พันธุศาสตร์โมเลกุล พื้นฐานจำเป็น

สำหรับงานวิจัยด้านพืช

ตัวอย่าง

คำรพ รัตนสุต

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

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ
National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

คำรพ รัตนสุต.
พันธุศาสตร์โมเลกุลพื้นฐานจำเป็นสำหรับงานวิจัยด้านพืช.-- พิษณุโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561.
207 หน้า.
1. พันธุศาสตร์โมเลกุล. I. ชื่อเรื่อง.

572.8
ISBN 978-616-426-081-8
ISBN (e-book) 978-616-426-084-9
สพน. 42
ราคา **390** บาท
พิมพ์ครั้งที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2561 จำนวนพิมพ์ 500 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร ห้ามการลอกเลียนไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าในรูปแบบใด ๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร เท่านั้น

ผู้จัดพิมพ์ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

มีวางจำหน่ายที่ 1. **ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** อาคารวิทยกิตติ์ ชั้น 14 ซอยจุฬาลงกรณ์ 64 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
สาขา ศาลาพระเกี้ยว กรุงเทพฯ โทร. 0-2218-7000-3
สยามสแควร์ กรุงเทพฯ โทร. 0-2218-9881, 0-2255-4433
มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โทร. 0-5526-0162-5
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โทร. 044-216131-2
มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี โทร. 0-3839-4855-9
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (รร.จปร.) จังหวัดนครนายก โทร. 037-393-023, 037-393-036
จัตุรัสจามจุรี กรุงเทพฯ โทร. 0-2160-5301
รัตนาธิเบศร์ จังหวัดนนทบุรี โทร. 0-2950-5408-9
มหาวิทยาลัยพะเยา โทร. 0-5446-6799, 0-5446-6800
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน โทร. 044-922662-3
สาขาย่อยคณะครุศาสตร์จุฬาฯ โทร. 0-2218-3979
2. **ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** อาคารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 0-2579-0113
3. **ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์** อาคารอเนกประสงค์ ชั้น 1 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ถนนพระจันทร์ แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0-2613-3899, 0-2623-6493
สาขา ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โทร. 0-5394-4990-1
ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา โทร. 0-7428-2980, 0-74282981
ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา โทร. 0-7329-9980
4. **ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยขอนแก่น** 123 หมู่ 16 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 โทร. 0-4320-2842
5. **ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยมหาสารคาม** 41/20 ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150 โทร. 0-4375-4319

กองบรรณาธิการ กองบรรณาธิการจัดทำเอกสารสิ่งพิมพ์ทางวิชาการของสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
ออกแบบปก สรญา แสงเย็นพันธ์
พิมพ์ที่ รัตนสุวรรณการพิมพ์ 3 30-31 ถนนพญาลิไท อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 โทร. 0-5525-8101

pubat
สำนักพิมพ์นี้เป็นสมาชิกสมาคมผู้จัดพิมพ์และผู้จำหน่ายหนังสือแห่งประเทศไทย
http://www.thaibooksociety.com

Green Read by SCG Packaging
พิมพ์บน กระดาษคุณภาพ เพื่อผลงานคุณภาพ
กระดาษถนอมสายตากรีนรีด

กรณีต้องการสั่งซื้อหนังสือปริมาณมาก หรือเข้าชั้นเรียนติดต่อได้ที่ ฝ่ายจัดจำหน่ายสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
nuph@nu.ac.th
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
0 5596 8833-8836
nu_publishing

NUPH online store
www.nupress.grad.nu.ac.th

ตัวอย่าง

คำนำ

เทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุลของพืชมีการศึกษาวิจัยมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่มีการรายงานโครงสร้างระดับโมเลกุลของดีเอ็นเอเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1953 โดยเจมส์ วัตสัน และฟรานซีส คริค รวมทั้งโรสลินด์ แฟรงคลินต์ด้วย งานวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุลมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและถูกจัดให้เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะนำมาใช้เพื่อพัฒนาและแก้ปัญหาทั้งด้านการเกษตร สิ่งแวดล้อม และการแพทย์ พื้นฐานความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลนับเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาวิจัยด้านนี้ หนังสือเล่มนี้ผู้เรียบเรียงได้รวบรวมข้อมูลจากหนังสือ ตำรา และบทความต่าง ๆ รวมทั้งจากประสบการณ์การทำวิจัยทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพพืชสมัยใหม่ของผู้เรียบเรียงเองเพื่อนำเสนอความรู้และเทคนิคพื้นฐานทางพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลที่จำเป็นสำหรับผู้ที่จะเริ่มต้นศึกษาวิจัยทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุลของพืชโดยแบ่งเนื้อหาเป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกเป็นความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกรดนิวคลีอิค จีโนม ยีนและกลไกการทำงานของยีน และส่วนที่สองเป็นหลักการเทคนิคระดับโมเลกุลพื้นฐานที่จำเป็นในการทำงานวิจัยระดับโมเลกุลของพืช การเข้าใจในหลักการของแต่ละเทคนิคเป็นอย่างดีจะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถประยุกต์และดัดแปลงวิธีการและขั้นตอนได้อย่างเหมาะสมเมื่อประสบกับปัญหาในการทำวิจัย และช่วยให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการทดลองมากขึ้น ปัจจุบันนี้มีการพัฒนาสื่อออนไลน์ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลจำนวนมาก ทั้งแสดงกลไกต่าง ๆ ภายในเซลล์สิ่งมีชีวิตและเทคโนโลยีหรือเทคนิคที่ใช้ในการทำวิจัย ซึ่งช่วยให้สามารถเข้าใจและเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น การใช้หนังสือเล่มนี้ประกอบกับการเรียนรู้จากสื่อเหล่านี้จะช่วยให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ช่วยปูพื้นฐานความรู้เบื้องต้นทางด้านพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลที่จำเป็นให้แก่ผู้ที่เริ่มต้นศึกษาวิจัยทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพระดับโมเลกุลของพืชตลอดจนใช้เป็นฐานในการศึกษาวิจัยขั้นสูงต่อไปได้

