แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

เนื้อหาประจำบท

- ความหมายและประวัติของเทคโนโลยีชีวภาพ
- การหมักเทคโนโลยีชีวภาพ
- สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพ
- สาขาวิชาทางเทคโนโลยีชีวภาพ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักศึกษาได้ศึกษาจบบทที่ 1 แล้วนักศึกษาสามารถ

1. รู้และเข้าใจความหมาย รวมถึงประวัติของเทคโนโลยีชีวภาพ
2. สามารถอธิบายการหมักทางเทคโนโลยีชีวภาพ
3. สามารถอธิบายความสัมพันธ์สาขาวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพ
4. สามารถอธิบายสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ

วิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนบรรยายหัวข้อต่อไปนี้พร้อมเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามข้อสงสัย
    - ความหมายและประวัติของเทคโนโลยีชีวภาพ
    - การหมักเทคโนโลยีชีวภาพ
    - สาขาวิชาที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ
    - สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ

2. ให้นักศึกษาทำกิจกรรมต่อไปนี้
    - ศึกษาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับการผลิตภัณฑ์อาหารหมัก หรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

- เขียนสรุปความแตกต่างของการหมักทางเทคโนโลยีชีวภาพ
- ทำแบบฝึกหัดและใบงานที่กำหนดให้

สื่อการเรียนการสอน

- เอกสารประกอบการสอน และตำราต่างๆ
- Slide Powerpoint Presentation
- เอกสารสื่อทางอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ อินเทอร์เน็ต แผ่นภูมิ แผนภาพ และวิดีโอที่เกี่ยวข้อง

การวัดผลและประเมินผล

- สังเกตความสนใจของนักศึกษาระหว่างการเรียนการสอน ความตั้งใจ การฟัง การจดบันทึก และการถามตอบ
- แบบทดสอบ
- แบบฝึกหัด
- การมีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม หรือในขณะที่มีการเรียนการสอน
- การวิเคราะห์เนื้อหาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม การถามตอบในชั้นเรียน

บทที่ 1
เทคโนโลยีชีวภาพเบื้องต้น

สิ่งมีชีวิตมีกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ โดยการกระบวนการเมทาบอลิซึมในเซลล์ หรือภายในตัวของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น โดยสารที่เกิดจากการเมทาบอลิซึมอาจอยู่ในแบบที่สร้างแล้วปลดปล่อยออกมาสู่ภายนอก (Extracellular compound) หรือสารประกอบที่เกิดจากการเมทาบอลิซึมที่สร้างขึ้นมาแล้วอาจถูกเก็บในเซลล์ (Intracellular compound) กระบวนการเมทาบอลิซึมของเซลล์หรือในสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นเพื่อการดำรงชีวิต เช่นการหมักแป้งโดยยีสต์ *Saccharomyces cerevisae* ทำให้เกิดแอลกอฮอล์เอทานอล และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะเกิดพลังงานเอทีพี (Adenosine triphosphate; ATP) ที่จะใช้ในเซลล์ยีสต์ได้ เป็นต้น นอกจากการเมทาบอลิซึมเพื่อการดำรงชีวิตในรูปแบบพลังงานสะสมเอทีพีแล้ว กิจกรรมภายในสิ่งมีชีวิตยังมีรูปแบบเพื่อให้เกิดข้อได้เปรียบสำหรับการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่จำเพาะ เช่นการสร้างสารยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย โดยสารเพนิซิลิน (Penicillin) ที่สร้างจากรา *Penicillium* เป็นต้น จากกระบวนการต่างๆ นี้ เมื่อความรู้ที่พัฒนาเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้มนุษย์รู้จักในการนำมาใช้ประโยชน์ เช่น การใชยีสต์เพื่อการผลิตขนมปัง เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และเอทานอลเพื่อการแพทย์และพลังงาน รวมถึงการใช้ประโยชน์จากราในกลุ่ม *Penicillium* เพื่อผลิตยาเพนิซิลิน ที่ใช้ในทางเภสัชกรมและการแพทย์ เป็นต้น ดังนั้นที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการนำสิ่งมีชีวิตมาเพื่อการพัฒนาให้เกิดประโยชน์ จึงจัดว่าเป็นกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพนั่นเอง

1.1 ความหมายและที่มาของเทคโนโลยีชีวภาพ

1.1.1 ความหมายเทคโนโลยีชีวภาพ

เทคโนโลยีชีวภาพ หรือ Biotechnology มาจาก Hungarian engineer Karl Ereky ปี 1919 ได้สร้างคำเรียกนี้ขึ้นมา โดยให้นิยามว่า “Biotechnology คือวิทยาศาสตร์และวิธีการที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากวัตถุดิบโดยเป็นวัตถุดิบที่มีพื้นฐานมาจากสิ่งมีชีวิต” ซึ่งคำว่า Biotechnology ประกอบด้วย 2 คำ ได้แก่ “Bio” คือ เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต และกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต “Technology” คือ การสร้าง

ผลิตภัณฑ์หรือแก้ปัญหา ปัจจุบันมีการให้ความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพ หรือ Biotechnology ว่าเป็นการใช้สิ่งมีชีวิต หรือส่วนของสิ่งมีชีวิต เพื่อแก้ปัญหา หรือสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ ซึ่งการใช้สิ่งมีชีวิตคือการนำเซลล์ หรือตัวของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ มาใช้ สำหรับการใช้ส่วนของสิ่งมีชีวิต คือการใช้สารชีวโมเลกุล เช่น เอนไซม์ กรดนิวคลีอิก เป็นต้น

ช่วงค.ศ. 1960-1970 ความรู้ทางชีววิทยาที่มากขึ้นเป็นส่วนหนึ่งของการเริ่มใช้ประโยชน์จากสารชีวโมเลกุลในสิ่งมีชีวิต อย่าง DNA และโปรตีน และรวมถึงการนำเซลล์ทั้งส่วนมาใช้ด้วย ทำให้เกิดสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพที่เป็นการใช้คุณสมบัติในด้านต่างๆ ของเซลล์ แล้วเกิดเป็นการรวบรวมเทคโนโลยีขึ้น ตัวอย่างเช่น เพิ่มความสามารถในการผลิตของเซลล์ทางอุตสาหกรรม การใช้สารพันธุกรรม และโปรตีนจากเซลล์ เป็นต้น

