



โครงการสอน

รหัสวิชา 2000 -1303 ชื่อวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ
(SCIENCE FOR BUSINESS AND SERVICES)

หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

แผนกวิชา สามัญสัมพันธ์ (วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์)

อาจารย์ผู้สอน นางสาวสรวง บุญรอด

วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา

AYUTTHAYA TECHNOLOGICAL COMMERCIAL COLLEGE

การวิเคราะห์หลักสูตรวิชา

2000-1303 วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ
(SCIENCE FOR BUSINESS AND SERVICES)

สมรรถนะของผู้เรียน

ระดับ 1

ตั้งใจ และ รับรู้นิยามกฎ และ การใช้หลักสูตรในการคำนวณได้

ระดับ 2

ซักถามนิยามกฎให้เข้าใจวิธีคิดคำนวณได้ถูกต้อง

ระดับ 3

นำสูตรไปใช้คำนวณแก้ปัญหาและยกตัวอย่างแล้วลอกเลียนแบบได้ถูกต้อง

ระดับ 4

นำงานที่ได้รับมอบหมายมาจำแนกปัญหาโจทย์ใช้สูตรแก้ปัญหาจนสำเร็จ

ระดับ 5

มีความละเอียดรอบครอบเปรียบเทียบและเลือกใช้สูตรแล้วเกิดความคิดริเริ่มวิธีการคำนวณใหม่ๆ แล้วประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์อื่นได้

การประเมินคุณภาพ

สิ่งที่จะใช้ประเมิน การปฏิบัติจริง

ลักษณะแสดงคุณภาพ ประเมิน

รายการ	ระดับ		
	1	3	5
จิตพิสัย	ตั้งใจ/รับรู้	เห็นคุณค่า	สร้างนิสัย
พุทธพิสัย	รู้/จำ	นำไปใช้	ประเมินค่า
ทักษะพิสัย	รับรู้จากการปฏิบัติ	ตอบสนองตามแนวทาง	ริเริ่มสิ่งใหม่

คำอธิบาย

1	2	3	4	5
ตั้งใจและรับรู้ นิยามและกฎ	สามารถซักถาม นิยามและกฎ	นำสูตรไปใช้ในการ แก้ปัญห โจทย์และ เปลี่ยนแปลงได้ ถูกต้อง	รับผิดชอบงานที่ ได้รับมอบหมาย ได้สำเร็จ	มีนิสัยละเอียดรอบ ครอบในการ เลือกใช้สูตร ตรวจสอบในการ คำนวณ
มีความรู้ในเรื่อง นิยามกฎ	มีความเข้าใจ นิยามกฎ	คำนวณการใช้ สูตรในการ แก้ปัญหและ เปลี่ยนแปลง	จำแนกสูตรมา แก้ปัญหาโจทย์	ตัดสินใจ เปรียบเทียบได้ อย่างเหมาะสม ถูกต้อง
ใช้สูตรในการ คำนวณได้	คิดวิธีคำนวณได้ ถูกต้อง	ยกตัวอย่างแล้ว ลอกเรียนแบบได้	ปฏิบัติงานตาม คำสั่ง เพื่อสร้าง สัมพันธ์กับเนื้อหา อื่น	นำวิธีการให้เกิด การริเริ่มวิธีการ คำนวณวิธีใหม่ๆ ได้

[illegible]

ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา
วิชา ...2000-1303 วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ
ตารางเฉลี่ย

เนื้อหา พฤติกรรม	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย			จิตพิสัย	รวม	อันดับความสำคัญ	ประเมินผล / คาบเรียน
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	การเลียนแบบ	การลงมือทำตามแบบ	ความถูกต้อง	ความรับผิดชอบมีระเบียบวินัย			
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100		
1.การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	6	5	3	2.30	2.70	2.3	3	3	3.7	3.3	34.30	7	6
2.ความหลากหลายทางชีวภาพ, เทคโนโลยีชีวภาพและการนำไปใช้ประโยชน์	10	10	10	10	6.30	9.70	6.3	6.7	7.7	8	84.70	1	15
3. จุลินทรีย์ในอาหาร	9.7	7.3	4.7	6	5.00	5.3	3.7	2.3	3	1.3	48.60	2	9
4.ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์	6	6	3	2.3	2.7	2.3	3	3	3.70	3	34.00	3	6
5. ขางและพอลิเมอร์	6.3	7	3.7	3.7	5	4.3	3.3	3	1.3	2.3	39.9	4	6
6.สารชีวโมเลกุลในอาหาร	4.3	4.3	4	5	2.7	2.3	2.3	3	4	2	37.9	5	6
7.คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและพลังงานนิวเคลียร์	3.7	3.3	3.3	1.3	2.3	2.3	1.7	1.7	2.3	1.3	23.2	6	3
รวม	46	43	32	31	27	29	25	23	26	23.2	####		51
อันดับความสำคัญ	1	2	3	4	6	5	7	10	8	9			

ลักษณะรายวิชา

รหัสและชื่อวิชา 2000-1303 วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ

สภาพรายวิชา พื้นฐาน

ระดับวิชา ปวช. ปีที่ 1,2 ภาคเรียนที่ 1,2

พื้นฐาน -

เวลาเรียน 51คาบตลอดภาคเรียน17สัปดาห์ทฤษฎี 1ช.ม ปฏิบัติ 2 คาบ/ช.ม

หน่วยกิต 2หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา(Objectives of subject)

1.เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพเทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์ในอาหารปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ ยางและพอลิเมอร์ สารชีวโมเลกุลในอาหาร คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์(To have knowledge and understanding heredity, biodiversity, biotechnology, microbes in food, petroleum and product, rubber and polymer, molecule, in food, electromagnetic wave and nuclear energy:)

2.เพื่อให้มีทักษะการคำนวณหาโอกาสของลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรม การจำแนกสิ่งมีชีวิต การทดลอง จุลินทรีย์ในอาหารการเลือกใช้เทคโนโลยีชีวภาพการทดสอบสมบัติของสารไฮโดรคาร์บอนการทดสอบสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ การทดสอบสารชีวโมเลกุลในอาหาร การวิเคราะห์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อมนุษย์และพลังงานนิวเคลียร์(To have a calculation skill of genetic transformation, classification of organisms, microbe in food test use of biotechnology, matter properties of hydrocarbon, physical properties of polymer, molecule in food test, result analysis of electromagnetic wave to human and nuclear energy:)

3.เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน(To have a good attitude for Science and good behavior in working:)

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้และปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ และจุลินทรีย์ในอาหาร(Utilize knowledge and practice about principles of heredity, biotechnology, and microbe in food)
2. แสดงความรู้และปฏิบัติเกี่ยวกับปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์(Utilize knowledge and practice about petroleum and product)
3. แสดงความรู้และปฏิบัติเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุลของอาหาร(Utilize knowledge and practice about molecule of food)
4. แสดงความรู้และปฏิบัติเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(Utilize knowledge and practice about electromagnetic wave)
5. แสดงความรู้และปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการของพลังงานนิวเคลียร์ (Utilize knowledge and practice about principles of nuclear energy)

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ จุลินทรีย์ในอาหาร ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ ยางและพอลิเมอร์ สารชีวโมเลกุลในอาหาร คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานนิวเคลียร์ต่อการดำรงชีวิต

(Study and practice of genetic transformation, biodiversity, biotechnology, microbes in food , petroleum and product, rubber and polymer, biomolecule in food, magnetic wave, nuclear energy to life)

โครงสร้างรายวิชา

20000-1303 วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ

หน่วยการเรียนรู้	รายการสอน	คาบการเรียนรู้		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	ปฐมนิเทศ			
	1.การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม			
	1.1.ความหมายของพันธุกรรม			6
	1.2.ลักษณะทางพันธุกรรม			
	1.3.ศัพท์ทางด้านพันธุศาสตร์			
	1.4.กฎของเมนเดล			
	1.5.โครโมโซม			
	1.6.สารพันธุกรรม			
	1.7.โรคพันธุกรรม			
	1.8.มิวแทนต์			
2	2.ความหลากหลายทางชีวภาพ, เทคโนโลยีชีวภาพและการนำไปใช้ประโยชน์			
	2.1.ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ			15
	2.2.ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ			
	2.3.ประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ			
	2.4. สาเหตุแห่งการสูญเสียของความหลากหลายทางชีวภาพ			
	2.5.การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ			
	2.6.ความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพ			
	2.7.ประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพ			
	2.8.พันธุวิศวกรรม			
	2.9.การผสมเทียม			
	2.10.การถ่ายฝากตัวอ่อน			
	2.11.การโคลนนิ่ง			

	2.12.การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ			
3	3.จุลินทรีย์ในอาหาร			
	3.1.ความหมายและความสำคัญของจุลินทรีย์			9
	3.2.ชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร			
	3.3.ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์			
	3.4.การใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ในการผลิตอาหาร			
	3.5.พิษของจุลินทรีย์ในอาหาร			
	3.6.การป้องกันอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์			
4	4.ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์			6
	4.1.ความหมายและการกำเนิดปิโตรเลียม			
	4.2.การสำรวจปิโตรเลียม			
	4.3.องค์ประกอบและการกลั่นปิโตรเลียม			
	4.4.การใช้ประโยชน์จากปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์			
	4.5.ผลกระทบจากการใช้ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์			
5	5. ยางและพอลิเมอร์			6
	5.1.ความหมายของยาง			
	5.2.ชนิดของยาง			
	5.3.ความหมายของพอลิเมอร์			
	5.4.ประเภทของพอลิเมอร์			
	5.5.โครงสร้างของพอลิเมอร์			
	5.6.รูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์			
	5.7.ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์			
6	6.สารชีวโมเลกุลในอาหาร			6
	6.1.ความหมายของสารชีวโมเลกุล			
	6.2.คาร์โบไฮเดรต			
	6.3.ไขมัน			

	6.4.กรณินิวคลีอิก			
	6.5.เอนไซม์			
7	7.คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและพลังงานนิวเคลียร์ต่อการดำรงชีวิต			3
	7.1.ความหมายและการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า			
	7.2.สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า			
	7.3.ความหมายและการเกิดปฏิกิริยาของพลังงานนิวเคลียร์			
	7.4. ธาตุกัมมันตรังสีและครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี			
	7.5.การใช้ประโยชน์และอันตรายจากรังสี			
8	สอบปลายภาค			3
	รวม			54

สมรรถนะแบบฉบับย่อย

สัปดาห์	วัน/เดือน/ปี	คาบที่	รายการสอน	หมายเหตุ
1		1-3	ปฐมนิเทศ 1.การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 1.1.ความหมายของพันธุกรรม 1.2.ลักษณะทางพันธุกรรม 1.3.ศัพท์ทางด้านพันธุศาสตร์ 1.4.กฎของเมนเดล 1.5.โครโมโซม 1.6.สารพันธุกรรม 1.7.โรคพันธุกรรม 1.8.มิวเทชัน	
2		4-6	1.การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม(ต่อ) 1.4.กฎของเมนเดล 1.5.โครโมโซม 1.6.สารพันธุกรรม 1.7.โรคพันธุกรรม 1.8.มิวเทชัน	
3		7-9	2. ความหลากหลายทางชีวภาพ, เทคโนโลยีชีวภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ 2.1.ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ 2.2.ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ 2.3.ประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ	
4		10-12	2. ความหลากหลายทางชีวภาพ, เทคโนโลยีชีวภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ (ต่อ) 2.4.สาเหตุแห่งการสูญเสียของความหลากหลายทางชีวภาพ	

			2.5.การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ	
5		13-15	2. ความหลากหลายทางชีวภาพ, เทคโนโลยีชีวภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ (ต่อ) 2.6.ความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพ 2.7.ประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพ	
6		16-18	2. ความหลากหลายทางชีวภาพ, เทคโนโลยีชีวภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ (ต่อ) 2.8พันธุ์วิศวกรรม 2.9.การผสมเทียม 2.10.การถ่ายฝากตัวอ่อน	
7		19-21	2. ความหลากหลายทางชีวภาพ, เทคโนโลยีชีวภาพและการนำไปใช้ประโยชน์ (ต่อ) 2.11.การโคลนนิ่ง 2.12.การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	
8		22-24	3. จุลินทรีย์ในอาหาร 3.1.ความหมายและความสำคัญของจุลินทรีย์ 3.2.ชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร	
9		25-27	3.จุลินทรีย์ในอาหาร (ต่อ) 3.3.ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ 3.4.การใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ในการผลิต อาหาร	

10		28-30	3.จุลินทรีย์ในอาหาร (ต่อ) 3.5.พิษของจุลินทรีย์ในอาหาร 3.6.การป้องกันอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์	
11		31-33	4.ปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ 4.1.ความหมายและการกำเนิดปีโตรเลียม 4.2.การสำรวจปีโตรเลียม 4.3.องค์ประกอบและการกลั่นปีโตรเลียม	
12		34-36	4.ปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์(ต่อ) 4.4.การใช้ประโยชน์จากปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ 4.5.ผลกระทบจากการใช้ปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์	
13		37-39	5. ยางและพอลิเมอร์ 5.1.ความหมายของยาง 5.2.ชนิดของยาง 5.3.ความหมายของพอลิเมอร์ 5.4.ประเภทของพอลิเมอร์	
14		40-42	5.ยางและพอลิเมอร์(ต่อ) 5.5.โครงสร้างของพอลิเมอร์ 5.6.รูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์ 5.7.ผลกระทบการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์	
15		43-45	6.สารชีวโมเลกุลในอาหาร 6.1.ความหมายของสารชีวโมเลกุล 6.2.คาร์โบไฮเดรต	

16		46-48	6.สารชีวโมเลกุลในอาหาร(ต่อ) 6.3.ไขมัน 6.4.กรดนิวคลีอิก 6.5.เอนไซม์	
17		49-51	7.คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและพลังงานนิวเคลียร์ต่อ การดำรงชีวิต 7.1.ความหมายและการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 7.2.สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 7.3.ความหมายและการเกิดปฏิกิริยาของพลังงาน นิวเคลียร์ 7.4. ธาตุกัมมันตรังสีและครึ่งชีวิตของธาตุ กัมมันตรังสี 7.5.การใช้ประโยชน์และอันตรายจากรังสี	
18		51-54	สอบปลายภาค	

การประเมินผลรายวิชา

วิชานี้ได้แบ่งเป็น 7 หน่วยเรียนและแยกได้ 32 หัวข้อ

การวัดผลและประเมินผลจะดำเนินการดังนี้

1. วิธีการดำเนินการรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลแยกเป็น 2 ส่วน

โดยแบ่งแยกคะแนนแต่ละส่วนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (หรือตามที่โรงเรียนกำหนดสัดส่วนแต่ละรายวิชา)

1. คะแนนระหว่างภาคเรียน	60	คะแนนหรือ 60%
1.1 เวลาเข้าเรียน	10	คะแนนหรือ 10%
1.2 การทดสอบแต่ละหน่วยเรียน	30	คะแนนหรือ 30%
1.3 พิจารณาผลงานที่มอบหมาย	10	คะแนนหรือ 10%
1.4 พิจารณาการเข้าร่วมกิจกรรม	5	คะแนนหรือ 5%
1.5 พิจารณากิจนิสัยความสนใจ	5	คะแนนหรือ 5%
2. คะแนนสอบปลายภาคเรียน	40	คะแนนหรือ 40%

2. เกณฑ์ผ่านผู้ที่ผ่านรายวิชานี้จะต้อง

- 2.1 มีเวลาเข้าชั้นเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80
- 2.2 ต้องเข้าสอบปลายภาคเรียน
- 2.3 ได้ผลรวมคะแนนที่ทำได้ทั้งหมดต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50

3. เกณฑ์ค่าระดับคะแนน

- 3.1 พิจารณาเกณฑ์ผ่านรายวิชาตามข้อ 2. ผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อ 2. จะได้รับค่าระดับคะแนน 0 หรือ F

- 3.2 ผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์ข้อ 2. จะได้รับค่าระดับคะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

หลักสูตรกรมอาชีวศึกษา

คะแนนร้อยละ 80 – 100	ได้ 4
คะแนนร้อยละ 75 – 79	ได้ 3.5
คะแนนร้อยละ 70 – 74	ได้ 3
คะแนนร้อยละ 65 – 69	ได้ 2.5
คะแนนร้อยละ 60 – 64	ได้ 2
คะแนนร้อยละ 50 – 59	ได้ 1.5
คะแนนร้อยละ 50 – 54	ได้ 1
ต่ำกว่าร้อยละ 50	ได้ 0

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่1,2,3)

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตหมายถึงอะไร (20คะแนน)
2. ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง(20คะแนน)
3. โรคที่เกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง (20คะแนน)

เฉลย 1.พันธุกรรมหมายถึง ลักษณะต่างๆโดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่เหมือนกันและต่างกันที่ถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลานจากรุ่นสู่รุ่นต่อไปและยังคงลักษณะเดิมเช่นเสือรูปร่างเป็นอย่างไรในอดีต ปัจจุบันก็ยังเป็นอย่างนั้นตลอดไปในศตวรรษที่ 18 นายเกรกอเรียนเดลได้อธิบายหลักการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจนได้รับยกย่องให้เป็นบิดาแห่งพันธุศาสตร์

2.ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1.ลักษณะที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่องซึ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนมักถูกควบคุมโดยยีน น้อยคู่การแสดงออกแยกเป็นกลุ่มตามคุณลักษณะเช่น การห่อลิ้น จำนวนชั้นของหน้าต่าง คนผิวปกติกับคนผิวเผือก ฯลฯ

2.ลักษณะที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่องซึ่งเป็นลักษณะที่ค่อยเป็นค่อยไปที่ละน้อยควบคุมโดยยีนหลายคู่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลค่อนข้างมาก เช่นความสูง น้ำหนัก สีผิวเริ่มจากดำแล้วค่อยๆจางลงเรื่อยๆจนกระทั่งขาว

3.โรคที่เกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมีดังนี้คือ

- 1.ฮีโมฟีเลีย คือโรคเลือดไหลไม่หยุด
- 2.โรคซิสติกไฟโบรซิสคือโรคที่ร่างกายสร้างเมือกออกหนามากกว่าปกติในปอดและในลำไส้ทำให้ผู้ป่วยหายใจลำบากปอดติดเชื้อได้ง่าย
- 3.โรคฮันติงตัน เกิดจากการเสื่อมของระบบประสาทส่งผลต่อการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ ทำให้เคลื่อนไหวลำบากปรากฏอาการในช่วงวัยกลางคน
- 4.โรคธาลัสซีเมีย เกิดจากร่างการสร้างฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงผิดปกติ อายุสั้นแตกง่าย ถูกทำลายง่ายจึงเกิดอาการซีด โรคแทรกซ้อน ติดเชื้อง่าย พบได้ทั้งหญิงและชาย

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอนให้ 20คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 4 ขั้นตอนให้ 15คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 3 ขั้นตอนให้ 12คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 2 ขั้นตอนให้ 10คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 1 ขั้นตอนให้ 5คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4)

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

4.นำถั่วต้นสูงพันธุ์แท้ผสมกับถั่วต้นเตี้ยพันธุ์แท้จะทำให้ลูกรุ่นที่ 1 และ ลูกรุ่นที่ 2 เป็นอย่างไรและศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมมีอะไรบ้าง (30 คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ 4.

รุ่นพ่อแม่

ต้นสูงแท้

ต้นเตี้ยแท้

เซลล์สืบพันธุ์

Gamete

ลูกรุ่นที่ 1

ลูกรุ่นที่ 1 มีลักษณะปรากฏให้เห็น(Phenotype)เป็นต้นสูงทั้งหมดแต่จะมีลักษณะทางพันธุกรรม(Genotype) เป็น T t

เมื่อนำลูกรุ่นที่ 1 มาผสมกันเอง

F₁

เซลล์สืบพันธุ์

Gamete F₁

ลูกรุ่นที่ F₂

F₂ลักษณะที่ปรากฏให้เห็นจะเป็นต้นสูง : ต้นเตี้ย

3 : 1

ลักษณะ Genotype TT : T t : t t

1 : 2 : 1

ศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมมีดังนี้

- 1.โครโมโซม(chromosome) เป็นเส้นบางๆห่อตัวเป็นแท่งอยู่ในนิวเคลียส
- 2.แกมมีท(gamet)เป็นเซลล์สืบพันธุ์ทั้งไข่และอสุจิ
- 3.จีโนไทป์(genotype)เป็นรูปแบบของยีนที่จับกันเป็นคู่ๆ
- 4.ฟีโนไทป์(phenotype) ลักษณะต่างๆที่ปรากฏให้เห็น
- 5.ยีน(gene) เป็นหน่วยควบคุมลักษณะพันธุกรรม
- 6.โฮโมไซกัสยีน(homozygous gene) เป็นการจับคู่ของยีนที่เหมือนกัน
- 7.เฮเทอโรไซกัสยีน(heterozygous gene) เป็นการจับคู่ของยีนที่ต่างกัน

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 30 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 25 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 18 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 12 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 8 คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

การประเมิน

ด้าน จิตพิสัย

10 คะแนน

[illegible]

เกณฑ์การวัด

ความมีมนุษยสัมพันธ์	2 คะแนน	
แสดงกิริยาท่าทางสุภาพใช้ได้	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความมีระเบียบวินัย	2 คะแนน	
แต่งกายถูกระเบียบ ถูกต้อง	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ตรงต่อเวลา	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความรับผิดชอบ	2 คะแนน	
มีความพร้อมในการเรียน	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความเชื่อมั่น 2คะแนน		
กล้าแสดงความคิดเห็น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
กล้าซักถามปัญหาข้อสงสัย	1คะแนน	ปรับปรุง 0
มีสัมมาคารวะ	2 คะแนน	
แสดงความเคารพครู – อาจารย์สม่ำเสมอ	2 คะแนน	ปรับปรุง 0

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1,2)

60 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1.ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงอะไร มีอะไรบ้างและเทคโนโลยีชีวภาพหมายถึงอะไรมีอะไรบ้าง (30คะแนน)

2.ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญอย่างไรมีประโยชน์อย่างไรและเทคโนโลยีชีวภาพมีความสำคัญอย่างไรมีประโยชน์อย่างไรบ้างในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน (30คะแนน)

เฉลย 1.ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงการมีสิ่งมีชีวิตนานาชนิดนานาพันธุ์มาอยู่รวมกันในที่เดียวกัน กลายกลายเป็นระบบนิเวศชนิดหนึ่งที่มีความหลากหลาย 3 ลักษณะดังนี้

- 1.ความหลากหลายของชนิดพันธุ์
- 2.ความหลากหลายของพันธุกรรม
- 3.ความหลากหลายของระบบนิเวศ

เทคโนโลยีชีวภาพหมายถึงการใช้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตหรือชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตหรือผลิตผลมาใช้ให้เกิดประโยชน์กับมนุษย์ เช่น การผลิตสินค้า การถ่ายฝากตัวอ่อนสัตว์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ดี

เทคโนโลยีที่นำมาใช้มีดังนี้

- 1.พันธุวิศวกรรม
- 2.การผสมเทียม
- 3.การถ่ายฝากตัวอ่อน
- 4.การโคลน
- 5.การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เฉลย 2.ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญคือการทำธรรมชาติให้สมบูรณ์และเป็นธรรมชาติที่สมดุลในระบบนิเวศประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตมากมายหลายชนิดหลายพันธุ์จำนวนมากมาอยู่รวมกันโดยมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพา แบบเกื้อกูล แบบย่อยสลาย แบบผู้ล่าเหยื่ออยู่ได้อย่างมีความสุขใช้ประโยชน์จากธรรมชาติถึงปัจจุบันมีดังนี้คือ

- 1.ด้านชนิดพันธุ์
- 2.ด้านพันธุกรรม
- 3.ด้านระบบนิเวศ

เทคโนโลยีชีวภาพมีความสำคัญการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเกษตร อุตสาหกรรมอาหาร การแพทย์ การผลิตพลังงาน และการรักษาสิ่งแวดล้อมสิ่งเหล่านี้มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ทั้งสิ้นการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันอาศัยสิ่งเหล่านี้เป็นแหล่งที่อยู่ อาหาร ยารักษาโรค

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอนให้ 30คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 4 ขั้นตอนให้ 25คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 3 ขั้นตอนให้ 18คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 2 ขั้นตอนให้ 12คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 1 ขั้นตอนให้ 8คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่3)

30 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

3.อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพที่หน่วยราชการ ประชาชน เอกชน และการสนับสนุน
จากภาครัฐอย่างจริงจังมีอะไรบ้าง(30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

เฉลย 3.อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพที่หน่วยราชการ ประชาชน เอกชน และการสนับสนุน
จากภาครัฐอย่างจริงจังมีดังนี้คือ

1.การจัดเป็นพื้นที่สงวน จัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน เขตป่าสงวน เขต
อนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า มีหน่วยงานรับผิดชอบ เช่น

-เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

-อุทยานแห่งชาติ

-เขตพื้นที่ชีวลัยหรือพื้นที่ชีวมณฑล

2.จัดทำแผนหรือนโยบายระดับชาติดำเนินการต่อเนื่องทุกรัฐ

3.กำหนดกฎหมายเพื่อลงโทษผู้ฝ่าฝืนและกฎหมายไม่เปิดโอกาสให้ผู้กระทำผิดใช้
อิทธิพลเป็นช่องทางฝ่าฝืนได้

4.ควบคุมการลักลอบตัดต้นไม้การเผาป่าการค้าสัตว์สงวนข้ามชาติ การล่าสัตว์สงวน
และเลี้ยงสัตว์ตามพระราชบัญญัติไว้ในครอบครอง

5.การจัดตั้งกลุ่มหรือชมรม ทั้งหน่วยงานของรัฐและเอกชน ภาคการศึกษาให้มีส่วนร่วม
ร่วมในการดูแลรับผิดชอบ และอนุรักษ์พื้นที่ที่มีความหลากหลายและฟื้นฟูสภาพที่ถูกทำลาย

6.ประชาสัมพันธ์ และเผยแพร่ให้ประชาชนได้รับทราบถึงภัยที่เกิดจากผลกระทบจาก
การสูญเสียในปัจจุบันและอนาคตเช่น โคลนถล่มจากฝนตกเนื่องจากป่าไม้ถูกทำลาย

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 20 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 15 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 12 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 5 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

เกณฑ์การวัด

ความมีมนุษยสัมพันธ์	2 คะแนน	
แสดงกิริยาท่าทางสุภาพใช้ได้	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความมีระเบียบวินัย	2 คะแนน	
แต่งกายถูกระเบียบ ถูกต้อง	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ตรงต่อเวลา	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความรับผิดชอบ	2 คะแนน	
มีความพร้อมในการเรียน	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความเชื่อมั่น 2คะแนน		
กล้าแสดงความคิดเห็น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
กล้าซักถามปัญหาข้อสงสัย	1คะแนน	ปรับปรุง 0
มีสัมมาคารวะ	2 คะแนน	
แสดงความเคารพครู – อาจารย์สม่ำเสมอ	2 คะแนน	ปรับปรุง 0

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่1,2)

60คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1.ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีอะไรบ้าง จงอธิบาย (30คะแนน)

2.การเกิดพิษของอาหารอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ มีอะไรบ้าง จงอธิบาย (30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ1. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มี 6 ชนิดคือ

1.1.ชนิดของอาหาร คืออาหารทุกชนิดที่ใช้ในการสร้างพลังงานและการเจริญเติบโตของเซลล์ให้เพิ่มจำนวนมากขึ้นเช่นคาร์โบไฮเดรตจากแป้งจะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์และโปรตีนจะได้สารไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ย่อยสลายจะให้กลิ่นเหม็นจำพวกก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์อินโดลและแอมโมเนีย

1.2. สภาพความเป็นกรดเป็นด่างในอาหาร จะใช้ค่า pHสภาพเป็นกลาง $pH = 7.0$ จุลินทรีย์จะเจริญได้ดีในช่วง $pH = 5.5 - 7.0$ ในอาหารพวกเนื้อสัตว์และ $pH = 4.0$ ของจุลินทรีย์บางชนิดจะเจริญได้ดีในอาหารที่มีรสเปรี้ยวแต่ไม่เจริญในด่าง

1.3. ปริมาณออกซิเจน จุลินทรีย์บางชนิดใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโตแต่บางชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโตและยีสต์ซึ่งจะเจริญได้ในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน

1.4. อุณหภูมิ จุลินทรีย์เจริญได้ดีในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกันเช่น รา พวกเมโทรฟิลคือ $25 - 30$ องศาเซลเซียส

1.5. สารต้านจุลินทรีย์ คือสารที่สามารถชะลอการเสื่อมสภาพการเน่าเสียของอาหารเช่น เบนโซเอท เบนโซอิก ไนเตรต ไนไตรต์ กรดซอร์บิก แล็กเทนิน ไลโซไซม์ และคอนาลบูมิน และสารอนุพันธ์ของกรดไฮดรอกซีซีนามิกในผักผลไม้

1.6. ความชื้นในอาหาร คือสารที่มีความชื้นมาก $A_w = 1.0$ สารที่ไม่มีความชื้นเลย $A_w = 0$ อาหารธัญพืชมีความชื้นน้อย $A_w = 0.8$

ตอบ 2. การเกิดพิษของอาหารอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์มีสาเหตุ มาจากแบคทีเรีย 3 แบบคือเกิดจากเซลล์ของแบคทีเรียเอง เกิดจากแบคทีเรียสร้างขึ้น และเกิดจากเซลล์ของแบคทีเรียเข้าสู่ร่างกายแล้วสร้างสารพิษขึ้นภายในร่างกาย

อาหารเป็นพิษจากเชื้อ สแตฟิโลค็อกคัส เป็นแบคทีเรียตัวเดียวกับที่ทำให้เกิดหนอง ฝี ตามผิวหนังอาจพบในอาหารพวกสลัด ขนมหิน น้ำปลาหวาน ซุป อาหารประเภทเนื้อ เชื้อจะปล่อยพิษ (Toxin) เมื่อ

รับประทานเข้าไป 2 – 4 ชั่วโมง จะเกิดอาการอาเจียน ปวดบิดในท้องเป็นพักๆและจะหายภายใน 1 – 2 วัน
ชาวบ้านเรียกว่า ลมป่วง

อาหารเป็นพิษจากเชื้อสเตรปโตค็อกคัสเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดฝีหนอง เช่นเดียวกับสแตฟิโลค็อกคัสพบในเนื้อเป็ด เนื้อไก่และปูเมื่อรับประทานเข้าไปจะเกิด 4 – 12 ชั่วโมงและมีอาการหนาวสั่น ตัวร้อนปวดเมื่อยตามตัวคล้ายไข้หวัดใหญ่และจะหายไปเองภายใน 1 – 2 วัน

2.3.อาหารเป็นพิษจากเชื้อซัลโมเนลลา เป็นตระกูลเดียวกับเชื้อไข้ไทฟอยด์เมื่อได้รับพิษจะแสดงอาการภายใน 8 – 48 ชั่วโมง จะมีอาการปวดบิดในท้อง หนาวสั่น ถ่ายเป็นน้ำคลื่นไส้อาเจียรบางครั้งถ่ายเป็นมูกเลือดและหายภายใน 2 – 5 วัน ถ้ามีอาการเรื้อรัง อาจถึง 10 – 14 วัน

2.4.อาหารเป็นพิษจากเชื้อคลอสตริเดียม มักพบในแบคทีเรียในอาหารกระป๋องอาหารหมักดอง อาการหลังรับพิษ 8 – 36 ชั่วโมงมีอาการคลื่นไส้อาเจียน วิงเวียน ปากแห้ง เจ็บในลำคอ ปวดบิดในท้อง พิษมักทำลายประสาทตาทำให้ตาเห็นสองภาพ กลืนลายน้ำไม่ได้ น้ำลายฟูมปาก พุดจาอ้อแอ้ อ่อนแรงและหายใจไม่ได้ เนื่องจากกล้ามเนื้อช่วยหายใจเป็นอัมพาตและตายได้ใน 24 ชั่วโมง

การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ตามลักษณะความต้องการปริมาณที่ใช้ออกซิเจนแบ่งได้เป็น 4 ประเภทคือ

3.1.แบคทีเรียที่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต เรียกแบคทีเรียกลุ่มนี้ว่า แอร์โรบิกแบคทีเรีย เช่น เอสเชอเรียและซูโดโมแนส ฯลฯ

3.2.แบคทีเรียที่ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต เรียกว่า แอนแอโรบิกแบคทีเรีย เช่น คลอสตริเดียม ฯลฯ มักพบในอาหารกระป๋อง

3.3.แบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งที่มีออกซิเจนและที่ไม่มีออกซิเจน เรียกว่า แฟคัลเททีฟแบคทีเรีย เช่น สแตฟิโลค็อกคัส และวibriโอ ฯลฯ

3.4. แบคทีเรียที่ต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโตในปริมาณน้อย เรียกว่า ไมโครแอโรไฟล์ เช่นแคมปีโลแบคทีเรียและแล็กโตบาซิลลัส

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอนให้ 30คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 4 ขั้นตอนให้ 25คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 3 ขั้นตอนให้ 18คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 2 ขั้นตอนให้ 12คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 1 ขั้นตอนให้ 8คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3)

30 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

3.ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มีอะไรบ้าง (30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ 3.ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มีดังนี้คือ

1.การผลิตข้าวหมากใช้ข้าวเหนียวที่นึ่งสุกแล้วนำมาหมักกับเชื้อยีสต์ทิ้งไว้ 2-3 วันรับประทานได้

2.การผลิตสาโทใช้ข้าวเหนียวที่นึ่งสุกแล้วนำมาหมักกับเชื้อยีสต์ในถังหมักหรือภาชนะที่ต้องการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนทิ้งไว้ 3-5 วัน เติมน้ำสะอาดแล้วหมักต่อ 5-7 วันจะได้แอลกอฮอล์ รับประทานได้

3.การหมักไวน์ผลไม้ นำน้ำจากผลไม้ที่สะอาดหรือมีการปรับความหวานโดยใช้น้ำตาลผสมลงตามความต้องการหมักด้วยยีสต์ 3-7 วันจะได้แอลกอฮอล์ รับประทานได้

4.เบียร์เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ได้จากการหมักมอลต์ ยีสต์ ฮอป และน้ำมอลต์ได้จากเมล็ดธัญพืช เช่นข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลี ที่เพาะให้งอกระหว่างกระบวนการจะเกิดเอนไซม์ย่อยสลายให้มิโมเลกุลเล็กลงเป็นน้ำตาลแล้วจึงนำมาหมักกับยีสต์ให้เกิดแอลกอฮอล์ก่อนหมักเติมฮอปเพื่อให้มีกลิ่นและรสขมของเบียร์

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 20 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 15 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 12 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 5 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

เกณฑ์การวัด

ความมีมนุษยสัมพันธ์	2 คะแนน	
แสดงกิริยาท่าทางสุภาพใช้ได้	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความมีระเบียบวินัย	2 คะแนน	
แต่งกายถูกระเบียบ ถูกต้อง	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ตรงต่อเวลา	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความรับผิดชอบ	2 คะแนน	
มีความพร้อมในการเรียน	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความเชื่อมั่น 2คะแนน		
กล้าแสดงความคิดเห็น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
กล้าซักถามปัญหาข้อสงสัย	1คะแนน	ปรับปรุง 0
มีสัมมาคารวะ	2 คะแนน	
แสดงความเคารพครู – อาจารย์สม่ำเสมอ	2 คะแนน	ปรับปรุง 0

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1,2)

60 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. จงบอกองค์ประกอบของการเกิดปิโตรเลียมว่ามีอะไรบ้าง (30คะแนน)

2. จงอธิบาย ขั้นตอนของการผลิตปิโตรเลียมมีอะไรบ้าง (30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ1. องค์ประกอบของการเกิดปิโตรเลียมมีกำเนิดมาจากสารอินทรีย์ของพืชและสัตว์ ที่ตกตะกอนทับถมกันอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ขาดออกซิเจนตามแอ่งบนพื้นทั้งบนบกและในทะเลเป็นเวลาหลายร้อยล้านปีภายใต้การเปลี่ยนแปลงความร้อนน้ำจะถูกขับออกมาแล้วเปลี่ยนเป็นสารประกอบไฮโดคาร์บอนที่เป็นของแข็งเรียกว่า คีโรเจน และมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. หินต้นกำเนิด ได้แก่ หินโคลน หินดินดาน หินปูน
2. หินกักเก็บ ได้แก่ หินทราย หินโดโลไมท์ หินปูน
3. โครงสร้างกักเก็บ ได้แก่ โครงสร้างรูปโค้ง ประทุนคว่ำ และรูปโดม ติดกับรอยเลื่อนของ

ชั้นหิน

4. หินปิดกั้น เป็นการปิดทับของหินป้องกันไม่ให้ปิโตรเลียมไหลออกได้แก่ หินโคลน หินดินดาน

ตอบ 2. ขั้นตอนของการผลิตปิโตรเลียมมีดังนี้

1. การสำรวจทางธรณีวิทยา โดยมีการสำรวจทางบกทางอากาศ และรูปถ่ายจากดาวเทียมเพื่อพิจารณาโครงสร้างทางธรณีวิทยาของพื้นที่

2. การสำรวจทางฟิสิกส์โดยใช้การตรวจวัดค่าการไหวสะเทือนของชั้นหิน ตรวจสอบความเข้มของสนามแม่เหล็กโลก การตรวจวัดค่าความโน้มถ่วงของโลกเพื่อกำหนดพื้นที่แหล่งสำรวจใต้ผิวดินและกำหนดหลุมสำหรับขุดเจาะ

3. การขุดเจาะเพื่อยืนยัน โครงสร้างได้ดินถ้าพบปิโตรเลียมก็ศึกษาข้อมูลอื่นต่อไปเมื่อพบปิโตรเลียมจำนวนมาก ที่เป็นน้ำมันดิบต้องนำมากลั่นลำดับส่วนที่อุณหภูมิ 340-380°C ทำให้สารละลายคาร์บอนไหลออกมาที่จุดเดือดต่ำจะไหลออกมาก่อนคือ

1. แก๊สปิโตรเลียมเหลว

5. น้ำมันก๊าด

2. น้ำมันเบนซิน

6. น้ำมันดีเซล

3. น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินใบพัด

7. น้ำมันเตา

4. น้ำมันเครื่องบินไอพ่น

8. ขางมะตอย

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอนให้ 30คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 4 ขั้นตอนให้ 25คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 3 ขั้นตอนให้ 18คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 2 ขั้นตอนให้ 12คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 1 ขั้นตอนให้ 8คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3)

30คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

3.น้ำมันปิโตรเลียมสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง(30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ 3.น้ำมันปิโตรเลียมสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมีดังนี้คือ

1.แก๊สธรรมชาติได้แก่ มีเทน อีเทน ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตปูนซีเมนต์ เซรามิกและ
เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเคมี แอมโมเนีย เมทิลแอลกอฮอล์

2.แก๊สอีเทน ใช้เป็นสารตั้งต้นการผลิตเอทิลีน เม็ดพลาสติก เส้นใยพลาสติกและ
ผลิตภัณฑ์พลาสติก เอทิลแอลกอฮอล์ หรือ เอทานอลใช้ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และเป็นตัวทำ
ละลายในอุตสาหกรรมเคมี

3.แก๊สโพรเพนเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเคมีผลิตเม็ดพลาสติกพอลิโพรพิลีน(PP)

4.แก๊สบิวเทนเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเคมีและแก๊สหุงต้ม มาใช้ในอุตสาหกรรม

ครัวเรือน

5.แก๊สปิโตรเลียมเหลว เป็นเชื้อเพลิงหุงต้ม โรงงานอุตสาหกรรมและเชื้อเพลิงรถยนต์

(LPG)

6.แก๊สโซลินธรรมชาติ(NGL)ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับเป็นตัวทำละลายในการทดลองทาง
เคมีหรืออุตสาหกรรมแล็กเกอร์ ทินเนอร์ อุตสาหกรรมยาง

7.ส่วนที่เป็นของแข็ง อยู่บริเวณก้นบ่อ เช่น บิทูเมนและแอสฟัลต์หรือยางมะตอย

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 20 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 15 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 12 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 5 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

เกณฑ์การวัด

ความมีมนุษยสัมพันธ์	2 คะแนน	
แสดงกิริยาท่าทางสุภาพใช้ได้	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความมีระเบียบวินัย	2 คะแนน	
แต่งกายถูกระเบียบ ถูกต้อง	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ตรงต่อเวลา	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความรับผิดชอบ	2 คะแนน	
มีความพร้อมในการเรียน	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความเชื่อมั่น 2คะแนน		
กล้าแสดงความคิดเห็น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
กล้าซักถามปัญหาข้อสงสัย	1คะแนน	ปรับปรุง 0
มีสัมมาคารวะ	2 คะแนน	
แสดงความเคารพครู – อาจารย์สม่ำเสมอ	2 คะแนน	ปรับปรุง 0

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1,2)

60 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

- 1.ยางและพอลิเมอร์จำแนกได้กี่ชนิดอะไรบ้าง (30คะแนน)
- 2.พอลิเมอร์ที่พบและนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันมีโครงสร้างกี่แบบอะไรบ้าง (30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ1.ยาง จำแนกได้ 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

- 1.ยางธรรมชาติ ในปัจจุบันมี 4 รูปแบบคือ
 - 1.1.น้ำยาง เป็นน้ำที่ได้จากต้นยางโดยตรง
 - 1.2.ยางแห้ง คือ ยางแผ่น ยางเครพ ยางแท่ง ยางรูปอื่นๆ
- 2.ยางสังเคราะห์ แบ่งเป็น 7 ประเภท คือ
 - 2.1.ยางพอลิไอโซพรีน(IR)
 - 2.2.ยางสไตรีนบิวตาไดอิน(SBR)
 - 2.3.ยางไนไตรล์(NBR)
 - 2.4.ยางคลอโรพรีน(CR)
 - 2.5.ยางบิวไทล์(IIR)
 - 2.6.ยางบิวตาไดอิน(BR)
 - 2.7.ยางซิลิโคน(SI)

2.พอลิเมอร์แบ่งได้ 3 ประเภทคือ

- 2.1.แบบสายตรง
- 2.2.แบบกิ่ง
- 2.3.แบบร่างแห

ตอบ 2.พอลิเมอร์ที่พบและนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันมีโครงสร้าง 3 แบบ คือ

- 1.พอลิเมอร์สายตรง เกิดจากมอนอเมอร์เกิดพันธะโควาเลนต์มีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวสูงลักษณะขุ่นเหนียว เช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ พอลิสไตรีน พอลิเอทิลีน
- 2.พอลิเมอร์แบบสายกิ่ง เกิดจากมอนอเมอร์เรียงตัวกัน แตกกิ่งสาขามีทั้งโซ่สั้นและยาวมีความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวต่ำ ยืดหยุ่นได้เปลี่ยนรูปร่างง่ายเมื่อได้รับความร้อนเช่นพอลิเอทิลีน

3.พอลิเมอร์แบบร่างแห เป็นการเรียงตัวของมอนอเมอร์เชื่อมติดกันเป็นร่างแห มีความแข็งแรง เพราะหักง่าย ใช้ทำถ้วยชาม เมลามีน เบเคไลต์

การใช้งานในชีวิตประจำวันแบบตามลักษณะทางกายภาพได้แก่

1.เส้นใย มีความเหนียว นำมาปั่นเป็นเส้นใยยาว และ ทอเป็นผืนผ้าแบ่งออกเป็น 3 แบบ

1.1.เส้นใยธรรมชาติแบ่งเป็น 3 แบบ

- เส้นใยจากพืช ได้จาก ผล เมล็ด เช่น ฝ้าย นุ่น ไช้มะพร้าว

-เส้นใยจากสัตว์ เป็นเส้นใยจากโปรตีนเป็นขนสัตว์เช่น แกะ แพะ หรือตัวไหม

(ใยไหม)เมื่อเปียกน้ำจะเหนียวถูกแดดนานๆจะกรอบ

-เส้นใยจากสินแร่ที่ได้จากใยหินนำมาทำเป็นเส้นใยเรียกว่าใยหินทนต่อสารเคมี

และความร้อน

1.2.เส้นใยสังเคราะห์ มี 3 ประเภทคือ

- เส้นใยพอลิเอสเตอร์ มีชื่อทางการค้าว่า คาครอนหรือโทเรเทโทรอน ทำใบ

หมอน

- เส้นใยพอลิเอไมด์ เช่น ไนลอน ใช้ทำเสื้อผ้า ถุงเท้า สายเอ็น สายกีตาร์

- เส้นใยอะคริลิก เช่น เออร์ลอนคาร์บอน ใช้ทำผ้าใบกันฝนกันแดด ผ้าเต็นท์ ร่ม

ชายหาด ร่มชูชีพ

1.3.เส้นใยสังเคราะห์ เกิดจากการปรับปรุงคุณภาพผสมสารเคมี

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอนให้ 30คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 4 ขั้นตอนให้ 25คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 3 ขั้นตอนให้ 18คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 2 ขั้นตอนให้ 12คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 1 ขั้นตอนให้ 8คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3)

30 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

3.การเกิดผลกระทบที่เกิดขึ้นการใช้พอลิเมอร์มีอะไรบ้างและมีแนวทางการลดขยะจากการใช้

พอลิเมอร์อย่างไร (30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ 3.การเกิดผลกระทบที่เกิดขึ้นการใช้พอลิเมอร์มีดังนี้คือ

1.ทำให้อากาศเป็นพิษจากขบวนการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการเผาไหม้เกิดหมอกควัน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสารประกอบเปอร์ออกไซด์ในเตาที่กระจายในอากาศทำให้ประชาชนที่อยู่บริเวณนั้นเกิดโรคทางเดินหายใจ โรคผิวหนังพุพอง เช่นเขตอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง

2.กำจัดขยะผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์เช่น พลาสติก โฟม ขาง สารเหล่านี้ย่อยสลายยากถ้าฝังกลบ เกิดสารพิษตกค้างในดิน ปนเปื้อนมากับน้ำใต้ดินสารบางชนิดเป็นพิษต่อระบบนิเวศ ถ้าเผาก็เกิดพิษต่ออากาศ

3.เป็นอันตรายต่อน้ำและสัตว์เลี้ยง เนื่องจากพบว่ามีสัตว์ตายจากการกินพลาสติก โฟม สารพอลิเมอร์ไปลงในแหล่งน้ำ แม่น้ำ ลำคลอง ทะเล และในสวนสัตว์ จึงมีการติดป้ายห้ามนำถุงพลาสติกเข้าไปในสวนสัตว์

4.ปัญหาการอุดตันของท่อระบายน้ำทำให้น้ำไหลไม่ทันน้ำจึงท่วมง่าย

5.เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคในการบรรจุอาหารในปัจจุบันนิยมใช้ถุงพลาสติกโฟมที่ไม่ทนความร้อนมาบรรจุอาหารเนื่องจากขาดความรู้เช่น เอากระติกใส่น้ำเย็นมาบรรจุข้าวเหนียวที่นึ่งสุกใหม่ๆที่ยังร้อนแนวทางการลดขยะจากการใช้พอลิเมอร์เพื่อให้เกิดประโยชน์ และลดต้นทุนการผลิตและลดมลพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมดังนี้

1.รีไซเคิล คือ การนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการใช้แล้วไปหลอมขึ้นรูปใหม่เพื่อกลับมาใช้งานได้ อีก เช่นขวดแชมพูขึ้นรูปเป็น ขวดน้ำยาซักผ้าหรือถังพลาสติก

2.รีユス คือการนำกลับมาใช้ใหม่เช่น ขวดน้ำอัดลม นำมาใส่น้ำดื่ม

3.รีดัก คือ การลดการใช้หลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ เช่น ใบตอง หรือใบไม้ ทำเป็นกระทง หรือใช้ปิ่นโต แทน

4.รีฟิล คือ การเลือกใช้สินค้าชนิดเดิมแทนการซื้อสินค้าชนิดใหม่หรือถุงใหม่ เช่น น้ำยาล้างจานเดิมบรรจุขวดซื้อครั้งต่อไปซื้อแบบถุงเดิม

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 20 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 15 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 12 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 5 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

เกณฑ์การวัด

ความมีมนุษยสัมพันธ์	2 คะแนน	
แสดงกิริยาท่าทางสุภาพใช้ได้	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความมีระเบียบวินัย	2 คะแนน	
แต่งกายถูกระเบียบ ถูกต้อง	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ตรงต่อเวลา	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความรับผิดชอบ	2 คะแนน	
มีความพร้อมในการเรียน	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความเชื่อมั่น 2คะแนน		
กล้าแสดงความคิดเห็น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
กล้าซักถามปัญหาข้อสงสัย	1คะแนน	ปรับปรุง 0
มีสัมมาคารวะ	2 คะแนน	
แสดงความเคารพครู – อาจารย์สม่ำเสมอ	2 คะแนน	ปรับปรุง 0

ตารางวิเคราะห์ประเมินผลตามสภาพจริง

ลำดับ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือวัด	จำนวน ข้อ	คะแนน	หมายเหตุ
1	บอกและยกตัวอย่างสารชีว โมเลกุลได้	ข้อสอบอัตนัย	1	30	จุดประสงค์ การเรียนรู้ ที่ไม่ผ่าน ครูผู้สอน สามารถสอน ซ่อมเสริมได้
2	บอกองค์ประกอบหน้าที่ของ กรดนิวคลีอิกได้	ข้อสอบอัตนัย	1	30	
3	นำเอนไซม์ที่พบในผลไม้มาใช้ ประโยชน์ได้	ข้อสอบอัตนัย	1	30	
4	คุณธรรม จริยธรรม	แบบประเมิน	1	10	
	คุณลักษณะอันพึงประสงค์				
		รวม	4	100	

การประเมินผล

ด้าน พุทธิพิสัย

60 คะแนน

[illegible]

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1,2)

60 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

- 1.สารชีวโมเลกุลหมายถึงอะไรจงยกตัวอย่างสารชีวโมเลกุล (30คะแนน)
- 2.องค์ประกอบของกรดมีอะไรบ้างและมีหน้าที่อย่างไรบ้าง (30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

ตอบ1. สารชีวโมเลกุลหมายถึงสารอินทรีย์ในสิ่งมีชีวิตซึ่งภายในโมเลกุลจะประกอบด้วยธาตุพื้นฐานคือคาร์บอน(C) ไฮโดรเจน(H)และออกซิเจน (O)หรือในบางโมเลกุลของโปรตีนอาจมีธาตุอื่นๆเพิ่มเติมคือไนโตรเจน (N)กำมะถัน(S) และฟอสฟอรัส (P)สารชีวโมเลกุลประเภทนี้มีหลายชนิดเช่น

คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารหลักที่ให้พลังงานแก่ร่างกายส่วนมากได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชได้แก่แป้งน้ำตาล ไกลโคเจนและเซลลูลอสจะประกอบด้วยคาร์บอน(C)ไฮโดรเจน(H)และออกซิเจน(O)เป็นองค์ประกอบ สูตรทั่วไป คือ $(CH_2)_n$ คาร์โบไฮเดรตจะเกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีจำนวนคาร์บอน 3-6 อะตอม สูตร $C_3H_6O_3$ และ $C_6H_{12}O_6$ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวรวมตัวกันเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่จะรวมตัวเป็นน้ำตาลหลายๆโมเลกุลหรือแป้ง อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

น้ำตาลกลูโคสโมเลกุลเดี่ยวเป็นน้ำตาลที่เกิดทางธรรมชาติ น้ำตาลเพนโทส เฮกโซส กลูคอส ฟรักโทส กาแล็กโทส อาหารประเภทนี้จะถูกดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือดที่นำไปใช้พลังงานได้โดยไม่ต้องผ่านขบวนการย่อย

น้ำตาลโมเลกุลคู่เป็นน้ำตาลสองชั้นเกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว รวมตัว 2 โมเลกุลเมื่อรับประทานเข้าไปในร่างกายจะผ่านขบวนการย่อยโดยเอนไซม์เพื่อให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลดมเลกุลคู่ได้แก่ มอลโตส ซูโครสและกาแลคโตส

น้ำตาลมอลโตส เป็นน้ำตาลที่ได้จาก เมล็ดข้าวที่กำลังงอก หรือการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์อะไมเลส

น้ำตาลซูโครสหรือน้ำตาลทรายเป็นน้ำตาลที่ได้จากต้นอ้อย ต้นมะพร้าว ต้นตาล ซูโครสละลายน้ำได้ดี มีสีขาว นิยมนำมาทำเป็นส่วนผสมของอาหารหวาน

น้ำตาลแลคโตส เป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ยากและความหวานน้อยกว่าซูโครสไม่พบในส่วน of พืชส่วนมากได้จากน้ำนมของมนุษย์ น้ำนมจากสัตว์

น้ำตาลหลายโมเลกุลเป็นน้ำตาลที่ได้จากน้ำตาลหลายโมเลกุลของน้ำตาลโมเลกุลคู่หลายโมเลกุลมารวมกันได้แก่ แป้งได้จากพืช เมล็ด ผล หัว ลำต้น ราก ใบ

ไกลโคเจน ได้จากเนื้อสัตว์ พบในตับและกล้ามเนื้อ ตับจะเปลี่ยน ไกลโคเจนเป็นกลูโคส

เซลลูโลส เป็น คาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ที่สะสมในเส้นใยของพืช ไม่พบในสัตว์ ไม่ละลายน้ำร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ เส้นใยดูดซับน้ำได้ดีทำให้อุจจาระอ่อนนุ่ม ช่วยให้ง่าย

ตอบ 2.องค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก

กรดนิวคลีอิก เป็นสารชีวโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ทำหน้าที่มีขนาดใหญ่ทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นสู่รุ่นของทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโต กระบวนการต่างๆของสิ่งมีชีวิต มี

DNAประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่านิวคลีโอไทด์มีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ

1.ในไตรีนเบสมี2กลุ่มคือพิวรีนเบสเป็นเบส ที่มีวงแหวน2วงประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนและไนโตรเจนมี2ชนิดคือ อะดีนีน (A)กัวนีน(G)

2.ไพริมิดีนเบสเป็นเบสที่มีวงแหวน 1 วงประกอบด้วยอะตอมคาร์บอน และไนโตรเจนมี2ชนิดคือ ไทมิน(T)และไซโตซีน(C)น้ำตาลมีคาร์บอน5อะตอมจะมี2ชนิดไรโบสและดีออกซีไรโบส

3.หมู่ฟอสเฟตเป็นโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์โดยมีน้ำตาลเป็นแกนหลักมีน้ำตาลเป็นแกนหลักมีไนโตรเจนเบสที่คาร์บอนที่1หมู่ฟอสเฟตที่คาร์บอนที่5โดยจำแนกDNAได้4ชนิดที่ต่างกันคือ เบส A,T,C,G

RNA มีองค์ประกอบเหมือนDNA 3 ส่วนแต่น้ำตาลไรโบส เบส 4 ชนิด ประกอบด้วย

อะดีนีน(A),ยูราซิล(U)ไซโตซิล(C),กัวนีน(G)และหมู่ฟอสเฟต

หน้าที่ของกรดนิวคลีอิก

หน้าที่ของกรดนิวคลีอิกที่พบในนิวเคลียสและไซโทพลาสซึม ที่พบมีดังนี้คือ

- 1.ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลานเช่น โรคธาลัสซีเมีย ฮีโมฟีเลีย
- 2.ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน เอนไซม์และฮอร์โมนต่างๆ

เกณฑ์การวัด

ถ้านักศึกษาตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอนให้ 30คะแนน
ถ้านักศึกษาตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 4 ขั้นตอนให้ 25คะแนน
ถ้านักศึกษาตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 3 ขั้นตอนให้ 18คะแนน
ถ้านักศึกษาตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 2 ขั้นตอนให้ 12คะแนน
ถ้านักศึกษาตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 1 ขั้นตอนให้ 8คะแนน
ถ้านักศึกษาตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3)

30 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

3.นำเอนไซม์มาใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้าง(30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

เฉลย 3.เอนไซม์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้าน

- 1.อาหาร
- 2.การเกษตร
- 3.การแพทย์
- 4.อุตสาหกรรม

ประโยชน์ของเอนไซม์ในด้านต่างๆมีดังนี้

1.เอนไซม์มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิต เพราะว่าปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ในเซลล์จะเกิดขึ้นช้ามาก ถ้าไม่มีเอนไซม์ก็อาจทำให้ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยากลายเป็นสารเคมีชนิดอื่น ซึ่งถ้าขาดเอนไซม์ก็จะทำให้ระบบการทำงานของเซลล์ผิดปกติได้ เช่น การผ่าเหล่า การขาดหาย การผลิตน้อยเกินไป การผลิตมากเกินไป เป็นต้น

2. เอนไซม์มีหน้าที่สำคัญในการสร้างมนุษย์ตั้งแต่ปฏิสนธิในครรภ์มารดา จากไข่ที่ผสมพันธุ์เซลล์เดี่ยวเติบโตมาเป็น 60 ล้านล้านเซลล์ และต่อมายังทำหน้าที่ในการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ทำหน้าที่ย่อยอาหารเพื่อให้ได้สารอาหาร ช่วยกำจัดของเสียในร่างกาย ด้วยการเร่งปฏิกิริยาเคมีเพื่อทำลายสิ่งแปลกปลอม จึงช่วยให้เลือดสะอาด

3.เอนไซม์มีความจำเป็นสำหรับทุกปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย เซลล์ทั้ง 60 ล้านล้านเซลล์จะต้องใช้เอนไซม์เพื่อเร่งปฏิกิริยาเคมี หากไม่มีเอนไซม์เราจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

4.แม้ว่าวิตามิน เกลือแร่ โปรตีน ฮอร์โมน และสารอาหารอื่นๆ จะมีความสำคัญต่อชีวิตและสุขภาพ แต่ก็โดยเอนไซม์เท่านั้นที่ทำให้สารต่างๆ ได้ทำงานตามคุณสมบัติของมันได้ เพราะถ้าไม่มีเอนไซม์ทุกอย่างก็จะทำปฏิกิริยาไม่ได้เลย จนมีผู้กล่าวว่า “เอนไซม์คือพลังงานชีวิต” ถ้าระดับเอนไซม์ในร่างกายลดต่ำลงจนถึง

ระดับหนึ่ง จะทำให้ระบบภายในร่างกายทำงานไม่ได้ และชีวิตจะหยุดลงทันที เอนไซม์จึงเป็นผู้สร้างเซลล์ สร้างร่างกาย สร้างอวัยวะ และสร้างชีวิต

5.ถ้าในร่างกายมีเอนไซม์อย่างสมบูรณ์และเพียงพอ มนุษย์อาจมีอายุยืนได้ถึง 120 ปี เพราะเซลล์ในร่างกายสามารถแบ่งตัวได้ตามกำหนดของโปรแกรมนาฬิกาชีวิต

6.ถ้าไม่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง ปฏิกิริยาเคมีก็เกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติ แต่จะไม่ทันต่อการดำรงชีวิต เพราะผลของปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นช้ามาก เช่น ถ้าร่างกายต้องการทำปฏิกิริยาเคมีกับน้ำตาลเพื่อให้เกิดพลังงานไปสร้างภูมิคุ้มกันต่อต้านเชื้อโรคที่เข้าสู่โคมร่างกาย ถ้าทำปฏิกิริยาตามปกติโดยไม่มีเอนไซม์เป็นตัวช่วย ก็คงจะเกิดพลังงานได้เหมือนกัน แต่กว่าจะเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ ก็อาจต้องกินเวลานานกว่า 3 เดือน ร่างกายจึงจะได้รับพลังงานมาต่อต้านเชื้อโรค ถ้าเป็นเช่นนี้ เชื้อโรคจะฆ่าเราก่อนที่พลังงานภูมิคุ้มกันนั้นจะเกิดขึ้นอีก แต่ถ้าเรามีเอนไซม์สมบูรณ์ พลังงานและภูมิคุ้มกันจะเกิดขึ้นเร็วมากในเวลาเพียง 1 นาทีแรกที่เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายเป็นต้น

7.เอนไซม์บางชนิด จะส่งเสริมการทำงานของหัวใจ ฯลฯ ซึ่งเอนไซม์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป

8.หากร่างกายมีเอนไซม์อย่างสมบูรณ์ จะช่วยแก้ปัญหาการทำงานผิดปกติของระบบอวัยวะต่างๆ ภายในของร่างกายได้ เช่น ระบบทางเดินอาหาร (โรคกระเพาะ ลำไส้อักเสบ ท้องผูก อาหารไม่ย่อย มะเร็งกระเพาะและลำไส้ โรคได้อักเสบ ไตวาย โรคตับ ต่อมลูกหมาก),ระบบหลอดเลือดและหัวใจ (โรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง),ระบบทางเดินหายใจและระบบภูมิคุ้มกัน (ไซนัส ภูมิแพ้ หลอดลมอักเสบ โรคปอดใช้หัดใหญ่ หัดต่างๆ),ระบบผิวหนัง (บำรุงผิวพรรณ แก่กรากเกลื้อน สิวฝ้า จุดด่างดำ ผิวหนังอักเสบ แผลสด แผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก แผลในปาก สะเก็ดเงิน),ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (กล้ามเนื้ออักเสบ อัมพฤกษ์ อัมพาติ โปลิโอ ปวดเมื่อยตามตัว กระดูกพรุน กระดูกอักเสบ ไชข้ออักเสบ รูมาติซึม โรคเก๊าท์),ระบบต่อมไร้ท่อ (เบาหวาน ต่อมไทรอยด์อักเสบ),ระบบสร้างเม็ดเลือด (โรคโลหิตจาง โรคโลหิตจาง),ระบบสืบพันธุ์ (เสื่อมสมรรถภาพทางเพศ ความผิดปกติของประจำเดือน)

9.เอนไซม์ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างแพร่หลาย โดยถูกนำมาใช้ใน 2 ลักษณะ คือ ใช้ในกระบวนการแปรรูปและใช้เป็นสารปรุงแต่งอาหาร เช่น เอนไซม์ Amylase ถูกนำมาใช้กับเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เพื่อแยกเบียร์ออกจากสารละลาย ช่วยลดความขุ่นและความหนืด, เอนไซม์ Cellulase ถูกนำมาใช้กับผงซักฟอก เพื่อขยายเส้นใยเซลลูโลสของผ้า ทำให้เอนไซม์เข้าสู่เนื้อผ้าได้ จึงช่วยทำให้สิ่งสกปรกหลุดออก

จากเนื้อผ้า, เอนไซม์ Lactase ถูกนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์นม เพื่อให้โปรตีนมีความเสถียร, เอนไซม์ Naringinase ถูกนำมาใช้กับผลไม้ตระกูลส้ม เพื่อช่วยลดสารขมในน้ำผลไม้, เอนไซม์ Protease ถูกนำมาใช้กับเบียร์หรือไวน์ เพื่อช่วยแยกตะกอนโปรตีน ทำให้ผลิตภัณฑ์ใส, เอนไซม์ Lipase ถูกนำมาใช้กับเนยแข็ง เพื่อย่อยสลายไขมันในระหว่างการบ่มและช่วยเพิ่มกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

10. นอกจากจะใช้เอนไซม์ในด้านอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องสำอางแล้วยังมีการนำเอนไซม์มาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ อีกด้วย เช่น การนำมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ โดยการใช้เอนไซม์ตรึงรูป เพื่อทดแทนการสูญเสียเอนไซม์โดยการผ่านเข้าทางเส้นเลือด หรือการใช้เอนไซม์ในการบำบัดโรคต่างๆ และใช้ในการตรวจวิเคราะห์ทางการแพทย์ เป็นต้น

11. ตัวยับยั้งเอนไซม์ถูกนำมาผลิตเป็นยาแผนปัจจุบันจำนวนมาก ตั้งแต่ยาแก้ปวดแอสไพริน เพนิซิลลิน (Penicillins) แก๊อักษบ ยาไวอากร้า ฯลฯ ซึ่งเป็นการใช้ตัวห้ามมาปิดกั้นการทำงานของเอนไซม์หรือห้ามไม่ให้เอนไซม์บางชนิดทำงาน ทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์ในการรักษาอาการของโรคต่างๆ ที่ทำให้รู้สึกปวด ทำให้เชื้อแบคทีเรียไม่แบ่งตัว หรือทำให้กล้ามเนื้อหลอดเลือดของอวัยวะเพศชายคลายตัวไม่บีบได้เลือดออกไป ทำให้อวัยวะเพศบวมและแข็งอยู่ได้นาน

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 20 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 15 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 12 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 5 คะแนน

ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

ตารางวิเคราะห์ประเมินผลตามสภาพจริง

ลำดับ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือวัด	จำนวน ข้อ	คะแนน	หมายเหตุ
1	บอกและยกตัวอย่างสาร ชีวโมเลกุลได้	ข้อสอบอัตนัย	1	30	จุดประสงค์ การเรียนรู้ ที่ไม่ผ่าน ครูผู้สอน สามารถสอน ซ่อมเสริมได้
2	บอกองค์ประกอบหน้าที่ของ กรดนิวคลีอิกได้	ข้อสอบอัตนัย	1	30	
3	แสดงความรู้และแนวทางการ อนุรักษ์ความหลากหลายทาง ชีวภาพได้	ข้อสอบอัตนัย	1	30	
4	คุณธรรม จริยธรรม	แบบประเมิน	1	10	
	คุณลักษณะอันพึงประสงค์				
		รวม	4	100	

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่1,2)

60 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1.ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงอะไร มีอะไรบ้างและเทคโนโลยีชีวภาพหมายถึงอะไรมีอะไรบ้าง (30คะแนน)

2.ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญอย่างไรมีประโยชน์อย่างไรและเทคโนโลยีชีวภาพมีความสำคัญอย่างไรมีประโยชน์อย่างไรบ้างในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน (30คะแนน)

เฉลย 1.ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงการมีสิ่งมีชีวิตนานาชนิดนานาพันธุ์มาอยู่รวมกันในที่เดียวกัน

กลายกลายเป็นระบบนิเวศชนิดหนึ่งที่มีความหลากหลาย 3 ลักษณะดังนี้

- 1.ความหลากหลายของชนิดพันธุ์
- 2.ความหลากหลายของพันธุกรรม
- 3.ความหลากหลายของระบบนิเวศ

เทคโนโลยีชีวภาพหมายถึงการใช้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตหรือชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตหรือผลิตผลมาใช้ให้เกิดประโยชน์กับมนุษย์ เช่น การผลิตสินค้า การถ่ายฝากตัวอ่อนสัตว์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ดี เทคโนโลยีที่นำมาใช้มีดังนี้

- 1.พันธุวิศวกรรม
- 2.การผสมเทียม
- 3.การถ่ายฝากตัวอ่อน
- 4.การโคลน
- 5.การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เฉลย 2.ความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญคือการทำธรรมชาติให้สมบูรณ์และเป็นธรรมชาติที่สมดุลในระบบนิเวศประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตมากมายหลายชนิดหลายพันธุ์จำนวนมากมาอยู่รวมกันโดยมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพา แบบเกื้อกูล แบบย่อยสลาย แบบผู้ล่ามนุษย์อยู่ได้อย่างมีความสุขใช้ประโยชน์จากธรรมชาติถึงปัจจุบันมีดังนี้คือ

- 1.ด้านชนิดพันธุ์
- 2.ด้านพันธุกรรม

3.ด้านระบบนิเวศ

เทคโนโลยีชีวภาพมีความสำคัญการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเกษตร อุตสาหกรรมอาหาร การแพทย์ การผลิตพลังงาน และการรักษาสสิ่งแวดล้อมสิ่งเหล่านี้มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ทั้งสิ้นการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบันอาศัยสิ่งเหล่านี้เป็นแหล่งที่อยู่ อาหาร ยารักษาโรค

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอนให้ 30คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 4 ขั้นตอนให้ 25คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 3 ขั้นตอนให้ 18คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 2 ขั้นตอนให้ 12คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นได้ 1 ขั้นตอนให้ 8คะแนน
 ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

ข้อสอบ(จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่3)

30 คะแนน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

3.อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพที่หน่วยราชการ ประชาชน เอกชน และการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจังมีอะไรบ้าง (30คะแนน)

