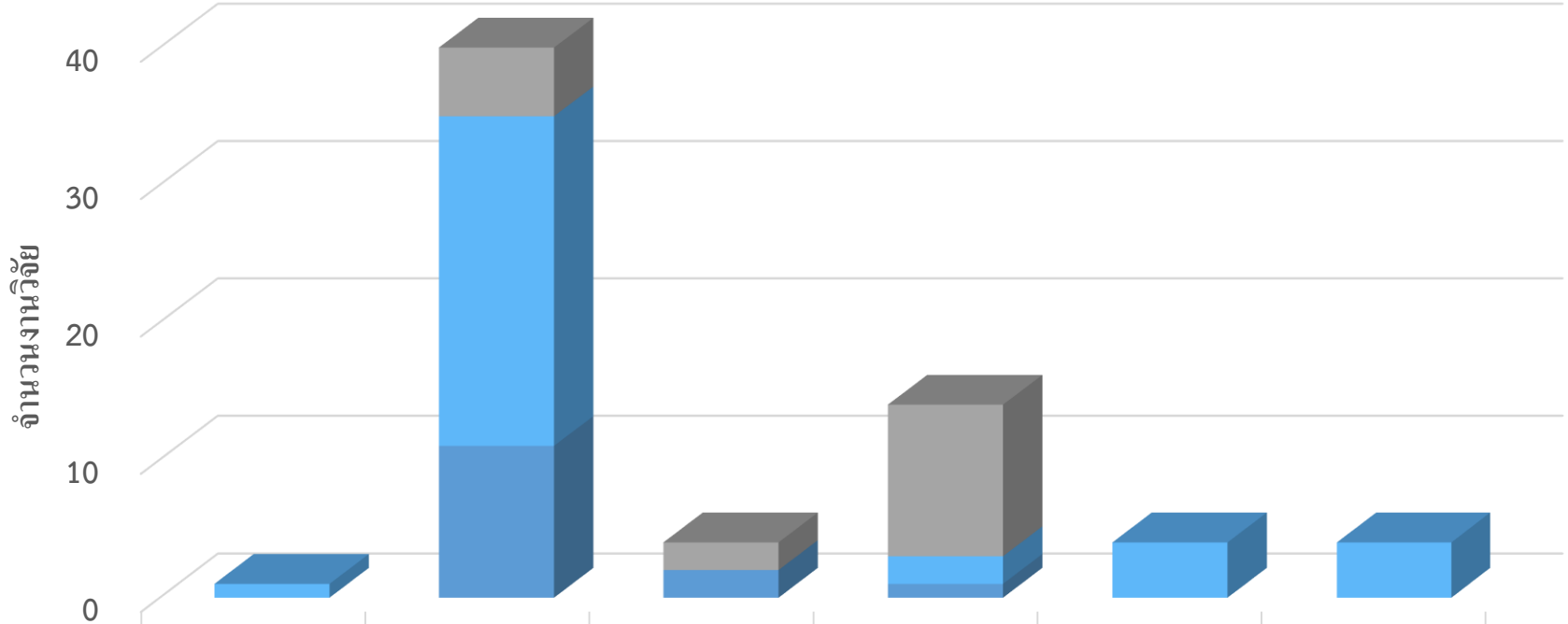
ที่เกี่ยวกับอ้อย จำแนกตามการใช้ประโยชน์

ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563



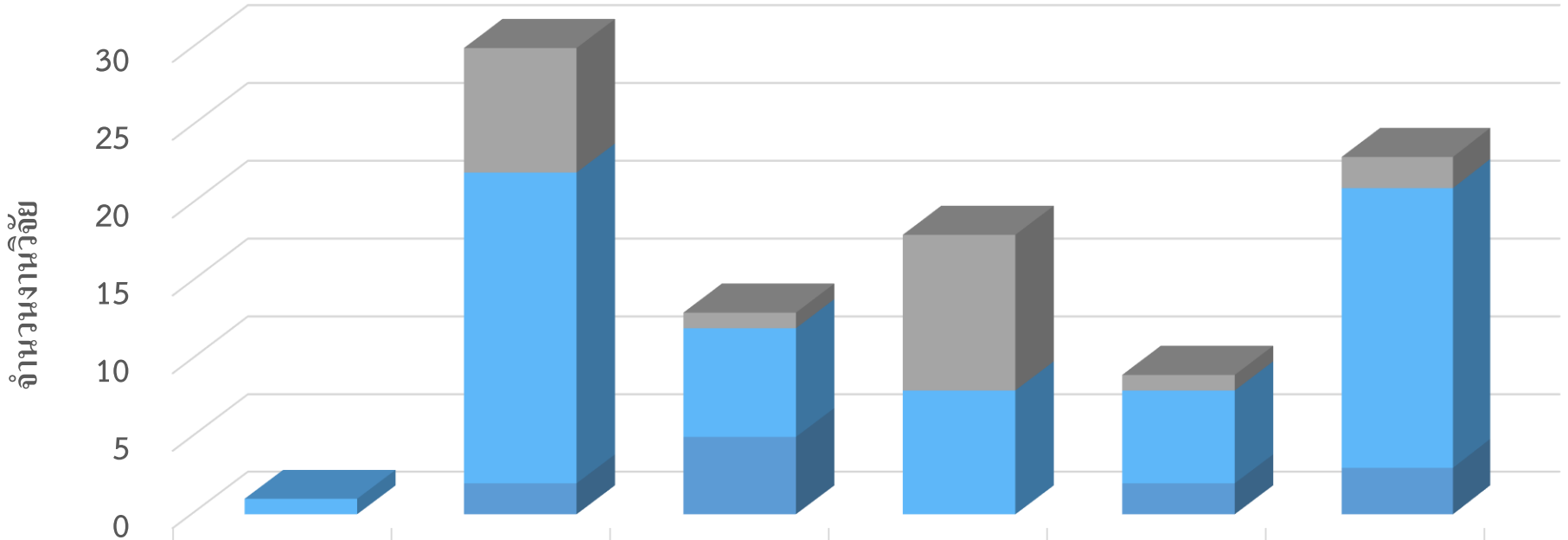
	ด้านการตลาด	ด้านการผลิต	ด้านนโยบาย	ด้านนวัตกรรม	ด้านเศรษฐศาสตร์	ด้านสิ่งแวดล้อม
ปลายน้ำ	0	3	1	12		
กลางน้ำ	0	22	3	9	5	1
ต้นน้ำ	0	13	4	2	1	13

วิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในต่างประเทศ จำนวน 67 ผลงาน ที่เกี่ยวกับมันสำปะหลัง จำแนกตามการใช้ประโยชน์ ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563



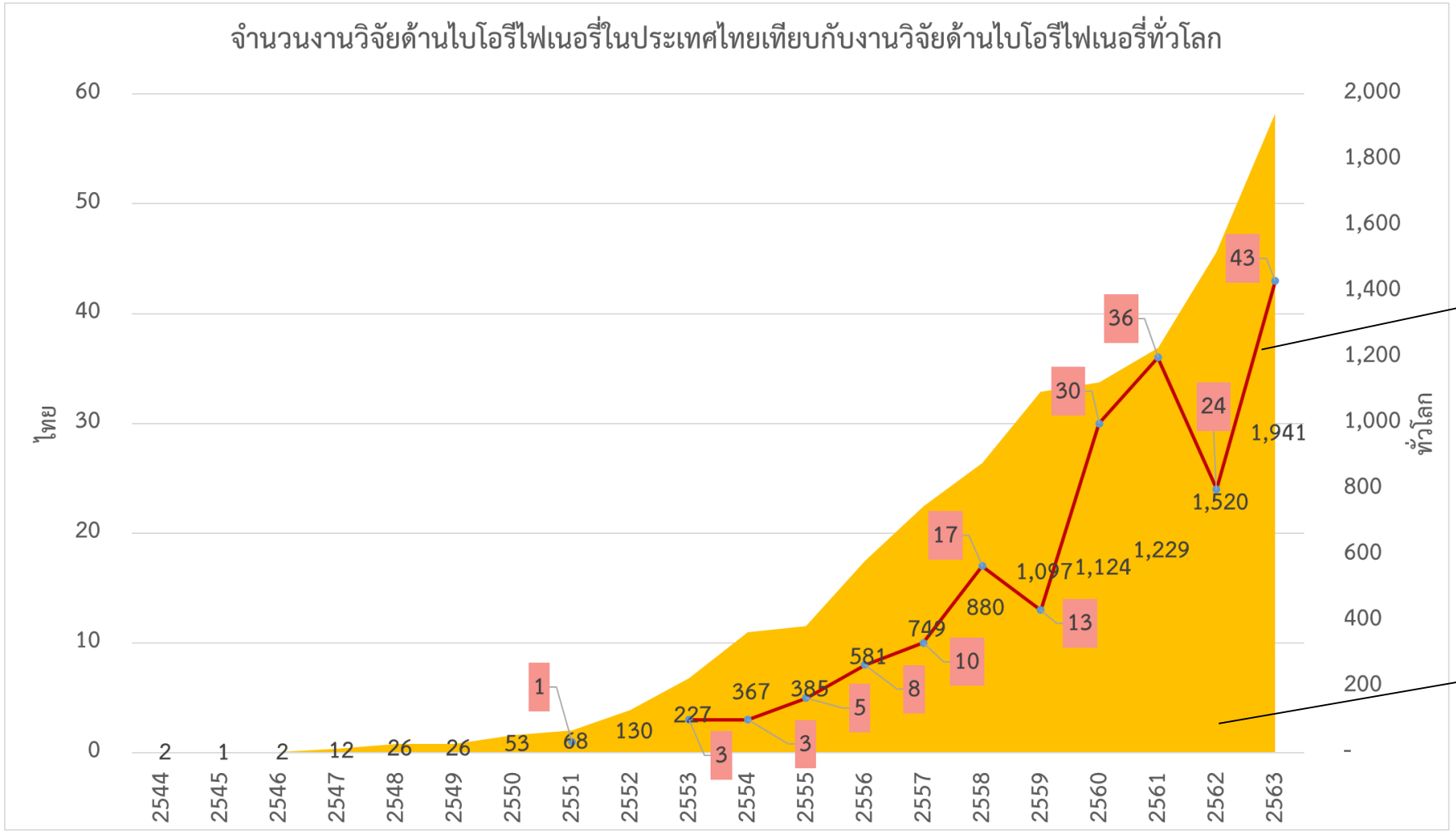
	ด้านการตลาด	ด้านการผลิต	ด้านนโยบาย	ด้านนวัตกรรม	ด้านเศรษฐศาสตร์	ด้านสิ่งแวดล้อม
ปลายน้ำ		5	2	11		
กลางน้ำ	1	24		2	4	4
ต้นน้ำ		11	2	1		

วิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในต่างประเทศ จำนวน 94 ผลงาน ที่เกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน จำแนกตามการใช้ประโยชน์ ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563



	ด้านการตลาด	ด้านการผลิต	ด้านนโยบาย	ด้านนวัตกรรม	ด้านเศรษฐศาสตร์	ด้านสิ่งแวดล้อม
ปลายน้ำ		8	1	10	1	2
กลางน้ำ	1	20	7	8	6	18
ต้นน้ำ		2	5		2	3

