

📞 0 2564 7000  
📠 0 2564 7002-5  
🌐 <http://www.nstda.or.th>  
 FACEBOOK [NSTDATHAILAND](#)  
EMAIL [info@nstda.or.th](mailto:info@nstda.or.th)



สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ  
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
111 อุทัยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน  
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120



ดาวน์โหลดได้ที่ : <https://www.nstda.or.th/th/news/12103-bioeconomy-book>



# เศรษฐกิจชีวภาพ

# BIO ECONOMY



# เศรษฐกิจชีวภาพ

ISBN 978-616-12-0554-6

พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ.2561

จำนวน 2,000 เล่ม

ผลงานลิขสิทธิ์ ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

จัดทำโดย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)  
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ไม่อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่ง  
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร  
จากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น

เศรษฐกิจชีวภาพ Bioeconomy ฉบับเยาวชน/โดย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. -- ปัจุบัน : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2561.

48 หน้า : ภาพประกอบ

ISBN: 978-616-12-0554-6

1. เศรษฐกิจฐานชีวภาพ 2. เศรษฐกิจชีวภาพ 3. เทคโนโลยีชีวภาพ  
4. เทคโนโลยีชีวภาพ -- แบ่งเศรษฐกิจ 5. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ -- แบ่งเศรษฐกิจ  
I. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ II. ชื่อเรื่อง

HB172 338.5

บรรณาธิการ กุลประภา นาวนุเคราะห์

ผู้เรียบเรียง ดร.น้ำชัย ชีววาร Oroon

กราฟิก ฉัตรทิพย์ ลุริยะ, วชราภรณ์ สนทนา, รักฉัตร เวทีวุฒิมาจารย์

รูปเล่ม งานออกแบบ ฝ่ายสื่อวิทยาศาสตร์ สวทช.

วิทยาศาสตร์สมัยใหม่ในคริสต์ศตวรรษที่ 21 ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดสาขาวิชาใหม่ๆ จำนวนมาก เช่น เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) ซึ่งส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจสูง หนังสือ “เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy)” เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ และเตรียมเยาวชนไทยและคนไทยทั่วไปให้พร้อมสำหรับการขับเคลื่อนประเทศไทยในคริสต์ศตวรรษที่ 21 ผ่านการเรียนรู้ คำศัพท์และแนวคิดมุมมอง โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชีวภาพ ซึ่งใกล้ตัวคนไทยและเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญสำหรับระบบเศรษฐกิจประเทศไทยในอนาคต อันใกล้นี้ ดังจะเห็นได้จากการที่รัฐบาลได้ทุ่มงบประมาณจำนวนมากให้กับโครงการนี้และบรรจุอยู่ใน The Big Rock Project

หนังสือ “เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy)” จัดทำเป็น 2 แบบคือ ฉบับเยาวชนและฉบับประชาชนทั่วไป โดยในแบบแรกจะเน้นให้ความรู้เบื้องต้นกับเยาวชน คล้ายเป็นหนังสือสอนคำศัพท์ประกอบรูป (Illustrated wordbook) เพื่อสร้างแรงบันดาลใจ ทำให้เห็นความสำคัญ และเกิดความสนใจในสะเต็มศึกษา (STEM) ที่จะเป็นฐานสำหรับอาชีพจำนวนมากที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพราะเกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจชีวภาพ ส่วนฉบับประชาชนจะให้ข้อมูลรายละเอียดมากยิ่งขึ้น เพื่อให้มองเห็นภาพรวมที่ชัดเจนของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องในอนาคตอันใกล้นี้

หวังว่าหนังสือ “เศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy)” นี้ จะเป็นจุดเริ่มต้นให้ทุกฝ่ายได้เห็นประโยชน์ และร่วมกันสร้างสรรค์ความรู้ผ่านหนังสือหรือสื่ออื่นๆ เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่ประเทศพัฒนาแล้ว และถูกยกเป็นประเทศที่มีศักยภาพและขับเคลื่อนประเทศด้วยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมต่อไปอย่างมั่นคง เพราะทั้งหมดนั้นจะเกิดขึ้นได้จากการคุณภาพและความรู้พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ของคนไทยนั่นเอง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

# สารบัญ



## BIO ECONOMY

**06**

เศรษฐกิจชีวภาพคืออะไร?

**10**

เศรษฐกิจชีวภาพสำคัญอย่างไร?

**14**

เศรษฐกิจชีวภาพดียอย่างไร?

**18**

เศรษฐกิจชีวภาพโดดเด่นอย่างไร?

**22**

เศรษฐกิจชีวภาพคือแนวโน้มโลก  
อนาคตอันใกล้

**26**

ประเทศไทยกำลังเข้าสู่เศรษฐกิจชีวภาพ

**30**

เชื้อเพลิงชีวภาพ

**34**

ชีวนิเวศและก้าชาชีวภาพ

**38**

สารเคมีจากชีวภาพ

**42**

โครงสร้างพื้นฐาน

**46**

เศรษฐกิจชีวภาพไทย อนาคตอันใกล้

**48**

เอกสารอ้างอิง

เศรษฐกิจชีวภาพไทย





## เศรษฐกิจชีวภาพคืออะไร?

ไม่นานมานี้ คำว่า “เศรษฐกิจชีวภาพ (bioeconomy)” ที่เป็นระบบเศรษฐกิจใหม่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะเป็นระบบที่ช่วยเพิ่มผลผลิตและการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชีวภาพ โดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าระบบเศรษฐกิจแบบอื่น ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มในการผลิตสินค้าและการให้บริการระดับอุตสาหกรรม ตั้งแต่ต้นน้ำจนปลายน้ำต่อเนื่อง

เศรษฐกิจชีวภาพ (bioeconomy) หรือ เศรษฐกิจฐานชีวภาพ (biobased economy) คือ ระบบเศรษฐกิจที่รวมเอาทั้งการผลิตสินค้า บริการ ที่ต้องอาศัยทรัพยากร กระบวนการ หลักการ และความรู้ต่างๆ ทางชีววิทยา หรือวิทยาศาสตร์ชีวภาพอื่นๆ มาช่วย



# BIO ECONOMY

ในระบบเศรษฐกิจชีวภาพ มีการนำทรัพยากรชีวภาพมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่หมุนเวียนได้ดีกว่าเดิม และมีมูลค่าเพิ่มขึ้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น อาหารคน อาหารสัตว์ เครื่องสำอาง ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่ใช้ พลังงานชีวภาพ (bioenergy) ได้ เช่น ไบโอดีเซลและเอทานอล ในประเทศต่างๆ การจะทำให้เศรษฐกิจชีวภาพเข้มแข็งและยั่งยืน ต้องเกี่ยวข้องกับหลายกระทรวง เช่น กระทรวงป้าไม้ ประมง เกษตร และอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับการคิดค้น นวัตกรรมและการค้า เช่น กระทรวงวิทยาศาสตร์และกระทรวงพาณิชย์

พลังงานชีวภาพ (bioenergy) คือ พลังงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกระบวนการเตรียมที่ต้องนำความรู้ต่างๆ ทางชีววิทยา หรือวิทยาศาสตร์ชีวภาพอื่นๆ มาช่วย เช่น เอกานอลและไบโอดีเซลที่ได้จากการหมัก

ความรู้พื้นฐาน  
ชีววิทยา ชีวเคมี



การเร่งปฏิกิริยา  
ทางชีวภาพ  
เช่น การหมัก



ผลิตภัณฑ์และบริการ  
(ความร้อน พอลิเมอร์  
อาหารสัตว์  
สารมูลค่าสูงอื่นๆ)

แสงอาทิตย์

การสังเคราะห์แสง



ชีวมวล



ความรู้พื้นฐานเคมี



อุตสาหกรรมชีวมวล



# เศรษฐกิจชีวภาพสำคัญอย่างไร?

สหประชาชาติ (United Nations) ตั้งเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของสหประชาชาติ (UN Sustainable Development Goals) ในปี ค.ศ. 2030 ไว้รวมทั้งล้วน 17 ข้อ ในจำนวนนั้นมีเรื่องเศรษฐกิจชีวภาพบูรณาการอยู่ด้วย จึงเห็นได้ว่า เศรษฐกิจชีวภาพมีความสำคัญและจำเป็นกับโลกในอนาคตอันใกล้ แต่ยังมีระบบเศรษฐกิจอีกหลายแบบที่ได้รับความสนใจกันอยู่ในปัจจุบัน เช่น เศรษฐกิจหมุนเวียน โดยมีวิธีการพยายามที่จะใช้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรในระบบอุตสาหกรรม และทำให้ของเสียกล้ายเป็นศูนย์ (zero waste) กล่าววิถืออย่างคือ สารทุกอย่างที่เกิดขึ้นนำไปใช้ประโยชน์ได้ เศรษฐกิจชีวภาพเองมีส่วนเชื่อมโยงและเสริมกับเศรษฐกิจหมุนเวียน

