ภาคผนวก ค
ตัวอย่าง ตำราหรือหนังสือ

ตัวอย่าง ปกนอก

เทคโนโลยีของดีเอ็นเอ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์มานะ ขาวเมฆ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ISBN 974-94771-1-X
2548

ตัวอย่าง ปกใน

เทคโนโลยีของดีเอ็นเอ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์มานะ ขาวเมฆ
วท.ด. (ชีวเคมี)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ISBN 974-94771-1-X
2548

ตัวอย่าง คำนำ

คำนำ

หนังสือเทคโนโลยีของดีเอ็นเอเล่มนี้ เขียนขึ้นเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ความเจริญ ก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับดีเอ็นเอ ซึ่งมีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง และเทคโนโลยีของดีเอ็นเอมีวิวัฒนาการที่น่าสนใจที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยอันจะเป็นผลให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านการแพทย์ การอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ โดยเฉพาะมนุษย์เอง

เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้มีรายละเอียดของเนื้อหาที่อธิบายถึงความก้าวหน้าของดีเอ็นเอเพื่อให้ผู้อ่านเกิดความสนใจ และมีความสนุกสนานในการอ่าน สำหรับเนื้อหาของหนังสือดีเอ็นเอของเทคโนโลยีนี้มีจำนวนทั้งหมด 10 บท ประกอบด้วยบทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของดีเอ็นเอ บทที่ 2 การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ บทที่ 3 การสังเคราะห์โปรตีนและการควบคุมการแสดงออกของยีน บทที่ 4 เทคโนโลยีดีเอ็นเอสายผสม บทที่ 5 การโคลนดีเอ็นเอ บทที่ 6 ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส บทที่ 7 การตรวจหาโคลนและตรวจสอบดีเอ็นเอ บทที่ 8 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ บทที่ 9 รหัสพันธุกรรมของมนุษย์ และบทที่ 10 การดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

ผู้เขียนหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะอำนวยความสะดวก และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนของอาจารย์ นักศึกษา และผู้สนใจ ในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ หากท่านที่นำไปใช้มีข้อเสนอแนะผู้เขียนยินดีรับฟังและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์นั้น ณ โอกาสนี้ด้วย

มานะ ขาวเมฆ
1 มิถุนายน 2548

ตัวอย่าง สารบัญ

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		(1)
สารบัญ		(3)
สารบัญภาพ		(11)
ตาราง		(19)
บทที่ 1	โครงสร้างและองค์ประกอบของดีเอ็นเอ	1
	องค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก	1
	1. กรดฟอสฟอริก	2
	2. น้ำตาลเพนโตส	2
	3. เบสไนโตรเจน	3
	องค์ประกอบและโครงสร้างของดีเอ็นเอ	7
	ชนิดของโครงสร้างดีเอ็นเอแบบเกลียวคู่	13
	1. โครงสร้างแบบเกลียวคู่เวียนขวา B-DNA	13
	2. โครงสร้างแบบเกลียวคู่เวียนขวา A-DNA	16
	3. โครงสร้างแบบเกลียวคู่เวียนซ้าย Z-DNA	16
	สรุป	26
	แบบฝึกหัด	27
บทที่ 2	การสังเคราะห์ดีเอ็นเอ	29
	การถ่ายแบบดีเอ็นเอ	29
	การถ่ายแบบดีเอ็นเอในโปรคาริโอต	37
	1. ขั้นตอนการเริ่มต้น	38
	2. ขั้นตอนการสร้างสายดีเอ็นเอ	40
	3. ขั้นตอนสิ้นสุดการสร้างดีเอ็นเอ	43
	การถ่ายแบบดีเอ็นเอในเซลล์ยูคาริโอต	44
	การซ่อมแซมดีเอ็นเอ	45
	การซ่อมแบบแลกเปลี่ยนส่วนของดีเอ็นเอ	49
	การสร้างซีดีเอ็นเอจากอาร์เอ็นเอ	50
	สรุป	52
	แบบฝึกหัด	53
บทที่ 3	การสังเคราะห์โปรตีนและการควบคุมการแสดงออกของยีน	55
	กรดไรโบนิวคลีอิกหรืออาร์เอ็นเอ	56
	อาร์อาร์เอ็นเอ	57

