

Received: Feb 13, 2026

Revised: Jun 28, 2026

Accepted: Jun 29, 2026

ชีววิทยาสังเคราะห์ : ความหมายและการประยุกต์ใช้ในประเทศไทย

SYNTHETIC BIOLOGY : MEANING AND APPLICATION IN THAILAND

วรพันธ์ บุญชัย

สาขาวิชาชีววิทยาการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Woraphan Boonchai

Department of Medical Biology, Faculty of Allied Health Sciences,

Bansomdejchaopraya Rajabhat University

บทคัดย่อ

ชีววิทยาสังเคราะห์เป็นการสร้างวงจรชีวภาพสังเคราะห์บนพลาสมิดซึ่งประกอบด้วย ชิ้นส่วนดีเอ็นเอหรือยีนที่สนใจร่วมกับบริเวณโปรโมเตอร์ บริเวณที่เกี่ยวกับการจับของไรโบโซมแล้วก็นำเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน กระบวนการชีววิทยาสังเคราะห์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตได้สองประเภทใหญ่ๆได้แก่ การสร้างสิ่งมีชีวิตด้วยการเพิ่มหรือลดจีโนมและการสร้างจุลินทรีย์ที่มีการดัดแปลงวิถีเมตาบอลิก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ให้กับมนุษย์ โดยในบทความนี้กล่าวถึงความหมายกับการประยุกต์ใช้ชีววิทยาสังเคราะห์ด้านการแพทย์และชีววิทยาสังเคราะห์ในประเทศไทย

คำสำคัญ : ชีววิทยาสังเคราะห์ การโคลนยีน วิศวกรรมเซลล์

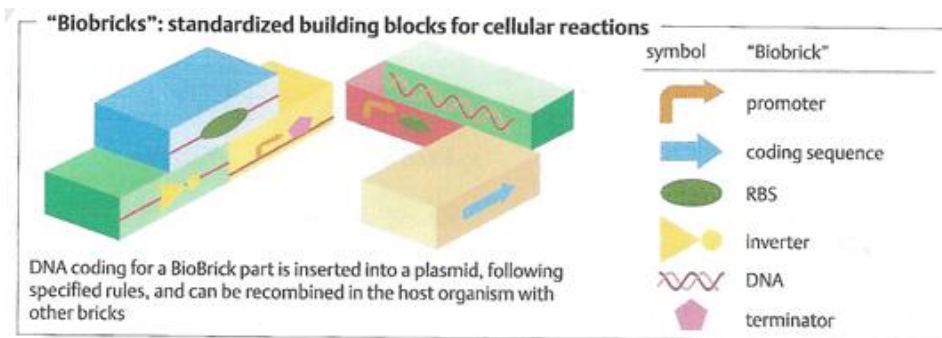
Abstract

Synthetic biology involves constructing synthetic biological circuits on plasmids, which consist of DNA fragments or genes of interest combined with promoter and ribosome-binding regions, and then introducing them into a host cell. Synthetic biology processes can lead to two main types of changes in living organisms: the creation of organisms through genome addition or deletion, and the creation of microorganisms with modified metabolic pathways for various human applications. This article describes : the meaning and applications of synthetic biology in medicine and synthetic biology in Thailand.

Keywords : Synthetic biology, Gene cloning, Cell engineering

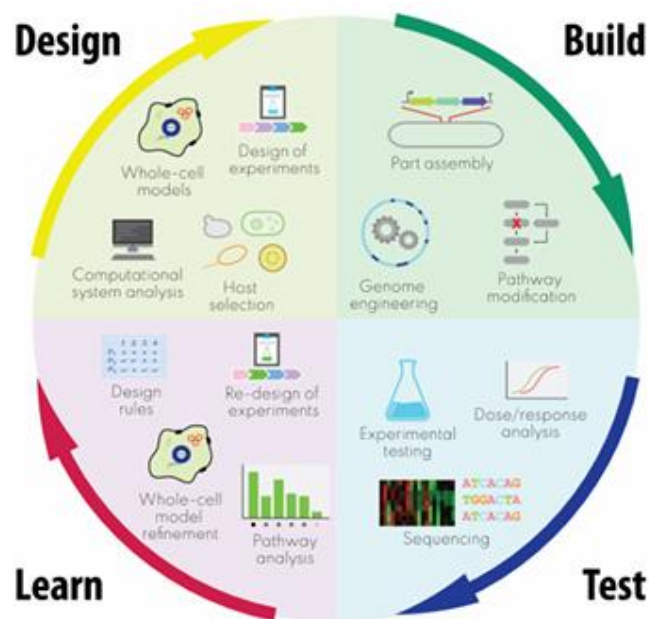
บทนำ

ชีววิทยาสังเคราะห์ หมายถึงการดัดแปลงรหัสพันธุกรรมหรือการออกแบบเอนไซม์ดัดแปลงโดยใช้ชีวสารสนเทศ (bioinformatics) โดยส่วนใหญ่ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับชีววิทยาสังเคราะห์คือการสร้างวงจรชีวภาพสังเคราะห์บนพลาสมิด เรียกว่าไบโอบricks (Bibricks) ซึ่งประกอบด้วย ชิ้นส่วนดีเอ็นเอหรือยีนที่สนใจร่วมกับบริเวณโปรโมเตอร์ (promoter) บริเวณที่เกี่ยวกับการจับของไรโบโซม แล้วก็นำเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้านส่วนใหญ่จะใช้จุลินทรีย์กลุ่มที่เป็นแบคทีเรีย เช่น *Escherichia coli* เป็นต้น เครื่องมือสำคัญในกระบวนการชีววิทยาสังเคราะห์ที่จะใช้ในการผลิตสารที่ต้องการก็คือการโคลนยีน (gene cloning) ที่มีความเกี่ยวข้องการสร้างและตัดต่อยีน การถ่ายและการคัดเลือกยีนที่ต้องการ (Karatas, P. and Ayaz, F. ,2025) (ภาพที่ 1)



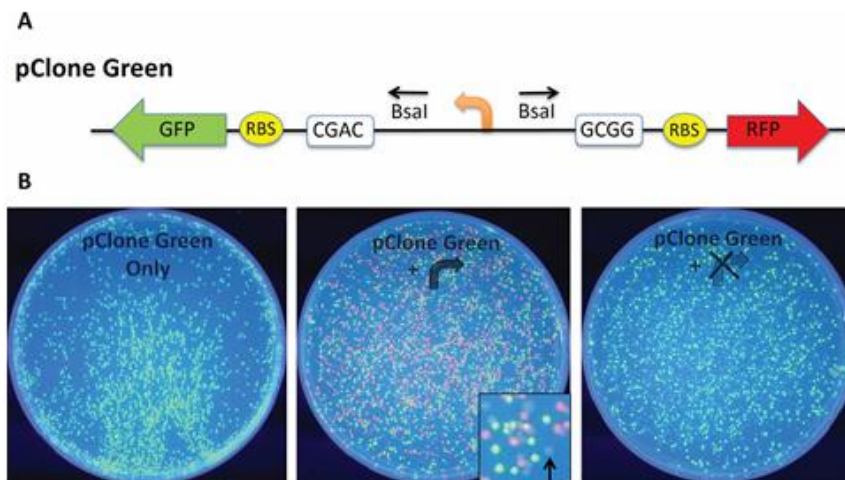
ภาพที่ 1 วงจรชีวภาพสังเคราะห์
ที่มา : Schmid, R.D. and Schmidt-Dannert, C. (2016).