1.1.2 ประวัติทางเทคโนโลยีชีวภาพ

คนรู้จักการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตตั้งแต่การเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ เพื่อเป็นแหล่งอาหาร และเครื่องนุ่งห่ม การใช้จุลินทรีย์ในอาหาร และเครื่องดื่ม เช่นขนมปัง ชีส น้ำปลา ซอส และผลิตภัณฑ์จากนม เป็นต้น จากหลักความเชื่อในอดีตเกี่ยวกับศาสนา การสังเกต และการวางแผนเพื่อทดลองอย่างมีระบบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เกิดการพัฒนา และนำความรู้ในแขนงทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมา เช่นเดียวกันกับการนำสิ่งมีชีวิต หรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่นำส่วนของสิ่งมีชีวิตมาใช้ เกิดเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ หรือเครื่องมือทางเทคโนโลยีชีวภาพ นับตั้งแต่ที่คนรู้จักนำสิ่งมีชีวิตมาใช้ประโยชน์จากในสมัยอดีตจนถึงปัจจุบัน (ตารางที่ 1.1)

ตารางที่ 1.1 การพัฒนาทางเทคโนโลยีชีวภาพในเวลาต่างๆ (Strickland, 2007)

ปี (ค.ศ.)	เหตุการณ์
8000 ปี ก่อน คริสต์ศักราช (ค.ศ.)	คนรู้จักการเพาะปลูกพืชอาหาร และการเลี้ยงสัตว์
2000-4000 ปีก่อน ค.ศ.	ขนมปัง และเบียร์ในอียิปต์ การผลิตชีส และไวน์ในจีน และอียิปต์
	ชาวเบบิโลเนีย (Babylonians) ควบคุมการปรับปรุงพันธุ์อินทผลัม (Date palm) โดยคัดเลือกต้นตัวเมียกับเกสรจากต้นตัวผู้
500 ปีก่อนค.ศ.	ยาปฏิชีวนะแรกจากราบนแผ่นเต้าหู้ (Soybean curds) ใช้รักษาตุ่ม ฝีหนอง ในจีน
ค.ศ. 100	ยาฆ่าแมลงที่ได้จากเบญจมาศ (Chrysanthemums) ในจีน
1663	Hooke ค้นพบเซลล์
1675	Leeuwenhoek ค้นพบแบคทีเรีย
1797	Jenner ใช้วัคซีนที่ได้จากไวรัสกับเด็กเพื่อป้องกันโรคไข้ทรพิษ (Smallpox)
1830	มีการค้นพบโปรตีน
1833	มีการค้นพบและแยกเอนไซม์
1857	Pasteur แสดงว่าจุลินทรีย์เป็นสาเหตุของการหมัก
1865	จุดเริ่มต้นวิทยาศาสตร์พันธุศาสตร์ โดยนักบวชชาวออสเตรเลียน Gregor Mendel ศึกษาถั่วลันเตา และค้นพบว่าลักษณะพันธุกรรมถูกส่งผ่านจากพ่อแม่ไปยังลูกหลานในวิธีการที่สามารถทำนายการเกิดได้ เป็นกฎทางพันธุกรรม
1877	Koch ปรับปรุงเทคนิคในติดสี (Gram staining) และการบ่งชี้แบคทีเรีย
1878	Laval พัฒนาเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) ตัวแรก
1902	ปรากฏของการใช้คำ “Immunology” (ภูมิคุ้มกัน) เป็นครั้งแรก
1906	มีการสรุปใช้คำ “Genetics” (พันธุศาสตร์)
1908	Ikeda บ่งชี้ว่าโมโนโซเดียมกลูตาเมต (MSG) เป็นสารเพิ่มรสชาติในโคมบู (Kombu)
1909	Ajinomoto ญี่ปุ่นเริ่มผลิตโมโนโซเดียมกลูตาเมต ในเชิงการค้าด้วยกลูเทนจากข้าวสาลี (Wheat gluten) และไฮโดรไลเซทจากการย่อยถั่วเหลือง (Soybean hydrolysate) (Ladisch, 2002)

ตารางที่ 1.1 การพัฒนาทางเทคโนโลยีชีวภาพในเวลาต่างๆ (ต่อ)

ปี (ค.ศ.)	เหตุการณ์
1914	แบคทีเรียถูกใช้ในการบำบัดของเสียในระบบท่อระบายน้ำเป็นครั้งแรกที่แมนเชสเตอร์ ประเทศอังกฤษ
1915	ฟาจ (Phages) หรือไวรัสที่ทำลายเซลล์แบคทีเรียถูกค้นพบ
1919	มีการใช้คำ “Biotechnology” (เทคโนโลยีชีวภาพ) ครั้งแรกในสื่อสิ่งพิมพ์
1928	Alexander Fleming ค้นพบเพนิซิลลินเป็นสารปฏิชีวนะ
	มีการทดสอบปริมาณการใช้ *Bacillus thuringiensis* (Bt) ในการควบคุมหนอนเจาะข้าวโพดเป็นครั้งแรกในยุโรป แล้วมีการผลิตในเชิงการค้าเป็นยาปราบศัตรูพืชชีวภาพ (Biopesticide) ในปี 1938 ในฝรั่งเศส
1938	มีการคิดค้นใช้คำ “Molecular biology” (ชีวโมเลกุล)
1941	มีการให้ใช้คำ “Genetic engineering” (พันธุวิศวกรรม) เป็นครั้งแรกโดย Danish A. Jost นักจุลชีววิทยา
1949	Pauling แสดงว่าโรคโลหิตจางชนิดเซลล์เป็นรูปเคียว (Sickle cell anemia) มีสาเหตุจากการกลายในโมเลกุลโปรตีนฮีโมโกลบิน
1953	วารสาร Nature ตีพิมพ์ James Watson และ Francis Crick แสดงรายละเอียดโครงสร้างเกลียวคู่ของดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นจุดเริ่มพันธุศาสตร์แบบใหม่
1956	Kornberg ค้นพบเอนไซม์ DNA polymerase I ทำให้นำไปสู่ความเข้าใจว่าดีเอ็นเอจำลองตัวเอง (Replicate)
1960	พบการจับคู่กันของเบส ระหว่าง DNA และ RNA และ การค้นพบ Messenger RNA (mRNA)
1963	ข้าวสาลีสายพันธุ์ใหม่ถูกพัฒนาโดย Norman Borlaug ซึ่งให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 70 เปอร์เซ็นต์ และ Norman Borlaug ได้รับรางวัล Nobel Peace Prize ในปี1970
1964	International Rice Research Institute ในฟิลิปปินส์ เริ่มนวัตกรรมสีเขียว (Green Revolution) ด้วยข้าวสายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตเป็นสองเท่าของสายพันธุ์ก่อนหน้าที่ใช้การผสมเกสร
1969	เอนไซม์ถูกสังเคราะห์ภายนอกสิ่งมีชีวิต (*In vitro*) เป็นครั้งแรก
1970	การค้นพบเอนไซม์ตัดจำเพาะ (Restriction enzymes) ที่ตัดและต่อสารพันธุกรรมนำไปสู่วิธีการทำซ้ำเพิ่มจำนวนของยีน (Gene cloning)