เกณฑ์การวัด

เฉลย 3.อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพที่หน่วยราชการ ประชาชน เอกชน และการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจังมีดังนี้คือ

1.การจัดเป็นพื้นที่สงวน จัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน เขตป่าสงวน เขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า มีหน่วยงานรับผิดชอบ เช่น

-เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

-อุทยานแห่งชาติ

-เขตพื้นที่ชีวลัยหรือพื้นที่ชีวมณฑล

2.จัดทำแผนหรือนโยบายระดับชาติดำเนินการต่อเนื่องทุกรัฐ

3.กำหนดกฎหมายเพื่อลงโทษผู้ฝ่าฝืนและกฎหมายไม่เปิดโอกาสให้ผู้กระทำผิดใช้อิทธิพลเป็นช่องทางฝ่าฝืนได้

4.ควบคุมการลักลอบตัดต้นไม้การเผาป่าการค้าสัตว์สงวนข้ามชาติ การล่าสัตว์สงวนและเลี้ยงสัตว์ตามพระราชบัญญัติไว้ในครอบครอง

5.การจัดตั้งกลุ่มหรือชมรม ทั้งหน่วยงานของรัฐและเอกชน ภาคการศึกษาให้มีส่วนร่วมในการดูแลรับผิดชอบ และอนุรักษ์พื้นที่ที่มีความหลากหลายและฟื้นฟูสภาพที่ถูกทำลาย

6.ประชาสัมพันธ์ และเผยแพร่ให้ประชาชนได้รับทราบถึงภัยที่เกิดจากผลกระทบจากการสูญเสียในปัจจุบันและอนาคตเช่น โคลนถล่มจากฝนตกเนื่องจากป่าไม้ถูกทำลาย

เกณฑ์การวัด

ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 5 ขั้นตอน ให้ 20 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 4 ขั้นตอน ให้ 15 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 3 ขั้นตอน ให้ 12 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 2 ขั้นตอน ให้ 10 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบตามแนวทางข้างต้นครบ 1 ขั้นตอน ให้ 5 คะแนน
ถ้าผู้เรียนตอบนอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอน

การประเมิน

ด้าน จิตพิสัย

10 คะแนน

[illegible]

เกณฑ์การวัด

ความมีมนุษยสัมพันธ์	2 คะแนน	
แสดงกิริยาท่าทางสุภาพใช้ได้	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความมีระเบียบวินัย	2 คะแนน	
แต่งกายถูกระเบียบ ถูกต้อง	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ตรงต่อเวลา	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความรับผิดชอบ	2 คะแนน	
มีความพร้อมในการเรียน	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ปฏิบัติงานด้วยความตั้งใจ	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
ความเชื่อมั่น 2คะแนน		
กล้าแสดงความคิดเห็น	1 คะแนน	ปรับปรุง 0
กล้าซักถามปัญหาข้อสงสัย	1คะแนน	ปรับปรุง 0
มีสัมมาคารวะ	2 คะแนน	
แสดงความเคารพครู – อาจารย์สม่ำเสมอ	2 คะแนน	ปรับปรุง 0



ต่อไปเป็นแผนเตรียมการสอนนะคะ

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 1	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส2000-1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1-2-2
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วยการถ่ายทอดพันธุกรรม	เวลา 3คาบ

เรื่อง การถ่ายทอดพันธุกรรม

สาระการเรียนรู้

- 1.1.ความหมายของพันธุกรรม
- 1.2.ลักษณะทางพันธุกรรม
- 1.3.ศัพท์ทางด้านพันธุศาสตร์

สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกันที่เรียกว่าลักษณะทางพันธุกรรมและจะถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกรุ่นหลานต่อไปโดยยีน(Gene) ที่อยู่ในโครโมโซมที่มีลักษณะเด่นในรุ่นพ่อ แม่ จะไปปรากฏในรุ่นลูกและรุ่นหลาน ตามกฎของเมนเดลในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมอาจผิดปกติไป เกิดจากการผิดปกติของยีน ที่ไม่เหมือนพ่อ แม่ เรียกว่าเกิดการผ่าเหล่า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของพันธุกรรมได้
2. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมได้
3. บอกศัพท์ทางพันธุกรรมได้

มาตรฐานการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของพันธุกรรมได้
2. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมได้
3. บอกศัพท์ทางพันธุกรรมได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

- ปฐมนิเทศ
- สนทนาซักถาม สร้างความคุ้นเคย และ แนะนำตัวเอง
- เกริ่นนำ- เข้าเนื้อหา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียน แนะนำตัวเองและบอกลักษณะของตัวเองว่าเหมือนคนในครอบครัวมีใครบ้าง
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความหมายของพันธุกรรม
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความสัมพันธ์ระหว่างพ่อ แม่ และตัวเอง
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาพันธุกรรมในบทเรียน
5. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
6. ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม และ สุ่มตัวอย่าง

3. ขั้นสรุป

- ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปเนื้อหา ที่เรียนมา โดยตัวแทนกลุ่มหน้าชั้นเรียน

กระบวนการวัดและการประเมินผล

วิธีวัดผล

สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เครื่องมือวัดผล

1. แบบประเมินผลคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
2. ใบงานที่ 1 เรื่องพันธุกรรม
3. แบบฝึกหัด

เกณฑ์การประเมิน

1. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนขึ้นอยู่กับผู้ประเมิน
2. ตรวจแบบฝึกหัด และใบงาน เก็บคะแนน 10 คะแนน ผู้เรียนทำถูก 7 คะแนนผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. หนังสือรายวิชา 2000 - 1303 วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ
2. ใบงานพันธุกรรม
3. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา
4. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 2	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุทธยา	วันที่
รหัส2000-1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 1	ชื่อหน่วยพันธุกรรม(ต่อ)	เวลา 3คาบ

เรื่องพันธุกรรม(ต่อ))

สาระการเรียนรู้

- 1.4 กฎของเมนเดล
- 1.5 โครโมโซม
- 1.6 สารพันธุกรรม
- 1.7 โรคทางพันธุกรรม
- 1.8มิวเทชัน

สาระสำคัญ

ยีนมี DNA เป็นองค์ประกอบที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมทั้งหมดในสิ่งมีชีวิตและควบคุมขบวนการเมแทบอลิซึมทั้งหมด ลักษณะรูปร่างการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตเช่นพ่อแม่เป็นโรค ลูกก็จะเป็นโรคนั้นด้วยเรียกว่าโรคพันธุกรรม

มาตรฐานการเรียนรู้

1. อธิบายกฎของเมนเดลได้ถูกต้อง
2. คำนวณหาพันธุกรรมจากรุ่นพ่อแม่ได้
3. อธิบายเกี่ยวกับโครโมโซมได้
4. อธิบายการเกิดโรคทางพันธุกรรมได้
5. ยกตัวอย่างการเกิดมิวเทชันได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สนทนา ซักถาม และทบทวน พันธุกรรมการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่น
2. เข้าเนื้อหา

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้เรียน ศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล
2. ผู้เรียน เขียนพันธุกรรมการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่รุ่นลูก และหลาน
3. ผู้เรียน ศึกษาพันธุกรรม
4. ผู้เรียน คำนวณพันธุกรรมจากในงาน
5. ผู้เรียน ทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน

ขั้นสรุป

ทบทวนเนื้อหาที่เรียนมา เช่นผู้เรียนส่งตัวแทนกลุ่มมาแสดงผลการถ่ายทอดพันธุกรรม
หน้าชั้นเรียน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. ซักถาม วิธีการคำนวณลักษณะทางพันธุกรรม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน

เครื่องมือวัดผล

1. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
2. ใบงาน พันธุกรรม

เกณฑ์การประเมิน

ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและใบงาน 10 คะแนนทำถูก 7 คะแนน ผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. หนังสือรายวิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ(2000 – 1303)
2. ใบงานพันธุกรรม
3. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพนิชการอยุธยา
4. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 3	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 2	ชื่อหน่วยความหลากหลายทางชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ	เวลา 3คาบ

เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ

สาระการเรียนรู้

- 2.1 ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ
- 2.2 ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ
- 2.3 ประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ

สาระสำคัญ

ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงความหลากหลายทางชนิดพันธุ์

มาตรฐานการเรียนรู้

- 1.บอกความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพได้
- 2.ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพได้
- 3.ประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพได้
- 4.ยกตัวอย่างของความหลากหลายทางชีวภาพได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

สนทนากับการของความหลากหลายทางชีวภาพใดในชีวิตประจำวันและเข้าเนื้อหา

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ
3. แบ่งกลุ่มผู้เรียนบอกประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอตัวอย่างของความหลากหลายทางชีวภาพ
5. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเรื่องของความหลากหลายทางชีวภาพ
6. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
7. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ
2. ผู้สอนอธิบายความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มเติม

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. ซักถาม ของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. ตรวจสอบผลงาน จากแบบฝึกหัด และใบงาน

เครื่องมือวัดผล

1. แบบฝึกหัดทำขบทเรียน
2. ใบงาน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบแบบฝึกหัดทำขบทเรียน
2. ตรวจสอบใบงาน
3. ใช้คะแนนจากแบบฝึกหัดและใบงาน โดยใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผล 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนน ผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน ของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดทำขบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 4	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส2000 - 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 2	ชื่อหน่วยความหลากหลายทางชีวภาพเทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)	เวลา 3คาบ

เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพเทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

2.4 สาเหตุแห่งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

2.5 การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

สาระสำคัญ

สาเหตุแห่งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพอันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติที่ทำให้เกิดการดำรงชีวิตเปลี่ยนไปจึงต้องมีการอนุรักษ์ทุกรูปแบบเช่นการจัดทำแผนฟื้นฟูเพื่อให้เกิดความสมดุล

มาตรฐานการเรียนรู้

1.สาเหตุแห่งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

2.การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สนทนาเรื่องสาเหตุแห่งการสูญเสียและการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ
2. เข้าเนื้อหา

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ
3. แบ่งกลุ่มผู้เรียนบอกประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอตัวอย่างของความหลากหลายทางชีวภาพ
5. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเรื่องของความหลากหลายทางชีวภาพ
6. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
7. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาที่เรียนเกี่ยวกับผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. ผู้สอนให้ผู้ยกตัวอย่างของความหลากหลายทางชีวภาพ

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

- 1.ซักถาม ของความหลากหลายทางชีวภาพ
- 2.ตรวจผลงานจากใบงาน
- 3.ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจใบงาน
2. ตรวจแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนน ผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

- 1.ใบงาน ของความหลากหลายทางชีวภาพ
- 2.หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000 - 1303)
- 3.แบบฝึกหัดท้ายบท
- 4.ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
- 5.Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 5	วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา	วันที่
รหัส 2000 - 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 -2 -2
หน่วยที่ 2	ชื่อหน่วยความหลากหลายทางชีวภาพเทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)	เวลา 3 คาบ

เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพเทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

- 2.6 ความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพ
- 2.7 ประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพ
- 2.8 พันธุวิศวกรรม

สาระสำคัญ

สาเหตุแห่งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพอันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติที่ทำให้เกิดการดำรงชีวิตเปลี่ยนไปจึงต้องมีวิธีการอนุรักษ์ทุกรูปแบบเช่นการจัดทำแผนฟื้นฟูเพื่อทำให้เกิดความสมดุล

มาตรฐานการเรียนรู้

- 1.อธิบายความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพได้
- 2.บอกประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพได้
- 3.อธิบายและให้ความหมายของพันธุวิศวกรรมได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สนทนาเรื่องความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. เข้าเนื้อหาความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพ

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาของความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพและประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพและประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอตัวอย่างของความหลากหลายทางชีวภาพ
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเรื่องความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพและประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
5. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
6. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาที่เรียนเกี่ยวกับผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพและประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. ผู้สอนให้ผู้ยกตัวอย่างเทคโนโลยีชีวภาพและประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบใบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนนผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน ของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนชกการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 6	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส 2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 2	ชื่อหน่วยความหลากหลายทางชีวภาพเทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)	เวลา 3 คาบ

เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพเทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

- 2.9 การผสมเทียม
- 2.10 การถ่ายฝากตัวอ่อน
- 2.11 การโคลน
- 2.12 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สาระสำคัญ

การขยายพันธุ์พืชและสัตว์เช่นการผสมเทียม การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการและใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร อาหาร การแพทย์ สิ่งแวดล้อมเพื่อสวดูกและประหยัดเวลา

มาตรฐานการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพได้
2. บอกประโยชน์ของเทคโนโลยีชีวภาพได้
3. อธิบายและให้ความหมายของพันธุวิศวกรรมได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สนทนาเรื่องการขยายพันธุ์พืชและสัตว์เช่นการผสมเทียม การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. เข้าเนื้อหา

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาการขยายพันธุ์พืชและสัตว์เช่นการผสมเทียม การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกการขยายพันธุ์พืชและสัตว์เช่นการผสมเทียม การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอการขยายพันธุ์พืชและสัตว์เช่นการผสมเทียม การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเรื่องการขยายพันธุ์พืชและสัตว์เช่นการผสมเทียม การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
5. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
6. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาที่เรียนการขยายพันธุ์พืชและสัตว์เช่นการผสมเทียม การถ่ายฝากตัวอ่อน การโคลนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการและใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบใบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนนผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน ของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่7	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2-2
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วยจุลินทรีย์ในอาหาร	เวลา 3คาบ

เรื่อง จุลินทรีย์ในอาหาร

สาระการเรียนรู้

- 3.1 ความหมายและความสำคัญของจุลินทรีย์
- 3.2 ชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร

สาระสำคัญ

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่เล็กที่สุดที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นพบในน้ำ ในอากาศ และในดิน มีประโยชน์ ด้านการเกษตร อาหาร การแพทย์ ด้านการค้า

มาตรฐานการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายและความสำคัญของจุลินทรีย์ได้
2. บอกประโยชน์ของจุลินทรีย์ได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สนทนาเรื่องสิ่งมีชีวิตเล็กๆที่ทำให้อาหารเน่าเสีย มีกลิ่นและการเกิดครดต่างๆเป็นสาเหตุมาจากจุลินทรีย์
2. เข้าเนื้อหาจุลินทรีย์ในอาหาร

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาจุลินทรีย์ในอาหาร
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความหมายของจุลินทรีย์ในอาหาร
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอชนิดของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
5. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนนผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน ของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 8	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส 2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วยจุลินทรีย์ในอาหาร(ต่อ)	เวลา 3 คาบ

เรื่อง จุลินทรีย์ในอาหาร(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

- 3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
- 3.4 การประโยชน์ของจุลินทรีย์ในการอาหารผลิตอาหาร

สาระสำคัญ

การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต้องอาศัยอาหาร ออกซิเจน ปริมาณความเป็นกรดเบสและ จุลินทรีย์มีประโยชน์ ด้านการเกษตร อาหาร การแพทย์ ด้านการค้าและมีโทษเมื่อรับประทานเข้าไป

มาตรฐานการเรียนรู้

1. อธิบายและบอกปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้
2. บอกประโยชน์ของจุลินทรีย์ในการผลิตอาหารได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สทนนาเรื่องสิ่งมีชีวิตเล็กๆที่ทำให้อาหารเน่าเสีย มีกลิ่นและการเกิดโรคต่างๆเป็นสาเหตุมาจากจุลินทรีย์
2. เข้าเนื้อหาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ในการอาหารผลิตอาหาร

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกประโยชน์ของจุลินทรีย์ในการอาหารผลิตอาหาร
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนส่งตัวแทนกลุ่มบอกการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ในการอาหารผลิตอาหาร
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
5. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และประโยชน์ของจุลินทรีย์ในการอาหารผลิตอาหาร
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนนผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน จุลินทรีย์ในอาหาร
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่ 9	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส 2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 3	ชื่อหน่วยจุลินทรีย์ในอาหาร(ต่อ)	เวลา 3 คาบ

เรื่อง จุลินทรีย์ในอาหาร(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

3.5 พิษของของจุลินทรีย์ในอาหาร

3.6 การป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์

สาระสำคัญ

จุลินทรีย์มีประโยชน์ ด้านการเกษตร อาหาร การแพทย์ ด้านการค้าและมีโทษเมื่อ
รับประทานเข้าไปจึงต้องมีการป้องกันอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์

มาตรฐานการเรียนรู้

1. อธิบายพิษของของจุลินทรีย์ในอาหารได้
2. บอกวิธีป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สนทนาเรื่องพิษของของจุลินทรีย์ในอาหารและการเกิดโรคต่างๆเป็นสาเหตุมาจากจุลินทรีย์ในอาหารนทรีย์
2. เข้าเนื้อหาพิษของของจุลินทรีย์ในอาหารและวิธีป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาพิษของของจุลินทรีย์ในอาหารและวิธีป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกพิษของของจุลินทรีย์ในอาหารและวิธีป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาพิษของของจุลินทรีย์ในอาหารและวิธีป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบใบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนนผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน จุลินทรีย์ในอาหาร
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000 -1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่10	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 4	ชื่อหน่วยปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์	เวลา 3คาบ

เรื่อง ปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์

สาระการเรียนรู้

- 4.1.ความหมายและการกำเนิดปีโตรเลียม
- 4.2.การสำรวจปีโตรเลียม
- 4.3.องค์ประกอบและการกลั่นปีโตรเลียม

สาระสำคัญ

ปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปีโตรเลียมจะมีสารไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบให้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เช่นการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง ธุรกิจอุตสาหกรรม และการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นต้น

มาตรฐานการเรียนรู้

1. อธิบายความหมายและการกำเนิดปีโตรเลียมได้
2. บอกวิธีการสำรวจปีโตรเลียมได้
3. บอกองค์ประกอบและการกลั่นปีโตรเลียมได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สทนาเรื่องการเกิดน้ำมันมาจากการทับถมซากพืชซากสัตว์เป็นเวลานานจนกลายเป็นน้ำมันดิบที่เรียกว่าปิโตรเลียม
2. เข้าเนื้อหาความหมายและการกำเนิดปิโตรเลียมการสำรวจปิโตรเลียมองค์ประกอบและการกลั่นปิโตรเลียม

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียม
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความหมายและการกำเนิดปิโตรเลียมการสำรวจปิโตรเลียมองค์ประกอบและการกลั่นปิโตรเลียม
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาความหมายและการกำเนิดปิโตรเลียมการสำรวจปิโตรเลียมองค์ประกอบและการกลั่นปิโตรเลียม
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบใบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนน ผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน จุลินทรีย์ในอาหาร
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่11	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส2000 -1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1-2 -2
หน่วยที่ 4	ชื่อหน่วยปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์(ต่อ)	เวลา 3คาบ

เรื่อง ปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

4.4.การใช้ประโยชน์จากปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์

4.5.ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์

สาระสำคัญ

ปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปีโตรเลียมใช้เชื้อเพลิงแล้วยังเป็นสารหล่อลื่นสำหรับเครื่องจักร เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติก ยาปราบศัตรูพืชอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ในการขนส่ง ธุรกิจอุตสาหกรรม และการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นต้นและเกิดเขม่าควันซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้

1.บอกประโยชน์จากปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ได้

2. บอกผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สันทนาเรื่องประโยชน์จากปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์
2. เข้าเนื้อหาประโยชน์จากปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาประโยชน์จากปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกประโยชน์จากปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาประโยชน์จากปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบใบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนน ผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน ปีโตรเลียมและผลิตภัณฑ์
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพนิชการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่12	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 –2 –2
หน่วยที่ 5	ชื่อหน่วยยางและพอลิเมอร์(ต่อ)	เวลา 3คาบ

เรื่อง ยางและพอลิเมอร์(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

- 5.1.ความหมายของยาง
- 5.2.ชนิดของยาง
- 5.3.ความหมายของพอลิเมอร์
- 5.4.ประเภทของพอลิเมอร์

สาระสำคัญ

พอลิเมอร์เป็นองค์ประกอบโมเลกุลใหญ่ที่ได้จากการรวมตัวของสารโมเลกุลเล็กๆหลายๆ โมเลกุลมารวมกันในปัจจุบันมนุษย์ได้ผลิตมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันคือ พลาสติก ยางเส้นใย กาว และสารอื่นๆ

มาตรฐานการเรียนรู้

1. บอกความหมายของยางได้
2. จำแนกชนิดของยางได้
3. บอกความหมายของพอลิเมอร์ได้
4. จำแนกประเภทของพอลิเมอร์ได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สันทนาเรื่องผลิตภัณฑ์ยางชนิดของยางและประโยชน์ของยาง
2. เข้าเนื้อหายางและพอลิเมอร์

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาผลิตภัณฑ์ยางชนิดของยางและประโยชน์ของยาง
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความหมายของยางชนิดและประโยชน์ของยาง
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาผลิตภัณฑ์ยางชนิดของยางและประโยชน์ของยาง
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนน ผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน ยางและพอลิเมอร์
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000 -1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่13	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 5	ชื่อหน่วยยางและพอลิเมอร์(ต่อ)	เวลา 3คาบ

เรื่อง ยางและพอลิเมอร์(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

- 5.5.โครงสร้างของพอลิเมอร์
- 5.6.รูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์
- 5.7.ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์

สาระสำคัญ

พอลิเมอร์มีหลายรูปแบบคือพลาสติก ยาง เส้นใย กาว และสารละลายอื่นๆเนื่องจากราคาถูก น้ำหนักเบาสามารถปรุงแต่งให้มีความคงทนแข็งแรงได้ตามความต้องการจึงนำมาใช้ในปัจุบันมนุษย์ได้ผลิตมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันจนก่อให้เกิดมลพิษเกิดขยะ มีการลคมลพิษและขยะด้วยการนำกลับมาใช้ใหม่ด้วยการ รีไซเคิลและรีฟิวจากผลิตภัณฑ์ พลาสติก ยางเส้นใย กาว

มาตรฐานการเรียนรู้

- 1.อธิบายโครงสร้างของพอลิเมอร์ได้
- 2.อธิบายและยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์ได้
- 3.บอกผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์ได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สันทนาเรื่องโครงสร้างของพอลิเมอร์ยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์
ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์
2. เข้าเนื้อหาโครงสร้างของพอลิเมอร์ยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์
ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาโครงสร้างของพอลิเมอร์ยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกโครงสร้างของพอลิเมอร์ยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาโครงสร้างของพอลิเมอร์ยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนน ผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน ยางและพอลิเมอร์
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่14	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 6	ชื่อหน่วยสารชีวโมเลกุลในอาหาร	เวลา 3คาบ

เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหาร

สาระการเรียนรู้

- 6.1.ความหมายของสารชีวโมเลกุล
- 6.2.คาร์โบไฮเดรต
- 6.3.โปรตีน

สาระสำคัญ

สารชีวโมเลกุลเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบคือคาร์บอน(C)ไฮโดรเจน(H) และออกซิเจน(O)หรือกลุ่มของโปรตีนบางชนิดอาจมีธาตุอื่นเจือปนเช่น ไนโตรเจน(N)ซัลเฟอร์หรือกำมะถัน(S) ฟอสฟอรัส(P) สารชีวโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์มีหน้าที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายแตกต่างกันบางชนิดให้พลังงานเช่นคาร์โบไฮเดรต โปรตีนให้กรดนิวคลีอิกและเอนไซม์

มาตรฐานการเรียนรู้

- 1.บอกความหมายของสารชีวโมเลกุลได้
- 2.บอกหน้าที่และยกตัวอย่างของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตได้
- 3.บอกหน้าที่และยกตัวอย่างของสารอาหารประเภทโปรตีนได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สนทนาเรื่องสารชีวโมเลกุลเป็นสารอินทรีย์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมีองค์ประกอบคือคาร์บอน(C)ไฮโดรเจน(H) และออกซิเจน(O)
2. เข้าเนื้อหาสารชีวโมเลกุลเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบคือคาร์บอน(C)ไฮโดรเจน(H) และออกซิเจน(O)

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาสารชีวโมเลกุลเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบคือคาร์บอน(C)ไฮโดรเจน(H) และออกซิเจน(O)และสารอื่นๆ
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกสารชีวโมเลกุลเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบคือคาร์บอน(C)ไฮโดรเจน(H) และออกซิเจน(O)และสารอื่นๆ
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาโครงสร้างของพอลิเมอร์ยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบใบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนน ผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน สารชีวโมเลกุลในอาหาร
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000 - 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่15	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุทธยา	วันที่
รหัส2000 - 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 6	ชื่อหน่วยสารชีวโมเลกุลในอาหาร(ต่อ)	เวลา 3คาบ

เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหาร(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

- 6.4.ไขมัน
- 6.5.กรดนิวคลีอิก
- 6.6.เอนไซม์

สาระสำคัญ

ไขมันเป็นสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายกับสิ่งมีชีวิต และทำให้ร่างกายเจริญเติบโตสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีความสุข กรดนิวคลีอิกและเอนไซม์ทำให้ร่างกายไม่เกิดโรค สารชีวโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์มีหน้าที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายแตกต่างกันบางชนิดให้พลังงานเช่นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ให้กรดนิวคลีอิกและเอนไซม์ส่วนใหญ่อยู่ในร่างกาย

มาตรฐานการเรียนรู้

- 1.บอกหน้าที่และยกตัวอย่างของสารอาหารประเภทไขมันได้
2. บอกองค์ประกอบและหน้าที่ของกรดนิวคลีอิกได้
- 3.บอกบทบาทและยกตัวอย่างของเอนไซม์ได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สนทนาเรื่องสารชีวโมเลกุลเป็นสารอินทรีย์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมีไขมัน กรดนิวคลีอิก เอนไซม์ เป็นสารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายกับสิ่งมีชีวิต และทำให้ร่างกายเจริญเติบโตสามารถทำกิจกรรมต่างๆ
2. เข้าเนื้อหาไขมันกรดนิวคลีอิก เอนไซม์

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาสารชีวโมเลกุลเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบไขมันกรดนิวคลีอิก เอนไซม์
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกสารชีวโมเลกุลเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบไขมันกรดนิวคลีอิก เอนไซม์
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาไขมันกรดนิวคลีอิก เอนไซม์
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบใบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนนผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน สารชีวโมเลกุลในอาหาร
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่16	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุทธยา	วันที่
รหัส2000 - 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 – 2 –2
หน่วยที่ 7	ชื่อหน่วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า,พลังงานนิวเคลียร์	เวลา 3คาบ

เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า,พลังงานนิวเคลียร์

สาระการเรียนรู้

- 7.1.ความหมายและการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- 7.2.สเปกตรัมของการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

สาระสำคัญ

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มีความถี่จากแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวางสามารถเคลื่อนที่โดยไม่ต้องผ่านตัวกลางมีสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตั้งแต่ คลื่นวิทยุ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไมโครเวฟ อินฟราเรด แสงอัลตราไวโอเลต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา มีความเร็วเท่ากับความเร็วแสง คือ 3×10^8 m/s สามารถนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ตามต้องการ

มาตรฐานการเรียนรู้

- 1.อธิบายความหมายและการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้
- 2.อธิบายเกี่ยวกับสเปกตรัมของการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้
- 3.บอกการนำประโยชน์ของการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สนทนาเรื่องการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เดินทางในอากาศที่ใช้ในชีวิตประจำวัน
2. เข้าเนื้อหาการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสเปกตรัมของการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสเปกตรัมของการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะโดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสเปกตรัมของการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบใบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนน ผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสเปกตรัมของการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนเตรียมการสอน

สัปดาห์ที่17	วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนการอยุธยา	วันที่
รหัส2000- 1303	วิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ	ท-ป-น 1 –2 –2
หน่วยที่ 7	ชื่อหน่วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า,พลังงานนิวเคลียร์(ต่อ)	เวลา 3คาบ

เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า,พลังงานนิวเคลียร์(ต่อ)

สาระการเรียนรู้

- 7.3.ความหมายของพลังงานนิวเคลียร์
- 7.4.การเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์
- 7.5.ธาตุกัมมันตรังสี
- 7.6.ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี
- 7.7.การใช้ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์
- 7.8.อันตรายจากรังสี

สาระสำคัญ

พลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในอะตอมของธาตุเรียกว่าปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชั่น การสลายตัวเรียกว่านิวเคลียร์ฟิชชัน พลังงานจะถูกปล่อยออกมาในรูปแบบของรังสีเช่นรังสี แอลฟา บีตา และแกมมา ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร การแพทย์ อุตสาหกรรม และต้องระวังผลกระทบที่ก่อให้เกิดอันตรายจากรังสี

มาตรฐานการเรียนรู้

- 1.บอกความหมายของพลังงานนิวเคลียร์ได้
- 2.จำแนกประเภทของพลังงานนิวเคลียร์ได้
- 3.บอกความหมายของธาตุกัมมันตรังสีได้
- 4.บอกความหมายและคำนวณครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีได้
- 5.อธิบายการใช้ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ได้
- 6.บอกอันตรายจากรังสีได้

กระบวนการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. สทนหาเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ที่มีประโยชน์ในชีวิตประจำวันและโทษที่เกิดจากพลังงานนิวเคลียร์กับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. เข้าเนื้อหาพลังงานนิวเคลียร์

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาการเกิดพลังงานนิวเคลียร์
2. ผู้สอนให้ผู้เรียนบอกความหมายการจำแนกประเภท การใช้ประโยชน์ ของพลังงานนิวเคลียร์ ธาตุกัมมันตรังสีและอันตรายที่เกิดกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
3. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากใบงาน
4. ผู้สอนให้ผู้เรียนฝึกทักษะ โดยการแข่งกันคิดจากใบงานที่ผู้สอนแจกให้

ขั้นสรุป

1. ผู้สอนกับผู้เรียนทบทวนเนื้อหาพลังงานนิวเคลียร์
2. ผู้เรียนบันทึกผลลงสมุดบันทึกงาน

กระบวนการวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

1. สังเกตพฤติกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน
3. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เครื่องมือ

1. ใบงาน
2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เกณฑ์การประเมิน

1. ตรวจสอบใบงาน
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
3. ใช้เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลเป็นระดับคะแนนทำ 10 คะแนน ทำถูก 7 คะแนนผ่าน

แหล่งการเรียนรู้/สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน

1. ใบงาน พลังงานนิวเคลียร์
2. หนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพธุรกิจและบริการ (2000- 1303)
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. ห้องสมุดวิทยาลัยเทคโนโลยีพนิชัยการอยุธยา
5. Internet

บันทึกหลังสอน**ผลการสอน**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนบริหารการอยุธยา

ใบความรู้ที่ 1.

เรื่องการถ่ายทอดพันธุกรรม

พันธุกรรม (Heredity) หมายถึงสิ่งที่ เป็นลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากสิ่งมีชีวิตรุ่นก่อนหน้าโดยสามารถถ่ายทอดส่งต่อจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่งได้หรือ

พันธุกรรม(Heredity)คือ เป็นการถ่ายทอดลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่ง(รุ่นลูกรุ่นหลาน)ได้ เช่นคนรุ่นพ่อแม่สามารถถ่ายทอดลักษณะต่างๆลงไปยังรุ่นลูกรุ่นหลานของตนได้โดยลักษณะที่ถูกถ่ายทอดแบ่งเป็นประเภทหลักๆได้ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะเชิงคุณภาพ และลักษณะเชิงปริมาณโดยได้มีการเริ่มต้นทำการศึกษารื่องของ**พันธุกรรม (Heredity)**ในช่วงกลางของศตวรรษที่ 18 โดย**เกรเกอร์เมนเดล (Gregor Mendel)** ซึ่งเป็นผู้ที่ได้ค้นพบและได้อธิบายหลักของการถ่ายทอดลักษณะทาง**พันธุกรรม**

(Heredity) พันธุกรรม(Heredity)อาจสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า**กรรมพันธุ์**

ลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต จะถูกถ่ายทอดจากบรรพบุรุษไปสู่รุ่นลูกหลาน โดยหน่วยพันธุกรรมในเซลล์ที่เรียกว่า ยีน สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันย่อมมีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายคลึงกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กัน

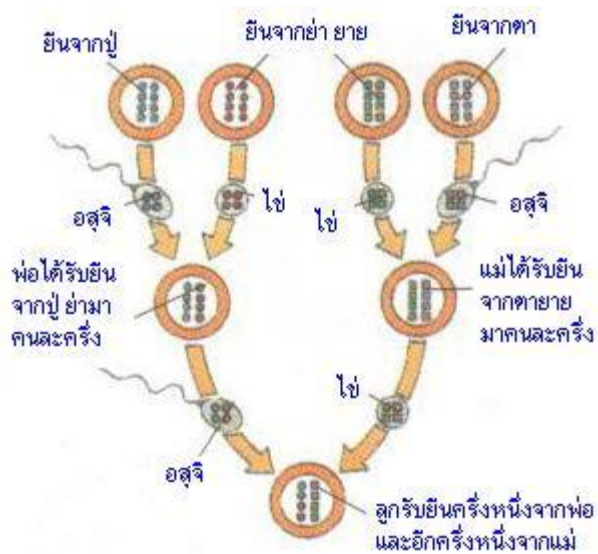
ลักษณะทางพันธุกรรมหมายถึงลักษณะบางอย่างที่มีปรากฏอยู่ในรุ่นบรรพบุรุษ แล้วถ่ายทอดลักษณะนั้นๆ ให้กับรุ่นลูกหลานต่อๆมา

ลักษณะทางพันธุกรรมได้แก่ ลักษณะสีขนตา สีผม สีผิว ความสูง น้ำหนักตัว สติปัญญา สีของดอกไม้ ความถนัด ฯลฯ ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมียีน(gene) เป็นหน่วยควบคุมลักษณะในทางพันธุกรรมทำหน้าที่ ถ่ายทอดลักษณะจากพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกหลานยีน(gene)มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซม

ลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต จะถูกถ่ายทอดจากบรรพบุรุษไปสู่รุ่นลูกหลาน โดยหน่วยพันธุกรรมในเซลล์ที่เรียกว่า ยีนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของดีเอ็นเอ แต่ดีเอ็นเอมีทั้งส่วนที่อยู่ในนิวเคลียส และส่วนที่อยู่ใน ไซโทพลาซึม ซึ่งดีเอ็นเอทั้งสองส่วนนี้จะควบคุมและถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ ทางพันธุกรรมด้วยแบบแผนที่แตกต่างกัน

ลักษณะพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตนอกจากจะถูกควบคุมด้วยดีเอ็นเอหรือยีนในนิวเคลียสแล้วยังถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่นอกนิวเคลียส อีกด้วยนั่นก็คือดีเอ็นเอในไมโทคอนเดรียและพลาสติดซึ่งอยู่ในไซโทพลาซึมออร์แกเนลล์ทั้งสองสามารถแบ่งตัวได้ไม่อยู่ในการควบคุมของนิวเคลียสเซลล์ไข่ของสิ่งมีชีวิตเพศเมียจะมีขนาดใหญ่ มีไซโทพลาซึมมากสเปิร์มที่เข้ามาผสมจะมีแต่นิวเคลียส แทบจะไม่มีไซโทพลาซึมเลย ดังนั้นลักษณะต่าง ๆ ที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่ในไซโทพลาซึมจึงมักมาจากทางฝ่ายแม่ลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนในนิวเคลียสจะเป็นไปตามกฎของเมนเดล

เมื่อมีการผสมระหว่างพ่อแม่ทั้งสายผสมตรง (direct cross) และสายผสมกลับสลับพ่อแม่ (reciprocal cross) ลูกผสมที่ได้ของทั้ง 2 สาย จะมีอัตราส่วนเท่ากันแต่ลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนนอกนิวเคลียสจะไม่เป็นไปตามกฎของเมนเดล



ความแปรผันของลักษณะทางพันธุกรรม

สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันย่อมมีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายคลึงกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันหรือสิ่งมีชีวิตชนิด

เดียวกันจะมีลักษณะคล้ายกันมีความแตกต่างกันน้อยกว่าสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน ความแตกต่างเหล่านี้เนื่องจากพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ลักษณะทางพันธุกรรม จำแนกได้ 2 ประเภท

1. ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่อง (CONTINUOUS VARIATION) เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความลดหลั่นกันทีละน้อย สามารถนำมาเรียงลำดับกันได้ เช่น ความสูง น้ำหนัก สีผิว เป็นต้นเป็นลักษณะทางปริมาณ
2. ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่อง (DISCONTINUOUS VARIATION) เป็นลักษณะที่แบ่งเป็นกลุ่ม ได้อย่างชัดเจนเช่นหมู่เลือดของคน ลักษณะผิวเผือก ลักษณะด่างขาว การห่อลิ้น เป็นต้นเป็นลักษณะทางคุณภาพ

ข้อสังเกต โดยทั่วไป ลักษณะที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง เช่น สีผิว นั้นสิ่งแวดล้อมจะมีอิทธิพลต่อการแสดงลักษณะในสัดส่วนที่มากกว่าลักษณะที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง เช่น หมู่เลือด

ศัพท์ทางพันธุศาสตร์

คำศัพท์ที่ควรทราบในการศึกษาพันธุศาสตร์

1. เซลล์สืบพันธุ์ (gamete หรือ sexcell) หมายถึง ไข่ หรือ สเปิร์ม ซึ่งเป็นโครงสร้างที่บรรจุสารพันธุกรรมที่จะถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกเมื่อมีการปฏิสนธิเกิดขึ้น
2. ลักษณะเด่น (dominance) หมายถึง ลักษณะที่ปรากฏออกมาในรุ่นลูกหรือรุ่นต่อไปเสมอ
3. ลักษณะด้อย (recessive) หมายถึง ลักษณะที่ไม่มีโอกาสปรากฏในรุ่นต่อไป เป็นยีนที่แฝงอยู่ และจะถูกข่มโดยยีนเด่น
4. ยีน (gene) หมายถึง ลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม โครโมโซมของคนเรามี 23 คู่ และยีนมีอยู่ประมาณ 50,000 ยีน ยีนเหล่านี้กระจายอยู่ในโครโมโซมแต่ละคู่จะควบคุมการถ่ายทอดลักษณะไปสู่ลูกได้ประมาณ 50,000 ลักษณะ
5. แอลลีล (allele) คือ ยีนที่เป็นคู่เดียวกันเรียกว่าเป็น แอลลีลิก (allelic) ต่อกันหมายความว่าแอลลีลเหล่านั้นจะมีตำแหน่ง เดียวกันบนโครโมโซมที่เป็นคู่กัน (homologous chromosome)
6. โฮโมไซกัส ยีน (homozygous gene) หมายถึง ยีนที่เหมือนกันอยู่ด้วยกัน เช่น TT ,เป็นต้น
7. เฮเทอโรไซกัส ยีน (heterozygous gene) หมายถึง ยีนที่ต่างกันอยู่ด้วยกัน เช่น Tt เป็นต้น
8. จีโนไทป์ (genotype) หมายถึง ลักษณะหรือแบบของยีนที่ควบคุมลักษณะ
9. ฟีนโนไทป์ (phenotype) หมายถึง ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏออกมาเนื่องจากการแสดงออกของยีนและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

$$\text{ฟีโนไทป์} = \text{จีโนไทป์} + \text{สิ่งแวดล้อม}$$
10. โฮโมโลกัส โครโมโซม (homologous chromosome) หมายถึง โครโมโซมที่เป็นคู่กัน มีขนาดและรูปร่างภายนอกเหมือนกัน (แต่ยีนภายในอาจแตกต่างกัน) โยท่อนหนึ่งมาจากพ่อ อีกท่อนหนึ่งมาจากแม่
11. โฮโมไซกัส โครโมโซม (homozygous chromosome) หมายถึง โครโมโซมที่เป็นโฮโมโลกัสกัน และมียีนที่เป็นโฮโมไซกัสกันอย่างน้อยหนึ่งคู่
12. เทสต์ ครอส (test cross) เป็นการผสมระหว่างต้นที่มีฟีโนไทป์เด่นกับต้นที่มีฟีโนไทป์ด้อย เพื่อต้องการทราบว่าต้นลักษณะ เด่นเป็นลักษณะพันธุ์แท้หรือพันธุ์ทาง ถ้าหากต้นที่ผสมซึ่งเป็นลักษณะด้อยนั้นเป็นพ่อ แม่จะเรียกการผสมแบบแบค ครอส (backcross)
13. คาร์ิโอไทป์ (karyotype) คือ การศึกษาโครโมโซมโดยการถ่ายภาพแล้วนำภาพถ่ายของโครโมโซมมาจัดเรียงเข้าคู่กันและแบ่ง เป็กลุ่มๆ ได้
14. การถ่ายทอดพันธุกรรมลักษณะเดี่ยว (monohybrid cross) เป็นการผสมพันธุ์ซึ่งเรากำลังถึงถึงลักษณะเพียงลักษณะเดี่ยวและ มียีนควบคุมอยู่เพียงคู่เดียว
15. การถ่ายทอดพันธุกรรมสองลักษณะ (dihybrid cross) เป็นการผสมที่ศึกษาสองลักษณะในเวลาเดียวกันมี

ยีนควบคุมสองคู่

16. ลักษณะเด่นสมบูรณ์(complete dominant) หมายถึง การข้ามของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยเป็นไปอย่างสมบูรณ์ทำให้ ฟีนไทป์ของฮอมอไซกัส โดมิแนนท์และเฮเทอโรไซโกตเหมือนกันเช่น TT จะมีฟีนไทป์เหมือนกับ

Tt

ทุกประกอบ

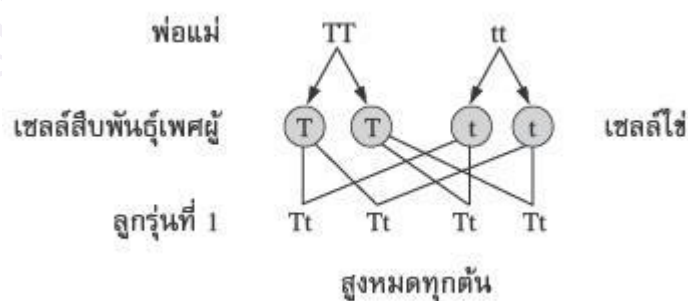
17. ลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์(incomplete dominant) เป็นการข้ามกันอย่างไม่สมบูรณ์ทำให้เฮเทอโรไซโกตไม่เหมือนกับฮอมอไซกัสโดมิแนนท์ เช่น การผสมดอกไม้มีสีแดงกับดอกไม้มีสีขาวได้ดอกสีชมพูแสดงว่าแอลลีลที่ควบคุมลักษณะดอกสีแดงข้ามแอลลีลที่ควบคุมลักษณะดอกสีขาวได้ไม่สมบูรณ์

18. ลักษณะเด่นรวม(co-dominant) เป็นลักษณะที่แอลลีลแต่ละตัวมีลักษณะเด่นกันทั้งคู่ข้ามกันไม่ลงทำให้ฟีนไทป์ของเฮเทอโรไซโกตแสดงออกมาทั้งสองลักษณะ เช่น หมู่เลือด AB ทั้งแอลลีลIAและแอลลีล IB จะแสดงออกในหมู่เลือดทั้งคู่

เมนเดลสังเกตเห็นว่า ลักษณะด้อยไม่ปรากฏในรุ่นที่ 1 แต่ปรากฏในรุ่นที่ 2 อัตราส่วนระหว่างลักษณะเด่นกับลักษณะด้อยประมาณ 3 : 1 ในสิ่งมีชีวิตมีหน่วยควบคุมลักษณะแต่ละลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกได้โดยมีหน่วยที่ควบคุมลักษณะเรียกว่ายีน

นักพันธุศาสตร์ใช้ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์แทนยีนแต่ละยีนโดยใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่แทนยีนที่ควบคุมลักษณะเด่นอักษรตัวพิมพ์เล็กแทนยีนที่ควบคุมลักษณะด้อย เช่นผลของการถ่ายทอดลักษณะในการผสมพันธุ์ระหว่างต้นถั่วต้นสูงกับต้นถั่วต้นเตี้ยและการผสมระหว่างรุ่นที่ 1 ได้ผลดังนี้

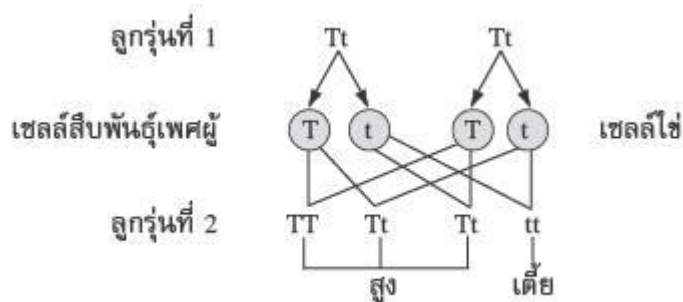
แผนผังแสดงการผสมพันธุ์ของถั่วต้นสูงกับถั่วต้นเตี้ย



ในลูกรุ่นที่ 1 เมื่อยีน T ที่ควบคุมลักษณะต้นสูงซึ่งเป็นลักษณะเด่น เข้าคู่กับยีน t ที่ควบคุมลักษณะ

ต้นเตี้ยซึ่งเป็นยีนด้อยลักษณะที่ปรากฏจะเป็นลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนเด่นลูกรุ่นที่ 1 มีลักษณะต้นสูงหมดทุกต้น และเมื่อนำลูกรุ่นที่ 1 มาผสมกันเองจะได้ลูกรุ่นที่ 2 ได้ผลดังนี้

แผนผังแสดงผลการผสมพันธุ์ระหว่างลูกรุ่นที่ 1



การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

สิ่งมีชีวิตสามารถสืบเนื่องลักษณะของแต่ละชนิดไว้โดยการถ่ายทอดพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์การทดลองของเกรกอร์ โยฮันน์ เมนเดล (Gregor Johann Mendel) เป็นการทดลองที่ทำให้เข้าใจเรื่องการถ่ายทอดพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตเพิ่มมากขึ้นเมนเดลทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตา (*Pisum sativum*) และติดตามการถ่ายทอดลักษณะในรุ่นลูกหลายรุ่นจากการวางแผนการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ถั่วลันเตาการสังเกตและประมวลผลการทดลองอย่างเป็นระบบสามารถสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะไว้ 2 ข้อคือ

กฎการแยก (law of segregation) และกฎการเข้ากลุ่มอย่างอิสระ (law of independent assortment)

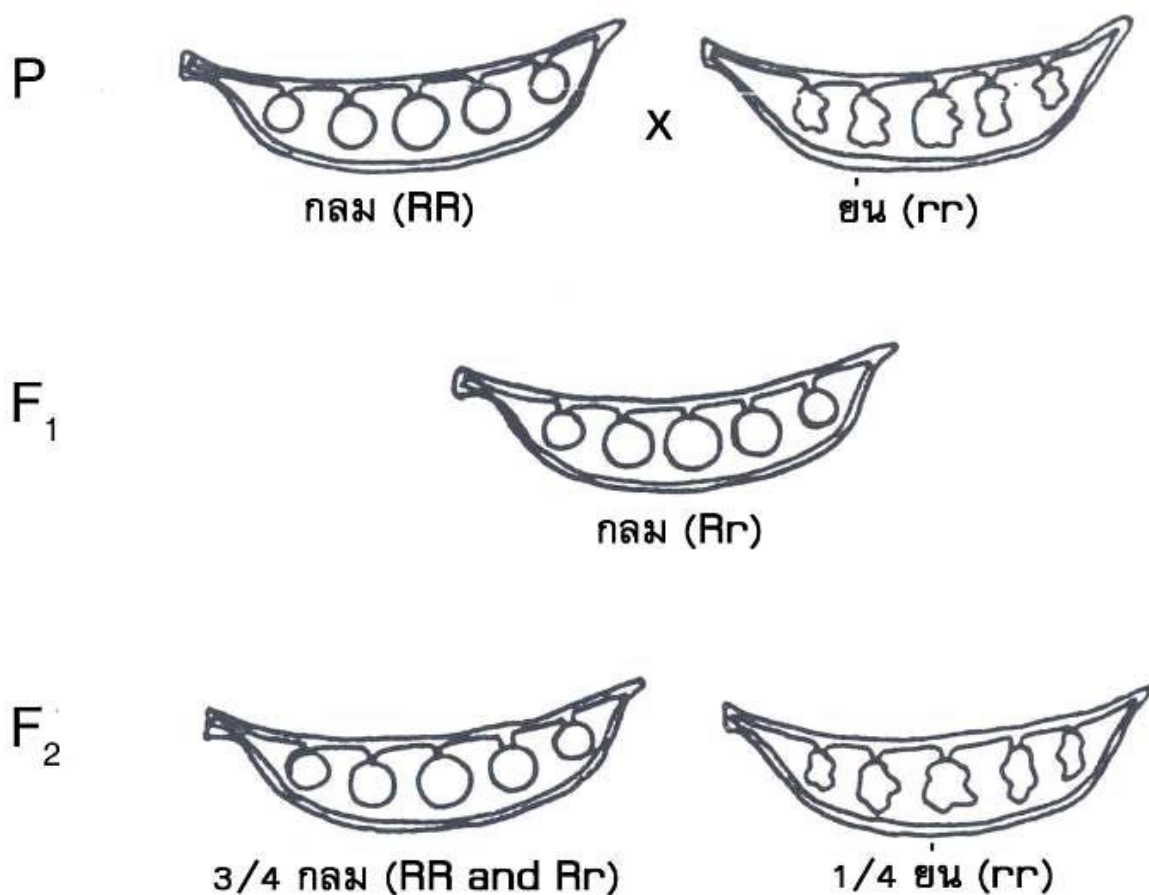
ซึ่งกฎทั้ง 2 ข้อเป็นพื้นฐานสำคัญในการถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่

กฎการแยก

การทดลองของเมนเดลเป็นการทดลองที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนโดยการผสมระหว่างสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างของลักษณะเพียงไม่กี่ลักษณะเริ่มต้นจากการผสมสายพันธุ์แท้สองสายพันธุ์ที่มีลักษณะต่างกันเพียงหนึ่งลักษณะเรียกว่าการผสมแบบมอโนไฮบริด (monohybrid cross) ลักษณะที่เมนเดลศึกษาได้แก่สีเมล็ด (สีเขียวและสีเหลือง) รูปร่างฝัก (เรียบและคอด) รูปร่างเมล็ด (กลมและย่น) สีเปลือกหุ้มเมล็ด (สีเทาและสีเขียว) สีฝัก (สีเขียวและสีเหลือง) ตำแหน่งดอก (ด้านข้างต้นและปลายยอด) และความสูง (ต้นสูงและต้นเตี้ย)

การผสมแบบมอโนไฮบริดของลักษณะทั้ง 7 ลักษณะพบว่ามีการถ่ายทอดเหมือนกันทุกคู่ผสมกล่าวคือในชั่วรุ่นที่ 1 (F1, first filial generation) มีลักษณะของชั่วรุ่นพ่อแม่ (P1 และ P2, parent generation) ปรากฏเพียงแบบเดียวและในชั่วรุ่นที่ 2 (F2, second filial generation) พบลักษณะของชั่วรุ่นพ่อแม่

แม่ทั้งสองแบบโดยมีอัตราส่วนของลักษณะเท่ากับ 3:1



รูปที่ 1 การผสมพันธุ์ถั่วลิสงโดยพิจารณาความแตกต่างเพียงลักษณะเดียว

คือลักษณะเมล็ดนำพันธุ์แท้เมล็ดกลม(round) ผสมกับพันธุ์แท้เมล็ดย่น(wrinkle) ได้ชั่วรุ่นที่ 1 (F₁, first filial generation) ทุกต้นมีเมล็ดกลมเมื่อปล่อยให้ต้น F₁ ผสมตัวเองชั่วรุ่นที่ 2 (F₂, second filial generation) มีต้นเมล็ดกลมและต้นเมล็ดย่นในอัตราส่วน 3:1

ตัวอย่างเช่นการถ่ายทอดลักษณะรูปร่างเมล็ดโดยผสมระหว่างสายพันธุ์เมล็ดกลมและสายพันธุ์เมล็ดย่น (รูปที่ 1) ได้ชั่วรุ่นที่ 1 เมล็ดกลมทุกต้นและชั่วรุ่นที่ 2 มีต้นที่มีเมล็ดกลม 3 ส่วนและต้นที่มีเมล็ดย่น 1 ส่วนและเมื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะอื่นๆอีก 6 ลักษณะก็ให้ผลการทดลองในทำนองเดียวกันเมนเดลเรียกลักษณะที่พบในชั่วรุ่นที่ 1 ว่าลักษณะเด่น(dominant) และลักษณะที่หายไปชั่วรุ่นที่ 1 แต่กลับมาปรากฏในชั่วรุ่นที่ 2 ในสัดส่วนที่น้อยกว่าว่าลักษณะด้อย (recessive) เช่นกลุ่มผสมระหว่างต้นเมล็ดกลมและเมล็ดย่นลักษณะเด่นคือเมล็ดกลมและลักษณะด้อยคือเมล็ดย่นเป็นต้น

การที่ลักษณะด้อยในชั่วรุ่นพ่อแม่กลับมาปรากฏในชั่วรุ่นที่ 2 แสดงว่ามีหน่วยที่แน่นอนควบคุมลักษณะหนึ่งๆและมีการถ่ายทอดหน่วยควบคุมลักษณะดังกล่าวไปยังรุ่นลูกแต่ละรุ่นเมนเดลอธิบายผลการทดลองโดยการตั้งสมมติฐานซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

- ลักษณะพันธุกรรมแต่ละลักษณะถูกควบคุมด้วยหน่วยเฉพาะซึ่งในแต่ละบุคคล(ต้นหรือตัว) หน่วยควบคุมลักษณะแต่ละลักษณะปรากฏเป็นคู่เช่นหน่วยควบคุมลักษณะรูปร่างเมล็ดประกอบด้วยหน่วยควบคุมเมล็ดกลมและหน่วยควบคุมเมล็ดย่นดังนั้นในชั่วรุ่นพ่อแม่สายพันธุ์เมล็ดกลมจึงมีหน่วยควบคุมเมล็ดกลมสองหน่วยและสายพันธุ์เมล็ดย่นมีหน่วยควบคุมเมล็ดย่นสองหน่วยเป็นต้น

- หน่วยควบคุมลักษณะแต่ละหน่วยถูกส่งไปยังรุ่นลูกทางเซลล์สืบพันธุ์โดยหน่วยที่อยู่เป็นคู่แยกจากกันเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์ขณะที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ดังนั้นเซลล์สืบพันธุ์จึงมีหน่วยควบคุมลักษณะเพียงหนึ่งหน่วยเช่นในเซลล์สืบพันธุ์ของสายพันธุ์เมล็ดกลมมีหน่วยควบคุมเมล็ดกลมเพียงหนึ่งหน่วยและเซลล์สืบพันธุ์ของสายพันธุ์เมล็ดย่นมีหน่วยควบคุมเมล็ดย่นเพียงหนึ่งหน่วยเป็นต้น

- การปฏิสนธิระหว่างไข่และสเปิร์มส่งผลให้หน่วยควบคุมลักษณะปรากฏเป็นคู่อีกครั้งหนึ่งรุ่นลูกได้รับหน่วยควบคุมลักษณะจากพ่อและแม่อย่างละหน่วยดังเช่นในชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างสายพันธุ์เมล็ดกลมและสายพันธุ์เมล็ดย่นมีหน่วยควบคุมเมล็ดกลมอยู่คู่กับหน่วยควบคุมเมล็ดย่นโดยหน่วยควบคุมเมล็ดกลมสามารถหมั้นหน่วยควบคุมเมล็ดย่นไว้ได้ดังนั้นต้นถั่วลิ้นเตาในชั่วรุ่นที่ 1 จึงมีเมล็ดกลมอย่างไรก็ตามแม้ว่าหน่วยควบคุมเมล็ดกลมจะบดบังผลของหน่วยควบคุมเมล็ดย่นไว้แต่ไม่ได้ทำให้หน่วยควบคุมเมล็ดย่นเปลี่ยนแปลงไปและแสดงผลเหมือนเดิมเมื่อถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไปดังจะเห็นได้ในชั่วรุ่นที่ 2 ซึ่งพบต้นถั่วลิ้นเตาที่มีเมล็ดย่นรวมอยู่ด้วยภายหลังการค้นพบงานของเมนเดลไม่นานวิลเลียม โจฮานน์เซน (William Johannsen) เสนอให้ใช้คำว่ายีน (gene) แทนหน่วยควบคุมลักษณะซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้อยู่ในปัจจุบัน

นอกจากนี้ยังนิยมใช้คำว่าแอลลีล (allele) แทนหน่วยควบคุมลักษณะที่กำหนดรูปแบบที่แตกต่างกันของลักษณะหนึ่งๆตัวอย่างเช่นลักษณะรูปร่างเมล็ดในถั่วลิ้นเตามี 2 รูปแบบได้แก่เมล็ดกลมและเมล็ดย่น ดังนั้นยีนที่ควบคุมรูปร่างเมล็ดประกอบด้วยสองแอลลีลคือแอลลีลควบคุมเมล็ดกลมซึ่งเป็นลักษณะเด่น (เป็นแอลลีลเด่น) และแอลลีลควบคุมเมล็ดย่นซึ่งเป็นลักษณะด้อย (เป็นแอลลีลด้อย) การกล่าวถึงหน่วยควบคุมลักษณะต่อจากนี้ไปจึงใช้คำว่ายีนหรือแอลลีล

จากสมมติฐานข้างต้นเมนเดลสามารถอธิบายการเกิดอัตราส่วน 3:1 ในชั่วรุ่นที่ 2 โดยการใช้อักษรภาษาอังกฤษแทนยีนที่ควบคุมลักษณะเพื่อให้เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะดีขึ้นซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่แทนแอลลีลควบคุมลักษณะเด่นและอักษรตัวพิมพ์เล็กแทนแอลลีลควบคุมลักษณะด้อยในการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะรูปร่างเมล็ดกำหนดให้ R แทนแอลลีลควบคุมเมล็ดกลมและ r แทนแอลลีล

ลีดควบคุมเมล็ดย่นดังนั้นสายพันธุ์แท้เมล็ดกลมมีแอลลีควบคุมเมล็ดกลมสองแอลลี (RR) และสายพันธุ์แท้เมล็ดย่นมีแอลลีควบคุมเมล็ดย่นสองแอลลี (rr) ในชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งเป็นลูกผสมได้รับแอลลีจากชั่วรุ่นพ่อแม่ฝ่ายละแอลลีจึงมีคู่แอลลีเป็น Rr เมื่อต้นลูกในชั่วรุ่น F1 สร้างเซลล์สืบพันธุ์มีการแยกจากกันของแอลลี R และแอลลี r เข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์เซลล์สืบพันธุ์จึงมีสองแบบคือเซลล์สืบพันธุ์ที่มีแอลลี R และเซลล์สืบพันธุ์ที่มีแอลลี r ภายหลังการปฏิสนธิของต้นถั่วในชั่วรุ่น F1 ซึ่งเกิดแบบสุ่มจะได้ต้นลูกในชั่วรุ่นที่ 2 ที่มีการเข้าคู่ของแอลลี 3 แบบคือ RR Rr และ rr ในอัตราส่วน 1:2:1 โดยต้นที่มีคู่แอลลี rr ซึ่งมีหนึ่งในสี่ส่วนเป็นต้นเมล็ดย่นและอีกสามส่วนที่เหลือเป็นต้นที่มีเมล็ดกลมอัตราส่วนระหว่างต้นที่มีเมล็ดกลมต่อต้นที่มีเมล็ดย่นจึงเป็น 3:1 ต้นที่มีเมล็ดกลมสามส่วนนี้มีองค์ประกอบของยีนที่ควบคุมรูปร่างเมล็ดต่างกันโดยเป็นต้นที่มีคู่แอลลี Rr สองส่วนและต้นที่มีคู่แอลลี RR หนึ่งส่วนนักพันธุศาสตร์เรียกองค์ประกอบของยีนในแต่ละบุคคลว่าจีโนไทป์ (genotype) โดยจีโนไทป์ที่ประกอบด้วยแอลลีเหมือนกันเรียกว่าจีโนไทป์แบบโฮโมไซกัส (homozygous genotype) เช่น RR และ rr และจีโนไทป์ที่ประกอบด้วยแอลลีต่างกันเรียกว่าจีโนไทป์แบบเฮเทอโรไซกัส (heterozygous genotype) เช่น Rr สำหรับลักษณะที่ปรากฏในบุคคลซึ่งเป็นผลจากการควบคุมของจีโนไทป์เรียกว่าฟีโนไทป์ (phenotype) จากผลการทดลองผสมพันธุ์แบบมอโนไฮบริดเมนเดลสามารถสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะข้อที่หนึ่งเรียกว่ากฎการแยกมีใจความสำคัญว่า “ขณะที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์แอลลีของยีนแต่ละคู่จะแยกจากกันเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์”

กฎการเข้าคู่อย่างอิสระ

เมนเดลทำการทดลองผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันสองลักษณะเรียกว่าการผสมแบบไดไฮบริด (dihybrid cross) เพื่อศึกษาแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะสองลักษณะพร้อมกันเช่นยีนที่ควบคุมรูปร่างเมล็ดและยีนที่ควบคุมสีเมล็ดมีการถ่ายทอดไปด้วยกันหรือถ่ายทอดเป็นอิสระไม่ขึ้นแก่กัน การผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้เมล็ดกลมสีเหลืองกับสายพันธุ์แท้เมล็ดย่นสีเขียว (จากการผสมแบบมอโนไฮบริดทำให้รู้ว่าแอลลีควบคุมเมล็ดกลม (R) และแอลลีควบคุมเมล็ดสีเหลือง (Y) ต่างเป็นแอลลีเด่น โดยแอลลีควบคุมเมล็ดย่น (r) และแอลลีควบคุมเมล็ดสีเขียว (y) เป็นแอลลีด้อยดังนั้นจีโนไทป์ของสายพันธุ์เมล็ดกลมสีเหลืองคือ RRYy และสายพันธุ์เมล็ดย่นสีเขียวมีจีโนไทป์ rryy พบว่าชั่วรุ่น F1 เป็นต้นที่มีเมล็ดกลมสีเหลืองเพียงแบบเดียวโดยมีจีโนไทป์แบบเฮเทอโรไซกัส (RrYy) เมื่อให้ต้นในชั่วรุ่นที่ 1 ผสมพันธุ์กันได้ต้นในชั่วรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน 4 กลุ่มคือ (รูปที่ 2)

จำนวน (ต้น) อัตราส่วน

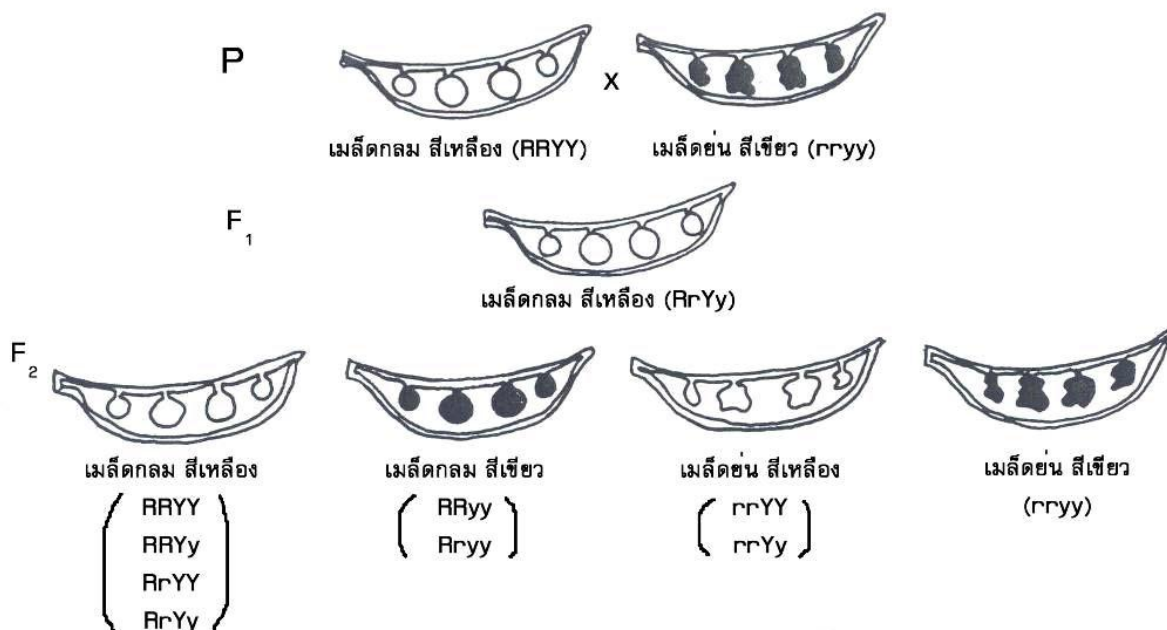
เมล็ดกลมสีเหลือง 315 9

เมล็ดย่นสีเหลือง 101 3

เมล็ดกลมสีเขียว 108 3

เมล็ดขุ่นสีเขียว 32 1

โดยคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างกลุ่มลักษณะได้ประมาณ 9:3:3:1



รูปที่ 2

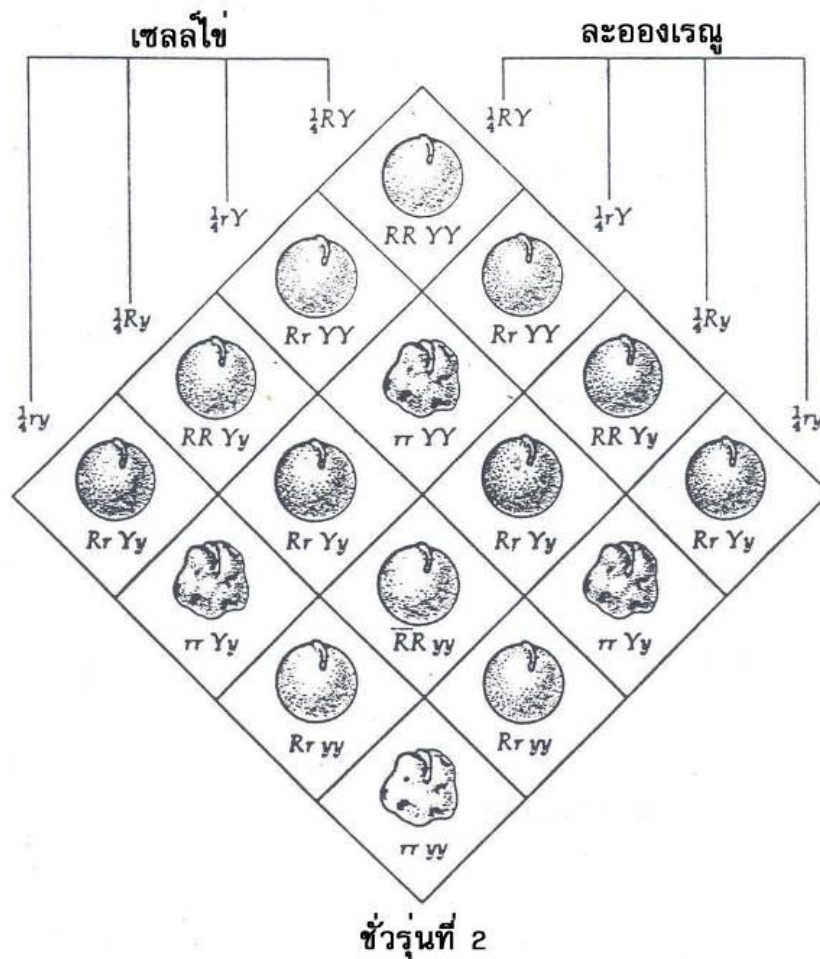
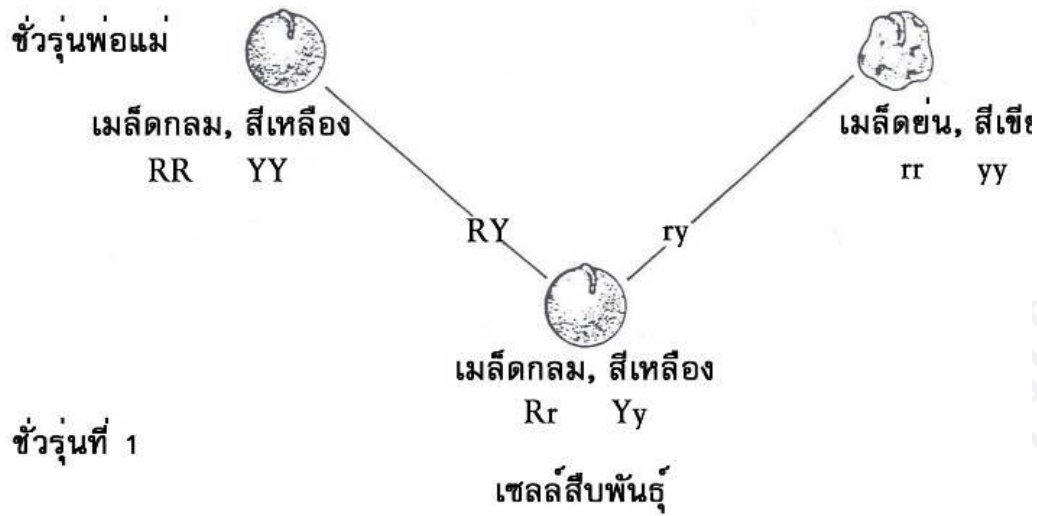
การผสมพันธุ์ถั่วลิสงโดยพิจารณาจากลักษณะสองลักษณะ (ลักษณะรูปร่างเมล็ด: กลมและขุ่นและลักษณะสีเมล็ด: เหลืองและเขียว) พร้อมๆกันเมื่อผสมต้นที่มีเมล็ดกลม, สีเหลือง (RRYY) กับต้นที่มีเมล็ดขุ่น, สีเขียว (rryy) ได้ต้น F₁ มีเมล็ดกลมสีเหลืองและในต้น F₂ มีต้นเมล็ดกลมสีเขียวและต้นเมล็ดขุ่นสีเหลืองซึ่งมีลักษณะรวมของต้นพ่อแม่อยู่ด้วยและเมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างลักษณะเด่น:ลักษณะด้อยของแต่ละลักษณะได้ประมาณ 3:1 (เมล็ดกลม:เมล็ดขุ่น = 423:133 และเมล็ดสีเหลือง:เมล็ดสีเขียว = 416:140) เช่นเดียวกับการผสมแบบมอโนไฮบริดแสดงว่าการถ่ายทอดยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองลักษณะยังเป็นไปตามกฎการแยกการพิจารณาว่ายีนควบคุมรูปร่างเมล็ดและยีนควบคุมสีเมล็ดถ่ายทอดไปด้วยกันหรือถ่ายทอดเป็นอิสระต่อกันพิจารณาได้จากลักษณะในชั่วรุ่นที่ 2 ซึ่งเกิดจากการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์จากชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งเซลล์สืบพันธุ์เกิดจากกรณีใดกรณีหนึ่งต่อไปนี้เท่านั้น