คำรพ รัตนสุต

กรกฎาคม 2560

ตัวอย่าง

สารบัญ

บทที่ 1 กรดนิวคลีอิค ยีน และจีโนม 1

กรดนิวคลีอิค 2

ยีนและโครโมโซม 8

การจัดระเบียบของจีโนมในนิวเคลียส 9

ทรานสโพสเซเบิ้ลเอลิเมนต์ 15

จีโนมในคลอโรพลาสต์และไมโตคอนเดรียของพืช 19

บรรณานุกรม 21

บทที่ 2 แกนหลักของชีววิทยาระดับโมเลกุล 23

การจำลองดีเอ็นเอ 24

» จุดเริ่มต้นและกลไกการจำลองดีเอ็นเอในนิวเคลียส 25

» การจำลองดีเอ็นเอในนิวเคลียสแบบกึ่งอนุรักษ์และกึ่งไม่ต่อเนื่อง 28

» การปกป้องปลายโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอตโดยเทโลเมีย 31

» การควบคุมการจำลองดีเอ็นเอ 34

การถอดรหัสดีเอ็นเอในการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ 34

» อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรสในนิวเคลียส 35

» คุณลักษณะและหน้าที่ของอาร์เอ็นเอ 36

» การจัดกลุ่มอาร์เอ็นเอตามหน้าที่และขนาด 37

» อาร์เอ็นเอกับไรโบโซม 37

» อาร์เอ็นเอถ่ายโอนในเซลล์พืช 38

» อาร์เอ็นเอนำรหัสในไซโทพลาสซึม 40

» กระบวนการตัดแต่งอาร์เอ็นเอ หรืออาร์เอ็นเอโพรเซสซิ่ง 43

» อินทรอนในอาร์เอ็นเอของพืช 43

การแปลรหัสอาร์เอ็นเอในการสังเคราะห์โปรตีน 44

» การแปลรหัสอาร์เอ็นเอจากโคดอนเป็นกรดอะมิโน 45

» การสังเคราะห์โปรตีน 48

» การควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนในไซโทซอล 49

บรรณานุกรม 52

ตัวอย่าง

บทที่ 3 การสกัดแยกกรดนิวคลีอิคของพืช 53
การสกัดแยกจีโนมิคดีเอ็นเอ 54
» บัฟเฟอร์สำหรับใช้สกัดดีเอ็นเอ 55
» การสกัดด้วยฟีนอลและคลอโรฟอร์ม 55
» การตกตะกอนกรดนิวคลีอิค 56
» การแยกดีเอ็นเอบริสุทธิ์ 57
» ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและปริมาณของดีเอ็นเอที่สกัดได้ 57
การสกัดอาร์เอ็นเอ 60
» การเตรียมตัวอย่างพืชสำหรับสกัดอาร์เอ็นเอ 62
» การย่อยเซลล์และสกัดแยกอาร์เอ็นเอ 62
» การตกตะกอนอาร์เอ็นเอ 64
การวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณของกรดนิวคลีอิค 64
» เจลอิเล็คโทรโฟรีซีส 64
» การวัดปริมาณกรดนิวคลีอิคด้วยค่าการดูดกลืนแสงช่วงรังสียูวี 71
» การวัดปริมาณกรดนิวคลีอิคด้วยแสงฟลูออเรสเซนส์ 73
บรรณานุกรม 74

บทที่ 4 หลักพีซีอาร์พื้นฐาน 79
หลักการพีซีอาร์พื้นฐาน 80
การใช้อุณหภูมิควบคุมปฏิกิริยาพีซีอาร์ 82
ขั้นตอนการทำงานของปฏิกิริยาพีซีอาร์ 83
โอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพรเมอร์ 86
การออกแบบโอลิโกนิวคลีโอไทด์ไพรเมอร์ 89
» การออกแบบไพรเมอร์แบบจำเพาะ 89
» การออกแบบดีเจนเนอเรตไพรเมอร์ 92
เอ็นไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรสสำหรับพีซีอาร์ 95
การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับแต่ละปฏิกิริยาพีซีอาร์ 97
ความหลากหลายของพีซีอาร์ 102
บรรณานุกรม 104

ตัวอย่าง

บทที่ 5 ดีเอ็นเอโคลนนิ่ง 107
เอ็นไซม์ตัดจำเพาะ 109
เจ้าบ้านและเวกเตอร์ 112
ดีเอ็นเอโคลนนิ่งแบบมาตรฐาน 114
» การเตรียมพลาสมิดเวกเตอร์แบบมาตรฐาน 115
» ดีเอ็นเอไลเกชั่น 117
» กระบวนการถ่ายดีเอ็นเอเข้าสู่เซลล์แบคทีเรีย 121
» การคัดเลือกโคลนที่มีรีคอมบิแนนท์พลาสมิด 123
» การเก็บรักษาโคลนระยะยาว 126
พีซีอาร์โคลนนิ่ง 126
รีคอมบิเนชั่นโคลนนิ่ง 128
การโคลนโดยไม่ผ่านปฏิกิริยาไลเกชั่น 130
บรรณานุกรม 132

บทที่ 6 เทคนิคพันธุวิศวกรรมพืชเบื้องต้น 135
การถ่ายยีนผ่านอะโกรแบคทีเรียม 136
» ชีววิทยาของอะโกรแบคทีเรียมและโรคปุ่มปม 136
» พลาสมิด Ti 137
» กระบวนการถ่ายและแทรก T-DNA 138
เวกเตอร์สำหรับการถ่ายดีเอ็นเอสู่พืช 140
» จุดเริ่มต้นการจำลองตัวเองสำหรับเวกเตอร์ที่ใช้ในการถ่ายยีนสู่พืช 143
» เครื่องหมายคัดเลือกพืชที่ได้รับการถ่ายดีเอ็นเอ 144
» ยีนรายงานผล 145
» โปรโมเตอร์และเทอร์มิเนเตอร์ 147
ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของยีนที่จะถ่ายเข้าสู่พืช 150
การสร้างพืชดัดแปลงพันธุกรรม 152
» การถ่ายยีนสู่พืชผ่านอะโกรแบคทีเรียม 153
» การถ่ายยีนสู่ต้นพืชโดยตรง 153
» การถ่ายยีนโดยไม่ใช้อะโกรแบคทีเรียมเป็นพาหะ 154
» การถ่ายยีนโดยใช้สารพอลิเอธิลีนไกลคอล 155