ตารางที่ 1.1 การพัฒนาทางเทคโนโลยีชีวภาพในเวลาต่างๆ (ต่อ)

ปี (ค.ศ.)	เหตุการณ์
1972	มีการค้นพบส่วนประกอบ 99 เปอร์เซ็นต์ ใน DNA ของคน มีความคล้ายกับลิงชิมแพนซีและกอริลลา
	เริ่มมีการถ่ายฝากตัวอ่อน (Embryo transfer)
1973	Stanley Cohen และ Herbert Boyer ใช้เทคนิคในการตัดและวางดีเอ็นเอ โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ และเอนไซม์ต่อเชื่อม และสร้าง DNA สายใหม่ในแบคทีเรีย
1975	มีการผลิตมอนอคลอนอลแอนติบอดี้ (Monoclonal antibody) เป็นครั้งแรก
1976	มีการใช้ Molecular hybridization ในการวินิจฉัยโรคธาลัสซีเมีย (*Alpha* thalassemia) ของทารกก่อนคลอด
	การใช้ยีนของยีสต์ให้แสดงออกในเซลล์แบคทีเรีย *Escherichia coli*
1997	สัตว์ที่ถูกโคลนเป็นครั้งแรกของโลก เป็นแกะที่ชื่อดอลลี่ (Dolly) ในสก๊อตแลนด์
1982	การพัฒนาวัคซีนจากการใช้ดีเอ็นเอสายผสมในปศุสัตว์
	มีการผลิตยาโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพเป็นครั้งแรกโดย FDA คือ อินซูลิน (Human insulin) ที่ผลิตด้วยการดัดแปลงพันธุกรรมแบคทีเรีย (Genetically modified bacteria)
1983	มีการสร้างแนวทางเกี่ยวกับเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมเรส (Polymerase chain reaction; PCR) ด้วยการใช้ความร้อนและเอนไซม์ในการทำซ้ำลำดับยีนอย่างไม่จำกัด ต่อมาแนวทางนี้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญทางเทคโนโลยีชีวภาพในทางการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในทั่วโลก
	มีการถ่ายยีนในเซลล์พืชโดยใช้ทีไอ TI plasmid ทำหน้าที่เป็นครั้งแรก
1984	เทคนิคลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprinting technique) ได้รับการพัฒนาขึ้น
1990	ภายใต้สัญลักษณ์ทางการค้า Chy-Max™ เป็นของผลิตภัณฑ์เอนไซม์ไคโมซิน (Chymosin) ที่ใช้ในการทำชีส โดยใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอสายผสม (Recombinant DNA Technology)
	เกิดโครงการศึกษาชุดสารพันธุกรรมของคน (Human Genome Project) ซึ่งเป็นโครงการระดับนานาชาติ
	การทดลองยีนบำบัด (Gene therapy) สำเร็จเป็นครั้งแรกในเด็กหญิงอายุ 4 ขวบ จากโรคทางภูมิคุ้มกัน

ตารางที่ 1.1 การพัฒนาทางเทคโนโลยีชีวภาพในเวลาต่างๆ (ต่อ)

ปี (ค.ศ.)	เหตุการณ์
2000	“Golden rice” (ข้าวสีทอง) ได้รับอนุญาตทางเทคโนโลยีในการพัฒนาประเทศด้านการช่วยเหลือคนป้องกันอาการตาบอด
2001	สามารถสร้างแผนที่ชุดยีนจากพืชอาหาร (ข้าว)
	China’s National Hybrid Rice Research Center รายงานการพัฒนา “Super rice” ซึ่งสามารถผลิตผลผลิตได้มากกว่าสองเท่าของข้าวทั่วไป
2002	มีการค้นพบปัจจัยที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงเพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง (Differentiation) ของเซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell) มียีนมากกว่า 200 ยีน ที่ควบคุมกระบวนการของการเผยแพร่ความสำเร็จของวัคซีนป้องกันมะเร็งปากมดลูก
2003	ญี่ปุ่นพัฒนาเมล็ดกาแฟที่ไม่มีคาเฟอีน
	China’s State Food and Drug Administration ผลิตยีนบำบัดออกมาเป็นครั้งแรกของโลก Gendicine พัฒนาโดย Shenzhen SiBiono GenTech ซึ่งผลผลิตภัณฑ์นำส่งยีน p53 เป็นตัวบำบัดเซลล์บุผิวรูปร่างสี่เหลี่ยม และมะเร็งลำคอ
2004	พบลำดับยีนของชิมแพนซีกับคนมีความใกล้เคียงกันที่สุดในกลุ่มไพรเมท
	บริษัทเอกชน Canadian biotech มีการผลิตเอทานอล (Bioethanol)เป็นการผลิตเชื้อเพลิงด้วยการใช้เอนไซม์และข้าวสาลี
2005	นักวิทยาศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยฮาวาร์ดรายงานความสำเร็จในการเปลี่ยนเซลล์ผิวหนังเป็นเซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell) ของตัวอ่อน ด้วยการรวมกับเซลล์ต้นกำเนิดตัวอ่อนที่ยังมีชีวิตอยู่
2006	National Institutes of Health เริ่มการศึกษาผู้ป่วย 10000 คน เกี่ยวกับการทดสอบทางพันธุกรรมที่ใช้คาดการณ์มะเร็งทรวงอกและเป็นแนวทางในการรักษา

1.2 เทคโนโลยีชีวภาพแบบทั่วไป และพื้นฐานเทคโนโลยีชีวภาพแบบใหม่ (Classical Biotechnology and Foundation of Modern Biotechnology)