1. กรณีที่ยีนควบคุมลักษณะสองลักษณะมีการถ่ายทอดไปด้วยกันต้นในชั่วรุ่นที่ 1 จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพียง 2 แบบคือ RY และ ry เพราะแอลลีล R และแอลลีล Y ถูกถ่ายทอดมาด้วยกันจากชั่วรุ่นพ่อแม่ เช่นเดียวกับแอลลีล r และแอลลีล y หลังการปฏิสนธิจะได้ต้นชั่วรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะเพียง 2 แบบคือเมล็ดกลมสีเหลืองและเมล็ดขุ่นสีเขียวในอัตราส่วน 3:1

2. กรณีที่ขึ้นควบคุมลักษณะสองลักษณะมีการถ่ายทอดเป็นอิสระต่อกันต้นในชั่วรุ่นที่ 1 จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ 4 แบบคือ RY Ry rY และ ry ในปริมาณเท่าๆกันเซลล์สืบพันธุ์เหล่านี้เกิดจากการเข้ากลุ่มอย่างอิสระระหว่างแอลลีลของยีนทั้งสองคู่กล่าวคือแอลลีล R ที่แยกจากแอลลีล r มีอิสระในการเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกับแอลลีล Y หรือแอลลีล y ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ RY และ Ry ในทำนองเดียวกันแอลลีล r อาจเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกันกับแอลลีล Y หรือแอลลีล y ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ rY และ ry การเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกันของแอลลีลจากยีนต่างคู่กันเกิดแบบสุ่มดังนั้นเซลล์สืบพันธุ์ทั้ง 4 แบบจึงมีปริมาณเท่าๆกัน

ภายหลังการปฏิสนธิต้นในชั่วรุ่นที่ 2 จึงมีจีโนไทป์ต่างๆกัน 9 แบบได้แก่ RRY Y RRYy RrYY RrYyRRyy Rryy rrYY rrYy และ rryy ซึ่งมีลักษณะต่างๆกัน 4 กลุ่มลักษณะคือเมล็ดกลมสีเหลือง 9 ส่วนเมล็ดกลมสี

เขียว 3 ส่วนเมล็ดขุ่นสีเหลือง 3 ส่วนและเมล็ดขุ่นสีเขียว 1 ส่วน(รูปที่ 3)เมล็ดกลมสีเขียว 3



รูปที่ 3

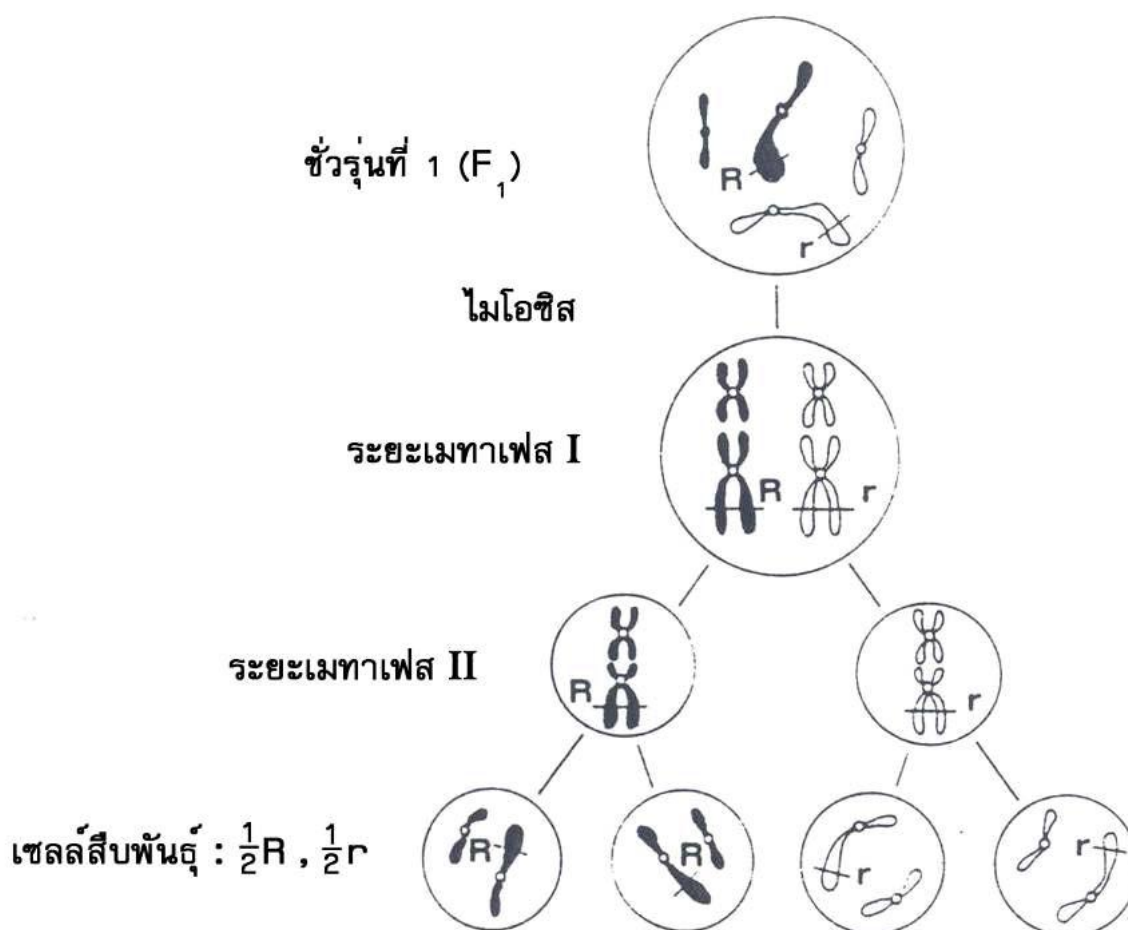
การผสมระหว่างต้นเมล็ดกลมสีเหลือง ($RRYY$) และต้นเมล็ดขุ่นสีเขียว($rryy$) ได้ลูกผสม F1 ซึ่งมีเมล็ดกลมสีเหลือง ($RrYy$) เซลล์สืบพันธุ์จากลูกผสม F1 มี 4 ชนิดคือ RY rY Ry และ ry เกิดจากการเข้ากลุ่มอย่าง

อิสระระหว่างแอลลีลของยีนทั้งสองคู่ภายหลังการปฏิสนธิ์ในชั่วรุ่นที่ 2 มีลักษณะต่างกัน 4 แบบผลการทดลองของเมนเดลสอดคล้องกับกรณีที่ 2 ซึ่งเป็นกรณีที่ยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองมีการถ่ายทอดเป็นอิสระต่อกันจากการทดลองผสมพันธุ์แบบไดไฮบริดนี้เมนเดลสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะอีกข้อหนึ่งเรียกว่ากฎการเข้ากลุ่มอย่างอิสระ (law of independent assortment) ซึ่งมีใจความว่า “แอลลีลแต่ละแอลลีลที่แยกจากคู่อิสระในการเข้ากลุ่มกับแอลลีลของยีนต่างคู่เพื่อเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกัน”

กฎการถ่ายทอดลักษณะและไมโอซิส

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่ายีนมีตำแหน่งบนโครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นสู่รุ่นเกิดผ่านเซลล์สืบพันธุ์โดยกระบวนการที่ใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์คือไมโอซิสดังนั้นพฤติกรรมของโครโมโซมในขั้นตอนของไมโอซิสจึงสัมพันธ์กับพฤติกรรมของยีนตามกฎการถ่ายทอดลักษณะของเมนเดลดังต่อไปนี้

1. กฎการแยก

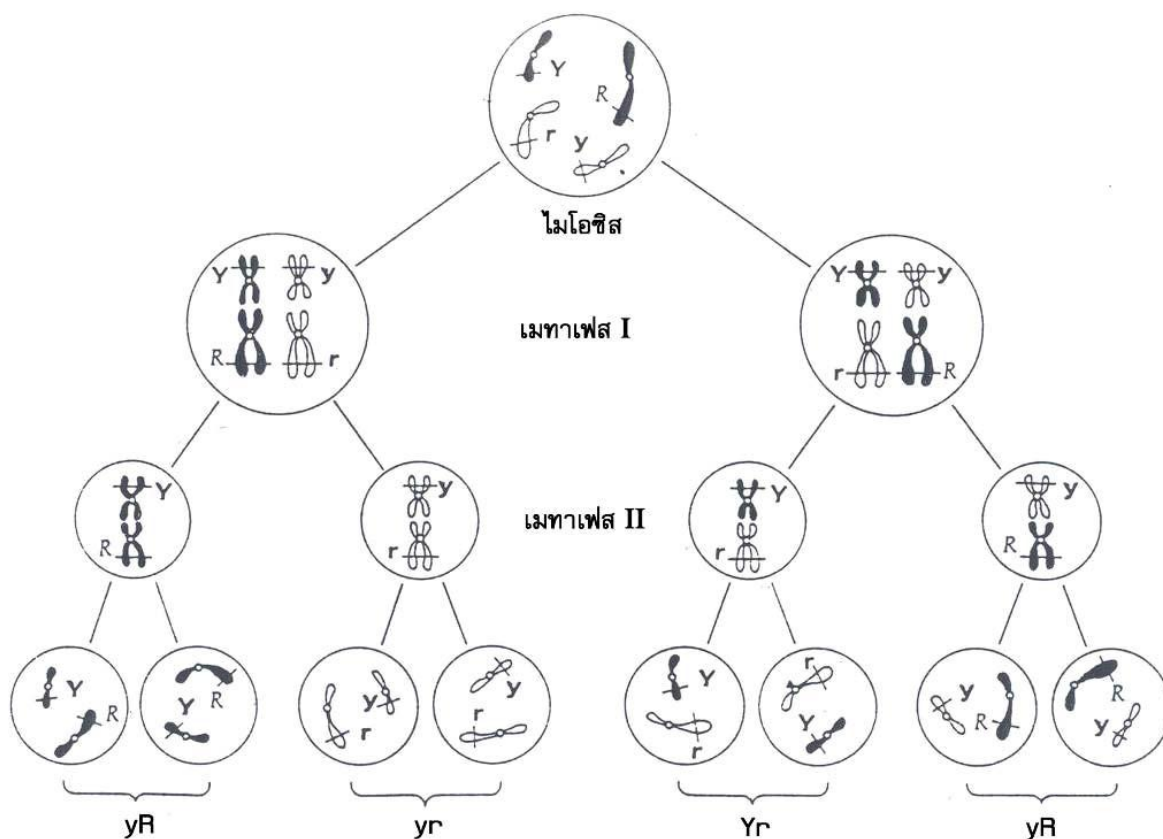


รูปที่ 4

ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมในกระบวนการไมโอซิสของเซลล์ที่มีจีโนไทป์ Rr แบ่งตัวเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์แอลลีล R และแอลลีล r ซึ่งมีตำแหน่งอยู่บนฮอมอโลกัสโครโมโซมเดียวกันแยกจากกันโดยโครโมโซมแต่ละแท่งถูกดึงให้แยกจากกันในระยะแอนาเฟส I ผลที่ได้คือเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีแอลลีล R 2 เซลล์และแอลลีล r 2 เซลล์การถ่ายทอดยีนตามกฎการแยกสามารถเทียบกับพฤติกรรมของโครโมโซมในระยะแอนาเฟส I โดยในระยะนี้มีการแยกตัวของฮอมอโลกัสโครโมโซมแต่คู่เกิดขึ้นผลจากการแยกตัวนี้ทำให้แอลลีลที่มีตำแหน่งอยู่บนฮอมอโลกัสโครโมโซมแยกจากกันไปด้วย ตัวอย่างเช่นในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งมีจีโนไทป์ Rr (โดย R เป็นแอลลีลควบคุมลักษณะเมล็ดกลมและ r เป็นแอลลีลควบคุมลักษณะเมล็ดขุ่น) เมื่อฮอมอโลกัสโครโมโซมแยกจากกันเข้าสู่ขั้วเซลล์แต่ละขั้วจะส่งผลให้ R และ r แยกจากกันด้วยภายหลังกระบวนการไมโอซิสสิ้นสุดลงจึงได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์โดยสองเซลล์มีโครโมโซมที่มีแอลลีล R และสองเซลล์มีโครโมโซมที่มีแอลลีล r

2.

กฎการเข้ากลุ่มอย่างอิสระ



รูปที่ 5

โคอะแกรมแสดงการวางตัวของไบบาเลนที่สองคู่ในระยะเมทาเฟส I ซึ่งเป็นไปได้ 2 กรณีเป็นผลให้ยีนมีการเข้ากลุ่มกันอย่างอิสระผลที่ได้คือเซลล์สืบพันธุ์ 4 แบบในปริมาณเท่าๆกันกฎการถ่ายทอดลักษณะข้อนี้พิจารณาการถ่ายทอดยีนมากกว่าหนึ่งคู่ขึ้นไปสอดคล้องกับการวางตัวของไบบาเลนที่ในระยะเมทาเฟส I โดยไบบาเลนที่แต่ละคู่ที่ถูกดึงโดยใยสปินเดิลมาเรียงตัวอยู่ในแนวศูนย์สูตรมีการวางตัวเป็นอิสระแก่กัน กล่าวคือโครโมโซมซึ่งอยู่ในชุดโครโมโซมเดียวกันมีโอกาสวางตัวหันเข้าสู่ขั้วเซลล์ด้านเดียวกันเท่ากับโครโมโซมซึ่งอยู่ต่างชุดกันเมื่อโครโมโซมถูกดึงแยกจากคู่ในระยะแอนาเฟส I โครโมโซมเหล่านี้จึงเข้าไปรวมกันที่ขั้วเซลล์แต่ละขั้วเป็นผลให้เกิดการรวมกลุ่มของยีนซึ่งมีตำแหน่งบนโครโมโซมแบบสุ่มด้วย ตัวอย่างเช่นในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของต้นที่มีจีโนไทป์ $RrYy$ ซึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ RY และ ry โดยยีน 2 คู่อยู่บนฮอมอโลกัสโครโมโซมต่างคู่กันดังนั้นแอลลีล R และ Y จึงอยู่บนโครโมโซมที่อยู่ในชุดเดียวกันเช่นเดียวกับแอลลีล r และ y อยู่บนโครโมโซมในชุดเดียวกันการวางตัวของไบบาเลนที่ในแนวศูนย์สูตรอาจเกิดได้ 2 กรณีคือ

ก. ไบบาเลนที่วางตัวโดยหันโครโมโซมจากชุดเดียวกันเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันดังนั้นโครโมโซมที่มีแอลลีล R และโครโมโซมที่มีแอลลีล Y จึงหันเข้าสู่ขั้วเซลล์ด้านเดียวกันโดยโครโมโซมที่มีแอลลีล r และโครโมโซมที่มีแอลลีล y หันเข้าสู่ขั้วเซลล์ที่อยู่ตรงกันข้ามเมื่อการแบ่งไมโอซิสเสร็จสิ้นลงจะได้เซลล์ที่มีแอลลีล R และแอลลีล Y อยู่ด้วยกันสองเซลล์และเซลล์ที่มีแอลลีล r อยู่กับแอลลีล y อีกสองเซลล์

ข. ไบบาเลนที่วางตัวโดยหันโครโมโซมต่างชุดเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันในกรณีนี้โครโมโซมที่มีแอลลีล R จะหันเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันกับโครโมโซมที่มีแอลลีล y โดยมีโครโมโซมที่มีแอลลีล r และโครโมโซมที่มีแอลลีล y หันเข้าสู่ขั้วเซลล์อีกขั้วหนึ่งผลที่ได้เมื่อการแบ่งไมโอซิสเสร็จสิ้นคือเซลล์สองเซลล์ที่มีแอลลีล R และแอลลีล y อยู่ด้วยกันและอีกสองเซลล์ที่มีแอลลีล r อยู่กับแอลลีล Y ในการแบ่งเซลล์ครั้งอื่นๆ โอกาสการเกิดกรณีก. และกรณีข. มีเท่าๆกันเซลล์สืบพันธุ์จากต้นที่มีจีโนไทป์ $RrYy$ จึงมีการเข้ากลุ่มของยีนได้ 4 แบบคือ RY , Ry , rY และ ry

ใบงานที่ 1

เรื่องการถ่ายทอดพันธุกรรม

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. พันธุกรรมหมายถึงอะไร
2. ลักษณะทางพันธุกรรมมีกี่แบบ และแต่ละแบบมีลักษณะเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไรบ้าง
3. จีโนไทป์ของยีนมีกี่แบบอะไรบ้าง
4. ลักษณะเด่นและลักษณะด้อยแตกต่างกันอย่างไร
5. นายเกรเกอร์ เมนเดล ศึกษาพันธุกรรมของพืชชนิดใด และมีการถ่ายทอดลักษณะเด่นและลักษณะด้อยทางพันธุกรรมอย่างไร(จงอธิบาย)

ใบความรู้ที่ 2.

เรื่อง การถ่ายทอดพันธุกรรม(ต่อ)

โครโมโซม หมายถึง โครงสร้างที่อยู่ภายในนิวเคลียสของเซลล์มีลักษณะคล้ายเส้นด้ายบางๆ เรียกว่า โครมาติน ในนิวเคลียสเมื่อเซลล์เริ่มแบ่งตัวเส้นโครมาตินจะหดสั้น มีลักษณะเป็นแท่งจึงเรียกว่าโครโมโซม แต่ละโครโมโซมประกอบด้วยแขนทั้งสองข้างเรียกว่าโครมาทิด จุดเชื่อมแขนของโครมาทิดเรียกว่าเซนโทรเมียจะอยู่ข้อบนหรือล่างข้างเล็กน้อย

โครโมโซม จะอยู่เป็นคู่ๆ จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะไม่เท่ากันมนุษย์จะมี 46 โครโมโซมแบ่งเป็นโครโมโซมร่างกาย 22 คู่ เซลล์สืบพันธุ์ 1 คู่ เพศชาย เป็น XY เพศหญิง เป็น XX

สารพันธุกรรม

ขณะที่มีการศึกษาในแง่การถ่ายทอดลักษณะอยู่นั้นนักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่งพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีเพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของยีนมากขึ้นในปี.ศ. 1869 โยฮันน์ฟรีดริชมิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher) แยกสารประกอบชนิดหนึ่งออกมาจากนิวเคลียสของเซลล์ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิดสารประกอบชนิดนี้คือกรดนิวคลีอิกโดยเป็นชนิดคือออกซีไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic) หรือดีเอ็นเอ(DNA)

อย่างไรก็ตามในขณะนั้นยังไม่มีผู้ใดอธิบายความสำคัญของดีเอ็นเอได้เลยจนประมาณต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 จึงมีการทดลองที่เป็นข้อสนับสนุนว่าดีเอ็นเอเป็นสารประกอบที่ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรม (genetic material)

องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ

ดีเอ็นเอประกอบด้วยหน่วยย่อยพื้นฐานเรียกว่านิวคลีโอไทด์ (nucleotide) (รูปที่ 6) แต่ละนิวคลีโอไทด์มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือน้ำตาลไรโบส (ribose sugar) ชนิดดีออกซีไรโบส (deoxyribose) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมโดยคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ไม่มีอะตอมออกซิเจนส่วนที่สองคือหมู่ฟอสเฟต (phosphate group) สร้างพันธะกับน้ำตาลดีออกซีไรโบสตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 และส่วนที่สามคือไนโตรจีนัสเบส (nitrogenous base) เป็นเบสที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบแบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่พิวรีน (purine) มีโครงสร้างเป็นสองวงแหวนมี 2 ชนิดคืออะดีนีน (adenine, A) และกัวนีน (guanine, G) ไพริมิดีน (pyrimidine) ซึ่งโครงสร้างมีเพียงหนึ่งวงแหวนแบ่งเป็น 2 ชนิดเช่นกันได้แก่ไทมีน (thymine, T) และไซโทซีน (cytosine, C) ไนโตรจีนัสเบสสร้างพันธะกับน้ำตาลดีออกซีไรโบสตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 เกิด

เป็นหน่วยย่อยของดีเอ็นเอ 4 ชนิดคือไดออกซีอะดีโนซีน-5-ฟอสเฟต (deoxyadenosine-5-phosphate) ไดออกซีกัวโนซีน-5-ฟอสเฟต (deoxyguanosine-5-phosphate) ไดออกซีไซโทดีน-5-ฟอสเฟต (deoxy cytidine-5-phosphate) และไดออกซีไทมิดีน-5-ฟอสเฟต (deoxy thymidine-5-phosphate) นิวคลีโอไทด์หน่วยย่อยต่างๆ ต่อกันเป็นสายเรียกว่าพอลินิวคลีโอไทด์(polynucleotide)

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

สิ่งมีชีวิตสามารถสืบเนื่องลักษณะของแต่ละชนิดไว้โดยการถ่ายทอดพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์การทดลองของเกรกอร์โยฮันน์เมนเดล (GregorJohann Mendel) เป็นการทดลองที่ทำให้เข้าใจเรื่องการถ่ายทอดพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตเพิ่มมากขึ้นเมนเดลทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตา (*Pisum sativum*) และติดตามการถ่ายทอดลักษณะในรุ่นลูกหลายรุ่นจากการวางแผนการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ถั่วลันเตาการสังเกตและประมวลผลการทดลองอย่างเป็นระบบสามารถสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะไว้ 2 ข้อคือ

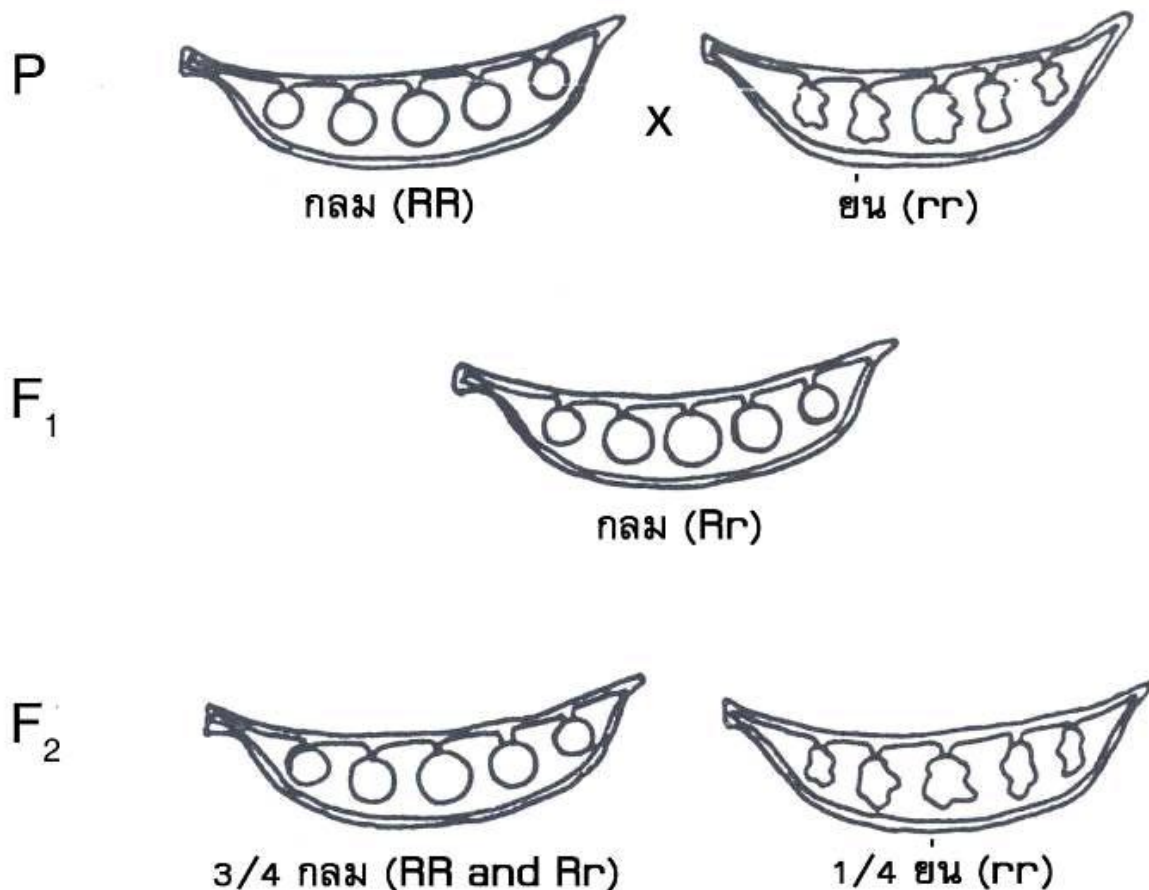
กฎการแยก (law of segregation) และกฎการเข้ากลุ่มอย่างอิสระ (law of independent assortment)

ซึ่งกฎทั้ง 2 ข้อเป็นพื้นฐานสำคัญในการถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่

กฎการแยก

การทดลองของเมนเดลเป็นการทดลองที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนโดยการผสมระหว่างสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างของลักษณะเพียงไม่กี่ลักษณะเริ่มต้นจากการผสมสายพันธุ์แท้สองสายพันธุ์ที่มีลักษณะต่างกันเพียงหนึ่งลักษณะเรียกว่าการผสมแบบมอโนไฮบริด (monohybridcross) ลักษณะที่เมนเดลศึกษาได้แก่สีเมล็ด (สีเขียวและสีเหลือง) รูปร่างฝัก (เรียบและคอด)รูปร่างเมล็ด (กลมและย่น) สีเปลือกหุ้มเมล็ด (สีเทาและสีเขียว) สีฝัก (สีเขียวและสีเหลือง)ตำแหน่งดอก (ด้านข้างต้นและปลายยอด) และความสูง (ต้นสูงและต้นเตี้ย)

การผสมแบบมอโนไฮบริดของลักษณะทั้ง 7 ลักษณะพบว่ามีการถ่ายทอดเหมือนกันทุกคู่ผสมกล่าวคือในชั่วรุ่นที่ 1 (F1 , first filial generation) มีลักษณะของชั่วรุ่นพ่อแม่ (P1 และ P2 , parent generation)ปรากฏเพียงแบบเดียวและในชั่วรุ่นที่ 2 (F2 , second filial generation) พบลักษณะของชั่วรุ่นพ่อแม่ทั้งสองแบบโดยมีอัตราส่วนของลักษณะเท่ากับ 3:1



รูปที่ 1 การผสมพันธุ์ถั่วลันเตาโดยพิจารณาความแตกต่างเพียงลักษณะเดียว

คือลักษณะเมล็ดนำพันธุ์แท้เมล็ดกลม(round) ผสมกับพันธุ์แท้เมล็ดย่น(wrinkle) ได้ชั่วรุ่นที่ 1 (F₁, first filial generation) ทุกต้นมีเมล็ดกลมเมื่อปล่อยให้ต้น F₁ ผสมตัวเองชั่วรุ่นที่ 2 (F₂, second filial generation) มีต้นเมล็ดกลมและต้นเมล็ดย่นในอัตราส่วน 3:1

ตัวอย่างเช่นการถ่ายทอดลักษณะรูปร่างเมล็ดโดยผสมระหว่างสายพันธุ์เมล็ดกลมและสายพันธุ์เมล็ดย่น (รูปที่ 1) ได้ชั่วรุ่นที่ 1 เมล็ดกลมทุกต้นและชั่วรุ่นที่ 2 มีต้นที่มีเมล็ดกลม 3 ส่วนและต้นที่มีเมล็ดย่น 1 ส่วนและเมื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะอื่นๆอีก 6 ลักษณะก็ให้ผลการทดลองในทำนองเดียวกันเมนเดลเรียกลักษณะที่พบในชั่วรุ่นที่ 1 ว่าลักษณะเด่น(dominant) และลักษณะที่หายไปชั่วรุ่นที่ 1 แต่กลับมาปรากฏในชั่วรุ่นที่ 2 ในสัดส่วนที่น้อยกว่าว่าลักษณะด้อย (recessive) เช่นคู่ผสมระหว่างต้นเมล็ดกลมและเมล็ดย่นลักษณะเด่นคือเมล็ดกลมและลักษณะด้อยคือเมล็ดย่นเป็นต้น

การที่ลักษณะด้อยในชั่วรุ่นพ่อแม่กลับมาปรากฏในชั่วรุ่นที่ 2 แสดงว่ามีหน่วยที่แน่นอนควบคุมลักษณะหนึ่งๆและมีการถ่ายทอดหน่วยควบคุมลักษณะดังกล่าวไปยังรุ่นลูกแต่ละรุ่นเมนเดลอธิบายผลการทดลองโดยการตั้งสมมติฐานซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

- ลักษณะพันธุกรรมแต่ละลักษณะถูกควบคุมด้วยหน่วยเฉพาะซึ่งในแต่ละบุคคล(ต้นหรือตัว) หน่วยควบคุมลักษณะแต่ละลักษณะปรากฏเป็นคู่เช่นหน่วยควบคุมลักษณะรูปร่างเมล็ดประกอบด้วยหน่วยควบคุมเมล็ดกลมและหน่วยควบคุมเมล็ดย่นดังนั้นในชั่วรุ่นพ่อแม่สายพันธุ์เมล็ดกลมจึงมีหน่วยควบคุมเมล็ดกลมสองหน่วยและสายพันธุ์เมล็ดย่นมีหน่วยควบคุมเมล็ดย่นสองหน่วยเป็นต้น

- หน่วยควบคุมลักษณะแต่ละหน่วยถูกส่งไปยังรุ่นลูกทางเซลล์สืบพันธุ์โดยหน่วยที่อยู่เป็นคู่แยกจากกันเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์ขณะที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ดังนั้นเซลล์สืบพันธุ์จึงมีหน่วยควบคุมลักษณะเพียงหนึ่งหน่วยเช่นในเซลล์สืบพันธุ์ของสายพันธุ์เมล็ดกลมมีหน่วยควบคุมเมล็ดกลมเพียงหนึ่งหน่วยและเซลล์สืบพันธุ์ของสายพันธุ์เมล็ดย่นมีหน่วยควบคุมเมล็ดย่นเพียงหนึ่งหน่วยเป็นต้น

- การปฏิสนธิระหว่างไข่และสเปิร์มส่งผลให้หน่วยควบคุมลักษณะปรากฏเป็นคู่อีกครั้งหนึ่งรุ่นลูกได้รับหน่วยควบคุมลักษณะจากพ่อและแม่อย่างละหน่วยดังเช่นในชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างสายพันธุ์เมล็ดกลมและสายพันธุ์เมล็ดย่นมีหน่วยควบคุมเมล็ดกลมอยู่คู่กับหน่วยควบคุมเมล็ดย่นโดยหน่วยควบคุมเมล็ดกลมสามารถหมั้นหน่วยควบคุมเมล็ดย่นไว้ได้ดังนั้นต้นถั่วลิ้นเตาในชั่วรุ่นที่ 1 จึงมีเมล็ดกลมอย่างไรก็ตามแม้ว่าหน่วยควบคุมเมล็ดกลมจะบดบังผลของหน่วยควบคุมเมล็ดย่นไว้แต่ไม่ได้ทำให้หน่วยควบคุมเมล็ดย่นเปลี่ยนแปลงไปและแสดงผลเหมือนเดิมเมื่อถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นถัดไปดังจะเห็นได้ในชั่วรุ่นที่ 2 ซึ่งพบต้นถั่วลิ้นเตาที่มีเมล็ดย่นรวมอยู่ด้วยภายหลังการค้นพบงานของเมนเดลไม่นานวิลเลียม โจฮานน์เซน (William Johannsen) เสนอให้ใช้คำว่ายีน (gene) แทนหน่วยควบคุมลักษณะซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้อยู่ในปัจจุบัน

นอกจากนี้ยังนิยมใช้คำว่าแอลลีล (allele) แทนหน่วยควบคุมลักษณะที่กำหนดรูปแบบที่แตกต่างกันของลักษณะหนึ่งๆตัวอย่างเช่นลักษณะรูปร่างเมล็ดในถั่วลิ้นเตามี 2 รูปแบบได้แก่เมล็ดกลมและเมล็ดย่น ดังนั้นยีนที่ควบคุมรูปร่างเมล็ดประกอบด้วยสองแอลลีลคือแอลลีลควบคุมเมล็ดกลมซึ่งเป็นลักษณะเด่น (เป็นแอลลีลเด่น) และแอลลีลควบคุมเมล็ดย่นซึ่งเป็นลักษณะด้อย (เป็นแอลลีลด้อย) การกล่าวถึงหน่วยควบคุมลักษณะต่อจากนี้ไปจึงใช้คำว่ายีนหรือแอลลีล

จากสมมติฐานข้างต้นเมนเดลสามารถอธิบายการเกิดอัตราส่วน 3:1 ในชั่วรุ่นที่ 2 โดยการใช้อักษรภาษาอังกฤษแทนยีนที่ควบคุมลักษณะเพื่อให้เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะดีขึ้นซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่แทนแอลลีลควบคุมลักษณะเด่นและอักษรตัวพิมพ์เล็กแทนแอลลีลควบคุมลักษณะด้อยในการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะรูปร่างเมล็ดกำหนดให้ R แทนแอลลีลควบคุมเมล็ดกลมและ r แทนแอลลีล

ลีดควบคุมเมล็ดย่นดังนั้นสายพันธุ์แท้เมล็ดกลมมีเมล็ดลีดควบคุมเมล็ดกลมสองเมล็ด (RR) และสายพันธุ์แท้เมล็ดย่นมีเมล็ดลีดควบคุมเมล็ดย่นสองเมล็ด (rr) ในชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งเป็นลูกผสมได้รับเมล็ดลีดจากชั่วรุ่นพ่อแม่ฝ่ายละเมล็ดลีดจึงมีคู่เมล็ดลีดเป็น Rr เมื่อต้นลูกในชั่วรุ่น F1 สร้างเซลล์สืบพันธุ์มีการแยกจากกันของเมล็ดลีด R และเมล็ดลีด r เข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์เซลล์สืบพันธุ์จึงมีสองแบบคือเซลล์สืบพันธุ์ที่มีเมล็ดลีด R และเซลล์สืบพันธุ์ที่มีเมล็ดลีด r ภายหลังการปฏิสนธิของต้นถั่วในชั่วรุ่น F1 ซึ่งเกิดแบบสุ่มจะได้ต้นลูกในชั่วรุ่นที่ 2 ที่มีการเข้าคู่ของเมล็ดลีด 3 แบบคือ RR Rr และ rr ในอัตราส่วน 1:2:1 โดยต้นที่มีคู่เมล็ดลีด rr ซึ่งมีหนึ่งในสี่ส่วนเป็นต้นเมล็ดย่นและอีกสามส่วนที่เหลือเป็นต้นที่มีเมล็ดกลมอัตราส่วนระหว่างต้นที่มีเมล็ดกลมต่อต้นที่มีเมล็ดย่นจึงเป็น 3:1 ต้นที่มีเมล็ดกลมสามส่วนนี้มีองค์ประกอบของยีนที่ควบคุมรูปร่างเมล็ดต่างกันโดยเป็นต้นที่มีคู่เมล็ดลีด Rr สองส่วนและต้นที่มีคู่เมล็ดลีด RR หนึ่งส่วนนักพันธุศาสตร์เรียกองค์ประกอบของยีนในแต่ละบุคคลว่าจีโนไทป์ (genotype) โดยจีโนไทป์ที่ประกอบด้วยเมล็ดลีดเหมือนกันเรียกว่าจีโนไทป์แบบโฮโมไซกัส (homozygous genotype) เช่น RR และ rr และจีโนไทป์ที่ประกอบด้วยเมล็ดลีดต่างกันเรียกว่าจีโนไทป์แบบเฮเทอโรไซกัส (heterozygous genotype) เช่น Rr สำหรับลักษณะที่ปรากฏในบุคคลซึ่งเป็นผลจากการควบคุมของจีโนไทป์เรียกว่าฟีโนไทป์ (phenotype) จากผลการทดลองผสมพันธุ์แบบมอโนไฮบริดเมนเดลสามารถสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะข้อที่หนึ่งเรียกว่ากฎการแยกมีใจความสำคัญว่า “ขณะที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เมล็ดลีดของยีนแต่ละคู่จะแยกจากกันเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์”

กฎการเข้าคู่อย่างอิสระ

เมนเดลทำการทดลองผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันสองลักษณะเรียกว่าการผสมแบบไดไฮบริด (dihybrid cross) เพื่อศึกษาแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะสองลักษณะพร้อมกันเช่นยีนที่ควบคุมรูปร่างเมล็ดและยีนที่ควบคุมสีเมล็ดมีการถ่ายทอดไปด้วยกันหรือถ่ายทอดเป็นอิสระไม่ขึ้นแก่กัน การผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์แท้เมล็ดกลมสีเหลืองกับสายพันธุ์แท้เมล็ดย่นสีเขียว (จากการผสมแบบมอโนไฮบริดทำให้รู้ว่าเมล็ดลีดควบคุมเมล็ดกลม (R) และเมล็ดลีดควบคุมเมล็ดสีเหลือง (Y) ต่างเป็นเมล็ดลีดเด่นโดยเมล็ดลีดควบคุมเมล็ดย่น (r) และเมล็ดลีดควบคุมเมล็ดสีเขียว (y) เป็นเมล็ดลีดด้อยดังนั้นจีโนไทป์ของสายพันธุ์เมล็ดกลมสีเหลืองคือ RRYy และสายพันธุ์เมล็ดย่นสีเขียวมีจีโนไทป์ rryy พบว่าชั่วรุ่น F1 เป็นต้นที่มีเมล็ดกลมสีเหลืองเพียงแบบเดียวโดยมีจีโนไทป์แบบเฮเทอโรไซกัส (RrYy) เมื่อให้ต้นในชั่วรุ่นที่ 1 ผสมพันธุ์กันได้ต้นในชั่วรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน 4 กลุ่มคือ (รูปที่ 2)

จำนวน (ต้น) อัตราส่วน

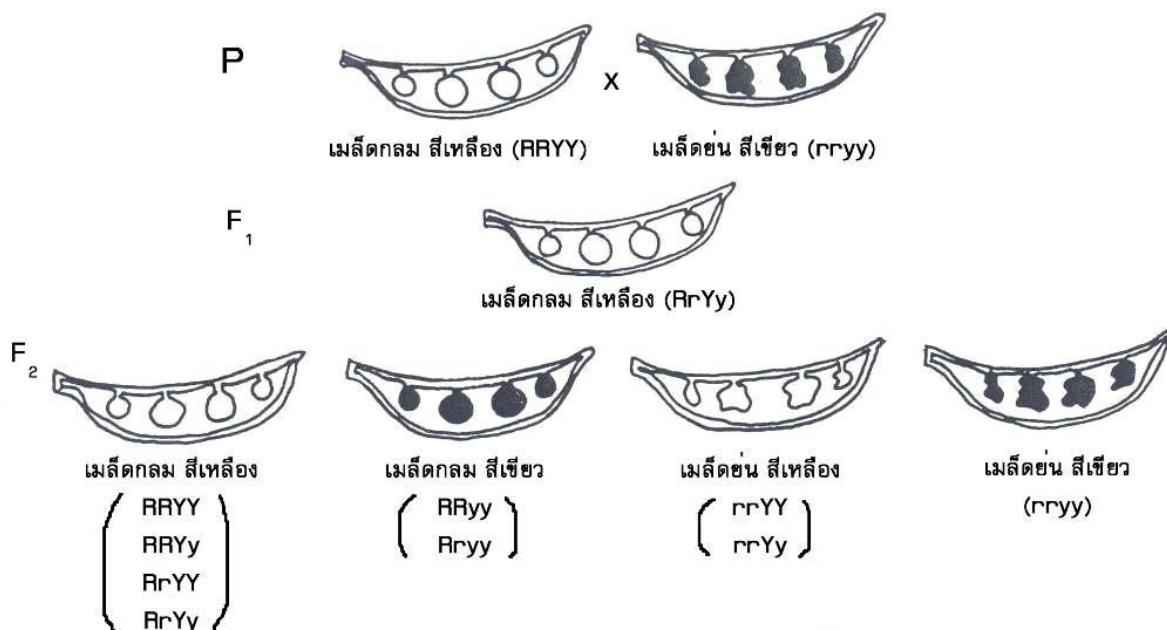
เมล็ดกลมสีเหลือง 315 9

เมล็ดย่นสีเหลือง 101 3

เมล็ดกลมสีเขียว 108 3

เมล็ดขุ่นสีเขียว 32 1

โดยคิดเป็นอัตราส่วนระหว่างกลุ่มลักษณะได้ประมาณ 9:3:3:1



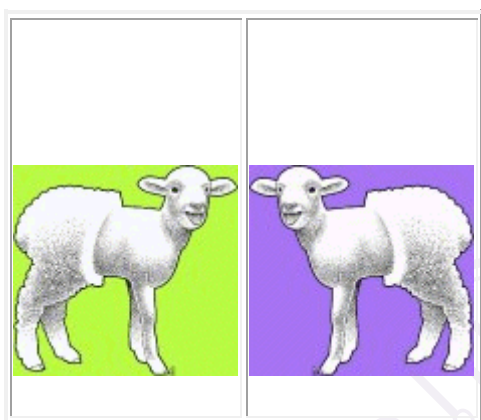
รูปที่ 2

การผสมพันธุ์ถั่วลิสงโดยพิจารณาจากลักษณะสองลักษณะ (ลักษณะรูปร่างเมล็ด: กลมและขุ่นและลักษณะสีเมล็ด: เหลืองและเขียว) พร้อมๆกันเมื่อผสมต้นที่มีเมล็ดกลม, สีเหลือง (RRYY) กับต้นที่มีเมล็ดขุ่น, สีเขียว (rryy) ได้ต้น F₁ มีเมล็ดกลมสีเหลืองและในต้น F₂ มีต้นเมล็ดกลมสีเขียวและต้นเมล็ดขุ่นสีเหลืองซึ่งมีลักษณะรวมของต้นพ่อแม่อยู่ด้วยและเมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างลักษณะเด่น:ลักษณะด้อยของแต่ละลักษณะได้ประมาณ 3:1 (เมล็ดกลม:เมล็ดขุ่น = 423:133 และเมล็ดสีเหลือง:เมล็ดสีเขียว = 416:140) เช่นเดียวกับการผสมแบบมอโนไฮบริดแสดงว่าการถ่ายทอดยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองลักษณะยังเป็นไปตามกฎการแยกการพิจารณาว่ายีนควบคุมรูปร่างเมล็ดและยีนควบคุมสีเมล็ดถ่ายทอดไปด้วยกันหรือถ่ายทอดเป็นอิสระต่อกันพิจารณาได้จากลักษณะในชั่วรุ่นที่ 2 ซึ่งเกิดจากการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์จากชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งเซลล์สืบพันธุ์เกิดจากกรณีใดกรณีหนึ่งต่อไปนี้เท่านั้น

1. กรณีที่ยีนควบคุมลักษณะสองลักษณะมีการถ่ายทอดไปด้วยกันต้นในชั่วรุ่นที่ 1 จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพียง 2 แบบคือ RY และ ry เพราะแอลลีล R และแอลลีล Y ถูกถ่ายทอดมาด้วยกันจากชั่วรุ่นพ่อแม่ เช่นเดียวกับแอลลีล r และแอลลีล y หลังการปฏิสนธิจะได้ต้นชั่วรุ่นที่ 2 ที่มีลักษณะเพียง 2 แบบคือเมล็ดกลมสีเหลืองและเมล็ดขุ่นสีเขียวในอัตราส่วน 3:1

2. กรณีที่ยีนควบคุมลักษณะสองลักษณะมีการถ่ายทอดเป็นอิสระต่อกันต้นในชั่วรุ่นที่ 1 จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ 4 แบบคือ RY Ry rY และ ry ในปริมาณเท่าๆกันเซลล์สืบพันธุ์เหล่านี้เกิดจากการเข้ากลุ่มอย่างอิสระระหว่างแอลลีลของยีนทั้งสองคู่กล่าวคือแอลลีล R ที่แยกจากแอลลีล r มีอิสระในการเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกับแอลลีล Y หรือแอลลีล y ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ RY และ Ry ในทำนองเดียวกันแอลลีล r อาจเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกันกับแอลลีล Y หรือแอลลีล y ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ rY และ ry การเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกันของแอลลีลจากยีนต่างคู่กันเกิดแบบสุ่มดังนั้นเซลล์สืบพันธุ์ทั้ง 4 แบบจึงมีปริมาณเท่าๆกันภายหลังการปฏิสนธิต้นในชั่วรุ่นที่ 2 จึงมีจีโนไทป์ต่างๆกัน 9 แบบ ได้แก่ RRYY RRYy RrYY RrYy

การคัดลอกพันธุ์

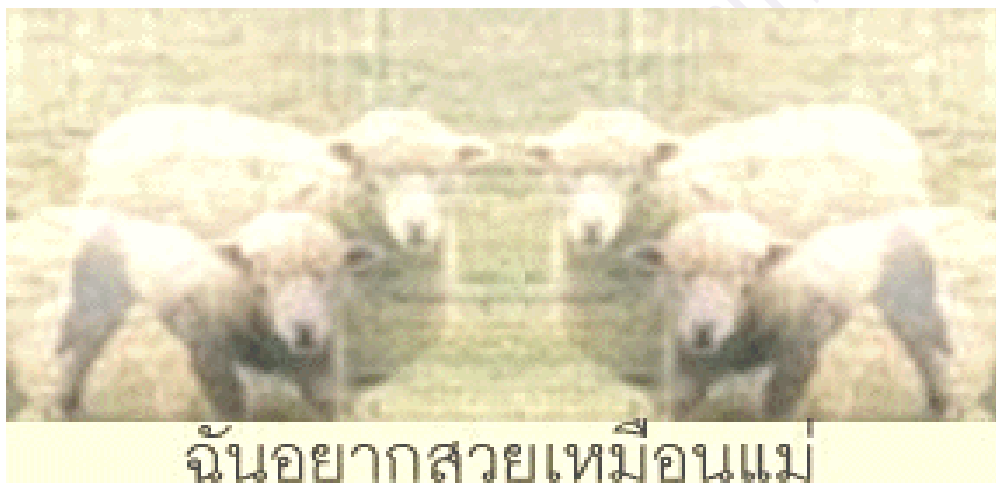


การโคลน หมายถึงการสร้างสิ่งมีชีวิตขึ้นมาใหม่โดยไม่ได้อาศัยการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือสเปิร์มกับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือไข่ ซึ่งเป็นการสืบพันธุ์ตามปกติ แต่ใช้เซลล์ร่างกาย (Somatic cell) ในการสร้างสิ่งมีชีวิตขึ้นมาใหม่

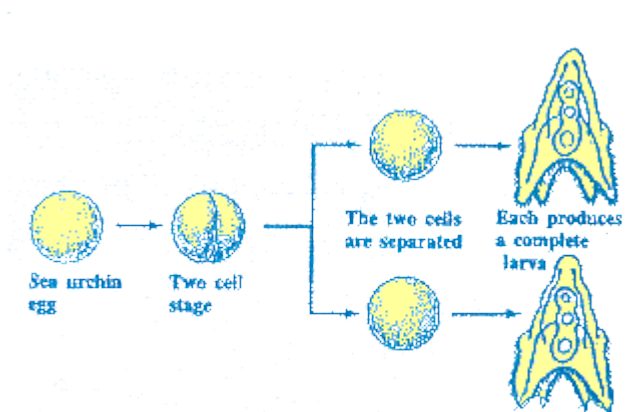
อันที่จริงเทคโนโลยีการโคลนเป็นเทคโนโลยีที่พบเห็นในชีวิตประจำวันอย่างแพร่หลายมาหลายสิบปีมาแล้วโดยเฉพาะกับพืช เช่น การขยายพันธุ์กล้วยไม้ซึ่งเป็นการขยายพันธุ์ที่ประสบผลสำเร็จอย่างสูง การโคลนพืช จะใช้เซลล์อวัยวะเนื้อเยื่อ หรือแม้แต่โปรโตพลาสต์ของพืช มาเลี้ยงในสารอาหาร และในสภาวะที่เหมาะสมส่วนต่าง ๆ ของพืชดังกล่าวสามารถจะเจริญเป็นพืชต้น

ใหม่ที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์เดิมทุกประการ การตัดกิ่ง ใบ ราก ไปปักชำก็จัดว่าเป็นโคลนในพืชที่เรียกว่าการเลียงเนื้อเยื่อก็มีการศึกษาการโคลนในสัตว์บ้างเหมือนกัน เช่น J.B Gurdon จากมหาวิทยาลัยออกฟอร์ดในประเทศอังกฤษ ได้ทำการโคลนกบซึ่งนับว่าเป็นการโคลนสัตว์มีกระดูกสันหลังเป็นครั้งแรก J.B Gurdon ได้นำนิวเคลียสของเซลล์ ที่ได้จากลำไส้เล็กของลูกออดกบ (เป็น Somatic cell) มีโครโมโซม 2 n ไปใส่ในเซลล์ไข่ของกบอีกตัวหนึ่งที่ทำลายนิวเคลียสแล้วพบว่าไข่กบนี้ สามารถเจริญเติบโตเป็นกบตัวใหม่ ที่มีลักษณะเหมือนกบที่เป็นเจ้าของนิวเคลียสที่นำมาใช้

ในกรณีการโคลนแกะดอลลีของนายเอียน วิลมุต ใช้เทคโนโลยีวิธีเดียวกันกับการโคลนกบ โดยนำนิวเคลียสของเซลล์เต้านมแกะที่เป็นต้นแบบมาใส่ในไข่ของแกะอีกตัวหนึ่งแล้วนำเซลล์ไข่ที่ทำการโคลนแล้วไปถ่ายฝากตัวอ่อนในท้องแม่แกะอีกตัวหนึ่ง



การโคลนอีกวิธีหนึ่งเป็นการเลียนแบบการเกิดฝาแฝดแท้ในระยะแรก ๆ ทำการทดลองกับ Sea urchin เมื่อไข่โกดของ Sea urchin แบ่งตัวออกเป็น 2 เซลล์ก็แยกเซลล์ทั้งสองออกจากกัน นำแต่ละเซลล์ไปเพาะเลี้ยงพบว่า เซลล์แต่ละเซลล์ของ Sea urchin สามารถเจริญเป็นเอ็มบริโอและลาваได้(ดังภาพ)



การโคลน Sea urchin จากเอ็มบริโอ

การโคลน Sea urchin นี้เป็นการโคลนในระดับเอ็มบริโอ ถือว่าเป็นการสร้างสิ่งมีชีวิตที่เป็นแฝดแท้ในระยะต่อมา มีการทดลองในแกะเช่นกันโดยจะทำการโคลนเมื่อไซโกตเริ่มแบ่งตัวแทนเอ็มบริโอในระยะ 8 เซลล์แล้วจะตัดเอาเซลล์เหล่านั้นออกจากกัน แยกไปฝากในมดลูกแม่แกะตัวอื่น ๆ เมื่อลูกแกะที่ได้จากการโคลนวิธีนี้คลอดออกมาทุกตัวจะมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน

การโคลนนี้ถ้าไปใช้กับมนุษย์มีมนุษย์ลักษณะเหมือนกันทุกประการหลาย ๆ คน จะเกิดอะไรขึ้น



การกลายพันธุ์ หรือ มิวเทชัน (mutation) คือ อะไร (What is mutation ?)

จะเกิดกับยีน(gene)ในเซลล์สืบพันธุ์อาจทำให้ยีน(gene)หรือแอลลีล(allele)มีความผิดปกติและสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้ อาจส่งผลกระทบผิดปกติในรุ่นลูกหลานได้

ระดับของการกลายพันธุ์ (มิวเทชัน, mutation) ที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตมีอยู่ 2 ระดับ คือ

- การกลายพันธุ์ในระดับโครโมโซม (chromosomal mutation) คือเป็นการกลายพันธุ์ (มิวเทชัน, mutation)ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม(chromosome) อาจจะเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของโครโมโซม(chromosome)หรือการเปลี่ยนแปลงจำนวนของโครโมโซม(chromosome)

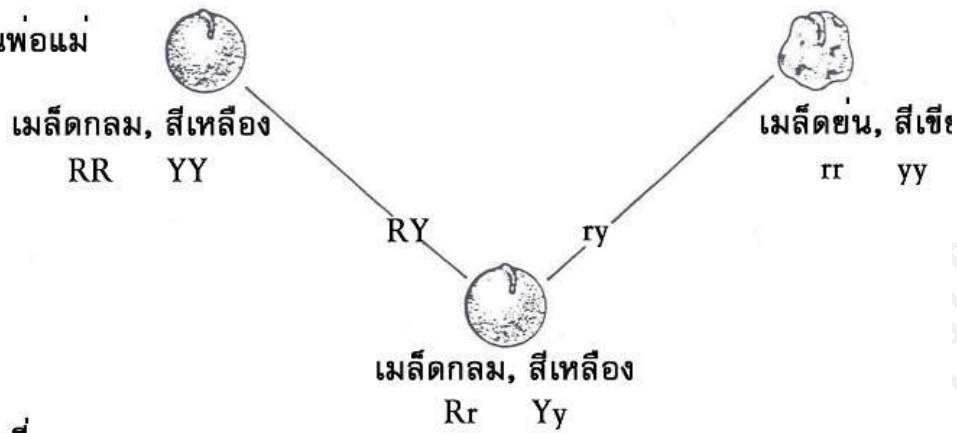
- การกลายพันธุ์ในระดับยีนหรือโมเลกุลของดีเอ็นเอ (DNA gene mutation) คือ เป็นการเปลี่ยนแปลงของยีน(gene) หรือเปลี่ยนแปลงของนิวคลีโอไทด์ในโมเลกุลของดีเอ็นเอ(DNA) สาเหตุของการกลายพันธุ์ (มิวเทชัน, mutation)

- เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ (spontaneous mutation) หรือเกิดจากสิ่งก่อกลายพันธุ์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ในการจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ (DNA replication) อาจมีการนำเบสที่ไม่ถูกต้องใส่เข้าไปในดีเอ็นเอ(DNA)สายใหม่, รังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์โดยที่ไม่ได้เกิดจากมนุษย์ใช้สารเคมีหรือรังสีเหี่ยวนาให้เกิดการกลายพันธุ์ (มิวเทชัน, mutation)

- เกิดจากการเหี่ยวนา (induced mutation) เป็นการกลายพันธุ์ (มิวเทชัน, mutation)ที่มนุษย์ใช้สารเคมีหรือรังสี ทำให้ดีเอ็นเอ(DNA) หรือยีน(gene) หรืออาร์เอ็นเอ(RNA) ของสิ่งมีชีวิตเกิดการเปลี่ยนแปลงและเกิดลักษณะแปลกใหม่ที่กลายพันธุ์ไปจากเดิมสารเคมีหรือรังสีที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (มิวเทชัน, mutation)นี้ เรียกว่า "สิ่งก่อกลายพันธุ์ (มิวทาเจน, mutagen)"

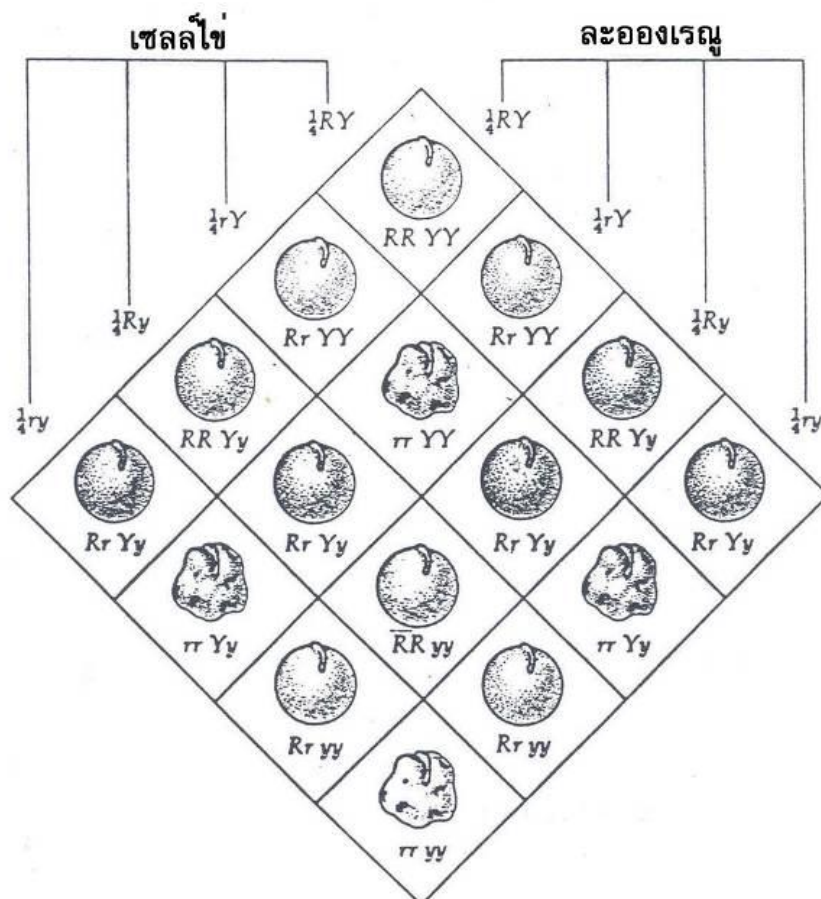
RRyy Rryy rrYY rRyY และ rryy ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ กัน 4 กลุ่มลักษณะคือเมล็ดกลมสีเหลือง 9 ส่วนเมล็ดกลมสีเขียว 3 ส่วนเมล็ดขุ่นสีเหลือง 3 ส่วนและเมล็ดขุ่นสีเขียว 1 ส่วน (รูปที่ 3)

ชั่วรุ่นพ่อแม่



ชั่วรุ่นที่ 1

เซลล์สืบพันธุ์



ชั่วรุ่นที่ 2

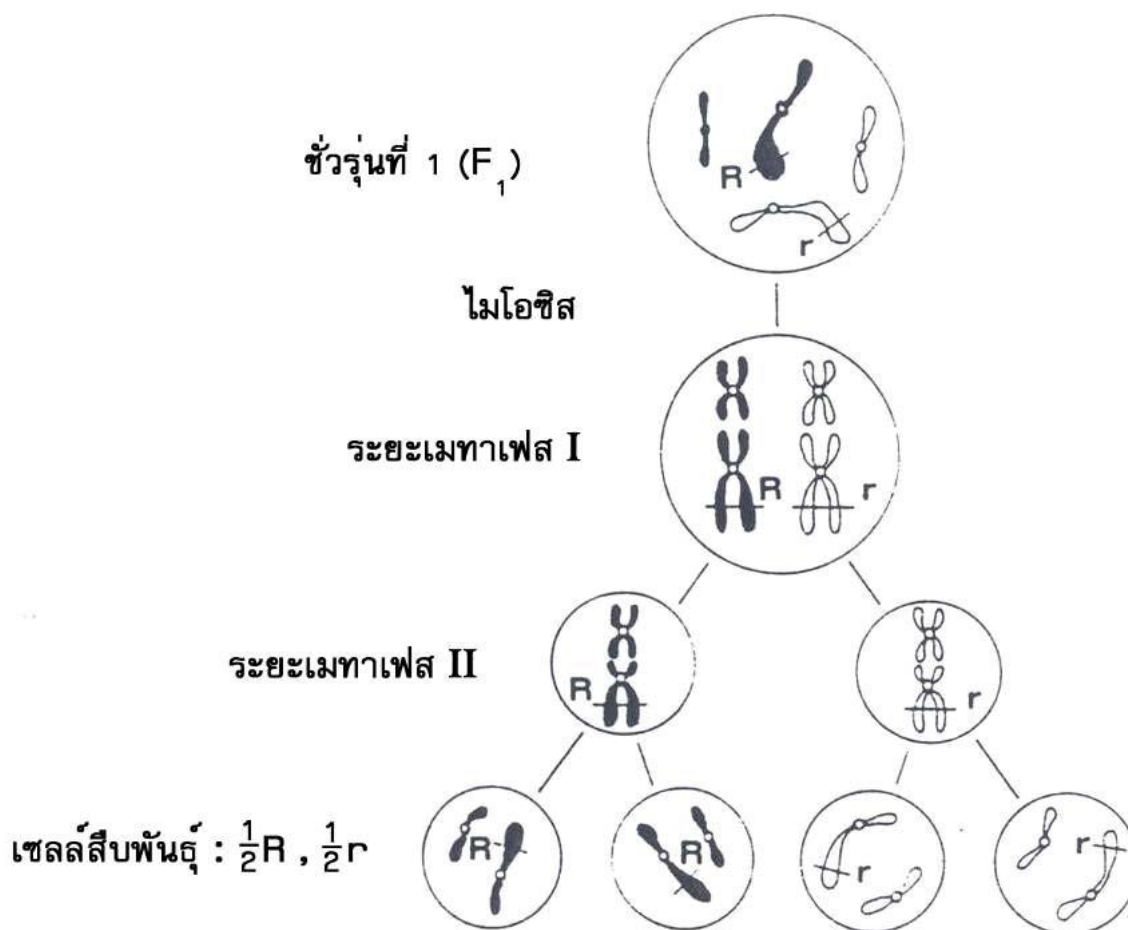
รูปที่ 3

การผสมระหว่างต้นเมล็ดกลมสีเหลือง (RRYY) และต้นเมล็ดย่นสีเขียว(rryy) ได้ลูกผสม F1 ซึ่งมีเมล็ดกลมสีเหลือง (RrYy) เซลล์สืบพันธุ์จากลูกผสม F1 มี 4 ชนิดคือ RY Ry rY และ ry เกิดจากการเข้ากลุ่มอย่างอิสระระหว่างแอลลีลของยีนทั้งสองคู่ภายหลังการปฏิสนธิ์ในชั่วรุ่นที่ 2 มีลักษณะต่าง ๆ กัน 4 แบบ ผลการทดลองของเมนเดลสอดคล้องกับกรณีที่ 2 ซึ่งเป็นกรณีที่ยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองมีการถ่ายทอดเป็นอิสระต่อกันจากการทดลองผสมพันธุ์แบบไดไฮบริดนี้เมนเดลสรุปเป็นกฎการถ่ายทอดลักษณะอีกข้อหนึ่งเรียกว่ากฎการเข้ากลุ่มอย่างอิสระ (law of independent assortment) ซึ่งมีใจความว่า “แอลลีลแต่ละแอลลีลที่แยกจากคู่มียอิสระในการเข้ากลุ่มกับแอลลีลของยีนต่างคู่เพื่อเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เดียวกัน”

กฎการถ่ายทอดลักษณะและไมโอซิส

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่ายีนมีตำแหน่งบนโครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นสู่รุ่นเกิดผ่านเซลล์สืบพันธุ์โดยกระบวนการที่ใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์คือไมโอซิสดังนั้นพฤติกรรมของโครโมโซมในขั้นตอนของไมโอซิสจึงสัมพันธ์กับพฤติกรรมของยีนตามกฎการถ่ายทอดลักษณะของเมนเดลดังต่อไปนี้

1. กฎการแยก

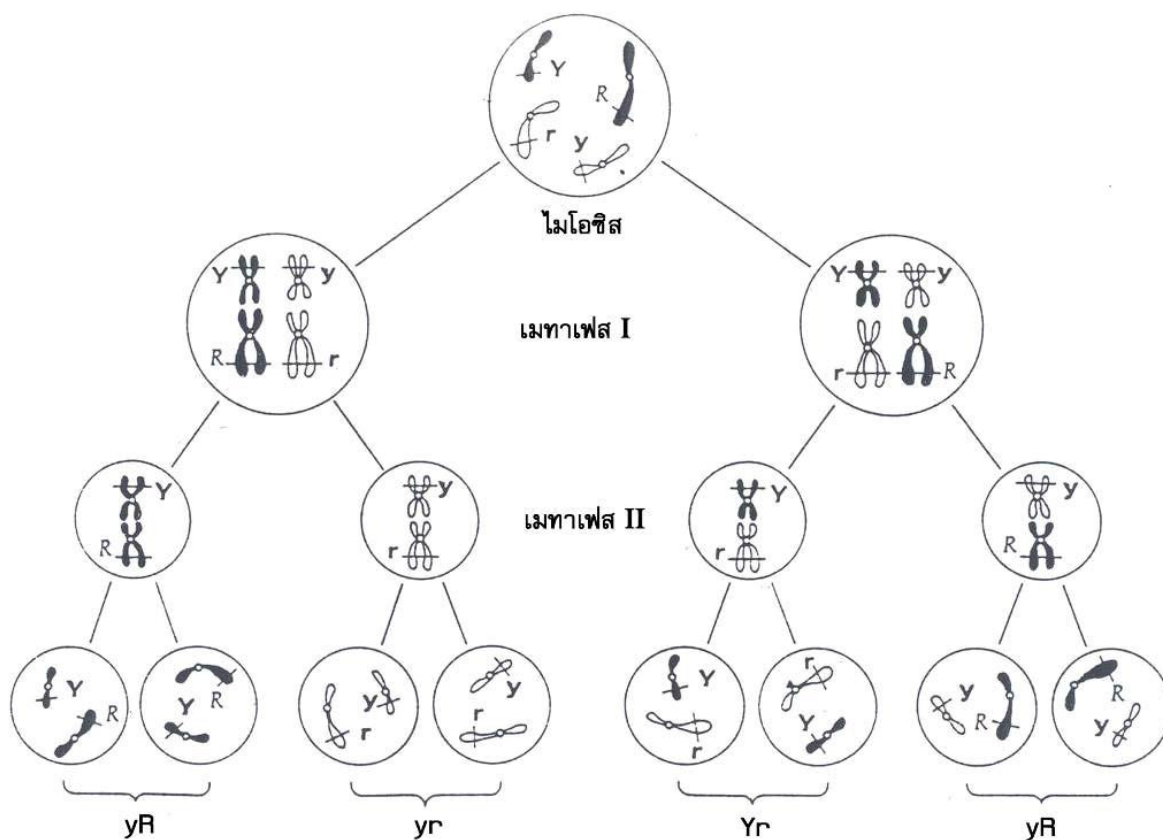


รูปที่ 4

ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมในกระบวนการไมโอซิสของเซลล์ที่มีจีโนไทป์ Rr แบ่งตัวเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์แอลลีล R และแอลลีล r ซึ่งมีตำแหน่งอยู่บนซอมอโลกัสโครโมโซมเดียวกันแยกจากกันโดยโครโมโซมแต่ละแท่งถูกดึงให้แยกจากกันในระยะแอนาเฟส 1 ผลที่ได้คือเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีแอลลีล R 2 เซลล์และแอลลีล r 2 เซลล์การถ่ายทอดยีนตามกฎการแยกสามารถเทียบกับพฤติกรรมของโครโมโซมในระยะแอนาเฟส I โดยในระยะนี้มีการแยกตัวของซอมอโลกัสโครโมโซมแต่คู่เกิดขึ้นผลจากการแยกตัวนี้ทำให้แอลลีลที่มีตำแหน่งอยู่บนซอมอโลกัสโครโมโซมแยกจากกันไปด้วย ตัวอย่างเช่นในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของชั่วรุ่นที่ 1 ซึ่งมีจีโนไทป์ Rr (โดย R เป็นแอลลีลควบคุมลักษณะเมล็ดกลมและ r เป็นแอลลีลควบคุมลักษณะเมล็ดขุ่น) เมื่อซอมอโลกัสโครโมโซมแยกจากกันเข้าสู่ขั้วเซลล์แต่ละขั้วจะส่งผลให้ R และ r แยกจากกันด้วยภายหลังกระบวนการไมโอซิสสิ้นสุดลงจึงได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์โดยสองเซลล์มีโครโมโซมที่มีแอลลีล R และสองเซลล์มีโครโมโซมที่มีแอลลีล r

2.