ตัวอย่าง

» การถ่ายยีนโดยใช้กระแสไฟฟ้า 156
เทคโนโลยียีนสะอาด 157
บรรณานุกรม 158

บทที่ 7 การตรวจสอบการแสดงออกของยีน 161
นอร์ธเธิร์นบล็อตไฮบริไดเซชั่น 162
รีเวิร์สทรานสคริปเทสพีซีอาร์หรืออาร์ทีพีซีอาร์ 166
» อาร์ทีพีซีอาร์แบบมาตรฐาน 167
» อาร์ทีพีซีอาร์แบบกึ่งปริมาณ 169
» อาร์ทีพีซีอาร์เชิงปริมาณ 172
บรรณานุกรม 186

ดัชนี 189

ตัวอย่าง

CHAPTER

01

กรดนิวคลีอิค ยีน และจีโนม

ตัวอย่าง

กรดนิวคลีอิค (nucleic acid) เป็นชีวโมเลกุล (biological molecule) ขนาดใหญ่ในกลุ่มแมคโครโมเลกุล (macromolecule) ที่อยู่ในรูปสายพอลิเมอร์ (polymer) ทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม (genetic information) กรดนิวคลีอิคของสิ่งมีชีวิตมี 2 ชนิด ได้แก่ ดีเอ็นเอ (DNA ย่อมาจาก deoxyribonucleic acid) และอาร์เอ็นเอ (RNA ย่อมาจาก ribonucleic acid) กลไกชีวเคมีต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตอาศัยเอ็นไซม์ (enzyme) ซึ่งสร้างมาจากรหัสที่อยู่ในโมเลกุลดีเอ็นเอในจีโนม (genome) ของเซลล์ ดีเอ็นเอ ส่วนที่มีรหัสอยู่นี้ คือ ยีน (gene) ในกระบวนการถอดรหัส (transcription) ของยีนลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นแม่แบบ (DNA template) สำหรับการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ อาร์เอ็นเอที่ถอดรหัสมาจากยีน เรียกว่า อาร์เอ็นเอนำรหัส (messenger RNA) หรือ เอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) ซึ่งจะถูกแปลรหัสไปเป็นลำดับของกรดอะมิโน (amino acid) เพื่อสร้างเป็นโปรตีนหนึ่งชนิดหรือมากกว่าหนึ่งชนิดผ่านกระบวนการแปลรหัส (translation) นำไปสู่การกำหนดลักษณะฟีโนไทป์ (phenotype) ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

กรดนิวคลีอิค

ดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอเป็นพอลิเมอร์ที่ยาวและไม่มีกิ่งก้านประกอบขึ้นจากโมโนเมอร์ (monomer) ที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ซึ่งมีอยู่ 5 ชนิด แต่ละชนิดประกอบด้วยน้ำตาลเพนโตส (pentose sugar) ซึ่งเป็นน้ำตาลคาร์บอน 5 อะตอม หมู่ฟอสเฟต (phosphate group) และไนโตรจีนัสเบส (nitrogenous base) ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเพียวรีน (purine) และกลุ่มไพริมิดีน (pyrimidine) (รูปที่ 1.1) นิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ (deoxyribonucleotide) ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโตสชนิดดีออกซีไรโบส (2-deoxyribose sugar) คือ ไม่มีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) ตรงคาร์บอน (carbon) ตำแหน่งที่ 2´ (C-2´) ของน้ำตาลเพนโตส ส่วนนิวคลีโอไทด์ของอาร์เอ็นเอเป็นไรโบนิวคลีโอไทด์ (ribonucleotide) ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโตสชนิดไรโบส (ribose sugar) ซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิลตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 2´ ของน้ำตาลเพนโตสทำให้อาร์เอ็นเอมีเสถียรภาพน้อยกว่าดีเอ็นเอมาก โดยเฉพาะในสารละลายที่เป็นแอลคาไลน์ (alkaline solution)

ตัวอย่าง

CHAPTER

02

แกนหลักของชีววิทยาระดับโมเลกุล

ตัวอย่าง

เซลล์สิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดเก็บข้อมูลทางพันธุกรรมในรูปของดีเอ็นเอสายคู่ (double-stranded DNA) ยกเว้นไวรัส (virus) ซึ่งอาจมีจีโนมประกอบด้วยกรดนิวคลีอิคสายคู่หรือสายเดี่ยว กรดนิวคลีอิคของไวรัสอาจเป็นดีเอ็นเอหรืออาร์เอ็นเอ โดยทั่วไปจีโนมของไวรัสมีขนาดเล็ก และสร้างโปรตีนเพียงไม่กี่ชนิดที่จำเป็นในการเพิ่มจำนวนของไวรัส ในการจำลอง และเพิ่มจำนวนกรดนิวคลีอิคของไวรัส ไวรัสอาศัยกลไกทางชีวเคมีของเซลล์เจ้าบ้าน (host cell) ที่อาศัยอยู่ เช่น เมื่อไวรัสที่มีจีโนมเป็นอาร์เอ็นเอทำให้เซลล์ติดเชื้อแล้วระบบปฏิบัติการภายในเซลล์สามารถแปลรหัสจากอาร์เอ็นเอของไวรัสไปเป็นโปรตีนได้โดยตรง หรืออาจใช้จีโนมของไวรัสเป็นแม่แบบแล้วสังเคราะห์อาร์เอ็นเอคู่สม (complementary RNA) สำหรับการแปลรหัสต่อไป ไวรัสที่มีจีโนมเป็นอาร์เอ็นเอบางชนิดจะสร้างเอ็นไซม์รีเวิร์สทรานสคริปเทส (reverse transcriptase) เพื่อใช้สังเคราะห์ดีเอ็นเอโดยใช้อาร์เอ็นเอเป็นแม่แบบ ทันทีที่เอ็นไซม์นี้กระตุ้นการถอดรหัสแบบย้อนกลับ (reverse transcription) จากอาร์เอ็นเอจีโนมของไวรัส ไปเป็นดีเอ็นเอคู่สมหรือคอมพลีเมนแทรีดีเอ็นเอ (complementary DNA) หรือเรียกโดยย่อว่าซีดีเอ็นเอ (cDNA) กลไกการถอดรหัส และการแปลรหัสของเซลล์เจ้าบ้านจะสร้างองค์ประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการเพิ่มจำนวนของไวรัส การไหลเวียนของข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตตามแกนหลักของชีววิทยาระดับโมเลกุล (central dogma of molecular biology) (รูปที่ 2.1)

