



BIOLOGY OF YEAST
AND APPLICATION FOR BIOTECHNOLOGY

ชีวจิต

และการประยุกต์ใช้
ทางเทคโนโลยีชีวภาพ

พงศนาถ ผ่องเจริญ



สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University Publishing House
www.nupress.grad.nu.ac.th



สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร Naresuan University Publishing House

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร 99 หมู่ 9 อาคารมหาธรรมราชา ชั้น 1 มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0 5596 8833-8836 E-mail : nuph@nu.ac.th

www.nupress.grad.nu.ac.th สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร @nupress

สงวนลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร ห้ามทำซ้ำ คัดแปลง เผยแพร่ต่อสาธารณชนไม่ว่าส่วนใด
ส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร เท่านั้น

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

พงศนาค ผ่องเจริญ.

ชีววิทยาของยีสต์และการประยุกต์ใช้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ = Biology of Yeast and Application for Biotechnology. --พิษณุโลก :

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566.

308 หน้า.

1. ยีสต์. 2. เทคโนโลยีชีวภาพ. I. ชื่อเรื่อง.

579.562

ISBN 978-616-426-325-3

ISBN (e-book) 978-616-426-326-0

สพน. 132

ราคา 450 บาท

พิมพ์ครั้งที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2566

จัดพิมพ์โดย สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

วางจำหน่ายที่ 1. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร. 0 2218 9812

2. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0 2579 0113

3. ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ถนนพระจันทร์ แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0 2613 3899

4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร อาคารมหาธรรมราชา จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0 5596 8833-8836

ประธานกองบรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร. กรองกาญจน์ ชูทิพย์ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แฉ่มเม่น • รองศาสตราจารย์สุทัศน์ เขียววัฒนา • รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ สมกุล •
รองศาสตราจารย์ ดร.เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี • ศาสตราจารย์ ดร. พญ.สุชาติพงษ์ พงษ์เจริญ •
ศาสตราจารย์ ดร. ญ.กรกนก อังคนันท์ • รองศาสตราจารย์ ดร.นิหระ กิจธิระวุฒิวงศ์ •
ศาสตราจารย์ ดร.สุทธา ถาน้อย • รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติมา ขาวอุทัย • รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งโรจน์ แก้วอุไร •
รองศาสตราจารย์ นาวาโท ดร.วิมลชัย หน่ออิง • รองศาสตราจารย์ ดร.วิรัช พุทธิรักษา •
รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์พันธ์ กิจสนาโยธิน • ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวรงค์ จันทรวิจิตร •
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรยาภักย์ สุวพันธ์ • พิชัย ท้วมใจดี • นิพนธ์พร ดันดีพาลผล

ประสานงาน

ภัคศิณี เทิดสิทธิ์กุล

ฝ่ายขาย/การเงิน

พิมพ์ภากรณ์ ดวงสำโรง • วสันต์ มาสวัสต์

ออกแบบปก

สัญญา จันทา

ออกแบบรูปเล่ม

ธรรมบุญ กองกุล

พิมพ์ที่

ร้านสุวรรณาการพิมพ์ 3 30-31 ถนนพญาไท อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0 5525 8101



สำนักพิมพ์นี้เป็นสมาชิกสมาคมผู้จัดพิมพ์
และจำหน่ายหนังสือแห่งประเทศไทย
<https://pubat.or.th>



พิมพ์บน
กระดาษคุณภาพ เพื่อลดงานคุณภาพ
กระดาษแบบพลาสติกชนิด

กรณีต้องการสั่งซื้อหนังสือปริมาณมาก หรือเข้าชั้นเรียนติดต่อได้ที่ฝ่ายจัดจำหน่ายสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
โทร. 0 5596 8836 Email : nuph@nu.ac.th



pubatpress



pubat@nupress.com

คำนำ

ขอบเขตความรู้ด้านชีววิทยาของยีสต์และการประยุกต์ใช้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ ได้มีบทบาทสำคัญมากขึ้นในงานวิจัยหลายด้าน เนื่องจากความโดดเด่นของจุลินทรีย์ยีสต์ที่มีความคล้ายคลึงกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นสูง ทั้งทางด้านโครงสร้างเซลล์และลักษณะทางพันธุกรรม ทำให้ยีสต์ถูกใช้เป็นต้นแบบในการศึกษา เช่น งานวิจัยทางด้านพืช อุตสาหกรรม เภสัชกรรม และโรคที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตาม เอกสารอ้างอิง รายงานการวิจัย และหนังสือที่เกี่ยวข้องโดยส่วนมากเป็นเนื้อหาภาษาต่างประเทศ ทำให้ผู้ที่เริ่มศึกษาเบื้องต้นยังไม่มีความเข้าใจที่ลึกซึ้งเพียงพอ ดังนั้นแล้ว ผู้เขียนจึงได้รวบรวมองค์ความรู้และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับยีสต์และการประยุกต์ใช้จากหนังสือต่างประเทศ รายงานการวิจัย และองค์ความรู้ของผู้เขียนที่ได้ปฏิบัติงานวิจัยในเรื่องเหล่านี้มาจัดทำเป็นหนังสือภาษาไทยขึ้น ด้วยมุ่งหวังให้ผู้อ่านมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐาน และการประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง

หนังสือเล่มนี้ได้เรียบเรียงขึ้นมาโดยมีเนื้อหาครอบคลุมในเรื่องโครงสร้างเซลล์ การเจริญเติบโต ระบบการขนส่งสารภายในเซลล์ เมแทบอลิซึม เทคโนโลยีชีวภาพและการประยุกต์ใช้ทางอุตสาหกรรม ตลอดจนเทคนิคพื้นฐานที่สำคัญเพื่อปฏิบัติงานวิจัยด้านพันธุวิศวกรรมของยีสต์ องค์ความรู้เหล่านี้มีความสำคัญยิ่งในการทำงานวิจัยขั้นสูง ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การใช้หนังสือ “ชีววิทยาของยีสต์และการประยุกต์ใช้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ” ควบคู่กับการค้นคว้าจากสื่อออนไลน์และบทความวิจัย จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาด้านจุลินทรีย์ยีสต์ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อต่อยอดกับงานวิจัยที่สนใจต่อไปได้

พงศนาถ ผ่องเจริญ

สารบัญ

บทที่ 1 โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ยีสต์..... 1

สัณฐานวิทยาทั่วไปของยีสต์.....	2
โครงสร้างห่อหุ้มเซลล์.....	4
ผนังเซลล์.....	4
เยื่อหุ้มเซลล์.....	5
ไซโตพลาซึมและไซโทสเกเลตอน.....	6
นิวเคลียส.....	7
เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม และกอลจิแอปพาราตัส.....	9
แวคิวโอล.....	11
ไมโทคอนเดรีย.....	11
เพอร็อกซิโซม.....	12
บทสรุป.....	13
บรรณานุกรม.....	15

บทที่ 2 การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของยีสต์ 17

การสืบพันธุ์รูปแบบต่าง ๆ ของยีสต์.....	19
การแตกหน่อ.....	19
การสร้างเส้นใย.....	22
การแบ่งเซลล์เป็นสองส่วน.....	23
การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ.....	25
วัฏจักรเซลล์ยีสต์และการควบคุมการเจริญเติบโต.....	27
อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของยีสต์.....	34

ลักษณะทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต	34
ผลกระทบจากความเครียดทางกายภาพต่อการเจริญเติบโต	36
การตายของยีสต์	51
บทสรุป	56
บรรณานุกรม	58

บทที่ 3 ระบบการขนส่งภายในยีสต์ 61

การคัดแยกและการขนส่งโปรตีนภายในเซลล์	63
เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม : ออร์แกเนลล์หลักสำหรับการขนส่ง ..	64
การขนส่งและการจำแนกชนิดของโปรตีนภายในเซลล์	65
การรวมกันระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์	66
การขนส่งโปรตีนระหว่างกอลจิแอปพาราตัสและแวคิวโอล	67
เอนโดไซโทซิส และเอกโซไซโทซิส	70
การขนส่งภายในนิวเคลียส	71
การขนส่งโดยใช้โปรตีนขนส่งที่เยื่อหุ้มเซลล์	72
การขนส่งอะตอมประจุบวก	73
โปรตีนขนส่งที่เยื่อหุ้มเซลล์กลุ่ม Channel และ ATPase	74
การขนส่งแคลเซียมไอออน	78
การขนส่งสารอาหาร	79
การขนส่งภายในไมโทคอนเดรีย	83
การขนส่งสารตั้งต้น	84
ระบบการหายใจ	85
การสร้างพลังงาน	89
บทสรุป	89
บรรณานุกรม	91