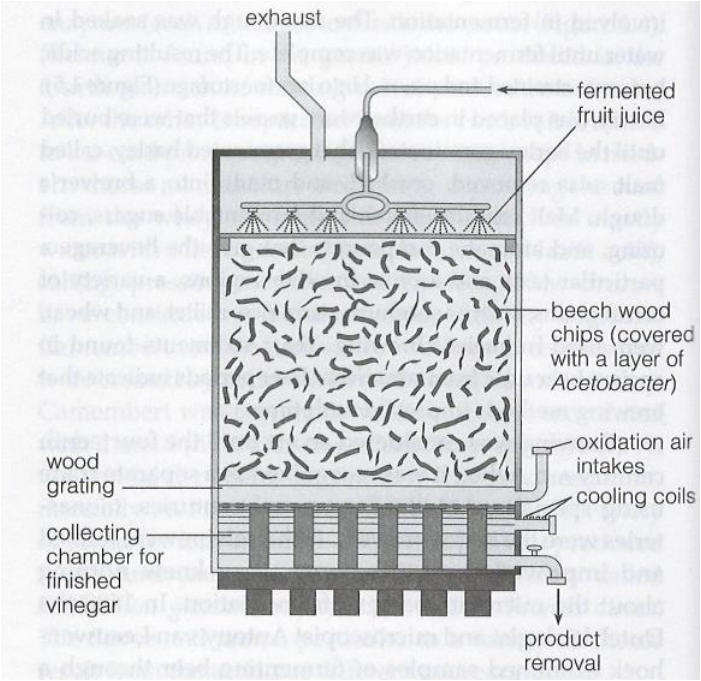
เทคโนโลยีชีวภาพแบบทั่วไป (Classical biotechnology) หมายถึงเทคโนโลยีชีวภาพที่มีการพัฒนาจากการหมักในรูปแบบเดิม ซึ่งเป็นเทคโนโลยีชีวภาพแบบดั้งเดิมสู่รูปแบบปัจจุบัน

โดยนิยามของการหมักแบบเดิม เป็นนิยามตามการหมักที่เกิดในเซลล์สิ่งมีชีวิต ดังนั้นการหมัก คือ กระบวนการหมักที่เกิดในภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic fermentation) เช่นการทำไวน์ ชีส โยเกิร์ต ผลไม้ดอง กิมจิ ซอส น้ำปลา เป็นต้น โดยรูปแบบการหมักดังกล่าวอาศัยปฏิกิริยาของเซลล์ที่เกิดในสภาวะออกซิเจนต่ำ หรือไร้อากาศ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการหมักมีความสามารถเจริญได้ดี และเกิดปฏิกิริยาการหมักได้ดีในสภาวะออกซิเจนต่ำ กระบวนการหมักแบบเดิมนำมาสู่การหมักในปัจจุบัน โดยการหมักในทางเทคโนโลยีชีวภาพ คือ เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์โดยสิ่งมีชีวิตภายใต้สภาวะที่ควบคุม ซึ่งการเพาะเลี้ยงสิ่งมีชีวิตอาจเติมอากาศ หรืออาจมีออกซิเจนต่ำก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดสิ่งมีชีวิตที่เพาะเลี้ยง รูปแบบการหมักเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์มีการพัฒนาเพื่อให้ได้คุณภาพและปริมาณผลิตภัณฑ์ที่คุ้มค่าต่อการลงทุน ตัวอย่างของการหมักที่มีการพัฒนากระบวนการเช่น

การผลิตเบียร์ Brewers เริ่มมีการผลิตแอลกอฮอล์ในขนาดใหญ่ (1700s) การผลิตEnglish, Dutch, Belgian และเบียร์แดง ที่เริ่มใช้เป็นแบบTop fermentation เป็นกระบวนการหมักที่ยีสต์จะลอยบนผิวสารละลาย ค.ศ. 1833 มีการหมักเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใช้เป็นแบบ Bottom fermentation เป็นกระบวนการหมักที่ยีสต์จมในสารละลาย ช่วง ค.ศ. 1800 การหมักเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีการใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการหมัก ปี 1886 E.C. Hansen ออกแบบอุปกรณ์การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ใช้ยีสต์ ปี 1911 มีการพัฒนาการวัดปริมาณกรดระหว่างการหมักซึ่งจะดีในการควบคุมคุณภาพเบียร์

การผลิตน้ำส้มสายชูเป็นผลิตภัณฑ์จากการหมักอีกชนิดหนึ่งที่มีการพัฒนาในการความเชี่ยวชาญและเครื่องมือ น้ำส้มสายชูได้จากการปล่อยให้ไวน์อยู่ในถังจนกระทั่งมีการออกซิไดซ์เป็นน้ำส้มสายชูจากการทำงานของจุลินทรีย์ น้ำส้มสายชูในช่วงเริ่มแรกเป็นเหมือนกับผลิตภัณฑ์ดั้งเดิม แต่ในที่สุดผู้ผลิตใช้อากาศเพิ่มให้เกิดการเปลี่ยนแปลง มีการพัฒนาการผลิตน้ำส้มสายชู โดยการหมักในภาชนะที่บรรจุวัสดุ

พวกถ่านอยู่ ไวน์หรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อื่นๆ มีการเคลื่อนย้ายของอากาศอย่างช้าๆ ซึ่งการผลิตน้ำส้มสายชูแบบใหม่จะเป็นการใช้ถังหมัก (Fermenter) (ภาพที่ 1.1)



ภาพที่ 1.1 การผลิตน้ำส้มสายชูในปริมาณมากโดย *Acetobacter* บนอาหารชิ้นไม้สับ (Wood chips) น้ำผลไม้หมักถูกนำเข้าถังหมักที่ด้านบน และได้รับอากาศจากก้นถัง

ที่มา : Barnum, 2005 (หน้า 10)

ปี 1900 ถึง 1940 ชนิดผลิตภัณฑ์จากการหมักเพิ่มมากขึ้น เช่น กลีเซอรอล อะซีโตน บิวทานอล กรดแลคติค กรดซิตริก และยีสต์ทำขนมปัง เป็นต้น ช่วงสงครามโลกที่ 1 อุตสาหกรรมการหมักเป็นที่ต้องการมากขึ้น เยอรมันมีความต้องการกลีเซอรอลมากขึ้นสำหรับการทำระเบิด โดยการเติมโซเดียมไบซัลไฟต์เป็นสารตั้งต้นสารตั้งต้น (Substrate) ในการหมักแอลกอฮอล์ และอะซีโตนและบิวทานอลด้วยที่ผลิตด้วยการหมัก

การหมักสารละลายอินทรีย์เริ่มระหว่างช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 และปี 1940 ด้วยการพัฒนาเทคนิคปลอดเชื้อและถังหมักที่สามารถผ่านการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำได้ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์