**เศรษฐกิจหมุนเวียน** (circular economy) คือ ระบบเศรษฐกิจที่ให้ความสำคัญกับการใช้วัสดุและผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างเต็มวงจรชีวิต (life-cycle) ของวัสดุและผลิตภัณฑ์นั้นๆ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ การหมุนเวียนเอกสารรากฐานและสารต่างๆ กับมาใช้ประโยชน์ใหม่ให้มากที่สุด



นอกจากนี้แล้ว เศรษฐกิจชีวภาพยังมีส่วนซ้อนทับกับ เศรษฐกิจสีเขียว ซึ่งมุ่งแก้ปัญหามลพิษที่เผชิญอยู่ อีกทั้งยัง อาจรวมเข้ากับชีวสารสนเทศ (bioinformatics) ลงนักภาพ การใช้ตัวเข็นเชอร์ตรวจดักข้อมูลในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน และนำข้อมูลเหล่านั้นมาให้ปัญญาประดิษฐ์หรือเอไอ (artificial intelligence, AI) วิเคราะห์ เพื่อหาทางปรับปรุงลดการใช้พลังงาน หรือเพิ่มผลผลิตโดยใช้พลังงานเท่าเดิม วิธีการเหล่านี้เองที่จะเป็น ส่วนหนึ่งของตัวขับดันให้เกิดอุตสาหกรรม 4.0 ของประเทศไทยต่อไป

เศรษฐกิจสีเขียว (green economy) คือ ระบบเศรษฐกิจ ที่เน้นการลดผลกระทบต่อระบบนิเวศและดีต่อโลกในระยะยาว เช่น เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้พลังงานเท่าเดิมหรือลดลง หรือ ลดการปล่อยก๊าซcarbonไดออกไซด์ ฯลฯ

ชีวสารสนเทศ (bioinformatics) คือ กระบวนการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ และใช้ประโยชน์ข้อมูลของสิ่งมีชีวิต กระบวนการที่เกิดขึ้น ภายในสิ่งมีชีวิต และผลิตภัณฑ์หรือส่วนประกอบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต



### เศรษฐกิจชีวภาพ (bioeconomy) วัสดุและพลังงานจาก ความรู้และนวัตกรรม

มีความ  
ยั่งยืน  
ด้าน  
อาชญา  
เขต

### เศรษฐกิจสีเขียว (green economy) แก้ปัญหาโดยคำนึงถึง สิ่งแวดล้อมและ การอนุรักษ์ธรรมชาติ

ระบบอุดหนุนแบบ  
พัฒนาเพลิดเพลินโดยผู้ใช้  
เทคโนโลยีสะอาด  
(clean tech)

### เศรษฐกิจหมุนเวียน (circular economy) คำนึงถึงประสิทธิภาพและ การหมุนเวียนทรัพยากร ในระบบการผลิต



## เศรษฐกิจชีวภาพดีอย่างไร?

เศรษฐกิจชีวภาพต้องอาศัยความรู้แบบใหม่ที่จะทำให้มีประสิทธิภาพ การผลิตสูงขึ้น ตลอดจนวิธีการใหม่ๆ ที่จะทำให้ได้สารใหม่ๆ ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะสารที่มีมูลค่าสูงมากหรือเป็นที่ต้องการ แต่ที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้น ก็คือ ช่วยแก้ปัญหาสำคัญระดับโลกที่เผชิญกันอยู่ เศรษฐกิจชีวภาพจึงเป็นระบบเศรษฐกิจที่สำคัญและจำเป็นกับโลก

ประชากรที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นทำให้ต้องเพิ่มประสิทธิการผลิตอาหาร พืชอาหารคนและอาหารสัตว์ ด้วยความรู้ด้านต่างๆ ทั้งเกษตรกรรม การประมง การป่าไม้ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงทวีความสำคัญมากขึ้น ทุกอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องกับที่กล่าวมา ล้วนแล้วแต่ให้สารชีวนิวเคลียร์นำไปใช้ต่อได้อย่าง หลากหลาย ของเสียจากอุตสาหกรรมเป็นได้ทั้งอาหารลัตต์และเชื้อเพลิง

**ชีวนิวคลีน (biomass)** คือ สารที่ได้จากการสิ่งมีชีวิต ซึ่งมักจะนำมายield เป็นสารให้พลังงานได้โดยตรง (เช่น เปลส์อิคไม้) หรือผ่านกระบวนการบางอย่าง (เช่น การหมัก) ก่อนนำไปใช้เป็นสารให้พลังงาน (เช่น เศษอาหาร พืชผัก ผลไม้ ที่กินไม่ได้) 

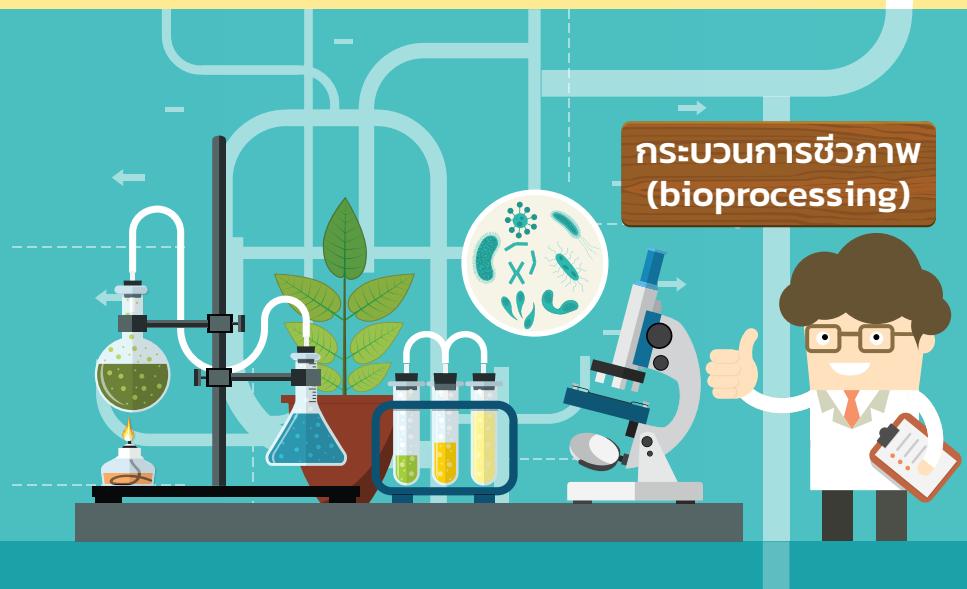


## ของเสียการเกษตร

กระบวนการเปลี่ยนแปลงชีวมวลมีหลายแบบ เช่น ใช้ด้วนเร่งปฏิกิริยาที่เรียกว่า เออนไซม์ หรือใช้กระบวนการหมัก เนื่องจากประเทศไทยทำเกษตรกรรมอยู่มาก จึงมีชีวมวลที่เกิดขึ้นตามมา นำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น การนำสารชีวมวลมาใช้ประโยชน์จึงช่วยลดผลกระทบปล่อยก๊าซcarbon dioxide ออกสู่อากาศในทางอ้อม



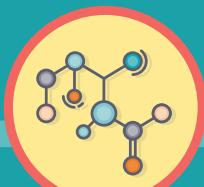
## กระบวนการชีวภาพ (bioprocessing)



**เอนไซม์** (enzyme) คือ โปรตีนที่ช่วยเร่งปฏิกิริยานอกกระบวนการชีวภาพ (bioprocessing) ให้เกิดเร็วขึ้นเป็นอย่างมาก เราสามารถนำเอนไซม์หลายชนิดมาใช้แทนสารเคมี ในอุตสาหกรรมได้ เช่น ใช้ในกระบวนการฟอกขาวอุตสาหกรรมกระดาษ เออนไซม์ในธรรมชาติพบได้ในร่างกายสัตว์และพืชต่างๆ