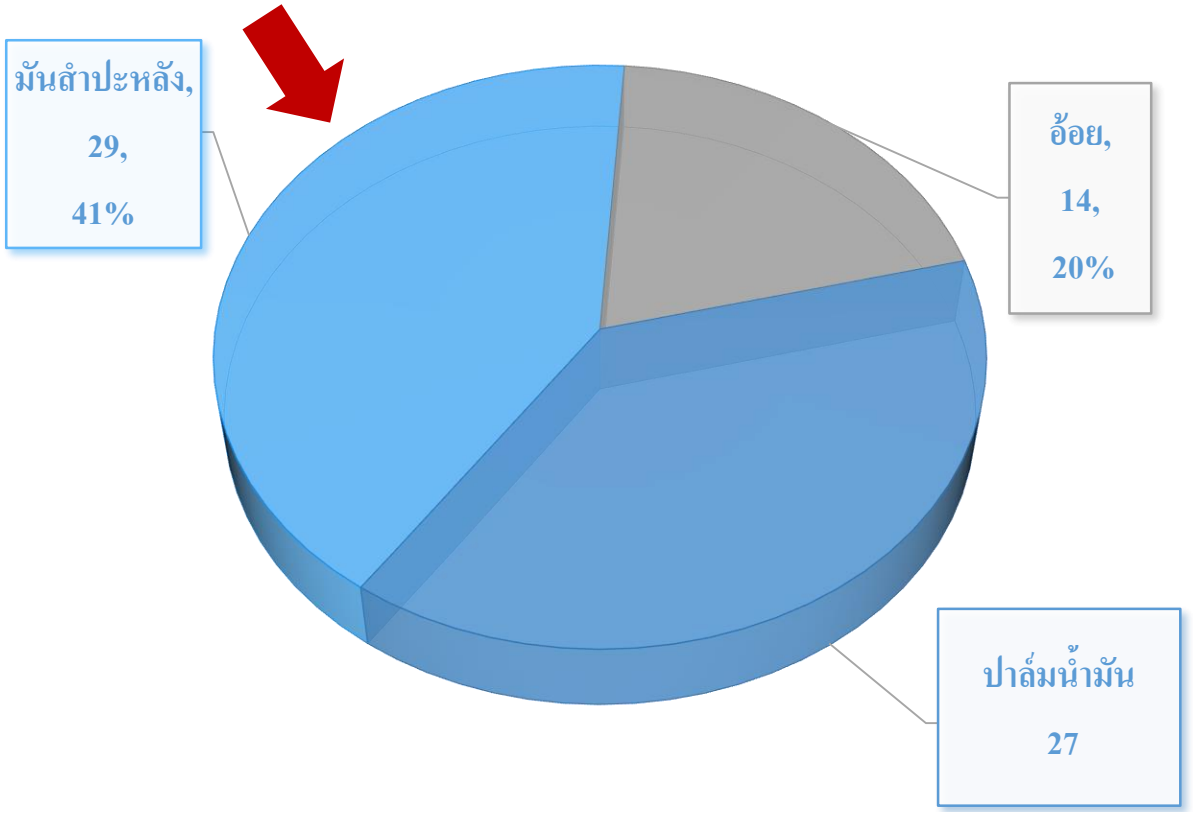
จำนวนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในประเทศไทย เทียบกับงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ทั่วโลก



จำนวนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่**ในประเทศไทย** จำนวน 70 ผลงาน

จำแนกตามพืชวัตถุดิบ (อ้อย มันสำปะหลังและปาล์มน้ำมัน)