บทที่ 4 วิถีเมแทบอลิซึมของยีสต์..... 95

เมแทบอลิซึมของคาร์บอน (carbon metabolism)	97
การสลายน้ำตาล (sugar catabolism)	97
วิถี hexose monophosphate.....	98
กระบวนการหายใจ.....	100
การสังเคราะห์น้ำตาลและคาร์โบไฮเดรต	103
การสังเคราะห์น้ำตาล.....	103
การสังเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์โครงสร้าง.....	106
การสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตสะสม	107
เมแทบอลิซึมของแหล่งพลังงานคาร์บอนที่ไม่ใช่	
น้ำตาลหกคาร์บอนอะตอม	109
เมแทบอลิซึมของไบโอพอลิเมอร์.....	110
เมแทบอลิซึมของน้ำตาลเพนโทส	114
เมแทบอลิซึมของน้ำตาลแอลกอฮอล์	117
เมแทบอลิซึมของไฮโดรคาร์บอน.....	120
การสังเคราะห์สเตอรอล.....	121
เมแทบอลิซึมของไนโตรเจน	123
การดูดซึมไนโตรเจน.....	123
การสังเคราะห์กรดอะมิโน	127
เมแทบอลิซึมของฟอสฟอรัสและซิลเฟอร์	130
บทสรุป	133
บรรณานุกรม	135

บทที่ 5 เทคนิคพื้นฐานทางจุลชีววิทยา

และชีวเคมีสำหรับงานวิจัยยีสต์..... 139

เทคนิคพื้นฐานการเพาะเลี้ยงเซลล์ยีสต์.....	141
การจำแนกอาหารเลี้ยงเชื้อยีสต์.....	141
เทคนิคปราศจากเชื้อ.....	145
การย้อมสีเซลล์ยีสต์.....	147
การนับจำนวนเซลล์.....	155
การนับจำนวนเซลล์โดยตรงจากกล้องจุลทรรศน์.....	155
การนับจำนวนเซลล์ในงานเพาะเชื้อ.....	161
การคำนวณเวลาชั่วรุ่น.....	164
เทคนิคทางชีวเคมีสำหรับงานวิจัยยีสต์.....	170
การแยกและวิเคราะห์สารชีวโมเลกุล.....	171
การวิเคราะห์สารชีวโมเลกุลเชิงคุณภาพ.....	172
การวิเคราะห์สารชีวโมเลกุลเชิงปริมาณ.....	173
บทสรุป.....	177
บรรณานุกรม.....	179

บทที่ 6 พันธุวิศวกรรมเบื้องต้นสำหรับงานวิจัยยีสต์..... 181

พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับดีเอ็นเอ.....	182
การสกัดดีเอ็นเอ.....	187
การวิเคราะห์ปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธีการดูดกลืนแสง.....	191
ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอไรส.....	192
ดีเอ็นเอพาหะ.....	200
ดีเอ็นเอพาหะสำหรับยีสต์ <i>S. cerevisiae</i>	203

ดีเอ็นเอพาหะสำหรับยีสต์ชนิดอื่น.....	210
เอนไซม์ตัดจำเพาะ	210
การเชื่อมต่อชิ้นส่วนดีเอ็นเอเข้ากับดีเอ็นเอพาหะ.....	214
การเคลื่อนย้ายดีเอ็นเอลูกผสมเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน	215
การคัดเลือกและตรวจสอบโคลนที่มีดีเอ็นเอลูกผสม	220
การคัดเลือกโคลนด้วยยาปฏิชีวนะ	220
การคัดเลือกโคลนด้วยวิธีการคัดเลือกโคโลนีสีฟ้า-ขาว	221
บทสรุป	223
บรรณานุกรม	225

บทที่ 7 เทคโนโลยีชีวภาพของยีสต์และการประยุกต์ใช้... 227

ยีสต์สกัด	229
เบเกอร์ยีสต์.....	232
ปีตากลูแคน.....	233
สารสี เอนไซม์ และสารเคมี.....	236
อนุพันธ์ไฮโอพรีน.....	238
สารสีฟลาโวนอยด์และสทิลเบนอยด์	240
พอลิแซ็กคาไรด์	241
สารเสริมชีวนะ	244
ชีวเภสัชภัณฑ์.....	247
เชื้อเพลิงชีวภาพ.....	249
บทสรุป	254
เอกสารอ้างอิง.....	256

บทที่ 8 งานวิจัยอีสต์ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ..... 261

งานวิจัยอีสต์ด้านการเกษตร.....	263
อีสต์ที่ให้ธาตุอาหารและฮอร์โมนแก่พืช.....	265
อีสต์ที่สร้างสารชีวภาพต่อต้านจุลินทรีย์ก่อโรค	268
การใช้อีสต์เป็นสารกำจัดแมลงชีวภาพ สารกำจัดวัชพืช และสารย่อยสลายทางชีวภาพ	270
งานวิจัยอีสต์ด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	271
งานวิจัยอีสต์ด้านเทคโนโลยีการแพทย์.....	274
งานวิจัยอีสต์ด้านอาหารและเอนไซม์	281
บทสรุป	283
บรรณานุกรม	285