ข้อเสียของจีเอ็มโอ 274
1. ความเสี่ยงต่อผู้บริโภค 274
2. ความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม 275
สรุป 275
แบบฝึกหัด 277
บรรณานุกรม 279
อภิธานคำศัพท์ 285
ดัชนี 293

ตัวอย่าง สารบัญตาราง

สารบัญตาราง

ตารางที่		**หน้า**
1.1	การเรียกชื่อนิวคลีโอไซด์และนิวคลีโอไทด์	6
1.2	ส่วนประกอบของเบสในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ	12
1.3	เปรียบเทียบส่วนประกอบและรายละเอียดของดีเอ็นเอแบบ A, B และ Z	18
3.1	รหัสพันธุกรรมสากลบนสายเอ็มอาร์เอ็นเอ	68
3.2	การสื่อความหมายที่แตกต่างกันของรหัสในไมโตรคอนเดรียกับรหัสพันธุกรรมสากล	69
3.3	การจับคู่ระหว่างเบสในตำแหน่งวูบเบิล	70
4.1	เอนไซม์ตัดจำเพาะบางชนิดและตำแหน่งลำดับเบสที่จดจำ	91
4.2	คุณสมบัติของเอนไซม์ตัดจำเพาะทั้ง 3 แบบ	99
4.3	บัฟเฟอร์ชนิดต่าง ๆ ที่มีความแรงของไอออนต่างกัน ซึ่งใช้กับเอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิด	100
4.4	ชนิดของบัฟเฟอร์ที่เหมาะสมกับเอนไซม์ตัดจำเพาะบางชนิด	101
5.1	จำนวนโคลนของธนาคารยีนของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด	115
7.1	ความสัมพันธ์ระหว่างการแยกขนาดของกรดนิวคลีอิกกับความเข้มข้นของอะกาโรส	176
7.2	ความสัมพันธ์ระหว่างการแยกขนาดของโปรตีนกับความเข้มข้นของอะคริลาไมด์	177
7.3	สารเคมีที่ใช้ทำปฏิกิริยาเพื่อตัดเบสที่ตำแหน่งจำเพาะ	183
8.1	จำนวนชุดและตัวอย่างเบสซ้ำแบบต่อเนื่อง	193
8.2	ข้อมูลของมินิแซทเทลไลต์และไมโครแซทเทลไลต์ที่โลกัสต่าง ๆ	201
8.3	ลำดับเบสและขนาดผลิตผลของไมโครแซทเทลไลต์ที่โลกัส HUMTH01	202
8.4	เปรียบเทียบความน่าจะเป็นที่พบลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่เหมือนกันของประชากรแต่ละกลุ่ม	202
8.5	ปริมาตรและความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์	204
8.6	เปรียบเทียบการหาความแตกต่างของดีเอ็นเอจากเทคนิคอาร์เอฟแอลพี อาร์เอพีดีและเอเอฟแอลพี	216
9.1	แสดงโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ	222
9.2	เปรียบเทียบจำนวนจีโนมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ	223
9.3	จำนวนลำดับเบสของคอนติจและส่วนที่ไม่สามารถหาลำดับเบส	231
9.4	ชนิดและจำนวนเบสซ้ำในโครโมโซมที่ 22	232
9.5	เปรียบเทียบจำนวนเบส จำนวนโคลน และจำนวนโปรตีนในโครโมโซมของมนุษย์	236
9.6	ยีนบนแท่งโครโมโซมและโรคที่เกิดจากยีน	243
10.1	โปรตีนที่ใช้ในการักษาโรคที่ผลิตในสัตว์ดัดแปลงพันธุกรรม	255
10.2	พื้นที่การเพาะปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรม	262
10.3	พื้นที่เพาะปลูกพืชดัดแปลงพันธุกรรมแต่ละชนิด	263