**การหมัก** (fermentation) คือ กระบวนการย่อยสลายสารด้วยจุลินทรีย์ (สิ่งมีชีวิต) ขนาดเล็กที่ตามองไม่เห็น เช่น แบคทีเรียและเชื้อรา เป็นกระบวนการสำคัญในอุตสาหกรรมต่างๆ ของโลก เช่น การหมักเบียร์ ไวน์ น้ำปลา และปลาาร์บ ฯลฯ การหมักในสภาวะที่เหมาะสมยังให้ **สารเชื้อเพลิงชีวภาพ** (biofuel) บางอย่าง (เช่น ไฮโดรเจน อลีฟ อีกตัวอย่างคือ โซเดียมโซเดียม)

## สารมูลค่าสูงต่างๆ



เอนไซม์



ไบโอพลาสติก

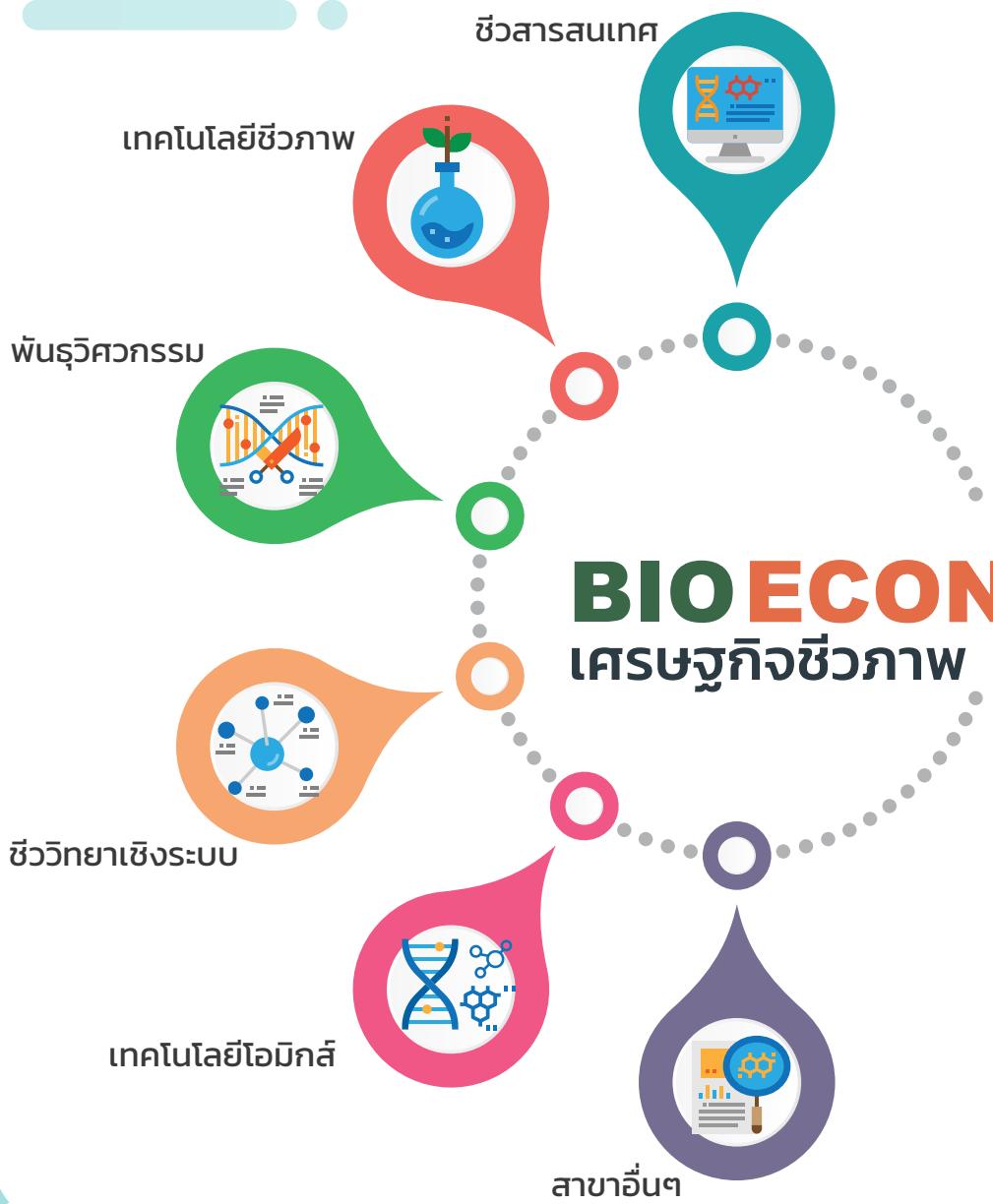
สารตั้งต้น  
ในอุตสาหกรรม

เชื้อเพลิงชีวภาพ

สารซีวภาพกำจัด  
แมลงศัตรูพืช

สารซีวเคมี

## การบรรจุภัณฑ์ความรู้ไปสู่เศรษฐกิจชีวภาพ

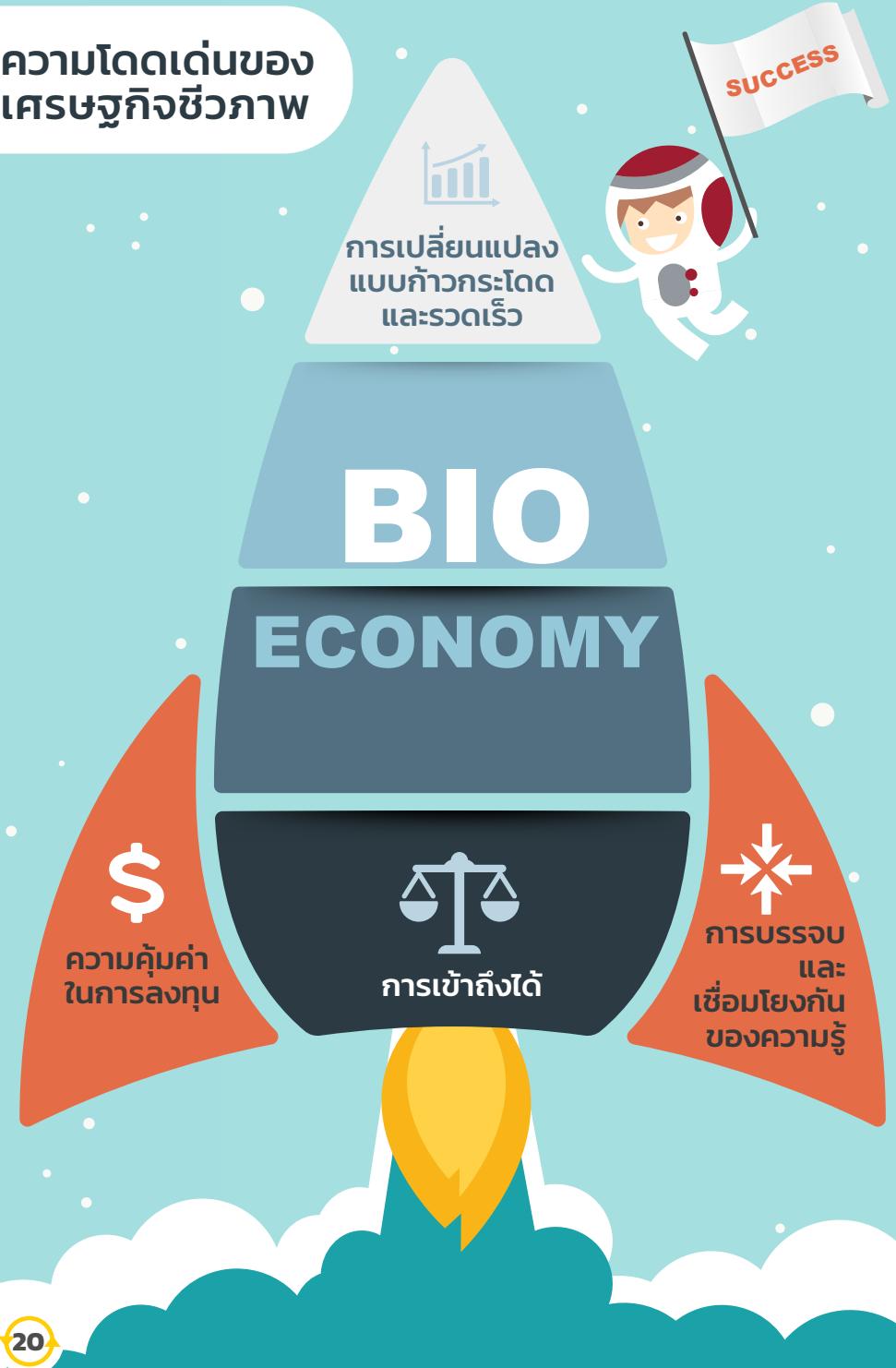


## เศรษฐกิจชีวภาพโดยเด่นอย่างไร?

เศรษฐกิจชีวภาพมีความโดยเด่นเฉพาะตัวอยู่หลายเรื่อง เช่น การเข้าถึงได้ (affordability) เพราะต้นทุนการทำวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพลดลงอย่างรวดเร็ว เช่น เดิมการทำชุดตรวจวินิจฉัยโรคและอุปกรณ์รักษาโรคแบบจะถูกผู้ขายโดยปริษัทขนาดใหญ่ แต่ปัจจุบันบริษัทขนาดเล็กสามารถทำได้แล้ว เพราะต้นทุนการทำวิจัยและพัฒนาถูกลงมาก จึงเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศกำลังพัฒนามาก ในอีกด้านหนึ่ง เศรษฐกิจชีวภาพมีความคุ้มค่าในการลงทุนสูง (high opportunity costs) เช่น งบที่ใช้ในโครงการจีโนมมนุษย์ (Human Genome Project, HGP) ที่อ่านรหัสพันธุกรรมของมนุษย์อย่างครบถ้วนสมบูรณ์สูงถึงเกือบ 3 พันล้านเรียบล้อลหุส แต่ก็ได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์กลับมาหลายเท่า ของเงินที่ลงทุนไป ปัจจุบันต้นทุนการอ่านรหัสพันธุกรรมมนุษย์สักคนอยู่ที่ราว หลักพันเหรียญเท่านั้น จึงถือว่าเกิดก้าวกระโดดในด้านความรู้เกี่ยวกับข้อมูลพันธุกรรม ของมนุษย์ จนต่อยอดในด้านการป้องกันและรักษาโรคได้อย่างกว้างขวาง



## ความโดดเด่นของ เศรษฐกิจชีวภาพ



นอกจากนี้ เศรษฐกิจชีวภาพยังเปลี่ยนแปลงแบบรวดเร็วอย่างก้าวกระโดด (*rapid, discontinuous change*) สาขพันธุศาสตร์ (*genetics*) เกิดขึ้น เมื่อราว 200 ปีก่อน และนานหลาຍลิบปีกว่าจะมีสาขาวิชาใหม่ๆ คือ จุลชีววิทยา (*microbiology*) เกิดขึ้น แต่เพียงแค่ไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา มีสาขาวิชาใหม่เกิดขึ้น อย่างมากมาย เช่น พันธุวิกรรม ชีววิทยาเชิงระบบ จีโนมิกส์ โปรตีโอมิกส์ และ เมแทไบโโลมิกส์ นอกจากนี้ ยังมีการบรรจบและเชื่อมโยงกันของความรู้ (*convergences and linkages*) ในวิทยาศาสตร์ชีวภาพเข้ากับสาขาอื่นๆ เช่น เทคโนโลยีชีวภาพในบางหัวเรื่อง สัมพันธ์กับชีวสารสนเทศ หรือ nano เทคโนโลยี อย่างใกล้ชิด เศรษฐกิจชีวภาพจึงมีความโดดเด่นจนประเทศต่างๆ เห็นความสำคัญ และบรรจุไว้ในแผนพัฒนาประเทศ