การจำลองดีเอ็นเอ

ก่อนที่เซลล์จะมีการแบ่งตัว เซลล์จะต้องจำลองโครโมโซมทั้งหมดที่มีอยู่ในนิวเคลียสขึ้นมาอีกหนึ่งชุด โครโมโซมในเซลล์ของยูคาริโอต (eukaryotic cell) สร้างขึ้นมาจากโครมาติน (chromatin) ซึ่งเกิดจากการรวมกันของดีเอ็นเอ และโปรตีนม้วนแน่นอยู่ในรูปโครงสร้างที่ซับซ้อน โดยการจำลองดีเอ็นเอ (DNA replication) เกี่ยวข้องกับเอ็นไซม์และโปรตีนควบคุม (regulatory protein) จำนวนมาก และมีการศึกษาอย่างกว้างขวางทั้งในแบคทีเรีย (bacteria) ยีสต์ (yeast) และเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (mammalian cell)

การจำลองดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะเริ่มต้น (initiation) ระยะต่อสายดีเอ็นเอ (elongation) และระยะสิ้นสุด (termination) การจำลองดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอตที่โครโมโซมเป็นเส้น (linear chromosome) ปลายของโครโมโซมแต่ละด้านจะถูกปรับแต่งเพื่อป้องกันการสูญหายของชิ้นส่วนดีเอ็นเอในการจำลองดีเอ็นเอรอบต่อ ๆ ไป

ตัวอย่าง

CHAPTER

03

การสกัดแยก กรดนิวคลีอิคของพืช

ตัวอย่าง

งานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ซึ่งเน้นพันธุศาสตร์ระดับโมเลกุลจำเป็นต้องใช้กรดนิวคลีอิคจากตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเพื่อใช้เริ่มต้นในการศึกษาวิจัย การสกัดแยกกรดนิวคลีอิค เป็นเทคนิคพื้นฐานจำเป็นสำหรับการทำงานวิจัยด้านนี้ กรดนิวคลีอิคมี 2 ชนิด ได้แก่ ดีเอ็นเอ (DNA) และอาร์เอ็นเอ (RNA) ซึ่งมีโครงสร้างทางเคมีที่ใกล้เคียงกันมาก (ดูบทที่ 1) ดังนั้นการสกัดแยกกรดนิวคลีอิคทั้งสองชนิดจึงต้องมีวิธีการที่จำเพาะเพื่อแยกดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอออกจากกันรวมทั้งต้องแยกให้บริสุทธิ์จากชีวโมเลกุลอื่น ๆ ด้วย การใช้ดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอที่มีคุณภาพดีช่วยทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือสูง รวมทั้งสามารถทำซ้ำได้

การสกัดแยกจีโนมิคดีเอ็นเอ

วิธีการสกัดจีโนมิคดีเอ็นเอ (genomic DNA) จากพืชแบบมาตรฐานทุกวิธีอาศัยขั้นตอนพื้นฐานเหมือนกันโดยเริ่มต้นจากการย่อยผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียสรวมทั้งเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ (organelle) ต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเซลล์ เพื่อให้ดีเอ็นเอหลุดออกมาในสารละลายแล้วจึงแยกชีวโมเลกุลอื่น ๆ เช่น โปรตีน ไขมัน พอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) และฟีนอล (phenol) รวมทั้งสารเมแทบอไลท์ (metabolite) ต่าง ๆ ออกจากดีเอ็นเอก่อนที่จะทำการตกตะกอนดีเอ็นเอ ดีเอ็นเอสามารถสกัดได้จากทุกเนื้อเยื่อของพืช มีการพัฒนาวิธีการในการสกัดจีโนมิคดีเอ็นเอจากพืชหลากหลายวิธีเพื่อให้เหมาะกับพืชและเนื้อเยื่อแต่ละชนิด ทั้งการสกัดแบบให้ได้ปริมาณดีเอ็นเอมากซึ่งเหมาะกับการทดลองที่ต้องใช้ปริมาณดีเอ็นเอมากหรือการทดลองที่มีชุดการทดลองมาก และการสกัดแบบที่ใช้ตัวอย่างในการสกัดน้อยสำหรับใช้ในการทดลองที่ต้องการดีเอ็นเอเริ่มต้นในการทดลองปริมาณน้อย เช่น พีซีอาร์ นอกจากวิธีมาตรฐานแล้วปัจจุบันมีการพัฒนาชุดสกัดแยกดีเอ็นเอ โดยใช้โครมาโตกราฟีแลกเปลี่ยนประจุลบ (anion exchange chromatography) หรือเยื่อซิลิกาเจล (silica gel membrane) ในเชิงการค้าอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีวิธีการสกัดดีเอ็นเอวิธีการใดวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้สกัดดีเอ็นเอของพืชทุกชนิดหรือทุกเนื้อเยื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมือนกัน ดังนั้นนักวิจัยจึงต้องเลือกและ/หรือดัดแปลงวิธีการสกัดดีเอ็นเอที่เหมาะสมกับตัวอย่างพืชที่จะใช้ทดลอง

บทบาทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในขั้นตอนการสกัดดีเอ็นเอและปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอ ได้แก่