ตัวอย่าง สารบัญภาพ

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ส่วนประกอบของนิวคลีโอไทด์ มีหมู่ฟอสเฟต น้ำตาลเพนโตส และเบสไนโตรเจน	1
1.2	โครงสร้างของหมู่ฟอสเฟต	2
1.3	น้ำตาลไรโบสและน้ำตาลดีออกซีไรโบส	2
1.4	โครงสร้างของเบสไนโตรเจนในดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอ	4
1.5	ปฏิกิริยาเทาโทเมอไรเซชันในเบสพิวรีน	4
1.6	โครงสร้างของนิวคลีโอไซด์และนิวคลีโอไทด์	5
1.7	โครงสร้างของดีออกซีไรโบนิวคลีอิก	7
1.8	การเกิดพันธะไดฟอสโฟเอสเทอร์ของดีเอ็นเอในทิศทาง	9
1.9	โครงสร้างในระดับทุติยภูมิของดีเอ็นเอที่เป็นเกลียวคู่	10
2.1	การทดลองของเมเซลสันและสตาลในการถ่ายแบบของดีเอ็นเอในแบคทีเรีย	30
2.2	การถ่ายแบบของดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์	31
2.3	จุดแยกสายของดีเอ็นเอแม่แบบในการถ่ายแบบกึ่งอนุรักษ์	32
2.4	การถ่ายแบบดีเอ็นเอโดยใช้ดีเอ็นเอสายเดิมเป็นแม่แบบและมีแม่พิมพ์จับกับแม่แบบ	32
2.5	การถ่ายแบบดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์ของแบคทีเรีย	33
2.6	การถ่ายแบบกึ่งอนุรักษ์ของดีเอ็นเอ	34
2.7	การถ่ายแบบดีเอ็นเอที่เป็นเส้นยาวและเป็นเส้นสั้น	35
2.8	ปฏิกิริยาการสร้างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ระหว่างดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์	36
2.9	การทำงานร่วมกันของเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรสและ 5′เอกโซนิวคลีเอสแอกติวิตี	37
3.1	วิถีการถ่ายทอดข้อมูลพันธุกรรมของดีเอ็นเอเป็นอาร์เอ็นเอและโปรตีน	55
3.2	โครงสร้างแบบทุติยภูมิของอาร์เอ็นเอ	56
3.3	อาร์อาร์เอ็นเอในแบคทีเรียขนาด 23S, 16S และ 5S	57
3.4	รหัสเบสของอาร์เอ็นเอในการสังเคราะห์โปรตีน	58
3.5	โครงสร้างของนิวคลีโอไซด์ที่พบในอาร์เอ็นเอขนส่ง	59
3.6	บริเวณโปรโมเตอร์ของโปรคารีโอตซึ่งอยู่ตรงตำแหน่งก่อนถึงบริเวณถอดรหัสของยีน	61
3.7	การสร้างสายอาร์เอ็นเอโดยเอนไซม์อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส	62