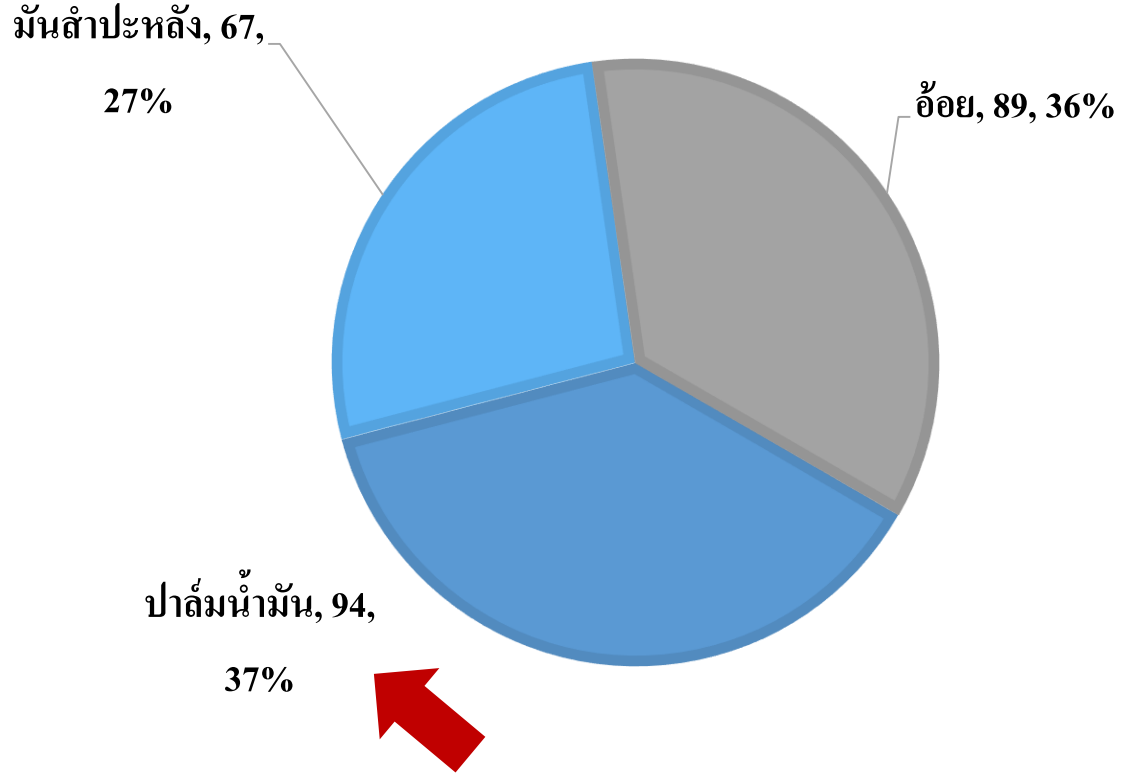
ในช่วงพ.ศ. 2560 - 2563



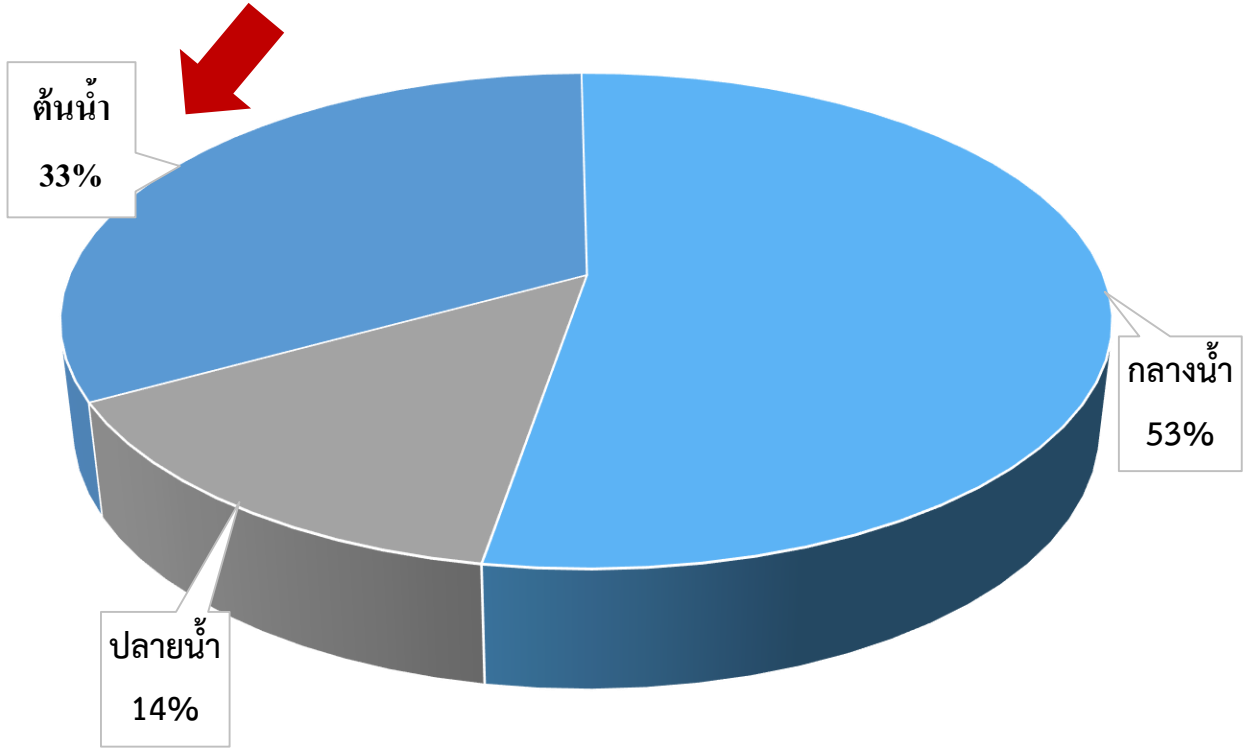
จำนวนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่**ในต่างประเทศ** จำนวน 250 ผลงาน

จำแนกตามพืชวัตถุดิบ (อ้อย มันสำปะหลังและปาล์มน้ำมัน)

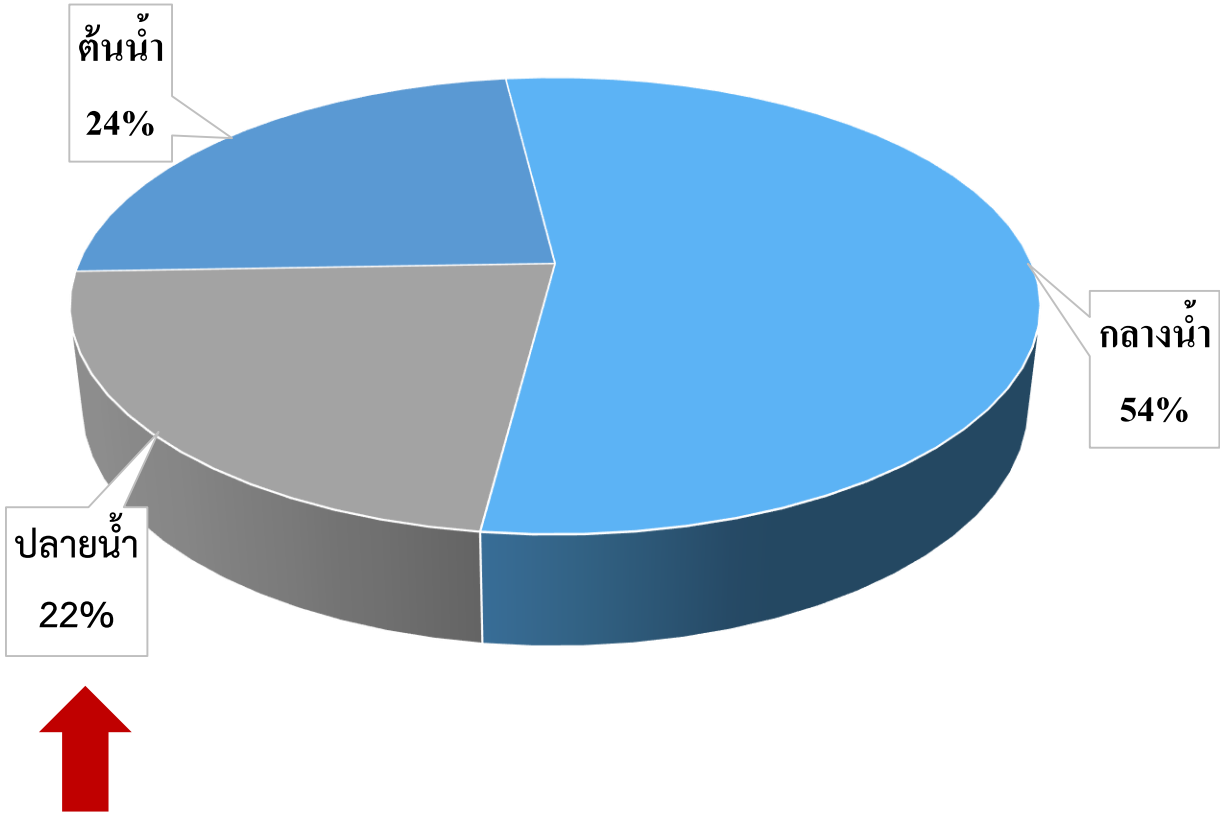
ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563



จำนวนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในประเทศไทย
จำแนกตามระดับของห่วงโซ่การใช้ประโยชน์
ในช่วงพ.ศ. 2560 - 2563



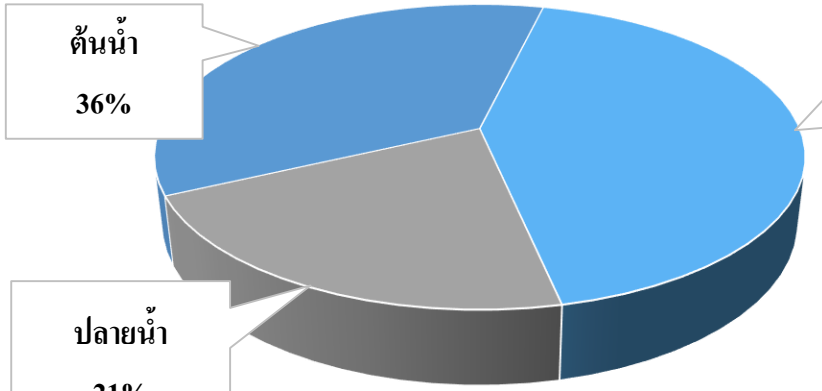
จำนวนงานวิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในต่างประเทศ
จำแนกตามระดับของห่วงโซ่การใช้ประโยชน์
ในช่วงพ.ศ. 2558 - 2563

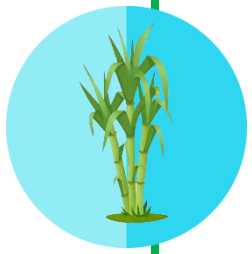


การวิจัยพัฒนาด้านไบโอรีไฟเนอรี่ของประเทศไทย

จำนวนงานวิจัยเกี่ยวกับอ้อยของประเทศไทย

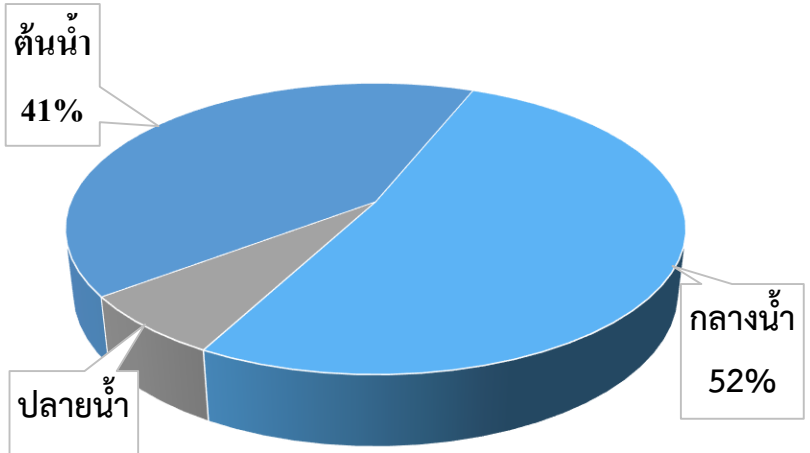
ตามห่วงโซ่การใช้ประโยชน์ ในช่วงพ.ศ. 2560 - 2563

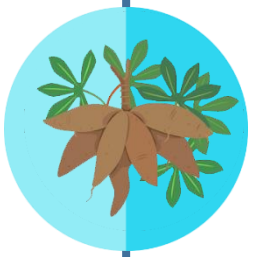




จำนวนงานวิจัยเกี่ยวกับมันสำปะหลังของประเทศไทย

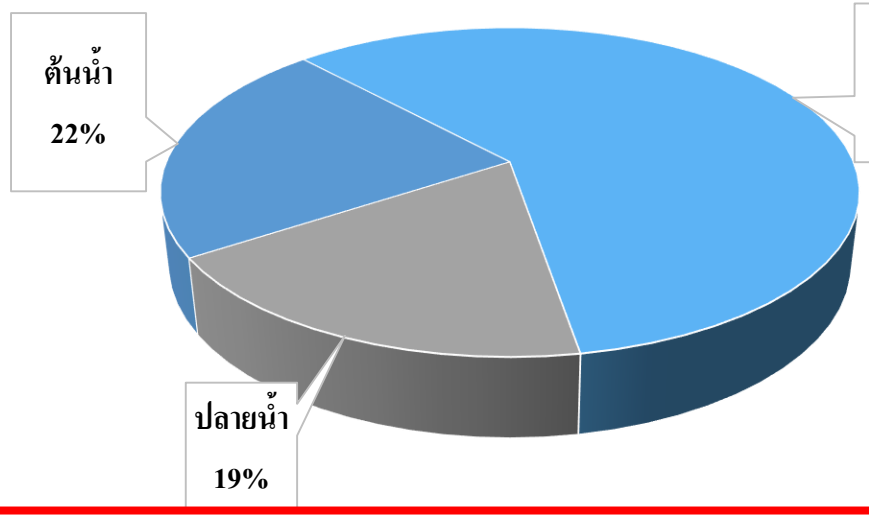
ตามห่วงโซ่การใช้ประโยชน์ ในช่วงพ.ศ. 2560 - 2563





จำนวนงานวิจัยเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันของประเทศไทย

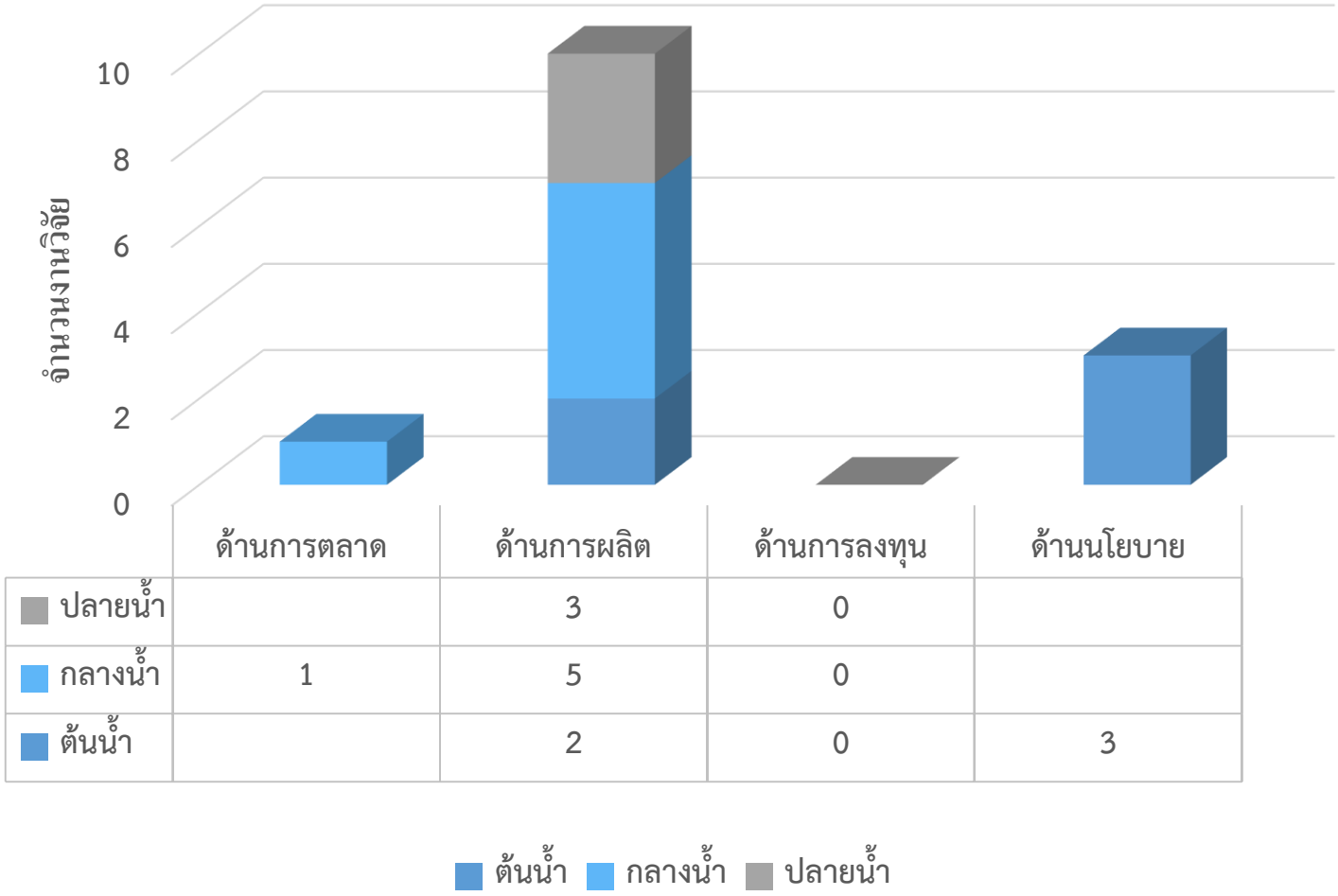
ตามห่วงโซ่การใช้ประโยชน์ ในช่วงพ.ศ. 2560 - 2563