ดัชนี 292

บทที่

1

โครงสร้างและ หน้าที่ของเซลล์ยีสต์





ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มราที่ถูกค้นพบแล้วมากกว่า 1,500 ชนิด ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมและใช้เป็นรูปแบบจำลอง ทางด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1930 โดยนักวิทยาศาสตร์ Hershel Roman ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของยีสต์สู่วงการวิทยาศาสตร์นับตั้งแต่นั้น เป็นต้นมา ท่ามกลางสิ่งมีชีวิตที่เป็นยูแคริโอตทั้งหมด ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* จัดเป็นจุลินทรีย์ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง เกษษกรรม การเกษตร สิ่งแวดล้อม และการแพทย์ เนื่องจากมีข้อได้เปรียบหลายด้าน เช่น ยีสต์มีการดำรงชีวิตแบบเซลล์เดี่ยว มีความซับซ้อนของโครงสร้างและองค์ประกอบภายในน้อยกว่ายูแคริโอตกลุ่มอื่น สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหาร เลี้ยงเชื้อที่ทราบองค์ประกอบและปริมาณที่แน่นอน (chemically defined หรือ synthetic media) ทำให้นักวิจัยสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ระหว่าง การทดลองได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ ยีสต์ได้ถูกนำมาใช้เป็นรูปแบบจำลอง สำหรับสิ่งมีชีวิตยูแคริโอตอื่น เนื่องจากลักษณะโครงสร้างพื้นฐานทางชีววิทยา และกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในยีสต์ค่อนข้างคล้ายคลึงกับยูแคริโอต ขั้นสูง เช่น กระบวนการสังเคราะห์และควบคุมสารชีวโมเลกุล วัฏจักรเซลล์ การจำลองดีเอ็นเอ การสังเคราะห์โปรตีน หรือการตอบสนองต่อสภาวะ ความเครียด เป็นต้น

สัณฐานวิทยาทั่วไปของยีสต์

ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายในด้านรูปร่าง ขนาด และสี ลักษณะสัณฐานวิทยาและขนาดของเซลล์ยีสต์ค่อนข้างมีความผันแปร ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพหรือองค์ประกอบทางเคมีขณะที่ยีสต์กำลังเจริญเติบโต เซลล์ยีสต์สามารถมองเห็นผ่านกล้องจุลทรรศน์แสงธรรมดา (light micro-

บทที่

2

การสืบพันธุ์และ การเจริญเติบโตของยีสต์





ยีสต์มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) และ ไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะมีการสร้างแอสโคสปอร์ (ascospore) ซึ่งเกิดจากการจับคู่กันของยีสต์สองตัว เป็นวิธีการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนยีสต์แฮพลอยด์ (haploid) ด้วยการสร้างสปอร์ภายใต้สภาวะความอดอยาก (starvation) สำหรับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ยีสต์ส่วนมากมีการสืบพันธุ์แบบแตกหน่อ (budding) ซึ่งเป็นวิธีที่พบบ่อยที่สุด แต่มียีสต์บางชนิด สามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้ด้วยวิธีการแบ่งออกเป็นสอง (fission) หรือใช้วิธีการสร้างเส้นใย (filamentous) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม รูปแบบการสืบพันธุ์แต่ละประเภทมีความจำเพาะเจาะจงขึ้นอยู่กับชนิดของยีสต์ (รูปที่ 2.1) การเจริญเติบโตของยีสต์มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพ สารเคมี และปัจจัยทางชีวภาพของสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ผลกระทบจากปัจจัยความเครียด เช่น อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม การขาดแคลนน้ำ ความเข้มข้นเอทานอล และสารอนุมูลอิสระ สามารถส่งผลกระทบต่ออัตราการอยู่รอดและเพิ่มโอกาสการเสียชีวิตให้กับยีสต์ แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจัยความเครียดเหล่านี้ เป็นสิ่งที่ยีสต์จะต้องพบเจอเมื่ออยู่ในสภาวะการหมักในระดับอุตสาหกรรม ดังนั้นแล้ว เพื่อให้เข้าใจถึงการเจริญเติบโตและการตอบสนองของเซลล์ภายใต้สภาวะความเครียด จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะทางกายภาพ ปัจจัยทางเคมี และชีวภาพที่ส่งผลกระทบต่อการอยู่รอดและการตายของยีสต์ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงระดับอุตสาหกรรมต่อไป

บทที่

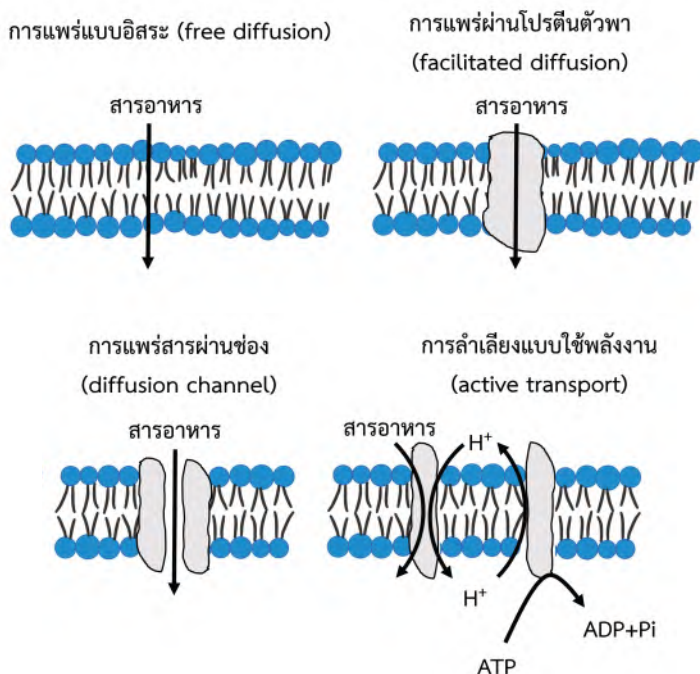
3

ระบบการขนส่งภายในยีสต์





การขนส่งสารภายในเซลล์ยีสต์จำเป็นต้องผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เช่น ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ ชั้นผนังเซลล์ของยีสต์มีลักษณะโครงสร้างเป็น รูปพรุนและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยเฉพาะในช่วงที่เซลล์มีการแบ่งตัว หรือเพิ่มจำนวน เยื่อหุ้มเซลล์เปรียบเหมือนเยื่อกั้นระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก และใช้เป็นทางผ่านระหว่างสารอาหารหรือสารชีวโมเลกุล กลไกพื้นฐานที่ใช้ในการขนส่งสารเข้าออกระหว่างเซลล์มีสี่รูปแบบ ดังนี้ (รูปที่ 3.1) คือ



รูปที่ 3.1 กลไกการเข้า-ออกของสารที่แตกต่างกันทั้งสี่รูปแบบ ได้แก่ การแพร่แบบอิสระ การแพร่ผ่านโปรตีนตัวพา การแพร่ผ่านช่อง และการลำเลียงแบบใช้พลังงาน (Cooper & Adams, 2022)

ที่มา : ภาพวาดโดย พงศนาถ ผ่องเจริญ อ้างอิงจาก Walker, 1998

บทที่

4

วิธีเมแทบอลิซึมของยีสต์





เมแทบอลิซึมยีสต์เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวเคมีของการดูดซึมและย่อยสลายสารอาหารเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต ประกอบไปด้วยสองวิถี ได้แก่ วิธีการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุล (anabolic pathway) และวิธีการสลายสารชีวโมเลกุล (catabolic pathway) วิธีการสังเคราะห์เป็นกระบวนการที่ใช้พลังงานเพื่อสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลขึ้นมาใหม่ และนำมาใช้ในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ในขณะที่วิธีการสลายเป็นกระบวนการสร้างพลังงานโดยใช้กลไกการถ่ายโอนอิเล็กตรอน โดยทั้งสองวิธียังมีความเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase) และโคแฟกเตอร์ สองชนิดคือ ไนโคตินาไมด์ อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์ ฟอสเฟต (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate; NADP) และ ไนโคตินาไมด์ อะดีนีน ไดนิวคลีโอไทด์ (nicotinamide adenine dinucleotide; NAD) กลไกการสังเคราะห์และการสลายสารชีวโมเลกุลมีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง และไม่สามารถเกิดขึ้นได้เพียงกลไกใดกลไกหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของเซลล์ยีสต์ (รูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 ความเชื่อมโยงระหว่างวิธีการสลายและการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุล การสลายสารชีวโมเลกุลด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้ได้มาซึ่งพลังงานที่สามารถนำไปใช้ต่อไปในปฏิกิริยารีดักชันของวิธีการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุล

ที่มา : ภาพวาดโดย พงศนาถ ผ่องเจริญ อ้างอิงจาก Walker, 1998

บทที่

5

**เทคนิคพื้นฐานทางจุลชีววิทยา
และชีวเคมีสำหรับงานวิจัยยีสต์**





S. cerevisiae เป็นยีสต์ที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เช่น การผลิตไวน์ เบียร์ หรือขนมปัง เป็นต้น โดยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1930 ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและกลไกพื้นฐานของเซลล์ยีสต์และสิ่งมีชีวิตอื่นที่ใช้เป็นแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น *Drosophila* หรือ *Neurospora* จากการศึกษาพบว่า ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะโดดเด่นหลายประการมากกว่าแบบจำลองชนิดอื่น เนื่องจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. ยีสต์สามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาอันสั้น
2. ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวประเภทยูแคริโอตที่สามารถเจริญเติบโตได้ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ซับซ้อน
3. ยีสต์สามารถทำแผนที่ทางพันธุกรรมได้ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมด้วยวิธีการวิเคราะห์การกลายพันธุ์
4. สามารถคัดแยกส่วนประกอบย่อยภายในเซลล์ยีสต์ออกมาได้ จึงมีประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาหน้าที่และการทำงานขององค์ประกอบภายในเซลล์

การศึกษาและทำงานวิจัยเกี่ยวกับยีสต์ จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีทั้งด้านการเพาะเลี้ยงเซลล์ ตลอดจนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัฏจักรของเซลล์ ชนิดของเซลล์เพาะเลี้ยง ชนิดของอาหาร สภาพะในการเลี้ยงเซลล์ เทคนิคการเลี้ยงเซลล์แบบปลอดเชื้อ และความรู้ความเข้าใจถึงเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเซลล์ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์ยีสต์ที่ถูกต้อง จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้ทางจุลชีววิทยาและชีวเคมี เพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการศึกษาวิจัยขั้นสูง เช่น การศึกษาการตอบสนองของเซลล์ยีสต์ต่อสภาวะความเครียด การศึกษาหน้าที่และการแสดงออกของยีน ความเป็นพิษของสารเคมีต่อการเจริญเติบโตและการตายของเซลล์ และการถ่ายโอนยีน เพื่อให้ได้คุณลักษณะที่ต้องการทางการเกษตร อุตสาหกรรม หรือทางการแพทย์ เป็นต้น

บทที่

6

พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น
สำหรับงานวิจัยยีสต์





นับตั้งแต่ช่วงกลางปี ค.ศ. 1950 เทคนิคทางอนุชีววิทยาได้เริ่มเข้ามามีบทบาทและนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย ต่อมาในปี ค.ศ. 1996 ข้อมูลทางพันธุกรรมทั้งหมดของยีสต์ *S. cerevisiae* ได้ถูกวิเคราะห์อย่างสมบูรณ์ทำให้ยีสต์เป็นยูแคริโอตแรกสำหรับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้อ้างอิงเปรียบเทียบกับลักษณะทางพันธุกรรมของมนุษย์ สัตว์ และพืชได้เป็นอย่างดี ปัจจุบัน เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมได้เข้าไปมีบทบาทเกี่ยวข้องในหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็น งานวิจัยทางการแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับพันธุวิศวกรรมได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว การปฏิบัติงานทางด้านพันธุวิศวกรรมโดยใช้ยีสต์เป็นรูปแบบจำลองจึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น ความรู้พื้นฐานและเทคนิคปฏิบัติการทางอนุชีววิทยาสำหรับงานวิจัยยีสต์ที่สำคัญ ได้แก่ การสกัดดีเอ็นเอ การเพิ่มจำนวนสารพันธุกรรมด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส และการโคลนนิ่ง เป็นเทคนิคปฏิบัติการที่ทำให้งานวิจัยทางพันธุกรรมยีสต์สามารถพัฒนาต่อไปได้อย่างไม่สิ้นสุด โดยในบทนี้ ได้กล่าวถึงรายละเอียดพื้นฐานและเทคนิคปฏิบัติการที่จำเป็นสำหรับการทำดีเอ็นเอโคลนนิ่ง

พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับดีเอ็นเอ

ลักษณะของสิ่งมีชีวิตถูกกำหนดและควบคุมโดยสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ที่เรียกว่า กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ประเภทดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอ กรดนิวคลีอิกทำหน้าที่ควบคุมโครงสร้างและการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในสิ่งมีชีวิตให้เป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำโดยโมเลกุลของดีเอ็นเอที่ถูกถ่ายทอดไปสู่เซลล์ลูกเมื่อมีการแบ่งเซลล์ เรียกว่า สารพันธุกรรม (genetic material) สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่มีสารพันธุกรรมเป็นดีเอ็นเอ ยกเว้นไวรัสบางชนิดเท่านั้นที่มีสารพันธุกรรมเป็นอาร์เอ็นเอ