พันธุวิศวกรรม (*genetic engineering*) คือ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (*biological science*) สาขานึงที่สามารถบังคับ ควบคุม ดัดแปลง รหัสพันธุกรรมของ สิ่งมีชีวิตต่างๆ เพื่อใช้ผลิตสารหรือเพื่อประโยชน์อื่นๆ เช่น การสร้างผลิตภัณฑ์แบบใหม่ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน หรือเพื่อรักษาโรค ฯลฯ



# เศรษฐกิจชีวภาพ

## คือแนวโน้มโลกอนาคตอันใกล้

มีผลสำรวจในผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ ในสหภาพยุโรปและองค์กรนานาชาติ รวม 4,331 คน จาก 46 ประเทศ ทำให้ได้ข้อสรุปร่วมกันว่า (1) เศรษฐกิจชีวภาพ น่าจะตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ได้ (2) ส่วนใหญ่มองว่าจะมี ผลดีทางเศรษฐกิจด้วย และ (3) หากต้องการความสำเร็จในด้านนี้ จะเป็นต้องมีนโยบายและแผนกลยุทธ์ด้านการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการให้ทุนการวิจัยและพัฒนาเป็นตัวช่วย

ผู้เชี่ยวชาญส่วนหนึ่งมองว่า เศรษฐกิจชีวภาพจะช่วยทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่เป็นวัสดุหมุนเวียน (คือ นำเนื้อวัสดุที่เคยใช้แล้วมาใช้ซ้ำได้อีก) เป็นหลัก ขณะที่ ในด้านเกษตรกรรมและอาหารจะขึ้นกับพันธุ์พืชใหม่ๆ และการปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมไปถึงการใช้แหล่งโปรตีนในอาหารใหม่ๆ เช่น สาหร่ายและแมลง และอีกส่วนหนึ่งเชื่อว่าความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องอาหารสำหรับประชากรจำนวนมากที่เป็นผลมาจากการสังคมผู้สูงอายุ ส่วนด้านอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม สารเคมีใหม่ๆ ที่ได้จากการบุณการชีวภาพ เช่น พลาสติกชีวภาพหรือไบโอดอลสติกจะมีบทบาทสำคัญมากขึ้น

พลาสติกชีวภาพหรือไบโอดอลสติก (bioplastic) คือ พลาสติกที่มีส่วนประกอบบางส่วนทำมาจากวัสดุชีวภาพ (เช่น มันสำปะหลังหรือข้าวโพด) ซึ่งแตกต่างจากพลาสติกทั่วไปที่ได้มาจากการบุณการปิโตรเคมีทั้งหมด

### BIOECONOMY



### โครงสร้าง พื้นฐาน



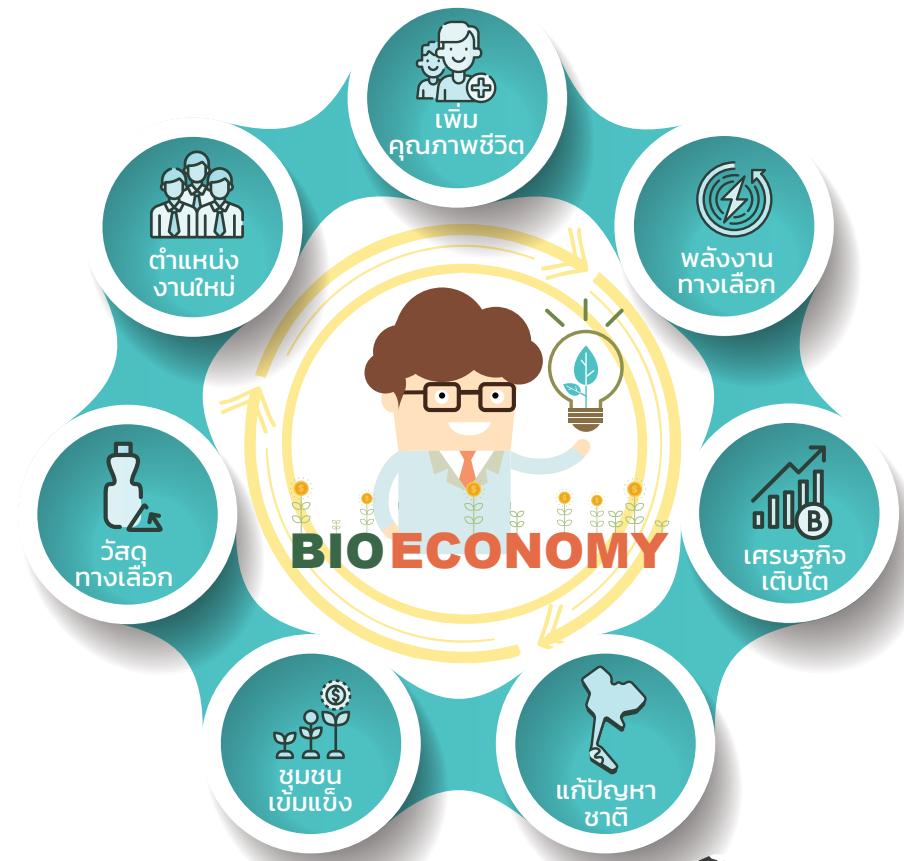
### การวิจัย พัฒนา และนวัตกรรม



# ประเทศไทยกำลังเข้าสู่**เศรษฐกิจชีวภาพ**

ประเทศไทยได้เปรียบเรื่องเศรษฐกิจชีวภาพหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นผู้ส่งออกยางอันดับ 1 ของโลก เป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลก และเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลรายใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลก เป็นต้น นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) สูงมาก เนื่องจากตั้งอยู่ใกล้เขตศูนย์สูตร อันเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการเกิดความแปรผันของสิ่งมีชีวิตต่างๆ เพราะมีความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำ และแร่ธาตุต่างๆ รวมทั้งมีแสงแดดปริมาณมากตลอดทั้งปี จึงไม่น่าแปลกใจที่รัฐบาลไทยประกาศในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ว่า แผนปฏิรูปประเทศสู่ประเทศไทย 4.0 จะรวมเอาเรื่องเศรษฐกิจชีวภาพเข้าไว้ด้วย