ในการทดลองทางชีววิทยาสังเคราะห์จะมีขั้นตอนที่เป็นหลักสำคัญอยู่ 4 ขั้นตอน ได้แก่ วัฏจักรการออกแบบ การสร้าง การทดสอบและการเรียนรู้ (design-build-test-learn cycle) (รูปที่ 2)



ภาพที่ 2 วัฏจักรการออกแบบ การสร้าง การทดสอบและการเรียนรู้
ที่มา : Marucci, L. และคณะ. (2020).

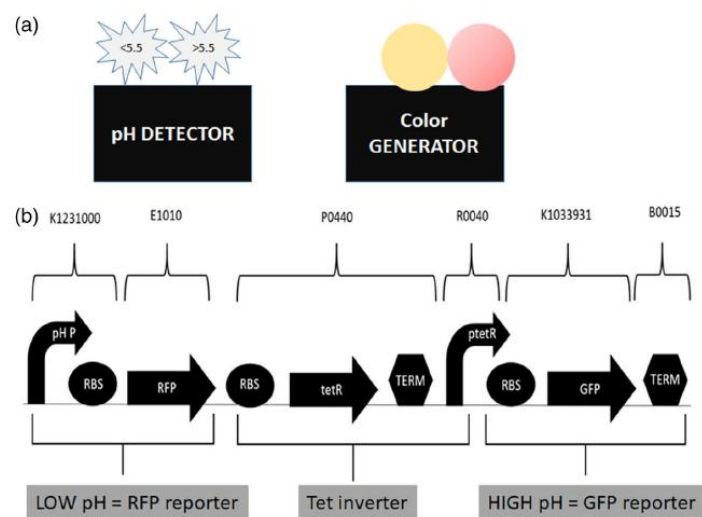
ตัวอย่างในการศึกษาทางด้านชีววิทยาสังเคราะห์ก็คือเวกเตอร์ (vector) ที่ใช้ในกระบวนการโคลนนิ่งมีการออกแบบให้เหมาะสม เช่น เวกเตอร์พีโคลน (pClone) ซึ่งมีองค์ประกอบ บริเวณโปรโมเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการถอดรหัสสามารถดัดแปลงได้และสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากโปรตีนเรืองแสงที่มีสีสรรที่แตกต่างกัน (4kr ที่ 3)



ภาพที่ 3 เวกเตอร์พรีโคลนและการสร้างโปรตีนเรืองแสง

ที่มา : Campbell A.M. และคณะ. (2014).

ตัวอย่างต่อมาทางชีววิทยาสังเคราะห์คือการออกแบบให้แบคทีเรีย *E. coli* เป็นตัวตรวจสอบสภาพความเป็นกรดต่างหรือค่าพีเอช (pH) หรืออาจเรียกว่าเป็นไบโอเซนเซอร์ (biosensor) ในสิ่งแวดล้อม โดยออกแบบให้โปรโมเตอร์เหนี่ยวนำ (inducible promoter) ต่อกับบริเวณจับของไรโบโซม (ribosome binding site) และยีนรายงานผล (reporter gene) โดยถ้าในสิ่งแวดล้อมมีค่าพีเอชต่ำจะทำให้แบคทีเรีย *E. coli* มีสีแดง ถ้าค่าพีเอชในสิ่งแวดล้อมมีค่าสูงแบคทีเรีย *E. coli* จะมีสีเขียว (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 แบคทีเรีย *E. coli* ตรวจสอบสภาพความเป็นกรดต่างในสิ่งแวดล้อม

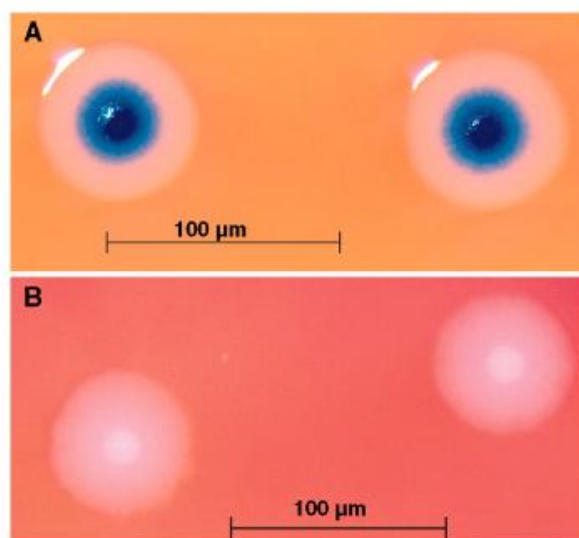
ที่มา : Johnson K.C. และคณะ. (2022).

เทคนิคทางชีววิทยาสังเคราะห์มีสองแบบได้แก่ การสร้างสิ่งมีชีวิตด้วยการเพิ่มหรือลดจีโนมและการสร้างจุลินทรีย์ที่มีการดัดแปลงวิถีเมตาบอลิก

การสร้างสิ่งมีชีวิตด้วยการเพิ่มหรือลดจีโนม

ตัวอย่างการทดลองแรกๆ ที่เกี่ยวกับงานชีววิทยาสังเคราะห์ ได้แก่ การสร้างแบคทีเรีย *E. coli* สายพันธุ์ K 12 ที่มีการลดหรือตัดยีนที่ก่อโรคในมนุษย์ออกไป เช่น ยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกาะของแบคทีเรียกับเซลล์ทำให้ได้เซลล์แบคทีเรีย