ตัวอย่าง

CHAPTER

04

หลักพีซีอาร์พื้นฐาน

ตัวอย่าง

พอลิเมอเรสเชนรีแอ็คชั่น (Polymerase Chain Reaction) หรือพีซีอาร์ (PCR) เป็นเทคนิคการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่สนใจในหลอดทดลองเทคนิคนี้ถูกพัฒนาขึ้น โดย Kary Mullis ในปี ค.ศ. 1983 และในปัจจุบันถือเป็นเครื่องมือพื้นฐานจำเป็นสำหรับงานวิจัยทางด้านชีววิทยาระดับโมเลกุลในแขนงต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต (life sciences) ทั้งคน สัตว์ พืช และจุลินทรีย์ นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้เทคนิคพีซีอาร์ในงานทางคลินิกด้วย พีซีอาร์สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายได้ แม้ว่าจะมีดีเอ็นเอเป้าหมายเริ่มต้นเพียงหนึ่งโมเลกุล ดังนั้น ดีเอ็นเอจากแหล่งใดก็ตามที่มีดีเอ็นเอเป้าหมายเพียงหนึ่งหรือไม่กี่โมเลกุลโดยหลักการสามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการสำเนาเพิ่มจำนวนด้วยเทคนิคพีซีอาร์ ทั้งนี้ ไม่ว่าดีเอ็นเอจะมาจากแหล่งใดก็ตาม เช่น ดีเอ็นเอที่เตรียมได้จากเลือด สเปิร์มหรือเนื้อเยื่ออื่น ๆ จากตัวอย่างทางอาชญากรรม จากตัวอย่างสิ่งมีชีวิตโบราณ ดีเอ็นเอจากจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ หรือดีเอ็นเอบริสุทธิ์ การทำพีซีอาร์พื้นฐานสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อรู้ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอเป้าหมายเท่านั้น

หลักการพีซีอาร์พื้นฐาน

เทคนิคพีซีอาร์เป็นการสำเนาเพิ่มจำนวนส่วนใดส่วนหนึ่งของดีเอ็นเอเป้าหมายอย่างจำเพาะในหลอดทดลองโดยใช้องค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นของกระบวนการจำลองดีเอ็นเอตามธรรมชาติ การจำลองดีเอ็นเอในเซลล์เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนอย่างมาก และมีโปรตีนต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย เริ่มจากดีเอ็นเอเกลียวคู่มีการคลายเกลียวแยกสายเป็น 2 เส้น โดยแต่ละเส้นของดีเอ็นเอจะถูกใช้เป็นแม่แบบ (template) เพื่อสร้างดีเอ็นเอเส้นใหม่ที่เป็นคู่สม (complementary) กับดีเอ็นเอเส้นที่เป็นแม่แบบ การสร้างสายดีเอ็นเอคู่สมนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของนิวคลีโอไทด์ที่จะเข้าจับคู่เบสกันตามกฎของวัตสันและคริค (Watson and Crick's law) โดยที่นิวคลีโอไทด์ที่มีเบสอะดีนีน (Adenine, A) จับคู่กับนิวคลีโอไทด์ที่มีเบสไธมีน (Thymine, T) และนิวคลีโอไทด์ที่มีเบสกัวนีน (Guanine, G) จับคู่กับนิวคลีโอไทด์ที่มีเบสไซโตซีน (Cytosine, C) ดังนั้น ดีเอ็นเอเส้นแม่แบบจะเป็นตัวกำหนดลำดับนิวคลีโอไทด์หรือลำดับเบส (อาจเรียกว่าลำดับดีเอ็นเอ) ของดีเอ็นเอเส้นใหม่ นอกจากนี้ ยังต้องการโปรตีนและเอ็นไซม์จำนวนมากรวมทั้งโมเลกุลอื่น ๆ เช่น อาร์เอ็นเอไพรเมอร์ (RNA primer) เพื่อให้กระบวนการจำลองดีเอ็นเอเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพโดยมีความผิดพลาดน้อยที่สุดและมีการควบคุมอย่างรัดกุม

ตัวอย่าง

CHAPTER

05

ดีเอ็นเอโคลนนิ่ง

ตัวอย่าง

เดิมทีการวิเคราะห์รายละเอียดระดับโมเลกุลของโปรตีนหรือองค์ประกอบอื่น ๆ ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทำได้ยากหรือแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย เนื่องจากมีโปรตีนและองค์ประกอบเหล่านั้นไม่เพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์ได้ รวมทั้งการแยกบริสุทธิ์ให้ได้ปริมาณมาก ๆ ทำได้ยาก วิธีหนึ่งที่ทำได้คือ การแยกสกัดยีนที่สร้างโปรตีนหรือผลผลิตที่สนใจออกมา อย่างไรก็ตาม จีโนมของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีขนาดใหญ่และซับซ้อน และลำดับดีเอ็นเอที่เราสนใจส่วนใหญ่ปรากฏเพียงแค่หนึ่งหรือสองแห่งในเซลล์ดังนั้นวิธีทางเคมีหรือชีวเคมีไม่สามารถใช้แยกบริเวณที่จำเพาะของจีโนมเพื่อทำการศึกษาเฉพาะลำดับดีเอ็นเอที่สนใจได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกับลำดับดีเอ็นเออื่น ๆ การแก้ไขปัญหานี้ทำได้โดยการนำชิ้นส่วนสั้น ๆ ของจีโนมซึ่งอาจมียีนหรือลำดับดีเอ็นเอที่สนใจใส่ไปในเวกเตอร์ (vector) เกิดเป็นรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ (recombinant DNA) ซึ่งสามารถจำลองตัวได้อย่างเป็นอิสระจากจีโนม และโดยปกติจะจำลองตัวในเจ้าบ้าน (host) ชนิดอื่นได้ด้วย การเพิ่มจำนวนเซลล์เจ้าบ้านที่มีรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเออยู่ทำให้เกิดกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีความเหมือนกันทางพันธุกรรมหรือโคลน (clone) เรียกกระบวนการนี้ว่า ดีเอ็นเอโคลนนิ่ง (DNA cloning)