กฎการเข้ากลุ่มอย่างอิสระ



รูปที่ 5

โคอะแกรมแสดงการวางตัวของไบบาเลนที่สองคู่ในระยะเมทาเฟส I ซึ่งเป็นไปได้ 2 กรณีเป็นผลให้ยีนมีการเข้ากลุ่มกันอย่างอิสระผลที่ได้คือเซลล์สืบพันธุ์ 4 แบบในปริมาณเท่าๆกันกฎการถ่ายทอดลักษณะข้อนี้พิจารณาการถ่ายทอดยีนมากกว่าหนึ่งคู่ขึ้นไปสอดคล้องกับการวางตัวของไบบาเลนที่ในระยะเมทาเฟส I โดยไบบาเลนที่แต่ละคู่ที่ถูกดึงโดยใยสปินเดิลมาเรียงตัวอยู่ในแนวศูนย์สูตรมีการวางตัวเป็นอิสระแก่กัน กล่าวคือโครโมโซมซึ่งอยู่ในชุดโครโมโซมเดียวกันมีโอกาสวางตัวหันเข้าสู่ขั้วเซลล์ด้านเดียวกันเท่ากับโครโมโซมซึ่งอยู่ต่างชุดกันเมื่อโครโมโซมถูกดึงแยกจากคู่ในระยะแอนาเฟส I โครโมโซมเหล่านี้จึงเข้าไปรวมกันที่ขั้วเซลล์แต่ละขั้วเป็นผลให้เกิดการรวมกลุ่มของยีนซึ่งมีตำแหน่งบนโครโมโซมแบบสุ่มด้วย ตัวอย่างเช่นในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของต้นที่มีจีโนไทป์ $RrYy$ ซึ่งเกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างเซลล์สืบพันธุ์ RY และ ry โดยยีน 2 คู่อยู่บนฮอมอโลกัสโครโมโซมต่างคู่กันดังนั้นแอลลีล R และ Y จึงอยู่บนโครโมโซมที่อยู่ในชุดเดียวกันเช่นเดียวกับแอลลีล r และ y อยู่บนโครโมโซมในชุดเดียวกันการวางตัวของไบบาเลนที่ในแนวศูนย์สูตรอาจเกิดได้ 2 กรณีคือ

ก. ไบบาเลนที่วางตัวโดยหันโครโมโซมจากชุดเดียวกันเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันดังนั้นโครโมโซมที่มีแอลลีล R และโครโมโซมที่มีแอลลีล Y จึงหันเข้าสู่ขั้วเซลล์ด้านเดียวกันโดยโครโมโซมที่มีแอลลีล r และโครโมโซมที่มีแอลลีล y หันเข้าสู่ขั้วเซลล์ที่อยู่ตรงกันข้ามเมื่อการแบ่งไมโอซิสเสร็จสิ้นลงจะได้เซลล์ที่มีแอลลีล R และแอลลีล Y อยู่ด้วยกันสองเซลล์และเซลล์ที่มีแอลลีล r อยู่กับแอลลีล y อีกสองเซลล์

ข. ไบบาเลนที่วางตัวโดยหันโครโมโซมต่างชุดเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันในกรณีนี้โครโมโซมที่มีแอลลีล R จะหันเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันกับโครโมโซมที่มีแอลลีล y โดยมีโครโมโซมที่มีแอลลีล r และโครโมโซมที่มีแอลลีล y หันเข้าสู่ขั้วเซลล์อีกขั้วหนึ่งผลที่ได้เมื่อการแบ่งไมโอซิสเสร็จสิ้นคือเซลล์สองเซลล์ที่มีแอลลีล R และแอลลีล y อยู่ด้วยกันและอีกสองเซลล์ที่มีแอลลีล r อยู่กับแอลลีล Y ในการแบ่งเซลล์ครั้งหนึ่งๆ โอกาสการเกิดกรณีก. และกรณีข. มีเท่าๆกันเซลล์สืบพันธุ์จากต้นที่มีจีโนไทป์ $RrYy$ จึงมีการเข้ากลุ่มของยีนได้ 4 แบบคือ RY , Ry , rY และ ry

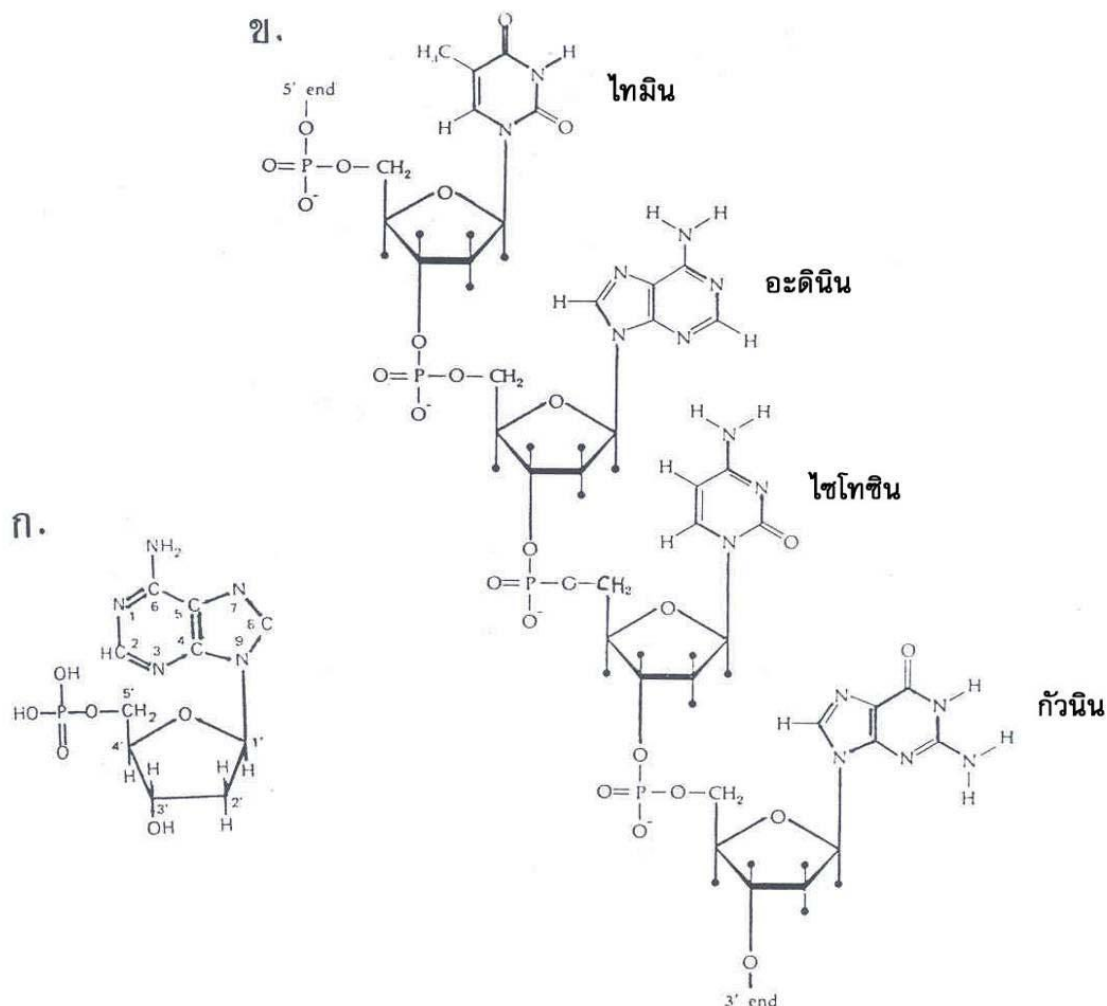
สารพันธุกรรม

ขณะที่มีการศึกษาในแง่การถ่ายทอดลักษณะอยู่นั้นนักวิทยาศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่งพยายามหาคำตอบเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีเพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของยีนมากขึ้นในปีค.ศ. 1869 โยฮันน์ฟรีดริชมิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher) แยกสารประกอบชนิดหนึ่งออกมาจากนิวเคลียสของเซลล์ในสิ่งมีชีวิตหลายชนิดสารประกอบชนิดนี้คือกรดนิวคลีอิกโดยเป็นชนิดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic) หรือดีเอ็นเอ(DNA)

อย่างไรก็ตามในขณะนั้นยังไม่มีผู้ใดอธิบายความสำคัญของดีเอ็นเอได้เลยจนประมาณต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 จึงมีการทดลองที่เป็นข้อสนับสนุนว่าดีเอ็นเอเป็นสารประกอบที่ทำหน้าที่เป็นสารพันธุกรรม (genetic material)

องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ

ดีเอ็นเอประกอบด้วยหน่วยย่อยพื้นฐานเรียกว่านิวคลีโอไทด์ (nucleotide) (รูปที่ 6) แต่ละนิวคลีโอไทด์มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือน้ำตาลไรโบส (ribose sugar) ชนิดดีออกซีไรโบส (deoxyribose) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมโดยคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ไม่มีอะตอมออกซิเจนส่วนที่สองคือหมู่ฟอสเฟต (phosphate group) สร้างพันธะกับน้ำตาลดีออกซีไรโบสตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 และส่วนที่สามคือไนโตรจีนัสเบส (nitrogenous base) เป็นเบสที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบแบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่พิวรีน (purine) มีโครงสร้างเป็นสองวงแหวนมี 2 ชนิดคืออะดีนีน (adenine, A) และกวานีน (guanine, G) ไพริมิดีน (pyrimidine) ซึ่งโครงสร้างมีเพียงหนึ่งวงแหวนแบ่งเป็น 2 ชนิดเช่นกันได้แก่ไทมีน (thymine, T) และไซโทซีน (cytosine, C) ไนโตรจีนัสเบสสร้างพันธะกับน้ำตาลดีออกซีไรโบสตรงคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 เกิดเป็นหน่วยย่อยของดีเอ็นเอ 4 ชนิดคือดีออกซีอะดีโนซีน-5-ฟอสเฟต (deoxyadenosine-5-phosphate) ดีออกซีกวานโนซีน-5-ฟอสเฟต (deoxyguanosine-5-phosphate) ดีออกซีไซทิดีน-5-ฟอสเฟต (deoxy cytidine-5-phosphate) และดีออกซีไทมิดีน-5-ฟอสเฟต (deoxy thymidine-5-phosphate) นิวคลีโอไทด์หน่วยย่อยต่างๆ ต่อกันเป็นสายเรียกว่าพอลินิวคลีโอไทด์ (polynucleotide)

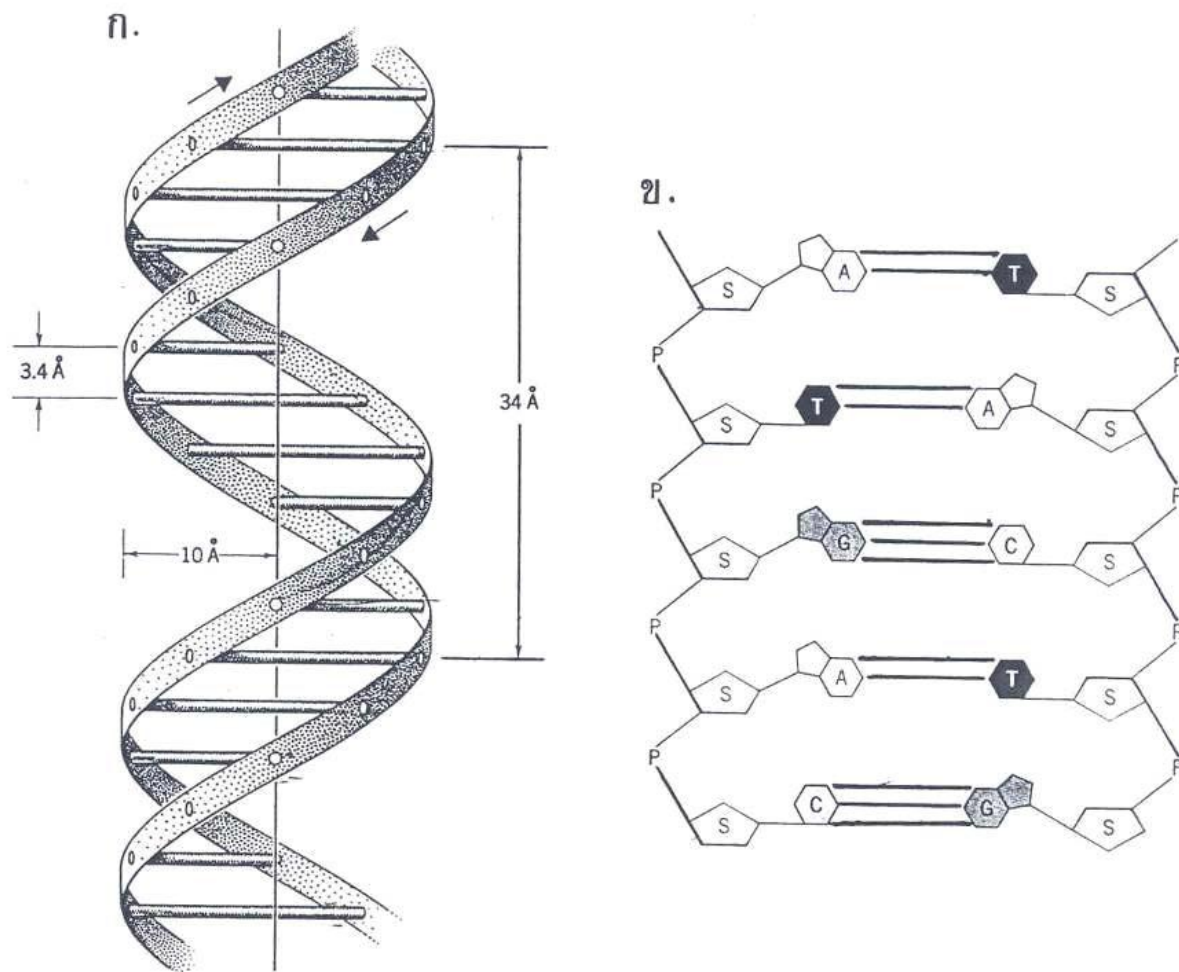


รูปที่ 6

ก. แสดงโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ 1 หน่วย

ข. พอลินิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอเกิดจากการสร้างพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ระหว่างนิวคลีโอไทด์ สังเกตด้านปลายสายพอลินิวคลีโอไทด์ซึ่งปลาย 3' มีหมู่ไฮดรอกซิลเป็นอิสระและปลาย 5' มีหมู่ฟอสเฟตเป็นอิสระโดยนิวคลีโอไทด์ตัวแรกต่อกับนิวคลีโอไทด์ตัวถัดไปด้วยการสร้างพันธะระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของนิวคลีโอไทด์ตัวถัดไปเรียกพันธะนี้ว่าพันธะฟอสโฟไดเอสเตอร์ (phosphodiester bond) การสร้างพันธะระหว่างนิวคลีโอไทด์เกิดขึ้นในลักษณะนี้ตลอดความยาวของสายพอลินิวคลีโอไทด์ดังนั้นพอลินิวคลีโอไทด์สายหนึ่งๆจึงมีปลายข้างหนึ่งที่หมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของน้ำตาลเป็นอิสระเรียกว่าปลาย 3' (3'-OH) และปลายอีกข้างหนึ่งหมู่ฟอสเฟตที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ของน้ำตาลเป็นอิสระเรียกว่าปลาย 5' (5'-PO₄)

โครงสร้างของดีเอ็นเอ



รูปที่ 7

ก. โครงสร้างเกลียวคู่ของดีเอ็นเอตามข้อเสนอของวัตสันและคริก

ข. ทิศทางการวางโมเลกุลของพอลินิวคลีโอไทด์ในโครงสร้างเกลียวคู่ซึ่งทำให้เกิดสภาพมีขั้วขึ้นในปีค.ศ. 1953 (J.D. Watson) และเอฟเอชซีคริก (F.H.C. Crick) ได้ร่วมกันเสนอโครงสร้างของดีเอ็นเอโดยประมวลความรู้จากข้อมูลต่างๆ เช่น ภาพถ่ายผลึกดีเอ็นเอ โดยวิธีเอกซเรย์ดิฟแฟรกชันปริมาณและชนิดของนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ เป็นต้น และเสนอว่าดีเอ็นเอมีโครงสร้างแบบเกลียวคู่ (double helix) ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้ (รูปที่ 7)

- ดีเอ็นเอแต่ละโมเลกุลประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์สองสายคู่ขนานโดยนิวคลีโอไทด์ในสายพอลินิวคลีโอไทด์ทั้งสองวางโมเลกุลในทิศทางตรงกันข้ามกันและหันเบสของนิวคลีโอไทด์แต่ละหน่วยเข้าสู่ด้านในของโมเลกุล

- พอลินิวคลีโอไทด์แต่ละสายบิดเป็นเกลียวเวียนขวรอบแกนตั้งของโมเลกุลและพอลินิวคลีโอไทด์สองสายยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างเบสของนิวคลีโอไทด์ที่อยู่ตรงกันการสร้างพันธะระหว่างคู่เบสมีความจำเพาะมากโดยอะดีนีนสร้างพันธะไฮโดรเจนสองพันธะกับไทมีน ($A=T$) และกวานีนสร้างพันธะไฮโดรเจนสามพันธะกับไซโทซีน ($G=C$) ความจำเพาะในการสร้างพันธะระหว่างคู่เบสทำให้โมเลกุลหนึ่งของดีเอ็นเอมีปริมาณพิวรีน ($A+G$) เท่ากับหรือใกล้เคียงกับปริมาณไพริมิดีน ($T+C$) เสมอ

- พันธะไฮโดรเจนระหว่างคู่เบสอยู่ในแนวตั้งฉากกับแกนตั้งของโมเลกุลเสมอซึ่งทำให้ดีเอ็นเอรักษาสภาพเกลียวไว้ได้โดยในหนึ่งรอบเกลียวมีคู่นิวคลีโอไทด์ 10 คู่ความยาวหนึ่งรอบเกลียวเท่ากับ 34 อังสตรอม

โครงสร้างแบบเกลียวคู่ของดีเอ็นเอส่งผลให้ดีเอ็นเอสามารถแสดงสมบัติของสารพันธุกรรมได้การที่ดีเอ็นเอโมเลกุลหนึ่งๆประกอบด้วยคู่นิวคลีโอไทด์จำนวนมากและมีการเรียงลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์ได้หลากหลายแบบดีเอ็นเอจึงสามารถแสดงสมบัติของยีนในการควบคุมลักษณะพันธุกรรมที่มีอยู่มากมายได้โครงสร้างเกลียวคู่ยังเป็นโครงสร้างที่เอื้อต่อการจำลองโมเลกุลดีเอ็นเอโมเลกุลใหม่ที่เหมือนเดิมโดยการแยกจากกันของพอลินิวคลีโอไทด์สองสายจากนั้นพอลินิวคลีโอไทด์แต่ละสายเป็นต้นแบบในการสร้างพอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่มาประกบกับสายเดิมความจำเพาะในการสร้างพันธะระหว่างคู่เบสทำให้การเรียงลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์สายใหม่เหมือนกันสายที่แยกออกไปจึงได้ดีเอ็นเอสองโมเลกุลซึ่งเหมือนกันความสามารถในการถ่ายแบบ (replication) ของดีเอ็นเอสอดคล้องกับสมบัติของสารพันธุกรรมซึ่งต้องมีการสร้างตัวขึ้นใหม่เพื่อถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกนอกจากนี้ในขณะที่มีการถ่ายแบบถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นเช่นการจับคู่เบสผิดการหลุดหายของนิวคลีโอไทด์จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดหรือลำดับเบสในโมเลกุลดีเอ็นเอได้ซึ่งถ้าถูกส่งไปยังรุ่นลูกอาจเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงยีนในรุ่นลูกการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นด้วยอัตราที่ต่ำมากการเปลี่ยนแปลงยีนมีโอกาสดังกล่าวน้อยมากโครงสร้างเกลียวคู่ของดีเอ็นเอจึงเป็นโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการเป็นสารพันธุกรรม

การกลาย (Mutation)

เมื่อใดที่มีความผิดปกติเกิดขึ้นกับดีเอ็นเอและโครโมโซมย่อมนำไปสู่การทำงานที่ผิดพลาดซึ่งอาจส่งผลให้เซลล์ผิดปกติได้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสารพันธุกรรมเรียกว่าการกลายเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยมีอัตราการเกิดต่ำมากอัตราการกลายจะเพิ่มสูงขึ้นถ้าถูกชักนำด้วยปัจจัยต่างๆซึ่งเรียกรวมว่าสิ่งก่อการกลาย (mutagen) การชักนำให้เกิดการกลายมักทำในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ประโยชน์เฉพาะอย่างเช่นการใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์การใช้ประโยชน์ทางการค้าเป็นต้นแต่ก็มีปัจจัยบางอย่างที่พบในสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสิ่งก่อการกลายได้แก่รังสีและสารเคมีบางประเภทการกลายเกิดขึ้นได้ทั้งในเซลล์ไม่เกี่ยวกับเพศและเซลล์เนื้อเยื่อสืบพันธุ์ (germ line) การกลายที่เกิดขึ้นกับเซลล์เนื้อเยื่อสืบพันธุ์

สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ขณะที่การกลายที่เกิดขึ้นในเซลล์ไม่เกี่ยวกับเพศมีผลเฉพาะบริเวณและไม่ถ่ายทอดต่อไปยังรุ่นลูกยกเว้นกรณีที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเกิดขึ้นในบริเวณที่เกิดการกลายนั้นๆ

การกลายแบ่งเป็น 2 ระดับคือ

1. การกลายของโครโมโซม (chromosome mutation) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโครโมโซมซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

- การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแท่งโครโมโซม

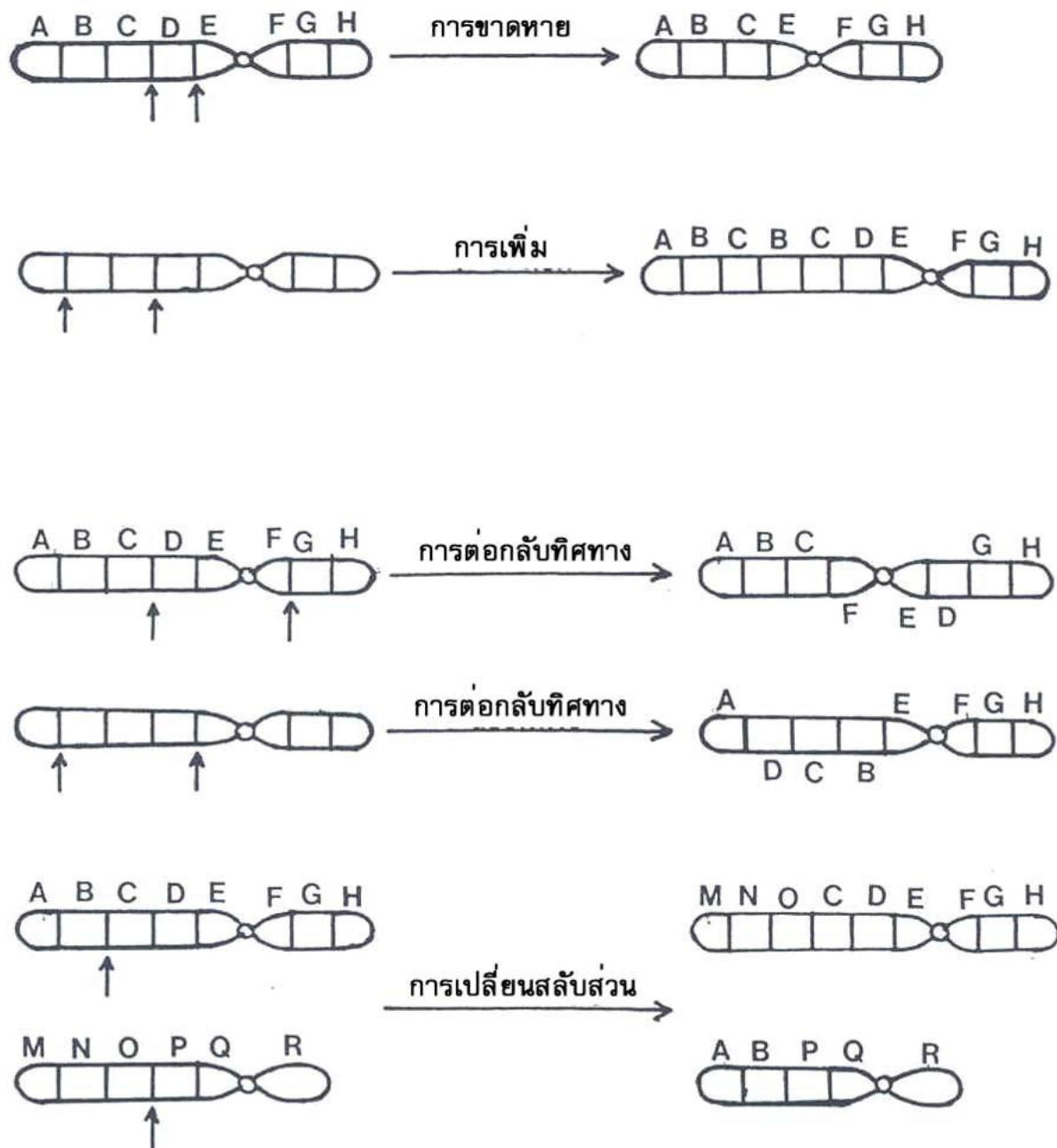
เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโครโมโซมแท่งใดแท่งหนึ่งแบ่งย่อยเป็น 4 แบบ

ก. ดิลิชัน (deletion) การขาดหายของส่วนใดส่วนหนึ่งของแท่งโครโมโซมส่งผลให้ยีนบริเวณนั้นขาดหายไป

ข. ดิวพลีเคชัน (duplication) การเพิ่มส่วนของแท่งโครโมโซมโดยส่วนที่เพิ่มขึ้นมีความซ้ำซ้อนกับส่วนที่มีอยู่บนแท่งทำให้ยีนบริเวณนั้นเพิ่มขึ้น

ค. อินเวอร์ชัน (inversion) การเปลี่ยนสลับขึ้นส่วนบนแท่งโครโมโซมทำให้ลำดับของยีนบนแท่งโครโมโซมเปลี่ยนไป

ง. ทรานสโลเคชัน (translocation) การย้ายที่หรือแลกเปลี่ยนส่วนระหว่างแท่งโครโมโซมที่ไม่ได้เป็นโครโมโซมคู่เหมือนกัน



(จาก Ayala and Kiger, 1984. **Modern Genetics**)

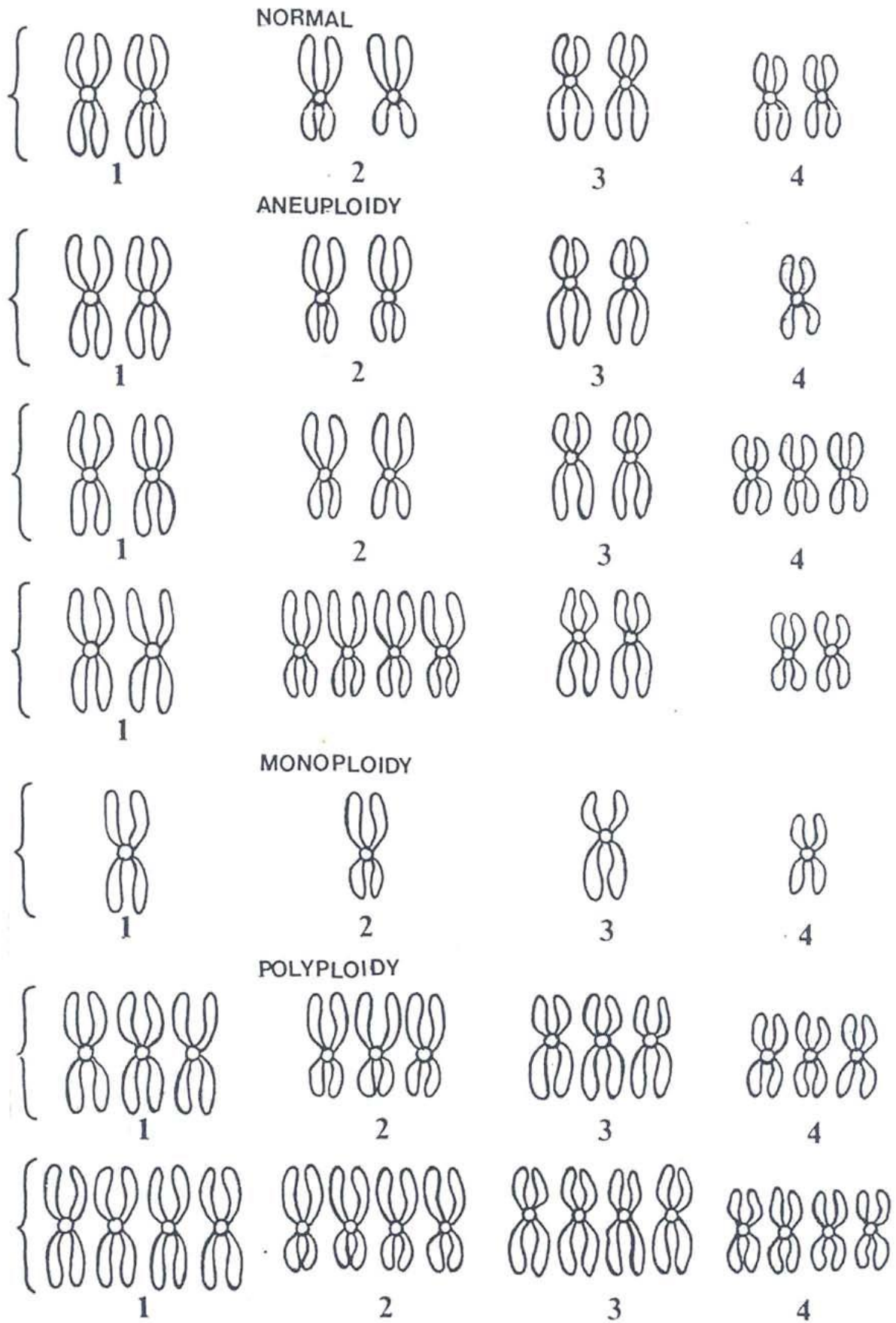
รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมแบบต่างๆ (ลูกศรแสดงบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลง)

- การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมแบ่งย่อยเป็น 2 แบบคือ

ก. แอนิวพลอยด์ (aneuploid) การเพิ่มหรือการลดจำนวนโครโมโซมเพียงบางแท่งในชุดโครโมโซมหนึ่งๆ เช่น มีโครโมโซมในชุดเดิมเพิ่มขึ้น 1 แท่ง จึงมีโครโมโซมบางคู่เพิ่มเป็น 3 แท่ง เป็นต้น

ข. ยูพลอยด์ (euploid) การเพิ่มหรือการลดจำนวนชุดโครโมโซมจากจำนวนดิพลอยด์เช่นการมีโครโมโซมลดลงเหลือเพียงหนึ่งชุดการมีชุดโครโมโซมเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งชุดทำให้มีจำนวนโครโมโซมเป็น 3 ชุดเป็นต้น

วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนวิชาการอยุธยา

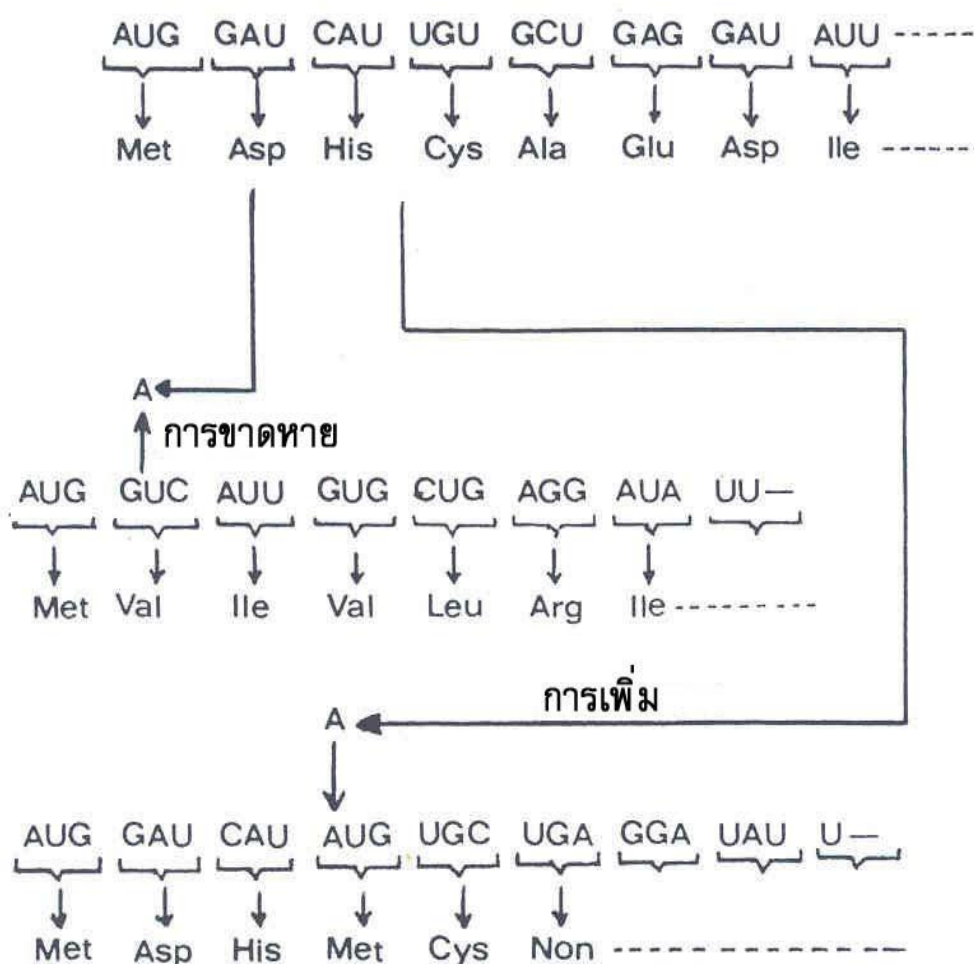


รูปที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนโคโรโมโซมชนิดต่างๆ (โคโรโมโซมของคิพลอยด์คือ $2n=8$)

ที่นิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 2 ประการ

- การแทนที่คู่เบสของนิวคลีโอไทด์แบ่งย่อยเป็น 2 แบบคือ (i) การแทนที่พิวรีนด้วยพิวรีนเช่นอะดีนีนถูกแทนที่ด้วยกวานีน (คู่เบส AT เปลี่ยนเป็น GC) หรือแทนที่ไพริมิดีนด้วยไพริมิดีนเช่นไทมีนถูกแทนที่ด้วยไซโทซีน (คู่เบส TA เปลี่ยนเป็น CG) และ (ii) การแทนที่ไพริมิดีนด้วยพิวรีนหรือแทนที่พิวรีนด้วยไพริมิดีนเช่นอะดีนีนถูกแทนที่ด้วยไทมีน (คู่เบส AT เปลี่ยนเป็น TA) การแทนที่คู่เบสทำให้รหัสคำสั่งของยีนเปลี่ยนไปเมื่อนำรหัสที่เปลี่ยนแปลงไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนอาจได้โปรตีนที่ไม่เหมือนเดิม ส่งผลให้ลักษณะฟีโนไทป์เปลี่ยนไปด้วย

- การเพิ่มหรือการขาดหายของนิวคลีโอไทด์



รูปที่ 10 การเพิ่ม (addition) หรือการขาดหาย (deletion) ของนิวคลีโอไทด์

ซึ่งมีผลให้กรอบการอ่านรหัสเคลื่อนไป (ยกเว้นการเพิ่มหรือการขาดหาย 3 นิวคลีโอไทด์ติดๆกัน) ลูกศรแสดงตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นการที่นิวคลีโอไทด์เพิ่มขึ้นหรือขาดหายไปจำนวนหนึ่งซึ่งอาจเป็นเพียงหนึ่งหน่วยหรือมากกว่าผลที่ตามมาคือรหัสคำสั่งในช่วงถัดจากบริเวณที่มีการเพิ่มหรือขาดหายของนิวคลีโอไทด์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพราะกรอบการอ่านเคลื่อนไปเมื่อนำรหัสคำสั่งนี้ไปใช้ในการสร้างโปรตีนจะได้โปรตีนที่มีชนิดและลำดับของกรดอะมิโนเปลี่ยนไปส่งผลให้โปรตีนทำงานผิดปกติหรือไม่สามารถทำงานได้ลักษณะทางฟีโนไทป์จึงเปลี่ยนไปด้วย

ความแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variation) ระหว่างบุคคลในประชากร

ความผันแปรของลักษณะระหว่างบุคคลเป็นผลจากการที่มีพันธุกรรมแตกต่างกันกระบวนการที่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างบุคคลในประชากรคือการกลายการรวมกลุ่มใหม่ของยีน (gene recombination) และการปฏิสนธิในสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

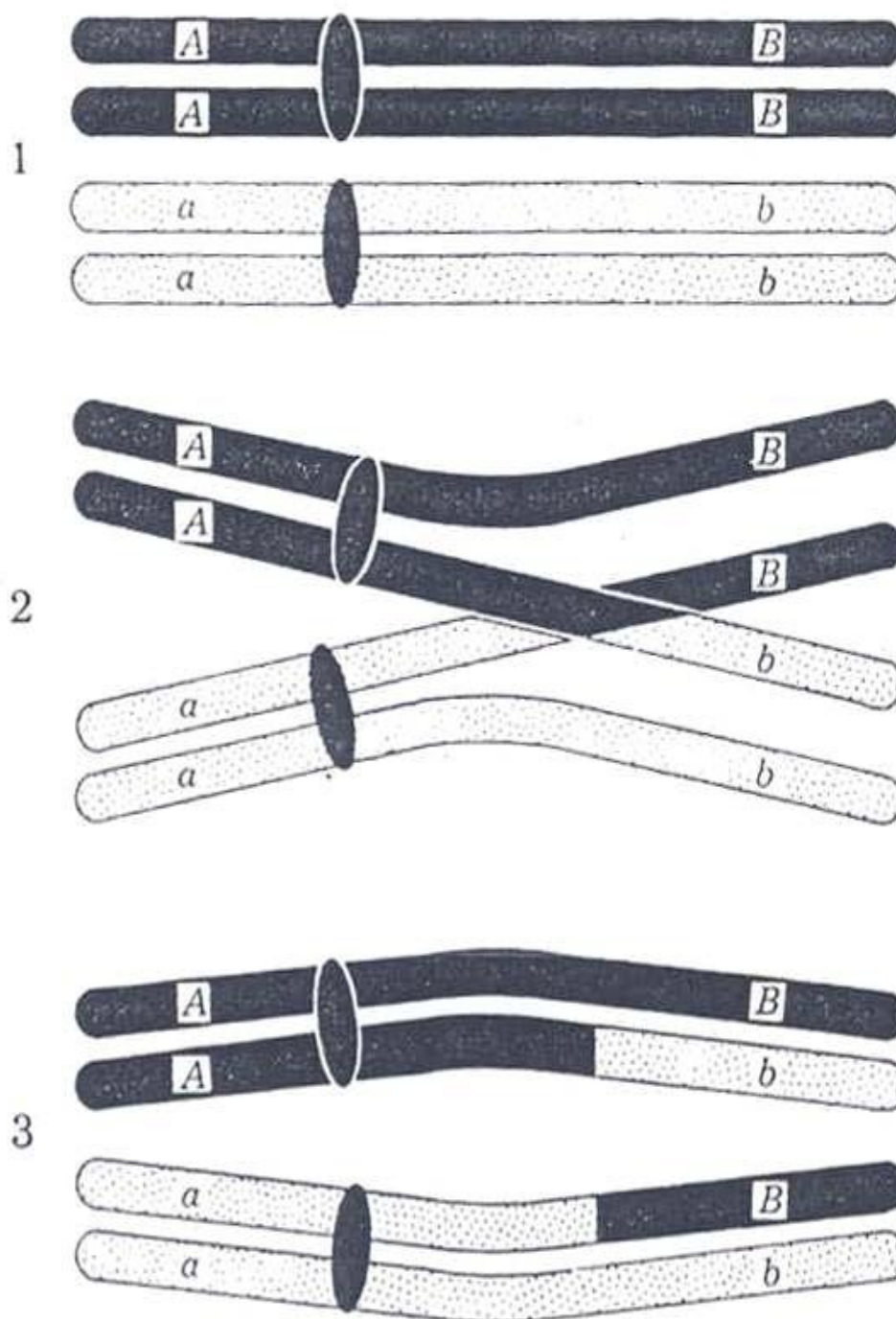
การกลาย

ในธรรมชาติการกลายเป็เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแบบสุ่มและมีอัตราการเกิดต่ำมากประชากรหนึ่งๆมีการกลายเกิดขึ้นทั้งในระดับยีนและโครโมโซมการกลายของยีนเช่นการเปลี่ยนแปลงชนิดนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเออาจส่งผลให้รหัสคำสั่งในดีเอ็นเอแตกต่างไปจากเดิมทำให้มีแอลลีลใหม่เกิดขึ้นในประชากรการกลายในระดับโครโมโซมเช่นการเพิ่มขึ้นส่วนของแท่งโครโมโซมการเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็นการเพิ่มจำนวนยีนและนำไปสู่การเกิดยีนชนิดใหม่ในประชากรการมีจำนวนแอลลีลหรือจำนวนยีนมากขึ้นส่งผลให้บุคคลในประชากรมีจีโนไทป์ที่หลากหลายขึ้นความแปรผันทางพันธุกรรมในประชากรเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

การรวมกลุ่มใหม่ของยีน

สิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศความแปรผันทางพันธุกรรมในประชากรเป็นผลจากการกลายขณะที่สิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศนอกจากการกลายแล้วการมีจีโนไทป์ที่หลากหลายของบุคคลในประชากรเป็นผลมาจากการรวมกลุ่มใหม่ของยีนซึ่งเกิดจากกระบวนการไมโอซิสขณะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิโดยเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการรวมกลุ่มใหม่ของยีนได้แก่

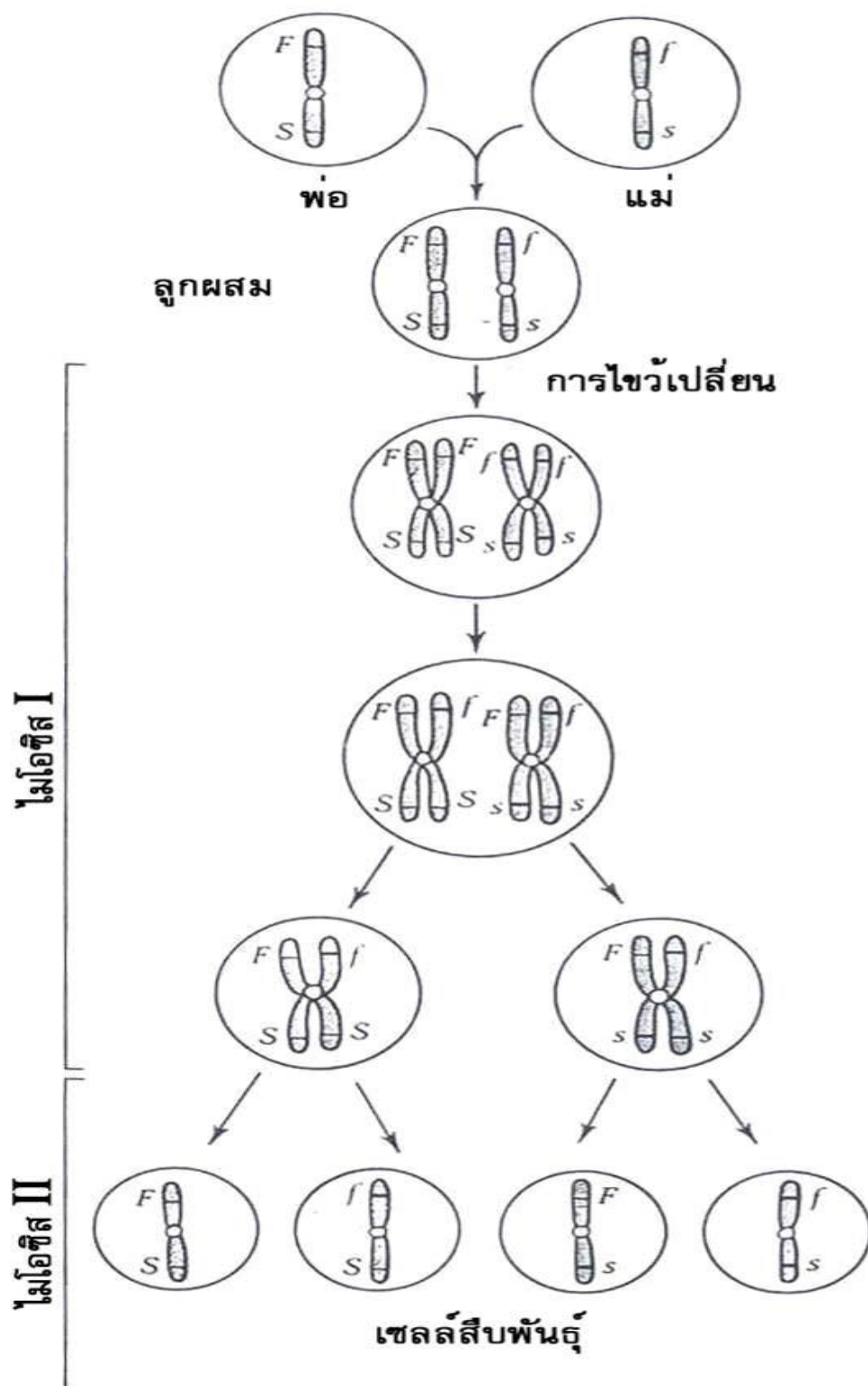
1. การไขว้เปลี่ยนโครมาทิด



รูปที่ 11 การไขว้เปลี่ยนโครมาทิดระหว่างโครโมโซมคู่เหมือนส่งผลให้เกิดการรวมกลุ่มใหม่ของยีน

ในไดอะแกรมนี้โครมาทิดที่มีการรวมกลุ่มใหม่ของยีนคือ Ab และ aB ยีนมีตำแหน่ง (locus) บนแท่งโครโมโซมโดยโครโมโซมแท่งหนึ่งๆมียีนหลายยีนอยู่ด้วยกันกลุ่มยีนที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกันเรียกว่ากลุ่มลิงเกจ (linkage group) แอลลีลของยีนที่อยู่บนโครโมโซมเดียวกันมักจะถ่ายทอดไปด้วยกันแต่

ในระยะโพรเฟส I ของการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสมีเหตุการณ์สำคัญเกิดขึ้นคือการไขว่เปลี่ยนโครมาทิดระหว่างฮอมอโลกัสโครโมโซมส่งผลให้มีการแลกเปลี่ยนยีนบนโครโมโซมแอลลีลของยีนที่อยู่บนโครโมโซมต่างแท่งกันจึงมาอยู่ด้วยกันเกิดการรวมกลุ่มใหม่ของยีนซึ่งจะถูกถ่ายทอดไปด้วยกันทางเซลล์สืบพันธุ์ตัวอย่างเช่นในนกชนิดหนึ่งยีนควบคุมสีขน (มีสองแอลลีลคือ F และ f) อยู่บนโครโมโซมเดียวกันยีนที่ควบคุมน้ำหนักตัว (มีสองแอลลีลคือ S และ s) ให้ลูกผสมมีจีโนไทป์ FfSs โดยแอลลีล F อยู่บนโครโมโซมแท่งเดียวกับแอลลีล S และแอลลีล f อยู่บนโครโมโซมเดียวกันกับแอลลีล s ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของลูกผสมนี้ แอลลีล *F* และ *S* ซึ่งอยู่บนโครโมโซมแท่งเดียวกันจะถูกดึงเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันเช่นเดียวกับแอลลีล *f* และ *s* ซึ่งถูกดึงเข้าสู่ขั้วเซลล์ตรงกันข้าม เซลล์สืบพันธุ์จะมีกลุ่ม

ยีนเพียงสองแบบคือ FS และ fs แต่ในกระบวนการสร้างไมโอซิสซึ่งใช้ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์นั้น มีพฤติกรรมของโครโมโซมหลายอย่างที่ส่งผลให้มีการจัดกลุ่มใหม่ของยีนเกิดขึ้นกล่าวคือในระยะไซโกทีนมีการเข้าสู่ของฮอมอโลกัสโครโมโซมและมีการไขว้เปลี่ยนโครมาทิดเกิดขึ้นในระยะแพคทีนผลจากการไขว้เปลี่ยนนี้ทำให้แอลลิลซึ่งอยู่บนโครมาทิดส่วนที่ไขว้เปลี่ยนมีการสลับตำแหน่งด้วยจากตัวอย่างข้างต้นถ้ามีการไขว้เปลี่ยนโครมาทิดระหว่างยีนที่ควบคุมสีขนและยีนที่ควบคุมน้ำหนักตัวจะทำให้มีการจัดกลุ่มใหม่ของยีนเกิดขึ้นโดยแอลลิล F ซึ่งอยู่กับแอลลิล S เปลี่ยนสลับไปอยู่กับแอลลิล s ขณะเดียวกันแอลลิล f ถูกเปลี่ยนสลับไปอยู่กับแอลลิล S เมื่อมีการแยกของฮอมอโลกัสโครโมโซมในระยะแอนาเฟส I โครโมโซมแต่ละแท่งจึงประกอบด้วยโครมาทิดเดิมซึ่งมีแอลลิล F และแอลลิล S อยู่ด้วยกัน (หรือแอลลิล f และแอลลิล s อยู่ด้วยกัน) และโครมาทิดที่มีการไขว้เปลี่ยนส่วนกันโดยมีแอลลิล F และแอลลิล s อยู่ด้วยกัน (หรือแอลลิล f และแอลลิล S) ในระยะที่สองของไมโอซิสเมื่อโครมาทิดแต่ละสายแยกไปยังขั้วเซลล์แอลลิลที่อยู่บนโครมาทิดเดียวกันจึงเข้าไปอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์เดียวกันเมื่อการแบ่งเซลล์สิ้นสุดลงจะได้เซลล์ใหม่สี่เซลล์ที่มีการรวมกลุ่มของยีน 4 แบบคือ FS และ fs ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มยีนแบบเดิมและ Fs และ fS ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มใหม่ของยีนซึ่งเซลล์เหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ต่อไป

2. การเข้ากลุ่มอย่างอิสระของโครโมโซม (independent assortment chromosome)

เซลล์ดิพลอยด์คือเซลล์ที่มีโครโมโซมสองชุดโดยโครโมโซมชุดหนึ่งได้รับมาจากฝ่ายพ่อ (paternal chromosome) และอีกชุดหนึ่งได้รับมาจากฝ่ายแม่ (maternal chromosome) เสมอเมื่อมีการแบ่งเซลล์โดยกระบวนการไมโอซิสโครโมโซมชุดที่มาจากฝ่ายพ่อและฝ่ายแม่ต่างมีอิสระในการเข้ากลุ่มกันเพื่อเข้าสู่เซลล์สืบพันธุ์เซลล์เดียวกันเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นในระยะเมทาเฟส I

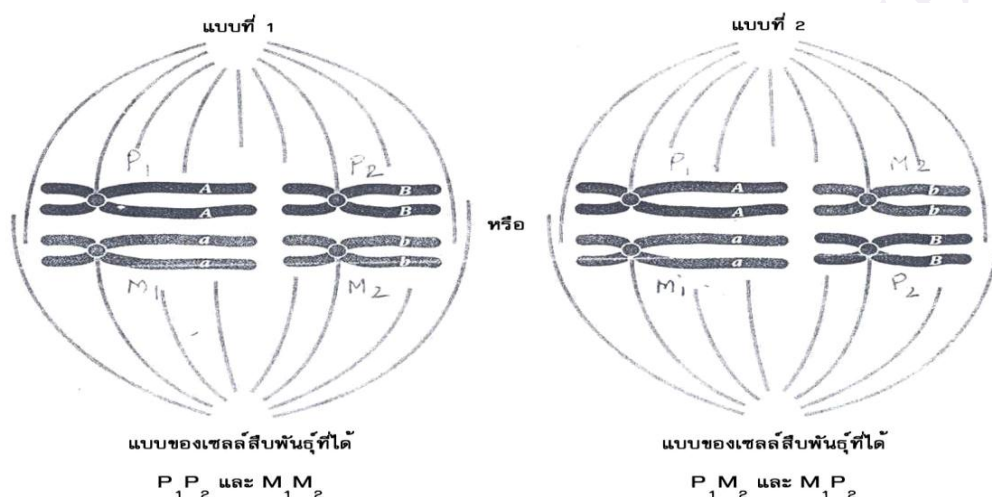
ตัวอย่างเช่นในสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซม 4 แท่ง ($2n = 4$) โครโมโซมชุดที่มาจากฝ่ายพ่อมี 2 แท่งคือ P1 และ P2 และโครโมโซมอีกชุดหนึ่งมาจากฝ่ายแม่คือ M1 และ M2 (โครโมโซมที่มีหมายเลขเหมือนกันเป็นฮอมอโลกัสโครโมโซมคู่เดียวกัน) ในระยะโพรเฟส I มีการเข้าสู่ของฮอมอโลกัสโครโมโซมเป็นไบวาเลนท์* ซึ่งในเซลล์ตัวอย่างมีสองไบวาเลนท์คือ P1M1 และ P2M2 เมื่อเข้าสู่ระยะเมทาเฟส I ไบวาเลนท์เคลื่อนมาเรียงกันที่แนวศูนย์สูตรของเซลล์โดยการวางตัวของแต่ละไบวาเลนท์ที่เป็นแบบสุ่มส่งผลให้โครโมโซมจากชุดของพ่อและแม่เข้ากลุ่มกันได้หลากหลายแบบซึ่งในกรณีของเซลล์ตัวอย่างการวางตัวของไบวาเลนท์ทำให้โครโมโซมมีการเข้ากลุ่มกันได้ 2 แบบดังแสดงในรูปที่ 13

*ไบวาเลนท์ = คู่ฮอมอโลกัสโครโมโซม

- **แบบที่ 1** โครโมโซมจากชุดของพ่อทั้งสองแท่งหันเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันและโครโมโซมจากชุดของแม่หันเข้าสู่ขั้วเซลล์ด้านตรงกันข้ามเมื่อโครโมโซมแต่ละแท่งถูกดึงให้ผลแยกจากกันในระยะแอนาเฟส I โครโมโซมสองแท่งที่มาจากชุดเดียวกันจึงถูกดึงเข้าสู่ขั้วเซลล์เดียวกันดังนั้นเมื่อการแบ่งไมโอซิสครั้ง

แรกเสร็จจึงได้เซลล์ลูกสองเซลล์โดยเซลล์หนึ่งมีโครโมโซมชุดที่มาจากพ่อทั้งสองแท่งและอีกเซลล์หนึ่งมีโครโมโซมชุดที่มาจากแม่ทั้งสองแท่งเมื่อการแบ่งไมโอซิสครั้งที่สองเสร็จจึงได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีโครโมโซมจากชุดของพ่อสองเซลล์ (P1P2) และอีกสองเซลล์มีโครโมโซมจากชุดของแม่ (M1M2)

• **แบบที่ 2** โครโมโซมที่มาจากชุดของพ่อหนึ่งแท่งและโครโมโซมที่มาจากชุดของแม่หนึ่งแท่งหันเข้าสู่เซลล์เดียวกันในระยะแอนาเฟส I เมื่อโครโมโซมถูกดึงแยกจากกันที่ขั้วเซลล์แต่ละขั้วจึงมีโครโมโซมแท่งหนึ่งจากชุดของพ่อและอีกแท่งหนึ่งจากชุดของแม่อยู่ด้วยกันภายหลังการแบ่งไมโอซิสครั้งที่สองเสร็จจึงได้เซลล์ลูก 4 เซลล์ที่มีโครโมโซมจากชุดของพ่อและชุดของแม่อย่างละแท่งซึ่งมีสองแบบคือ P1M2 และ P2M1 แบบละสองเซลล์



รูปที่ 13

การเข้ากลุ่มอย่างอิสระของโครโมโซมซึ่งเกิดขึ้นในระยะเมทาเฟส I การวางตัวของไมวาเลนท์เกิดได้ 2 แบบ ทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน 4 แบบในการแบ่งตัวของเซลล์หนึ่งเซลล์การวางตัวของไมวาเลนท์จะเกิดเพียงแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้นโดยมีโอกาสดังนั้นในการแบ่งตัวของเซลล์ 100 เซลล์จึงมีการวางตัวแบบที่ 1 ประมาณ 50 เซลล์และแบบที่ 2 อีก 50 เซลล์ส่งผลให้ได้เซลล์ลูกที่มีการรวมกลุ่มของโครโมโซมที่แตกต่างกัน 4 แบบโดยแต่ละแบบมีจำนวนเท่าๆกันได้แก่เซลล์ที่มีชุดโครโมโซมจากพ่อทั้งสองแท่ง (P1P2) เซลล์ที่มีชุดโครโมโซมจากแม่ทั้งสองแท่ง (M1M2) และเซลล์ที่มีโครโมโซมจากชุดของพ่อหนึ่งแท่งและโครโมโซมจากชุดแม่หนึ่งแท่งซึ่งมีสองแบบคือ P1M2 และ P2M1 กล่าวโดยรวมก็คือในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมสองแท่งในหนึ่งชุด ($n = 2$) จะได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มีการรวมกลุ่มของโครโมโซมได้ 4 แบบหรือ 22 แบบนั่นเองซึ่งเขียนเป็นสูตรง่ายๆคือ $2n$ เมื่อ n = จำนวนโครโมโซมใน 1 ชุดดังนั้นเมื่อจำนวนโครโมโซมในหนึ่งชุดมากขึ้นจะทำให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มีการรวมกลุ่มของโครโมโซมหลากหลายแบบขึ้นเช่นคนมีโครโมโซม $2n = 46$ โดยมีจำนวนโครโมโซม 23 แท่ง

ใน 1 ชุด ($n = 23$) ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มีการรวมกลุ่มของแท่งโครโมโซมได้มากถึง 223 แบบ (ประมาณ 8 ล้านแบบ) เนื่องจากบนโครโมโซมแต่ละแท่งมียีนควบคุมลักษณะต่างๆอยู่ เพราะฉะนั้นเซลล์สืบพันธุ์จึงมีการรวมกลุ่มของยีนได้มากมายหลายแบบตามไปด้วย

3. การปฏิสนธิแบบสุ่ม (random fertilization)

ในสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศนั้นสิ่งมีชีวิตตัวใหม่เกิดจากการรวมกันระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียซึ่งเกิดขึ้นแบบสุ่มโดยที่การสร้างเซลล์สืบพันธุ์โดยกระบวนการไมโอซิสส่งผลให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมหลากหลายดังนั้นพ่อแม่คู่นึงๆจึงมีโอกาสมีลูกที่มีพันธุกรรมต่างๆกันมากมายตัวอย่างเช่นในคนการรวมกลุ่มอย่างอิสระของโครโมโซมทำให้ผู้ชายสร้างอสุจิได้ถึง 223 แบบและผู้หญิงสร้างไข่ได้ 223 แบบเช่นกันเมื่อมีการปฏิสนธิเกิดขึ้นจึงมีโอกาสได้ลูกที่มีพันธุกรรมต่างๆกันถึง 223×223 แบบ (หรือ 246 แบบ) ซึ่งลูกแต่ละคนคือ 1 ใน 246 แบบนั่นเองลูกแต่ละคนของพ่อแม่คู่นึงๆจึงมีลักษณะไม่เหมือนกันเลย (ยกเว้นแฝดร่วมไข่) ในประชากรหนึ่งจะพบบุคคลที่มีลักษณะต่างๆแตกต่างกันมากมายเช่นในประชากรคนไทยคนแต่ละคนมีรูปร่างหน้าตาสีผิวและลักษณะอื่นๆแตกต่างกันซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของตนเองความแปรผันของลักษณะระหว่างบุคคลในประชากรเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิวัฒนาการโดยการคัดเลือกตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้

โรคทางพันธุกรรม

โรคทางพันธุกรรม หมายถึง โรคที่เกิดขึ้นจากความผิดปกติของยีน (Gene) ซึ่งอยู่ในโครโมโซม สามารถถ่ายทอดสืบต่อไปยังลูกหลานได้ คนที่มียีน (Gene) ผิดปกติแต่ไม่แสดงอาการของโรค เรียกว่าพันธุกรรมแอบแฝง ถ้าพ่อและแม่ต่างมีพันธุกรรมแอบแฝงในโรคเดียวกัน บุตรบางคนที่เกิดมาจะมีโอกาสเป็นโรคทางพันธุกรรมนั้นได้ เมื่อได้รับยีน (Gene) ผิดปกติมาจากทั้งพ่อ และแม่ โรคทางพันธุกรรมหลายชนิดสามารถระวังได้โดยการที่หญิงและชายที่มีพันธุกรรมแอบแฝงของโรคเดียวกันจะไม่แต่งงาน กัน หรือตัดสินใจที่จะไม่มีบุตร หากอยากมีบุตรก็ต้องเตรียมใจ ที่จะรับลูกบางคนที่เป็นโรค และเตรียมตัวเรื่องการดูแลรักษาพยาบาลที่จะเพิ่มค่าใช้จ่ายตามมา แพทย์สามารถทราบพันธุกรรมแอบแฝงของผู้มาปรึกษาได้โดยการถามถึงประวัติการเป็นโรคในบรรพบุรุษและพี่น้อง การตรวจร่างกาย ตรวจเลือด และโครโมโซม แต่การตรวจโครโมโซมเป็นกระบวนการที่ยาก สิ้นเปลืองเวลา และค่อนข้างแพง

โรคที่เกิดจากความผิดปกติทางพันธุกรรม

ส่วนประกอบของเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงผิดปกติ ทำให้น้ำออกซิเจนได้ไม่ดี และเม็ดเลือดแดงจะมีรูปร่างผิดปกติทำให้แตกทำลายเร็ว ความรุนแรงของโรคมีย่างต่างกันหลายระดับ ตั้งแต่ไม่มีอาการผิดปกติจน

รุนแรงถึงชีวิตได้ตั้งแต่คลอดใหม่ ๆ หรือเติบโตช้า ชีด คับม้ามโต ภูมิคุ้มกันต่ำ เป็นโรคติดเชื้อบ่อย ๆ พบมากในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ

โรคพร่องเอนไซม์จี 6 พีดี

เม็ดเลือดขาวขาดเอนไซม์จี 6 พีดี ทำให้เม็ดเลือดขาวแตกง่ายเมื่อได้รับสารบางอย่าง เช่น สารในถั่วปากอ้า ขาบางชนิด หรือเมื่อเป็นโรคติดเชื้อ ทำให้ผู้ป่วยซีด อาจถึงแก่ชีวิตได้ พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

โรคฮีโมฟีเลีย

เลือดออกง่ายและหยุดยากบางครั้งเลือดออกเองได้ผิวหนัง หรือในข้อ โดยไม่มีบาดแผลหรือการกระทบ กระแทก จะช่วยให้เลือดหยุดได้โดยการให้สารช่วยเลือดแข็งตัวโดยได้จากน้ำเลือดหรือพลาสมาของคน ปกติ มักเป็นในเพศชาย

โรคตาบอดสี

ไม่สามารถเห็นความแตกต่างระหว่างสีเขียวกับสีแดงทำให้มีปัญหาในการดูสัญญาณไฟจราจร การดูภาพหรืออ่านหนังสือที่เป็นสีเขียวกับสีแดง มักเป็นในเพศชาย

โรคคนเผือกหรือแอนบินนิซึม

มีผิวหนัง ผมน และม่านตา สีซีด เพราะขาดเม็ดสีเมลานิน หรือมีน้อยกว่าปกติ ทำให้ทนแสงแดดจ้าไม่ค่อยได้

โรคดักแด้

ผิวหนังแห้ง แตก ตกสะเก็ด ความรุนแรงของโรคมีต่างกันหลายระดับ อาจจะเป็นแค่ผิวแห้งกว่าปกติจนถึงเป็นแผ่นแข็ง และลอกทั้งตัว ถ้าเป็นรุนแรงมักเสียชีวิตจากการติดเชื้อที่เข้าทางผิวหนัง

โรคโรคผิวหนังทวารหนัก

เป็นโรคที่เป็นกันมาก มักไม่มีอันตรายนอกจากจะมีเลือดออกมาและบ่อยก็อาจทำให้เลือดจางได้ หรือถ้ามีการอักเสบก็จะปวด สาเหตุแท้จริงยังไม่ทราบ อาจเกี่ยวข้องกับการเพิ่มแรงดันในช่องท้อง เช่น เบ่งถ่าย อุจจาระแรง ๆ ตั้งครก มีเนื้องอกในท้อง โรคผิวหนังทวารเป็นเส้นเลือดดำใต้ผืนหนังของทวารหนักที่โป่งพองออกมา การรักษาจึงทำได้โดยฉีดสารเคมีเข้าในเส้นเลือดที่โป่งพองให้แข็งตัวและฝ่อลง จี้ด้วยความร้อนจากไฟฟ้า จี้ด้วยความเย็นจัด ใช้หนังยาง (เครื่องมือแพทย์) รัด หรือใช้วิธีผ่าตัด การป้องกัน คือ รับประทานผัก

และผลไม้ที่มีกากเพื่อช่วยในการขับถ่ายอุจจาระ ระวังอย่าให้ท้องผูก สร้างสุขนิสัยถ่ายอุจจาระเป็นเวลา ไม่เบ่งถ่ายแรง ๆ ควรใช้เข็มวักท้องแทน ดื่มน้ำให้เพียงพอ ออกกำลังกาย (โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงท้อง) และไม่ควรรีดนม