E. coli สายพันธุ์ K 12 ที่ใช้ในกระบวนการพันธุวิศวกรรมมีปลอดภัยกับมนุษย์มากขึ้น ตัวอย่างต่อมาที่มีความเกี่ยวข้องกับวงการธุรกิจสารปรุงแต่งรสอาหาร เช่น ผงชูรส โดยมีการสร้างแบคทีเรีย *Corynebacterium glutamicum* ที่มีการตัดจีโนมออกอย่างกว้างขวาง ส่งผลให้มีการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ทรานสกลูตามิเนส (transglutaminase) ทำให้เกิดการสร้างกรดกลูตามิก (glutamic acid) หรือ ไลซีน (lysine) เพิ่มขึ้น ตัวอย่างต่อมาคือการสร้างแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ที่มีการลดจำนวนจีโนมลงร้อยละ 21 และดัดแปลงบริเวณที่เกี่ยวกับการรับสารตั้งต้นเข้าสู่เซลล์และการขับสารผลิตภัณฑ์ออกจากเซลล์ จากกระบวนการดัดแปลงดังกล่าวข้างต้น ก่อให้เกิดผลิตเอนไซม์เซลลูเลส (cellulase) เพื่อใช้ผสมกับผงซักฟอกเพิ่มมากขึ้นในท้องตลาด ในด้านงานวิจัยพื้นฐานมีการมีการสร้างจุลินทรีย์สังเคราะห์ (artificial microorganism) ในปี พ.ศ. 2543 มีการสร้างแบคทีเรีย *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn1.0 โดยการใส่จีโนมสังเคราะห์ขนาด 1.08 เมกะเบส เข้าไปในเซลล์แบคทีเรีย *Mycoplasma capricolum* แบคทีเรียที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่นี้สามารถเติบโตและแบ่งเซลล์ได้ (ภาพที่ 5)



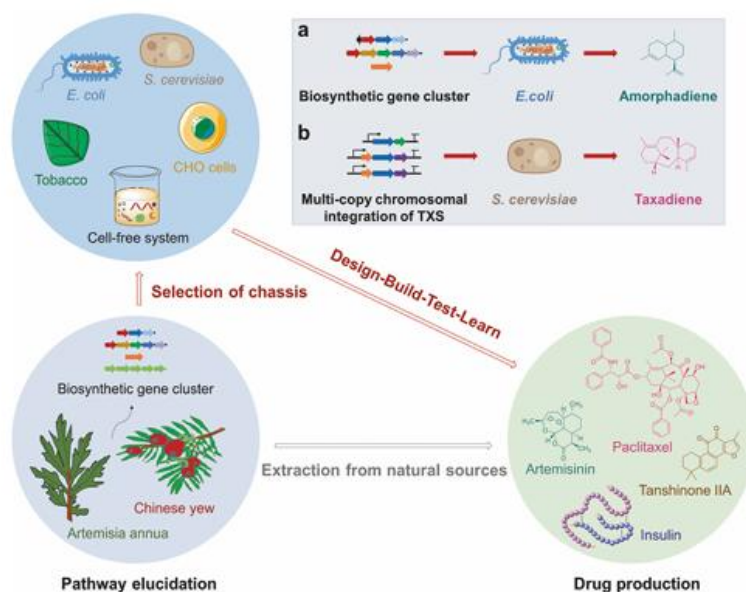
ภาพที่ 5 A. แบคทีเรีย *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn1.0

B. แบคทีเรีย *Mycoplasma capricolum*

ที่มา : Gibson D.G. และคณะ. (2010).

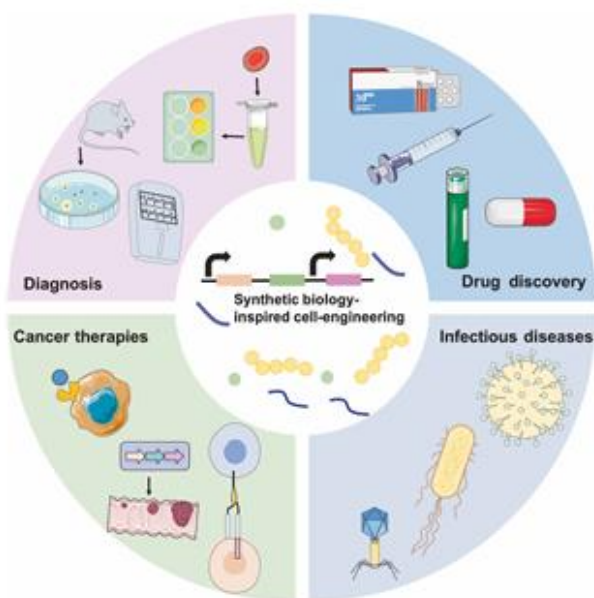
การสร้างจุลินทรีย์ที่มีการดัดแปลงวิธีเมตาบอลิก

ในช่วงเริ่มต้น พ.ศ. 2548 มีการสร้างแบคทีเรีย *E. coli* ที่มีวิธีการสังเคราะห์สาร 1,3 โพรเพนไดออล (1,3 propanediol) เพื่อผลิตใช้ทางอุตสาหกรรมได้ ต่อมาในปีพ.ศ. 2557 มีการสร้างยีสต์ขนมปังที่ผลิตสารไฮโดรคอร์ติซอล (hydrocortisone) นอกจากการใช้ในทางอุตสาหกรรมแล้วยังมีการใช้ความรู้ชีววิทยาสังเคราะห์กับทางการแพทย์ เช่น การสร้างแบคทีเรีย *E. coli* หรือ ยีสต์ที่สามารถผลิตสารอะมอฟาร์ไดอิน (amorphadiene) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นเพื่อผลิตสารอาร์ทิมีซิน (artemisinin) ซึ่งใช้ในการรักษาโรคมาเลเรีย (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 แบคทีเรีย *E. coli* ที่ผลิตสารอะมอฟาไดอิน
ที่มา : Zhao N. และคณะ. (2023)