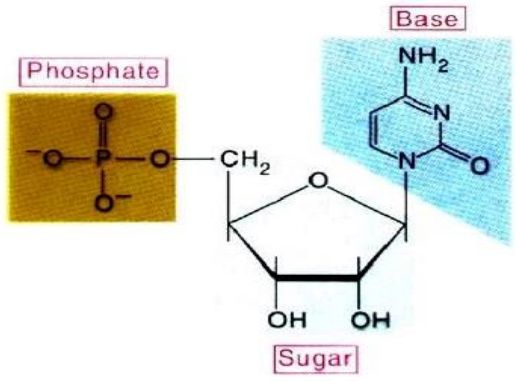
ตัวอย่าง บทที่ 1

บทที่ 1
โครงสร้างและองค์ประกอบของดีเอ็นเอ

กรดนิวคลีอิกเป็นสารพันธุกรรม (Genetic Material) ที่มีบทบาทสำคัญในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดคือ เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดข้อความทางพันธุกรรม (Genetic Information) กรดนิวคลีอิกถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1869 โดยนักเคมีชาวสวิส ชื่อโจฮันน์ ฟรีดริช มีเชอร์ (Johann Frederick Miescher) จากเซลล์หนอง (Pus Cell) และแบ่งกรดนิวคลีอิกตามโครงสร้างทางเคมีเป็น 2 ประเภทคือ กรดดีออกซิไรโบนิวคลีอิก (Deoxyribonucleic Acid) และกรดไรโบนิวคลีอิก (Ribonucleic Acid) หรือเรียกย่อๆ ว่าดีเอ็นเอ (DNA) และอาร์เอ็นเอ (RNA) ตามลำดับ กรดนิวคลีอิกมีอยู่ทั้งในนิวเคลียสและไซโตพลาสซึม ดีเอ็นเอส่วนใหญ่จะรวมอยู่กับโปรตีนโดยเป็นส่วนประกอบของโครโมโซมในนิวเคลียสเรียกว่า โครมาติน (Chromatin) และมีดีเอ็นเออีกเล็กน้อยที่อยู่ในไมโตคอนเดรีย ส่วนอาร์เอ็นเอจะพบอยู่ในนิวเคลียสประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ส่วนที่เหลืออยู่ในไซโตพลาสซึม โดยส่วนหนึ่งจะรวมอยู่กับโปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของไรโบโซม

องค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก

โครงสร้างทางเคมีของกรดนิวคลีอิกประกอบด้วยโครงสร้างย่อยที่เรียกว่า นิวคลีโอไทด์ (Nucleotide) ต่อกันเป็นจำนวนมาก แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบขึ้นด้วยหน่วยย่อย 3 หน่วย คือ หน่วยแรกเป็นหมู่ฟอสเฟต โดยมีอะตอมออกซิเจน 4 อะตอมล้อมรอบฟอสฟอรัส หน่วยที่สองเป็นเบสไนโตรเจน มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบและไนโตรเจนมีแนวโน้มที่จะรับไฮโดรเจนไอออน และหน่วยที่สามเป็นน้ำตาลเพนโตส ที่มีคาร์บอน 5 อะตอม ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ส่วนประกอบของนิวคลีโอไทด์ มีหมู่ฟอสเฟต น้ำตาลเพนโตส และ เบสไนโตรเจน
ที่มา (Alcamo, 2001: 23)