มีการประยุกต์ใช้ดีเอ็นเอโคลนนิ่งในงานด้านต่าง ๆ เช่น

1. การหาลำดับดีเอ็นเอ (DNA sequencing) ซึ่งเป็นที่มาของลำดับโปรตีนด้วย
2. การสกัดแยกและวิเคราะห์โปรโมเตอร์ (promoter) ของยีนและลำดับดีเอ็นเอที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของยีน
3. การตรวจหาหน้าที่ของโปรตีน เอ็นไซม์ และอาร์เอ็นเอ
4. ด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่ การผลิตโปรตีนหรือโมเลกุลอื่นที่สำคัญทางชีวภาพ เช่น อินซูลิน (insulin) และฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของมนุษย์ (growth hormone) เพื่อเป็นการค้าในปริมาณมาก ๆ
5. พันธุวิศวกรรมพืชและสัตว์ รวมทั้งการรักษาโดยใช้ยีน (gene therapy)
6. โปรตีนวิศวกรรมเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติของโปรตีน

ตัวอย่าง

CHAPTER

06

เทคนิคพันธุวิศวกรรมพืช เบื้องต้น

ตัวอย่าง

การถ่ายดีเอ็นเอสู่พืช (plant transformation) ได้ถูกนำมาใช้สำหรับศึกษากลไกการทำงานของพืชและเพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณลักษณะของพืชปลูก โดยการถ่ายดีเอ็นเอสู่พืชมุ่งหวังที่จะถ่ายดีเอ็นเอเข้าไปรวมอยู่กับจีโนมของพืชอย่างถาวร ทั้งนี้ มีการพัฒนาเทคนิคการถ่ายดีเอ็นเอสู่พืชหลายวิธีและประสบความสำเร็จในพืชหลายชนิดแล้ว การถ่ายดีเอ็นเอสู่พืชที่นิยมวิธีหนึ่ง คือ การใช้อะโกรแบคทีเรียม (*Agrobacterium*) ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในพืชใบเลี้ยงคู่ช่วยถ่ายดีเอ็นเอเข้าสู่จีโนมของพืช ในระยะเริ่มแรกของการถ่ายดีเอ็นเอเข้าสู่พืชโดยใช้เชื้ออะโกรแบคทีเรียมไม่ประสบความสำเร็จในการถ่ายดีเอ็นเอสู่พืชใบเลี้ยงเดี่ยว ทำให้มีการพัฒนาวิธีการถ่ายดีเอ็นเอโดยตรงโดยไม่ผ่านอะโกรแบคทีเรียม วิธีการถ่ายดีเอ็นเอโดยตรงที่นิยมและประสบความสำเร็จมาก คือ การยิงอนุภาค (particle bombardment หรือ biolistics) วิธีนี้ถูกนำมาใช้ในการถ่ายดีเอ็นเอสู่พืชใบเลี้ยงเดี่ยวอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีการพัฒนาสายพันธุ์อะโกรแบคทีเรียมให้สามารถถ่ายดีเอ็นเอเข้าสู่พืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน

การถ่ายยีนผ่านอะโกรแบคทีเรียม

ชีววิทยาของอะโกรแบคทีเรียมและโรคปุ่มปม

Agrobacterium tumefaciens เป็นแบคทีเรียในดินที่เป็นสาเหตุของโรคปุ่มปม (crown-gall disease) ซึ่งเป็นโรคสำคัญทางเศรษฐกิจของพืชหลายชนิด เช่น องุ่น แอปเปิ้ล และกุหลาบ การก่อเกิดโรคปุ่มปมขึ้นอยู่กับความสามารถของอะโกรแบคทีเรียมในการถ่ายยีนของตัวเองเข้าสู่จีโนมของพืช ลักษณะนี้เป็นตัวอย่างของการถ่ายโอนยีนของสิ่งมีชีวิตข้ามอาณาจักร

เชื้อ *A. tumefaciens* เป็นแบคทีเรียประเภทแกรมลบ (gram-negative) พบที่บริเวณรากพืช (rhizosphere) โดยอะโกรแบคทีเรียมจะใช้สารอาหารที่ปล่อยออกมาจากรากพืช อย่างไรก็ตามถ้าพืชเกิดบาดแผลขึ้น *A. tumefaciens* จะเข้าทำให้พืชเกิดการติดเชื้อตรงบริเวณที่เกิดบาดแผลและเป็นเหตุให้เกิดอาการของโรคในที่สุด *A. tumefaciens* จะถูกดึงดูดให้เข้าไปยังบริเวณที่เกิดบาดแผล โดยอาศัยสารจำพวกน้ำตาล (sugar) และสารฟีนอล (phenolic compound) ที่ถูกปล่อยออกมาจากเซลล์พืชที่ถูกทำลายเป็นตัวดึงดูด (chemotaxis) ทั้งนี้ การสร้างปุ่มปมขึ้นอยู่กับพลาสมิดที่อยู่ใน *A. tumefaciens* ที่เรียกว่า ทูเมอร์อินดิวซิ่งพลาสมิด (Tumour-inducing (Ti) plasmid) ส่วนหนึ่งของพลาสมิดนี้ซึ่งเรียกว่า ทีดีเอ็นเอ (T-DNA) หรือทรานสเฟอร์ดีเอ็นเอ (Transfer-DNA) จะถูกถ่ายจากแบคทีเรียไปยังเซลล์พืชเพื่อรวมเข้ากับจีโนมของพืชที่เป็นเจ้าบ้าน (host plant)