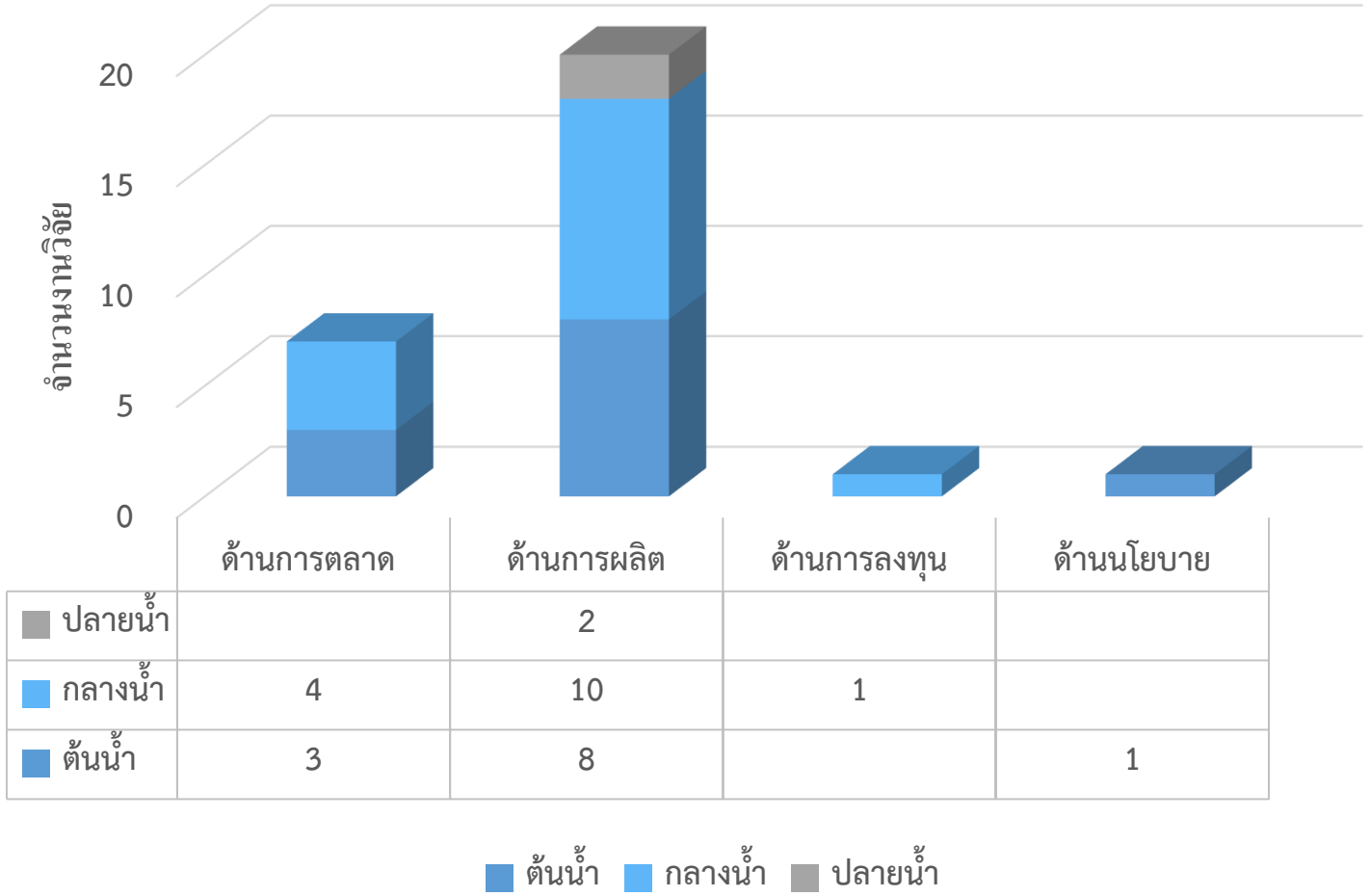
วิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในประเทศไทย จำนวน 14 ผลงาน

ที่เกี่ยวกับอ้อย จำแนกตามการใช้ประโยชน์

ในช่วงพ.ศ. 2560 - 2563



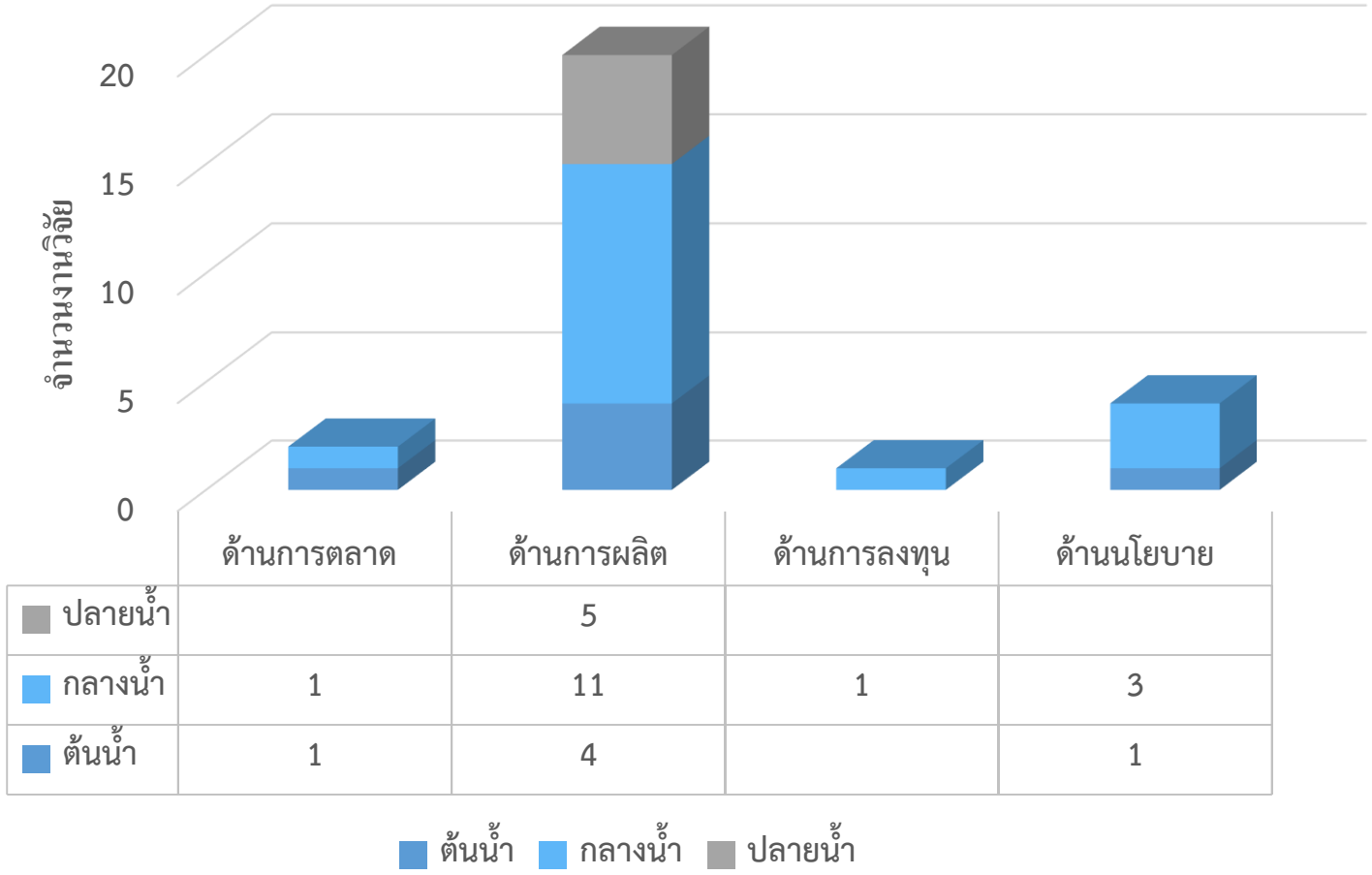
วิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในประเทศไทย จำนวน 29 ผลงาน ที่เกี่ยวกับมันสำปะหลัง จำแนกตามการใช้ประโยชน์ ในช่วงพ.ศ. 2560 - 2563