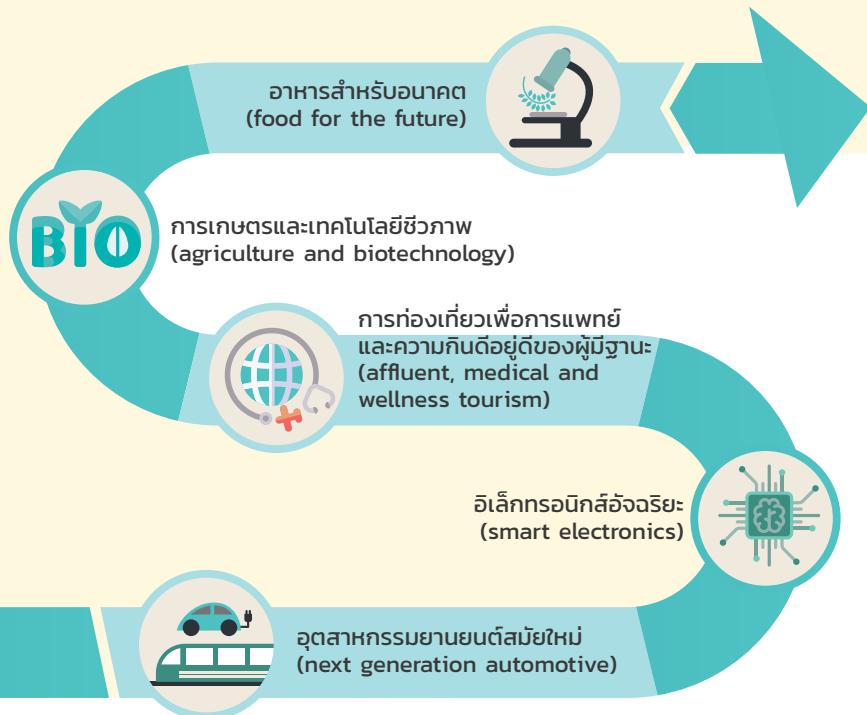
**ความหลากหลายทางชีวภาพ** (biodiversity) คือ ความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบ生境 แห่งใดแห่งหนึ่ง เช่น 平原 แผลบ坡 ภาระภูเขา ภูเขา ต้นไม้ในป่า ฯลฯ แมลงในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ยังมีสิ่งมีชีวิตจำนวนมาก มีขนาดหรือสีสันมาก และแต่ละสปีชีส์ก็มีความผันแปร (variation) คือ มีรูปร่างหน้าตาและอุปนิสัยแตกต่างกันมาก ก็เช่นเดียวกับความหลากหลายทางชีวภาพมากตามไปด้วย



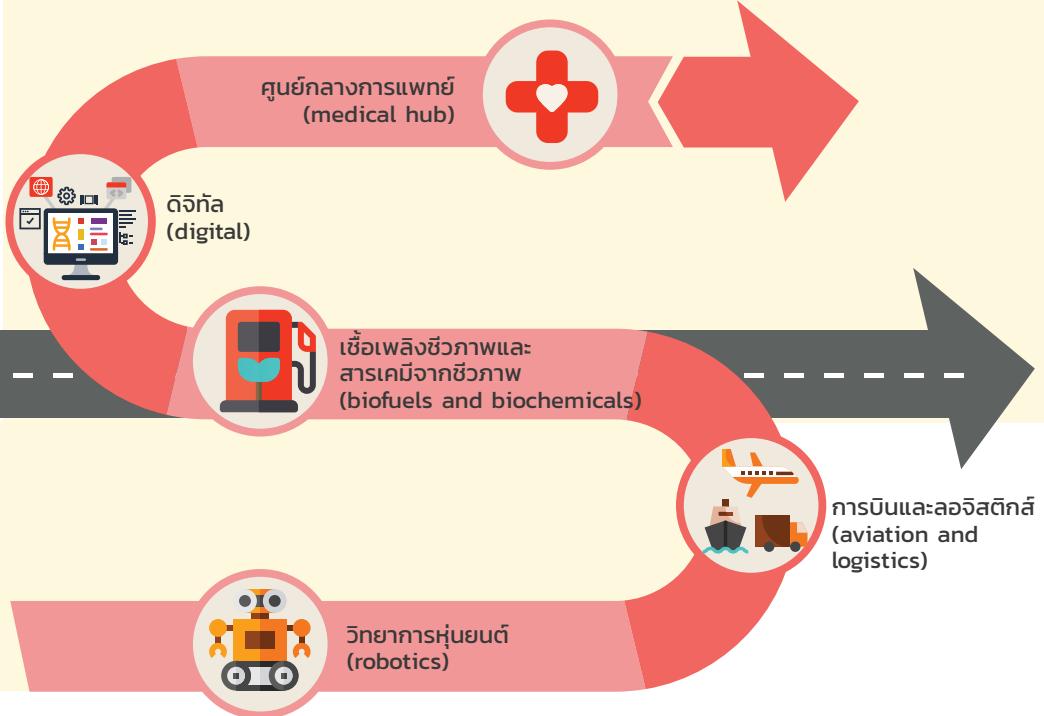
ในแผนปฏิฐปประเทคโนโลยีที่ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เป็นตัวกรองด้านเศรษฐกิจผ่านอุตสาหกรรมและบริการต่างๆ รวม 5 แบบได้แก่ (1) วิทยาการหุ่นยนต์ (robotics) (2) การบินและโลจิสติกส์ (aviation and logistics) (3) เชื้อเพลิงชีวภาพและสารเคมีจากชีวภาพ (biofuels and biochemicals) (4) ดิจิทัล (digital) และ (5) ศูนย์กลางการแพทย์ (medical hub) โดยโครงการหลักจะดำเนินการที่เขตพัฒนาฯเปียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor of Innovation, EEC) และหวังว่าจะทำให้เกิดการเติบโตแบบก้าวกระโดดของประเทศไทยได้ซึ่งเชื้อเพลิงชีวภาพและสารเคมีจากชีวภาพในข้อ 3 ต่างก็เป็นส่วนหนึ่งของเศรษฐกิจชีวภาพทั้งล้วน ขณะที่ในข้อ 5 คือ ศูนย์กลางการแพทย์ ก็จะมีบางส่วนที่สนับสนุนด้วยความรู้ที่ได้จากเศรษฐกิจชีวภาพเข่นกัน