ตัวอย่าง

CHAPTER

07

การตรวจสอบ การแสดงออกของยีน

ตัวอย่าง

แม้ว่าทุกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีชุดของยีนเหมือนกัน แต่ไม่ใช่ทุกยีนที่จะถูกใช้พร้อมกันในทุกเซลล์ทุกเวลา มียีนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ถูกใช้ในเซลล์หนึ่ง ณ ช่วงเวลาหนึ่งผ่านการควบคุมเป็นอย่างดีในรูปแบบการแสดงออกของยีน (gene expression) ที่ทำให้เซลล์ในแต่ละเนื้อเยื่อหรืออวัยวะมีความแตกต่างกัน รวมทั้งตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นแตกต่างกันไป การแสดงออกของยีนส่วนใหญ่เป็นพลวัตคือมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ยีนเดียวกันอาจแสดงออกแตกต่างกันได้ในสภาวะแวดล้อมที่ต่างกันหรือเมื่อถูกกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าที่ต่างกัน พืชที่มีจีโนไทป์เหมือนกัน เช่น พืชที่มาจากการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศอาจมีฟีโนไทป์ต่างกันได้หากพืชได้รับสิ่งกระตุ้นที่แตกต่างกัน ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการที่ยีนมีการแสดงออกที่แตกต่างกัน

การตรวจสอบการแสดงออกของยีนอาจพิจารณาได้ทั้งระดับอาร์เอ็นเอนำรหัส (mRNA) และระดับโปรตีน แต่การตรวจสอบในระดับอาร์เอ็นเอนำรหัสทำได้ง่ายและสะดวกกว่าการตรวจสอบในระดับโปรตีน แม้ว่าอาร์เอ็นเอนำรหัสจะไม่ใช่ผลผลิตสุดท้ายของยีนแต่ก็สามารถสะท้อนการทำงานของยีนได้ ดังนั้น ปริมาณอาร์เอ็นเอนำรหัสจึงสามารถใช้บ่งชี้ปริมาณการแสดงออกของยีนได้ด้วย

มีหลายวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการตรวจสอบปริมาณอาร์เอ็นเอนำรหัสของยีนใดยีนหนึ่งโดยเฉพาะในตัวอย่างซึ่งอาจเป็นอาร์เอ็นเอทั้งหมด (total RNA) รวมกันอยู่ หรือตัวอย่างที่มีเฉพาะอาร์เอ็นเอนำรหัส ซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันไป บทนี้จะได้กล่าวถึง 2 วิธีหลักที่นิยมใช้ในการตรวจสอบอาร์เอ็นเอนำรหัส ได้แก่ 1) นอร์ธเธิร์นบล็อตไฮบริไดเซชั่น (Northern blot hybridisation) และ 2) รีเวิร์สทรานสคริปเทสพีซีอาร์ (reverse transcriptase PCR) หรืออาร์ทีพีซีอาร์ (RT-PCR) รวมทั้งเรียลไทม์คิวพีซีอาร์ (real-time RT-qPCR)

นอร์ธเธิร์นบล็อตไฮบริไดเซชั่น

วิธีนี้เป็นวิธีมาตรฐานที่ยังคงใช้ในการตรวจสอบอาร์เอ็นเอนำรหัส แม้ว่ามีเทคนิคอื่นที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อตรวจสอบอาร์เอ็นเอนำรหัสและมีความไวมากกว่าก็ตาม แต่เนื่องจากการทำนอร์ธเธิร์นบล็อตไฮบริไดเซชั่นยังมีข้อได้เปรียบเหนือกว่าเทคนิคอื่นอยู่คือเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการตรวจสอบขนาดโมเลกุลของอาร์เอ็นเอนำรหัส ทั้งยังสามารถตรวจสอบอาร์เอ็นเอนำรหัสที่ถูกตัดด้วยอินทรอนที่ตำแหน่งแตกต่างกัน (alternatively spliced transcripts) และผลผลิตจากกลุ่มยีนที่มีความสัมพันธ์กัน (multigene family members) นอกจากนี้ ยังสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างเชิงปริมาณระหว่างตัวอย่างที่ตรวจสอบได้ด้วย

ตัวอย่าง

หนังสือแนะนำ

360 บาท

ยุงที่สำคัญทางการแพทย์ของประเทศไทย

ผู้แต่ง : รศ. ดร. ดำรงพันธุ์ ทองวัฒน์

ปีพิมพ์ : 1/2560

"รู้เขารู้เรา รบร้อยครั้ง ชนะร้อยครั้ง" เป็นคำสอนเพื่อให้มีชัยเหนือศัตรูในการสงครามใดๆไม่เว้นแม้แต่สงครามระหว่าง "มนุษย์" กับ "ยุง" ซึ่งมีประวัติศาสตร์การต่อสู้ที่ยาวนานและยังไม่อาจยุติได้แม้ในปัจจุบัน ทั้งนี้ อาจเพราะมนุษย์รู้จักศัตรูของเราน้อยเกินไปจึงไม่สามารถปิดฉากสงครามนี้ลงได้เสียที หนังสือเล่มนี้ได้รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเพื่อให้ "เรา (มนุษย์) รู้เขา (ยุง)" มากยิ่งขึ้น และหวังได้ว่าเมื่อเรารู้จักศัตรูมากเพียงพอแล้วจะสามารถนำไปสู่การพัฒนาศาสตราวุธเพื่อใช้ยุติสงครามอันยาวนานระหว่างมวลมนุษยชาติกับยุงลงได้

290 บาท

คาร์บอนกัมมันต์

Activated carbon

ผู้แต่ง : รศ. ดร. สัมฤทธิ์ โม้พวง

ปีพิมพ์ : 1/2558

ประเภทและกระบวนการผลิตคาร์บอนกัมมันต์ จำเป็นที่จะต้องศึกษาให้เข้าใจ โดยเฉพาะการวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า เพื่อให้ได้ คาร์บอนกัมมันต์ที่มีคุณภาพและต้นทุนการผลิตต่ำ รวมทั้งการวิเคราะห์และตรวจสอบให้ได้มาตรฐาน ด้วยวิธีการที่น่าเชื่อถือและยอมรับได้ และการใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้านของคาร์บอนกัมมันต์ ในที่นี้ได้รวบรวมจากเอกสารตีพิมพ์ในวารสารจำนวนมาก เหมาะสำหรับนิสิต นักศึกษา หรือผู้ที่สนใจในการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตคาร์บอนกัมมันต์