นิ่วในระบบทางเดินปัสสาวะ

นิ่วในระบบทางเดินปัสสาวะมักเกิดของธาตุแคลเซียม มีลักษณะคล้ายก้อนกรวด อาจพบได้ในเนื้อไต กรวยไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะหรือท่อปัสสาวะเป็นได้ทุกวัย ปัจจัยที่อาจทำให้เกิดนิ่ว ได้แก่ การกินอาหารไม่ถูกส่วน เช่น ขาดโปรตีน กินผักผลไม้บางอย่างที่มีเกลือแร่มากเกินไป เช่น ผักกะหล่ำปลี ผักขมหน่อไม้ มะเขือเทศ ดั้มเหล้า เบียร์ ดื่มน้ำน้อย กินอาหารจำพวกเครื่องในสัตว์หรือปีกมากเกินไป การติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ หรือความผิดปกติบางอย่างของระบบฮอร์โมน ทำให้มีแคลเซียมในเลือดสูงเกินไป ผู้ที่มีนิ่วอาจมีอาการ หากนิ่วไปอุดตันการไหลของปัสสาวะจึงจะมีอาการปวดบริเวณตำแหน่งนั้น เช่น ปวดหลังบริเวณไต ปวดท้องตามแนวทางเดินของท่อไตข้างนั้น ๆ อาการปวดรุนแรงเป็นพัก ๆ นิ่วในกระเพาะปัสสาวะหรือท่อปัสสาวะอาจทำให้เกิดอาการถ่ายปัสสาวะไม่ออกหรือสะดุดได้ นอกจากนี้อาจมีอาการปัสสาวะขุ่น มีเลือดปน หรือเกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะบ่อยกว่าคนทั่วไป การรักษาทำได้โดยกินยาขับนิ่ว ใช้เครื่องสั่นและขับนิ่ว การผ่าตัดหรือใช้เครื่องขยายนิ่วด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงทั้งนี้ขึ้นกับขนาดและตำแหน่งของก้อนนิ่ว

นิ่วในทางเดินน้ำดี

นิ่วในทางเดินน้ำดีมักประกอบด้วยคอเลสเตอรอล เกิดบางอย่างของแคลเซียม นิ่วอาจอยู่ในถุงน้ำดีหรือท่อน้ำดี มักพบในวัยกลางคนไปแล้ว ผู้หญิงเป็นมากกว่าผู้ชาย ปัจจัยที่ทำให้เกิดนิ่วทางเดินน้ำดีก็ขึ้นอยู่กับอาหารการกินอยู่ไม่น้อย เช่น คอเลสเตอรอลสูง จากการกินไขมันหรือน้ำตาลมากเกินไป การติดเชื้อในทางเดินน้ำดี พยาธิใบไม้ในตับ หรือโรคเม็ดเลือดแดงผิดปกติ (กรรมพันธุ์) ที่ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกสลายมาก นิ่วในทางเดินน้ำดี ก็ไม่ทำให้เกิดอาการ ถ้ามีการอุดตันทางเดินน้ำดีจึงจะมีอาการปวดที่ใต้ชายโครงขวา ตาเหลือง (ดีซ่าน) หรือมีการติดเชื้อทางเดินน้ำดีซ้ำเดิมได้ การรักษา มักใช้วิธีผ่าตัดการกินยาละลายนิ่วได้ผลไม่แน่นอน

สารตะกั่วเป็นพิษ

ตะกั่วเป็นโลหะที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เป็นส่วนประกอบในสีเบตเตอร์ น้ำมันเบนซิน สารเคลือบเงาภาชนะกระเบื้องดินเผา การผลิตแก้ว และอื่น ๆ เข้าสู่ร่างกายได้ทางปากและการหายใจ เด็กเล็ก

อาจได้สารตะกั่วจากการเก็บแผ่นสีที่หลุดออกจากผนังบ้านเข้าปาก คนในชุมชนหายใจไอตะกั่วในอากาศเข้าไปหารอาศัยอยู่ใกล้โรงหลอมตะกั่ว บริเวณที่มีการจราจรคับคั่ง แม้เด็กในครรภ์ก็ได้สารตะกั่วจากเลือดของมารดาอีกทอดหนึ่ง ดินบริเวณใกล้ถนนก็พบสารตะกั่วจากไอเสียรถยนต์คั่งอยู่มากกว่าบริเวณที่ใกล้กว่าขอบถนน อาหารที่วางขายอยู่ริมถนนโดยไม่มีสิ่งปกปิดและแม่น้ำลำคลองใกล้ถนนจึงมีสารตะกั่วปนเปื้อนแน่นอน การตรวจเลือดพบว่า คนงานที่ทำหน้าที่บัดกรีแผงวงจรไฟฟ้าในโรงงานชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการระบายอากาศไม่เหมาะสม มีระดับตะกั่วสูงกว่าอาชีพอื่น ๆ ทำให้เกิดความเจ็บป่วยด้วยพิษตะกั่ว

จากการประกอบอาชีพ

สารตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายมากอาจเกิดพิษทันทีหรือสะสมทีละน้อยจนเกิดอาการได้ โดยเฉพาะตับ ไต ระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร และเนื้อเยื่อที่สร้างเม็ดเลือด อาการที่พบคือ ปวดศีรษะ หงุดหงิด วิงเวียน สับสน ประสาทส่วนปลายเป็นอัมพาต มือและเท้าอ่อนแรง ชีด ชักและหมดสติ การรักษา ให้อาหารขับสารตะกั่ว ฉีดในรายที่เกิดพิษทันทีและรุนแรง ในรายเป็นพิษสะสมทีละน้อยใช้ยาขับร่วมกับวิตามินและต้องไม่ให้ผู้ป่วยกลับไปรับสารตะกั่วซ้ำอีก

โรคต่อมไร้ท่อ

ต่อมไร้ท่อมียีนที่สร้างฮอร์โมนซึ่งมีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตที่ปกติของร่างกาย ต่อมไร้ท่ออาจทำงานผิดปกติไปเองโดยไม่ได้มีการอักเสบติดเชื้อ ไม่ได้เป็นเนื้องอกหรือมะเร็ง และไม่ได้อักเสบจากโรคแพ้ภูมิตัวเองเลยก็ได้ ความผิดปกติอาจเกิดได้ทั้งโดยการหลั่งฮอร์โมนน้อยเกินไปหรือมากเกินไปอย่างไรก็ตามโรคต่อมไร้ท่อพบได้ไม่บ่อยเมื่อเทียบกับโรคอื่นๆ

อาการผิดปกติของโรคต่อมไร้ท่อที่ควรทราบ

1.ต่อมใต้สมอง

ทำงานน้อยเกินไป : ตัวเตี้ย (ถ้าเป็นตั้งแต่เด็ก) อ่อนเพลีย ความดันเลือดต่ำขนรักแร้และหัวหน่าวร่วงอาจมีลานสายตาแคบ

กว่าปกติหรือตาบอด

ทำงานมากเกินไป : ตัวสูงมาก (ถ้าเป็นตั้งแต่เด็ก) มือและเท้าโต คางยื่นใหญ่ ลิ้นโตคับปาก ปวดศีรษะ ลานสายตาแคบกว่าปกติหรือตาบอด

เบาจืด : ปัสสาวะมากและใส สีจางกระหายน้ำบ่อย หากดื่มน้ำไม่พอหรืออดน้ำจะเกิดภาวะขาดน้ำรุนแรง น้ำหนักลด ปวดศีรษะ เพลีย ปวดกล้ามเนื้อหัวใจเต้นเร็วช็อก

2.ต่อมไทรอยด์

ทำงานน้อยเกินไป : ถ้าเป็นตั้งแต่เด็กจะเตี้ยแคระ ปัญญาอ่อน ในผู้ใหญ่จะเชื่องซึม ไม่มีแรง ผิวหนังบวมหนาและแข็ง

ท้องผูก

เลือดจาง

หัวใจเต้นช้า

ทำงานมากเกินไป : อ่อนแรงเหงื่อออกมาก ทนร้อนไม่ค่อยได้ ตกใจง่าย น้ำหนักลด มือสั่น ผิวน้ำ บาง – ร้อน
-ชื้น อาจอุจจาระบ่อย หัวใจเต้นเร็ว

3.ต่อมพาราไทรอยด์

ทำงานน้อยเกินไป : แคลเซียมในเลือดต่ำ มีอาการเกร็งของนิ้วมือ และข้อมือเป็นบางครั้ง เป็นตะคริว ปัสสาวะ
บ่อย

ทำงานมากเกินไป : แคลเซียมในเลือดสูง นิ้วในไต คั่งน้ำบ่อยและปัสสาวะบ่อย ปวดกระดูก

4.กลุ่มเซลล์ในตับอ่อน

ทำงานน้อย : เป็นเบาหวานคือ น้ำตาลในเลือดสูง คั่งน้ำบ่อยและปัสสาวะบ่อย หิวบ่อย คันหรือชาตาม
ผิวน้ำ ไขมันในเลือดสูง

ใบงานที่ 2

เรื่องการถ่ายทอดพันธุกรรม

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. โครโมโซมหมายถึงอะไร

2. DNA มีส่วนประกอบอะไรบ้าง
3. โรคพันธุกรรมมีอะไรบ้างและเกิดมาจากสาเหตุใดบ้าง
4. มิวเทชั่นหมายถึงอะไร
5. การเกิดมิวเทชั่นมีสาเหตุมาจากอะไรและยกตัวอย่างประกอบ

ใบความรู้ที่ 3

ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ

● คำว่าความหลากหลายทางชีวภาพมาจาก biodiversity หรือ biological diversity ความหลากหลาย (diversity) หมายถึง มีมากมายและแตกต่าง ทางชีวภาพ (biological) หมายถึง ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต

● ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึง การมีสิ่งมีชีวิตนานาชนิดนานาพันธุ์ในระบบนิเวศอันเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ซึ่งมีมากมายและแตกต่างกันทั่วโลกหรือง่ายๆ คือ การที่มีชนิดพันธุ์ (species) สายพันธุ์ (genetic) และระบบนิเวศ (ecosystem) ที่แตกต่างหลากหลายบนโลก

ความหลากหลายทางชีวภาพสำคัญอย่างไร

ความหลากหลายทางชีวภาพมีอยู่ระหว่างสายพันธุ์ ระหว่างชนิดพันธุ์และระหว่างระบบนิเวศ

●ความหลากหลายทางชีวภาพระหว่างสายพันธุ์ ที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด คือความแตกต่างระหว่างพันธุ์พืชและสัตว์ต่างๆ ที่ใช้ในการเกษตรความแตกต่างหลากหลายระหว่างสายพันธุ์ ทำให้สามารถเลือกบริโภคข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียว ตามที่ต้องการได้ หากไม่มีความหลากหลายของสายพันธุ์ต่างๆ แล้วอาจจะต้องรับประทานสัมตำปลูกเดียวกับข้าวเจ้าก็เป็นได้ ความแตกต่างที่มีอยู่ในสายพันธุ์ต่างๆ ยังช่วยให้เกษตรกรสามารถเลือกสายพันธุ์ปศุสัตว์ และสัตว์ปีกเพื่อให้เหมาะสมตามความต้องการของตลาดได้ เช่น ไก่พันธุ์เนื้อ ไก่พันธุ์ไข่ ผักกวางพันธุ์นุ่ม และวัวพันธุ์เนื้อ เป็นต้น

●ความหลากหลายระหว่างชนิดพันธุ์สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปถึงความแตกต่างระหว่างพืชและสัตว์แต่ละชนิดไม่ว่าจะเป็นสัตว์ที่อยู่ใกล้ตัว เช่น สุนัข แมว จิ้งจก ตุ๊กแก กา นกพิราบและนกกระจอก เป็นต้น หรือสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในป่าเขาลำเนาไพร เช่น เสือ ช้าง กวางกระทิง เก้ง ลิง ชะนี หมี และวัวแดง เป็นต้น พื้นที่ธรรมชาติเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างหลากหลายแต่มนุษย์ได้นำเอาสิ่งมีชีวิตมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร และอุตสาหกรรมน้อยกว่าร้อยละ 5 ของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดในความเป็นจริงพบว่ามนุษย์ได้ใช้พืชเป็นอาหารเพียง 3,000 ชนิดจากพืชที่มีท่อลำเลียง (vascular plant) ที่มีอยู่ทั้งหมดในโลกถึง 320,000 ชนิดต่างๆ ที่ประมาณร้อยละ 25 ของพืชที่มีท่อลำเลียงนี้สามารถนำมาบริโภคได้สำหรับชนิดพันธุ์สัตว์นั้น มนุษย์ได้นำเอาสัตว์เลี้ยงมาเพื่อใช้ประโยชน์เพียง 30 ชนิด จากสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังทั้งหมดที่มีในโลกประมาณ 50,000 ชนิด (UNEP 1995)

●ความหลากหลายระหว่างระบบนิเวศเป็นความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งซับซ้อนสามารถเห็นได้จากความแตกต่างระหว่างระบบนิเวศประเภทต่างๆ เช่น ป่าดงดิบทุ่งหญ้า ป่าชายเลน ทะเลสาบ บึง หนอง ชายหาด แนวปะการังตลอดจนระบบนิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ทุ่งนา อ่างเก็บน้ำหรือแม้กระทั่งชุมชนเมืองของเราเอง ในระบบนิเวศเหล่านี้สิ่งมีชีวิตที่ต่างชนิดกัน และมีสภาพการอยู่อาศัยแตกต่างกัน

●ความแตกต่างหลากหลายระหว่างระบบนิเวศทำให้โลกมีถิ่นที่อยู่อาศัยเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ระบบนิเวศแต่ละประเภทให้ประโยชน์แก่การดำรงชีวิตของมนุษย์แตกต่างกันหรืออีกนัยหนึ่งให้ 'บริการทางสิ่งแวดล้อม' (environmental service) ต่างกันด้วยอาทิ ป่าไม้ทำหน้าที่ยึดจับน้ำ ไม่ให้เกิดน้ำท่วม

และการพังทลายของดินส่วนป่าชายเลนทำหน้าที่เก็บตะกอนไม่ให้ไปทับถมจนบริเวณปากอ่าวตื้นเขินตลอดจนป้องกันการกัดเซาะบริเวณชายฝั่งจากกระแสนลมและคลื่นด้วย

ประโยชน์ของความหลากหลายทางมนุษย์สามารถได้รับประโยชน์จากความหลากหลายทางธรรมชาติใน

หลาย

ๆ

ด้านดังนี้

1. ประโยชน์ด้านการบริโภคใช้สอย หมายถึง ประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพที่เป็นทรัพยากรทางธรรมชาติอันเอื้อต่อการดำรงชีวิตให้แก่มนุษย์ เช่น ด้านอาหารเครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค เป็นต้น

ก.ด้านการผลิตอาหาร มนุษย์รับอาหารจากพืชและสัตว์ พืชไม่น้อยกว่า 5,000 ชนิดที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้ และไม่น้อยกว่า 150 ชนิดที่มนุษย์นำมาเพาะปลูกเป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ แต่มีเพียง 20 ชนิดเท่านั้นที่ใช้เป็นอาหารหลักของประชากรโลก คือ พืชแป้ง ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี มันฝรั่ง ความหลากหลายทางธรรมชาติที่มนุษย์นำมาใช้เป็นแหล่งอาหารจะเป็นแหล่งวัตถุดิบที่ถูกนำมาใช้ ในการปรับปรุงคัดเลือกพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตมากขึ้น

ข.ด้านการแพทย์ มีการใช้ประโยชน์จากพืชและสัตว์ในทางการแพทย์มากมายประมาณร้อยละ 25 ของยารักษาโรคผลิตขึ้นมาจาก พืชดั้งเดิม เช่น การนำพืชพอก ชินโคนา (cinchona) ผลิตยาควินินที่ใช้รักษาโรคมาลาเรีย

2. ประโยชน์ด้านการผลิต ด้านการอุตสาหกรรมผลผลิตของป่าที่นำมาใช้ประโยชน์ไม่ว่าจะโดยตรง เช่น การป่าไม้ ของป่า หรือโดยอ้อมเช่นการสกัดสารเคมีจากพืชในป่า

3. ประโยชน์อื่น ๆ อันได้แก่คุณค่าในการบำรุงรักษาระบบนิเวศให้สามารถดำรงอยู่ได้และดูแลระบบนิเวศ ให้คงทน เช่น การรักษาหน้าดินการตรึงไนโตรเจนสู่ดินการสังเคราะห์พลังงานของพืช การควบคุมความชื้น เป็นต้น ซึ่งจัดเป็นประโยชน์ที่สำคัญตลอดทั้งในด้านนันทนาการและการท่องเที่ยวของมนุษย์

ใบงานที่ 3

ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงอะไร
2. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์หมายถึงอะไร
3. ระบบนิเวศใดมีความหลากหลายมากที่สุด
4. จงยกตัวอย่างความหลากหลายของการทดแทนมาเป็นข้อๆ
5. ความหลากหลายสามารถพิจารณาได้ที่ลักษณะอะไรบ้าง

ใบความรู้ที่ 4

การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ(ต่อ)

สาเหตุแห่งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพปัจจุบันความหลากหลายทางชีวภาพลดน้อยลงทางด้านชีวภาพระบบนิเวศ ด้านชนิดพันธุ์ ด้านพันธุกรรมซึ่งมีสาเหตุมาจาก

1. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการผลิต
2. การตเพิ่มจำนวนและการกระจายตัวของประชากร
3. การปล่อยสารพิษสู่สิ่งแวดล้อมมากเกินไป
4. การเกิดภัยธรรมชาติ
5. การตัดทวงผลประโยชน์ของกลุ่มนายทุน
6. การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้มากเกินไป
7. การนำเข้าพืชและสัตว์พันธุ์ต่างประเทศเข้ามาในประเทศ

การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพมีดังนี้

1. จัดเป็นพื้นที่สงวนและฟื้นฟูจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน เขตป่าสงวน และอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า พืชที่สงวน ชีวมณฑลต่างๆมีหน่วยงานดูแลรับผิดชอบ
2. จัดทำแผนหรือนโยบายระดับชาติและดำเนินงานอย่างต่อเนื่องทุกรัฐบาล
3. กำหนดกฎหมายเพื่อลงโทษผู้ที่ฝ่าฝืนในการทำลายความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะกฎหมายที่ไม่เปิดโอกาสให้ผู้กระทำผิดใช้อิทธิพลเป็นช่องทางฝ่าฝืนได้
4. ควบคุมการลักลอบการตัดต้นไม้ การเผาป่า การค้าขายสัตว์ป่าสงวนข้ามชาติการค้าสัตว์สงวนและการเลี้ยงสัตว์ตามพระราชบัญญัติไว้ในครอบครอง
5. สนับสนุนการจัดตั้งกลุ่ม ชมรมทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชนตลอดจนภาคการศึกษามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พื้นที่ดูแลและฟื้นฟูสภาพป่าที่ถูกทำลาย
6. ประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ให้ประชาชนได้ทราบถึงผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

ในปัจจุบันและอนาคต เช่น โกลนถล่มจากฝนตกเนื่องจากต้นไม้ถูกตัดดินไม่มีที่ยึดเกาะ เกิดน้ำท่วมฉับพลันเพราะไม่มีป่าดูดซับน้ำ

ใบงานที่ 4

เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ,เทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)

คำสั่งจงตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพเกิดจากสาเหตุใดบ้าง
- 2.การบุกรุกพื้นที่ป่าอุทยานเกิดจากสาเหตุใด
- 3.รัฐมีการจัดการทำแผนหรือนโยบายในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไร

บ้าง

- 4.การเกิดผลกระทบของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพมีผลสืบเนื่องในปัจจุบันคืออะไร

- 5.ประชาชนควรมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไร

วิทยาลัยเทคโนโลยีพนม

ใบความรู้ที่ 5.

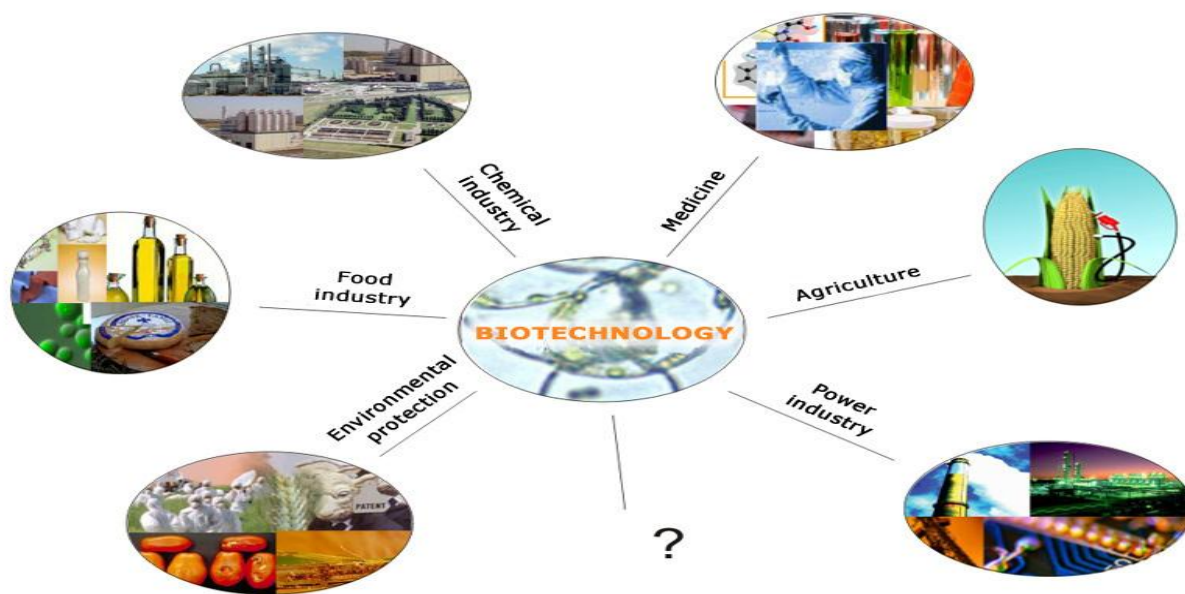
ความหลากหลายทางชีวภาพ,เทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)

เทคโนโลยีชีวภาพ (อังกฤษ: Biotechnology) คือ ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้สิ่งมีชีวิต หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น เอนไซม์ หรือโปรตีนชนิดต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อให้เกิดประโยชน์กับมนุษยชาติ

ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพอาจก่อให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดกระบวนการสร้าง กระบวนการทำลาย หรือการก่อให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ดำเนินอยู่ในสิ่งมีชีวิต ซึ่งกระบวนการ ทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นผลมาจากการทำงานของ **สารพันธุกรรม** หรือ **ดีเอ็นเอ** และ **หน่วยพันธุกรรม** หรือ **ยีน** การศึกษางานด้านเทคโนโลยีชีวภาพจึงต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับสารพันธุกรรม และพฤติกรรมของสารพันธุกรรม รวมทั้งวิธีการสำคัญต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการ นำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

เทคโนโลยีชีวภาพที่เก่าแก่ที่สุดในประวัติศาสตร์ของมนุษยชาติก็คือ **เทคโนโลยีการหมัก** (Fermentation Technology) และ **เทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่** คือ **เทคโนโลยีรีคอมบิแนนท์ดีเอ็นเอ** (DNA Recombinant Technology) หรือ **พันธุวิศวกรรม** (genetic engineering)

การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ (Applications of biotechnology)



การใช้ประโยชน์จาก**เทคโนโลยีชีวภาพ**มีหลายด้านเช่น

การใช้ประโยชน์จาก**เทคโนโลยีชีวภาพ**มีหลายด้านเช่น

1.**เทคโนโลยีชีวภาพ**เพื่อการเกษตร คือ การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์พืช โดยวิธี**การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**และเซลล์พืช การตัดแต่งยีนตัวอย่างเช่น**การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**เพื่อขยายพันธุ์กล้วยไม้การตัดแต่งยีนเพื่อการพัฒนาพันธุ์พืชต้านทานต่อศัตรูพืชหรือโรคพืชการพัฒนาผลไม้ให้สุกงอมช้า

2. **เทคโนโลยีชีวภาพ**เพื่ออุตสาหกรรมอาหาร คือ การเพิ่มคุณค่าผลผลิตของอาหาร ตัวอย่างเช่นการลดปริมาณโคเลสเตอรอลในไข่แดง การทำให้โคและสุกรเพิ่มปริมาณเนื้อ

3.**เทคโนโลยีชีวภาพ**เพื่อสิ่งแวดล้อม คือ การลดการใช้สารเคมีที่เป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่นการนำของเสียจากสิ่งมีชีวิตไปทำปุ๋ยหรือการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากสารอินทรีย์การใช้จุลินทรีย์ในการกำจัดขยะหรือน้ำเสีย

4.เทคโนโลยีชีวภาพด้าน เทคโนโลยีการแพทย์เพื่อสุขภาพ ตัวอย่างเช่น การผลิตวัคซีนป้องกันโรค การผลิตโมโนโคลนอลแอนติบอดีเพื่อตรวจวินิจฉัยโรคและการเฝ้าระวังการใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอ ตรวจสอบความผิดปกติทางพันธุกรรมหรือโรคทางพันธุกรรมต่างๆการผลิตยาจากผลิตภัณฑ์จากสิ่งมีชีวิต

พันธุวิศวกรรม (genetic engineering)คือกระบวนการที่ได้นำความรู้ต่างๆที่ได้จากการศึกษาชีววิทยาระดับโมเลกุลหรืออนุชีววิทยา (molecular biology) นำมาประยุกต์ใช้ในการปรับเปลี่ยน, ดัดแปลง, เคลื่อนย้าย, ตรวจสอบสารพันธุกรรม[ดีเอ็นเอ (DNA)], ยีน(gene) และผลิตภัณฑ์ของสารพันธุกรรมอย่างพวกอาร์เอ็นเอ(RNA)และโปรตีนของสิ่งมีชีวิตเพื่อนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์อ่านรายละเอียดเพิ่มเติม...

Categories: พันธุวิศวกรรม Tags: genetic engineering คือ อะไร, ความหมายของพันธุวิศวกรรม, พันธุวิศวกรรม, พันธุวิศวกรรมคืออะไร, พันธุวิศวกรรมหมายถึงอะไร, เทคโนโลยีชีวภาพ

การใช้ประโยชน์จาก พันธุวิศวกรรม (Applications of genetic engineering)

พันธุวิศวกรรม(genetic engineering)เป็นกระบวนการปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิต โดยนำยีน(gene)จากสิ่งมีชีวิตชนิดพันธุ์หนึ่ง (species) ถ่ายฝากเข้าไปอีกชนิดพันธุ์หนึ่งเพื่อจุดประสงค์ที่จะปรับปรุงสายพันธุ์ให้ดีขึ้นกระบวนการดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า LMO (living modified organism) หรือGMO (genetically modified organism)ตัวอย่างการวิจัยและพัฒนา รวมถึงการใช้ประโยชน์เชิงการค้ามีมากมาย ซึ่งจะกล่าวถึงเพียงบางอย่างเท่านั้นอ่านรายละเอียดเพิ่มเติม...

Categories: พันธุวิศวกรรม Tags: การนำพันธุวิศวกรรมมาใช้, การประยุกต์ใช้พันธุวิศวกรรม, การใช้ genetic engineering, การใช้พันธุวิศวกรรม, ประยุกต์ใช้genetic engineering, ประโยชน์จาก genetic engineering, ประโยชน์จาก พันธุวิศวกรรม, พันธุวิศวกรรม, เทคโนโลยีชีวภาพ

จีเอ็มโอ (GMOs) คือ อะไร (What is GMOs ?)

จีเอ็มโอย่อมาจากคำภาษาอังกฤษว่า Genetically Modified Organisms (GMOs)คือ สิ่งมีชีวิตซึ่งไม่ว่าจะเป็นพืช หรือสัตว์หรือแบคทีเรีย หรือ จุลินทรีย์ ที่ถูกดัดแปลง**พันธุกรรม**จากกระบวนการทาง**พันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering)**อ่านรายละเอียดเพิ่มเติม...

Categories: gmos, พันธุวิศวกรรม, เทคโนโลยีชีวภาพ Tags: gmos, gmos คืออะไร, gmos ย่อมาจาก, gmos หมายถึง, ความหมายจีเอ็มโอ, จีเอ็มโอ, จีเอ็มโอคือ, จีเอ็มโอหมายถึง

พันธุวิศวกรรมกับเทคโนโลยีชีวภาพเกี่ยวข้องกันอย่างไร (Relation between genetic engineering and biotechnology)

พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) เป็นส่วนหนึ่งของ**เทคโนโลยีชีวภาพ**ที่นำความรู้ทางชีววิทยามาใช้ประโยชน์กับสิ่งมีชีวิต

Categories: พันธุวิศวกรรม, เทคโนโลยีชีวภาพ Tags: ชีววิทยา, พันธุวิศวกรรม, เทคโนโลยีชีวภาพ

พันธุวิศวกรรมกับการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ (How to genetic engineering improve biotechnology)

การที่**พันธุวิศวกรรม**พัฒนาไปในหลายๆด้านนั้น ไม่ว่าจะเป็นการตัดต่อพันธุกรรมพืชหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับดีเอ็นเอ(DNA)หรือทางด้านอื่นๆเป็นผลทำให้การพัฒนาทางด้าน**เทคโนโลยีชีวภาพ**พัฒนาตามไปด้วย เพราะเนื่องด้วย**พันธุวิศวกรรม**นั้น

โทษของพันธุวิศวกรรม

ข้อเสีย หรือ ผลเสีย ของ GMOs (Disadvantages of GMOs)



ปัญหาด้านของความเสี่ยงต่อผู้บริโภค

- ปัญหาเรื่อง อาจมีสิ่งอื่นเจือปนที่ทำให้เกิดอันตรายจากสารอาหารที่ได้จาก**จีเอ็มโอ(GMOs)** ได้ เช่นเคยมีข่าวว่า คนในสหรัฐอเมริกาเกิดการล้มป่วยและเสียชีวิตเกิดขึ้นซึ่งมีสาเหตุมาจากการบริโภคกรดอะมิโน L-Tryptophan ซึ่งเป็นสารอาหารที่ได้จาก**จีเอ็มโอ(GMOs)** โดยเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Showa Denko แต่ความจริงแล้ว**จีเอ็มโอ(GMOs)** ไม่ได้เป็นสาเหตุของอันตรายแต่เกิดจากความผิดพลาดในกระบวนการหลังการทำให้บริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์โดยในขั้นของการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) มีความบกพร่องจนมีสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการเหลืออยู่

- ปัญหาเรื่อง**จีเอ็มโอ(GMOs)**อาจเป็นพาหะของสารที่เป็นอันตรายได้อย่างในการทดลองของ Dr.Pusztai ได้ทำการทดลองให้หนูกินมันฝรั่งดิบที่มีสารเลคติน(lectin)เจือปนอยู่แล้วผลออกมาว่าหนูมีภูมิคุ้มกันลดลง รวมถึงลำไส้ของหนูมีลักษณะบวมอย่างผิดปกติ นักวิทยาศาสตร์จำนวนมากวิจารณ์การทดลองนี้ว่ามีความบกพร่องในการออกแบบการทดลองรวมถึงในวิธีการทดลองซึ่งเชื่อว่าต่อไปจะมีการ

ทดลองที่รัดกุมมากขึ้น และมีคนกังวลว่าดีเอ็นเอ (DNA) จากไวรัสที่ใช้ในการทำจีเอ็มโอ(GMOs) อาจเป็นอันตรายได้

- ปัญหาเรื่อง อาจมีสารบางอย่างจากจีเอ็มโอ(GMOs) มิไม่เท่ากับปริมาณสารปกติในธรรมชาติ (สารที่ไม่ได้เกิดจากการตัดต่อพันธุกรรมแล้วใส่ยีน(gene)ที่จะผลิตสารนั้น โดยตรงลงไป)อย่างมีรายงานว่า ถั่วเหลืองที่เกิดจากการตัดต่อพันธุกรรมมีสาร isoflavone {เป็นสารจำพวก phytoestrogen [ซึ่งคล้ายสาร จำพวกฮอร์โมนเอสโตรเจน(estrogen)ในคน]} มากกว่าถั่วเหลืองในธรรมชาติเล็กน้อย ซึ่งยังไม่แน่ใจว่า การเพิ่มขึ้นของฮอร์โมน estrogen อาจทำให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคจีเอ็มโอ(GMOs) หรือเปล่าโดยเฉพาะใน เด็กทารก

- ปัญหาเรื่องอาการเกิดสารภูมิแพ้(allergen)ซึ่งอาจได้มาจากสิ่งมีชีวิตที่เป็นแหล่งเดิมของยีน(gene)ที่นำมาใช้ทำจีเอ็มโอ(GMOs)นั้น อย่างการใช้ยีน(gene)จากถั่ว Brazil nut มาทำจีเอ็มโอ(GMOs)เพื่อ เพิ่มคุณค่าของโปรตีนในถั่วเหลืองให้มากขึ้นสำหรับเป็นอาหารสัตว์ก่อนที่จะออกจำหน่ายพบว่าจีเอ็มโอ(GMOs)ที่เป็นถั่วเหลืองชนิดนี้อาจทำให้คนกลุ่มหนึ่งเกิดอาการแพ้ได้เนื่องจากได้รับ โปรตีนที่เป็นสาร ภูมิแพ้จากถั่ว Brazil nut ทางบริษัทจึงได้ระงับการพัฒนาและการจำหน่ายจีเอ็มโอ(GMOs)ชนิดนี้แต่ถึงอย่าง นั้นพืชจีเอ็มโอ(GMOs)ชนิดอื่นๆที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วโลกในขณะนี้ อย่างพวก ถั่วเหลืองและข้าวโพดนั้นได้มีการประเมินแล้วว่าเมื่อตราความเสี่ยงไม่แตกต่างจากถั่วเหลืองและข้าวโพดที่ปลูกอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ

- ปัญหาเรื่อง ความปลอดภัยต่อผู้บริโภคในการตัดต่อพันธุกรรมในสัตว์อย่างใน วัว หมู ไก่ รวมถึง สัตว์ชนิดอื่นที่จะได้รับ recombinant growth hormone ทำให้อาจมีคุณภาพที่ไม่เหมือนจากในธรรมชาติ และ อาจมีสารตกค้างโดยไม่มีข้อยืนยันชัดเจนในเรื่องนี้ซึ่งในระบบสรีระวิทยาของสัตว์นั้นมีความซับซ้อน มากกว่าทั้งของในพืชและจุลินทรีย์อาจมีผลกระทบอื่นๆ ที่ไม่คาดคิดได้จากการตัดต่อพันธุกรรมในสัตว์ซึ่ง

อาจมีสารพิษอื่นๆที่ไม่ต้องการตกค้างได้ ทำให้ในการตัดต่อพันธุกรรมในสัตว์ที่เป็นอาหารโดยตรงต้องมีการพิจารณาของขั้นตอนในการประเมินในด้านความปลอดภัยที่ครอบคลุมมากกว่าการตัดต่อพันธุกรรมในจุลินทรีย์และพืช

- ปัญหาเรื่อง การดื้อยาในการทำจีเอ็มโอ(GMOs)จะใช้ selectable marker ที่มักเป็นยีน(gene)ที่สร้างสารต้านยาปฏิชีวนะ (antibiotic resistance) ในจีเอ็มโอ(GMOs)อาจมีสารต้านยาปฏิชีวนะอยู่ซึ่งถ้าผู้บริโภคจีเอ็มโอ(GMOs)กำลังอยู่ระหว่างการใช้อยู่ยาปฏิชีวนะอาจทำให้การรักษาไม่ได้ผลโดยเรื่องนี้นักวิทยาศาสตร์บอกว่าโอกาสที่จะเกิดขึ้นมีน้อยและสามารถหลีกเลี่ยงหรือแก้ไขได้และถ้าหากเชื่อจุลินทรีย์ที่มีตามปกติในร่างกายเกิดได้รับ marker gene เข้าไปในส่วนดีเอ็นเอ(DNA)ของมันอาจทำให้เกิดจุลินทรีย์สายพันธุ์ใหม่ที่สามารถดื้อยาปฏิชีวนะได้ซึ่งนักวิทยาศาสตร์บอกว่ามีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมากแต่ในตอนนี้ นักวิทยาศาสตร์ก็ได้คิดหาวิธีใหม่ที่ไม่ต้องใช้ selectable marker ที่เป็นสารต้านยาปฏิชีวนะ หรือนำยีน(gene)ในส่วนที่สร้างสารต้านยาปฏิชีวนะออกไปก่อนเป็นจีเอ็มโอ(GMOs)เป็นผลิตภัณฑ์เต็มตัว

- ปัญหาเรื่อง อาจมีส่วนของยีน(gene)จำพวก 35S promoter และ NOS terminator ที่อาจมีอยู่ในเซลล์ของจีเอ็มโอ(GMOs)ซึ่งอาจจะไม่ถูกย่อยในส่วนของกระเพาะอาหารและส่วนของลำไส้แล้วเข้าสู่เซลล์ปกติของคนที่รับประทานจีเอ็มโอ(GMOs)เข้าไปแล้วอาจทำให้มีการ active ของสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้น มีผลอาจทำให้ยีน(gene)ของคนที่รับประทานเข้าไปเกิดการเปลี่ยนแปลงได้แต่จากผลการทดลองที่ผ่านมาได้มีการยืนยันว่า มีโอกาสเป็นไปได้เล็กน้อย

- ปัญหาเรื่อง บางสิ่งเล็กน้อยที่ต้องระวัง เช่น เด็กทารกซึ่งอาจย่อยดีเอ็นเอ(DNA)ในอาหารได้ไม่สมบูรณ์หากเทียบกับผู้ใหญ่เนื่องจากเด็กทารกมีระบบทางเดินอาหารที่สั้นกว่าของผู้ใหญ่แต่อาจทำให้เกิดอันตรายค่อนข้างต่ำ แต่ก็ต้องทำการศึกษาวิจัยต่อไป

ปัญหาด้านของความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม

- ปัญหาเรื่อง สารพิษบางชนิดที่ใช้ปราบแมลงศัตรูพืชอาจกระทบถึงแมลงและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆที่มีประโยชน์ต่อพืช เช่น Bt toxin ที่มักใส่ใน [จีเอ็มโอ\(GMOs\)](#) อย่างผลการทดลองของ Losey มหาวิทยาลัย Cornell ได้ศึกษาผลกระทบของสารฆ่าแมลงของเชื้อ Bacillus thuringiensis (บีที) ในข้าวโพด [ตัดต่อพันธุกรรม](#) ที่มีต่อผีเสื้อ Monarch ในการทดลองนี้ทำในสถานที่ทดลองภายใต้สภาวะเงื่อนไขที่ Stress โดยให้ผลเพียงในขั้นต้นเท่านั้นซึ่งต้องมีการทดลองในภาคสนามอีกเพื่อให้ได้ผลที่มีนัยสำคัญก่อนที่จะมีการสรุปผลและมีการนำไปขยายความต่อไป

- ปัญหาในเรื่อง การนำ [จีเอ็มโอ\(GMOs\)](#) ออกสู่สิ่งแวดล้อมทั่วไปโดยอาจมีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งอาจทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะเด่นเหนือกว่าสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติมากจนกลืนสายพันธุ์ดั้งเดิมในธรรมชาติให้หายไปหรือสูญพันธุ์ไปหรืออาจเกิดลักษณะเด่นอะไรบางอย่างถูกถ่ายทอดไปยังสายพันธุ์ที่ไม่ต้องการหรืออาจทำให้ศัตรูพืชคือต่อสารเคมีปราบศัตรูพืช อาจทำให้เกิด “สุดยอดแมลง(super bug)” หรือ “สุดยอดวัชพืช(super weed)” ได้

ปัญหาด้านของเศรษฐกิจและสังคม

- ปัญหาในเรื่องอื่น ที่ไม่ใช่เรื่องวิทยาศาสตร์ เช่น การผูกขาดทางสินค้า [จีเอ็มโอ\(GMOs\)](#) ของบริษัทเอกชนที่จัดสิทธิบัตรเกี่ยวกับ [จีเอ็มโอ\(GMOs\)](#) นั้นทำให้ในอนาคตอาจเกิดความไม่มั่นคงทางด้านอาหารได้และไม่สามารถพึ่งพาตนเองได้ต่อไปรวมถึง ปัญหาในเวทีการค้าระหว่างประเทศที่กีดกันสินค้า [จีเอ็มโอ\(GMOs\)](#)

ใบงานที่ 5.

ความหลากหลายทางชีวภาพ,เทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)

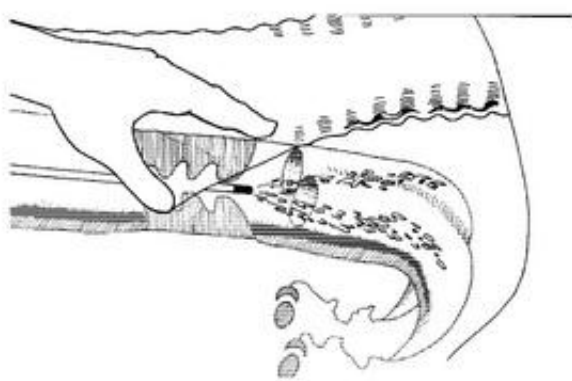
คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เทคโนโลยีหมายถึงอะไร
2. มีการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการใดบ้าง
3. เทคโนโลยีชีวภาพมีประโยชน์อย่างไรบ้าง
4. ในทางการแพทย์และเภสัชกรรมมีการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้อย่างไร
5. พันธุวิศวกรรมหมายถึงอะไรมีประโยชน์ และ มีโทษอย่างไรบ้าง

ใบความรู้ที่ 6.

ความหลากหลายทางชีวภาพ,เทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)

การผสมเทียม หมายถึง การรีดน้ำเชื้อจากสัตว์พ่อพันธุ์แล้วนำไปฉีดเข้าในอวัยวะของสัตว์ตัวเมียที่ แสดงอาการของการเป็นสัด ซึ่งทำให้สัตว์ตัวเมียเกิดการตั้งท้องแล้วคลอดออกมาตามปกติ



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะการผสมเทียมในโค

การผสมเทียมเป็นการปฏิบัติงานที่คล้ายการทำหน้าที่ของพ่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ต่างกันเพียง ปริมาณน้ำเชื้อที่ใช้ผสมเทียมน้อยกว่าปริมาณน้ำเชื้อจากการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติมาก แต่ก็เพียงพอที่จะ ทำให้ผสมติด ตำแหน่งที่ปล่อยน้ำเชื้อก็ต่างกัน โดยพ่อพันธุ์จะปล่อยน้ำเชื้อที่ช่องคลอด (Vagina) แต่การ ผสมเทียมจะปล่อยน้ำเชื้อที่ตำแหน่งตัวมดลูก (body of uterus) เป็นส่วนใหญ่

เทคนิคการผสมเทียมในปัจจุบันวิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย คือ การสอดหลอดฉีดน้ำเชื้อผสมเทียม เข้าทางช่องคลอด (Vagina) ผ่านคอมดลูก (Cervix) แล้วเข้าไปปล่อยน้ำเชื้อในตำแหน่งตัวมดลูก (Body of uterus) หน้าคอมดลูกด้านใน (Internal os) โดยใช้มืออีกข้างล้วงทางทวารหนักช่วยประคองคอมดลูกและ ช่วยให้อหลอดฉีดน้ำเชื้อผ่านเข้าปากมดลูกเข้าถึงตัวมดลูกและหยุดในตำแหน่งหน้าคอมดลูกด้านใน แล้วฉีด ปล่อยน้ำเชื้อทั้งหมดซึ่งวิธีนี้เรียกว่า rectovaginal หรือ rectocervical method ซึ่งแต่เดิมใช้วิธีการวาง หลอดน้ำเชื้อตรงช่องคลอดแล้วปล่อยน้ำเชื้อหน้าคอมดลูกร่วมกับการใช้เครื่องถ่างปากมดลูก (speculum) แต่อัตราการผสมติดไม่ดีนักจึงไม่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยวิธีการผสมเทียมในสัตว์ใหญ่ มีวิธีการ

พื้นฐาน

3

ประการ

คือ

1. วิธีผสมเทียมโดยฉีดน้ำเชื้อเข้าช่องคลอด (Vaginal insemination)

เป็นวิธีแบบดั้งเดิม วิธีทำก็คือสอดท่อผ่านช่องคลอดแล้วฉีดเชื้อบริเวณหน้าคอมดลูกซึ่งวิธีนี้เป็นการเลียนแบบการผสมธรรมชาติให้ผลดีพอควรถ้าใช้ปริมาณของตัวสุมามากพอปัจจุบันน้ำเชื้อผสมเทียมมักผลิตให้มีจำนวน 10 ล้านตัวต่อหลอดจึงให้ผลในการผสมติดไม่ได้นัก

2. วิธีผสมเทียมโดยฉีดน้ำเชื้อเข้าคอมดลูก (Cervical insemination)

เป็นวิธีที่ใช้เครื่องถ่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 ซม.และยาว 35-40 ซม. สอดช่องคลอด และใช้ไฟฉายติดศีรษะผู้ปฏิบัติงานส่องดูคอมดลูกหลังจากนั้น สอดท่อนิดเชื้อเข้าสู่รูเปิดของคอมดลูกซึ่งปกติสามารถสอดเข้าไปได้ 1-2 ซม. แล้วปล่อยน้ำเชื้อตรงบริเวณนี้ ซึ่งวิธีการนี้ดีกว่าวิธีการแรกที่กำลังกล่าวมาแต่ผลการผสมติดยังด้อยกว่าวิธีที่ 3 ข้อเสียคือต้องทำความสะอาดอุปกรณ์หลายชิ้น



รูปภาพที่ 2 แสดงการผสมเทียมในคนด้วยวิธี

Cervical insemination

ตารางภาพที่1 แสดงขั้นตอนการผสมเทียมแพะด้วยวิธี Cervical insemination



1. จัดเตรียมอุปกรณ์

2. ล้างทำความสะอาดอวัยวะเพศภายนอก

3. ยกขาหลังแพะ



ฉีดพาดกับของบั้งคับ



4. ละลายน้ำเชื้อแช่แข็งในน้ำอุ่น
ที่ตัวถ่างช่องคลอด

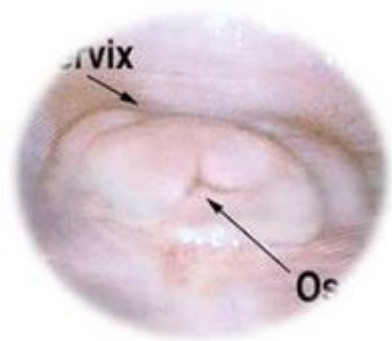
5. ใส่หลอดน้ำเชื้อในป็นผสมเทียมให้พร้อม

6. ทาเจลหล่อลื่น



7. ใช้ตัวถ่างช่องคลอดถ่างช่องคลอด

8. สอดป็นผสมเทียมเข้าที่คอมดดู



9.แสดงจุดที่ปล่อยน้ำเชื้อในคอมดลูกแพะ

3. วิธีผสมเทียมโดยฉีดน้ำเชื้อเข้าตัวมดลูก (Recto-vaginal insemination)



รูปภาพที่ 3 การผสมเทียมด้วยวิธี Recto-vaginal insemination

เป็นวิธีง่ายที่นิยมกันมากที่สุดแต่ผู้ปฏิบัติงานควรได้รับการฝึกหัดจนชำนาญเพียงพอวิธีการคือใช้มือซ้ายหรือมือขวาแล้วแต่ความถนัดสวมถุงมือพลาสติกและหล่อลื่นด้วยน้ำสบู่น้ำหรือสารหล่อลื่นลื่นผ่านทวารหนักเพื่อหาตำแหน่งของคอมดลูก (Cervix) และจับไว้ซึ่งส่วนของคอมดลูกจะมีลักษณะแน่นแข็งต่างจากส่วนของช่องคลอด (Vagina) กับมดลูก (Uterus) หลังจากนั้นสอดปืนผสมเทียม (Insemination gun หรือ AI gun) ผ่านเข้าช่องคลอด จนสัมผัสกับคอมดลูก แล้วสอดผ่านคอมดลูกออกไปสู่ตัวมดลูกแล้วทำการปล่อยน้ำเชื้อตรงบริเวณตัวมดลูกนี้

เทคนิคการผสมเทียมโค

เมื่อได้เวลาที่เหมาะสมสำหรับการผสมเทียมก่อนทำการผสมเทียมต้องตรวจดูโคให้แน่นอนก่อนว่ามี การเป็นสัดที่แท้จริงซึ่งแม่โคที่เป็นสัดจะต้องยืนนิ่งให้ตัวอื่นปีนทับ และมีเมือกใสไหลจากช่องคลอด เมื่อพบว่าโคเป็นสัดจริงแล้ว ให้ล้วงตรวจระบบสืบพันธุ์ผ่านทางทวารหนักเพื่อตรวจดูสภาพของคอมดลูก (Cervix) ตัวมดลูก (Body of Uterus) ปีกมดลูก (Horn of Uterus) และรังไข่ (Ovaries) โดยคอมดลูกควรแข็งตัวมดลูกและปีกมดลูกควรแข็งดีมีความหยุ่นตัวสูง รังไข่ข้างใดข้างหนึ่งควรพบ Graafian follicle หากผู้ทำการผสมเทียมไม่ชำนาญในการล้วงคลำรังไข่ก็ไม่ควรไปคลำเนื่องจากจะทำให้ปากแตรของท่อ นำไข่ที่

หุ้มรังไข่หลุดออกจากรังไข่ส่งผลให้ไข่ตกลงไปในช่องท้องไม่ตกลงท่อนำไข่ ทำให้ผสมไม่ติดหรืออาจเกิดปัญหาดังท้องในช่องท้องเมื่อล้วงตรวจแล้วล้างบริเวณอวัยวะภายนอกด้วยน้ำสะอาดและเช็ดให้แห้งจึงทำการละลายน้ำเชื้อ และเตรียมป็นฉีดน้ำเชื้อพร้อมที่จะผสมเทียมต่อไป

เวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียมในโค

หลังจากฉีดน้ำเชื้อเข้าสู่ตัวมดลูก (Body of Uterus) แล้ว อสุจิจะใช้เวลาในการเดินทางไปถึงท่อนำไข่ เป็น 2 ลักษณะ คือลักษณะเร็ว และลักษณะช้า อสุจิที่เคลื่อนที่ถึงท่อนำไข่ลักษณะเร็วจะตายทั้งหมดและถูกขับออกทาง fimbria ของท่อนำไข่และตกลงช่องท้องส่วนอสุจิที่เคลื่อนที่ถึงท่อนำไข่ลักษณะช้า จะเป็นอสุจิที่เข้าทำการปฏิสนธิซึ่งจะเริ่มพบอสุจิที่ยังแข็งแรงพร้อมที่จะทำการปฏิสนธิได้ในท่อนำไข่ส่วน Ampulla ประมาณ 10 ชั่วโมง หลังผสมเทียมและพบมากที่สุดประมาณ 24 ชั่วโมงหลังผสมเทียม

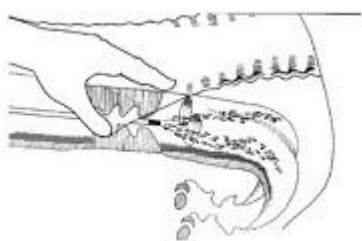


รูปภาพที่ 4 แสดงช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับผสมเทียมโคที่เป็นสัตว์

ตำแหน่งที่ฉีดน้ำเชื้อในโค

ในการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติพ่อโคจะปล่อยน้ำเชื้อที่ส่วนของช่องคลอด (Vagina) หน้าคอมดลูก (Cervix) แต่ในการผสมเทียม ปริมาณตัวอสุจิที่ใช้จะน้อยกว่าการผสมตามธรรมชาติมาก หากปล่อยน้ำเชื้อที่ตำแหน่งช่องคลอดอาจทำให้ผสมต่ำ

ในการผสมเทียมตำแหน่งที่ปล่อยน้ำเชื้อ คือที่ตัวมดลูก (Body of uterus) และภายในคอมดลูก (cervix) โดยปล่อยน้ำเชื้อประมาณ 2 ใน 3 ที่ตัวมดลูก (Body of Uterus) เลยส่วนของ internal os ประมาณ 1 cm. จากนั้นถอยป็นฉีดน้ำเชื้อออกมาให้ปลายป็นอยู่ในคอมดลูกและปล่อยน้ำเชื้อที่เหลืออีก 1 ใน 3 ของหลอดในส่วนของคอมดลูก (Cervix)



รูปภาพที่ 5 แสดงการปล่อยน้ำเชื้อโคในตัวมดลูก

น้ำเชื้อแช่แข็งที่ใช้ในการผสมเทียมโค

ปัจจุบันการผสมเทียมโคนิยมผสมด้วยน้ำเชื้อแช่แข็งเพราะสะดวกในการขนส่งและเก็บรักษา สามารถนำน้ำเชื้อไปทำการผสมเทียมได้ทุกแห่ง น้ำเชื้อแช่แข็งที่ผลิตโดยกรมปศุสัตว์ หลอดน้ำเชื้อจะเป็นหลอดขนาดเล็ก (Ministraw) ปริมาตร 0.25 ml. มีตัวอสุจิในหลอดประมาณ 20-30 ล้านตัว โดยหลังจากละลายน้ำเชื้อ(Thawing) แล้วจะมีอสุจิที่ยังมีชีวิตไม่น้อยกว่า 40 % หรือประมาณ 8-12 ล้านตัว ซึ่งมากพอที่จะเดินทางไปปฏิสนธิกับไข่ได้ น้ำเชื้อแช่แข็งจะเก็บรักษาโดยแช่ในไนโตรเจนเหลวตลอดเวลา ไนโตรเจนเหลวจะมีอุณหภูมิ -196°C ในบางประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น หลอดน้ำเชื้อจะเป็นหลอดขนาดกลาง (Medium straw) ปริมาตร 0.5 ml. มีตัวอสุจิในหลอดประมาณ 20-30 ล้านตัว หลังจากละลายน้ำเชื้อแล้วจะมีอสุจิที่ยังมีชีวิตไม่น้อยกว่า 40 % หรือประมาณ 8-12 ล้านตัว เช่นเดียวกัน



รูปภาพที่ 6 ลักษณะรูปแบบของน้ำเชื้อแช่แข็งและการเก็บรักษา

วัสดุอุปกรณ์ผสมเทียมในโค

ในการผสมเทียมต้องมีเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ มากพอสมควร อุปกรณ์แต่ละอย่างหากบำรุงรักษาไม่ดี หรือใช้งานไม่ถูกวิธีจะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์นั้นสั้นลง หรืออาจก่อให้เกิดปัญหาผสมไม่ติดตามมาได้ ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจถึงลักษณะวิธีใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เข้าใจ



รูปภาพที่ 7 แสดงวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการผสมเทียมในโค

ขั้นตอนการผสมเทียมโดยวิธี Recto vaginal insemination ในโค

การผสมเทียมในโคมีขั้นตอนหลักใหญ่ๆ 3 ขั้นตอนด้วยกันซึ่งพอจะสรุปหลักการผสมเทียมและขั้นตอนที่ควรปฏิบัติต่างๆได้ดังนี้

1. การเตรียมโคก่อนผสมเทียม
2. การเตรียมอุปกรณ์ผสมเทียมและการละลายน้ำเชื้อ
3. การสอดท่อผสมเทียมในการผสมเทียม

1. การเตรียมโคก่อนผสมเทียม

เมื่อมีแจ้งโคเป็นสัตว์พร้อมรับการผสมเทียมเจ้าหน้าที่ผสมเทียมควรเข้าฟาร์มตามเวลาที่เข้าใจตรงกันคือโคที่พบการเป็นสัดช่วงเช้าให้แจ้งผสมตอนบ่ายและโคที่พบแสดงการเป็นสัดช่วงบ่ายและคำให้แจ้งทำการผสมเทียมในเช้าวันถัดไปเจ้าของสัตว์ควรให้โคอยู่อย่างสงบสบายโดยอาจให้ยืนรอในโรงที่จะทำการผสมหรือคอกพักที่อากาศเย็นสบาย มีร่มเงา มีน้ำกินและคอกต้องแห้งสะอาด เจ้าของควรทำความสะอาดโคโดยเฉพาะส่วนบนท้ายให้สะอาดและแห้งเมื่อเวลาเจ้าหน้าที่ผสมเทียมมาถึงผู้ผสมเทียมต้องตรวจประวัติอาการเป็นสัดจากบันทึกประจำฟาร์มและสอบถามอาการจากเจ้าของโค

เมื่อได้เวลาผสมเทียมควรบังคับสัตว์ให้อยู่ในช่องมือที่จะล้วงทวารซึ่งมักจะเป็นมือซ้ายให้สวมถุงมือพลาสติกยาวทำการกวักอุจจาระออกมาโดยเริ่มต้นจากการสอดนิ้ว 2-3 นิ้วเข้าไปทางทวารหนักก่อนเพื่อให้ลมเข้าไปในทวารหนักทำให้วัวเบ่งอุจจาระและขับถ่ายออกมาล้างปากช่องคลอดและบริเวณใกล้เคียงด้วยน้ำสะอาด และใช้สบู่ถูส่วนสกปรกมากแล้วล้างน้ำสบู่ออกด้วยน้ำเปล่าให้หมด หลังจากนั้นใช้กระดาษชำระเช็ดให้แห้งและทำการล้วงตรวจระบบสืบพันธุ์ทางทวารหนัก โดยโคที่เป็นสัดจริง (Oestrus) มดลูกต้องมี

การแข็งเกร็งตัวมากกว่าระยะที่ไม่เป็นสัด (Dioestrus) และมีเมือกใสค่อนข้างเหนียวไหลออกจากช่องคลอดหรือติดตามบนท้าย เมื่อจะเหนียวเมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับมาบีบออกจะไม่ขาดจากกันเมื่อแน่ใจว่าโคเป็นสัดจริงและไม่ตั้งท้องให้ถอดมือออกมาจากทวารหนักของโคและล้างถุงมือให้สะอาดแล้วถอดออกให้เป็นรูปนิ้วมืออย่างเป็นระเบียบเพื่อนำมาใช้อีกครั้งหลังจากนั้นจึงเตรียมอุปกรณ์การผสมเทียมและทำการเลือกน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่จะใช้ผสมเทียมซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมโคเพื่อรอผสมเทียม ดังนี้

1. สังเกตอาการภายนอก โคที่เป็นสัดจะยืนนิ่งให้ตัวอื่นปีนทับ มีเมือกใสที่มีลักษณะเหนียวข้นไหลจากช่องคลอด อวัยวะเพศบวมแดง



รูปภาพที่ 8 แสดงลักษณะของโคที่กำลังเป็นสัด

2. สวมถุงมือผสมเทียมแล้วเคลือบด้วยสารหล่อลื่นเพื่อความสะดวกต่อการล้วง เช่น ใช้สบู่ถูถุงมือแล้วล้วงผ่านทางทวารหนัก เป็นต้น ทำการล้วงอุจจาระออกมาจากลำไส้ใหญ่ส่วนปลายให้หมด ตรวจคลำระบบสืบพันธุ์ของแมโคว่า แมโคเป็นสัดจริงหรือไม่โดยโคที่เป็นสัดจริงมดลูกต้องมีการแข็งเกร็งตัวมากกว่าระยะที่ไม่เป็นสัด



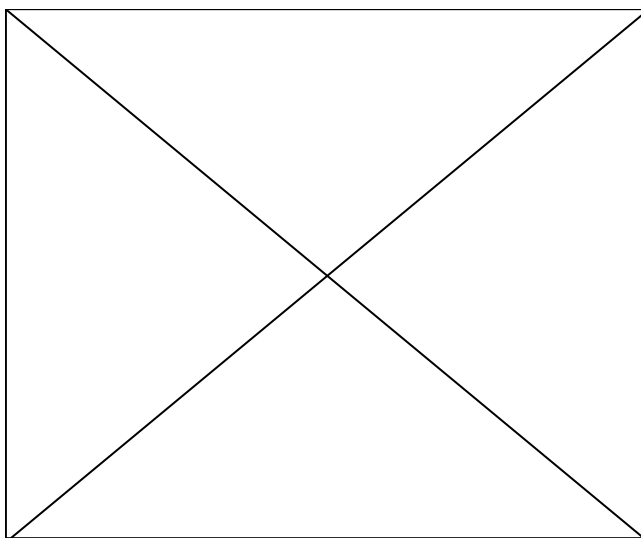
รูปภาพที่ 9 การล้างตรวจเพื่อเช็ก โคลเป็นสัด

3. ล้างบริเวณอวัยวะเพศภายนอกของแม่โคด้วยน้ำให้สะอาดและเช็ดทั้งด้านนอกด้านในให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู หรือกระดาษฟาง



รูปภาพที่ 10 การล้างทำความสะอาดบนท้ายโคที่พร้อมรับการผสมเทียม

วิธีโอที 2 การผสมเทียมโคเนื้อโดยเกษตรกรอาสาผสมเทียม



2. การเตรียมอุปกรณ์ผสมเทียมและการละลายน้ำเชื้อ

1. การเตรียมอุปกรณ์ผสมเทียม อุปกรณ์ผสมเทียมที่ต้องเตรียมพร้อมก่อนเข้าฟาร์มคือ 1. ปืนผสมเทียมหรือหลอดฉีดน้ำเชื้อ (Insemination gun หรือ AI gun) ซึ่งมีแกนใส่เหล็กท่อนของหลอดฉีดน้ำเชื้อที่มีขนาดหลอดน้ำเชื้อขนาด 0.25 มล. ใช้กับหลอดน้ำเชื้อแช่แข็งขนาด 0.25 มล. ส่วนท่อฉีดน้ำเชื้อขนาด 0.5 มล. ใช้กับหลอดน้ำเชื้อแช่แข็งขนาด 0.5 มล. และมีหลอดฉีดน้ำเชื้อบางรุ่นที่มีขนาดปลายท่อทั้ง 2 ขนาด โดยจะอยู่ปลายคนละด้านของท่อ ดังนั้นต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องกับขนาดของหลอดน้ำเชื้อที่จะใช้ด้วยห่วงวงแหวนกลมสำหรับสวมอยู่ปลายก้านหลอดฉีดน้ำเชื้อเพื่อช่วยยึดให้พลาสติกซีทให้แน่นติดหลอดฉีดน้ำเชื้อและไม่เลื่อนออกเมื่อดันแกนใส่ในฉีดไล่น้ำเชื้อออกชุดปืนผสมเทียมนี้ต้องทำความสะอาดเป็นประจำโดยเฉพาะหลังใช้ในการผสมเทียมแต่ละครั้ง

2. กระดิกน้ำร้อนเพื่อใช้เตรียมน้ำอุ่นขนาดความสูงเพียงพอที่ระดับน้ำอุ่นท่วมหลอดน้ำเชื้อเพื่อประสิทธิภาพการละลายน้ำเชื้อให้ทั่วถึง

- | | | | |
|----|------|------------------|-----------------------------|
| 3. | ปรอท | (Thermometer) | เพื่อใช้วัดอุณหภูมิในกระดิก |
| 4. | | กรรไกรที่คมสะอาด | ไว้สำหรับตัดหลอดน้ำเชื้อ |

5. ปากคีบ (Forceps) สำหรับหยิบจับหลอดน้ำเชื้อแช่แข็งจากถังเก็บน้ำเชื้อ
6. ผ้าหรือกระดาษชำระที่สะอาดไว้ใช้เช็ดหลอดน้ำเชื้อให้แห้งก่อนบรรจุลงหลอดน้ำเชื้อหรือปิ่นผสมเทียม
7. ถังเก็บน้ำเชื้อแช่แข็งขนาดเล็ก ข้างในบรรจุไนโตรเจนเหลว (Liquid nitrogen) โดยในถังจะมีหลอด (Canister) บรรจุน้ำเชื้อแช่แข็งที่มีก้านเกาะปากถังเพื่อความสะดวกในการยกขึ้น-ลงเมื่อต้องการเลือกหยิบน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่ต้องการโดยระดับไนโตรเจนเหลวในถังต้องมีระดับสูงท่วมหลอดน้ำเชื้อเสมอ
8. สารหล่อลื่นถุงมือ (Lubricant) ซึ่งอาจจะเป็นเจลหรือสบู่ก็ได้
9. สมุดจดบันทึกเพื่อบันทึกการใช้น้ำเชื้อและบันทึกการทำงานของผู้ผสมเทียม



รูปภาพที่ 11 แสดงอุปกรณ์ผสมเทียมและการเตรียมความพร้อมก่อนออกไปฟาร์ม

2. การเตรียมน้ำเชื้อแช่แข็งเพื่อการผสมเทียม

1. เตรียมอุปกรณ์ผสมเทียมที่สะอาดให้พร้อม ผสมน้ำอุ่นในกระติกให้มีอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียสโดยใช้ปรอทวัดอุณหภูมิและตรวจสอบอุณหภูมิทุกครั้งก่อนการเริ่มละลายน้ำเชื้อแช่แข็ง
2. ใช้ตำลึงขบแอลกอฮอล์เช็ดปากคีบ (forceps) ให้สะอาดก่อนใช้คีบ เปิดฝากลังน้ำเชื้อแช่แข็งแล้วคีบหลอดน้ำเชื้อที่ต้องการออกจากถังสนาม แล้วแช่น้ำเชื้อลงในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 35-37 °C ทันทีเป็นเวลา 30 วินาที และเวลาตั้งแต่คีบหลอดน้ำเชื้อจนถึงแช่ลงในน้ำอุ่นไม่ควรเกินกว่า 15 วินาที



รูปภาพที่ 12 แสดงการกักน้ำเชื้อแช่แข็งใส่น้ำอุ่น

4. เมื่อละลายหลอดน้ำเชื้อในน้ำอุ่นครบ 30 วินาทีให้ใช้มือหยิบหลอดน้ำเชื้อขึ้นเช็ดด้วยสำลีหรือกระดาษทิชชูที่ชุบแอลกอฮอล์ให้หลอดน้ำเชื้อแห้งสะอาดและไม่ควรสัมผัสตรงบริเวณที่จะตัดหลอด ตรวจสอบข้อพับพันรู้ที่ข้างหลอดอีกครั้งแล้วสอดลงปลายหลอดฉีดน้ำเชื้อ โดยให้ส่วนปลายหลอดน้ำเชื้อด้านที่มีลูกด้ายปิดใส่เข้าไปในหลอดฉีดน้ำเชื้อก่อนตั้งหลอดฉีดน้ำเชื้อขึ้นแล้วดันก้านฉีดเลื่อนออกให้หลอดน้ำเชื้อถอยเข้าภายในหลอดฉีดน้ำเชื้อให้เหลือเฉพาะส่วนปลายพันกระบอกฉีดจะสังเกตเห็นฟองอากาศเคลื่อนอยู่ตรงปลายด้านบนสุดของหลอดน้ำเชื้อ

5. ยกหลอดฉีดน้ำเชื้อตั้งขึ้นในระดับสายตาแล้วใช้กรรไกรที่สะอาดตัดปลายหลอดน้ำเชื้อที่พันกระบอกฉีดน้ำเชื้อมาในแนวตั้งฉากกับหลอดน้ำเชื้อหรือตรงตำแหน่งฟองอากาศเพื่อเมื่อสวมหลอดพลาสติกชี้ท่เข้าหลอดฉีดน้ำเชื้อจะสวมพอดีกับปลายหลอดหัวเมื่อฉีดน้ำเชื้อจะได้ไม่ไหลย้อนกลับหรืออาจนำหลอดน้ำเชื้อสอดเข้าที่พลาสติกชี้ท่ก่อนก็ได้