การปรับปรุงรูปแบบถังหมักและการควบคุมสภาวะต่างๆ ได้แก่สารอาหาร อากาศ ทฤษฎีการฆ่าเชื้อ การทำให้บริสุทธิ์และการแยกผลิตภัณฑ์ ช่วงสงครามโลกที่ 2 มีถังหมักรูปแบบใหม่ หรือถังปฏิกรณ์ชีวภาพและผลิตภัณฑ์สารปฏิชีวนะ สารปฏิชีวนะ (Antibiotics) ถือเป็นสารประกอบแรกที่ผลิตจากความต้องการยาที่ต่อสู้กับแบคทีเรียในช่วงสงครามโลก เพนิซิลิน (Penicillin) ถูกผลิตโดยการหมักด้วยเชื้อรา *Penicillium* มีการปรับปรุงการผลิตเพนิซิลินทั้งประสิทธิภาพเชื้อที่ใช้ การให้อากาศ การเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์ปริมาณมาก การผลิตยาปฏิชีวนะชนิดอื่นๆ มีหลากหลายขึ้นอย่างรวดเร็ว (ตารางที่ 1.2)

ตารางที่ 1.2 ยาปฏิชีวนะบางชนิดที่ผลิตทางการค้า (Ingraham, 1955 อ้างถึงใน Susan, 2005)

สารปฏิชีวนะ	**จุลินทรีย์ที่ผลิต**	**การออกฤทธิ์**
Cephalosporin	*Cephalosporium acremonium*	Broad spectrum
Penicillin	*Penicillium chrysogenum*	Gram-positive bacteria
Bacitracin	*Bacillus subtilis*	Gram-positive bacteria
Polymyxin B	*Bacillus polymyxa*	Gram-negative bacteria
Amphotericin B	*Streptomeces nodosus*	Fungi
Erythromycin	*Streptomyces erythrus*	gram-positive bacteria
Kanamycin	*Streptomyces kanomyceticus*	Gram-positive bacteria
Tetracycline	*Streptomyces rimosus*	Broad spectrum

ปี 1950s biotransformation technology ได้มีการพัฒนาในการเปลี่ยนคลอเรสเทอรอลเป็นสเตียรอยอื่นๆ เช่นคอร์ติโซน (Cortisone) และฮอร์โมนเพศ (เช่น Estrogen และ Progesterone) เช่น

การเปลี่ยนคอลเรสเทอรอลเป็นฮอร์โมนเพศอย่างEstrogen หรือ Progesterone จากการทำงานของแบคทีเรียที่ทำปฏิกิริยาไฮดรอซิลเลชั่น (Hydroxylation คือการเติมหมู่ OH ในวงคลอเรสเทอรอล)

จุลินทรีย์ยังสามารถสังเคราะห์สารประกอบหลายชนิด และใช้สารตั้งต้นที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์แล้ว (Unusual substrate) ซึ่งเป็นความสำเร็จหนึ่งในเชิงพาณิชย์ โดยช่วงกลางปี 1950s เริ่มมีการผลิตกรดอะมิโนและสารเมทาบอไลท์ปฐมภูมิ (Primary metabolite)

ปี 1960s เซลล์จุลินทรีย์ถูกผลิตแบบปริมาณมากเป็นแหล่งโปรตีน การให้อากาศได้รับการพัฒนาเป็นระดับใหม่แบบ Sophistication และใช้ระบบต่อเนื่องแทนแบบกะเดียว จุลินทรีย์ยังสามารถสังเคราะห์สารประกอบหลายชนิด และใช้สารตั้งต้นที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์แล้ว (Unusual substrate) ซึ่งเป็นความสำเร็จหนึ่งในเชิงพาณิชย์ โดยช่วงกลางปี 1950s เริ่มมีการผลิตกรด อะมิโนและสารเมทาบอไลท์ปฐมภูมิ (Primary metabolite) ในการหมักโดยตรง รวมถึงผลิตภัณฑ์จากการหมัก เช่น เอนไซม์ วิตามิน ก็มีการผลิตด้วยเช่นกัน

ปี 1960s เซลล์จุลินทรีย์ถูกผลิตแบบปริมาณมากเป็นแหล่งโปรตีน การให้อากาศได้รับการพัฒนาเป็นระดับใหม่แบบ Sophistication และใช้ระบบต่อเนื่อง (Continuous culturing) แทนแบบกะเดียว (Batch culturing) ในที่สุดมีการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของถังหมัก ช่วง 1960s และ 1970s เริ่มมีการผลิตสารทุติยภูมิ (Secondary metabolite สารประกอบที่เซลล์ไม่ได้ใช้ในการเพิ่มจำนวนหรือขยายพันธุ์ และไม่ใช้ในการเจริญเติบโต) ด้วยการหมัก แล้วมีการคัดเลือกใช้ในการบำบัดโรค

ปัจจุบันสารปฐมภูมิ เช่นกรดอะมิโน สารประกอบที่ใช้ทางเภสัชกรรม และสารเคมีที่หลากหลายอื่นๆ ฮอร์โมน และสีถูกผลิตโดยอุตสาหกรรมการหมักทางการค้า สารปฏิชีวนะถูกผลิตทางการค้า เอนไซม์ที่มีมีประโยชน์หลายชนิด การใช้เซลล์พืช เซลล์สัตว์ผลิตผลิตภัณฑ์ทางการค้า มวลชีวภาพ (Biomass) ถูกผลิตเป็นอาหารครั้งแรกในเยอรมันระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 1 การผลิตทางการค้าเช่นโปรตีนเซลล์เดียว (Single cell protein) จนถึงปัจจุบันรวมถึงการผลิตยีสต์ทำขนมปัง ที่เริ่มช่วงต้นศตวรรษที่ 20

ตารางที่ 1.3 กรดอะมิโนและการใช้ประโยชน์ (Ingraham, 1955 อ้างถึงใน Susan, 2005)