520 บาท

แมลงที่เป็นประโยชน์

Beneficial Insects

ผู้แต่ง : รศ. ดร. อุดมพร แพ่งนคร

ปีพิมพ์ : 1/2561

ปัจจุบันโลกมีแมลงประมาณมากกว่าล้านชนิด แมลงที่ให้โทษหรือเป็นศัตรูกับมนุษย์นั้นมีเพียง 0.1% ของแมลงที่มีในโลกทั้งหมด อีก 99.9% จัดเป็นแมลงที่มีประโยชน์ในด้านต่าง.ๆ หลากหลายประเภทได้แก่ แมลงที่ช่วยผสมเกสร เช่นผึ้ง แมลงให้ผลผลิตชนิดต่าง.ๆ เช่น น้ำผึ้ง ชันครั่ง เส้นไหม เป็นตัวห้ำตัวเบียนช่วยทำลายแมลงศัตรูพืช เช่น ตั๊กแตนตำข้าว แมลงปอ ต่อเบียน แตนเบียน นำมาใช้ประโยชน์ในทางการศึกษา เช่น แมลงหวี่ ช่วยเสริมสร้างความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น มดกินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายซากเหล่านั้น แมลงยังใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ได้อีกด้วย นอกจากนี้แมลงบางชนิดสามารถผลิตสารเคมีบางชนิดที่มีคุณสมบัติที่อาจนำมาใช้พัฒนาเป็นยารักษาโรค เช่น การนำสารเคมีจากพิษเหล็กในของผึ้งมารักษาโรคอัมพฤกษ์และอัมพาต ซึ่งอาจนำไปสู่การพัฒนาเพื่อประโยชน์ต่าง.ๆ แก่มนุษย์ในอนาคต หนังสือเล่มนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้อ่านได้รู้จักกับแมลงที่เป็นประโยชน์ชนิดต่าง.ๆ และทราบว่าแมลงให้ประโยชน์อะไรแก่เราได้บ้างและสามารถทราบวิธีการเลี้ยงและอนุรักษ์แมลงเหล่านั้น

ตัวอย่าง

หนังสือขายดี

450 บาท

การวิจัยทางสาธารณสุข: จากหลักการสู่การปฏิบัติ

ผู้แต่ง : ผศ.ดร.นิทรา กิจธีระวุฒิวงษ

ปีพิมพ์ : 1/2560

การวิจัยเป็นการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งในสิบของการบริการสาธารณสุขที่จำเป็นปัจจุบันนักสาธารณสุขปฏิบัติงานในระบบบริการสุขภาพที่ซับซ้อนและมีความเป็นพลวัตร การวิจัยมีความจำเป็นในการสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อใช้ในการกำหนดนโยบายหรือการปรับปรุงและพัฒนางานด้านสาธารณสุข

หนังสือเล่มนี้ นำเสนอลำดับขั้นของกระบวนการวิจัยเชิงปริมาณโดยนำเสนอทั้งในส่วนของภาคทฤษฎีและตัวอย่างการวิจัยทางสาธารณสุขเพื่อให้นิสิตนักศึกษา นักวิชาการ และผู้สนใจทั่วไป มีความเข้าใจในการวิจัยทางสาธารณสุขและใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาการบริการสาธารณสุขให้กับประชาชน

หนังสือขายดี

360 บาท

พฤติกรรมสุขภาพ:

แนวคิด ทฤษฎี และการประยุกต์ใช้

ผู้แต่ง : ดร. จักรพันธ์ เพ็ชรภูมิ

ปีพิมพ์ : 1/2560

ปีพิมพ์ : 2/2561

ไม่ว่าเวลาจะผ่านมากี่ร้อยกี่พันปีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของมนุษย์ก็ยังคงเป็นงานยากเสมอและต้องเผชิญกับเป้าหมายใหม่ ๆ ที่ท้าทายมากขึ้นทั้งจากเงื่อนไขทางสังคมที่หลากหลาย ซับซ้อนและสภาพสิ่งแวดล้อมที่ผันแปรไปอย่างรวดเร็ว

ถึงแม้ว่าการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของมนุษย์จะยังคงเป็นงานยากต่อไป แต่ผู้เขียนก็หวังว่าหนังสือเล่มนี้จะมีประโยชน์ช่วยให้งานยากเหล่านี้กลายเป็นงานยากที่สนุก เป็นงานยากที่ท้าทาย และเป็นงานยากที่ประสบผลสำเร็จ ซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากงานยาก ๆ เหล่านี้เองที่นอกจากจะทำให้ประชาชนมีสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นแล้ว ยังนำมาซึ่งความรู้สึกปลื้มปีติยินดี และสามารถสร้างรอยยิ้มกว้างในหัวใจให้กับนักสาธารณสุขตัวเล็ก ๆ ที่ทำงานในชุมชนได้อย่างที่สุดเช่นกัน

หนังสือขายดี

160 บาท

ผศ. รศ. ขอได้แน่ แค่ตีโจทย์ให้แตก

ผู้แต่ง : รศ. ดร. ดำรงพันธุ์ ทองวัฒน์

ปีพิมพ์ : 1/2561

หนังสือเล่มนี้ไม่ใช่คู่มือแต่เป็นการบอกเล่าประสบการณ์ ในการขอตำแหน่งทางวิชาการของอาจารย์มหาวิทยาลัย คนหนึ่ง ซึ่งบอกกล่าวถึงวิธีการปฏิบัติที่ไม่ยาก ทำได้จริง และประสบผลสำเร็จจริงแนวทางที่นำเสนอนี้จะถูกหรือผิดไม่มีใครอาจตัดสิน แต่อย่างน้อยก็มีอาจารย์คนหนึ่งทำได้จนเป็นผลสำเร็จ จึงมาเขียนบอกกล่าวเล่าให้ฟัง “จุดหมายหนึ่งจะมีหนทางมากมายให้ไปถึง จงเลือกเดินในเส้นทางที่สั้นที่สุด เพราะเวลามีค่ายิ่ง”

ตัวอย่าง