## BIO ECONOMY เศรษฐกิจชีวภาพ

### 1<sup>st</sup> S-Curve



### New S-Curve



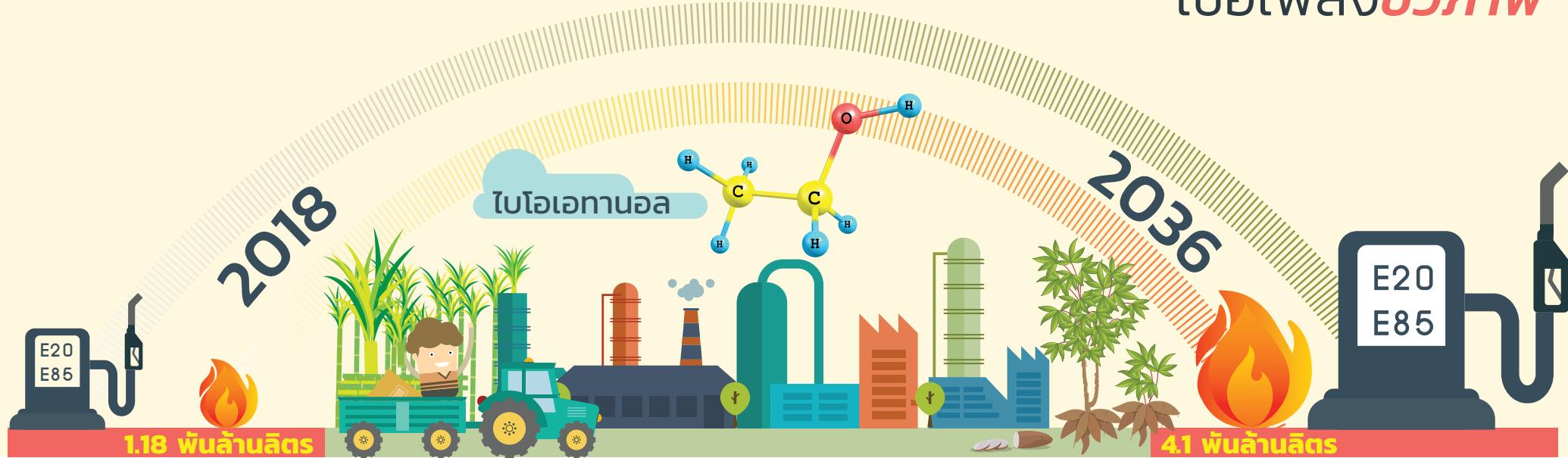
**เชื้อเพลิงชีวภาพ (biofuels)** คือ สารเชื้อเพลิงที่ได้จากการสิ่งมีชีวิตหรือผลิตภัณฑ์จากสิ่งมีชีวิตที่นำมาผ่านกระบวนการทางชีวภาพอย่างได้อย่างหนึ่ง



**สารเคมีจากชีวภาพ (biochemicals)** คือ สารเคมีที่ได้จากการสิ่งมีชีวิตหรือผลิตภัณฑ์จากสิ่งมีชีวิตที่นำมาผ่านกระบวนการทางชีวภาพอย่างได้อย่างหนึ่ง



## เชื้อเพลิงชีวภาพ



ในแผนพัฒนาพลังงานทางเลือกของประเทศไทย (2015) ตั้งเป้าไว้ว่า เมื่อถึงปี ค.ศ. 2036 จะมีส่วนแบ่งของพลังงานทางเลือกทุกแบบรวมแล้ว 30% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในประเทศไทย โดยจะมีสัดส่วนของพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวภาพ เพิ่มขึ้นจาก 7% เป็น 25% เป้าหมายที่ตั้งไว้คือ จะมีการบริโภคไบโอดีเซล (bioethanol) ที่ได้จากการบวนการชีวภาพเพิ่มขึ้นจาก 1.18 พันล้านลิตร ไปเป็น 2.6 พันล้านลิตรในปี ค.ศ. 2036 และมีการบริโภคไบโอดีเซล (biodiesel) เพิ่มขึ้นจาก 1.24 พันล้านลิตร ไปเป็น 2.6 พันล้านลิตรในช่วงเดียวกัน

เอทานอลชีวภาพ หรือ ไบโอดีเซล (bioethanol) คือ เอทานอลที่ได้จากการบวนการชีวภาพแบบได้แบบหนึ่ง เช่น การหมัก ดิบเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่สำคัญแบบหนึ่งในเศรษฐกิจชีวภาพ



# เชื้อเพลิงชีวภาพ



ใบโอดีเซล (biodiesel) คือ น้ำมันดีเซลที่ได้จากการรับประทานพืช油 เช่น การหมักและการกลั่น ต่างจากน้ำมันดีเซลที่ว่าไว้ ที่ได้มาจากการกลั่นปิโตรเคมี

การผลิตใบโอดีเซลจากผลผลิตทางการเกษตรนั้น นิยมใช้อ้อย ไมลส์ (ได้จากการบานการผลิตน้ำตาล) และมันสำปะหลัง โดยอ้อยจะครอบคลุมมากที่สุด คือ ราว 70% ของทั้งหมด ดังนั้นท่ามกลางกระแสห่วงใยเรื่องสุขภาพและลดการบริโภคน้ำตาลนั้น บริษัทผู้ผลิตน้ำตาลรายใหญ่ก็หันมาให้ความสนใจกับการแปรรูปน้ำตาลที่ผลิตได้จากอ้อยให้กลายเป็นใบโอดีเซลที่มีมูลค่าสูงขึ้น และเป็นตลาดใหม่ที่เปิดกว้างรออยู่ ส่วนใบโอดีเซلنั้นผลิตได้จากน้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์

สำหรับประเทศไทยนั้นใบโอดีเซลได้มามากน้ำมันปาล์มเป็นหลัก โดยผลิตเพื่อการค้ามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007 และรัฐบาลสนับสนุนการใช้งานใบโอดีเซลด้วยการออกกฎหมายบังคับใช้การผสมใบโอดีเซลเข้ากับน้ำมันดีเซลจากฟอสซิล

## สัญลักษณ์ B และ E ของน้ำมันเชื้อเพลิง

สัญลักษณ์ B หมายถึง เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของใบโอดีเซลที่ผสมอยู่กับน้ำมัน เช่น B10 ก็คือ มีใบโอดีเซลอยู่ 10% และ B100 ก็คือเป็นใบโอดีเซล 100% ส่วนสัญลักษณ์ E หมายถึง เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของเชื้อเพลิงที่ผสมอยู่กับน้ำมัน เช่น E20 ก็คือ มีเชื้อเพลิงอื่นอยู่ 20% และ E85 ก็คือ มีเชื้อเพลิงอื่นอยู่ 85% ในส่วนผสมของน้ำมันและเชื้อเพลิงอื่นๆ

# ชีวมวลและกําชชีวภาพ

ชีวมวลและกําชชีวภาพมีบทบาทสำคัญและรับผิดชอบร้าว 60% ของ พลังงานทางเลือกทั้งหมดของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2014 สิ้นปี ค.ศ. 2014 ประเทศไทยใช้ชีวมวลผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 2,452 ล้านวัตต์ (MW) และผลิต ความร้อนได้ 5,144 พันตันน้ำมันดิบ (ktoe) คาดว่าในปี ค.ศ. 2036 ชีวมวล จะผลิตพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 5,570 ล้านวัตต์ (MW) และจะเป็นแหล่ง พลังงานหลักของประเทศไทยในการผลิตความร้อน ชีวมวลในประเทศไทยส่วนใหญ่ ได้มาจากการเสียจากอุตสาหกรรมการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด พางข้าว เศษไม้ แกลบ ไมลาส ฯลฯ



ส่วนกําชชีวภาพส่วนใหญ่ได้จากการเรืองเหลียงปศุสัตว์ ภายในหลังมีระบบผลิต กําชชีวภาพจากโรงงานแบ่งมันสำปะหลังขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นอีกด้วย ทำให้ได้ทั้ง ความร้อนและพลังงาน ช่วยลดการใช้พลังงานได้ร้าว 20%

กําชชีวภาพ (biogas) คือ กําชที่ได้จากการหมักสิ่งมีชีวิต หรืออุบัติภัยที่มาจากสิ่งมีชีวิต มีหลายชนิด แต่ที่สำคัญคือ มีเทน เพราะทำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