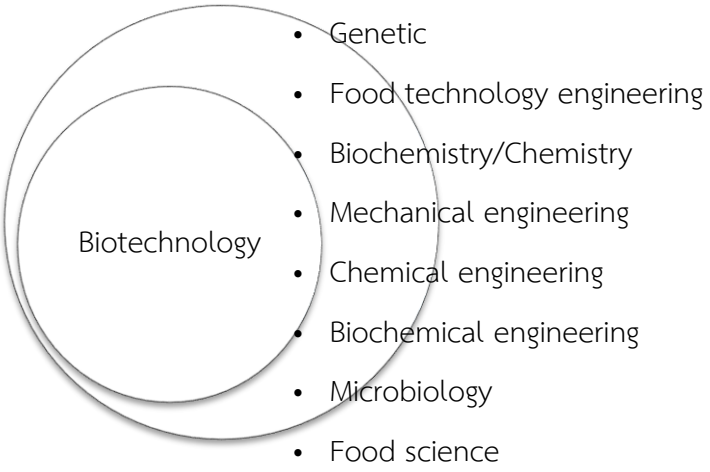
กรดอะมิโน	การใช้ประโยชน์
อะลานีน (Alanine)	ปรับรสชาติในน้ำผลไม้
แอสพาเตท (Aspartate)	ปรับรสชาติในน้ำผลไม้
ซีสเทอีน (Cysteine)	เพิ่มกลิ่นและรสชาติในขนมปังและน้ำผลไม้
กลูตามีน (Glutamate)	เพิ่มรสชาติในอาหารหลายชนิด (Monosodium glutamate; MSG)
ไกลซีน (Glycine)	เพิ่มรสหวานในอาหาร
ฮีสทิดีน และทริปโตฟาน (Histidine+tryptophan)	ป้องกันกลิ่นหืนในอาหาร
ไลซีน (Lysine)	ใช้ในญี่ปุ่นเพื่อทำขนมปังให้มีโปรตีนครบมากขึ้น
เมไธโอนีน (Methionine)	ทำให้ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองมีโปรตีนครบมากขึ้น

พื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพแบบใหม่ (Foundation of Modern biotechnology) ความสามารถในการจัดการหน่วยของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันต้องอาศัยความรู้ที่ซับซ้อนเรื่องโครงสร้างเซลล์ ปฏิกิริยาทางชีวเคมี และพันธุศาสตร์ เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่เป็นผลจากการค้นพบทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาทางเทคโนโลยีเมื่อ 300 กว่าปีก่อน จากกล้องจุลทรรศน์ตัวแรกสู่การทดลองโคลนนิ่ง (Cloning) ทำให้ปัจจุบันเกิดเป็นสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

1.3 สาขาวิชาทางเทคโนโลยีชีวภาพ

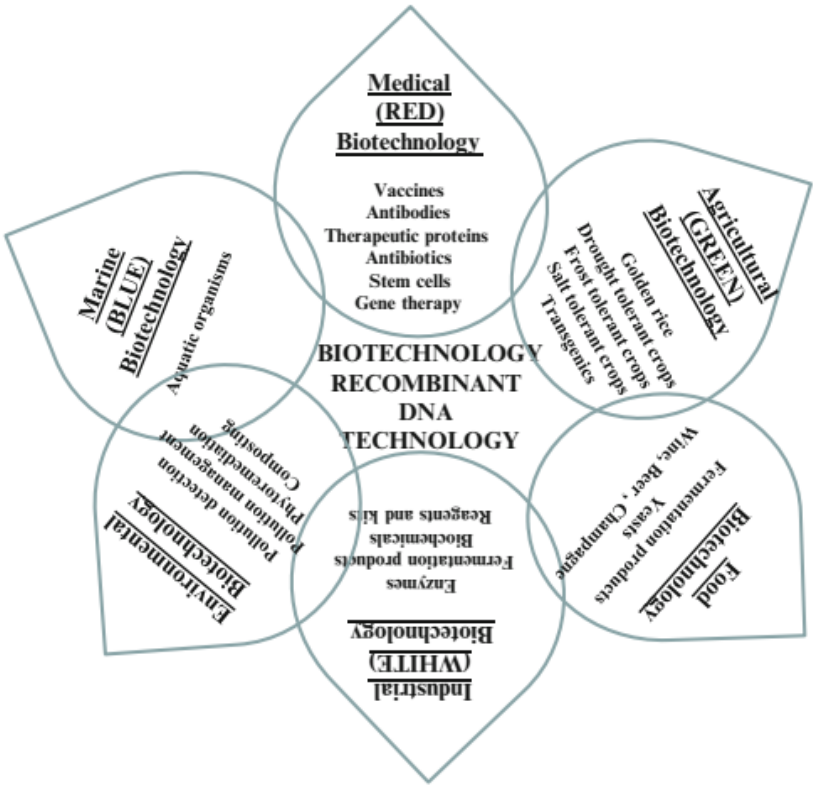
สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัว สำหรับการนำเซลล์ทั้งส่วน (Whole cell) หรือ บางส่วนจากเซลล์มาใช้ประโยชน์จึงมีข้อควรคำนึงในด้านที่ต่างกัน เพื่อการประยุกต์ใช้คุณสมบัติของสิ่งมีชีวิต ให้ได้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด โดยการผลิตและพัฒนาทางเทคโนโลยีชีวภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงความคุ้มทุน ต้นทุนต่ำ กระบวนการไม่ยุ่งยากซับซ้อน คุณภาพและปริมาณผลิตภัณฑ์ การเกิดของเสียและผลต่อสิ่งแวดล้อม

น้อยที่สุด ดังนั้นเทคโนโลยีชีวภาพต้องใช้ความรู้และเทคนิคในหลายๆ ด้านมาประกอบกัน สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่ พันธุศาสตร์ ชีวเคมี เคมี วิทยาศาสตร์การอาหาร วิศวกรรมเทคโนโลยีอาหาร วิศวกรรมเคมี วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมชีวเคมี และจุลชีววิทยา เป็นต้น



ภาพที่ 1.2 สาขาวิชาที่นำมาใช้ในกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ

เทคโนโลยีชีวภาพเป็นการนำสิ่งมีชีวิตมาผ่านเทคนิคต่างๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น หรือใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามความต้องการ หรือการแก้ปัญหาให้เกิดความสะดวก คุ้มการลงทุน ประหยัดต้นทุนและเวลา รวมถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไขนั้นมีรูปแบบที่ต่างกัน ทำให้เกิดเทคโนโลยีชีวภาพในสาขาต่างๆ โดยการแบ่งสาขาในทางเทคโนโลยีชีวภาพ สามารถใช้หลักการแบ่งตามผลิตภัณฑ์และเป้าหมายสุดท้ายของกระบวนการ ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 แขนง ได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพทางการแพทย์ (Medical biotechnology สัญลักษณ์สีแดง) เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร (Agricultural biotechnology สัญลักษณ์สีเขียว) เทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม (Industrial biotechnology สัญลักษณ์สีขาว) เทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล(Marine biotechnology สัญลักษณ์สีน้ำเงิน) เทคโนโลยีชีวภาพทางอาหาร (Food biotechnology สัญลักษณ์สีเหลือง) เทคโนโลยีชีวภาพทางสิ่งแวดล้อม (Environmental biotechnology สัญลักษณ์สีเทา) ภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 สาขาทางเทคโนโลยีชีวภาพ โดยแบ่งตามผลิตภัณฑ์และเป้าหมายสุดท้ายของกระบวนการ
ที่มา : Gupta, 2017 (หน้า 2)