สรุป

กรดนิวคลีอิกเป็นสารพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์ที่ต่อกันเป็นสายยาวแบบไม่แตกแขนง นิวคลีโอไทด์มีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ เบสไนโตรเจน น้ำตาลเพนโทส และกรดฟอสฟอริก เบสไนโตรเจนมี 2 พวก คืออนุพันธ์ของพิวรีน ซึ่งได้แก่ อะดีนีน (A) และกัวนีน (G) ส่วนอีกพวกหนึ่งคือ อนุพันธ์ของพิริมิดีน ซึ่งได้แก่ ไซโตซีน (C) ยูราซิล (U) และไทมีน (T) และในส่วนของน้ำตาลเพนโตสมี 2 ชนิด คือไรโบส และดีออกซีไรโบส โมเลกุลของกรดนิวคลีอิกประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ระหว่างหมู่ –OH ที่ตำแหน่ง 3′ ของนิวคลีโอไทด์ตัวหนึ่งกับหมู่ –OH ที่ตำแหน่ง 5′ ของนิวคลีโอไทด์ตัวถัดไป ทำให้เกิดเป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ขนาดยาว ที่มี 2 ปลาย คือ ปลายด้าน 3′ และ 5′ สำหรับสารประกอบที่มีเบสกับน้ำตาลเรียกว่า นิวคลีโอไซด์ ดีเอ็นเอประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์สองสายพันกันเป็นเกลียวคู่ ซึ่งจะมีทิศทางตรงกันข้าม โดยเบสที่อยู่ด้านในเกลียวจะตั้งฉากกับน้ำตาลดีออกซีไรโบส และมีฟอสเฟตอยู่ด้ายนอก แต่ละสายจะหันเอาก้านที่เป็นเบสเข้าหากันแล้วจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน โดยเบส A จับกับเบส T และเบส C จับกับเบส G นิวคลีโอไทด์จะจับกับน้ำตาลด้วยพันธะเบตาไกลโคไซด์ และน้ำตาลจับกับกรดฟอสฟอริกด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ ดีเอ็นเอเกลียวคู่มีอยู่หลายรูปแบบเช่น รูปแบบ A, B และ Z นอกจากนี้ดีเอ็นเอสามารถแปลงสภาพหรือคืนสภาพได้โดยการใช้ความร้อนหรือสารเคมีบางชนิด และดีเอ็นเอที่เป็นวงสามารถม้วนตัวแบบซูเปอร์คอยด์ได้

แบบฝึกหัด

1. กรดนิวคลีอิกมีความสำคัญอย่างไร
2. นิวคลีโอไทด์มีกี่ประเภท อะไรบ้าง
3. เพราะเหตุใดกรดนิวคลีอิกจึงดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร
4. จงอธิบายข้อแตกต่างระหว่างนิวคลีโอไซด์และนิวคลีโอไทด์
5. พันธะที่ใช้ในการจับเบสคือพันธะใด และมีการจับกันอย่างไร
6. จงบอกข้อแตกต่างระหว่างดีเอ็นเอกับอาร์เอ็นเอ
7. จงอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเสียสภาพหรือการคืนสภาพของดีเอ็นเอ
8. จงเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อค่า T_m ของดีเอ็นเอแต่ละคู่หรือแต่ละชนิด
9. ดีเอ็นเอรูป B และรูป Z แตกต่างกันอย่างไร
10. การม้วนตัวของดีเอ็นเอในรูปซูเปอร์คอยด์มีความสำคัญอย่างไร

ตัวอย่าง บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ปรินทร์ ชัยวิสุทธางกูร. (2544). **จีเอ็มโอ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

ปรีชา ประเทพา และวิสุทธิ์ ใบไม้. (2545). วิวัฒนาการทางพันธุกรรมจากข้าวป่ามาเป็นข้าวปลูก. **วารสารวิทยาศาสตร์**. 56(5), 45-50.

มูลนิธิบัณฑิตยสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2543). **GMOs มหัศจรรย์หรือมหันตภัยของสหัสวรรษ**. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ยงยุทธ ยุทธวงศ์ และศิรศักดิ์ เทพาคำ. (2545). **จีโนมิกส์ ภาษาแห่งชีวิต (Genomics)**. กรุงเทพฯ: ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. (2545). **จีโนมและเครื่องหมายดีเอ็นเอ: ปฏิบัติการอาร์เอพีดีและเอเอฟแอลพี**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภัสสรา ชมิดท์. (2537). **ชีวเคมี**. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ยู.เค.เพลส์.

อภิชาต วรรณวิจิตร, สมวงษ์ ตระกูลรุ่ง และธีรยุทธ ตู้จินดา. (2544). **เทคโนโลยีชีวภาพกับการปรับปรุงพันธุ์ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับข้าวไทย**. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อุไรวรรณ วิจารณกุล. (2545). **ดีเอ็นเอเทคโนโลยี**. พิษณุโลก: โรงพิมพ์ตระกูลไทย.

Alcamo, I. E. (2001). **DNA Technology.** (2nd ed.). New York: Harcourt Academic Press.