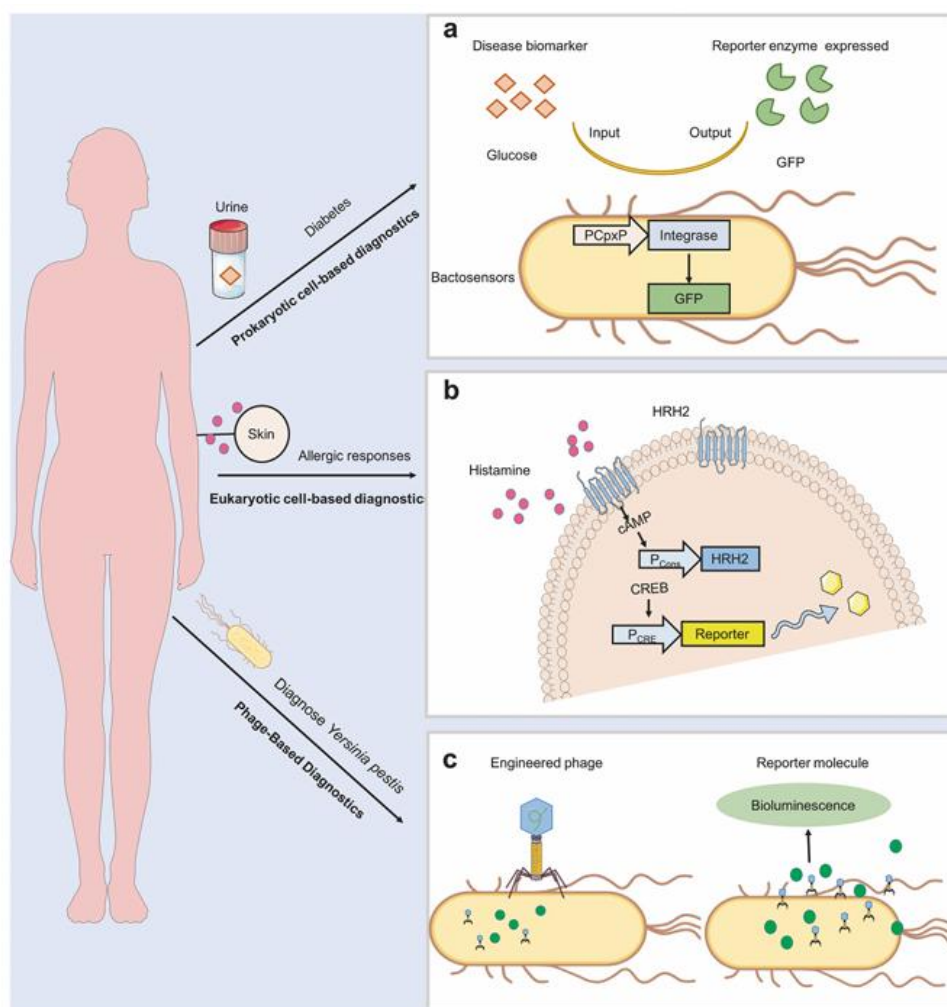
ในปัจจุบันมีการนำเทคนิคชีววิทยาสังเคราะห์มาดัดแปลงพันธุกรรมเรียกว่า วิศวกรรมเซลล์ (cell engineering) เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์อย่างมากมาย เช่น การตรวจวินิจฉัยโรค การรักษาโรคมะเร็ง การรักษาโรคติดเชื้อและการค้นพบยา เป็นต้น (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ชีววิทยาสังเคราะห์และวิศวกรรมเซลล์
ที่มา : Zhao N. และคณะ. (2023).

การพัฒนาแบบชีววิทยาสังเคราะห์สำหรับการวินิจฉัยโรคเบาหวาน โดยดัดแปลงแบคทีเรียให้สามารถตรวจน้ำตาลกลูโคสในน้ำปัสสาวะได้ เมื่อน้ำตาลกลูโคสในน้ำปัสสาวะจะทำให้มีการกระตุ้นให้สร้างโปรตีนเรืองแสงขึ้นในแบคทีเรีย ทำให้เราสามารถสังเกตเห็นได้ นอกจากนี้ยังมีการสร้างเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีตัวรับที่ตอบสนองต่อสารฮิสตามีน (histamine) และไปกระตุ้นกลไกการสร้างโปรตีนรายงานผลว่ามีการเกิดโรคมุมิแพ้ขึ้นแล้วในร่างกาย นอกจากนี้ยังมีการสร้าง

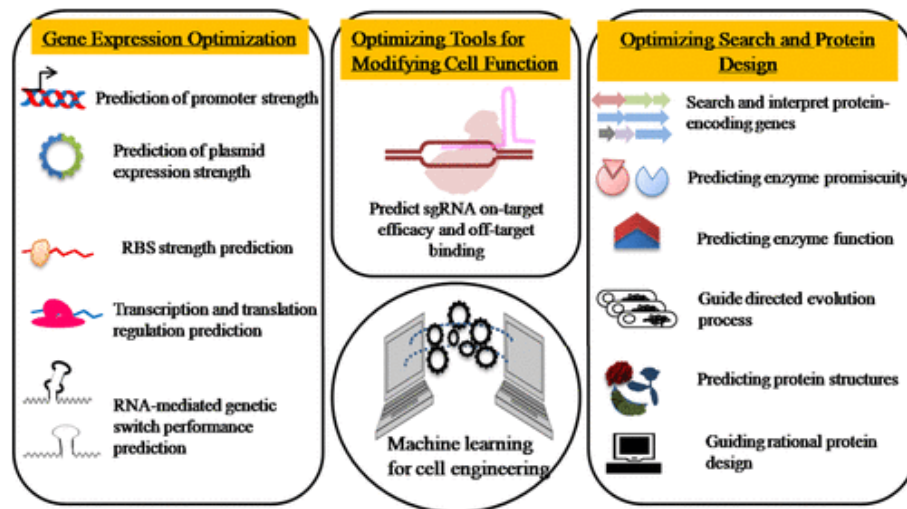
ฟาจ (phage) ที่จับกับแบคทีเรียก่อโรคอย่างจำเพาะเจาะจง แล้วสามารถฉีดจีโนมเข้าไปในแบคทีเรียก่อโรคนั้นได้ ฟาจนั้นสามารถเพิ่มจำนวนและสร้างโปรตีนรายงานผลในเซลล์แบคทีเรียก่อโรคนั้นได้ วิธีการใช้ชีววิทยาสังเคราะห์ จะมีความเกี่ยวข้องกับไวรัสที่ก่อโรคในมนุษย์ ทำให้ต้องมีการตั้งกฎระเบียบ การวัดผลกระทบที่เกิดจากความผิดพลาดของการใช้เทคโนโลยี นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงจริยธรรมที่เกี่ยวกับการใช้เซลล์ต้นกำเนิดอวัยวะ ประเด็นทางสิทธิบัตรที่เกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์ การใช้จุลินทรีย์อุตสาหกรรมและการโต้แย้งเกี่ยวกับการปล่อยจุลินทรีย์สังเคราะห์ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจมีการระงับการใช้หรือเลื่อนออกไป (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ชีววิทยาสังเคราะห์ทางการแพทย์

ที่มา : Zhao N. และคณะ. (2023).

ในปัจจุบันมีการใช้ความรู้ด้านแมชชีน เลิร์นนิง (machine learning) ในชีววิทยาสังเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหาและออกแบบองค์ประกอบทางชีวภาพ โดยสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในชีววิทยาสังเคราะห์ เช่น การทำวิศวกรรมเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับวงจรพันธุกรรมในเซลล์หรือเครือข่ายที่ประสานกับกลไกภายในเซลล์ที่จะปรับปรุง องค์ประกอบทางชีวภาพซึ่งจะประกอบด้วย การควบคุมการถอดรหัส การแปลรหัสและโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส นอกจากนี้นักชีววิทยาสังเคราะห์ได้ใช้รูปแบบแมชชีน เลิร์นนิงในการออกแบบการสร้างสารชีวภาพในสถานะที่เหมาะสมในเซลล์ รวมถึงการทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการดัดแปลงเซลล์และการออกแบบโปรตีนในเซลล์ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ชีววิทยาสังเคราะห์กับแมชชีน เลนนิ่ง
ที่มา : Goshisht M.K. (2024).