บทที่

7

เทคโนโลยีชีวภาพของยีสต์ และการประยุกต์ใช้





เทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) คือการนำองค์ความรู้ทางชีววิทยาไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนา ต่อยอด และสร้างให้เกิดผลิตภัณฑ์เฉพาะด้านในสาขาต่าง ๆ เช่น การแพทย์ พันธุศาสตร์ อนุชีววิทยา จุลชีววิทยา หรือวิศวกรรม เป็นต้น ตั้งแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบัน เทคโนโลยีชีวภาพได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก สามารถแบ่งยุคของเทคโนโลยีชีวภาพได้ดังต่อไปนี้

Blue biotechnology เทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้สำหรับการประมง เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมด้านอาหารสัตว์น้ำ ควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์น้ำ และควบคุมสัตว์น้ำที่เป็นพิษ

Green biotechnology การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับพืชและผลผลิตทางการเกษตร เช่น เทคนิคพันธุวิศวกรรมพืช การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อระบุความจำเพาะของพืช ปุ๋ยชีวภาพ หรือสารเคมีชีวภาพ เป็นต้น

Red biotechnology เทคโนโลยีชีวภาพทางการแพทย์หรืออาหาร เพื่อสุขภาพ เช่น วิศวกรรมชีวการแพทย์ เทคโนโลยีการขนส่งลำเลียงยา การตรวจวินิจฉัยโรคด้วยเทคนิคทางอนุพันธุศาสตร์ หรือเทคโนโลยียับยั้ง เป็นต้น

White biotechnology เทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ด้านอุตสาหกรรม โดยใช้สิ่งมีชีวิตและเอนไซม์ในการผลิตหรือแปรรูปวัสดุดิบ ไม่ว่าจะเป็นการผลิตสารเคมี วัสดุ หรือพลังงาน รวมทั้งเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพด้านพลังงาน การผลิตไบโอเอทานอล ไบโอดีเซล อุตสาหกรรม การผลิตยาปฏิชีวนะ อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม เป็นต้น

Grey biotechnology เทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้เพื่อสิ่งแวดล้อม สามารถแบ่งออกได้เป็นสองสาขา คือ 1) การรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ และ 2) การกำจัดสิ่งปนเปื้อน

บทที่

8

งานวิจัยยีสต์
ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ





นักวิทยาศาสตร์ได้เริ่มให้ความสนใจและเรียนรู้เกี่ยวกับจุลินทรีย์ตั้งแต่ช่วงต้นศตวรรษที่สิบเก้า โดยสิ่งมีชีวิตในกลุ่มของราเป็นจุลินทรีย์กลุ่มแรกที่นักวิทยาศาสตร์ได้เริ่มศึกษาและค้นคว้าวิจัย และในเวลาต่อมา การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ได้ขยายขอบเขตมากยิ่งขึ้น ครอบคลุมไปถึงจุลินทรีย์ในกลุ่มยีสต์ เนื่องจากยีสต์มีคุณลักษณะที่โดดเด่นคือ มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรียและมีศักยภาพด้านอุตสาหกรรมการหมัก ด้วยเหตุผลดังกล่าว การศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับยีสต์จึงได้เริ่มต้นขึ้น โดยในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1850–1880 นักวิทยาศาสตร์เริ่มมีการจัดจำแนกชนิดของยีสต์และศึกษาลักษณะทางสรีรวิทยาของยีสต์ที่ค้นพบ รวมทั้งมีการศึกษาวิจัยด้านชีวเคมี ที่นำไปสู่ความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีชีวภาพ งานวิจัยยีสต์ด้านเทคโนโลยีชีวภาพได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนนำไปสู่การพัฒนาระดับอุตสาหกรรมในหลาย ๆ ด้าน (รูปที่ 8.1)



รูปที่ 8.1 การประยุกต์ใช้ยีสต์ในงานทางเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมพลังงาน และงานวิจัยด้านการแพทย์ สิ่งแวดล้อม ชีววิทยา เป็นต้น