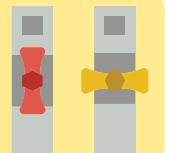




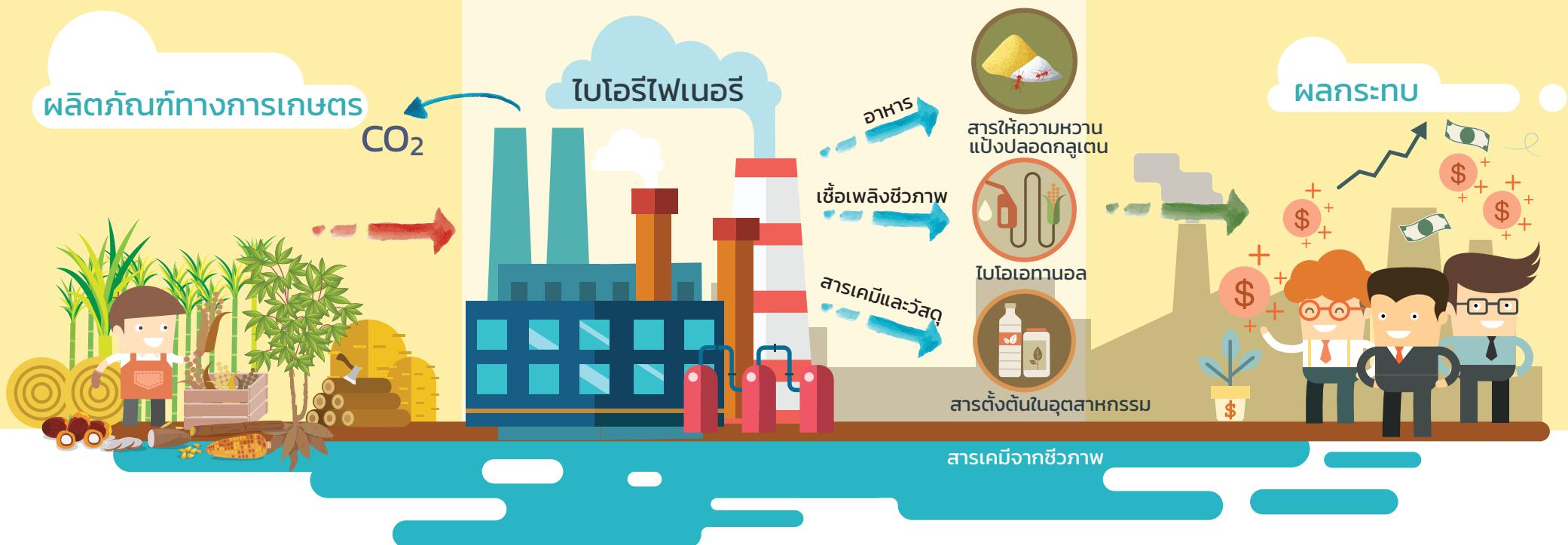
โรงงานน้ำมันปาล์มก็ผลิตกําชชีวภาพได้เช่นกัน แต่กําชล้วนใหญ่ไม่ได้นำกลับมาใช้ในระบบแบบเดียวกับกรณีของโรงงานแบ่งมันสำปะหลัง แต่มากได้จากการขายไฟฟ้ากลับเข้าสู่ระบบบริโภค และการขายความสามารถในการลดการปล่อยกําชคาร์บอนที่เรียกว่า คาร์บอนเครดิต (carbon credit หรือ Certified Emission Reductions, CERs) ปัจจุบันมีบริษัทเทคโนโลยีหลายแห่งที่มีระบบอัดกําชชีวภาพให้เป็นของเหลวแล้ว

ปัจจุบันมีโรงงานผลิตไฟฟ้าจากกําชชีวภาพทั่วประเทศมากกว่า 1,000 โรง

**compressed biogas (CBG)** คือ กําชชีวภาพที่นำมาบีบอัดจนเป็นของเหลวในแบบเดียวกับก๊าซธรรมชาติที่เรียกว่า CNG (compressed natural gas) ซึ่งทำให้สะดวกในการขนส่งมากยิ่งขึ้น



# สารเคมีจากชีวภาพ



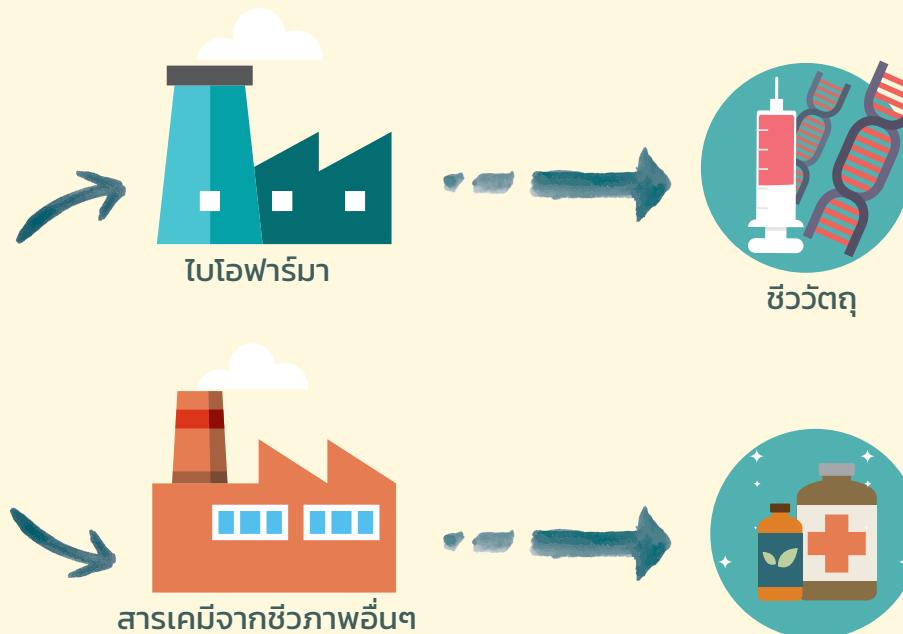
การแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรด้วยจุดความรู้ทางเศรษฐกิจชีวภาพ ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก เช่น มันสำปะหลังที่ประเทศไทย ผลิตได้ปริมาณมหาศาลในแต่ละปี เดิมใช้เป็นอาหารคน อาหารสัตว์ แต่หาก แปรรูปไปเป็นสารเคมีจากชีวภาพ ผ่านกระบวนการที่เรียกว่า **ไบโอดริฟินอเรีย (biorefinery)** คล้ายกับการล้วนน้ำมันดิบจนได้ผลิตภัณฑ์มากมาย จะทำให้มี ผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงมากมายหลายแบบ

เช่น สารตั้งต้นในอุตสาหกรรมกระดาษ การ และไม้อัด รวมไปถึง พลาสติกย่อยสลายได้ และเครื่องสำอาง แม้แต่การนำไปเป็นอาหารมีรูปแบบ ที่หลากหลายมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นสารให้ความหวาน (**sweetener**) ทดแทนน้ำตาล

แป้งปอลودกลูเตน เนพาะแป้งปอลودกลูเตนอย่างเดียว ก็คาดว่าขนาดตลาดจะขยาย จาก 4,630 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ในปี ค.ศ. 2015 ไปเป็น 7,590 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ก่อนปี ค.ศ. 2020 ประเมินกันว่าอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว หากนำความรู้ด้านเศรษฐกิจชีวภาพมาใช้อย่างเต็มที่ จะเพิ่มมูลค่าอุตสาหกรรม ให้สูงได้ถึง 8.5 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ

**พลาสติกย่อยสลายได้** (biodegradable plastic) คือ พลาสติกที่ทำขึ้น จากสารที่มีลิโนทรีดสามารถย่อยสลายได้ จึงส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม น้อยกว่าพลาสติกที่ไม่ได้ผลิตจากการกลั่นปิโตรเคมี เพราะตกค้างในสิ่งแวดล้อม ไม่นานเท่าเดิม พลาสติกชีวภาพจัดเป็นพลาสติกย่อยสลายได้แบบหนึ่ง