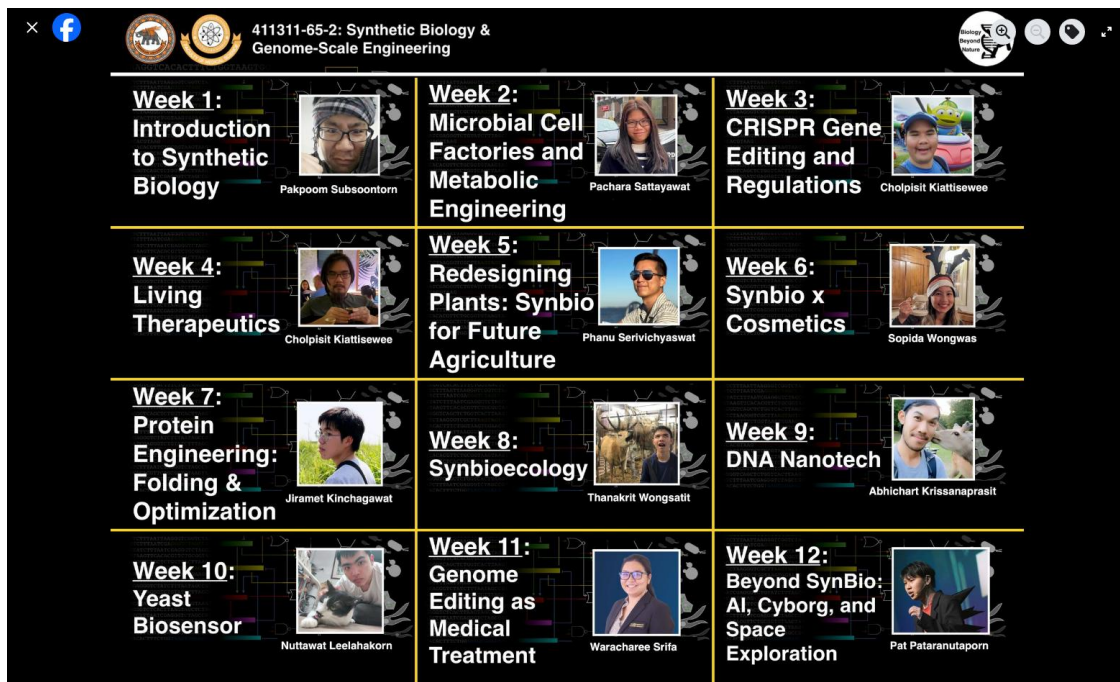
ชีววิทยาสังเคราะห์ในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีการส่งเสริมการเรียนรู้ชีววิทยาสังเคราะห์โดยมีการสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาสังเคราะห์ (หลักสูตรนานาชาติ) ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2567 นอกจากนี้ยังสามารถค้นหาความรู้ชีววิทยาสังเคราะห์โดยใช้สื่อออนไลน์ เช่น เว็บไซต์ (website) ภาควิชาชีววิทยาสังเคราะห์แห่งประเทศไทย (SynBio Consortium) หรือเฟซบุ๊ก (Facebook) ที่มีชื่อว่าชีววิทยาเหนือธรรมชาติ ([Biology Beyond Nature](#)) ซึ่งจะมีความรู้ทางด้านชีววิทยาสังเคราะห์ตั้งแต่พื้นฐานถึงการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยใหม่อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ผู้ที่สนใจอาจเริ่มต้นที่เรื่องของรายวิชา ชีววิทยาสังเคราะห์และพันธุวิศวกรรมระดับจีโนม (411311-65-2: Synthetic Biology & Genome-Scale Engineering) โดย ผศ. ดร. ภาควิชา ทรัพยากร อาจารย์ประจำภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวรและทีมงานที่เป็นนักศึกษาปริญญาโท-เอกหรือนักวิจัยที่ทำงานหรือเรียนต่ออยู่ในต่างประเทศทั่วโลกทำให้ผู้ที่สนใจได้รับความรู้ใหม่ๆอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 10)

The screenshot shows the Facebook page for 'Biology Beyond Nature: ชีววิทยาเหนือธรรมชาติ'. The page features a large image with a DNA sequence on the left, a logic gate diagram in the center, and various biological and chemical structures on the right. The DNA sequence is as follows:

```
GAAGGTCACACTTTCTGGTAAGTGC
CCTCTTTAATTAAGGTCGGTCTAG
TATCTTTAATCGAGGGCTAGCCGT
TGTATCTTTAATCGAGGGTCTAGCC
GGTAAGTTCACACGTTCTGCGGTAA
AAGGGTCAGCTCTGGTCACTTAAGT
GCTCTAAGGGTCGCTTAAGTAGTCA
TCACACTTTCTGGTAAGTGGAAAGG
CCTCTTTAATTAAGGGTCGGTCTAG
TCGAGGGTCTATCTTTAATAGCCGT
TAATCGAGGGTCTGTATCTTTAGCC
ATCACGTAAGTCGTTCTGCGGTAAAG
GTCACACGTTCTGCGGTAAAGTAAAGT
AAGGGTCTCACTTAAGTAGCTCTGG
TATCTTTAATCGAGGGTCTAGCCGT
GTCACACGTTCTGCGGTAAAGTAAAGT
AAGGGTCTCACTTAAGTAGCTCTGG
TATCTTTAATCGAGGGTCTAGCCGT
GTCACACGTTCTGCGGTAAAGTAAAGT
```

The page also includes a logo for 'Biology Beyond Nature' and a description: 'ชีววิทยาสังเคราะห์' (Synthetic Biology). The page has 4.6 million likes and 10 comments.