รูปภาพที่ 13 การเช็ดหลอดให้สะอาดและการสวมพลาสติกชี้ท่

6. ทดสอบน้ำเชื้อโดยกดก้านปืนให้น้ำเชื้อปริ่มออกมาที่ปลายหลอดเล็กน้อย เพื่อมั่นใจว่าหากทำการผสมเทียมน้ำเชื้อจะไหลออกไปด้านนอกไม่ไหลย้อนกลับเข้าไปในพลาสติกซีท โดยสอดปลายพลาสติกซีทผ่านวงแหวนแล้วเลื่อนวงแหวนมาปิดล็อกไว้ให้แน่นเพื่อไม่ให้พลาสติกซีทเคลื่อนที่เมื่อคันแป้นของก้านฉีดน้ำเชื้อแล้วสวมแซนนิตารี ซีทหุ้มปืนอีกชั้น เมื่อสิ้นสุดขั้นตอนนี้ถือว่าพร้อมที่จะทำการผสมเทียมแล้ว



รูปภาพที่ 11 การทดสอบการไหลของน้ำเชื้อและสวมแซนนิตารีซีทที่พร้อมผสมเทียมแล้ว

3. การสอดท่อผสมเทียมในการผสมเทียม

ในผสมเทียมครั้งแรกนั้นสามารถวางตำแหน่งท่อผสมเทียมหน้าคอมดลูกด้านในได้โดยแต่กรณีผสมครั้งที่สองในการเป็นสัตรอบถัดไป แนะนำให้ปล่อยน้ำเชื้อที่กลางคอมดลูกเนื่องจากโคอาจตั้งท้องแล้วแต่ยังแสดงการเป็นสัดให้เห็นอีกซึ่งจะช่วยลดโอกาสเสี่ยงต่อการทำให้แท้งโดยวางท่อผสมเทียมที่คอมดลูกได้ในระยะเป็นสัดคอมดลูกจะเปิดประกอบกับมีเมือกมากทำให้การสอดท่อผสมเทียมผ่านคอมดลูกทำได้ง่ายในแม่โคที่เคยมีปัญหาคลอดยากที่เกิดความเสียหายต่อคอมดลูกอาจพบคอมดลูกกดทำให้สอดท่อผ่านลำบากหรือผ่านไม่ได้ควรระมัดระวังการสอดท่อผสมเทียมคือการนำท่อผสมเทียมไปวางหน้าคอมดลูกแล้วประคองคอมดลูกเข้าหาท่อผสมเทียมไม่ใช้น้ำท่อผสมเทียมสอดให้ผ่านคอมดลูกเพราะอาจเกิดความเสียหาย

หรือฟกซ้ำต่อคอมดลูกหรือทะลุผ่านช่องคลอดเข้าช่องท้องได้แม่โคที่อายุน้อยมากผ่านการคลอดมาหลายครั้งคอมดลูกจะโตและอาจหย่อนตกลงทำให้การสอดท่อผสมเทียมทำได้ยากขึ้น โดยมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1. ควรรักษาเล็บให้สั้นอยู่เสมอและต้องสวมถุงมือทุกครั้งเพื่อป้องกันตัวเองควรรักษาถุงมือล้างที่มีคุณภาพดีและนุ่ม

2. หันด้านข้างของผู้ทำการผสมเทียมเข้าหาโคและระมัดระวังตัวทุกครั้งเพื่อป้องกันอันตรายจากการเตะของโคที่ไม่เชื่อฟัง

3. หล่อลื่นถุงมือล้างถึงส่วนแขนด้วยเค-วาชเจลหรือใช้น้ำสบู่ก็ได้

4. ค่อยๆสอดมือเข้าทางทวารโดยทำมือเป็นกรวยแล้วสอดเข้าไป

5. เมื่อข้อมือผ่านทวารเข้าไปแล้วให้เริ่มหาคอมดลูกหากมีอุจจาระในลำไส้ใหญ่มากให้อาอุจจาระออกก่อนการล้างหาคอมดลูกทุกครั้งหลังจากพบคอมดลูกแล้วให้ตรวจเช็คว่าเป็นสัดจริงหรือไม่โดยการตรวจการแข็งเกร็งตัวของมดลูก

6. หลังจากตรวจสอบว่าเป็นสัดจริงแล้วให้ทำความสะอาดปากช่องคลอดด้วยใช้กระดาษชำระหรือผ้าแห้งโดยการใช้ข้อมือดันมาทางทวารหนักเพื่อช่วยให้ปากช่องคลอดเปิดออกให้เช็ดปากช่องคลอดให้สะอาดและแห้งเป็นการลดการปนเปื้อนเมื่อสอดหลอดฉีดน้ำเชื้อหลังจากละลายน้ำเชื้อและใส่ในปืนผสมเทียมแล้วให้สวมถุงมือและล้างผ่านทวารหนักอีกครั้ง ขณะล้างอาจใช้มืออีกข้างกำหางไว้ถ้าในลำไส้ใหญ่ยังคงมีอุจจาระให้ล้างออกให้เกลี้ยงที่สุดหลังจากนั้นให้หาตำแหน่งของคอมดลูกซึ่งผู้ผสมเทียมควรฝึกล้างหาคอมดลูกให้ชำนาญก่อนทำการผสมเทียมจริงโดยคอมดลูกมักจะวางตัวอยู่บนผนังด้านล่างของเชิงกรานหาได้โดยกวาดนิ้วขวางพื้นเชิงกรานจะพบคอมดลูกมีลักษณะแข็งเมื่อพบคอมดลูกแล้วก็จะสามารถหาดำแหน่งของตัวมดลูกและปีกมดลูกได้ง่ายขึ้นซึ่งในแม่โคที่อายุน้อยกว่าวัยระสับพันธุจะทอดลึกเข้าไปมากกว่าโคอายุน้อยในแม่โคที่มีมดลูกเป็นหนองหรือโคที่ตั้งท้องวัยระสับพันธุจะยังอยู่ลึกเข้าไปถึงช่องท้องเมื่อพบคอมดลูกแล้วให้จับไว้ด้วยนิ้วโป้งนิ้วชี้และนิ้วกลาง

7. สอดหลอดฉีดน้ำเชื้อผสมเทียมที่เตรียมไว้ผ่านทางช่องคลอดโดยอย่าให้สัมผัสสิ่งสกปรกที่ปากช่องคลอดหรืออุจจาระโดยท่อสอดขึ้นทำมุม 35–45 องศาเซลเซียสเพื่อไม่ให้หลอดพลาดไปเข้ากระเพาะปัสสาวะ ซึ่งมีรูเปิดที่พื้นของช่องคลอดเมื่อผ่านหลอดฉีดน้ำเชื้อเข้าช่องคลอดไปได้แล้วให้ยกระดับขึ้นขนานกับแนวคอมดลูกซึ่งจะขนานแนวสันหลังโคและให้ควบคุมคอมดลูกเพื่อให้ปืนผสมเทียมผ่านเข้าไปได้โดยดันคอมดลูกไปทางด้านหน้าเพื่อไม่ให้พื้นช่องคลอดมีรอยยับทำการสอดสอดปืนผสมเทียมเข้าไปจนปลายสัมผัสปากมดลูก แล้วดึงปืนผสมเทียมออกมาประมาณ 1 นิ้ว หลังจากนั้นการรอบปากมดลูกตรงส่วนท้ายด้วยนิ้วโป้งและนิ้วอีก 2 นิ้วทำการดันปืนผสมเทียมเข้าเบาๆ โดยนิ้วโป้งและอีก 2 นิ้วของมือที่ล้างควรรออยู่ตำแหน่งปลายปืนผสมเทียมในระหว่างที่สอดใส่ควรรักษาความนุ่มนวลและไม่ควรฝืนในการสอดท่อ

ผสมเทียมเพราะอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือทะลุได้เนื่องจากคอมดลูกมีรอยย่น(annular ring) ภายในมากมายดังนั้นจึงต้องสอดท่อผสมเทียมขึ้น-ลงเพื่อให้ผ่านรอยย่นเหล่านี้บางครั้งรูเปิดของคอมดลูกไม่ได้อยู่ตรงกลางจึงควรใช้นิ้วชี้ของมือที่ลี้วคลำหาปลายของหลอดผสมเทียมเพื่อที่จะตรวจว่าท่อป็นผสมเทียมได้ผ่านเข้าสู่คอมดลูกแล้วให้สอดท่อป็นเข้าสู่ช่องเปิดของคอมดลูกและใช้มือซ้ายช่วยพุงในการสอดปลายท่อป็นผ่านตามรอยหยักภายในคอมดลูกขณะที่สอดท่อผ่านคอมดลูกนั้นนิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือก็เคลื่อนไปข้างหน้าตามการเคลื่อนของท่อป็นที่สอดเข้าไปด้วยความลึกของท่อป็นที่สอดเข้าไปจะรู้สึกได้จากความแข็งของท่อป็นที่คลำผ่านคอมดลูกใช้นิ้วนำทางให้ท่อผสมเทียมผ่านคอมดลูกออกไปสู่ตัวมดลูกส่วนตัวมดลูกจะยื่นออกมาประมาณ $\frac{3}{4}$ นิ้วจากปลายเปิดด้านในของคอมดลูกเมื่อสอดท่อป็นมาถึงด้านหน้ามดลูกแล้วให้หยุดที่ตำแหน่งนั้นและไม่ควรดึงท่อผสมเทียมออกจากช่องคลอดถ้ายังไม่ได้ฉีดน้ำเชื้อเพราะการสอดท่อใหม่อีกครั้งหนึ่งจะก่อให้เกิดการติดเชื้อได้



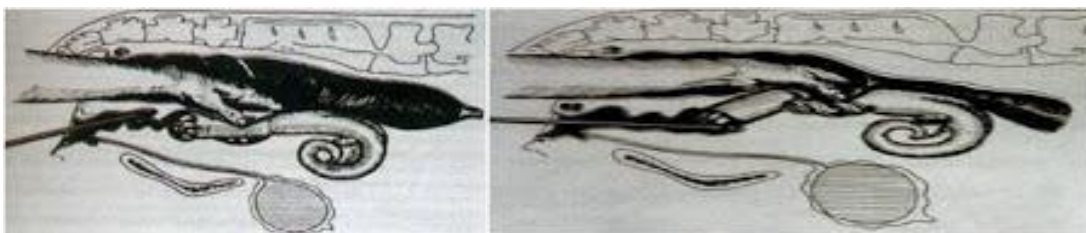
รูปภาพที่ 14 แสดงลักษณะการสอดหลอดน้ำเชื้อและการเข้าหาโคเพื่อผสมเทียมที่ถูกต้อง

8. เมื่อถึงบริเวณที่ปล่อยน้ำเชื้อแล้วให้ดันน้ำเชื้อออกช้าๆ โดยให้ดันที่แกนด้านในของท่อผสมเทียมใช้เวลาอย่างน้อย 5-8 วินาทีเพื่อให้แน่ใจว่าได้ดันน้ำเชื้อออกไปจากท่อจนหมดในการผสมครั้งแรกแนะนำให้ฉีดเชื้อไว้บริเวณตัวมดลูก (body of the uterus) ในการผสมซ้ำครั้งต่อมาในโคตัวเดิมซึ่งอาจตั้งท้องแล้วควรจะฉีดเชื้อไว้ที่กลางท่อคอมดลูกเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดกับตัวอ่อนที่อยู่ในมดลูกในโคบางตัวที่ไม่สามารถสอดท่อผสมเทียมผ่านคอมดลูกได้ให้ฉีดน้ำเชื้อปล่อยไว้ที่คอมดลูกเลย ไม่ควรฝืนใช้แรงดันท่อผสมเทียมไม่ว่ากรณีใดๆ ผลที่ได้ใกล้เคียงกับการฉีดน้ำเชื้อที่ตัวมดลูกหลังจากฉีดเชื้อแล้วให้ดึงท่อผสมเทียมและมือที่ลี้วทวารหนักออกช้าๆ และถอดถุงมือออกโดยพลิกด้านในออกมาพับไว้ และมือที่ลี้วทวารหนักกำที่อวัยวะเพศเบาๆ เพื่อกระตุ้นให้มดลูกเกิดการหดตัวจะทำให้เปอร์เซ็นต์ผสมติดสูงขึ้น

9. ใช้มือที่ลี้วทวารหนัก ประคองคอมดลูกมาสวมเข้ากับปลายหลอดฉีดน้ำเชื้ออย่าสอดหลอดน้ำเชื้อเข้า

หาปากมดลูกโดยเด็ดขาดเพราะอาจแทงทะลุช่องคลอดได้

10. จัดการให้คอมดลูกผ่านหลอดคินน้ำเชื้อให้ตลอดคอมดลูกโดยการดึงคอมดลูกขึ้น-ลงเพื่อให้หลอดคินน้ำเชื้อผ่านรอยย่นที่คอมดลูกไปได้



รูปภาพที่ 15 แสดงลักษณะการดึงคอมดลูกขึ้น-ลงเพื่อให้หลอดคินน้ำเชื้อผ่านคอมดลูกไปได้

11. เมื่อหลอดคินน้ำเชื้อผ่านคอมดลูกเข้าไปในตัวมดลูกให้ใช้นิ้วชี้สัมผัสปลายหลอดคินน้ำเชื้อในตัวมดลูก ส่วนหน้าของคอมดลูกด้านใน (Internal os of cervix) ขึ้นปลายหลอดเข้าไปในตัวมดลูกประมาณ 1 ซม. ให้ตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งฉีดปล่อยน้ำเชื้อทำการดันแกนใส่ในหลอดคินน้ำเชื้อเพื่อดันน้ำเชื้อให้หมดหลอดภายใน 5-8 วินาทีในตำแหน่งนี้

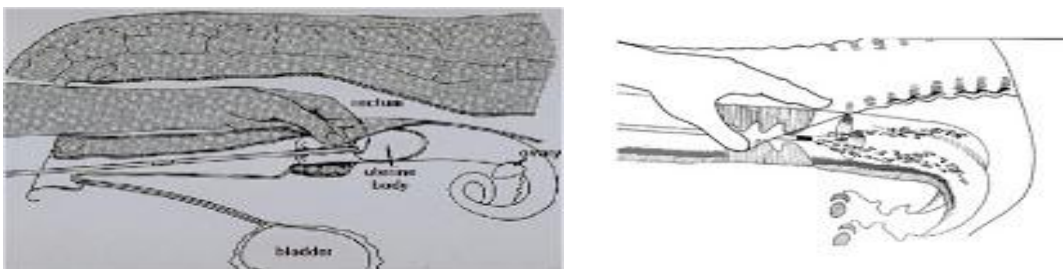
12. หากไม่แน่ใจว่าโคที่ผสมท้องหรือไม่ให้สอดหลอดคินน้ำเชื้อเพียง 2/3 ของคอมดลูกแล้วปล่อยน้ำเชื้อในตำแหน่งคอมดลูกได้เลย

13. เมื่อผสมเทียมเสร็จแล้ว ให้ถอดมือออกจากทวารพร้อมถอยหลอดคินน้ำเชื้อออกจากช่องคลอดและถอดถุงมือออกโดยพลิกด้านในออกมาพับไว้ก่อนถึงถึงขะ

14. ปลดวงแหวนที่ถือพลาสติกซีทออกแล้วดึงพลาสติกซีทออกจากตัวหลอดคินน้ำเชื้อโดยจะมีหลอดน้ำเชื้อติดอยู่ส่วนปลายของพลาสติกซีท

15. ตรวจสอบข้อพ้อพันธุ์ที่หลอดน้ำเชื้อและทำการลงบันทึกในสมุดบันทึกการผสมเทียมและการ์ผสมเทียมประจำตัวโคณ.ฟาร์มเจ้าของสัตว์

16. เก็บพลาสติกซีทหลอดน้ำเชื้อ ถุงมือล้างทิ้งถึงขะ และทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ผสมเทียมเก็บอุปกรณ์ในที่เก็บอุปกรณ์การผสมเทียมแล้วทำความสะอาดรองเท้าบู๊ทและตัวของผู้ผสมเทียมให้สะอาดก่อนเดินทางไปผสมเทียมในฟาร์มต่อไป



รูปภาพที่ 16 แสดงลักษณะการปล่อยน้ำเชื้อในการผสมเทียม



รูปภาพที่ 17 แสดงจุดปล่อยน้ำเชื้อที่ตัวมดลูกและที่คอมดลูก

การตรวจความสำเร็จของการผสมเทียม

1. ทำการตรวจท้อง 60 วันหลังการผสมด้วยการล้วงตรวจหากพบว่าปีกมดลูกข้างที่ตั้งท้องคล้ายลูกโป่งใส น้ำวางตัวอยู่บนกระดูเชิงกรานหรือปีกมดลูกทั้ง 2 ข้างมีขนาดใหญ่ไม่เท่ากัน โดยที่ปีกมดลูกข้างที่ตั้งท้องจะใหญ่กว่าข้างที่ไม่ตั้งท้องและเส้นผ่านศูนย์กลางของปีกมดลูกข้างที่ตั้งท้องจะประมาณ 6-9 เซนติเมตรซึ่งถ้าอาจพบการกระเพื่อมน้ำ (Fluctuation) หากคลำรังไข่จะพบก้อนเนื้อเหลืองบนรังไข่ข้างเดียวกับปีกมดลูกที่ตั้งท้องลักษณะเหมือนดอกเห็ดหรือกรวยยื่นขึ้นมาจากเนื้อของรังไข่รังไข่ข้างที่ตั้งท้องจะใหญ่กว่าข้างที่ไม่ตั้งท้อง แต่ไม่ควรคลำรังไข่เนื่องจากถ้าผู้สวดขาดความชำนาญ จะทำให้ก้อนเนื้อเหลืองหลุด ทำให้แม่โคแท้งลูกได้

2. ดูจากบันทึกการผสมเทียม หากผ่านมา 2 รอบของการเป็นสัดแล้วแต่โคไม่แสดงการเป็นสัด ให้คาดเดาว่าโคตั้งท้องแล้ว หรืออาจทำร่วมกับการล้วงตรวจก็ได้

ใบงานที่ 6

เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ เทคโนโลยีชีวภาพ(ต่อ)

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. การผสมเทียมหมายถึงอะไร
2. การผสมเทียมมีขั้นตอนอย่างไร
3. การถ่ายฝากตัวอ่อนทำได้อย่างไรและมีขั้นตอนการอย่างไรบ้าง
4. การโคลนหมายถึงอะไร
5. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีวิธีการอย่างไรและทำเพื่อประโยชน์อย่างไรบ้าง

ใบความรู้ที่ 7

เรื่อง จุลินทรีย์ในอาหาร

จุลินทรีย์ คือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ส่วนมากมีเซลล์เดียวจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับนม ได้แก่

1. แบคทีเรียเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ในสภาพแวดล้อมที่ไม่สะอาดและในอุณหภูมิประมาณ 15 องศาเซลเซียส. แบคทีเรียที่เติบโตได้ในนม ได้แก่แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก กรดบิวทีริก (buteric acid) และกรดโพรพิโอนิก (propeonic acid) และแบคทีเรียที่ทำให้เนื้อมเน่าเสีย และมีกลิ่นเหม็น

2. ยีสต์ทำลายคุณภาพของอาหารนม แต่จำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมขนมปัง สุรา และไวน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์นม ต้องควบคุมการเจริญเติบโตของยีสต์ โดยใช้ความร้อนสูงกว่า 47 องศาเซลเซียส.

3. รางจะถูกทำลายโดยการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ มีประโยชน์ในการผลิตเนยแข็ง

4. ไวรัสได้แก่แบคทีริโอฟาจ (bacteriophage) ไม่ทำให้นมเสื่อมคุณภาพแต่เป็นตัวทำลายแบคทีเรียที่ใช้ในการแปรรูปนม เช่น นมเปรี้ยว เนยแข็งดังนั้นจึงต้องทำลายไวรัสชนิดนี้ โดยใช้ความร้อนและการเพิ่มความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็วจะเห็นว่าจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีในน้ำนมมีทั้งชนิดที่เป็นประโยชน์และไม่เป็นประโยชน์ หรือบางชนิดอาจให้โทษต่อร่างกายมนุษย์อุตสาหกรรมนมที่ใช้จุลินทรีย์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น

* อุตสาหกรรมการทำเนยแข็ง (Cheese) ซึ่งต้องใช้จุลินทรีย์ในการเปลี่ยนแปลงทางเอนไซม์รสชาติและกายสมบัติของเนยแข็งส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนรูปองค์ประกอบของน้ำนมโดยจุลินทรีย์

* การทำเนย (Butter) โดยใช้แบคทีเรียหลายชนิดรวมกันทำให้เนยมีรสอร่อยและมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน

* การผลิตนมเปรี้ยวชนิดต่างๆ เช่น โยเกิร์ต (Yoghurt) ก็ต้องอาศัยจุลินทรีย์ชนิดที่สามารถทำให้เกิดกรดและเกิดรสที่ต้องการด้วย

จุลินทรีย์ หรือ **จุลชีวน** หรือ **จุลชีพ** (อังกฤษ: Microorganism) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจึงจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ ได้แก่ แบคทีเรีย อาร์เคีย รา และ ยีสต์ เป็นต้นเราสามารถพบจุลินทรีย์ได้ทุกสภาวะแวดล้อมแม้แต่ในสภาวะแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอื่นอยู่ไม่ได้แต่จุลินทรีย์บางชนิดสามารถปรับตัวอาศัยอยู่ได้ เช่นในน้ำพุร้อนบริเวณภูเขาไฟใต้ทะเลลึก หรือภูเขาไฟธรรมดาได้มหาสมุทรที่มีความกดดันของน้ำสูงๆ ในน้ำแข็งที่มีอุณหภูมิเย็นจัดบริเวณที่มีสภาพความเป็นกรด่างสูง

หรือแม้กระทั่งในบริเวณที่ไม่มีออกซิเจนส่วนใหญ่หมายถึงสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือหลายๆเซลล์ โดยแต่ละเซลล์เป็นอิสระจากกัน

จุลินทรีย์เมื่อแบ่งออกเป็นกลุ่มตามขนาด รูปร่าง และคุณสมบัติอื่นๆ ได้ดังนี้

1. เชื้อไวรัส

เป็นจุลินทรีย์ที่ขนาดเล็กที่สุดต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีกำลังขยายเป็นหมื่นเท่าจึงจะมองเห็นได้ เรายังไม่สามารถเพาะเลี้ยงเชื้อไวรัสได้ในอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อไวรัสเจริญเพิ่มจำนวนได้เมื่ออยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้นตัวอย่างโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส ได้แก่ ไข้ทรพิษ พิษสุนัขบ้า ไขสันหลังอักเสบหรือโปลิโอ หัด ทางทุม และอีสุกอีใส เป็นต้น

2. เชื้อแบคทีเรีย (bacteria)

มีขนาดใหญ่กว่าเชื้อไวรัสสามารถมองเห็นได้เมื่อส่องขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาส่วนมากทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในธรรมชาติแต่อาจมีบางชนิดที่สามารถสังเคราะห์แสงได้

3. เชื้อรา (fungus)

มีขนาดใหญ่กว่าเชื้อแบคทีเรียพบว่ามีรูปร่าง 2 แบบ คือ ราแบบรูปกลม เรียกว่า ยีสต์ และราแบบเป็นสาย เรียกว่า สาขรา ราบางชนิดจะมีรูปร่างได้ทั้ง 2 แบบขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ เราอาจมองเห็นกลุ่มของเชื้อราได้ด้วยตาเปล่าราบางชนิดจะสร้างสปอร์สำหรับสืบพันธุ์เกิดเป็นเห็ดขึ้น

4. สาหร่ายเซลล์เดียว (blue green algae)

เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้เพราะมีรงควัตถุเพื่อการสังเคราะห์แสงอยู่ในเซลล์จัดเป็นผู้ผลิตเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร

ใบงานที่ 7

เรื่อง จุลินทรีย์ในอาหาร

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จุลินทรีย์หมายถึงอะไร
2. จุลินทรีย์มีความสำคัญอย่างไรต่ออาหาร
3. จุลินทรีย์แบ่งตามรูปร่างมีกี่ชนิดอะไรบ้าง
4. จุลินทรีย์แบ่งเป็นกี่ชนิดอะไรบ้าง
5. ยีสต์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้าง

ใบความรู้ที่ 8

เรื่อง จุลินทรีย์ในอาหาร(ต่อ)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสียของอาหาร

จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสียนั้นมีทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และราซึ่งจะพบได้ทั่วไปในดิน น้ำ และอากาศโดยปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ได้แก่

1. องค์ประกอบของอาหาร ชนิดของสารอาหารที่มีมากในอาหารชนิดนั้นๆ เช่นอาหารประเภทโปรตีนมักเกิดการเน่าเสียจากแบคทีเรียหรืออาหารจำพวกแป้งมักจะเน่าเสียจากเชื้อราที่ย่อยแป้งได้เช่น *Aspergillus* หรือ *Rhizopus* นอกจากนี้วิตามินก็เป็นตัวช่วยให้จุลินทรีย์เจริญได้ดีด้วย

2. น้ำในอาหารน้ำเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารทุกชนิดโดยอยู่ในรูปอิสระ (free water) และเกาะเกี่ยวกับสารอื่นน้ำอิสระเป็นน้ำที่แทรกตัวอยู่ในช่องว่างของอาหารอาจมีการเกาะตัวกับองค์ประกอบของอาหารบ้าง น้ำสามารถเป็นตัวทำละลายได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี และจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้ โดยจะเรียกน้ำอิสระนี้ว่า water activity (a_w) จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีในอาหารที่มีค่า a_w สูงและมีความเข้มข้นของเกลือและน้ำตาลต่ำ

3. ค่า pH จุลินทรีย์ทุกชนิดจะมีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญ โดยทั่วไปยีสต์และรา มีความทนทานต่อความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรียอาหารที่มีความเป็นกรดสูงหรือมี pH ต่ำจะเก็บได้นานกว่าอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ

4. อุณหภูมิจุลินทรีย์สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ตามระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

4.1 Thermophilic มีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 35-55 °C

4.2 Mesophilic มีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 10-40 °C

4.3 Psychrophilic มีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 5-15 °C

ดังนั้นการเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการเก็บอาหารที่อุณหภูมิสูง

ประโยชน์ของจุลินทรีย์ในอาหาร



นมเปรี้ยวเกิดจากการหมักจุลินทรีย์ในนมจนเกิดรสเปรี้ยวอาจเติมสารปรุงแต่ง สี กลิ่น รส หรือ สารอย่างอื่นที่จำเป็นต่อกรรมวิธีการผลิตบางคนเข้าใจผิดว่านมเปรี้ยวกับนมชนิดเหมือนกัน เพราะเห็นว่ามรสเปรี้ยวเช่นเดียวกันนมชนิด เกิดจากเชื้อโรคที่กินไม่ได้ไปทำปฏิกิริยากับนม เมื่อกินนมชนิดเข้าไปจะมีอาการท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน เพราะอาหารเป็นพิษ**จุลินทรีย์ในนมเปรี้ยว**เป็นจุลินทรีย์ที่พบตามปกติในทางเดินอาหารไม่สร้างสารพิษ และไม่ทำให้เกิดโรค ได้แก่ จุลินทรีย์ในกลุ่มแลคโตบาซิลลัสเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มที่เรียกว่า โพรไบโอติกส์ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตสามารถก่อประโยชน์ต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มันอาศัยอยู่โดยการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกายของผู้บริโภค

ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในนมเปรี้ยว

1. รักษาอาการท้องเสีย

ในลำไส้ของมนุษย์ประกอบด้วยจุลินทรีย์นานาชนิด บ้างก็เป็นประโยชน์บางชนิดก็ให้โทษ สำหรับคนสุขภาพดี แข็งแรงจุลินทรีย์ทั้งหมดในร่างกายจะอยู่ในสภาพสมดุล นี่คือ ระบบนิเวศน์ของลำไส้แต่วันใดก็ตามที่ระบบนิเวศน์ในร่างกายเสียสมดุล จุลินทรีย์ที่ดีมีจำนวนลดลงจุลินทรีย์ที่ให้โทษขยายจำนวนมากขึ้นจนมีจำนวนมากกว่าจุลินทรีย์ที่ดีก็จะทำให้เกิดอาการท้องเสียขึ้นมาได้ถ้าเป็นเช่นนี้การดื่มนมเปรี้ยวที่เกิดจากกรรมวิธีการหมักจะเป็นนมเปรี้ยวที่มีทั้งกรดแลคติกและเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่ในน้ำนมทุกครั้งที่เราทานนมเปรี้ยวเราไม่เพียงแต่ได้รับสารอาหารที่เป็นประโยชน์เท่านั้นแต่เรายังได้รับจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตจำนวนหนึ่งเข้าสู่ร่างกายด้วยจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยปรับสภาพของลำไส้ให้กลับมาอยู่ในภาวะสมดุลอีกครั้งหนึ่งและทำให้อาการท้องเสียนี้หายไปได้ และยังสามารถรักษาโรคท้องเดินและแผลในกระเพาะอาหารได้ซึ่งจุลินทรีย์ที่มีชีวิตนี้ คือตัวการสำคัญที่ทำให้นมเปรี้ยวมีคุณค่าต่อร่างกายต่างจากนมเปรี้ยวเทียมที่เติมกรดให้มีเพียงแต่รสเปรี้ยวเท่านั้น

2. ยกระดับภูมิคุ้มกันโรค

จุลินทรีย์ในนมเปรี้ยวไม่เพียงป้องกันและรักษาโรคได้ด้วยฤทธิ์เป็นยาฆ่าเชื้อเท่านั้นแต่ยังมีคุณสมบัติกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายให้สูงขึ้นด้วยและยังช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจโดยเชื้อแลคโตบาซิลลัสจะช่วยควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือดได้นอกจากนี้เชื้อแลคโตบาซิลลัสยังช่วยป้องกันโรคมะเร็งได้โดยเชื้อแลคโตบาซิลลัสสามารถจับกับสารก่อมะเร็ง จับกับโลหะหนัก และกรดน้ำดีซึ่งมีพิษยับยั้งกลุ่มแบคทีเรียในลำไส้ที่สร้างสารไนเตรทได้ (สารไนเตรทเป็นสารก่อมะเร็งตัวหนึ่ง) ช่วยเปลี่ยนสารฟลาโวนอยด์จากพืชให้เป็นสารต้านมะเร็ง)



3. ควบคุมจุลินทรีย์ในลำไส้และยับยั้งเชื้อโรคของอาหารเป็นพิษ

ในนมเปรี้ยวมีการสะสมของสารเมตาบอไลต์ที่จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกขับออกมาสารเหล่านี้มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการในลำไส้ได้หลายชนิดเช่น Salmonella และ E. coli ทำให้พวกจุลินทรีย์เหล่านี้ไม่สามารถทำอันตรายต่อร่างกายเราได้ ดังนั้นเราควรรับประทานนมเปรี้ยวอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มีกลุ่มจุลินทรีย์ที่ดีอาศัยอยู่ภายในลำไส้

4. ช่วยให้อายุยืนยาว

จุลินทรีย์ในนมเปรี้ยวจะสร้างเอนไซม์ที่สามารถย่อยอาหารได้มากกว่าปกติ เช่น เอนไซม์ย่อยโปรตีน (Protease) จะช่วยให้การย่อยเคซีนซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่มีอยู่มากในนมช่วยให้มีการหลั่งน้ำลายและเอนไซม์ในกระเพาะอาหารและตับอ่อนมากขึ้นช่วยให้การเคลื่อนไหวของลำไส้ดีขึ้นจุลินทรีย์เหล่านี้ยังสร้างเอนไซม์ย่อยน้ำตาลแลคโตส (B-galactosidase) ซึ่งสามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตส ซึ่งคนเราทั่วไปจะขาดเอนไซม์นี้ หลังจากหย่านมทำให้บางคนเมื่อทานนมแล้วมีอาการท้องเสีย เนื่องจากน้ำตาลแลคโตสไม่ถูกย่อยแต่จุลินทรีย์ที่เติมลงในนมเปรี้ยวนี้จะไปช่วยย่อยน้ำตาลแลคโตสทำให้ผู้บริโภคไม่เกิดอาการท้องเสียนอกจากนี้จุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติกนี้ยังช่วยทำให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมและธาตุเหล็กได้ดีขึ้น

5. เป็นแหล่งวิตามิน บี 1 และวิตามินเค

แบคทีเรียในนมเปรี้ยวยังสามารถสังเคราะห์วิตามิน บี 1 (ไรโบฟลาวิน) และวิตามิน เค ในลำไส้ซึ่งเป็นวิตามินที่มีความสำคัญต่อการทำงานของร่างกาย ป้องกันโรคเหน็บชาและช่วยในการแข็งตัวของเลือด



คำแนะนำในการบริโภคนมเปรี้ยว

การบริโภคนมเปรี้ยวจะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายแต่นมเปรี้ยวให้โทษได้เหมือนกันถ้าในกระบวนการผลิตไม่ได้มาตรฐาน เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อโรค และสารต่างๆ นอกจากนั้นการบริโภคให้หมดก่อนวันหมดอายุหากเปิดภาชนะบรรจุแล้วบริโภคไม่หมดในวันเดียวควรเก็บไว้ในตู้เย็นและปิดฝาให้มิดชิดการสังเกตลักษณะเป็นก้อนๆ ที่ก้นขวดหรือภาชนะบรรจุ ถ้าเป็นโยเกิร์ตจะต้องอยู่ในลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว กลิ่นและรสไม่ผิดไปจากปกติ (ยกเว้นกลิ่นและรสที่ปรุงแต่งลงไป) บางคนทานนมเปรี้ยวเป็นอาหารหลักเพื่อลดความอ้วน อาจได้รับสารอาหารไม่ครบถ้วน นอกจากนั้นนมเปรี้ยวที่ผลิตจากนมสดและมีการปรุงแต่งด้วยน้ำตาล จะมีแคลอรีสูงกว่านมสดธรรมดาคุณค่าทางโภชนาการของนมเปรี้ยวขึ้นอยู่กับชนิดของนมที่นำมาใช้ และสารปรุงแต่งที่เติมลงไปถ้าทำมาจากนมสดคุณค่าจะเท่ากับนมสด ถ้าทำมาจากหางนม ที่ได้สกัดไขมันออกจะมีคุณค่าทางโภชนาการน้อยลงไปไม่ควรรับประทานนมเปรี้ยวเป็นอาหารหลักแต่ควรรับประทานเป็นอาหารเสริมเพื่อการมีสุขภาพที่ดีของท่านจึงจะถูกต้องเหมาะสม

ใบงานที่ 8

เรื่องจุลินทรีย์ในอาหาร(ต่อ)

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีอะไรบ้าง
2. ปัจจัยใดที่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่เกิดกับอาหารกระป๋องและแบคทีเรียชนิดนี้มีชื่อว่าอะไร
3. รังสีชนิดใดบ้างที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้
4. การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในการผลิตอาหารมีอะไรบ้าง
5. จงอธิบายขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชู

ใบความรู้ที่ 9.

เรื่อง จุลินทรีย์ในอาหาร(ต่อ)

3.5. พืชของจุลินทรีย์ในอาหาร

สิ่งเป็นพืชที่ปนเปื้อนอาหาร ซึ่งเกิดจากมลภาวะของสิ่งแวดล้อมและเป็นที่สนใจของทั่วโลก ประกอบด้วย สิ่งเป็นพืชทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิต สารเคมี และสารกัมมันตรังสี ดังนี้

จุลินทรีย์

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก โดยปกติไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จุลินทรีย์มีอยู่มากมาย หลายชนิด แต่ละชนิดมีขนาด ลักษณะและการดำรงชีพต่างกัน ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย ยีสต์ รา สาหร่าย สัตว์เซลล์เดียวและพยาธิ เป็นต้น

ไวรัส

เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กที่สุด แต่เดิมมาเมื่อมีผู้ป่วยด้วยโรคทางเดินอาหาร มักมุ่งสาเหตุไปที่เชื้อแบคทีเรีย ในระยะหลังจึงพบว่าอาการที่เกิดขึ้นบางครั้งมีสาเหตุจากไวรัสบางชนิด เช่น ไวรัสโรตา (rota) เป็นสาเหตุโรคท้องร่วงในเด็กเล็กเนื่องจากการล้างขวนม จุกนมหรือภาชนะบรรจุนมไม่สะอาด และพบว่าอาการท้องร่วงเนื่องจากบริโภคหอยดิบหรือสุกๆดิบๆ นั้นไม่จำเป็นต้องเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เพราะไวรัสที่ชื่อโนรวอล์ก (norwalk) ก็อาจเป็นสาเหตุของอาการนี้เช่นกัน

นอกจากนี้โรคตับอักเสบที่เกิดจากไวรัสตับอักเสบนชนิดเอ (hepatitis A) ก็เป็นโรคที่เกิดจากการติดต่อผ่านอาหารและน้ำที่มีเชื้อไวรัสปนเปื้อนไวรัสที่ปนเปื้อนอาหารต่างจากแบคทีเรียคือ จะไม่เจริญขยายตัวในอาหารนั้น จึงมักตรวจหาไวรัสในอาหารโดยตรงไม่พบเพราะมีปริมาณน้อยมาก แต่เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจึงจะเจริญได้อย่างรวดเร็วจนก่อให้เกิดอาการป่วยได้

แบคทีเรียและรา

เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการแพร่ขยายพันธุ์สูง ประกอบกับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติมีส่วนในการแพร่กระจาย ทำให้มีแบคทีเรียและราอยู่ทั่วไปเกือบทุกหนทุกแห่ง ไม่ว่าจะเป็นในน้ำ ในดิน ในอากาศ ในสัตว์และพืช แบคทีเรียและราจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ดังนั้น จุลินทรีย์จากแหล่งต่าง ๆ

จะมีโอกาสที่จะปนเปื้อนอาหารสูงมาก พืชผักผลไม้ที่ใช้เป็นอาหารจะมีจุลินทรีย์จากดิน น้ำ และปุ๋ยอินทรีย์ ปนเปื้อนมาจากแหล่งเพาะปลูก จุลินทรีย์จากภาชนะและมือจะเข้าปนเปื้อนเพิ่มขึ้น เมื่อมีการจับต้องอาหารหรือขนถ่ายไปยัง

แหล่งจำหน่าย อาหารที่ได้จากเนื้อสัตว์จะปนเปื้อนจุลินทรีย์จากระบบทางเดินอาหารของสัตว์นั้นขณะ
ฆ่าและ สัตว์น้ำซึ่งเลี้ยงหรือจับมาจากแหล่งน้ำที่สกปรกจะสะสมจุลินทรีย์ไว้ในระบบทางเดิน
อาหาร ต่อมาเมื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตโดยกรรมวิธีต่างๆ ในการเก็บถนอมอาหารชนิดและปริมาณ
จุลินทรีย์จะถูกควบคุมและกำจัดลงเพื่อรักษาความสะอาดและยืดอายุการเก็บรักษา

การเจริญของจุลินทรีย์คือการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เป็นสาเหตุให้อาหารเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้
เนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์จากตัวจุลินทรีย์ไปย่อยสารอินทรีย์ของ
อาหาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ให้เป็นสารที่มีโมเลกุลเล็กลง แบคทีเรียและราบางชนิดรวมทั้ง
ไวรัส เจริญได้ในสิ่งมีชีวิตอื่นจึงทำให้เกิดโรคในคน พืชและสัตว์

การที่จุลินทรีย์ปนเปื้อนอาหารก่อให้เกิดผล

คือ

1. **อาหารเน่าเสีย** ปรากฏการณ์นี้เป็นวัฏจักรตามธรรมชาติในการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ ทำให้
เกิดความเสียหายของพืชและสัตว์ที่เป็นแหล่งอาหาร เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม หาก
มนุษย์สามารถนำปรากฏการณ์นี้มาประยุกต์ใช้ในการกำจัดกากอาหารส่วนที่ไม่ต้องการจะนำไปใช้ ให้เกิด
ประโยชน์ต่อไปได้ เช่น การทำปุ๋ยหมัก การหมักก๊าซธรรมชาติเพื่อนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงาน การกำจัด
น้ำเสียจากโรงงานผลิตอาหารก่อนทิ้ง เพื่อป้องกันมลภาวะของแหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นต้น

2. **ผู้บริโภครักษาเจ็บป่วย** แบคทีเรียหลายชนิดที่ปนเปื้อนอาหารแล้วทำให้ผู้บริโภครักษาเจ็บป่วยเรียกว่า
แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ อาการป่วยโดยทั่วไปได้แก่ ปวดท้อง ท้องเดิน เชื้อบางชนิดทำให้มี
อาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องหรือมีไข้ร่วมด้วย ระยะเวลาที่เกิดอาการป่วยหลังได้รับเชื้อจะต่างกัน
ไป ตั้งแต่ 1-48 ชั่วโมง เชื้อบางชนิดทำให้ผู้บริโภครักษาเสียชีวิตได้ เช่น คลอสทริเดียม โบทูลินัมและลิสเตอ
เรีย โมโนไซโตเจเนส (*Clostridium botulinum* and *Listeria monocytogenes*)

กลไกที่ทำให้ป่วยมี 2 ประเภทคือ

- ประเภทแรกเกิดจากเชืื่อนั้นเจริญแพร่ขยายตัวเป็นจำนวนมากในร่างกายผู้ที่ได้รับเชื้อและจะติดต่อ
ไปยังผู้อื่นได้ ก่อให้เกิดโรคติดต่อทางเดินอาหาร เช่น อูจจาระร่วง
รุนแรง ไข้ไทฟอยด์ เป็นต้น
- เกิดจากเชืื่อนั้นเจริญในอาหารและสร้างสารพิษที่เรียกว่าท็อกซิน กรณีนี้
อาการป่วยจะเกิดกับผู้บริโภคอาหารที่มีสารพิษเท่านั้น ไม่ติดต่อไปยังผู้อื่น

จุลินทรีย์และท็อกซินส่วนใหญ่ไม่ทนความร้อน มีบางชนิดเท่านั้นที่ทนความ
ร้อน แต่จุลินทรีย์หลายชนิด เจริญได้ดีในอุณหภูมิต่ำ



ตัวอย่างเชื้อโรคสำคัญและชนิดอาหารที่มักพบวก่อให้เกิดการป่วย

1. ซัลโมเนลลา (Salmonella) อาหารที่มีผู้บริโภครแล้วเกิดอาการพิษ ได้แก่ เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก ไข่ นมดิบ และน้ำ
2. สตาฟิโลค็อกคัส ออริอุส (Staphylococcus aureus) อาหารที่มีผู้บริโภครแล้วเกิดอาการพิษ ได้แก่ เนื้อวัว ไก่ ปลา อาหารทะเลปรุงสุก ขนมจีน นมและผลิตภัณฑ์นมจากวัวและแพะที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ ขนมและอาหารที่ใช้มือหยิบจับ
3. กลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens) อาหารที่มีผู้บริโภครแล้วเกิดอาการพิษ ได้แก่ เนื้อวัว ไก่ปรุงสุก อาหารแห้ง เช่น กะปิ น้ำพริกต่างๆ
4. กลอสตริเดียม โบทูลินุม (Clostridium botulinum) อาหารที่มีผู้บริโภครแล้วเกิดอาการพิษ ได้แก่ อาหารที่ผลิตแล้วเก็บในภาชนะอับอากาศ เช่น อาหารกระป๋องบางชนิด
5. วิบริโอพาราฮีโมไลติคัส (Vibrio parahaemolyticus) อาหารที่มีผู้บริโภครแล้วเกิดอาการพิษ ได้แก่ อาหารทะเลดิบ
6. วิบริโอคอคเคอรี (Vibrio cholerae) อาหารที่มีผู้บริโภครแล้วเกิดอาการพิษ ได้แก่ อาหารทั่วไป
7. บาซิลลัสซีรีอุส (Bacillus cereus) อาหารที่มีผู้บริโภครแล้วเกิดอาการพิษ ได้แก่ อาหารประเภทธัญพืช เช่น เต้าเจี้ยว ผลิตภัณฑ์แป้ง เนื้อสัตว์ ชุป ผักสด ขนมหวาน ซอส ข้าวสุก และขนมจีน
8. ชิกาลลา (Shigella) อาหารที่มีผู้บริโภครแล้วเกิดอาการพิษ ได้แก่ นมและน้ำ
9. เอนเทอโรพาโทเจนิก เอสเชอริเชียโคไล (Enteropathogenic Escherichia Coli) อาหารที่มีผู้บริโภครแล้วเกิดอาการพิษ ได้แก่ เนยแข็ง หมู ไก่และอาหารที่ใช้มือหยิบจับ

สารชีวพิษ

สารชีวพิษ (biotoxin) หมายถึงสารพิษที่เกิดในสิ่งมีชีวิต สารชีวพิษที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่

ซิกัวเทอร่า(ciguatera)

เป็นพิษที่เกิดในแพลงก์ตอนเกมไบเออร์ดิสคัส ทัอกซิกัส (Gambierdiscus toxicus) ซึ่งเป็น

อาหารของสัตว์น้ำขนาดเล็กบางประเภท ปลาใหญ่จะกินสัตว์น้ำเล็ก ๆ เหล่านี้เป็นอาหารอีกต่อหนึ่ง ที่อกชินในปลาใหญ่จะเข้มข้นมากกว่าในสัตว์น้ำขนาดเล็กและมักสะสมในตับ สมอ หรือนัยน์ตา มากกว่าในเนื้อ สารพิษนี้มีคุณสมบัติทนความร้อน มักพบในปลาที่อาศัยบริเวณแนวปะการัง เช่น แถบทะเล แคริบเบียนและมหาสมุทรแปซิฟิก อาการพิษที่เกิดจะมีอาการท้องเดิน อาเจียน เจ็บปวดตามตัวและการรับรู้ความรู้สึกต่ออุณหภูมิผิดปกติ เช่น เมื่อถูกของร้อนกลับรู้สึกว่ายเย็น เป็นต้น อาการเหล่านี้จะหายไปเองในช่วงเวลาหนึ่ง



พิษอัมพาตจากหอย (paralytic shellfish poisoning-PSP)

เรียกย่อ ๆ ว่า สารพีเอสพี เป็นที่อกชินที่เกิดในแพลงก์ตอนโกนีโอแลกซ์ คาทาเนลลา และโกนีโอแลกซ์ ทามาเรนซิส (*Gonyaulax catanella* and *Gonyaulax tamarens*) ซึ่งเป็นอาหารของหอย หอยจะดูดซึมสารพิษนี้จากแพลงก์ตอนสะสมไว้ในตัว เมื่อรับประทานหอย

ที่มีที่อกชิน ที่อกชินจะออกฤทธิ์กับระบบประสาทหลังบริโภคประมาณ 30 นาที จะมีอาการชาที่ปาก หน้ากล้ามเนื้อเกิดอัมพาต หากได้รับปริมาณมากจะเสียชีวิตภายใน 12 ชั่วโมง เนื่องจากระบบหายใจขัดข้อง การรักษามักใช้วิธีให้ผู้ป่วยอาเจียนหรือล้างกระเพาะด้วยผงถ่านเพื่อดูดซับสารพิษออกให้มากที่สุด รวมทั้งใช้เครื่องช่วยหายใจโดยเร็ว การป้องกันอันตรายแก่ผู้บริโภคนั้นในหลายประเทศใช้วิธีติดตามตรวจสอบปริมาณสารพิษในแหล่งเลี้ยงหอย บริเวณน่านน้ำต่าง ๆ หากพบปริมาณสูงกว่า 80 ไมโครกรัม ในหอย 100 กรัม จะห้ามจับหอยบริเวณนั้นมารับประทานหรือจำหน่าย น้ำทะเลในบริเวณที่มีแพลงก์ตอนซึ่งมีสารพีเอสพีชุกชุมจะเป็นสีแดง ชาวบ้านเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **ขี้ปลาวาฬ** หากเกิดปรากฏการณ์นี้ขึ้นที่ใดก็ไม่ควรจับสัตว์น้ำทุกชนิดในบริเวณนั้นมาบริโภค

สารพิษจากเชื้อรา

สารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) ที่ปนเปื้อนอาหาร เตาที่ค้นพบแล้วมีประมาณ 100 สาร สามารถสร้างโดยเชื้อประมาณ 200 ชนิด การปนเปื้อนของสารพิษจากรามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจการผลิตอาหาร (องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติประมาณว่า ทั่วโลกสูญเสียอาหารที่เนื่องจากการปนเปื้อนของพิษจากราถึง 100 ล้านตันต่อปี) และที่สำคัญกว่านั้นก็คือมีผลต่อสุขภาพมนุษย์ ในบรรดาสารพิษจากเชื้อราที่รู้จักทั้งหมดนั้น เชื้อราที่เป็นปัญหาหลักของการปนเปื้อนอาหาร คือ



1. อะฟลาท็อกซิน บี 1 บี 2 จี 1 จี 2 เอ็ม 1 เอ็ม 2 (Aflatoxins B1 B2 G1 G2 M1 M2) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือแอสเพอร์จิลลัส ฟลาวัส (*Aspergillus flavus*)
2. สเตอริกมาโตซิสติน (Sterigmatocystin) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือแอสเพอร์จิลลัส เวอร์ซิคอลอร์ (*Aspergillus versicolor*)
3. ซีราลีโนน (Zearalenone) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือฟิวซาเรียม กรามินีเยรัม (*Fusarium graminearum*)
4. โอคราท็อกซิน (Ochratoxins) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือเพนิซิลเลียม ไวริดิกาตุม (*Penicillium viridicatum*)
5. พาทูลิน (Patulin) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือ เพนิซิลเลียม พาทูลุม (*Penicillium patulum*)
6. ที-2 ท็อกซินทริโคเทซีน (T-2 toxin, trichothecenes) เชื้อราหลักที่สร้างสารพิษ คือ ฟิวซาเรียม ทริซินก์ตุม (*Fusarium tricinctum*)

อะฟลาท็อกซิน

บี

1

มีความสำคัญมากที่สุดสำหรับประเทศที่มีอากาศร้อนและชื้นเช่นประเทศไทย ตรวจพบบ่อยในอาหารประเภทพืชน้ำมันโดยเฉพาะถั่วลิสง ข้าวโพด งา เครื่องเทศ และอาหารแห้งอื่นๆ สารนี้มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ถึง 260 องศาเซลเซียสและถูกทำลายด้วยสารละลายที่เป็นด่าง (บี (B) หมายถึง บลู (blue) คือลักษณะของสารนี้จะมีสีฟ้า เมื่อดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ขนาดความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร จี (G) หมายถึง กรีน (green) คือให้สีเขียว และเอ็ม (M) หมายถึงสารที่พบในน้ำนมวัว คือมิลค์ (milk) ซึ่งแปรูปมาจากสารบีจากอาหารโดยกลไกของร่างกาย การปนเปื้อนอาหารอาจเกิดก่อนเก็บเกี่ยวพืชหรือหลังนำพืชมาปรุงสุกแล้วก็ได้ อะฟลาท็อกซิน บี 1 เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งในตับสัตว์ทดลองหลายชนิดอย่างชัดเจนจึงอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ โดยเฉพาะเมื่อสภาพโภชนาการไม่ดี แม้การศึกษาในประเทศจีนยา โมซัมบิก สวาซิแลนด์ และประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่พบการปนเปื้อนของสารนี้ค่อนข้างมาก จะยังไม่สามารถสรุปได้ว่าการเกิดพยาธิสภาพที่ตับมีสาเหตุโดยตรงจากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนด้วยอะฟลาท็อกซิน แต่ก็ต้องมีมาตรการป้องกันโดยการกำหนดค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีสารนี้ปนเปื้อนอาหารบางประเภท เช่น ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 กำหนดให้มีอะฟลาท็อกซินทุกชนิดในอาหารทั่วไปได้ไม่เกิน 20 ส่วนในพันล้านส่วน (คือ 20 ไมโครกรัมในอาหาร 1 กิโลกรัม) ขณะเดียวกันก็ต้องพัฒนาวิธีการอบเมล็ดพืชอย่างถูกวิธีค้นคว้าหาพันธุ์พืชที่ต้านทานการทำลายของเชื้อราได้ดี ตลอดจนให้ความรู้แก่

เกิดภายหลังรับประทานอาหารที่มีสารพิษ 1-6 ชั่วโมง สารพิษจะออกฤทธิ์ต่อเยื่อลำไส้เล็ก ทำให้คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องท้องเดิน อาจพบอาการไข้ได้บ้าง ในรายที่รุนแรง อาจช็อค แต่ส่วนใหญ่จะดีขึ้นภายใน 8-24 ชั่วโมงการดื่มอาหารให้เดือดเป็นเวลานานถึงครึ่งชั่วโมงก็ไม่สามารถทำลายสารพิษได้

4. **Clostridium botulinum** พบมากในอาหารที่อยู่ในภาวะไร้ออกซิเจน เช่นอาหารกระป๋อง ปลา รุมควัน ปลาหมึก และเนื้อตากแห้ง มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง (Neurotoxin) เมื่อรับประทาน อาหารที่เป็นพิษเข้าไป สารพิษจะเข้าสู่กระแสโลหิตและไปสู่ระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เด็มพาต ของกล้ามเนื้อ เริ่มที่ตาพร่าคลื่นและพูดลำบาก ระบบการหายใจล้มเหลว และตาย จากหัวใจหยุดเต้นระยะ ฝึกตัวมักเกิดภายใน 6 ชั่วโมง และปรากฏอาการระหว่าง 12-24 ชั่วโมง หรือ นานกว่าพิษที่มีอยู่ในอาหาร จะถูกทำลายเมื่อถูกความร้อน

5. **Clostridium perfringens** เฉพาะสายพันธุ์ที่สร้างพิษ (Enterotoxin) มักจะพบในอาหาร ประเภทเนื้อ ซึ่งใช้ความร้อนไม่สูงนัก เชื้อจะสร้างพิษในลำไส้ทำให้เกิดอาการท้องร่วงภายหลังรับประทาน อาหารที่มีเชื้อ 10^6 ต่อกรัมขึ้นไป อาการมักเกิดภายใน 8-18 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการอ่อนเพลียและดีขึ้น ภายใน 24 ชั่วโมง ในรายเด็กอ่อนหรือผู้สูงอายุอาจพบอันตรายถึงตายได้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำลาย สปอร์ได้ร้อยละ 90 (D value) ของเชื้อนี้คือ 30-60 นาที ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

6. **Salmonella** ทำให้เกิดโรคในคนได้ 3 ลักษณะ คือ enteric fever, gastroenteritis และ septicemia อาการเป็นพิษจะเกิดจากรับประทานอาหารที่มีเชื้อปนอยู่ ระยะฝึกตัวของโรค 8-48 ชั่วโมง อาการที่เกิดขึ้น คือ คลื่นไส้ ไข้หนาวสั่น อุจจาระร่วงในรายไม่รุนแรงอาการจะหายภายใน 2-4 วันแต่ยังตรวจพบเชื้อใน ลำไส้ของผู้ป่วยอีกนานนับเดือน

7. **Bacillus cereus** ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษชนิดไม่รุนแรงอาการและระยะฝึกตัวคล้ายกับ Cl.perfringens อาหารที่พบเชื้อนี้ได้แก่ ธัญพืช ผักและวัตถุดิบในการผลิตอาหาร การตรวจพบในปริมาณ น้อยกว่า 10^6 ต่อกรัมไม่ยืนยันการเกิดอาหารเป็นพิษได้

8. **Enteropathogenic Escherichia coli (EEC)** เป็นสาเหตุของอาหารเป็นพิษ มีระยะฝึกตัวเพียง 7-12 ชั่วโมง ทำให้เกิดอาการท้องเสียปวดท้อง ปวดศีรษะ และอาเจียน อาการไข้มีเพียงเล็กน้อย อาการจะ หายภายใน 24 ชั่วโมง

การเก็บตัวอย่าง อาหารที่สงสัยว่าจะเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษในทางจุลชีววิทยาจะต้อง

ใช้เทคนิคปราศจากเชื้อ โดยใช้ตัวอย่างประมาณ 200 กรัมหรือเท่าเหลืออยู่ เนื่องจากอาหารเกิดการเน่าเสียได้ง่ายจึงต้องนำส่งห้องปฏิบัติการทันที ระหว่างรอการวิเคราะห์ ควรเก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสสำหรับตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุอาหารเป็นพิษดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 1 แสดงวิธีตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุอาหารเป็นพิษ

เชื้อแบคทีเรีย	วิธีแยกเชื้อและทดสอบ
<i>Vibrio cholerae</i>	Enrichment, selective growth, identification (biochemical & serological test)
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Enrichment, selective growth, identification (biochemical)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Enumeration on selective media, coagulase test
<i>Clostridium botulinum</i>	Detection of neurotoxin, toxicity test in mice
<i>Clostridium perfringens</i>	MPN technic, Nagler reaction
<i>Salmonella</i>	Pre-enrichment, selective growth, identification (biochemical & serological)
<i>Bacillus cereus</i>	Enumeration, selective growth, identification
Enteropathogenic <i>Escherichia coli</i>	Selective growth, serological test, FA technic

หมายเหตุ: กรณีสงสัยว่าเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษการตรวจพบในปริมาณน้อยอาจเป็นไปได้เนื่องจากเกิดความเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อภายหลังเกิด out break ของโรคอาหารเป็นพิษ

การเกิดและป้องกันโรค

ลักษณะการเกิดอาหารเป็นพิษ มักเกิดในกลุ่มคนที่รับประทานอาหารร่วมกัน เช่นภายในครอบครัว งานเลี้ยง มักมีอาการของโรคโดยเฉียบพลัน พบมาในฤดูร้อน และอุบัติการณ์ของการเกิดพิษสูงกว่าในกลุ่มที่รับประทานอาหารที่สงสัยว่ามีสารพิษปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษคือ การเก็บอาหารค้างมื้อ มนสภาวะที่ไม่สะอาดมีเชื้อโรคปนเปื้อน กรรมวิธีการผลิตไม่ถูกสุขลักษณะตลอดจนสุขวิทยาส่วนบุคคลของผู้ประกอบอาหารและผู้เสิร์ฟอาหารดังนั้นการป้องกันการเกิดอาหารเป็นพิษ จึงควรปฏิบัติดังนี้

1. ใช้ส่วนผสม ภาชนะ อุปกรณ์ ในการประกอบอาหารที่สะอาด
2. ลดการสัมผัสกับอาหารโดยตรง ควรใช้อุปกรณ์คีบ หยิบ จับแทนการใช้มือ
3. ผู้ประกอบอาหารต้องมีสุขภาพสมบูรณ์ ปราศจากโรคติดต่อ และมีสุขวิทยาส่วนบุคคล
4. จัดเก็บอาหารในที่ปลอดภัยจากหนู แมลงพาหะ และเก็บในตู้เย็นเพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนเชื้อโรค
5. ใช้ความร้อนให้เพียงพอและทั่วถึงในการประกอบอาหารจะช่วยกำจัดเชื้อโรคได้

ใบงานที่ 9.

เรื่อง จุลินทรีย์ในอาหาร(ต่อ)

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. พืชที่เกิดในอาหารมาจากจุลินทรีย์ชนิดใด
2. โทษที่เกิดจากจุลินทรีย์ในอาหารประเภทใดบ้างและมีอาการอย่างไร
3. โทษจากยีสต์ที่ปนเปื้อนในอาหารเกิดจากอาหารประเภทใด
4. โรคที่เกิดจากการได้รับพิษอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์มีอะไรบ้าง
5. วิธีป้องกันอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์มีอะไรบ้าง

ใบความรู้ที่ 10.

เรื่อง ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์

ปิโตรเลียมคืออะไร

ปิโตรเลียมเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอันสลับซับซ้อน ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในชั้นหินใต้พื้นผิวโลก โดยมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักคือ ธาตุไฮโดรเจน และธาตุคาร์บอน ซึ่งได้จากการสลายตัวของอินทรีย์สาร และอาจมีธาตุอื่น ๆ เช่น กำมะถัน ออกซิเจน ไนโตรเจน ปนอยู่ด้วย ปิโตรเลียมอาจมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของปิโตรเลียมสภาวะความดัน และอุณหภูมิที่มันสะสมตัวอยู่ ปิโตรเลียมมีคุณสมบัติที่ไวไฟ เมื่อนำมากลั่นจะได้ผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และยางมะตอย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นบางชนิดเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตน้ำมันหล่อลื่นและจารบี รวมทั้งเคมีภัณฑ์

ต่างๆ เช่น ปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืช พลาสติก และยางสังเคราะห์ เป็นต้น คำ

ว่า “ปิโตรเลียม” (Petroleum) ที่มาจากภาษาละติน 2 คำ คือ คำว่า “เพตรา” (Petra) ซึ่งแปลว่าหิน และคำว่า “โอเลียม” (Oleum) ซึ่งแปลว่า น้ำมัน

ทั้งนี้ปิโตรเลียมที่จะกล่าวต่อไปในเอกสารฉบับนี้ หมายถึง น้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นรูปแบบของปิโตรเลียมเรานำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดในปัจจุบัน

น้ำมันดิบ

น้ำมันดิบมีสถานะตามธรรมชาติเป็นของเหลว ที่ประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนชนิดระเหยง่ายเป็นส่วนใหญ่ แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามคุณสมบัติและชนิดของไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบอยู่ คือ

1. น้ำมันดิบฐานพาราฟิน
2. น้ำมันดิบฐานแอสฟัลต์
3. น้ำมันดิบฐานผสม

ซึ่งน้ำมันดิบทั้ง 3 ชนิด เมื่อนำมากลั่นแล้วจะให้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมในสัดส่วนที่แตกต่างกัน

ก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติเป็นปิโตรเลียมที่อยู่ในสถานะก๊าซที่สภาพแวดล้อมบรรยากาศ ก๊าซธรรมชาติจะประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนในปริมาณร้อยละ 95 ขึ้นไป ส่วนที่เหลือจะเป็นไนโตรเจนและ

คาร์บอนไดออกไซด์ปนอยู่เพียงเล็กน้อย ไฮโดรคาร์บอนในก๊าซธรรมชาติจัดอยู่ในอนุกรมพาราฟิน มีคุณสมบัติอัดตัวและไม่เปลี่ยนแปลงทางเคมีในสภาวะปกติ ก๊าซธรรมชาติมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ คือ มีเทน (CH_4) ซึ่งมีน้ำหนักเบาที่สุด และจุดเดือดต่ำที่สุดเป็นส่วนประกอบถึงประมาณร้อยละ 70 ขึ้นไป

คุณสมบัติของปิโตรเลียม

คุณสมบัติของปิโตรเลียมหรือน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติแต่ละแห่งจะแตกต่างกันออกไปตามองค์ประกอบของไฮโดรคาร์บอนและสิ่งเจือปนอื่น ๆ ที่รวมอยู่ด้วย โดยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของปิโตรเลียมและสภาพแวดล้อมของแหล่งที่เกิดปิโตรเลียม

น้ำมันดิบโดยทั่วไปจะมีสีดำหรือสีน้ำตาล มีกลิ่นคล้ายน้ำมันเชื้อเพลิงสำเร็จรูป แต่บางชนิดจะมีกลิ่นของสารผสมอื่นด้วย เช่น กลิ่นกำมะถัน และกลิ่นไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือก๊าซไข่เน่า เป็นต้น ความหนืดของน้ำมันดิบก็แตกต่างกันไปตั้งแต่เป็นของเหลวเหมือนน้ำ จนกระทั่งหนืดคล้ายยางมะตอย สำหรับความถ่วงจำเพาะของน้ำมันดิบจะอยู่ประมาณ 0.80 – 0.97 ที่ 15.6 องศาเซลเซียส (60 องศาฟาเรนไฮต์) ซึ่งเบากว่าน้ำ ดังนั้นเมื่อน้ำมันดิบรวมอยู่กับน้ำ น้ำมันดิบจึงลอยอยู่บนน้ำ

สำหรับก๊าซธรรมชาติแห่งนี้จะไม่มีสีและกลิ่น ในขณะที่ก๊าซธรรมชาติเหลว (หรืออาจเรียกว่าคอนเดนเสท) จะมีลักษณะคล้ายกับน้ำมันเบนซิน และก๊าซธรรมชาติแต่ละแหล่งอาจมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป เช่นเดียวกับน้ำมันดิบ

การขนส่งลำเลียง

เนื่องจากส่วนใหญ่แหล่งผลิตปิโตรเลียมและแหล่งที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมมักอยู่ต่างสถานที่กัน โดยเฉพาะในปัจจุบันแหล่งผลิตปิโตรเลียมที่ใหญ่ ๆ ของโลกมีเพียงไม่กี่แห่ง แต่ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมโดยเฉพาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ เป็นแหล่งพลังงานหลักในการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ และเกี่ยวพันกับการพัฒนาในทุก ๆ ด้านของทุกประเทศทั่วโลก ดังนั้นการขนส่งลำเลียงจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญอีกกระบวนการหนึ่งของอุตสาหกรรมปิโตรเลียม

การขนส่งลำเลียงในที่นี้จะกล่าวถึงการขนส่งลำเลียงน้ำมันและก๊าซธรรมชาติเท่านั้น ไม่รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปิโตรเลียมชนิดอื่น ๆ เช่น เคมีภัณฑ์ เป็นต้น และขั้นตอนของการขนส่งลำเลียงที่จะกล่าวถึงนี้ จะครอบคลุมทั้งการขนส่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติจากแหล่งผลิตไปยังโรงกลั่นหรือโรงแยกก๊าซธรรมชาติ และการขนส่งลำเลียงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ได้จากการกลั่นหรือการแยกไปยังผู้ใช้

การขนส่งลำเลียงน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ มีความยากลำบากกว่าการขนส่งลำเลียงสินค้าประเภทอื่น ๆ อยู่มาก ด้วยเหตุผลหลายประการ อาทิ น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีมากมายหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ทำให้ต้องแยกภาชนะในการขนส่งลำเลียง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดปะปนกัน เหตุผลอีกประการหนึ่งก็เนื่องมาจากคุณสมบัติของน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ซึ่งบางชนิดระเหยเร็วและไวไฟ ดังนั้นภาชนะและพาหนะ รวมทั้งวิธีการที่ใช้ในการขนส่งลำเลียง จำต้องได้รับการออกแบบและเพิ่มมาตรการเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการขนส่งลำเลียงด้วย

การขนส่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติในระยะเริ่มแรกนั้นทำได้ครั้งละเป็นปริมาณไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการบรรจุลงในภาชนะขนาดเล็ก (Package) ก่อน แล้วจึงขนส่งลำเลียงต่อด้วยรถยนต์ เรือ และรถไฟ ซึ่งใช้บรรทุกสินค้าโดยทั่วไป ต่อมาด้วยวิวัฒนาการทางด้านการคมนาคม ประกอบกับความต้องการใช้น้ำมันและก๊าซธรรมชาติที่เพิ่มสูงขึ้น จึงได้มีการคิดค้นออกแบบกระบวนการขนส่ง ที่สามารถลำเลียงน้ำมันและก๊าซธรรมชาติในแต่ละครั้งได้ในปริมาณมากๆ (Bulk) โดยไม่ต้องระบุงลงในภาชนะเล็กก่อน ซึ่งกระบวนการขนส่งลำเลียงดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทหลัก ๆ คือ การขนส่งลำเลียงทางท่อ (Pipeline) ทางเรือ (Tanker & Barge) ทางรถไฟ (Tank Car) และทางรถบรรทุก (Tank Truck)

การขนส่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติผ่านท่อซึ่งปกติจะเป็นท่อเหล็ก นับว่าเป็นวิธีการขนส่งที่สะดวกที่สุด โดยเฉพาะการขนส่งน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติจากหลุมผลิตไปยังสถานีชายฝั่งและโรงกลั่นน้ำมัน

การขนส่งลำเลียงน้ำมันทางท่อในสมัยก่อน ใช้แรงดันใต้พื้นดินของน้ำมันและก๊าซธรรมชาติจากหลุมผลิต รวมทั้งใช้ความแตกต่างของระดับความสูงเป็นแรงขับเคลื่อนให้น้ำมันไหลตามท่อ ทำให้สามารถลำเลียงน้ำมันผ่านท่อได้ในระยะทางไม่ไกลนัก แต่ในปัจจุบันมีการเพิ่มเครื่องอัดแรงดันเพื่อเพิ่มแรงขับเคลื่อนภายในท่อ ทำให้สามารถลำเลียงน้ำมันผ่านท่อได้เร็ว และได้ระยะทางไกลขึ้น

ก๊าซ – ผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้วิธีการขนส่งลำเลียงเป็นพิเศษ

ก๊าซไม่ว่าจะเป็นก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซหุงต้ม (ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกก๊าซธรรมชาติ) ก็ตามจะมีคุณสมบัติเป็นไอภายใต้อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ดังนั้นภาชนะหรือพาหนะที่ใช้ขนส่งลำเลียงก๊าซจะต้องได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันให้การระเหยกลายเป็นไอของก๊าซเกิดขึ้นได้น้อยที่สุด

การขนส่งลำเลียงก๊าซจะต้องใช้ภาชนะ หรือพาหนะในการขนส่งลำเลียงที่มีขนาดใหญ่เป็น 270 เท่าของการขนส่งลำเลียงน้ำมันดิบ หากมิได้ทำการเปลี่ยนสถานะของก๊าซเสียก่อน ดังนั้นการขนส่งลำเลียงหรือแม้แต่การเก็บรักษาก๊าซ จะต้องเปลี่ยนสถานะก๊าซให้เป็นของเหลวเสียก่อน โดยการเพิ่มความดันหรือลดอุณหภูมิของก๊าซ ซึ่งการทำเช่นนี้จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งลำเลียงก๊าซมากกว่าการขนส่งลำเลียงน้ำมันถึงประมาณ 4 เท่า

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ

1.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas ; LPG) ก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือก๊าซหุงต้ม หรือแอลพีจี เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนบนสุดของหอกลิ้นในกระบวนการกลั่นน้ำมัน หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกก๊าซธรรมชาติ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีจุดเดือดต่ำมาก จะมีสภาพเป็นก๊าซในอุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ดังนั้น ในการเก็บรักษาก๊าซปิโตรเลียมเหลวจะต้องเพิ่มความดันหรือลดอุณหภูมิ เพื่อให้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเปลี่ยนสภาพจากก๊าซเป็นของเหลว เพื่อความสะดวกและประหยัดในการเก็บรักษา ก๊าซปิโตรเลียมเหลวใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดี และเวลาถูกไฟไหม้ให้ความร้อนสูง และมีเปลวสะอาดซึ่งโดยปกติจะไม่มีสีและกลิ่น แต่ผู้ผลิตได้ใส่กลิ่นเพื่อให้สังเกตได้ง่ายในกรณีที่เกิดมีก๊าซรั่วอันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ การใช้ประโยชน์ ก็คือ การใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหุงต้ม เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์และรถยนต์รวมทั้งเตาเผาและเตาอบต่างๆ

1.2 น้ำมันเบนซิน (Gasolin) น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์เบนซิน หรือเรียกว่าน้ำมันเบนซิน ได้จากการปรับแต่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันโดยตรงและจากการแยกก๊าซธรรมชาติเหลว น้ำมันเบนซินจะผสมสารเคมีเพิ่มคุณภาพ เพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน เช่น เพิ่มค่าออกเทน สารเคมีสำหรับป้องกันสนิมและการกัดกร่อนในถังน้ำมันและท่อน้ำมัน เป็นต้น

1.3 น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินใบพัด (Aviation Gasoline) ใช้สำหรับเครื่องบินใบพัด มีคุณสมบัติคล้ายกับน้ำมันเบนซินในรถยนต์แต่ปรับปรุงแต่งคุณภาพให้มีค่าออกเทนสูงขึ้นให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์ของเครื่องบินซึ่งต้องใช้กำลังขับเคลื่อนมาก

1.4 น้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินไอพ่น (Jet Fuel) ใช้เป็นเชื้อเพลิงไอพ่นของสายการบินพาณิชย์เป็นส่วนใหญ่ มีช่วงจุดเดือดเช่นเดียวกับน้ำมันก๊าดแต่ต้องสะอาดบริสุทธิ์มีคุณสมบัติบางอย่างดีกว่าน้ำมันก๊าด

1.5 น้ำมันก๊าด (Kerosene) ประเทศไทยรู้จักใช้น้ำมันก๊าดตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 แต่เดิมใช้เพื่อจุดตะเกียงแต่ปัจจุบัน ใช้ประโยชน์หลายประการ เช่น เป็นส่วนผสมสำหรับยานาฬิกาเครื่องยนต์ น้ำมันชักเงา ฯลฯ

1.6 น้ำมันดีเซล (Diesel Fuel) เครื่องยนต์ดีเซล เป็นเครื่องยนต์ที่มีพื้นฐานการทำงานแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน คือ การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซลใช้ความร้อนซึ่งเกิดขึ้นจากการอัดอากาศอย่างสูงในลูกสูบ มิใช่เป็นการจุดระเบิดของหัวเทียนเช่นในเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ปัจจุบันเราใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมักเป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น รถบรรทุก รถโดยสาร รถแทรกเตอร์ เป็นต้น

1.7 น้ำมันเตา (Fuel Oil) น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาต้มหม้อน้ำ และเตาเผาหรือเตาหลอมที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่เครื่องยนต์เรือเดินสมุทรและอื่นๆ

1.8 ยางมะตอย (Asphalt) ยางมะตอยเป็นผลิตภัณฑ์ส่วนที่หนักที่สุดที่เหลือจากการกลั่นน้ำมันเชื้อเพลิง และนำยางมะตอยที่ผ่านกรรมวิธีปรับปรุงคุณภาพจะได้ยางมะตอยที่มีคุณสมบัติดีขึ้น คือ มีความเหนียวต่อสารเคมีและไอควันแทบทุกชนิด มีความต้านทานสภาพอากาศและแรงกระแทกกระเทือน มีความเหนียวและมีความยืดหยุ่นตัวต่ออุณหภูมิระดับต่าง ๆ ดี

1 ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ

ผลิตภัณฑ์ ต่างๆ ที่ได้จา การกลั่นน้ำมัน ดิบ	จำนวนอะตอม ของคาร์บอน	ช่วงของจุดเดือด (องศาเซลเซียส)	สถานะที่ อุณหภูมิ 25 องศา เซลเซียส ประโยชน์	ประโยชน์
ก๊าซปิโตรเลียม แนฟ ทาเบา แนฟ ทาหนัก น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันหล่อลื่น ไข น้ำมันเตา ปิตูเมน	C1 – C4 C5 – C6 C6 – C10 C10 – C14 C14 – C19 C19 – C35 มากกว่า C35 มากกว่า 35	< 300 – 65 65 – 170 170 – 250 250 – 340 340 – 500 > 500 > 500	ก๊าซ ของเหลว ของเหลว ของเหลว ของเหลว ของเหลว ของแข็ง ของเหลว ของแข็ง	ทำสารเคมีวัสดุสังเคราะห์และเป็นเชื้อเพลิง ใช้น้ำมันเบนซิน ใช้น้ำมันเบนซิน ทำสารเคมี ใช้ทำเชื้อเพลิงเครื่องบินไอพ่น และตะเกียง ใช้ทำเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ใช้เป็นน้ำมันหล่อลื่น ใช้ทำเทียนไขเครื่องสำอางยาขัดมันและ วัตถุดิบในการผลิตผงซักฟอก ใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องจักร ใช้ทำวัสดุกันซึมใช้ทำยางมะตอยราดถนน

ใบงานที่ 10.