นอกจากการแบ่งสาขาทางเทคโนโลยีชีวภาพตามที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีการแบ่งสาขาทางเทคโนโลยีชีวภาพตามกลุ่มวัตถุดิบ แหล่งผลิตภัณฑ์ และจุดหมายการใช้ประโยชน์ ได้เป็น 9 สาขา ได้แก่

1. เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์ (Microbial biotechnology) คือเทคโนโลยีชีวภาพที่มีการนำจุลินทรีย์มาใช้ เช่น *Saccharomyces cereviseae* เป็นยีสต์ที่ใช้ในการทำขนมปัง โดยผสมยีสต์กับแป้งขนมที่เตรียมแล้ว เมื่อยีสต์หมักน้ำตาลในแป้ง ทำให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีผลให้เนื้อแป้งพอง หรือขึ้นฟู หรือเรียกว่าแป้งโด (Dough) รวมถึงการใช้แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารหมักดองที่ทำในชุมชน หรืออุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และการนำจุลินทรีย์มาผลิตสารเมทาบอไลท์ เช่น *Thermomyces lanuginosus* เป็นราที่ผลิตเอนไซม์ไซลาเนสทำงานได้ในอุณหภูมิสูง

2. เทคโนโลยีชีวภาพการเกษตร (Agricultural biotechnology) คือเทคโนโลยีชีวภาพที่เป็นประโยชน์ในทางการเกษตร โดยส่วนใหญ่เน้นในด้านผลผลิตทางการเกษตร ได้แก่การปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ปริมาณผลผลิตมาก คุณภาพสูง ต้านทาน หรือทนต่อศัตรูพืช ทนต่อสภาวะการเพาะปลูกที่รุนแรง เช่นดิน เค็ม น้ำท่วมขัง โดยการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ (Selective breeding) เป็นเทคนิคหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์พืช หรือสัตว์ ด้วยการนำพันธุ์ที่สนใจมาผสมกัน แล้วเก็บพันธุ์ที่ได้มาศึกษาการเปลี่ยนแปลง หากมีลักษณะตามต้องการแล้ว จะเก็บลักษณะพันธุ์นั้นมาใช้ต่อ เช่นการผสมเกสรจากต้นพันธุ์ถั่วลิสงที่สนใจ 2 พันธุ์ เมื่อออกฝักจะต้องสังเกตการเปลี่ยนแปลงภายนอก ไปจนถึงการเก็บมาปลูก แล้วเฝ้าสังเกตตามคุณลักษณะที่ได้ ถ้ามีลักษณะตามต้องการจึงนำมาใช้เป็นต้นพันธุ์ เมื่อมีการพัฒนาทางชีวโมเลกุล (Molecular biology) พันธุศาสตร์ (Genetic) และการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในการดัดแปลงลักษณะทางพันธุกรรม เช่น การปรับปรุงพืชให้ต้านทางศัตรูพืช เพื่อลดการใช้สารเคมี การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ทนความหนาวเย็น การยืดอายุของผลมะเขือเทศ การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

3. เทคโนโลยีชีวภาพสัตว์ (Animal biotechnology) คือการใช้เทคโนโลยีในการนำสัตว์มาใช้ประโยชน์ ทั้งการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ตามต้องการ รวมถึงการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ให้ผลิตสารผลิตภัณฑ์ได้ เช่น การเพาะเลี้ยงเซลล์สัตว์ในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ เพื่อผลิตสาร เช่นแอนติบอดี (Antibodies) การสร้างสัตว์ตัดต่อยีน (Transgenic animal) ในวัว เพื่อให้มีการผลิตโปรตีนช่วยให้เลือดแข็งตัว (Clotting protein) ในน้ำนมวัว

4. เทคโนโลยีชีวภาพทางนิติเวช (Forensic biotechnology) คือการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในกระบวนการทางกฎหมาย การตรวจสอบหลักฐานทางนิติเวช เช่น เทคนิคลายพิมพ์DNA (DNA fingerprinting) ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ทางสายเลือด เทคนิคลายพิมพ์DNA (DNA fingerprinting)

5. เทคโนโลยีชีวภาพทางวินิจฉัยทางการแพทย์และติดตามโรคติดเชื้อ (Biotechnology in diagnosis and infectious disease) คือ การใช้เทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพ ในการตรวจสอบการวินิจฉัย การติดตาม วิเคราะห์โรคระบาด โรคอุบัติใหม่ โรคอุบัติซ้ำ และการแพร่ระบาดของเชื้อโรค เช่น การวินิจฉัยการติดเชื้อทางเดินอาหาร (Food-borne pathogen) อย่างเชื้อ *Escherichia coli* ที่พบมีการปนเปื้อนในอาหารและผักสดที่ล้างไม่สะอาด การติดตามการระบาดของโรคทั้งโรคที่มีอุบัติซ้ำ (Reborn

pathogen) และโรคอุบัติใหม่ (New infectious) เช่น การบ่งชี้และการติดตามการกลายพันธุ์ของไวรัสไข้หวัดใหญ่ H1N1 การบ่งชี้และการติดตามการกลายพันธุ์ของ ไวรัสโคโรนา (Corona virus) ทำให้ทราบสาเหตุการเกิดโรคโควิด-19 และการวินิจฉัยการติดเชื้อด้วยการใช้เทคนิคปฏิกิริยาปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (Polymerase chain reaction; PCR) ซึ่งการทราบสาเหตุของโรคและลักษณะการแพร่ระบาด ทำให้สามารถหาวิธีป้องกันการติดเชื้อและควบคุมการแพร่ระบาด รวมถึงใช้เทคนิคต่างๆ ในการพัฒนาวัคซีน

6. การฟื้นฟูทางชีวภาพ (Bioremediation) คือการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการบำบัดสิ่งแวดล้อม โดยส่วนใหญ่มีการปรับปรุงพันธุ์จุลินทรีย์ด้วย เช่น การดัดแปลงทางพันธุกรรมแบคทีเรีย เพื่อการย่อยสลายคราบน้ำมัน ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าสารเคมีถึง 3 เท่า

7. เทคโนโลยีชีวภาพทางน้ำ (Aquatic biotechnology) คือการนำสิ่งมีชีวิตในน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น ปลาแซลมอนที่ถูกตัดต่อยีน (Transgenic salmon) ให้มีปริมาณของโกรทฮอร์โมน (Growth hormone) สูงกว่าปกติ จึงมีอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าปลาแซลมอนทั่วไป การนำแพลงก์ตอนและหอยทากบางชนิด เป็นแหล่งสารต้านทานเนื้องอก หรือสารต้านทานมะเร็ง