ลดของเสียจากการผลิต



ลดการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub>



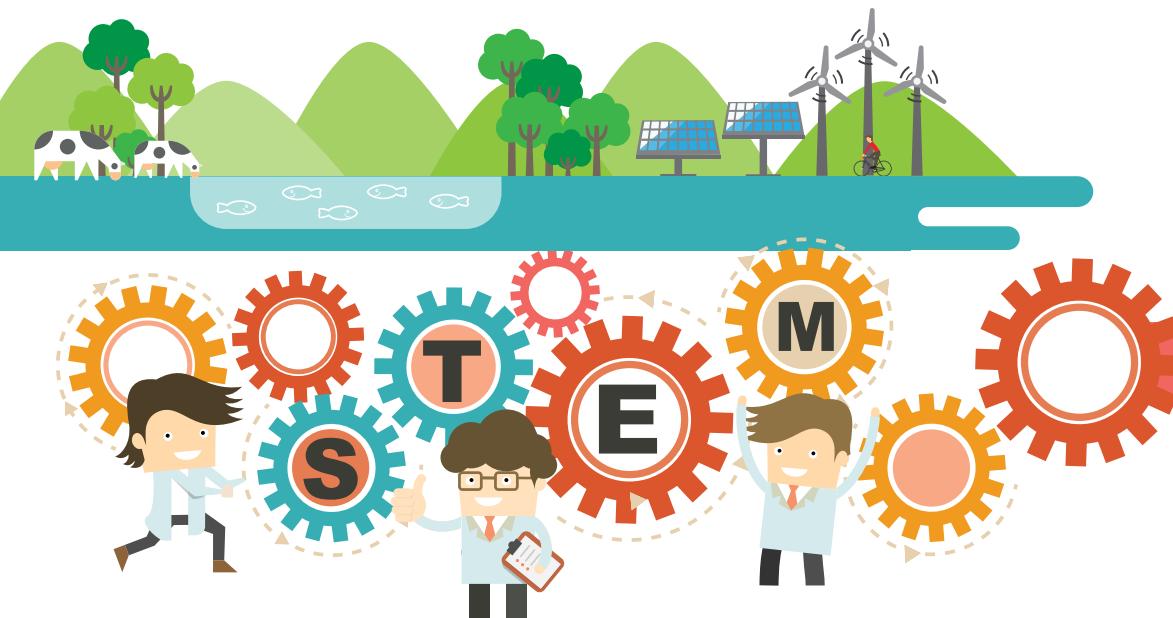
ตำแหน่งงานใหม่

ในด้านการแพทย์ ประเทศไทยจะมีการลงทุนด้านยาแบบไบโอฟาร์มา (biopharma) หรือยาที่ได้จากการทางชีวภาพ ระหว่างปี ค.ศ. 2015-2036 ไม่น้อยกว่า 100,000 ล้านบาท และจะส่งออกยาเหล่านี้รวม 75,000 ล้านบาท ในช่วงเดียว กัน ในจำนวนนี้จะมีมากกว่า 20 ชนิดที่เป็นผลิตภัณฑ์ยามาตรฐาน ระดับโลก นอกจากยาแล้ว มีการผลิตวัคซีน (vaccine) เช่น วัคซีนไข้เลือดออก และวัคซีนในรูปแบบผสมแบบค็อกเทล ที่ป้องกันโรคติดต่อสำคัญๆ ได้หลายเชิง โรคพื้นเมือง เช่น คอตีบ ไอกอร์น และบาดทะยัก งานเหล่านี้จะรองรับบุคลากรใหม่ๆ ได้ไม่น้อยกว่า 20,000 ตำแหน่ง

ไบโอฟาร์มา (biopharma) หรือ ไบโอฟาร์มาซูติคอล (biopharmaceutical) คือ ยาที่ได้จากการทางชีวภาพ ปัจจุบันยาหลายชนิดที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ชอร์โมนเอินไซลิน (insulin) ที่ใช้รักษาโรคเบาหวาน ไม่ได้ผลิตด้วยกระบวนการเคมีล้วนๆ หรือสกัดอອกมาจากต้นอ่อนเชื่อมหมูแบบแต่ก่อนแล้ว แต่อาศัยการผลิตในสิ่งมีชีวิต ด้วยแพลงพันธุกรรม เช่น แบคทีเรียหรือเชื้อรา ข้อดีที่เห็นได้ชัดเจนคือ ทำให้มีราคาถูกลงมาก และไม่ทำให้แพ้



# โครงสร้างพื้นฐาน



การจะเกิดเศรษฐกิจฐานชีวภาพในประเทศไทยได้นั้น ต้องมีการเตรียมความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน (infrastructure) ในหลายด้าน เช่น กำลังคน อุปกรณ์และเครื่องมือ รวมไปถึงสถานที่ รัฐบาลสนับสนุนการสร้างบันทิตด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 40,000 คน และบันทิตวิศวกรรมศาสตร์อีกกว่า 22,000 คน โดยในสาขาวิชาศาสตร์นั้นมีกว่า 1,500 คน ที่มีความชำนาญด้านเทคโนโลยีชีวภาพ นอกจากนี้มหาวิทยาลัยและหน่วยงานวิจัยที่มีความเข้มแข็งในการทำวิจัยในด้านต่างๆ ที่สนับสนุนเศรษฐกิจชีวภาพไม่น้อยกว่า 22 สถาบัน

ไบโอลิส (Biopolis) ภายในเขตกรีมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor of Innovation, EECi) ที่ครอบคลุมใน 3 จังหวัด คือ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง และจะเปิดใช้งานในช่วง



ปี ค.ศ. 2021 จะทำให้เป็นศูนย์กลางการวิจัยและพัฒนา และเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่จะรองรับกำลังคนเพื่อผลักดันเศรษฐกิจชีวภาพอย่างจริงจัง จึงต้องการคนที่มีความรู้ด้านลงทะเบียนศึกษาอย่างมาก

**สะเต็มศึกษา** (STEM education) คือ ระบบการศึกษาที่เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (technology) วิศวกรรมศาสตร์ (engineering) และคณิตศาสตร์ (mathematics) เพราะสาขานี้เป็นพื้นฐาน และจะช่วยต่อยอดความรู้ รวมไปถึงสร้างนวัตกรรม (innovation) ที่สำคัญ สำหรับประเทศไทย

สะเต็มศึกษาสำคัญสำหรับการปฏิรูปประเทศไทย 4.0 อย่างขาดไม่ได้



## ศูนย์ชีววัสดุประเทศไทย



ทรัพยากรีวิวภาพ (bioresources) ที่เป็นต้นทุนเบื้องต้นก็ต้องได้รับการสำรวจและเตรียมความพร้อม นอกจากราบไปโภคทรัพย์. จะมีการทำการวิจัยและเก็บสายพันธุ์ลุนทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อราที่มีมากติดอันดับโลก (มากกว่า 6,000 สปีชีส์) ยังได้จัดตั้งศูนย์ชีววัสดุประเทศไทย (Thailand Bioresource Research Center, TBRC) ที่สามารถจัดหาจุลินทรีย์ ดีเอ็นเอ พลาสมิด โนโน่คลอนอลแลนติบอดี้ ไฮบริดโรมาเซลล์สัตว์ และเนื้อยื่อพีช รวมทั้งให้บริการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีววัสดุแบบครบวงจร ให้กับภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้อีกด้วย ในด้านงานวิจัยพืชมีการวิจัยและพัฒนา โรงงานพืช (plant factory) ที่นำเอาความรู้แบบเกษตรแม่นยำ (precision agriculture) มาใช้ในการเพาะปลูกพืชสมุนไพรเศรษฐกิจ เพื่อเป็นฐานในการผลิตสมุนไพรสำหรับใช้ภายในประเทศและเพื่อส่งออกประเทศในอนาคตต่อไป เครื่องจักรชีวภาพจึงถือเป็นเป้าหมายและความหวังของการพัฒนาประเทศไทยอย่างแท้จริง



## เศรษฐกิจชีวภาพไทย อนาคตอันไกล

เศรษฐกิจชีวภาพ เป็นแนวโน้มของโลก  
ซึ่งดีหรือแม้แต่จำเป็นกับกั้งมบุษย์และสิ่งแวดล้อม  
ประเทศไทยได้เปรียบ เพราะมีต้นทุน  
ความหลากหลายทางชีวภาพสูง  
มีการเตรียมพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐาน คือ  
คน วัสดุอุปกรณ์ สถานที่ และตัวอย่างสิ่งมีชีวิต  
มาอย่างต่อเนื่อง

# ເອກສາຣົ່ວ້າງອົງ

Bioeconomy in Thailand: A Case Study (2018) Matthew Fielding and May Thazin Aung, Stockholm Environment Institute, SEI Working Paper 2018.

Bioeconomy in the Context of Thailand (2018) Morakot Tantichareon, GBS 2018, Berlin (power point).

Biodiesel (2017) Narin Tunpaiboon, Thailand Industrial Outlook 19.

Factsheet Bioenergy in Thailand (2016) Netherlands Embassy in Bangkok.

Future Opportunities and Developments in the Bioeconomy – A Global Expert Survey (2018) The German Bioeconomy Council.

JRC Science for Policy Report: Bioeconomy Report 2016 (2017) European Commission.

Rapid Deployment of Industrial Biogas in Thailand: Factors of Success (2012) Joost Siteur, Institute for Industrial Productivity.

Thailand Bioenergy Technology Status Report (2013) The Working group for Bioenergy Science Technology and Innovation Policy for Thailand.

Thailand Biofuels Annual 2017 (2017) Sakchai Preechajan and Ponnarong Prasertsri, GAIN Report Number: TH 7084.

Thailand's Bioeconomy Industry (2017) Thailand Board of Investment.

Thailand's Transformation Through Science, Technology, Innovation (2018) Suvit Maesincee, Minister of Science and Technology, Thailand (power point).

The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. (2006) OECD.

ເຂດນັວຕຽມຮະບິບເປົ້າງເຄຫະລູກົງພືເຈົ້າການຕະວັນອອກ (Eastern Economic Corridor of Innovation, EECi) (2017) ຈຸ່ພໍາວັດນີ້ ຕັ້ນປະເສລີ້ (power point).