เรื่องปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

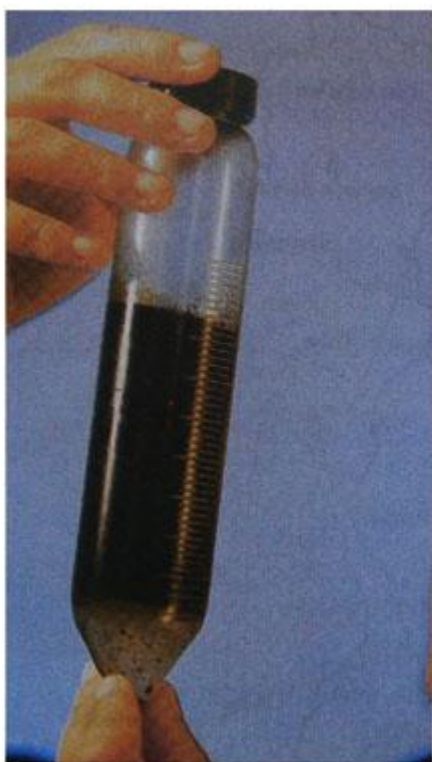
1. การใช้ประโยชน์จากการผลิตปิโตรเลียมมีอะไรบ้าง
2. ปิโตรเลียมชนิดใดที่นำไปผลิตแก๊สโซฮอล์
3. สารหล่อลื่นมีอะไรบ้าง
4. ปิโตรเลียมชนิดใดที่ใช้ในการขนส่งและคมนาคม
5. จงบอกผลกระทบจากการใช้ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์มาเป็นข้อๆ

ใบความรู้ที่ 11.

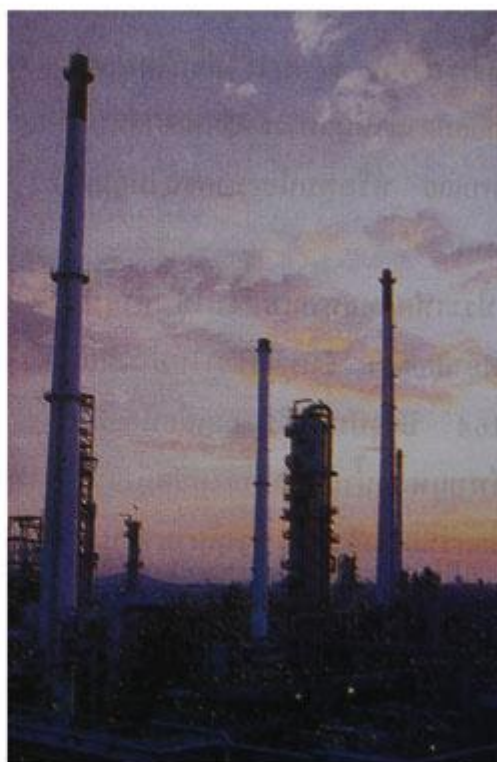
เรื่อง ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์(ต่อ)

ผลิตภัณฑ์จากการกลั่นปิโตรเลียม

น้ำมันดิบหรือปิโตรเลียมส่วนมากมีสีดำหรือสีน้ำตาลมีสมบัติแตกต่างกันตามแหล่งที่พบ บางแหล่งมีไขมัน บางแหล่งมีขางมะตอยมาก ส่วนใหญ่ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 85-90 ไฮโดรเจนร้อยละ 10-15 กำมะถันร้อยละ 0.001-7 และออกซิเจนร้อยละ 0.001-5 นอกนั้นเป็นไนโตรเจนและโลหะอื่นๆ การนำน้ำมันดิบมาใช้ประโยชน์จะต้องนำน้ำมันดิบไปผ่านกระบวนการแยกสารอื่นๆ ที่ปนอยู่ออกก่อน แล้วจึงนำส่วนที่เป็นสาร ไฮโดรคาร์บอนไปกลั่นแยกออกเป็นผลิตภัณฑ์



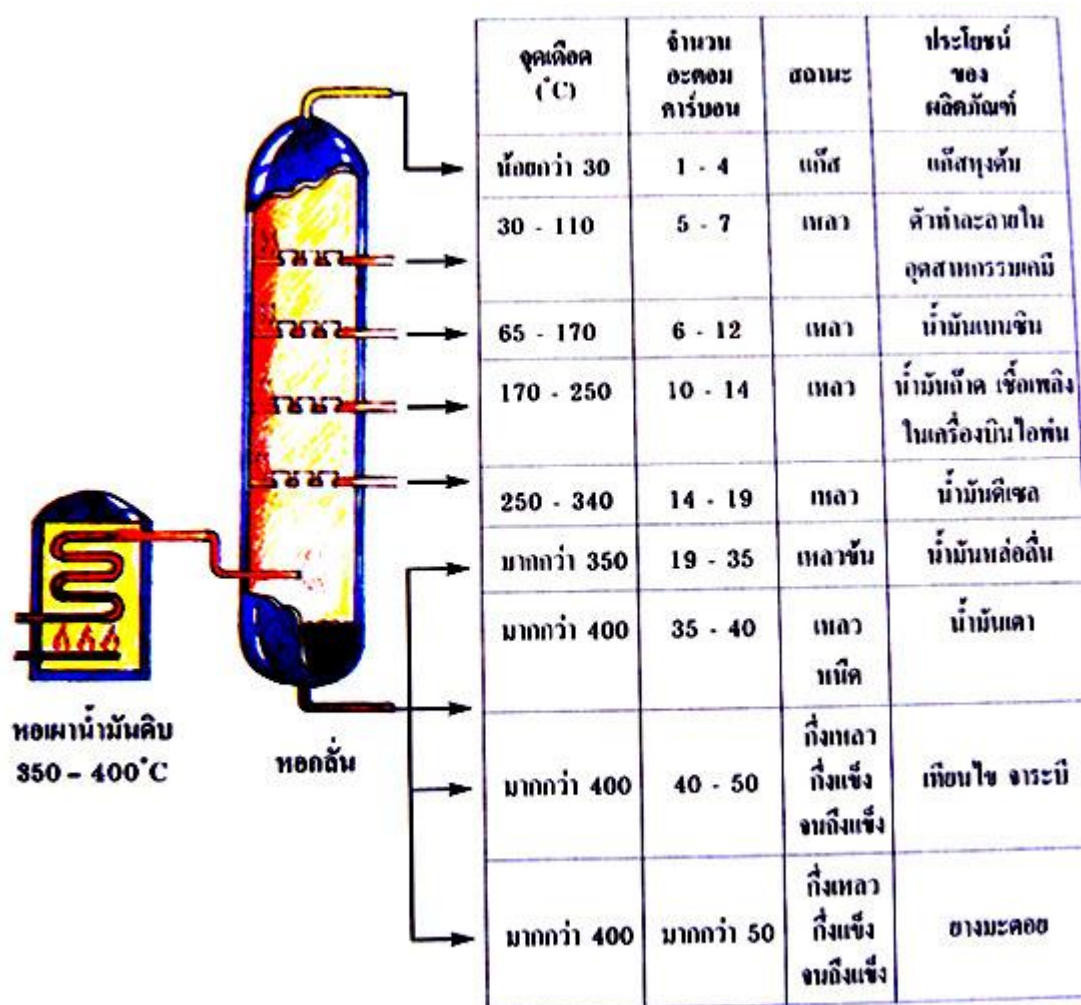
น้ำมันดิบ



โรงกลั่นน้ำมันไทยออยล์

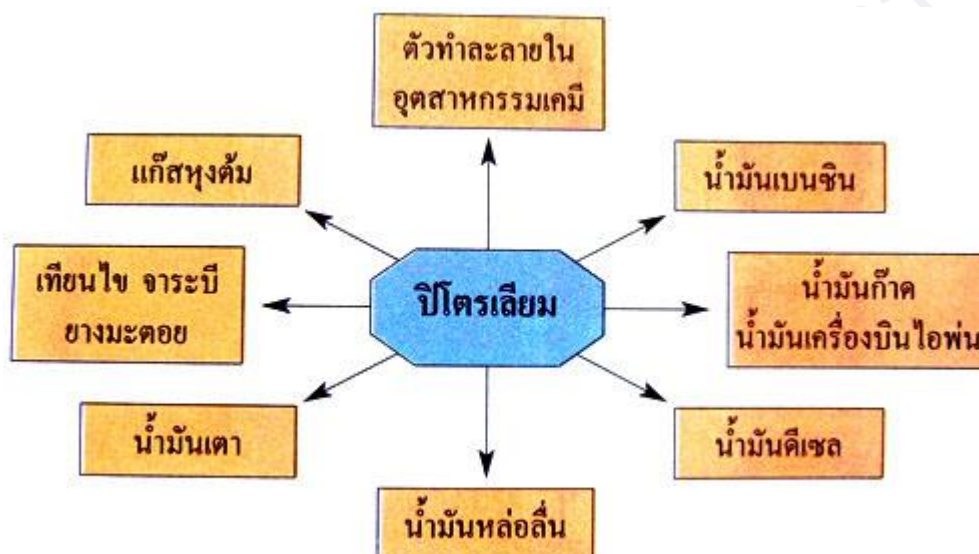
ในอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันดิบ เช่น โรงกลั่นน้ำมันบางจาก กรุงเทพฯ หรือโรงกลั่นน้ำมันไทย ออยล์ อำเภอสรรคบุรี จังหวัดชลบุรี มีหลักการต่างๆ ไปเหมือนกัน คือให้ความร้อนแก่น้ำมันดิบจนมีอุณหภูมิสูงประมาณ $350 - 400^{\circ}\text{C}$ แล้วฉีดเข้าทางด้านล่างของหอกลั่นที่มีอุณหภูมิลดหลั่นกันตามลำดับ โดยส่วนล่างสุดมีอุณหภูมิสูงกว่า และจะลดลงเรื่อยๆ ตามความสูงของหอกลั่น ดังนั้น สารที่มีจุดเดือดต่าง ๆ กัน จะระเหยเป็นแก๊สลอยขึ้นด้านบนของหอกลั่น ได้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีช่วงจุดเดือดลดหลั่นตามลำดับ เรียกการกลั่นแบบนี้ว่า การกลั่นลำดับส่วน ผลิตภัณฑ์หรือสารที่กลั่นได้แต่ละช่วงจุดเดือดจะมีลักษณะและสมบัติต่างกันจึงใช้ประโยชน์ในงานที่แตกต่างกันดังแสดงในภาพ

2.1



ภาพ 2.1 ฟังแสดงกระบวนการและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ

สารที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน มีแต่สารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเพียง 1 อะตอม ไปจนถึงสารที่มีจำนวนธาตุคาร์บอนมากกว่า 50 อะตอม สารที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยๆ เช่น จำนวนคาร์บอน 1-4 อะตอม มีสถานะเป็นแก๊ส เมื่อจำนวนคาร์บอนอะตอมเพิ่มขึ้นจะมีสถานะเป็นของเหลวขึ้นเหนียวหนืดตามจำนวนอะตอมคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่กลั่นได้แต่ละส่วนนำไปใช้ประโยชน์ในวัตถุประสงค์ ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพ 2.2 อาจกล่าวได้ว่า ปิโตรเลียมเป็นหัวใจของกิจกรรมตั้งแต่ในชีวิตประจำวันไปจนถึงกิจกรรม ด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และเศรษฐกิจ จนกล่าวได้ว่า ปิโตรเลียมเป็นปัจจัยที่บ่งชี้ความมั่งคั่งของประเทศ นักเรียน คิดว่าปิโตรเลียมในธรรมชาติจะมีให้ใช้ตลอดไปหรือไม่เพราะเหตุใด



ภาพ 2.2 ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม

- พิจารณาภาพ 2.1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสถานะจุดเดือด และจำนวนอะตอมของคาร์บอน ในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ
- เพราะเหตุใดโรงกลั่นน้ำมันส่วนใหญ่จึงตั้งอยู่ริมทะเลหรือแม่น้ำ

กิจกรรม

2.2 ผลกระทบที่เกิดจากการขนส่งน้ำมันดิบ

สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่อไปนี้ ในประเทศที่ไม่มีแหล่งน้ำมันดิบ หรือมีน้อยไม่พอต่อการใช้ในประเทศ จำเป็นต้องนำเข้าน้ำมันจากประเทศผู้ค้าโดยการขนส่งทางเรือ มีหลายครั้งที่เรือขนส่งน้ำมันเกิดอุบัติเหตุน้ำมันรั่วไหลลงในทะเล นักเรียนคิดว่า น้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเลมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร มีวิธีการแก้ไขอย่างไร และใครควรเป็นผู้รับผิดชอบในเหตุการณ์นี้



ที่กั้นน้ำมัน

คนงานนำอุปกรณ์ลอยน้ำสำหรับกั้นน้ำมันไม่ให้เข้าด้านในชายหาด เพื่อป้องกันชายฝั่งทางตอนเหนือของสเปนจากกรณีเรือ “เพรสทิจ” ทำน้ำมันรั่วออกเมื่อ 16 พ.ย. 2545 สร้างความเสียหายให้กับสภาพแวดล้อมตาชายฝั่งทะเล

ใบงานที่ 11.

เรื่องปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์(ต่อ)

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ผู้เรียนจะเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จากน้ำมันดิบเป็นขอเหลวและของแข็ง ในขณะที่ สารซึ่งมีสถานะแก๊สเป็นองค์ประกอบหลักในแก๊สธรรมชาติ ผู้เรียนทราบหรือไม่ ว่า ประเทศไทยมีแหล่งแก๊สธรรมชาติอยู่ที่ใดบ้าง และนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไร
2. น้ำมันชนิดใดนำไปผลิตแก๊สโซฮอล์
3. สารหล่อลื่นมีอะไรบ้าง
4. ถ้าชนิดใดส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
5. จงบอกผลกระทบจากการใช้ปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์มา 3 ข้อ

ใบความรู้ที่ 12.

เรื่อง ยางและพอลิเมอร์

ยาง



การเก็บน้ำยาง

ยาง คือวัสดุพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยไฮโดรเจนและคาร์บอน ยางเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูง ยางที่มีต้นกำเนิดจากธรรมชาติจะมาจากของเหลวของพืชบางชนิด ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว คล้ายน้ำมัน มีสมบัติเป็นคอลลอยด์ อนุภาคเล็ก มีตัวกลางเป็นน้ำ ยางในสภาพของเหลวเรียกว่าน้ำยาง ยางที่เกิดจากพืชนี้เรียกว่ายางธรรมชาติ ในขณะที่บางคนมนุษย์สามารถสร้างยางสังเคราะห์ได้จากปิโตรเลียม

การผลิตยางธรรมชาติ

แหล่งผลิตยางธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดในโลกคือ แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คิดเป็นร้อยละ 90 ของแหล่งผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือมาจากแอฟริกากลาง^[1] ซึ่งพันธุ์ยางที่ผลิตในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ฮีเวีย บราซิลเลียนซิส (*Hevea brasiliensis*) น้ำยางที่ได้จากต้นยางมีลักษณะเป็นเม็ดยางเล็ก ๆ กระจายอยู่ในน้ำ (emulsion) มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 30-40 การใส่กรดอะซิดิกเจือจางลงในน้ำยาง ทำให้น้ำยางจับตัวเป็นก้อน เกิดการแยกชั้นระหว่างเนื้อยางและน้ำ ส่วนน้ำที่ปนอยู่ในยางจะถูกกำจัดออกไปโดยการรีดด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูกกลิ้ง วิธีการหลัก ๆ ที่จะทำใหยางแห้งสนิทมี 2 วิธีคือ การรมควันยาง และการทำยางเครพ แต่เนื่องจากยางผลิตได้มาจากเกษตรกรจากแหล่งที่แตกต่างกัน ทำให้ต้องมีการแบ่งชั้นของยางตามความบริสุทธิ์ของยางนั้น ๆ

รูปแบบของยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภทตามลักษณะรูปแบบของยางดิบ ได้แก่

- น้ำยาง
 - น้ำยางสด
 - น้ำยางข้น
- ยางแผ่นผึ่งแห้ง : ยางที่ได้จากการนำน้ำยางมาจับตัวเป็นแผ่นโดยสารเคมีที่ใช้จะต้องตามเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนการทำให้แห้งอาจใช้วิธีการผึ่งลมในที่ร่ม หรือ อบใน โรงอบก็ได้แต่ต้องปราศจากควัน
- ยางแผ่นรมควัน
- ยางเครพ
- ยางแท่ง^[2] : ก่อนปี 2508 ยางธรรมชาติที่ผลิตขึ้นมา ส่วนใหญ่จะผลิตในรูปของยางแผ่นรมควัน ยางเครพ หรือน้ำยางข้น ซึ่งยางธรรมชาติเหล่านี้จะไม่มีการระบุมาตรฐานการจัดชั้นยางที่ชัดเจน ตามปกติจะใช้สายตาในการพิจารณาตัดสินชั้นยาง ต่อมาในปี 2508 สถาบันวิจัยยางมาเลเซีย (Rubber Research Institute of Malaysia) ได้มีการผลิตยางแท่งขึ้นเป็นแห่งแรก เพื่อเป็นการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของยางธรรมชาติให้ได้มาตรฐาน เหมาะสมกับการใช้งาน จนทำให้ยางแท่งเป็นยางธรรมชาติชนิดแรกที่ผลิตมาโดยมีการควบคุมคุณภาพให้ได้มาตรฐาน ตลอดจนมีการระบุคุณภาพของยางดิบที่ผลิตได้แน่นอน
- ยางแท่งความหนืดคงที่^[2] : เป็นยางที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุมความหนืดของยางที่ใช้ในการแปรรูป เช่น อุตสาหกรรมยางท่อ, อุตสาหกรรมทำภาว
- ยางสกิม^[3] : ยางสกิมเป็นยางธรรมชาติที่ได้จากการจับตัวน้ำยางสกิม (skim latex) ด้วยกรดแล้วนำยางที่ได้ไปทำการรีดแผ่นและทำให้แห้ง โดยน้ำยางสกิมเป็นน้ำส่วนที่เหลือจากการทำน้ำยางข้นด้วย

การนำน้ำยางสดมาทำการเซนตริฟิวส์ แยกอนุภาคเม็ดยางออกจากน้ำ ซึ่งอนุภาคเม็ดยางเบากว่าน้ำ ส่วนใหญ่จึงแยกตัวออกไปเป็นน้ำยางข้น น้ำยางข้นที่ได้มีปริมาณเนื้อยางอยู่ร้อยละ 60-63 ซึ่งน้ำยางสกิมคือส่วนที่เหลือจากการเซนตริฟิวส์แยกเนื้อยางส่วนใหญ่ออกไปแล้ว ก็ยังมีส่วนของเนื้อยางออกมาด้วย ซึ่งเป็นเนื้อยางที่มีขนาดอนุภาคเล็ก ๆ มีปริมาณเนื้อยางอยู่ร้อยละ 3-6

โครงสร้างหลักที่มีผลกระทบต่อสมบัติของยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติมีชื่อทางเคมีคือ ซิส-1,4-พอลิไอโซพรีน (cis-1,4-polyisoprene) เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนล้วน ทำให้มีสมบัติไม่ทนต่อน้ำมัน แต่เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี ใน 1 โมเลกุลจะประกอบด้วยหน่วยของไอโซพรีน (C₅H₈) มาต่อกันเป็นสายโซ่ยาวแบบเส้นตรงใน 1 หน่วยไอโซพรีนจะมีพันธะคู่และหมู่แอลฟาเมทิลีนที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ทำให้สามารถวัลคาไนซ์ได้ด้วยกำมะถัน และทำให้ยางทำปฏิกิริยาได้ง่ายด้วยออกซิเจนและโอโซน ทำให้ยางเกิดการเสื่อมสภาพได้ง่าย เช่นเดียวกัน ดังนั้นการออกสูตรยางจำเป็นจะต้องมีแอนติออกซิแดนท์และแอนตี้โอโซนเนตส์ร่วมด้วย^[3] ยางธรรมชาติมีสายโซ่ที่เคลื่อนไหวหักงอไปมาได้ง่าย ทำให้ยางธรรมชาติคงสภาพยืดหยุ่นได้ดี มีอุณหภูมิของการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว ประมาณ -72 °C สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิต่ำมาก สำหรับความสม่ำเสมอในโครงสร้างโมเลกุล ทำให้ยางธรรมชาติสามารถตกผลึกได้เมื่อเย็น การเกิดผลึกเนื่องจากการยึดตัวยังทำให้ยางคงรูปมีสมบัติเชิงกลดีขึ้น นั่นคือ ยางจะมีความทนทานต่อแรงดึง ความทนทานต่อการฉีกขาด และความต้านทานต่อการขัดถูสูงขึ้น ยางธรรมชาติมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยสูง อยู่ในช่วง 200,000 ถึง 400,000 และมีการกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุลกว้างมาก ทำให้ยางแข็งเกินไปที่จะนำไปแปรรูปโดยตรง จะต้องมีการบดยาง ก่อนที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการบดยางโดยทั่วไปจะใช้เครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง

ยางธรรมชาติประเภทอื่น ๆ (ปรับสภาพโครงสร้าง)

- ยางอีเวียพลัส เอ็มจี (Heveaplus MG): ยางธรรมชาติที่มีการปรับสภาพโครงสร้างให้มีโครงสร้างโมเลกุลของเทอร์โมพลาสติกโดยโครงสร้างของยางเป็นสายโซ่หลัก (Backbone chain) และโครงสร้างของพอลิเมทิลเมทาไครเลต (Polymethyl methacrylate) เป็นสายโซ่ที่มาต่อกับยางธรรมชาติ (Graft chain) เรียกว่า กราฟโคพอลิเมอร์
- ยางธรรมชาติอีพอกไซด์ (ENR): ยางธรรมชาติอีพอกไซด์ เป็นยางที่นำยางธรรมชาติมาปรับโครงสร้างโดยใช้สารเคมีจำพวกกรดเพอร์ออกไซด์ (peroxyacid) ซึ่งยางจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้มกว่ายางธรรมชาติปกติ ซึ่งสามารถเตรียมได้ทั้งชนิดน้ำยางและยางแห้ง โดยมีการผลิตขึ้นเพื่อ

- ปรับปรุงสมบัติบางประการของยางธรรมชาติให้ดีขึ้น เช่น ทำให้ยางมีความเป็นขี้ผึ้งมากขึ้น สามารถทนต่อน้ำมันและตัวทำละลายที่ไม่มีขี้ผึ้งได้ดีขึ้น สามารถทนต่อโอโซน และการซึมผ่านของอากาศได้ดี เพราะพันธะคู่ในโครงสร้างยางธรรมชาติมีปริมาณน้อยลง อย่างไรก็ตามก็จะมีสมบัติบางประการที่ด้อยกว่ายางธรรมชาติ เช่น มีความยืดหยุ่นต่ำลง และหากนำไปวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถันยางจะไม่ทนต่อความร้อน ยาง ENR มักใช้ในอุตสาหกรรมกาว หรือสารยึดติด รองเท้า สี และยางรถยนต์ เป็นต้น
- **ยางผง (Powder Rubber)** : ยางผง เป็นยางที่ผลิตออกมาในลักษณะที่เป็นเม็ด เพื่อให้สะดวกในการใช้งาน กล่าวคือสามารถใช้งานในลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่องได้ และสามารถใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านการบดหรือตัดยาง
 - **ยางธรรมชาติสกัดโปรตีน (DPNR)** : ยางธรรมชาติสกัดโปรตีนเป็นยางที่มีการดัดแปลงสภาพของยาง เพื่อให้มีปริมาณโปรตีนในยางต่ำซึ่งจะเป็นการลดปริมาณไนโตรเจนและปริมาณเถ้าในยาง เนื่องจากการที่ยางมีโปรตีนในยาง (ร้อยละ 1) ทำให้ยางเกิดการวัลคาไนซ์เร็ว สมบัติบางประการของผลิตภัณฑ์ไม่ดี ไม่สามารถนำมาใช้งานในด้านวิศวกรรมได้ เนื่องจากสมบัติความทนทานต่อแรงกดหรือแรงกระแทกต่ำ และอาจมีการเกิดอาการแพ้โปรตีนในผลิตภัณฑ์ที่มีการสัมผัสโดยตรง เช่น ถุงมือ ทำให้มีความจำเป็นต้องลดปริมาณโปรตีนโดยการเตรียมน้ำยางที่มีโปรตีนต่ำก่อนนำไปทำผลิตภัณฑ์ หรือ ล้างน้ำหลาย ๆ ครั้ง สำหรับผลิตภัณฑ์ที่แยกโปรตีนด้วยการละลายน้ำได้
 - **ยางไซโคลซ์ (Cyclised Rubber)** : ยางที่ปรับปรุงสภาพโครงสร้างโมเลกุลของยาง โดยให้โมเลกุลของยางเกิดการเชื่อมโยงกันเองจนเป็นวง ทำให้มีสัดส่วนของพันธะที่ไม่อิ่มตัวลดลง ทำให้สมบัติยางเปลี่ยนไปและมีความแข็งแรงขึ้น
 - **ยางเอสพี (SP Rubber)** : ยางเอสพีหมายถึงยางที่มีส่วนผสมของยางวัลคาไนซ์ เช่น ยางเอสพี 20 คือ ยางที่มีส่วนผสมของยางที่วัลคาไนซ์อยู่ 20 ส่วนในยาง 100 ส่วน เป็นต้น

การผสมยางธรรมชาติกับพอลิเมอร์ชนิดอื่น

ยางธรรมชาติเป็นยางที่มีสมบัติเด่นด้านความเหนียวติดกันที่ดี, สมบัติด้านการขึ้นรูปที่ดี, ความร้อนสะสมในขณะการใช้งานต่ำ เป็นต้น แต่ก็มีสมบัติบางประการที่เป็นข้อด้อย ดังนั้นในการแก้ไขข้อด้อยนั้นสามารถทำได้โดยการเลือกเอาสมบัติที่ดีจากยางสังเคราะห์ชนิดอื่นมาทดแทน เช่น สมบัติด้านความทนทานต่อการขีดถูของยางบิวตาไดอิน (BR), สมบัติความทนทานต่อน้ำมันของยางไนไตรล์ (NBR), สมบัติความทนทานต่อความร้อนและโอโซนของยาง EPDM เป็นต้น โดยการผสมยางธรรมชาติกับยางสังเคราะห์เหล่านี้เข้าด้วยกัน แต่การที่จะผสมให้เข้ากันได้นั้นยางสังเคราะห์ชนิดนั้น ๆ ต้องไม่มีความเป็นขี้ผึ้งเหมือนกับ

ยางธรรมชาติ จึงจะทำให้ยางผสมรวมเข้ากันเป็นเฟสเดียวกันได้ดีขึ้น เช่น ยาง BR, SBR, EPDM และ NBR (เกรดที่มีอะคริโลไนไตรล์ต่ำ ๆ) ซึ่งปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อสมบัติของยางผสมที่ได้ นั้น มีดังนี้

- ความหนืดของยาง ยางธรรมชาติก่อนที่จะทำการผสมต้องทำการบดเพื่อลดความหนืดในตอนเริ่มต้นการผสมให้เท่ากับยางสังเคราะห์หรือใกล้เคียงซึ่งจะทำให้ยางทั้งสองผสมเข้ากันได้ดีขึ้น
- ระบบการวัลคาไนซ์ของยาง ระบบที่ใช้ในการวัลคาไนซ์ต้องมีความเหมือนหรือแตกต่างกันไม่มากนัก เพื่อป้องกันการแยกเฟสของยางผสมขณะที่ทำการผสมยาง
- ความเป็นขั้วของยาง ในกรณีที่ทำการผสมยางที่มีความเป็นขั้วแตกต่างกันมาก ควรพิจารณาถึงความสามารถในการกระจายตัวของสารเคมีในยางแต่ละชนิด โดยเฉพาะสารตัวเร่งและสารตัวเติม เพราะสารเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะกระจายตัวได้ดีในยางที่มีความเป็นขั้ว ซึ่งอาจส่งผลให้ยางผสมมีสมบัติต่ำลงจากที่ควรจะเป็น หากการกระจายตัวของสารเคมีไม่ดีเท่าที่ควร

ชนิดและคุณสมบัติของยางแบ่งเป็น 2 ประเภท
1. ยางธรรมชาติ (NR) ยางธรรมชาติ(NR)คือยางที่มาจากต้นยางพาราโดยตรงไม่ผ่านกรรมวิธีการใดๆ คุณสมบัติของยางNR: •ทนการเสียดสี •รับแรงกระแทก •ยืดหยุ่นตัวดี • ทนความร้อนได้ -20°C ถึง 80°C
2. ยางสังเคราะห์ ยางสังเคราะห์ คือยางวิทยาศาสตร์เป็นยางที่มนุษย์ผสมขึ้นมาเองได้แก่ ยาง NBR, SBR, EPDM, SILICONE, VITON, HYPALON, CR, NEOPRENE และ URETHANE แต่ละชนิดมีคุณสมบัติดังนี้ คุณสมบัติของยางSBR: •การใช้งานคล้ายยางNR

- ทนการเสียดสี
- ผ่านทานไฟฟ้าได้ดี
- ทนความร้อนได้ -20°C ถึง 80°C

คุณสมบัติของยางNBR:

- เป็นยางกันน้ำมัน
- ทนการเสียดสีได้แต่น้อยกว่ายางธรรมชาติ
- ทนความร้อนได้ -40°C ถึง 120°C

คุณสมบัติของยางNEOPRENE:

- ทนน้ำมัน
- มีความยืดหยุ่น
- ทนต่อสภาวะอากาศ
- ทนกรด ด่างและสารเคมีได้บางชนิด
- ไม่ติดไฟ
- ทนความร้อนได้ -40°C ถึง 120°C

คุณสมบัติของยาง EPDM:

- ทนกรด ด่างและสารเคมี
- ทนต่อสภาวะอากาศได้ดี
- ทนความร้อนได้ถึง -40°C ถึง 140°C

คุณสมบัติของยาง SILICONE:

- มีความยืดหยุ่นดี
- เหมาะสำหรับใช้ในการอุตสาหกรรมอาหาร
- ไม่มีพิษต่อร่างกาย
- ทนต่อความร้อนได้สูงตั้งแต่ -50°C ถึง 220°C

คุณสมบัติของยาง VITON:

- ทนต่อน้ำมัน
- ทนกรดด่างและสารเคมีทุกชนิด
- ทนต่อสภาวะอากาศ
- ทนความร้อนได้สูงตั้งแต่ -40°C ถึง 220°C

คุณสมบัติของยาง HYPALON:

- ทนแรงอัด
- ทนกรดด่างและสารเคมี
- ทนน้ำมัน
- ทนความร้อนได้ -40°C ถึง 160°C

คุณสมบัติของยาง POLYURETHANE:

- ทนต่อการเสียดสีได้ดีมาก
- ทนน้ำมัน
- ทนความร้อนได้ -40°C ถึง 100°C

พอลิเมอร์ (อังกฤษ: polymer) ความหมายของพอลิเมอร์นั้นก็มาจาก **รากศัพท์กรีก** สำคัญ 2 คำ คือ *Poly* (จำนวนมาก) และ *Meros* (ส่วน หรือ หน่วย) พอลิเมอร์เป็นสาร **โมเลกุล** ขนาดใหญ่ (Macromolecule) พอลิเมอร์จะประกอบไปด้วยหน่วยซ้ำกัน (repeating unit) ของ **มอนอเมอร์** (Monomer) หลายๆหน่วยมาทำปฏิกิริยากัน มอนอเมอร์นี้จัดเป็นสารไมโครโมเลกุล (Micromolecule) ชนิดหนึ่ง พอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยหรือมอนอเมอร์ชนิดเดียวกันทั้งหมด จัดเป็น **โฮโมพอลิเมอร์** (Homopolymer) แต่ถ้ามีมอนอเมอร์ต่างกันตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป จัดเป็น **โคพอลิเมอร์** (Copolymer) สารบางอย่างที่มีสมบัติอย่างพอลิเมอร์ เช่น สารพวกไขมันที่มีแต่ละหน่วยที่ไม่ซ้ำกันนั้นจะเป็นเพียงแค่สารแมโครโมเลกุลเท่านั้น ไม่จัดเป็นพอลิเมอร์

พอลิเมอร์มีทั้งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ (Natural polymer) และพอลิเมอร์สังเคราะห์ (Synthetic polymer) ตัวอย่างของ โพลีเมอร์ธรรมชาติ ได้แก่ **แป้ง เซลลูโลส โปรตีน กรดนิวคลีอิก** และ **ยางธรรมชาติ** ส่วนพอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น **พลาสติก เส้นใย โฟม** และ **กาว** พอลิเมอร์ทั้งสองชนิดนี้เข้ามามีบทบาทมากใน

ชีวิตประจำวัน เราต้องใช้ประโยชน์จากพอลิเมอร์ และพอลิเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติต่างกัน จึงนำหน้าที่หรือนำไปใช้งานที่ต่างกันได้

พอลิเมอร์ที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดคือพลาสติก ซึ่งเป็นคำที่ใช้อ้างถึงกลุ่มของวัสดุธรรมชาติและสังเคราะห์กลุ่มใหญ่ที่มีคุณสมบัติและการใช้งานต่างกัน พอลิเมอร์ธรรมชาติเช่น ขี้ผึ้ง และ อำพัน ที่ใช้มาเป็นเวลากว่าศตวรรษ พอลิเมอร์ชีวภาพ เช่น โปรตีนและกรดนิวคลีอิกที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีวภาพ พอลิเมอร์ธรรมชาติอื่นๆ เช่น เซลลูโลส ที่เป็นองค์ประกอบหลักของ กระดาษ และไม้ พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่เป็นที่รู้จักกันดี ได้แก่ บะเกไลต์, นีโอพรีน, ไนลอน, พีวีซี, พอลิสไตรีน, พอลิครีโลไนไตรล์ และ พีวีบี การศึกษาเกี่ยวกับพอลิเมอร์ได้แก่ เคมีพอลิเมอร์, ฟิสิกส์พอลิเมอร์ และ วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์

พอลิเมอร์สังเคราะห์ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเกือบทุกชนิด พอลิเมอร์มีการใช้ในการยึดเกาะและการหล่อลื่นอย่างกว้างขวาง เช่นเกี่ยวกับการใช้เป็นโครงสร้างตั้งแต่ของแข็งจนถึงยานอวกาศ มีการใช้เป็นยาทางชีวภาพในฐานะเป็นตัวขนส่งยาในสิ่งมีชีวิต พอลิเมอร์เช่น พอลิ เมทิล เมทาคริเลต ที่ใช้ในกระบวนการโฟโตเรซิสในอุตสาหกรรมกึ่งตัวนำ และสารไดอิเล็กทริกโปแทสเซียมสำหรับใช้ใน คอมพิวเตอร์ สมรรถนะสูง ปัจจุบันยังมีการพัฒนาพอลิเมอร์ที่ยืดหยุ่นได้สำหรับอิเล็กทรอนิกส์

การเรียกชื่อพอลิเมอร์แบบมาตรฐาน

มีการเรียกชื่อพอลิเมอร์หลายวิธี พอลิเมอร์ที่ใช้ทั่วไปส่วนใหญ่ใช้ชื่อสามัญที่เคยใช้ในอดีตมากกว่าชื่อที่ตั้งตามแบบมาตรฐาน ทั้งสมาคมเคมีอเมริกันและไอยูแพคได้กำหนดการตั้งชื่อแบบมาตรฐานซึ่งมีความคล้ายคลึงกันแต่ไม่เหมือนกันทั้งหมด ชื่อที่เป็นมาตรฐานทั้งสองระบบเป็นชื่อที่แสดงถึงชนิดของหน่วยย่อยที่ประกอบเป็นพอลิเมอร์มากกว่าจะบอกถึงธรรมชาติของหน่วยที่ซ้ำๆ กันในสาย ตัวอย่างเช่น พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์จากเอทิลีนเรียกว่า พอลิเอทิลีน ยังคงลงท้ายด้วย -อิน แม้ว่าพันธะคู่จะหายไประหว่างกระบวนการเกิดพอลิเมอร์

สูตรโครงสร้างของพอลิเมอร์

พอลิเมอร์ที่พบไม่ว่าจากในธรรมชาติ และที่สังเคราะห์ขึ้น มีโครงสร้างได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นกับการเข้าเกาะของมอนอเมอร์ จึงทำให้พอลิเมอร์มีโครงสร้างอยู่ 3 รูปแบบด้วยกัน คือ

1.พอลิเมอร์สายตรง (Linear polymer) พอลิเมอร์ชนิดนี้จะเป็นโซ่ตรงยาว ถ้าให้ A และ B แทนมอนอเมอร์ โครงสร้างอย่างง่ายของโฮโมพอลิเมอร์จะเป็นดังนี้

A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A linear homopolymer

ส่วนโคพอลิเมอร์มีรูปแบบดังนี้

1.A-B-A-B-A-B-A-B-A-B Alternating copolymer (เป็นพอลิเมอร์ ที่มีมอนอเมอร์ A และ B เรียงสลับกันเป็นช่วง หน่วยต่อหน่วย)

2.A-A-B-B-B-B-A-A-A-A Block copolymer (เป็นกลุ่มของมอนอเมอร์ A และ B ที่เรียงสลับกันเป็นกลุ่ม)

3.A-A-A-B-A-B-A-A-B-B Random copolymer (เป็นมอนอเมอร์ A และ B เรียงสลับกันอย่างอิสระ)

2.พอลิเมอร์กิ่งสาขา (graft polymer) พอลิเมอร์ชนิดนี้จะมีส่วนประกอบสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นโซ่หลัก และส่วนที่เป็นโซ่กิ่ง โดยโซ่หลักจะต้องประกอบด้วยมอนอเมอร์ชนิดเดียวเท่านั้น ส่วนมอนอเมอร์อีกชนิด จะเป็นโซ่กิ่ง

3.พอลิเมอร์ร่างแห (Cross-link polymer) เป็นพอลิเมอร์ที่เป็นร่างแหมีสายหลายสายเชื่อมต่อกัน ซึ่งจะได้ทั้งโฮโมพอลิเมอร์และโคพอลิเมอร์

พอลิเมอร์สังเคราะห์

การสังเคราะห์พอลิเมอร์เป็นกระบวนการของการรวมโมเลกุลขนาดเล็กๆที่เป็นหน่วยย่อยเข้าด้วยกันด้วยพันธะโควาเลนต์ ในระหว่างกระบวนการเกิดพอลิเมอร์ หมู่ทางเคมีบางตัวจะหลุดออกจากหน่วยย่อย หน่วยย่อยในพอลิเมอร์จะเป็นหน่วยซ้ำๆกัน

- การสังเคราะห์ในห้องแล็บ วิธีการในห้องแล็บแบ่งได้เป็นสองกลุ่มคือการสังเคราะห์แบบควบแน่น และการสังเคราะห์แบบเติม อย่างไรก็ตาม วิธีการที่ใหม่กว่าเช่นการสังเคราะห์แบบของเหลว ไม่สามารถจัดเข้าในกลุ่มใดได้ ปฏิกริยาการสังเคราะห์พอลิเมอร์อาจเกิดขึ้นโดยมีหรือไม่มีตัวเร่งก็ได้ ในปัจจุบันมีการศึกษาทางด้านการสังเคราะห์พอลิเมอร์ธรรมชาติ เช่น โปรตีนในห้องแล็บ

- การสังเคราะห์ทางชีวภาพ พอลิเมอร์ธรรมชาติมีสามกลุ่มคือ พอลิแซ็กคาไรด์ พอลิเพปไทด์ และพอลินิวคลีโอไทด์ ในเซลล์ พอลิเมอร์เหล่านี้ถูกสังเคราะห์ด้วยเอนไซม์ เช่นการสร้างดีเอ็นเอด้วยเอนไซม์ดีเอ็นเอ พอลิเมอเรส การสังเคราะห์โปรตีนเกี่ยวข้องกับการใช้เอนไซม์ที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับการถอดรหัสทางพันธุกรรมในดีเอ็นเอ แล้วจึงถ่ายทอดรหัสจากดีเอ็นเอเป็นข้อมูลของลำดับกรดอะมิโน โปรตีนอาจถูกดัดแปลงหลังจากการแปลรหัสเพื่อให้มีโครงสร้างเหมาะสมกับการทำงาน
- การดัดแปลงพอลิเมอร์ธรรมชาติ พอลิเมอร์ที่มีความสำคัญในทางการค้าหลายชนิดสังเคราะห์จากการดัดแปลงพอลิเมอร์ธรรมชาติทางเคมี ตัวอย่างเช่นปฏิกิริยาระหว่างกรดในตริกกับเซลลูโลส เกิดเป็นไนโตรเซลลูโลส และการทำให้ยางธรรมชาติแข็งตัวโดยการเติมกำมะถัน

รูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์

พอลิเมอร์ที่เรามีการใช้งานในชีวิตประจำวันนั้น สามารถแบ่งออกตามลักษณะทางกายภาพได้ออกมากว้าง ๆ ได้ 4 แบบ ก็คือ

1. **เส้นใย** เป็นพอลิเมอร์กลุ่มที่แข็งแรงที่สุด เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยนั้นมีขนาดเล็กมาก ตัวพอลิเมอร์เองจึงจำเป็นต้องรับแรงในแนวแกนเส้นใยให้ได้สูงสุด เส้นใยจึงมีลักษณะทางกายภาพที่ดูเบาบาง แต่มีความแข็งแรงสูง
2. **พลาสติก** มีความแข็งแรงรองจากเส้นใย แม้ว่าการใช้งานพลาสติกนั้น จะมีมิติความกว้าง ยาว สูง มากกว่าเส้นใยหลายเท่า ทำให้ดูเหมือนว่าแข็งแรงกว่าเส้นใย แต่ถ้าลองนำพลาสติกไปบิดให้มีความบางเท่าเส้นใย จะพบว่ามันแข็งแรงน้อยกว่ามาก
3. **ยาง** มีจุดเด่นคือความยืดหยุ่นสูง เราจึงไม่เปรียบเทียบเรื่องความแข็งแรง แต่มักจะคำนึงถึงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนขาด (elongation at break) และแรงดึงที่จุดขาด (load at break) แทน นอกจากนี้พอลิเมอร์ในกลุ่มนี้จำเป็นต้องมีการคืนตัวกลับได้ดีด้วย (recovery property) จึงต้องมีการเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโซ่โมเลกุลด้วยการเชื่อมขวาง (crosslink) ซึ่งจุดที่เชื่อมขวางนี้ควรจะอยู่ห่างกันในระยะที่เหมาะสม เนื่องจากหากถี่เกินไป ยางที่ได้จะมีลักษณะแข็งไม่ยืดหยุ่น ในขณะที่ถ้าห่างเกินไป ก็จะได้ยางที่มีลักษณะนิ่มเกินไป
4. **สารละลายและลาเทกซ์** ใช้งานในรูปของพอลิเมอร์ที่กระจายตัวในของเหลวอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นตัวทำละลายของพอลิเมอร์เอง หรือกระจายตัวเป็นอิมัลชันในน้ำ ลักษณะการใช้งานคือเป็น กาว สีทาบ้าน เชลล์แล็ค หรือ สารเคลือบผิวอื่น ๆ พอลิเมอร์ในกลุ่มนี้ควรจะกระจายตัวได้ดี และมีความสามารถในการ

การเชื่อมขวางได้ในสถานะที่มีแสง หรือแก๊สออกซิเจนได้ หรือไม่สามารถที่จะนำตัวเองไป
เกี่ยวพัน (entanglement) กับวัสดุอื่น ๆ ได้

ชนิดของพอลิเมอร์ (แบ่งตามโครงสร้างโมเลกุล)

เมื่อพิจารณาการเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โมเลกุล (crosslinking) เราสามารถแบ่งชนิดของพอลิเมอร์
ได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. **Thermoplastic polymers** เป็นพอลิเมอร์สายตรงหรือกึ่ง ไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โมเลกุล
ส่งผลให้สายโซ่โมเลกุลขยับตัวง่ายเมื่อได้รับแรงหรือความร้อน สามารถหลอมและไหลได้เมื่อได้รับ
ความร้อน เป็นส่วนประกอบหลักในพลาสติกอ่อน เช่น Polyethylene ในถุงพลาสติก
2. **Elastomers** เป็นพอลิเมอร์ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โมเลกุลเล็กน้อย ซึ่งทำหน้าที่ดึงสายโซ่
โมเลกุลกลับมาให้อยู่ในสภาพเดิม เมื่อปล่อยแรงกระทำ
3. **Thermosetting polymers** เป็นพอลิเมอร์ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่โมเลกุลอย่างหนาแน่น
ส่งผลให้สายโซ่โมเลกุลขยับตัวยากเมื่อได้รับแรงหรือความร้อน วัสดุที่มีพอลิเมอร์ชนิดนี้เป็น
องค์ประกอบหลัก จึงรับแรงได้ดี และไม่หลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน อย่างไรก็ตาม เมื่อความ
ร้อนสูงถึงอุณหภูมิสลายตัว (Degradation temperature) วัสดุจะสลายตัวไปเนื่องจากพันธะเคมี
แตกหัก พอลิเมอร์ชนิดนี้ เป็นส่วนประกอบหลักในพลาสติกแข็ง เช่น ถ้วยชามเมลามีน หลัคไฟ
เบอร์ (Thermosets เสริมใยแก้ว)

ใบงานที่ 12.

เรื่อง ยางและพอลิเมอร์

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ยางแบ่งออกเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง
2. การทำยางแผ่นมีขั้นตอนการทำอย่างไรบ้าง
3. ยางที่เกิดตามธรรมชาติมีกี่แบบอะไรบ้าง
4. ยางธรรมชาติที่ดีมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง
5. ยางสังเคราะห์ปัจจุบันนิยมใช้แทนยางธรรมชาติเพราะเหตุใด

ใบความรู้ที่ 13.

เรื่อง ยางและพอลิเมอร์(ต่อ)

โครงสร้างของพอลิเมอร์

คุณสมบัติทางโครงสร้างของพอลิเมอร์เกี่ยวข้องกับการจัดตัวทางกายภาพของลำดับโมโนเมอร์ตลอดแกนหลักของสาย โครงสร้างมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติอื่นๆ ของพอลิเมอร์ ตัวอย่างเช่น พอลิเมอร์สายตรงอาจจะละลายหรือไม่ละลายในน้ำขึ้นกับว่าหน่วยย่อยนั้นมีขั้วหรือไม่ แต่ในกรณีของยางธรรมชาติ ยางธรรมชาติสองชนิดอาจจะแสดงความทนทานต่างกันแม้จะมีหน่วยย่อยเหมือนกัน

นักวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์พยายามพัฒนาวิธีการเพื่ออธิบายทั้งธรรมชาติของหน่วยย่อยและการจัดเรียงตัว

การจำแนกหน่วยย่อย

การจำแนกหน่วยย่อยที่ประกอบเป็นพอลิเมอร์เป็นลักษณะแรกและสำคัญที่สุดของพอลิเมอร์ หน่วยที่ซ้ำกันจะพบซ้ำๆตลอดสายและใช้ในการจำแนกพอลิเมอร์ พอลิเมอร์ที่มีหน่วยย่อยเหมือนกันหมดเรียกว่าโฮโมพอลิเมอร์ ส่วนพอลิเมอร์ที่มีหน่วยย่อยหลายชนิดผสมกันเรียกโคพอลิเมอร์ [พอลิสไตรีน](#) เป็นตัวอย่างของโฮโมพอลิเมอร์ [เอทิลีน-ไวนิลอะซิเตต](#) เป็นตัวอย่างของโคพอลิเมอร์ พอลิเมอร์ทางชีวภาพบางชนิดประกอบด้วยหน่วยย่อยต่างกันแต่มีโครงสร้างใกล้เคียงกันเช่นพอลินิวคลีโอไทด์ที่มีหน่วยย่อยเป็นนิวคลีโอไทด์ พอลิเมอร์ที่มีหน่วยย่อยที่มีประจุจะเรียกว่าพอลิอิเล็กโทรไลต์ หน่วยย่อยของพอลิเมอร์ชนิดนี้เรียก [ไอโอโนเมอร์](#)

คุณสมบัติของพอลิเมอร์

ชนิดของคุณสมบัติของพอลิเมอร์แบ่งอย่างกว้างๆได้เป็นหลายหมวดขึ้นกับความละเอียด ในระดับนาโนหรือไมโครเป็นคุณสมบัติที่อธิบายลักษณะของสายโดยตรงโดยเฉพาะ โครงสร้างของพอลิเมอร์ ในระดับกลาง เป็นคุณสมบัติที่อธิบายสัณฐานของพอลิเมอร์เมื่ออยู่ในที่ว่าง ในระดับกว้างเป็นการอธิบายพฤติกรรมโดยรวมของพอลิเมอร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติในระดับการใช้งาน

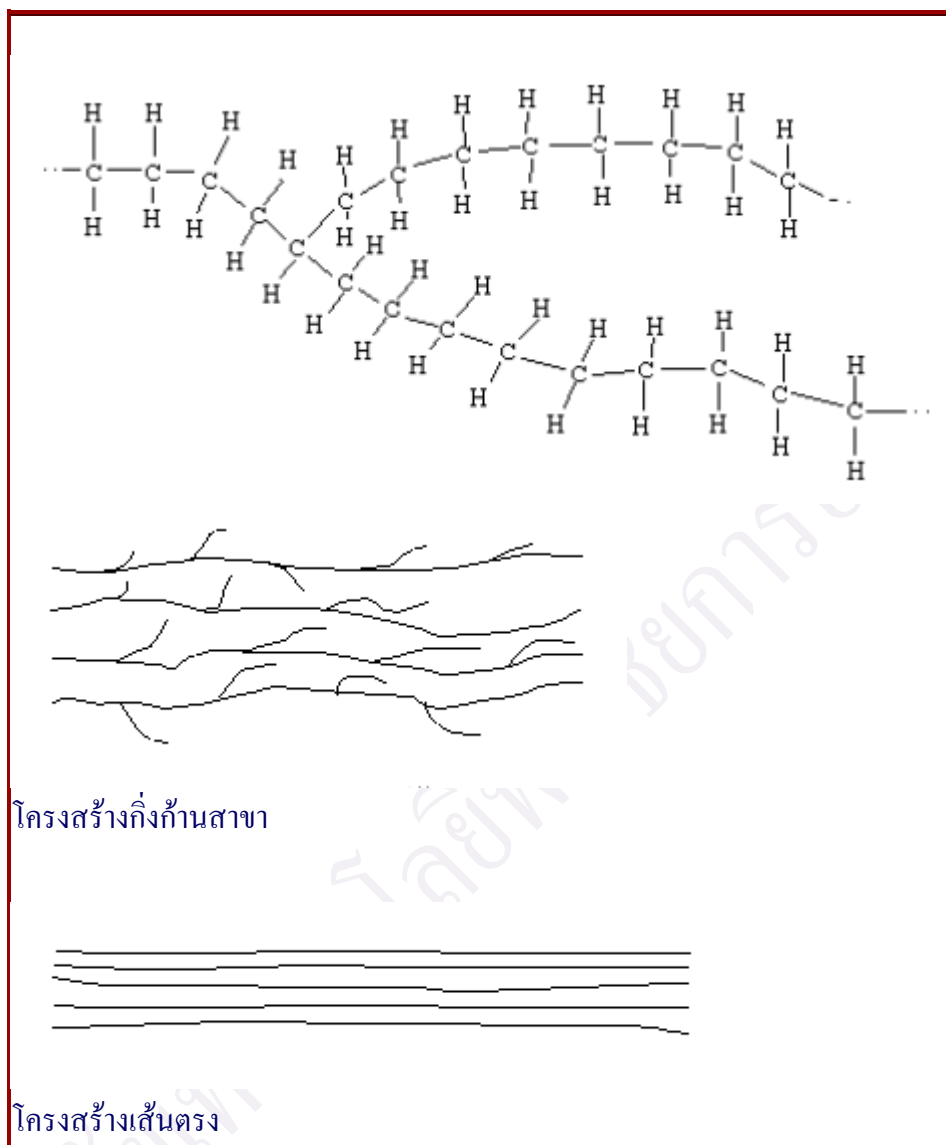
- คุณสมบัติในการขนส่ง เป็นคุณสมบัติของอัตราการแพร่หรือโมเลกุลเคลื่อนไปได้เร็วเท่าใดในสารละลายของพอลิเมอร์ มีความสำคัญมากในการนำพอลิเมอร์ไปใช้เป็นเชื้อเพลิง
- [จุดหลอมเหลว](#) คำว่าจุดหลอมเหลวที่ใช้กับพอลิเมอร์ไม่ใช่การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวแต่เป็นการเปลี่ยนจากรูปผลึกหรือกึ่งผลึกมาเป็นรูปของแข็ง บางครั้งเรียกว่าจุดหลอมเหลวผลึก ในกลุ่มของพอลิเมอร์สังเคราะห์ จุดหลอมเหลวผลึกยังเป็นที่ถกเถียงในกรณีของเทอร์โมพลาสติกเช่นเทอร์โมเซตพอลิเมอร์ที่สลายตัวในอุณหภูมิสูงมากกว่าจะหลอมเหลว
- พฤติกรรมการผสม โดยทั่วไปส่วนผสมของพอลิเมอร์มีการผสมกันได้น้อยกว่าการผสมของโมเลกุลเล็กๆ ผลกระทบนี้เป็นผลจากข้อเท็จจริงที่ว่าแรงขับเคลื่อนสำหรับการผสมมักเป็นแบบระบบปิด ไม่ใช่แบบใช้พลังงาน หรืออีกอย่างหนึ่ง วัสดุที่ผสมกันได้ที่เกิดเป็น [สารละลาย](#) ไม่ใช่เพราะปฏิสัมพันธ์ระหว่างโมเลกุลที่ชอบทำปฏิกิริยากันแต่เป็นเพราะการเพิ่มค่า [เอนโทรปี](#) และพลังงานอิสระที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มปริมาตรที่ใช้งานได้ของแต่ละส่วนประกอบ การเพิ่มขึ้นในระดับเอน

โทรปีขึ้นกับจำนวนของอนุภาคที่นำมาผสมกัน เพราะโมเลกุลของพอลิเมอร์มีขนาดใหญ่กว่าและมีความจำเพาะกับปริมาตรเฉพาะมากกว่าโมเลกุลขนาดเล็ก จำนวนของโมเลกุลที่เกี่ยวข้องในส่วนผสมของพอลิเมอร์มีค่าน้อยกว่าจำนวนในส่วนผสมของโมเลกุลขนาดเล็กที่มีปริมาตรเท่ากัน ค่าพลังงานในการผสมเปรียบเทียบได้ต่อหน่วยปริมาตรสำหรับส่วนผสมของพอลิเมอร์และโมเลกุลขนาดเล็ก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของพลังงานอิสระในการผสมสารละลายพอลิเมอร์และทำให้การละลายของพอลิเมอร์เกิดได้น้อย สารละลายพอลิเมอร์ที่เข้มข้นพบน้อยกว่าที่พบในสารละลายของโมเลกุลขนาดเล็ก ในสารละลายที่เจือจาง คุณสมบัติของพอลิเมอร์จำแนกโดยปฏิกิริยาระหว่างตัวทำละลายและพอลิเมอร์ ในตัวทำละลายที่ดี พอลิเมอร์จะพองและมีปริมาตรมากขึ้น แรงระหว่างโมเลกุลของตัวทำละลายกับหน่วยย่อยจะสูงกว่าแรงภายในโมเลกุล ในตัวทำละลายที่ไม่ดี แรงภายในโมเลกุลสูงกว่าและสายจะหดตัว ในตัวทำละลายแบบธิดา หรือสถานะที่สารละลายพอลิเมอร์ซึ่งมีค่าของสัมประสิทธิ์วิเรียลที่สองเป็นศูนย์ แรงผลักระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์กับตัวทำละลายเท่ากับแรงภายในโมเลกุลระหว่างหน่วยย่อย ในสถานะนี้ พอลิเมอร์อยู่ในรูปเกลียวขดมคคิ

- การแตกกิ่ง การแตกกิ่งของสายพอลิเมอร์มีผลกระทบต่อคุณสมบัติทั้งหมดของพอลิเมอร์ สายยาวที่แตกกิ่งจะเพิ่มความเหนียว เนื่องจากการเพิ่มจำนวนของความซับซ้อนต่อสาย ความยาวอย่างสุ่มและสายสั้นจะลดแรงภายในพอลิเมอร์เพราะการรบกวนการจัดตัว โซ่ข้างสั้นๆลดความเป็นผลึกเพราะรบกวนโครงสร้างผลึก การลดความเป็นผลึกเกี่ยวข้องกับการเพิ่มลักษณะโปร่งใสแบบกระจกเพราะแสงผ่านบริเวณที่เป็นผลึกขนาดเล็ก ตัวอย่างที่ดีของผลกระทบนี้เกี่ยวข้องกับขอบเขตของลักษณะทางกายภาพของพอลิเอทิลีน พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงมีระดับการแตกกิ่งต่ำ มีความแข็งแรงและใช้เป็นเหยือกนม พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ มีการแตกกิ่งขนาดสั้นๆจำนวนมาก มีความยืดหยุ่นกว่าและใช้ในการทำฟิล์มพลาสติก ดัชนีการแตกกิ่งของพอลิเมอร์เป็นคุณสมบัติที่ใช้จำแนกผลกระทบของการแตกกิ่งสายยาวต่อขนาดของโมเลกุลที่แตกกิ่งในสารละลาย เดนไดรเมอร์เป็นกรณีพิเศษของพอลิเมอร์ที่หน่วยย่อยทุกตัวแตกกิ่ง ซึ่งมีแนวโน้มลดแรงระหว่างโมเลกุลและการเกิดผลึก พอลิเมอร์แบบเดนดริติกไม่ได้แตกกิ่งอย่างสมบูรณ์แต่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเดนไดรเมอร์เพราะมีการแตกกิ่งมากเหมือนกัน
- การเติมพลาสติกไซเซอร์ การเติมพลาสติกไซเซอร์มีแนวโน้มเพิ่มความยืดหยุ่นของพอลิเมอร์ พลาสติกไซเซอร์โดยทั่วไปเป็นโมเลกุลขนาดเล็กที่มีคุณสมบัติทางเคมีคล้ายกับพอลิเมอร์และเข้าเติมในช่องว่างของพอลิเมอร์ที่เคลื่อนไหวได้ดีและลดปฏิกิริยาระหว่างสาย ตัวอย่างที่ดีของพลาสติกไซเซอร์เกี่ยวข้องกับพอลิไวนิลคลอไรด์หรือพีวีซี พีวีซีที่ไม่ได้เติมพลาสติกไซเซอร์ใช้ทำท่อ ส่วนพีวีซีที่เติมพลาสติกไซเซอร์ใช้ทำผ้าเพราะมีความยืดหยุ่นมากกว่า

กิ่งก้านสาขา (Branching)

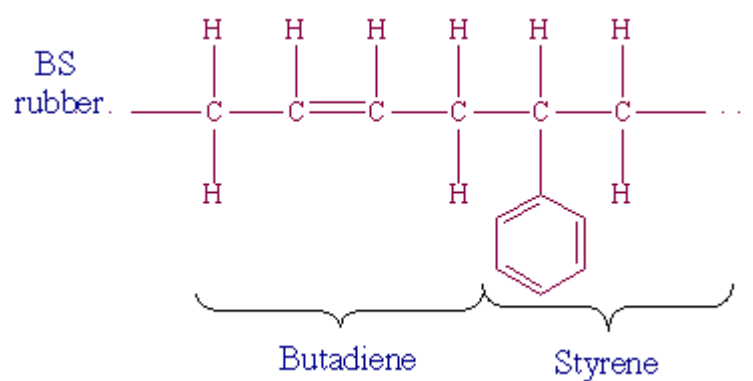
กิ่งก้านสาขาเกิดเมื่อมีอะตอมที่ติดอยู่กับโครงสร้างของสายโซ่หลัก (main chain) ถูกย้ายออกไปและมีการแทนที่ด้วยสายโมเลกุลที่มีโครงสร้างเหมือนกับสายโซ่หลัก โครงสร้างแบบกิ่งก้านจะขัดขวางการจัดเรียงชิดกันของสายโซ่โมเลกุลโอกาสที่จะเกิดความเป็นผลึกน้อย ทำให้ความหนาแน่น ความแข็งแรง และค่า stiffness ของพอลิเมอร์ลดลง ตัวอย่างเช่น พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (low-density polyethylene, LDPE) ซึ่งมีโครงสร้างแบบกิ่งมีความแข็งแรงน้อยกว่าพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (high-density polyethylene, HDPE) ซึ่งมีกิ่งก้านน้อยมาก



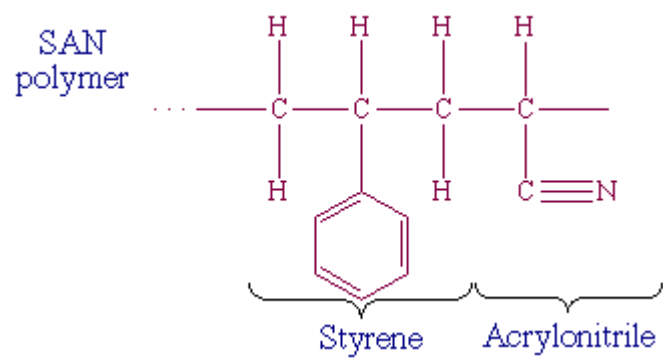
กิ่งก้านสาขาในพอลิเมอร์ทำให้การเกิดผลึกเป็นไปได้ยากขึ้น