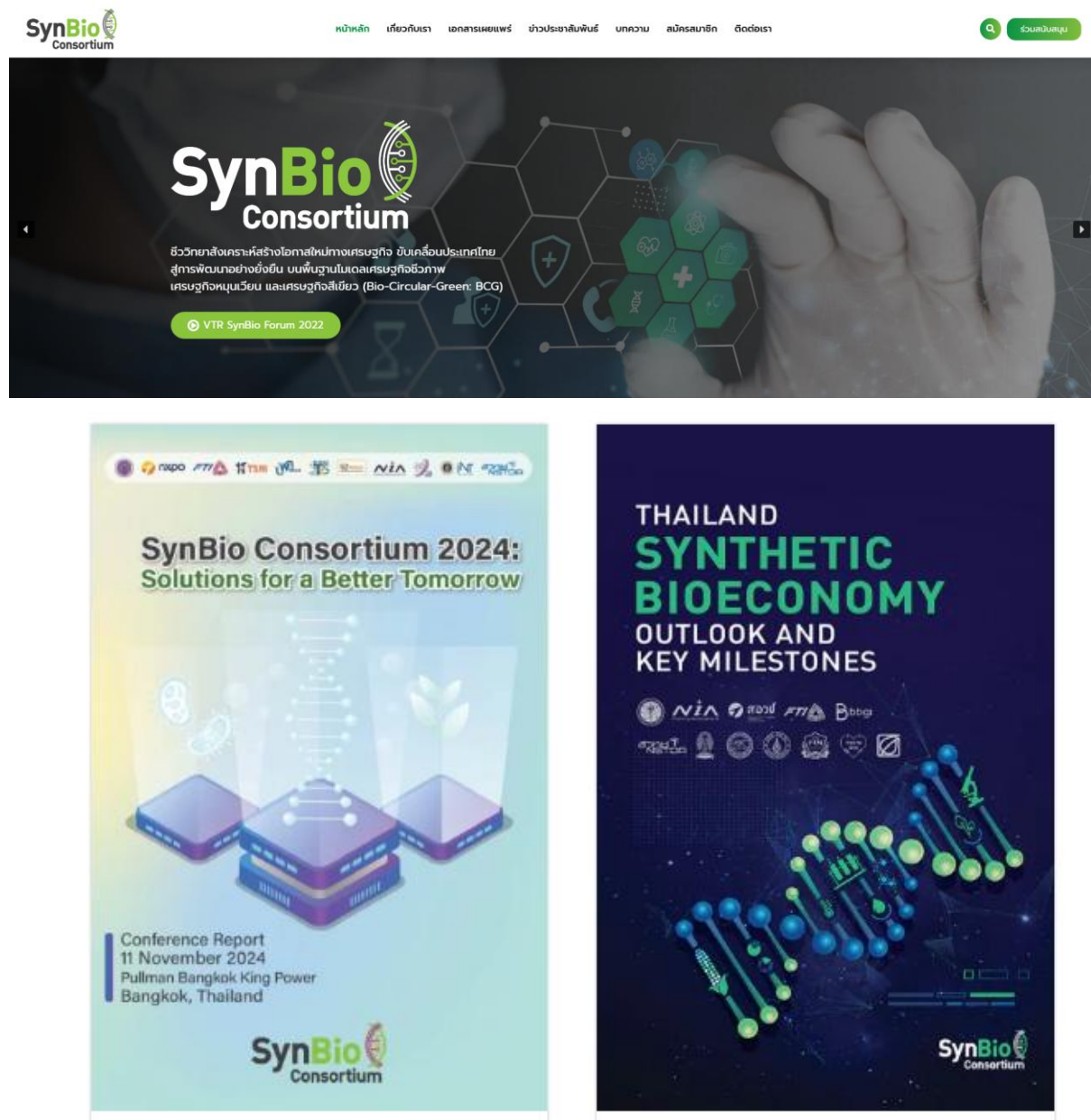
ภาพที่ 10 เฟซบุ๊กชีววิทยาเหนือธรรมชาติและรายวิชาชีววิทยาสังเคราะห์และพันธุวิศวกรรมระดับจีโนม
ที่มา : https://www.facebook.com/biologybeyondnature?locale=th_TH

นอกจากเรื่องความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาสังเคราะห์ที่จะได้รับแล้วยังมีการนำเสนอความก้าวหน้าด้านการวิจัยด้านชีววิทยาสังเคราะห์ในรูปแบบกิจกรรมสัมมนาทางวิชาการ (journal club) ทางชีววิทยาสังเคราะห์อย่างต่อเนื่อง โดย ดร. ชลพิสิฐ เกียรติเสวี นักวิจัยหลังปริญญาเอก สถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ ประเทศสหรัฐอเมริกาและทีมงาน (รูปที่ 11)



ภาพที่ 11 กิจกรรมสัมมนาทางวิชาการ (journal club) ทางชีววิทยาสังเคราะห์
ที่มา : https://www.facebook.com/biologybeyondnature?locale=th_TH

สำหรับเว็บไซต์ภาคีเครือข่ายชีววิทยาสังเคราะห์แห่งประเทศไทย (SynBio Consortium) มีรายละเอียดมากมายเกี่ยวกับความร่วมมือทั้งภาครัฐและเอกชน บทความ เอกสารเผยแพร่ ข่าวประชาสัมพันธ์และการสมัครสมาชิก หัวข้อที่น่าสนใจคือข่าวประชาสัมพันธ์จะมีเอกสารที่เป็น หนังสือ Thailand Synthetic Bioeconomy Outlook and Key Milestones และหนังสือ SynBio Consortium 2024 Solution for a Better Tomorrow (Forum Proceedings) ในหนังสือทั้งสองเล่มนี้จะบอกถึง เทคโนโลยีและความก้าวหน้าทางด้านชีววิทยาสังเคราะห์ การกำกับดูแลความปลอดภัยทางชีวภาพและแผนยุทธศาสตร์ทางด้านชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทย (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 เว็บไซต์ภาคีเครือข่ายชีววิทยาสังเคราะห์แห่งประเทศไทยและหนังสือชีววิทยาสังเคราะห์
ที่มา : <https://www.th-synbioconsortium.com/>

ในประเทศไทยโดยสถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม (สนอ.) เล็งเห็นถึงความสำคัญในการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ ตามโมเดลเศรษฐกิจ บีซีจี มาพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนและ

ยกระดับความสามารถในการแข่งขันให้กับอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-curves) ด้วยความสำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพขั้นสูง หรือ Synthetic Biology Technology (SynBio) จึงก่อตั้ง SynBio Consortium ขึ้นในประเทศไทย โดยมี 4 ภาครีearch นำร่อง ได้แก่ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย โดยสถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม (สนอ.) สำนักงานนโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.) สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (สนช.) และบริษัท บีบีจีไอ จำกัด (มหาชน) ต่อมา ได้มีการประกาศลงนามความร่วมมือของภาครีearch ชีววิทยาสังเคราะห์แห่งประเทศไทย (Thailand Synthetic Biology Consortium) เพิ่มเติมจากทั้งภาครัฐและภาคเอกชน รวมเป็น 22 หน่วยงาน ได้แก่ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร สถาบันวิทยสิริเมธี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) บริษัท ไทยยูเนี่ยน กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) บริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน) บริษัท ไบโอบัดดี้ จำกัด บริษัท เทสท์บัด จำกัด ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน) มหาวิทยาลัยมหิดล สมาคมอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพไทย (ThaiBio) บริษัท โกลบอล อาร์แอนดี จำกัด และบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เพื่อดำเนินการผลักดันและขับเคลื่อนนวัตกรรม อุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ในประเทศ สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ ด้านยกระดับการพัฒนาอุตสาหกรรมภายใต้เศรษฐกิจ บีบีจี (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 สมาชิกภาครีearch ชีววิทยาสังเคราะห์แห่งประเทศไทย (SynBio Consortium)