ที่มา : ภาพวาดโดย พงศนาถ ผ่องเจริญ



320
บาท

ชีวเภสัชภัณฑ์: การออกแบบและพัฒนา Biopharmaceuticals: Design & Development

ผู้แต่ง : รศ. ดร. ภก.พัฒนา ศรีพลากิจ

ในปัจจุบันมีชีวเภสัชภัณฑ์หลายชนิดได้รับการออกแบบและพัฒนาเพื่อใช้ในการทางการแพทย์ ซึ่งบางส่วนได้รับการขึ้นทะเบียนยาแล้ว และอีกจำนวนมากยังอยู่ระหว่างขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา ในอนาคตอันใกล้คาดว่าจะมีส่วนการเพิ่มขึ้นของจำนวนชีวเภสัชภัณฑ์ใหม่จะมีมากกว่ายาที่ผลิตโดยวิธีการสังเคราะห์ทางเคมี ซึ่งกลุ่มชีวเภสัชภัณฑ์ที่อยู่ในความสนใจในปัจจุบัน ได้แก่ ไซโตไคน์ โกรทแฟกเตอร์ ไมโนโคลนอลแอนติบอดี เปปไทด์ ฮอโมน โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด และเอนไซม์เพื่อการรักษา

หนังสือแนะนำ



250
บาท

วัสดุชีวภาพ Biomaterials

ผู้แต่ง : รศ. ดร.สุกัญญา รอส

หนังสือเล่มนี้ อธิบายความหมายของ วัสดุชีวภาพ พร้อมทั้งชี้ให้เห็นถึงความเหมือนและความต่างของวัสดุชีวภาพ กับ พลาสติกชีวภาพ พอลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และ พลาสติก ซึ่งมีความสำคัญต่อการนำไปประยุกต์ใช้ด้านการแพทย์ทันตกรรมกระดูก และวิศวกรรมเนื้อเยื่อ เพื่อเรียนรู้แหล่งกำเนิดของวัสดุชีวภาพชนิดต่าง ๆ ประวัติความเป็นมา จากอดีตถึงปัจจุบัน การจำแนกประเภทของวัสดุชีวภาพเช่น พอลิเมอร์ โลหะ และเซรามิก รวมทั้งเทคนิคการขึ้นรูปวัสดุ โครงเลี้ยงเซลล์ เช่นอิเล็กโตรสปินนิง การพิมพ์แบบสามมิติ ตลอดจนการวิเคราะห์สมบัติ ด้านสัณฐานวิทยาสมบัติเชิงกล และการทดสอบเซลล์



290
บาท

เอนไซม์และการประยุกต์ใช้ ในอุตสาหกรรมอาหาร

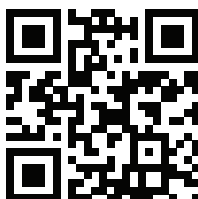
ผู้แต่ง : ผศ. ดร.ทิพวรรณ ทองสุข

เอนไซม์ไม่ใช่เรื่องไกลตัวอย่างที่เราคิด แต่เกี่ยวข้องกับอาหารที่เราบริโภคมานาน จุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ซึ่งเปลี่ยนลักษณะของอาหาร ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค เช่น เปลี่ยนน้ำผลไม้ให้เป็นไวน์ เปลี่ยนน้ำมันให้เป็นบัตเตอร์มิลค์ หรือโยเกิร์ต หรือเครื่องปรุงรสอย่างน้ำปลา ซีอิ๊ว เอนไซม์เป็นสารช่วยในการผลิตและในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์มากมายในอุตสาหกรรมอาหารเอนไซม์ยังใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการเพิ่มมูลค่าและคุณค่าอาหารหนังสือเล่มนี้ครอบคลุมบทบาทของเอนไซม์ในการพัฒนาน้ำมันสกัดวีธีธรรมชาติการเพิ่มผลผลิตและคุณค่ามันผลไม้ ผลิตภัณฑ์อาหารกาบาสสูง และการผลิตพรีไบโอติก ซึ่งเป็นส่วนผสมอาหารฟังกซ์ชันจากผลพลอยได้อุตสาหกรรมเกษตรหนังสือเล่มนี้ เหมาะสำหรับนักปริญญาตรี นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไปช่วยเติมเต็มผู้อ่านด้วยองค์ความรู้ ช่วยสร้างแนวทางการนำเทคโนโลยีเอนไซม์ประยุกต์ใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอนาคต



สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

สั่งซื้อหนังสือออนไลน์ จัดส่งถึงบ้านสะดวกรวดเร็ว



สั่งซื้อทันที

กรณีต้องการสั่งซื้อหนังสือปริมาณมาก หรือเข้าชั้นเรียนติดต่อได้ที่
ฝ่ายจัดจำหน่ายสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

✉ nuph@nu.ac.th

📘 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

☎ 0 5596 8833-8836

🌐 nu_publishing



NUPH
online store

www.nupress.grad.nu.ac.th