วิจัยด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในประเทศไทย จำนวน 27 ผลงาน

ที่เกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน จำแนกตามการใช้ประโยชน์

ในช่วงพ.ศ. 2560 - 2563



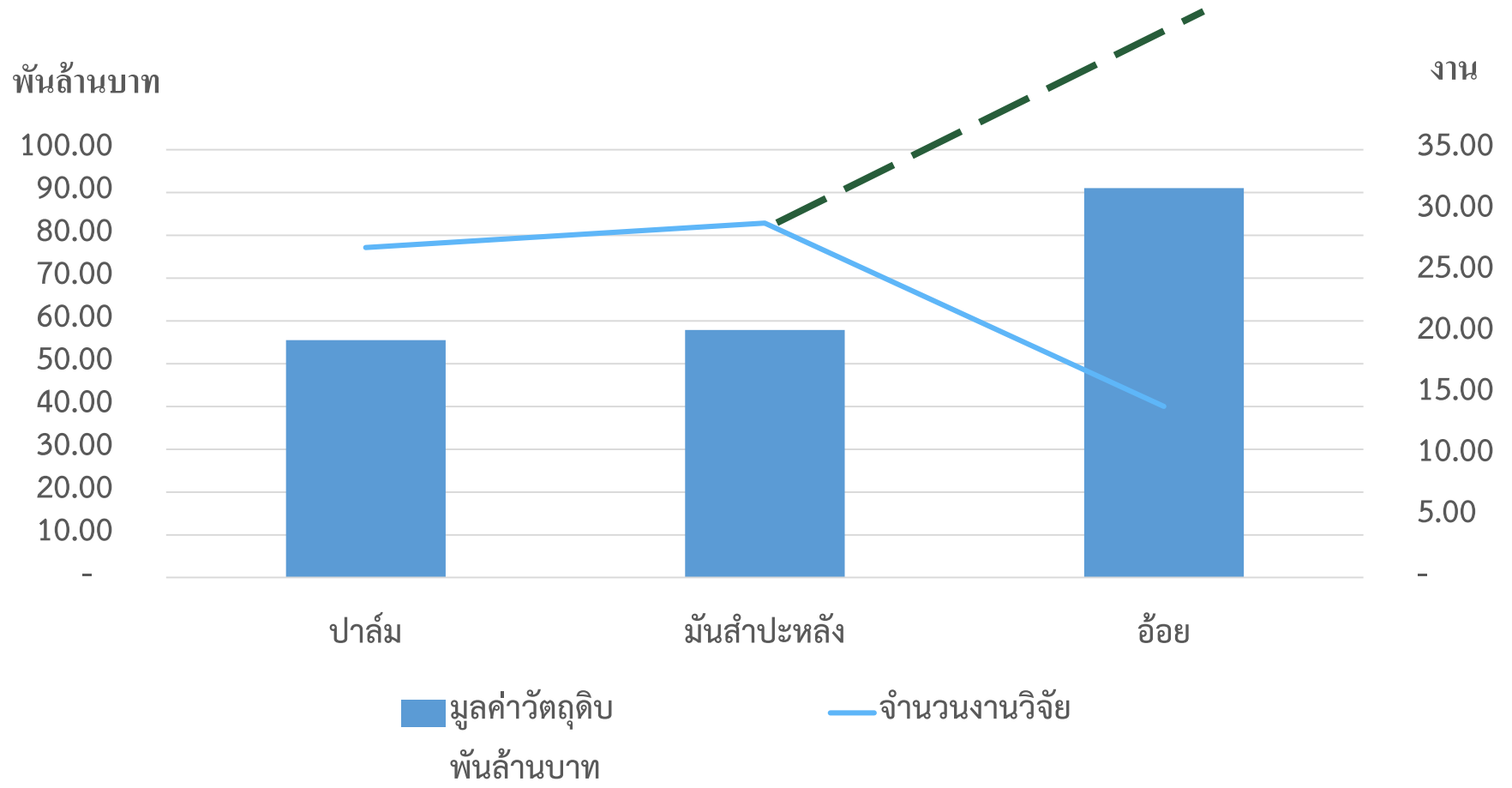
การวิจัยพัฒนาด้านไบโอรีไฟเนอรี่ของประเทศไทย ตารางแสดงการให้ความสำคัญของงานวิจัยต่างๆ

	ด้านการตลาด	ด้านการผลิต	ด้านการลงทุน	ด้านนโยบาย
อ้อย	3	1	4	2
มันสำปะหลัง	2	1	4	3
ปาล์มน้ำมัน	3	1	4	2
	3	1	4	2

การวิจัยพัฒนาด้านไบโอรีไฟเนอรี่ในต่างประเทศ ตารางแสดงการให้ความสำคัญของงานวิจัยต่างๆ

	ด้านการตลาด	ด้านการผลิต	ด้านนโยบาย	ด้านนวัตกรรม	ด้านเศรษฐกิจ	ด้านสิ่งแวดล้อม
อ้อย	6	1	4	2	5	3
มันสำปะหลัง	6	1	5	2	3	4
ปาล์มน้ำมัน	6	1	4	3	5	2
	6	1	4	2	5	3

มูลค่าวัตถุดิบต่อเฉลี่ยช่วงพ.ศ. 2560-2563
จำนวนงานวิจัยจำแนกตามพืชวัตถุดิบ
(อ้อย มันสำปะหลังและปาล์มน้ำมัน) ในประเทศไทย



Q & A