ที่มา : <https://www.th-synbioc consortium.com/>

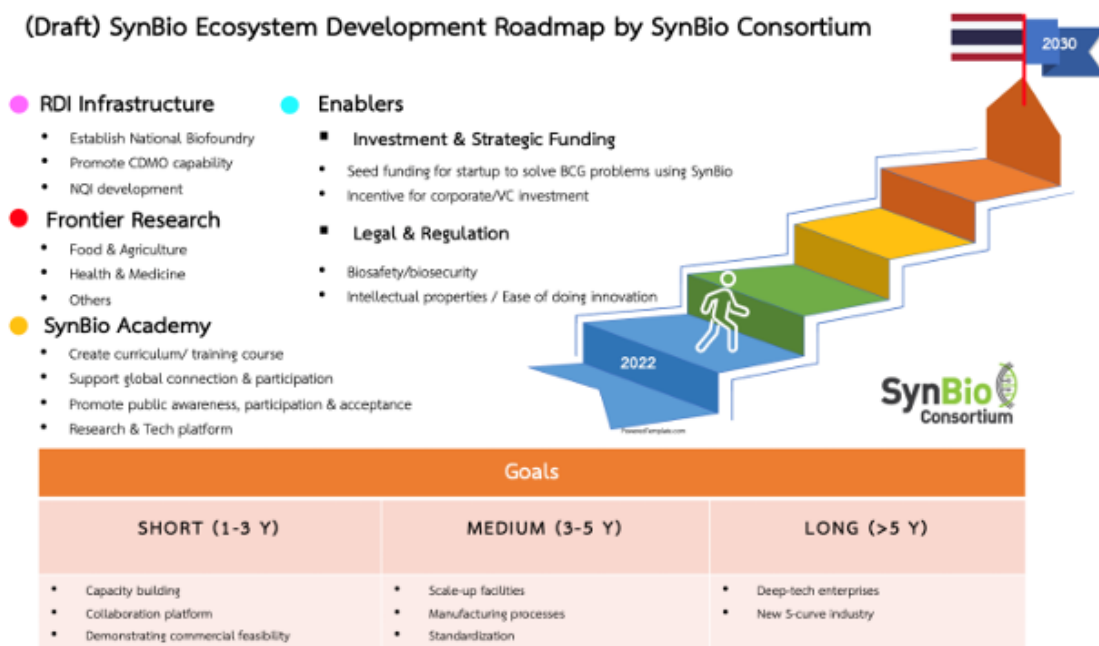
เป้าหมายในภาพรวม แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะสั้น (1–3 ปี) เป็นการวางรากฐานให้เข้มแข็ง เพื่อสร้างขีดความสามารถ (Capacity Building) ด้านการพัฒนาชีววิทยาสังเคราะห์ สร้างแพลตฟอร์มความร่วมมือ (Collaboration Platform) ทั้งในประเทศและต่างประเทศ และแสดงตัวอย่างการนำชีววิทยาสังเคราะห์ไปใช้ประโยชน์จริงในเชิงพาณิชย์ ระยะกลาง (3–5 ปี) เป็นการพัฒนาและการขยายขนาด (Scale-up) ของกระบวนการผลิตจากห้องปฏิบัติการสู่โรงงานต้นแบบ (Pilot plant) และไปสู่โรงงานผลิต และการสร้างมาตรฐานรับรองผลิตภัณฑ์ ระยะยาว (5 ปีขึ้นไป) มุ่งเน้นการเพิ่มจำนวนผู้ประกอบการที่ใช้เทคโนโลยีเข้มข้น (Deep-tech enterprises) บนฐานของชีววิทยาสังเคราะห์ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 เป้าหมายการพัฒนาชีววิทยาศาสตร์ทั้งระบบของประเทศไทย
ที่มา : มูลนิธิบัณฑิตยสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (บวท.). (2567)

เพื่อนำไปสู่การสร้างอุตสาหกรรมใหม่ (New S-curve) เพิ่มการจ้างงาน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ จึงได้กำหนดหมุดหมายสำคัญไว้ดังนี้

1. จัดตั้งสถาบันวิชาการด้านชีววิทยาศาสตร์ (SynBio Academy) เพื่อเป็นแพลตฟอร์มกลางในการผลิตและพัฒนาบุคลากร รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านชีววิทยาศาสตร์ ให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งรวมถึงด้านกฎหมายและกฎระเบียบ ผ่านหลักสูตรศึกษาหรือหลักสูตรฝึกอบรมโดยความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษา เอกชน และสถาบันวิจัย ทั้งในและต่างประเทศ
2. จัดตั้ง National Biofoundry เพื่อสนับสนุนการทำวิจัยไปจนถึงขั้นการขยายขนาดการผลิต และเข้าร่วมเครือข่ายพันธมิตรด้าน Biofoundry ระดับโลก (Global Biofoundries Alliance) เพื่อสร้างความร่วมมือด้านชีววิทยาศาสตร์ในระดับโลก
3. ส่งเสริมให้เกิดหน่วยงานรับจ้างพัฒนาและผลิตระดับอุตสาหกรรม (Contract Development and Manufacturing Organization : CDMO) ในประเทศ เพื่อเป็นตัวกลางในเชื่อมโยงจากการวิจัยไปสู่กระบวนการผลิตเชิงพาณิชย์
4. ปรับปรุงระเบียบ ข้อกำหนด กฎหมาย สำคัญ โดยเฉพาะกฎหมายความปลอดภัยทางชีวภาพ พระราชบัญญัติความปลอดภัยทางชีวภาพ ซึ่งควรสอดคล้องกับกฎหมาย ข้อกำหนด ระเบียบระหว่างประเทศ ยกตัวอย่าง The Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity, the Convention on Biological Diversity (CBD) and the WTO TRIPS Agreement
5. ส่งเสริมการวิจัยขั้นแนวหน้า (Frontier Research) ด้านชีววิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ พัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม รองรับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมในอนาคต (รูปที่ 15)