8. เทคโนโลยีชีวภาพทางการแพทย์ (Medical biotechnology) คือการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ร่วมกับการแพทย์ เช่น ยีนบำบัด (Gene therapy) โดยการหาลำดับยีนที่ผิดปกติ แล้วแทรกลำดับที่ถูกต้องเข้าแทนลำดับที่ก่อให้เกิดโรค การใช้เซลล์ต้นกำเนิด หรือ สเต็มเซลล์ (Stem cell) ในการปลูกถ่ายแทนเนื้อเยื่อที่ผิดปกติ หรือมีการชำรุด สารที่ช่วยออกฤทธิ์เสริมสุขภาพ เช่นสารต้านอนุมูลอิสระ ที่ลดการเกิดเซลล์ผิดปกติอย่างเซลล์มะเร็ง สารควบคุมเมทาบอลิซึมเช่นอินซูลินรักษาเบาหวาน และการพัฒนาการผลิตยาและวัคซีน เช่นวัคซีนป้องกันโควิด-19 ด้วยการใช้เทคนิคต่างๆ เช่นการใช้เทคนิคดัดแปลงสารพันธุกรรมทำให้เชื้อไวรัสไม่ก่อโรค และการสกัดบางส่วนของสารพันธุกรรมมาผลิตเป็นวัคซีน เป็นต้น

9. Regulatory biotechnology คือการควบคุมทางเทคโนโลยีชีวภาพด้วยกฎข้อบังคับทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Regulation in biotechnology) ได้แก่ การควบคุมตรวจสอบเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยี การซื้อขาย และการใช้ผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีที่เกิดในกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น ในกระบวนการ มี 2 กระบวนการ ได้แก่Quality Assurance (QA) คือการรวมทุกขั้นตอนในกระบวนการถึงเป็นผลิตภัณฑ์ และ Quality Control (QC) คือส่วนหนึ่งของ QA ซึ่งรวมส่วนในห้องปฏิบัติการและการควบคุมกระบวนการและให้ผลิตภัณฑ์มีมาตรฐาน

1.4 บทสรุป

เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) หมายถึงการนำสิ่งมีชีวิตมาผลิตผลิตภัณฑ์ และ/หรือแก้ปัญหา ซึ่งคนรู้จักการใช้สิ่งมีชีวิตเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์มานานแล้ว ตั้งแต่ในอดีต เช่นรู้จักการใช้ราที่ขึ้นบนเต้าหู้มารักษาฝี หนอง การทำขนมปัง ไวน์ ชีส หมักซอส เครื่องปรุงรส ถนอมอาหารด้วยการหมักดอง เป็นต้น การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้ามากขึ้น เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาทางเทคโนโลยีชีวภาพ เช่นการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ การค้นพบสารพันธุกรรม การค้นพบเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรสในการสร้างสายดีเอ็นเอ ความเข้าใจถึงกระบวนการภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต การทดลองวิธีการสร้างสายดีเอ็นเอภายนอกเซลล์ซึ่งเป็นที่มาของปฏิกิริยาพอลิเมอเรสเชน (Polymerase Chain Reaction; PCR) ในปัจจุบันกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพได้รับการพัฒนาถึงในเชิงพาณิชย์ มีความเติบโต และมีความสำคัญในด้านอุตสาหกรรม เทคโนโลยีชีวภาพแบบที่รู้จักกันเป็นการหมักในแบบดั้งเดิมที่มีการพัฒนารูปแบบเข้าสู่การหมักในปัจจุบัน การหมักในแบบดั้งเดิมเป็นการหมักในสภาวะไร้อากาศ ส่วนการหมักในปัจจุบันเป็นการเพาะเลี้ยงแหล่งผลิตภัณฑ์ทั้งจุลินทรีย์ เซลล์พืช และเซลล์สัตว์ ในสภาวะที่ควบคุม เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ความก้าวหน้าด้านพันธุศาสตร์ ความเข้าใจในด้านสารพันธุกรรม กระบวนการภายในเซลล์ เป็นที่มาของพันธุวิศวกรรม โดยเทคโนโลยีชีวภาพในปัจจุบันอาศัยกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมเข้ามาช่วยในการปรับปรุงคุณลักษณะของแหล่งผลิตภัณฑ์ให้ตามต้องการ

คำถามท้ายบทที่ 1

1. จงยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพมาไม่ต่ำกว่า 5 ตัวอย่าง
2. จากข้อที่ 1 จงบอกหลักการ หรือแสดงแผนภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดที่สนใจ
3. การหมักไวน์ ที่มีการเติมอากาศในภายหลัง จะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นอย่างไร
4. จงยกตัวอย่างสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพ พร้อมบอกความสัมพันธ์
5. ท่านคิดว่าซีอิ้วจัดเป็นเทคโนโลยีชีวภาพแขนงใด
6. หากต้องการตรวจสอบการระบาดของโรคท่านสามารถเลือกใช้หลักการจากแขนงเทคโนโลยีชีวภาพใด

7. ถ้าท่านต้องการบำบัดสิ่งแวดล้อมด้วยจุลินทรีย์ ท่านคิดว่าควรเตรียมความพร้อมจุลินทรีย์อย่างไร

8. เซลล์พืช และเซลล์สัตว์มีหลักการในการเลือกใช้ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

9. Transgenic salmon คืออะไร และมีหลักการผลิตอย่างไร

10. ท่านคิดว่า Regulatory biotechnology มีบทบาทอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

Gupta, V., Sengupta, M., Prakash, J., & Tripathy, B. C. (2017). Basic and applied aspects of biotechnology. Singapore: Springer Singapore. [Online] 2017 [Cited 2021 Apr 28] Available from: https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-981-10-0875-7

Ingraham, LJ., and Ingraham, A.C. (1995). ***Introduction to Microbiology***. Wadsworth Publishing Company. California. United States. อ้างถึงใน Rarnum R.S. (2005). ***An Introduction Biotechnology.*** Second edition. Thomsom Learning. United State of America.

Rarnum, R.S. (2005). ***An Introduction Biotechnology.*** Second edition. Thomsom Learning. United State of America.

Strickland, D., Dyck, E.V., Glenn, B., Littlehales, C., and Massey, A. (2007). ***Guide to Biotechnology.*** Biotechnology Industry Organization. Blue House Publishing. [Online] 2007, Aug 22 [cited 2012 April 9] Available from : http://www.pacontrol.com/introduction-to-biotechnology.html