ภาพที่ 15 การพัฒนาระบบนิเวศชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทย
ที่มา : ภาควิชาชีววิทยาสังเคราะห์แห่งประเทศไทย. (2565)

บทสรุป

ชีววิทยาสังเคราะห์เป็นการสร้างวงจรชีวภาพสังเคราะห์บนพลาสมิด ซึ่งประกอบด้วย ชิ้นส่วนดีเอ็นเอหรือยีนที่สนใจ รวมกับบริเวณโปรโมเตอร์ บริเวณที่เกี่ยวกับการจับของไรโบโซมแล้วก็นำเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน กระบวนการชีววิทยาสังเคราะห์ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตได้สองประเภทใหญ่ๆได้แก่ การสร้างสิ่งมีชีวิตด้วยการเพิ่มหรือลดจีโนมและการสร้าง จุลินทรีย์ที่มีการดัดแปลงวิธิตาบอลิก ในปัจจุบันมีการใช้ความรู้ด้านแมชชีน เลิร์นนิ่งในชีววิทยาสังเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหา และออกแบบองค์ประกอบทางชีวภาพ โดยสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในชีววิทยาสังเคราะห์ เช่น การทำวิศวกรรมเซลล์ที่ เกี่ยวกับวงจรพันธุกรรมในเซลล์หรือเครือข่ายที่ประสานกับกลไกภายในเซลล์ที่จะปรับปรุง องค์ประกอบทางชีวภาพซึ่งจะ ประกอบด้วย การควบคุมการถอดรหัส การแปลรหัสและโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส นอกจากนี้ นักชีววิทยาสังเคราะห์ ได้ใช้รูปแบบแมชชีน เลิร์นนิ่งในการออกแบบการสร้างสารชีวภาพในสถานะที่เหมาะสมในเซลล์ รวมถึงการทำนายผลที่เกิดขึ้น จากการดัดแปลงเซลล์และการออกแบบโปรตีนในเซลล์ ในประเทศไทยมีการส่งเสริมการเรียนรู้ชีววิทยาสังเคราะห์โดยมีการ สร้างหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาสังเคราะห์ (หลักสูตรนานาชาติ) ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นอกจากนี้ยังสามารถค้นหาความรู้ชีววิทยาสังเคราะห์โดยใช้สื่อออนไลน์ เช่น เฟซบุ๊กที่มีชื่อว่าชีววิทยาเหนือธรรมชาติ ประเทศไทยโดยสถาบันนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรม (สนอ.) ได้มีการจัดตั้งภาควิชาชีววิทยาสังเคราะห์แห่งประเทศไทย เพื่อดำเนินการผลักดันและขับเคลื่อนนวัตกรรม อุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีววิทยาสังเคราะห์ในประเทศ สอดคล้องกับแผน ยุทธศาสตร์ชาติ ด้านยกระดับการพัฒนาอุตสาหกรรมภายใต้เศรษฐกิจ บีซีจี ชีววิทยาสังเคราะห์จึงเป็นศาสตร์ที่สำคัญต่อการ พัฒนาประเทศไทยในปัจจุบันและอนาคต

เอกสารอ้างอิง

Graduate Academy Foundation for Science and Technology of Thailand. (2024). *Final report: Study on the technology readiness status of synthetic biology-related technologies in Thailand* [รายงานฉบับ สมบูรณ์ โครงการศึกษาสถานภาพความพร้อมของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาสังเคราะห์ในประเทศไทย]. <https://www.nxpo.or.th/th/report/30477/>

- Thailand Synthetic Biology Consortium. (2022). *Thailand synthetic biology ecosystem development roadmap 2022–2030 (Draft)* [ร่างแผนที่นำทางการพัฒนาระบบนิเวศชีววิทยาสังเคราะห์ของประเทศไทย พ.ศ. 2565–2573]. <https://www.th-synbioconsortium.com/about/>
- Campbell, A. M., Eckdahl, T., Cronk, B., Andresen, C., Frederick, P., Huckuntod, S., Shinneman, C., Wacker, A., & Yuan, J. (2014). pClone: Synthetic biology tool makes promoter research accessible to beginning biology students. *CBE—Life Sciences Education*, 13(2), 285–296. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-08-0166>
- Gibson, D. G., Glass, J. I., Lartigue, C., Noskov, V. N., Chuang, R.-Y., Algire, M. A., Benders, G. A., Montague, M. G., Ma, L., Moodie, M. M., Merryman, C., Vashee, S., Krishnakumar, R., Assad-Garcia, N., Andrews-Pfannkoch, C., Denisova, E. A., Young, L., Qi, Z.-Q., Segall-Shapiro, T. H., Calvey, C. H., Parmer, P. P., Hutchison, C. A., III, Smith, H. O., & Venter, J. C. (2010). Creation of a bacterial cell controlled by a chemically synthesized genome. *Science*, 329(5987), 52–56. <https://doi.org/10.1126/science.1190719>
- Goshisht, M. K. (2024). Machine learning and deep learning in synthetic biology: Key architectures, applications, and challenges. *ACS Omega*, 9, 9921–9945. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c09216>
- Johnson, K. C., Sabel, J. L., Cole, J., Pruett, C. L., Plymale, R., & Reyna, N. S. (2022). From genetics to biotechnology: Synthetic biology as a course-embedded research experience. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 50(6), 580–591. <https://doi.org/10.1002/bmb.21671>
- Karatas, P., & Ayaz, F. (2025). Synthetic biology and application areas. *Discovery Biotechnology*, 2(3), 1–29.
- Marucci, L., Barberis, M., Karr, J., Ray, G., Race, P. R., Andrade, M. de S., Grierson, C., Hoffmann, S. A., Landon, S., Rech, E., Rees-Garbutt, J., Seabrook, R., Shaw, W., & Woods, C. (2020). Computer-aided whole-cell design: Taking a holistic approach by integrating synthetic with systems biology. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7, Article 447. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00447>
- Schmid, R. D., & Schmidt-Dannert, C. (2016). *Biotechnology: An illustrated primer*. Wiley-VCH.
- SynBio Consortium. (2021). *Thailand synthetic bioeconomy outlook and key milestones*.
- Zhao, N., Song, Y., Xie, X., Zhu, Z., Duan, C., Nong, C., Wang, H., & Bao, R. (2023). Synthetic biology-inspired cell engineering in diagnosis, treatment, and drug development. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 8, Article 112. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01373-0>
- Biology Beyond Nature. Facebook. Retrieved December 18, 2025, from <https://www.facebook.com/biologybeyonddnature>
- Thailand Synthetic Biology Consortium. *Thailand Synthetic Biology Consortium*. Retrieved December 18, 2025, from <https://www.th-synbioconsortium.com/>