โคพอลิเมอร์

โคพอลิเมอร์เกิดจากการรวมพอลิเมอร์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เช่น ABS ซึ่งเป็นโคพอลิเมอร์ที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางสามารถเตรียมได้จากอะคริโลไนไตรท์ (acrylonitrile) บิวตะไดอิน (butadiene) ซึ่งเป็นยางสังเคราะห์และสไตรีนมอนอเมอร์ (รูปที่ 4.6) โดยสไตรีนและอะคริโลไนไตรท์ถูกเตรียมให้เป็นโคพอลิเมอร์แบบเส้นตรงมีชื่อย่อเรียกว่า SAN ทำหน้าที่เป็นเมทริกซ์ (matrix) ในขณะที่โคพอลิเมอร์เส้นตรงอีกชนิดเตรียมจากสไตรีนและบิวตะไดอินมีสมบัติเป็นยางเรียกว่า BS rubber ทำหน้าที่คล้ายกับสารตัวเติม (filler) การรวมกันของโคพอลิเมอร์ทั้งสองทำให้ ABS มีสมบัติที่ดีเยี่ยมทั้งในด้านความแข็งแรงความทนต่อแรงดึง และ toughness



ABS copolymer

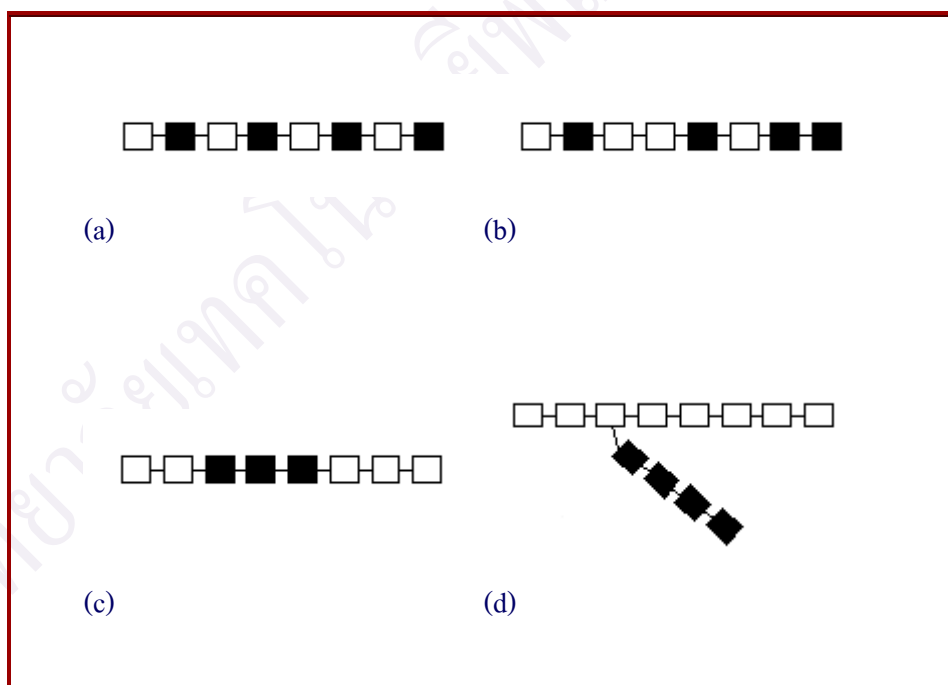
BS
rubberSAN
polymer

ABS ซึ่งเตรียมได้จากการกราฟต์โคพอลิเมอร์ 2 ชนิด

คือ SAN และ BS เข้าด้วยกัน

โคพอลิเมอร์อีกชนิดที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไปประกอบด้วยหน่วยที่ซ้ำกันของเอธิลีนและโพรพิลีน แม้ว่าทั้งพอลิเอธิลีนและพอลิโพรพิลีนต่างเกิดเป็นผลึกได้ง่ายแต่เมื่อรวมกันแล้วโคพอลิเมอร์ที่ได้มีลักษณะเป็นอสัณฐานและเมื่อผ่านการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลจะมีสมบัติเป็นอลาสโตเมอร์

การจัดเรียงมอนอเมอร์ในโคพอลิเมอร์ทำให้สามารถแบ่งโคพอลิเมอร์ออกได้เป็นหลายลักษณะได้แก่ โคพอลิเมอร์แบบสลับ (alternating) แบบสุ่ม (random) แบบบล็อก (block) และแบบกราฟต์ (graft)



โคพอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ

- (a) แบบสลับ (b) แบบสุ่ม
(c) แบบบล็อก (d) แบบกราฟต์

การเกิดผลึกและการเสียรูป (Crystallisation and Deformation)

การเกิดผลึกของพอลิเมอร์ หรือการที่โมเลกุลจัดเรียงตัวชิดกันอย่างเป็นระเบียบทำให้แรงระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์แข็งแรงขึ้น มีผลให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นความต้านทานต่อสารเคมี และสมบัติเชิงกลดีขึ้นแม้อยู่ในที่อุณหภูมิสูงการเสียรูปหรือการใช้แรงดึงพอลิเมอร์ให้ผลในทำนองเดียวกันกับการเกิดผลึกเนื่องจากการทำให้สายโซ่โมเลกุลยืดออกและจัดเรียงตัวในแนวเดียวกัน ลักษณะเช่นนี้ใช้นิยมในการผลิตเส้นใยเพื่อทำให้เส้นใยที่ได้มีความแข็งแรงในทิศทางเดียวกับแรงดึง

การจัดตำแหน่งของหมู่แทนที่ (Tacticity)

เมื่อพอลิเมอร์ประกอบด้วยหน่วยซ้ำๆ กันที่มีโครงสร้างแบบไม่สมมาตร (non-symmetrical repeat unit) โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์จะถูกกำหนดโดยตำแหน่งของอะตอมหรือกลุ่มของอะตอมที่ทำให้เกิดความไม่สมมาตรลักษณะเช่นนี้เรียกว่าแทคติซิตี (tacticity) หรือสเตอริโอไอโซเมอริซึม (stereoisomerism) สำหรับโครงสร้างที่จัดเรียงแบบซินดิโอแทคติก (syndiotactic) อะตอมหรือหมู่อะตอมในสายโซ่โมเลกุลจะเรียงสลับด้านกันไปมา ไอโซแทคติก (isotactic) เป็นลักษณะที่อะตอมทั้งหมดจัดเรียงอยู่ด้านเดียวกันสายโซ่ ส่วนอะแทคติก (atactic) อะตอมจะจัดเรียงสลับด้านกันไปมาแบบสุ่ม

โครงสร้างอะแทคติกมีความเป็นระเบียบน้อยการจัดตำแหน่งของอะตอมหรือกลุ่มของอะตอมไม่แน่นอนทำให้โอกาสที่โมเลกุลจะเรียงชิดกันมีน้อย ความหนาแน่นต่ำ ความแข็งแรง และ stiffness ต่ำ ทนต่อความร้อนและสารเคมีได้น้อย มีแนวโน้มที่จะเป็นพอลิเมอร์อสัณฐาน ตัวอย่างเช่น พอลิโพรพิลีน เมื่อมีโครงสร้างอะแทคติกจะมีลักษณะอสัณฐานผิวมันมีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง (waxlike) สมบัติเชิงกลค่อนข้างต่ำในขณะที่โครงสร้างไอโซแทคติกซึ่งสามารถเกิดผลึกได้เกิดผลึกได้เป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติเชิงกลสูงและถูกนำไปใช้ในงานต่างๆ อย่างกว้างขวาง

พอลิเมอร์ผสม (Blending)

เราสามารถใช้ในการเตรียมพอลิเมอร์ผสมมาปรับปรุงสมบัติเชิงกลของเทอร์โมพลาสติกชนิดต่าง ๆ เช่นการผสมพอลิเมอร์ประเภทยางกับเทอร์โมพลาสติก ทำให้ได้พอลิเมอร์ที่มีลักษณะเป็น 2 เฟสดังได้กล่าวไปแล้วในกรณีของ ABS โดยโมเลกุลของยางไม่ได้เกิดพันธะเคมีเข้าไปอยู่ในโครงสร้างของโคพอลิเมอร์เพียงแค่ผสมอยู่และช่วยในการดูดซับพลังงาน เมื่อพอลิเมอร์ได้รับแรงกระทำทำให้มีสมบัติทนต่อแรงได้ดีขึ้น หรือ ค่า toughness มากขึ้นพอลิคาร์บอเนตซึ่งใช้ในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องบินที่โปร่งแสงก็สามารถถูกปรับปรุงให้มีสมบัติดีขึ้นด้วยหลักการเดียวกัน

รูปแบบการใช้งานของพอลิเมอร์

พอลิเมอร์ที่เรามีการใช้งานในชีวิตประจำวันนั้น สามารถแบ่งออกตามลักษณะทางกายภาพ

ได้ออกมากว้าง ๆ ได้ 4 แบบ ก็คือ

1.เส้นใย เป็นพอลิเมอร์กลุ่มที่แข็งแรงที่สุด เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยนั้นมี

ขนาดเล็กมาก ตัวพอลิเมอร์เองจึงจำเป็นต้องรับแรงในแนวแกนเส้นใยให้ได้สูงสุด เส้นใยจึงมี

ลักษณะทางกายภาพที่ดูเบาบาง แต่มีความแข็งแรงสูง

2.พลาสติก มีความแข็งแรงรองจากเส้นใย แม้ว่าการใช้งานพลาสติกนั้น จะมีมิติ

ความกว้าง ยาว สูง มากกว่าเส้นใยหลายเท่า ทำให้ดูเหมือนว่าแข็งแรงกว่าเส้นใย แต่ถ้าลองนำ

พลาสติกไปฉีกให้มีความบางเท่าเส้นใย จะพบว่ามันแข็งแรงน้อยกว่ามาก

3.ยาง มีจุดเด่นคือความยืดหยุ่นสูง เราจึงไม่เปรียบเทียบเรื่องความแข็งแรง แต่มักจะ

คำนึงถึงค่าเปอร์เซ็นต์การยืดตัวก่อนขาด (elongation at break) และแรงดึงที่จุดขาด (load at break)

แทน นอกจากนี้พอลิเมอร์ในกลุ่มนี้จำเป็นต้องมีการคืนตัวกลับได้ดีด้วย (recovery property) จึงต้อง

มีการเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโซ่โพลิเมอร์ด้วยการเชื่อมขวาง (crosslink) ซึ่งจุดที่เชื่อมขวางนี้ควรจะอยู่ห่างกันในระยะที่เหมาะสม เนื่องจากหากถี่เกินไป ยางที่ได้จะมีลักษณะแข็งไม่ยืดหยุ่น ในขณะที่ถ้าห่างเกินไป ก็จะได้ยางที่มีลักษณะนิ่มเกินไป

4.สารละลายและลาเทกซ์ ใช้งานในรูปของพอลิเมอร์ที่กระจายตัวในของเหลวอื่น

ๆ ไม่ว่าจะเป็นตัวทำละลายของพอลิเมอร์เอง หรือกระจายตัวเป็นอิมัลชันในน้ำ ลักษณะการใช้งานคือเป็น กาว สีทาบ้าน เซลล์เล็ก หรือ สารเคลือบผิวอื่น ๆ พอลิเมอร์ในกลุ่มนี้ควรจะกระจายตัวได้ดี และมีความสามารถในการเชื่อมขวางได้ในสภาวะที่มีแสง หรือแก๊ซออกซิเจนได้ หรือไม่ก็สามารถที่จะนำตัวเองไปเกี่ยวพัน (entanglement) กับวัสดุอื่น ๆ ได้

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์

เทคโนโลยีของการผลิตพอลิเมอร์มีความก้าวหน้าและพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว

นับตั้งแต่การเตรียมมอนอเมอร์การเตรียมพอลิเมอร์การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของพอลิเมอร์ การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์รวมทั้งการแปรรูปพอลิเมอร์เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างแพร่หลาย สามารถแปรรูปให้เป็นชิ้นงานได้หลายรูปแบบการขึ้นรูปชิ้นงานจะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับประเภทของพลาสติกว่าเป็นเทอร์มอพลาสติกหรือพลาสติกเทอร์มอเซต นอกจากนี้ยังมีการเติมสารบางชนิดลงไปเพื่อให้พลาสติกมีสมบัติดีขึ้น เช่น เติมสีให้มีความสวยงาม เติมใยแก้วเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและทนต่อแรงกระแทกซึ่งมีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า ไฟเบอร์กลาส นอกจากนี้ยังมีการเติมผงแกรไฟต์เพิ่มให้มีสมบัตินำไฟฟ้าได้ในปัจจุบันใช้พอลิเมอร์หลายชนิดทำสารเคลือบผิวของวัสดุต่าง ๆ

การใช้ประโยชน์จากพลาสติกในปัจจุบันเป็นไปอย่างกว้างขวาง เช่น การแพทย์ใช้พอลิไวนิลคลอไรด์ผลิตถุงใส่เลือด เส้นเลือดเทียม พอลิสไตรีนใช้ทำหลอดฉีดยา พอลิโพรลีนใช้ทำกระดูกเทียม เอ็นเย็บแผล พอลิเอทิลีนใช้ทำอวัยวะเทียม เช่น ฟันปลอม ลิ้นหัวใจ กระเพาะปัสสาวะ และท่อน้ำดี พอลิเมทิลเมทาคริเลตใช้ทำเลนส์สัมผัสทั้งชนิดแข็งและชนิดอ่อน ซิลิโคนจัดเป็นพอลิเมอร์อินทรีย์ที่ใช้ทำแม่พิมพ์และใช้ในด้านศัลยกรรมตกแต่ง

พอลิเมอร์สังเคราะห์หลายประเภทนำมาใช้เป็นสารช่วยยึดติดโดยใช้ทั้งในสภาพของแข็งและของเหลว เช่น กาวพอลิไวนิลแอซีเตต หรือที่รู้จักกันในชื่อกาวลาเท็กซ์ กาวอะคริลิก กาวไซยาโนอะคริเลต ที่รู้จักกันในชื่อของกาวอีพอกซีโดยทั่วไปพอลิเมอร์มีสมบัติเป็นฉนวนกันไฟฟ้า แต่มีพอลิเมอร์บางประเภทแสดงสมบัติเป็นสารกึ่งนำหรือนำไฟฟ้าได้ โครงสร้างทางเคมีที่สำคัญของพอลิเมอร์กลุ่มนี้ได้แก่ อะตอมของคาร์บอนต่อกันอยู่ด้วยพันธะเดี่ยวสลับกับพันธะคู่ หรือมีวงแหวนอะโรมาติก หรือมีอะตอมของกำมะถันและไนโตรเจนอยู่ในวงแหวน จึงทำให้มีการกระจายของอิเล็กตรอนได้เช่นเดียวกับโลหะ ตัวอย่างโครงสร้างของพอลิเมอร์นำไฟฟ้า ได้แก่

ซิส-พอลิอะเซทิลีน		ทรานส์-พอลิอะเซทิลีน	
พอลิไพโรท		พอลิไทโอฟีน	พอลิพาราฟีนิลีน

นอกจากนี้ยังมีการนำพอลิเมอร์มาใช้งานก่อสร้างต่าง ๆ เช่น ใช้พอลิสไตรีน-บิวทาไดอีน-สไตรีน (Styrene-Butadiene-Styrene = SBS) ผสมกับยางมะตอยเป็นวัสดุเชื่อมรอยต่อของคอนกรีต

เพื่อทำหน้าที่รองรับการขยายตัวของคอนกรีตเมื่อได้รับความร้อน ช่วยให้อย่างมะตอยไม่ไหลมากในฤดูร้อนและไม่แห้งแตกจนหลุดออกจากรอยต่อในฤดูหนาว

ด้านการเกษตร

ใช้พลาสติกพีวีซีคลุมดินเพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้น และป้องกันการถูกทำลายของผิวดินใช้ทำตาข่ายกันแมลงในการปลูกผักปลอดสารพิษ ใช้พอลิเอทิลีนปูพื้นดินที่เป็นดินร่วนหรือดินปนทรายเพื่อช่วยให้สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ และยังใช้เม็ดพลาสติกผสมในดินเหนียวเพื่อช่วยให้ดินร่วนขึ้นด้วย

โฟม (Foam)

เป็นพลาสติกที่ผ่านกระบวนการเติมแก๊สเพื่อทำให้เกิดฟองอากาศจำนวนมากแทรกอยู่ระหว่างเนื้อพลาสติก โฟมชนิดแรกคือฟองน้ำยางซึ่งมีใช้มานานกว่า 60 ปีแล้ว ทำได้โดยผสมโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตกับน้ำยางและให้ความร้อนจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แทรกอยู่ในเนื้อยาง จึงทำให้เนื้อยางฟูและเป็นรูพรุน โฟมทุกชนิดจะต้องมีสารที่ทำให้เกิดโฟม เช่น อากาศหรือสารเคมีที่สลายให้แก๊สเมื่อได้รับความร้อน เพื่อช่วยให้มีแก๊สแทรกอยู่ในเนื้อโฟม และทำให้โฟมมีน้ำหนักเบา มีความยืดหยุ่น กันหรือเก็บความร้อนได้ดี โฟมบางชนิดที่มีสาร CFC แทรกอยู่เป็นฉนวนกันความร้อนและฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก จึงนิยมใช้ทำเป็นกล่องสำหรับบรรจุอาหารต่างๆ เช่น กล่องใส่ไอศกรีม กล่องใส่อาหารร้อน นอกจากนี้ยังใช้บุฝาผนังห้องเย็นอีกด้วย ในปัจจุบันที่ทราบแล้วว่าสาร CFC ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และทำลายแก๊สโอโซนในบรรยากาศ จึงมีการศึกษาวิจัยเพื่อใช้สารอื่นทดแทน ซึ่งพบว่าแก๊สเพนเทนและบิวเทนสามารถนำมาใช้ผลิตโฟมแทน CFC ได้ ในปัจจุบันสามารถผลิตโฟมได้จากพอลิเมอร์หลายชนิด เช่น พีวีซี พอลิเอทิลีน และพอลิสไตรีน

ปัญหาจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์

ในปัจจุบันพอลิเมอร์เป็นสารที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะพอลิเมอร์สังเคราะห์ในกลุ่มพลาสติก ซึ่งมีข้อดีที่มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรงสูง ทนทานต่อสารเคมีต่าง ๆ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงเป็นที่นิยมนำไปใช้ในการผลิตเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ มากมาย แต่ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากพอลิเมอร์สังเคราะห์เหล่านี้ก็มีข้อเสีย คือ สลายตัวได้ยากเมื่อถูกทิ้งให้เป็นขยะจะตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน ยากต่อการกำจัดเนื่องจากเมื่อเผาจะก่อให้เกิดควันที่เป็นแก๊สพิษ และหากนำไปฝังก็จะทำให้ดินบริเวณนั้นเสื่อมสภาพไม่สามารถเพาะปลูกได้ นอกจากนี้การทิ้งขยะพลาสติกโดยขาดการจัดการที่ดีก็อาจก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาได้ เช่น เกิดน้ำท่วม เนื่องจากขยะพลาสติกไปอุดตามท่อระบายน้ำ เป็นที่สะสมเชื้อโรคและแบคทีเรียต่าง ๆ เป็นต้น

จากปัญหาขยะพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีมากขึ้นและการที่ราคาปิโตรเลียมซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการผลิตพอลิเมอร์สังเคราะห์มีราคาสูงมากขึ้น ในปัจจุบันจึงมีการรณรงค์เกี่ยวกับแนวทางการใช้พอลิเมอร์สังเคราะห์ให้ได้อย่างคุ้มค่าและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยมี 3 แนวทาง ดังนี้

1. ลดการใช้ (Reduce) คือ ลดหรือหลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์สังเคราะห์ให้น้อยลง ซึ่งอาจทำได้โดยวิธีการใช้วัสดุหรือบรรจุภัณฑ์จากธรรมชาติแทนบรรจุภัณฑ์จากพอลิเมอร์สังเคราะห์ และการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีความคงทนสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้แทนการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ไม่คงทนที่ใช้แล้วต้องทิ้งไป เป็นต้น

2. นำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) คือ การนำผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่เคยผ่านการใช้งานแล้ว แต่ยังมีคุณภาพดีอยู่กลับมาใช้งานอีกครั้งหนึ่ง ตัวอย่างเช่น การพับถุงพลาสติกที่เคยใช้แล้วแต่ยังอยู่ในสภาพดี เพื่อเก็บไว้ใช้งานในครั้งต่อไป เป็นต้น

3. รีไซเคิล (Recycle) คือ การนำผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว มาผ่านการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อนำกลับมาใช้งานอีกครั้งหนึ่ง เช่น การนำขวดพลาสติกที่ใช้แล้วไปหลอมและขึ้นรูปใหม่เพื่อนำกลับมาใช้งานอีก หรือการนำขวดนม ขวดแชมพูหรือครีมอาบน้ำ มาหลอมและขึ้นรูปใหม่เป็นขวดน้ำยาซักผ้าหรือถังพลาสติก เป็นต้น

การใช้ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ตามแนวทางทั้ง 3 นี้ จะช่วยให้พอลิเมอร์สังเคราะห์ต่างๆ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลดการผลิตพอลิเมอร์สังเคราะห์ให้น้อยลง จึงสามารถช่วยลดปริมาณขยะจากพอลิเมอร์สังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ ให้ลดน้อยลงตามไปด้วย

วิทยาลัยเทคโนโลยีพณิชยการ

ใบงานที่ 13.

เรื่อง ยางและพอลิเมอร์ (ต่อ)

คำสั่งงตอบคำถามต่อไปนี้

1. พอลิเมอร์มีโครงสร้างแบบอะไรบ้าง
2. จงบอกข้อสันนิษฐานที่ได้จากธรรมชาติอย่างน้อย 4 ชนิด
3. เทอร์โมพลาสติกแบ่งออกเป็นกี่กลุ่มอะไรบ้าง
4. เทอร์โมเซตติงพลาสติกเป็นพลาสติกแบบใดได้แก่อะไรบ้าง
5. ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์มีอย่างไรบ้างและมีวิธีการลดการใช้ผลิตภัณฑ์อย่างไร

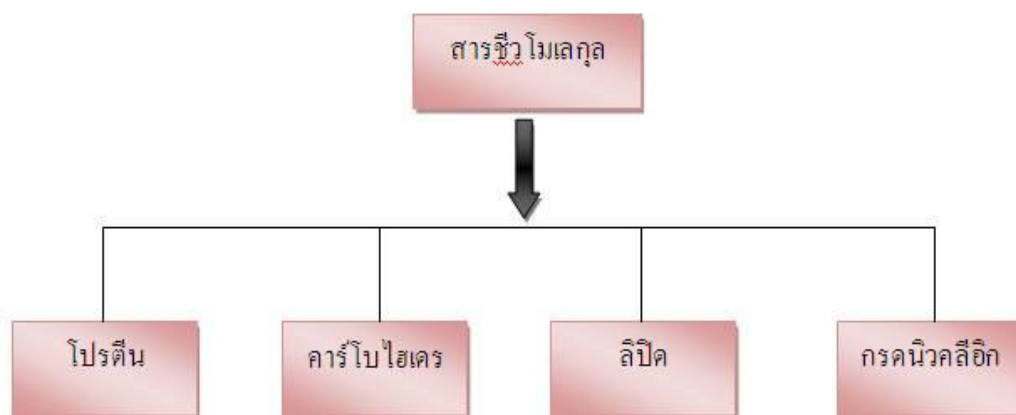
ใบความรู้ที่ 14.

เรื่อง สารชีวโมเลกุล

สารชีวโมเลกุล

สารชีวโมเลกุลเป็นสารอินทรีย์ ที่ สิ่งมีชีวิตใช้ในการดำรงชีวิต ซึ่งจำแนกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิพิด และกรดนิวคลีอิกซึ่งทั้งสี่ประเภทเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตคือช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตให้พลังงานในการทำกิจกรรมต่างๆ ช่วยให้ร่างกายแข็งแรงและช่วยถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมอาหารที่รับประทานเข้าไปมีสารอาหาร 6 ประเภทคือ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน แร่ธาตุ วิตามิน และน้ำ ซึ่งแร่ธาตุวิตามิน และน้ำไม่ใช่สารชีวโมเลกุลเนื่องจากเป็นสารอนินทรีย์ สารชีวโมเลกุลที่กล่าวไปทั้ง 4 ประเภทที่ กล่าวไปนี้มีโครงสร้าง สมบัติ การเกิดปฏิกิริยาอย่างไรจะได้ศึกษาจากบทนี้



1 โปรตีน (Protein) โปรตีนเป็นสารประเภทพอลิเพปไทด์ที่มีโครงสร้างของโมเลกุลที่ซับซ้อน มีธาตุประกอบ

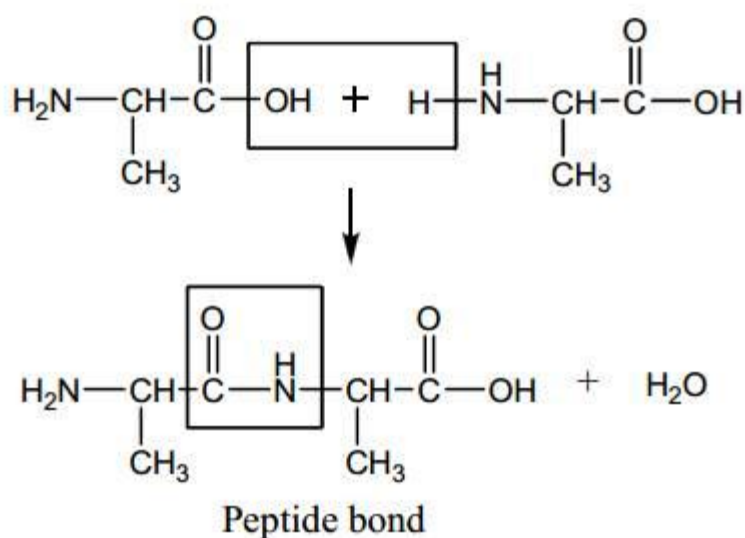
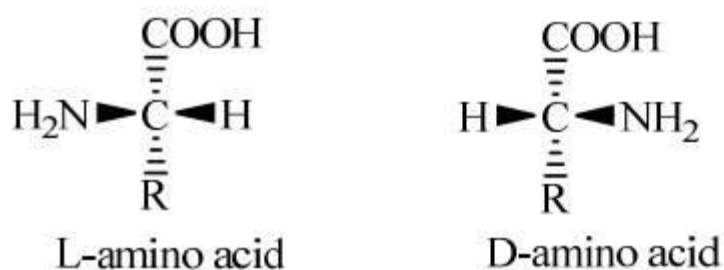
หลักซึ่งประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนและไนโตรเจน โปรตีนเป็นสารที่พบมากที่สุดในสิ่งมีชีวิตมากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักแห้ง (dry weight) ของเซลล์ทั่วไปโปรตีนมีบทบาทสำคัญ

ในกระบวนการทางชีวเคมีทุกชนิดดังนั้นความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของโปรตีนจึงมีความสำคัญมาก

1.1 กรดอะมิโนและพันธะเพปไทด์ เมื่อสลายโปรตีนด้วยกรดจะได้สารอินทรีย์ง่ายๆ เรียกว่า

กรดอะมิโน(amino acid) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างเป็น $\text{NH}_2\text{-CHR-COOH}$ ในสูตรโครงสร้างนี้อะตอมคาร์บอนในตำแหน่งอัลฟาจะเป็นอะตอมคาร์บอนไม่สมมาตร (asymmetric carbon atom) ดังนั้นกรดอะมิโนทุกตัว นอกจากไกลซีนจะมีสเตอริโอไอโซเมอร์ได้สองชนิด คือ D- และ L- โดยที่กรดอะมิโนในธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นชนิด L-isomer

โปรตีนเกิดจากกรดอะมิโนสร้างพันธะด้วยพันธะเพปไทด์ เชื่อมต่อกันระหว่างโมเลกุลซึ่งมีการจัดเรียงลำดับ ชนิด และจำนวนที่ แตกต่างกันเกิดเป็นโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ที่มีมวลโมเลกุลมาก



โปรตีนเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่ เกิดจากการรวมตัวของกรดอะมิโนจำนวนมากโปรตีนมีหลายชนิด โปรตีนนับหมื่นชนิดในร่างกายประกอบด้วยกรดอะมิโน 20 ชนิดเป็นโครงสร้างพื้นฐาน

กรดอะมิโนบางชนิดร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเองได้บางชนิดร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเองไม่ได้เรียกกรดอะมิโนที่สังเคราะห์ขึ้นเองไม่ได้นี้ ว่า กรดอะมิโนจำเป็น ซึ่งได้แก่ เมไทโอนีน ทรีโอนีน ไลซีน เวลีน ลิวซีน ไอโซลิวซีน ฟีนอลานีน ทริปโตเฟน ฮิสติดีนและอาร์จินีน เมื่อพิจารณากรดอะมิโนแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบพื้นฐานที่เหมือนกันคือ หมู่คาร์บอกซิลิก และ หมู่เอ

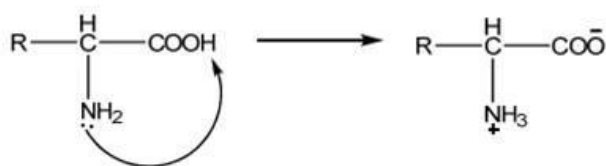
มีน ซึ่งหมู่อะมิโนเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิดหลักได้แก่ hydrophobic polar acidic และ basic บทบาทของกรดอะมิโนแต่ละชนิดในการทำงานของโปรตีนขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของโซ่ข้าง 4 ประการ ได้แก่ ลักษณะความมีขั้ว คุณสมบัติการแตกตัวความสามารถในการเกิดพันธะไฮโดรเจน และ คุณสมบัติเฉพาะตัวของสาร

กรดอะมิโน	สูตรโครงสร้าง	pKa _R	pKa _C	pKa _N	pI
	โซ่ข้าง (side chain)				
Lysine (Lys, K)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \\ \\ \text{H} \end{array}$	10.5	2.2	9.1	9.80
Arginine (Arg, R)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{NH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{H} \qquad \qquad \qquad \text{NH} \end{array}$	12.5	1.8	9.0	10.75
Histidine (His, H)	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH} \\ \qquad \qquad \qquad \quad \\ \text{H} \qquad \qquad \qquad \text{HN} \quad \text{N} \\ \qquad \qquad \qquad \quad \\ \qquad \qquad \qquad \quad \text{H} \end{array}$	6.0	1.8	9.3	7.65

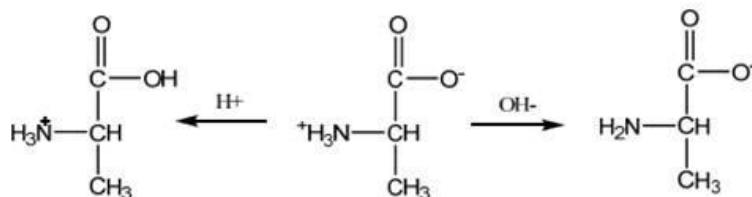
ในบางครั้งจำแนกสารตามความแตกต่างกันที่ โซ่แขนง หรือ R group ได้ 7 แบบ ได้แก่ กลุ่ม aliphatic ได้แก่ ไกลซีน อะลานีน เกลซีน ลูซีน และไอโซลูซีนกลุ่ม aromatic ได้แก่ เบนซิลอะลานีน ทรูปโตเฟน และ ไทโรซีน กลุ่ม Sulphur ได้แก่ ซีสเทอีน และ เมไทโอนีน กลุ่ม acidic ได้แก่ กรดแอสปาร์ติก และกรดกลูตามิก กลุ่ม basic ได้แก่ ไลซีน อาร์จินีน และ ฮิสติดีน กลุ่ม amide ได้แก่ แอสปาราจีน และ กลูตามีนกลุ่ม Hydroxy ได้แก่ เซรีน และ ธรีโอนีนและกลุ่มสุดท้ายได้แก่ กลุ่ม Imino ได้แก่ โปรลีน

1.2 คุณสมบัติของกรดอะมิโน เนื่องจากกรดอะมิโนมีหมู่อะมิโนและหมู่คาร์บอกซิลิกเป็นหมู่ฟังก์ชันจึงมีสมบัติดังนี้

การละลายน้ำ กรดอะมิโนเป็นผลึกของแข็งสีขาว ละลายน้ำได้และละลายในโมเลกุลที่มีขั้ว จุดหลอมเหลวของกรดอะมิโนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสารอินทรีย์อื่น ๆ ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเป็นพันธะไฮโดรเจนความเป็นกรด-เบสของกรดอะมิโนมีสมบัติเป็นทั้งกรดและเบสเนื่องจากมีองค์ประกอบเป็นหมู่ฟังก์ชันของ $-\text{COOH}$ ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด และหมู่ $-\text{NH}_2$ ซึ่งมีสมบัติเป็นเบส กรดอะมิโนจึงเป็นสารประเภทแอมโฟเทอริกซึ่งแตกตัวเป็นไอออนในสารละลายได้คล้ายสารประกอบไอออนิก ต่างกันที่โมเลกุลของกรดอะมิโนมีทั้งประจุบวกและประจุลบ จึงเกิดเป็นไอออน 2 ขั้วที่ เรียกว่า zwitter ion ทำให้ผลรวมของประจุไฟฟ้าในโมเลกุลเป็นศูนย์



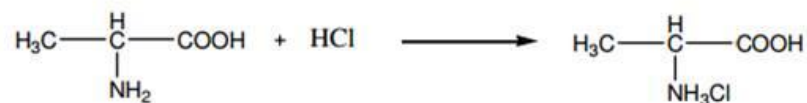
ประจุไฟฟ้าในโมเลกุลของกรดอะมิโนเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีการเปลี่ยนสภาพความเป็นกรด-เบสของสารละลายดังนี้



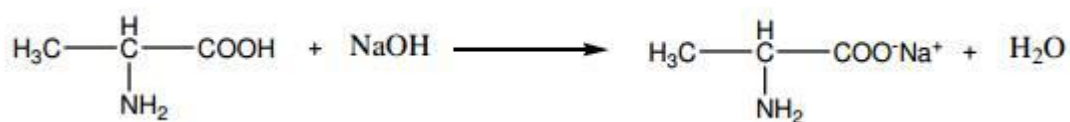
ในสารละลายที่มี pH ต่ำ

ในสารละลายที่มี pH สูง

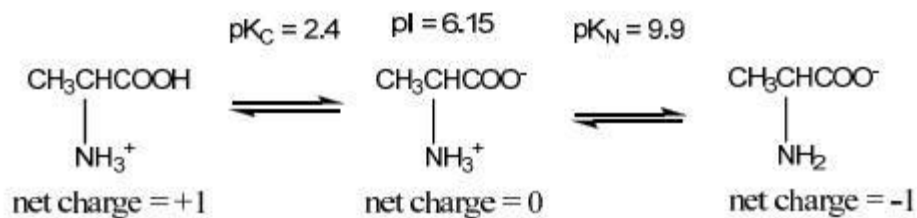
กรดอะมิโนรับ H^+ ในสารละลายกรด และให้ H^+ ในสารละลายเบส กรดอะมิโนจึงสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบสได้ เมื่อกรดอะมิโนทำปฏิกิริยากับสารละลายกรด



และเมื่อทำปฏิกิริยากับเบสจะได้

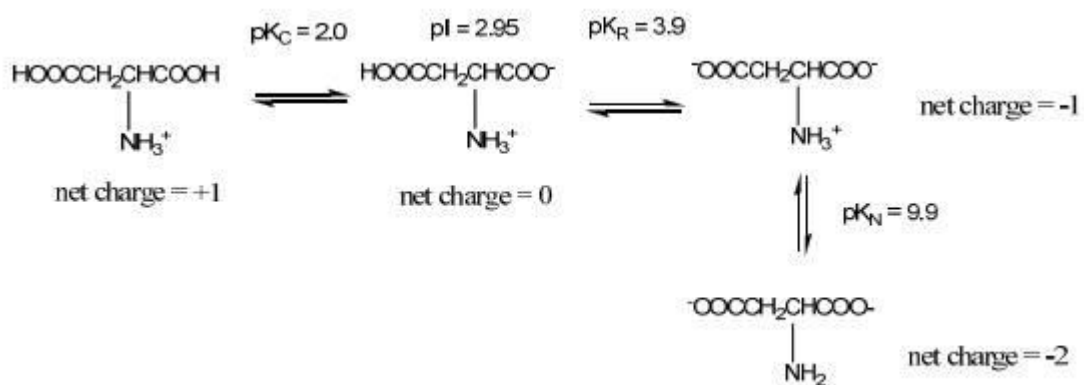


และเมื่อพิจารณาค่า pK ของกรดอะมิโนแต่ละชนิดตัวอย่างเช่น อะลานีนซึ่งมีค่า pKaC เท่ากับ 2.4 และ pKaN เท่ากับ 9.9 หากนำค่า pKaC บวกกับ pKaN แล้วหาร 2 จะได้ค่า PKI ซึ่งเรียกค่านี้ว่า Isoelectric point ซึ่งเป็นค่าที่จทำให้ประจุรวมของกรดอะมิโนมีประจุรวมเป็นศูนย์ แสดงดังสมการ

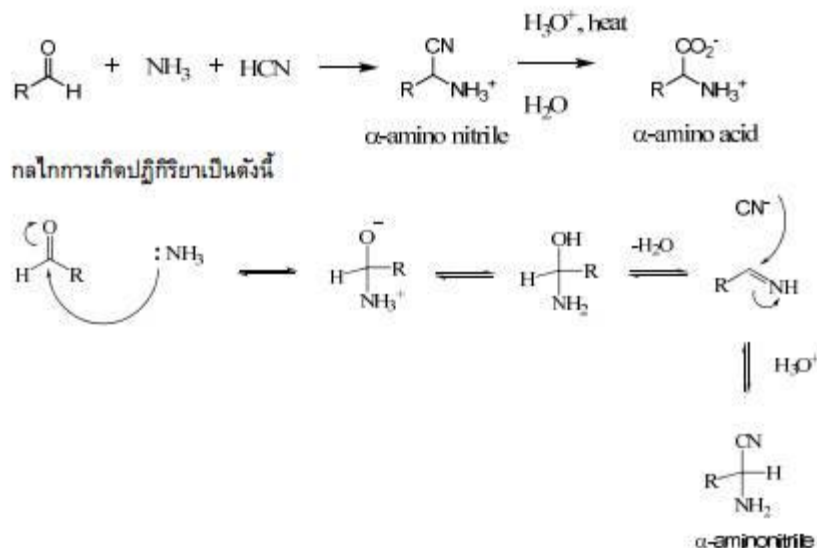


และเมื่อพิจารณากรดอะมิโนที่มีสมบัติเป็นกรดเช่นกรดแอสปาดิกพบว่ามีค่า pK_a เท่ากับ 2.0 pK_a

เท่ากับ 9.9 และ pK_a เท่ากับ 3.9 เมื่อพิจารณาสมการเคมีพบว่าสามารถหาค่า pI ได้จาก ผลรวมของ pK_a กับ pK_a แล้วหาร 2 ได้ pI เท่ากับ 2.95

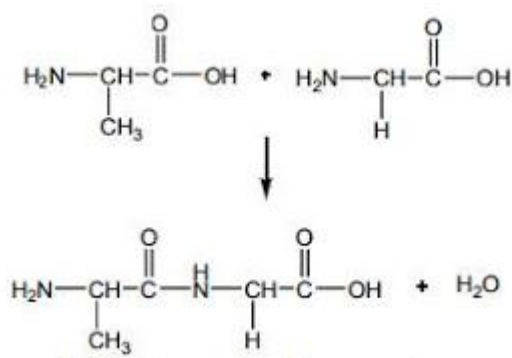


1.3 การสังเคราะห์ $\alpha\alpha\alpha$ -amino acids การสังเคราะห์กรดอะมิโนทำได้หลายวิธี วิธีการหนึ่งที่ใช้ได้แก่วิธี Strecker Synthesis โดยใช้ไฮโดรเจนไซยาไนด์และแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับแอลดีไฮด์ดังสมการ



1.4 โครงสร้างของโปรตีน

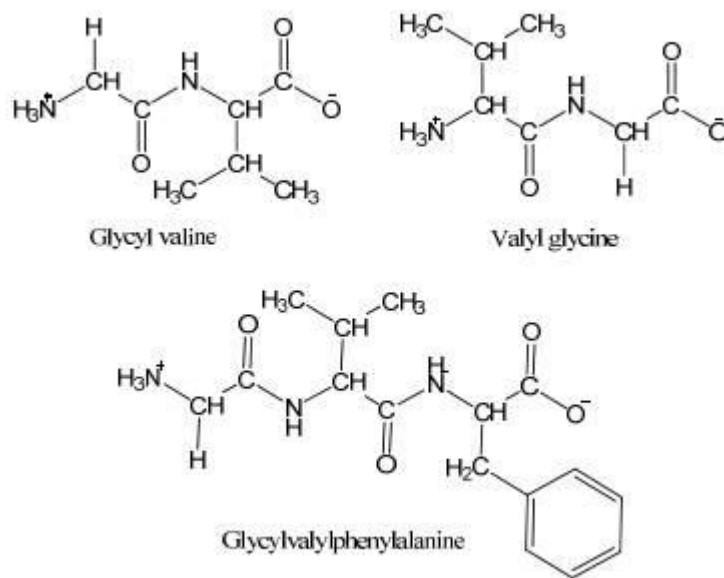
สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ใช้กรดอะมิโนเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์โปรตีนโดยกรดอะมิโนหลายโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเพปไทด์ ถ้ากรดอะมิโน 2 โมเลกุลเกิดปฏิกิริยารวมตัวกันจะได้สารประกอบที่ เรียกว่า ไดเพปไทด์ กรดอะมิโน 3 โมเลกุลทำปฏิกิริยารวมตัวกันจะได้สารประกอบ ไตรเพปไทด์ และถ้ากรดอะมิโนหลายๆโมเลกุลทำปฏิกิริยากันจนเกิดเป็นสายยาว เรียกว่า พอลิเพปไทด์



ในการเขียนสูตรโครงสร้างเปปไทด์จะหันด้าน -NH_2 ไว้ด้านซ้ายมือ และ -COOH ไว้ด้านขวามือ และเรียกด้านที่มี -NH_2 ว่า N-terminal และ ด้าน -COOH ว่า C-terminal

1.5 การเรียกชื่อโปรตีน การเรียกชื่อโปรตีนไดเพปไทด์และไตรเพปไทด์ ให้เรียกชื่อตามลำดับของกรดอะมิโน โดย

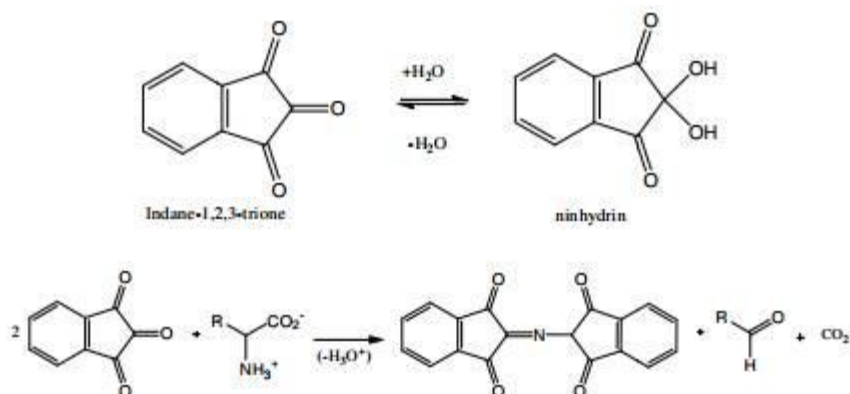
เรียกชื่อกรดอะมิโนลำดับแรกด้วยการลงท้ายด้วย -yl ตามด้วยชื่อกรดอะมิโนตัวสุดท้าย เช่น



1.6 การทดสอบพันธะเปปไทด์ การทดสอบพันธะเปปไทด์ด้วยสารละลายเจือจาง CuSO₄ ในสารละลายเบสเรียกว่าปฏิกิริยา ไบยูเรต ซึ่งจะให้ผลกับสารที่ ประกอบด้วยพันธะเปปไทด์ตั้งแต่ 2 พันธะขึ้นไป เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ทดสอบสารประเภทโปรตีนได้ทุกชนิดรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการไฮโดรไลซ์โปรตีนที่ ยังเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ซึ่งให้ผลการทดสอบเป็นสีน้ำเงินม่วง

1.7 ไอโดโรไลซิสเปปไทด์

เมื่อโปรตีนหรือเปปไทด์ถูก reflux กับกรด HCl ความเข้มข้น 6M พันธะเอไมด์จะถูกย่อยสลายกลายเป็นกรดอะมิโนได้ซึ่งเราสามารถทดสอบว่ามีกรดอะมิโนหรือไม่โดยใช้ Ninhydrin โดย Ninhydrin จะทำปฏิกิริยากับ α-amino acids ให้สีม่วงเกิดขึ้น ซึ่ง Ninhydrin จะไม่สามารถเกิดปฏิกิริยากับ proline ได้ เนื่องจาก proline มีตำแหน่ง α-amino acid เป็น secondary amide จึงไม่เกิดปฏิกิริยากับ Ninhydrin

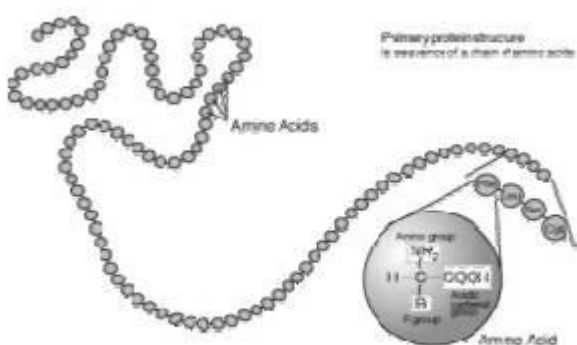


1.8 โครงสร้างของโปรตีน

เนื่องจากโปรตีนเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมากซึ่งยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเพปไทด์และพันธะชนิดอื่นๆทำให้โปรตีนมีโครงสร้าง 4 ระดับคือ

1.8.1 โครงสร้างปฐมภูมิ (Primary structure)

เป็นโครงสร้างที่แสดงการจัดลำดับ ชนิด และ จำนวนโมเลกุลของกรดอะมิโนในสายพอลิเมอร์โซ่ยาวซึ่งโปรตีนแต่ละชนิดจะมีลำดับของชนิดและจำนวนโมเลกุลของกรดอะมิโนที่แน่นอนการจัดลำดับกรดอะมิโนโครงสร้างปฐมภูมิกำหนดให้ปลายหมู่อะมิโนอยู่ด้านซ้าย(N-terminal) และปลายคาร์บอกซิลิกอยู่ด้านขวา (C-terminal)



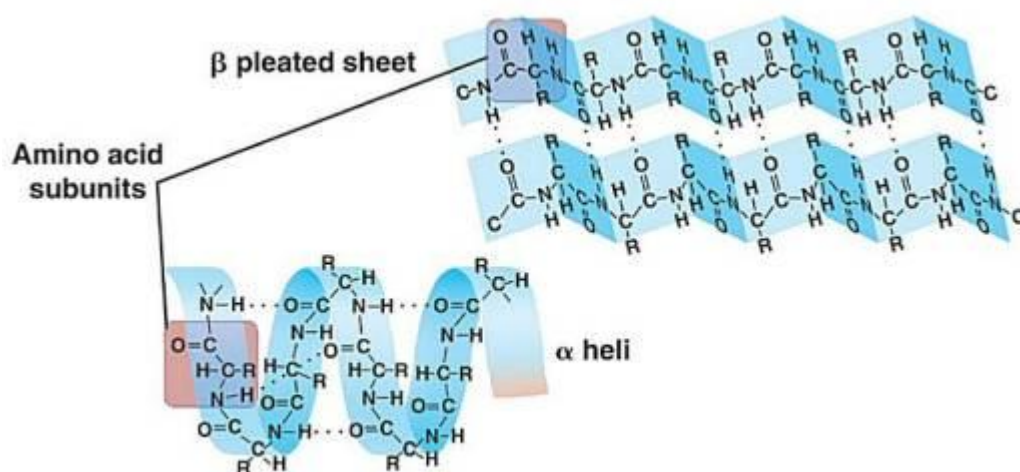
รูปที่ 3.3 โครงสร้างปฐมภูมิของโปรตีน

1.8.2 โครงสร้างทุติยภูมิ (secondary structure) เป็นโครงสร้างที่เกิดจากการขดหรือม้วนตัวของโครงสร้างปฐมภูมิถ้าเกิดจากการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่าง C=O ของ กรดอะมิโนหนึ่ง กับ N-H ของกรดอะมิโนถัดไปอีก 4 หน่วยในสายพอลิเพปไทด์เดียวกันจะเกิดโครงสร้างในลักษณะบิดเป็นเกลียวซึ่งเรียกโครงสร้างทุติยภูมิชนิดนี้ว่า เกลียวแอลฟาและถ้าเกิดจากการสร้างพันธะ

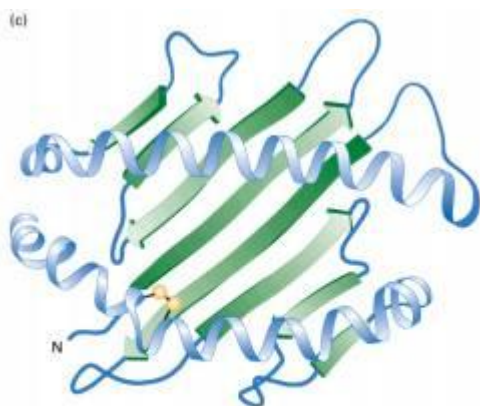
ไฮโดรเจนระหว่าง $C=O$ กับ $N-H$ ของกรดอะมิโนระหว่างสายพอลิเพปไทด์ที่อยู่คู่กันจะเกิดโครงสร้างแบบแผ่นเรียกว่าแผ่นพลิปปิดด้านนอกจากจะเกิดพันธะไฮโดรเจนแล้วยังสามารถเกิดพันธะไดซัลไฟด์พันธะไอออนิก

1.8.3 โครงสร้างตติยภูมิ (tertiary structure)

ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างทุติยภูมิหลายส่วนรวมกัน โดยมีแรงยึดเหนี่ยวอ่อนๆ คล้ายโครงสร้างทุติยภูมิโครงสร้างตติยภูมิของโปรตีนแต่ละชนิดมีลักษณะจำเพาะขึ้นอยู่กับลำดับของกรดอะมิโนในสายพอลิเพปไทด์ทำให้เกิดโครงสร้างที่เหมาะสมในการทำหน้าที่ต่างๆ ของโปรตีน

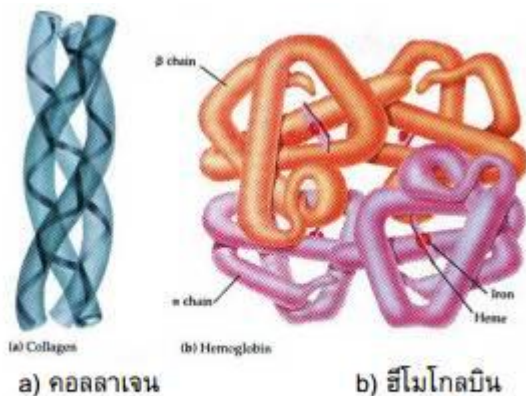


รูปที่ 3.4 โครงสร้างทุติยภูมิ

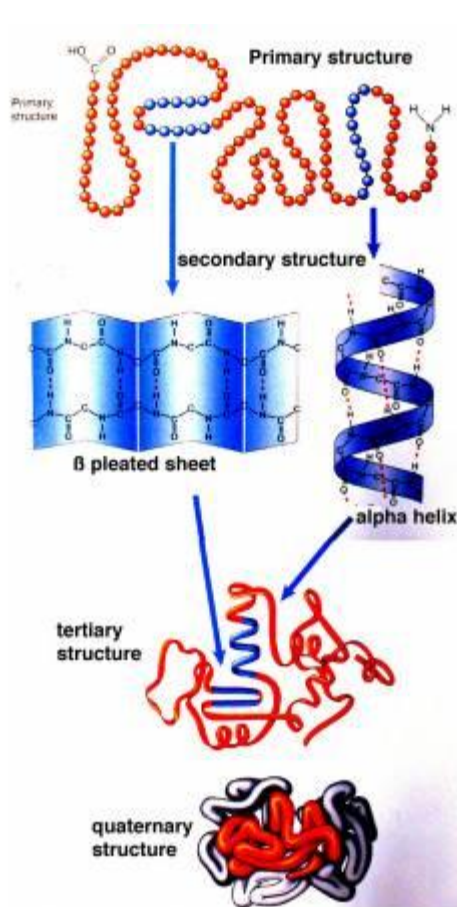


รูปที่ 3.5 โครงสร้างตติยภูมิ

1.8.4 โครงสร้างจตุรภูมิ (quaternary structure) เกิดจากการรวมตัวของหน่วยย่อยชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันของโครงสร้างตติยภูมิโดยมีแรงยึดเหนี่ยวเหมือนกับในโครงสร้างทุติยภูมิและตติยภูมิลักษณะโครงสร้างใหม่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างตติยภูมิซึ่งเป็นหน่วยย่อยโดยอาจรวมกันเป็นลักษณะเป็นก้อนกลม เช่น ฮีโมโกลบินหรือเป็นมัดเส้นใย เช่น คอลลาเจน



รูปที่ 3.6 โครงสร้างจตุรภูมิ a) คอลลาเจน และ b) ฮีโมโกลบิน



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเกิดโครงสร้างที่ระดับต่างๆ ของโปรตีน

1.9 ชนิดและหน้าที่ของโปรตีน การจัดจำแนกโปรตีนตามลักษณะโครงสร้างของสายพอลิเมอร์ จำแนกได้ 2 ประเภทดังนี้

โปรตีนเส้นใย (fiber protein) เกิดจากสายพอลิเพปไทด์หลายเส้นเรียงขนานกัน และพันรอบกันเองคล้ายเส้นเชือกกลายนำไปใช้น้อยส่วนใหญ่ทำหน้าที่ เป็นโปรตีนโครงสร้างเพราะมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นสูง ตัวอย่างโปรตีนชนิดนี้ได้แก่ไฟโบรอินในเส้นไหม อีลาสตินในเอ็น คอลลาเจนในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เคราตินในผมขน เล็บ เป็นต้น

โปรตีนก้อนกลม (globular protein) เกิดจากสายพอลิเพปไทด์ม้วนขดพันกันเป็นก้อนกลมละลายน้ำได้ดีส่วนใหญ่ทำหน้าที่ เกี่ยวข้องกับเมแทบอลิซึมต่างๆ ที่ เกิดขึ้นภายในเซลล์ตัวอย่างของโปรตีนก้อนกลม เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมนอินซูลิน ฮีโมโกลบิน โกลบูลินในพลาสมา เป็นต้น นอกจากนี้จะแบ่งโปรตีนตามโครงสร้างแล้วยังสามารถแบ่งตามหน้าที่ ได้ดังตาราง

ตารางชนิด หน้าที่ และแหล่งที่พบของโปรตีน

ชนิดของโปรตีน	หน้าที่	ตัวอย่างแหล่งที่พบ
โปรตีนตัวเร่งปฏิกิริยา (Enzyme)	เร่งปฏิกิริยาในเซลล์สิ่งมีชีวิต	เอนไซม์ เช่น อะไมเลสในน้ำลาย
โปรตีนโครงสร้าง	ให้ความแข็งแรงและช่วยคงรูปร่างโครงสร้างต่างๆ ของร่างกาย	คอลลาเจน ซึ่งพบในกระดูก เอ็น เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เคราตินพบในผม ขน เล็บ กับสัตว์ ผีเสื้อ
โปรตีนขนส่ง	ขนส่งสารไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกาย	ฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง พาออกซิเจนไปสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ทรานสเฟอริน นำธาตุเหล็กในน้ำเลือดจากบริเวณที่สะสมไปยังม้าม ตับ และกระดูก
โปรตีนสะสม	สะสมธาตุต่างๆ	เฟอริทิน สะสมธาตุเหล็กในตับ ม้าม และไขกระดูก
โปรตีนป้องกัน	ป้องกัน หรือ กำจัด สิ่งแปลกปลอมที่เข้าในเซลล์ เช่น แบคทีเรีย	แอนติบอดี
โปรตีนฮอร์โมน	ทำหน้าที่แตกต่างกันตามชนิดของฮอร์โมน เช่น ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย ควบคุมการเผาผลาญ การโบไฮเดรต	โกรทฮอร์โมน อินซูลิน กลูคาγον สร้างที่ตับอ่อน
ตัวพิษ	โปรตีนที่เป็นพิษต่อร่างกาย	พิษงู พิษคอตีบ พิษอหิวาตกโรค

1.10.เอนไซม์ (Enzyme) เอนไซม์เป็นโปรตีนที่ ทำหน้าที่ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในเซลล์สิ่งมีชีวิต ความหมายของเอนไซม์คือ โปรตีนที่ มีลักษณะก้อนกลมทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารต่างๆในร่างกายและมีความจำเพาะต่อปฏิกิริยาและสารที่ ช่วยเร่งปฏิกิริยาโดยไม่ต้องเพิ่มอุณหภูมิหรือเปลี่ยนแปลงค่า pH ซึ่งส่งผลให้ร่างกายสามารถควบคุมปฏิกิริยาต่างๆได้อย่างเหมาะสม การเรียกชื่อเอนไซม์ ให้เรียกชื่อเหมือนสับสเตรทที่เกิดปฏิกิริยากับเอนไซม์แล้วลงท้ายพยางค์เป็น -ส เช่น ซูโครส เป็น ซูเครสอะไมเลส เป็น อะไมเลส มอลโทส เป็น มอลเทสเป็นต้น

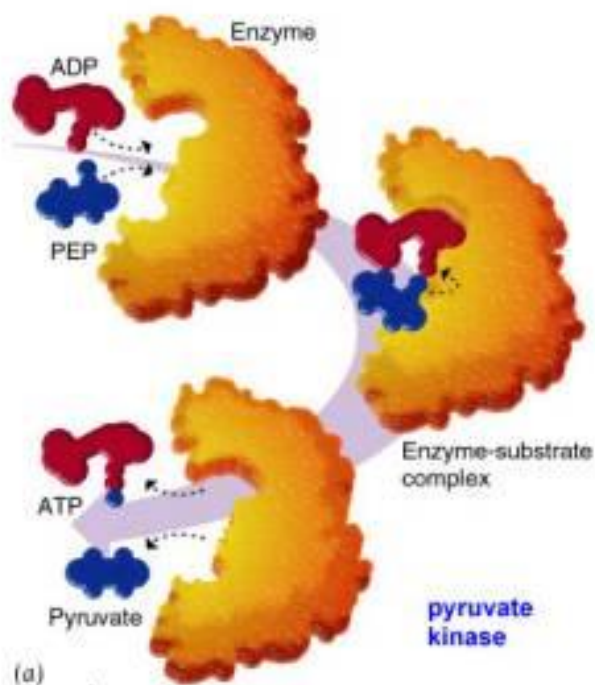
1.10.1.สมบัติของเอนไซม์

- 1) มีความจำเพาะเจาะจง เอนไซม์ชนิดหนึ่งใช้ได้กับสับสเตรตเพียงชนิดเดียวเท่านั้น
- 2) เอนไซม์ทำหน้าที่เป็นคะตะเลสที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเร่งปฏิกิริยาได้หลายเท่ามากกว่าเมื่อไม่ใส่เอนไซม์

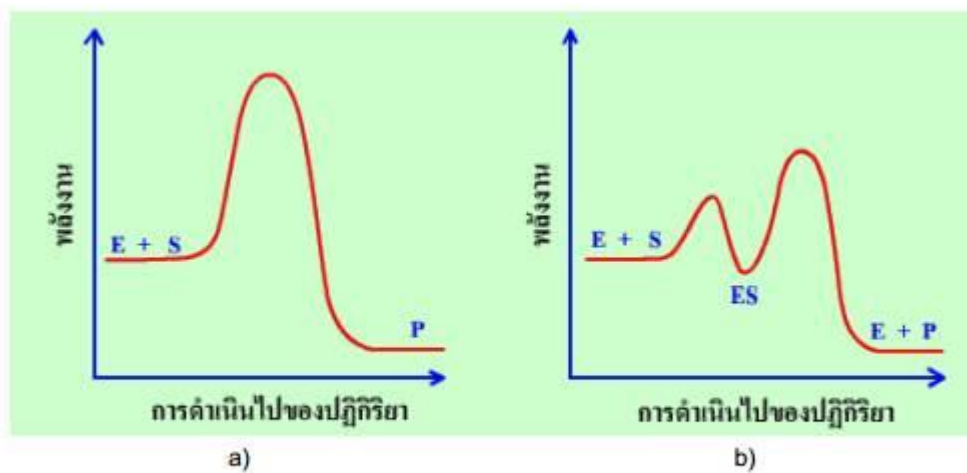
1.10.2.การทำงานของเอนไซม์ เริ่มต้นด้วยสารตั้งต้นที่ เรียกว่า สับสเตรตจับกับโมเลกุลของเอนไซม์ด้วยการต่อกับผิวของเอนไซม์ในส่วนที่ เรียกว่าบริเวณเร่ง (Active site) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความจำเพาะและ

สามารถต่อกันได้พอดีกับสับสเตรตเพียงชนิดเดียวเท่านั้นจึงเปรียบได้กับแม่กุญแจกับลูกกุญแจจากนั้นเอนไซม์กับสับสเตรตเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารประกอบเชิงซ้อนซึ่งจะสลายตัวให้ผลิตภัณฑ์และเอนไซม์กลับคืนมาซึ่งเอนไซม์เมื่อเกิดสารประกอบเชิงซ้อนจะทำให้พลังงานกระตุ้นมีค่าน้อยลงจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้น





รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานของเอนไซม์



รูปที่ 3.9 ระดับพลังของการดำเนินไปของปฏิกิริยา a) ไม่เกิดและ b) เกิดสารประกอบเชิงซ้อน

ต่อมานักวิทยาศาสตร์พบว่าบริเวณตัวเร่งของเอนไซม์สามารถถูกเหนี่ยวนำให้เหมาะสมกับ
สับสเตรตที่ เข้ามาจับหรืออาจเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้

1.10.3.ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

1) อุณหภูมิ เอนไซม์จะทำงานได้ดีจะต้องอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม

2) pH เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยา หาก pH ไม่เหมาะสมจะทำให้เอนไซม์ทำหน้าที่ไม่เต็มที่

3) ความเข้มข้นของเอนไซม์ หากเพิ่ม ความเข้มข้นจะช่วยเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วขึ้น แต่ถ้ามากเกินไปพออัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าคงที่

4) ปริมาณสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ เมื่อเพิ่มสัดส่วนของสารตั้งต้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของสารตั้งต้นมากเกินไปพออัตราการเกิดปฏิกิริยาจะไม่เกิดเร็วขึ้นเมื่อระดับหนึ่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะคงที่เนื่องจากไม่ได้เพิ่มปริมาณของเอนไซม์

1.11.การแปลงสภาพโปรตีน โปรตีนแต่ละชนิดมีโครงสร้างสามมิติที่จำเพาะต่อการทำงานที่แตกต่างกันถ้าแรงยึดเหนี่ยวในโครงสร้างสามมิติของโปรตีนถูกทำลายจะทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนไปโดยทำลายตัวออกและไม่สามารถทำหน้าที่ทางชีวภาพได้ เรียกว่าการแปลงสภาพโปรตีน ซึ่งปัจจัยที่ทำให้โปรตีนเกิดเปลี่ยนสภาพได้แก่ ความร้อน pH เติมน้ำตาล การเติม $Pb(NO_3)_2$ ลักษณะการแปลงสภาพของโปรตีน ได้แก่ การแข็งตัวไม่ละลายน้ำ เกิดตะกอน ขุ่นขาว จับตัวเป็นก้อนขุ่นขาวเนื่องจากเสียสภาพทางชีวภาพและความเป็นระเบียบของโครงสร้างกลไกการเสียสภาพโปรตีนใน

สถานะที่เป็นกรด-เบส ได้แก่ โปรตีนจะให้หรือรับ H^+ แล้วเกิดเป็นไอออน สามารถจับไอออนอื่นได้

และไอออนลบที่แตกตัวออกจากสารละลายกรดเป็นไอออนขนาดใหญ่จึงทำให้ไอออนของโปรตีนรวมตัวกันเป็นก้อนได้ในตัวทำละลายอินทรีย์สารจะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโปรตีนทำให้โปรตีนแข็งตัวและละลายได้น้อยลง ในสารละลายที่มีไอออนของโลหะหนัก เช่น Pb^{2+} และ Ag^+ จะเกิดการจับตัวระหว่างไอออนบวกของโลหะหนักกับกรดอะมิโนในโปรตีนด้านคาร์บอกซิลเกิดเกลือคาร์บอกซิเลต ซึ่งละลายได้น้อยลง จึงเกิดการตกตะกอน

2 คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) (มนตรี, 2542) เป็นสารชีวโมเลกุลที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดคำว่าคาร์โบไฮเดรตมีรากศัพท์มาจากคำว่า คาร์บอน (carbon) และคำว่าไฮเดรต (hydrate) อิมตัวไปด้วยน้ำ ซึ่งรวมกันก็หมายถึงคาร์บอนที่

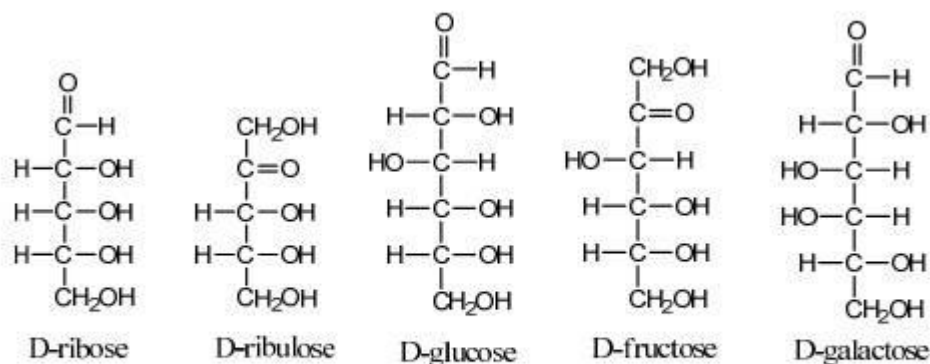
อิมตัวไปด้วยน้ำเนื่องจากสูตรเคมีอย่างง่ายก็คือ $(C \cdot H_2O)_n$ ซึ่ง $n \geq 3$ หน่วยที่เล็กที่สุดของคาร์โบไฮเดรตก็น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหรือเรียกว่าโมโนแซ็กคาไรด์ คาร์โบไฮเดรตที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวัน ได้แก่ น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจน โดยส่วนใหญ่พบแป้งและเซลลูโลสในพืช ส่วนไกลโคเจนพบในเซลล์เนื้อเยื่อน้ำไขข้อในสัตว์และผนังเซลล์ คาร์โบไฮเดรตเป็นสารประกอบประเภทแอลดีไฮด์ (aldehyde) หรือ คีโตน (ketone) ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลหลายหมู่ซึ่งเราสามารถจำแนกคาร์โบไฮเดรตสามจำพวกใหญ่ๆตามจำนวนหน่วยของน้ำตาลได้ดังนี้

2.1 มอนอแซ็กคาไรด์ (Monosaccharide)

หรือน้ำตาลโมเลกุลเดียวน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเป็นหน่วยน้ำตาลที่เล็กที่สุดประกอบด้วยคาร์บอน 3 ถึง 8 อะตอมจึงสามารถจำแนกน้ำตาลประเภทโมเลกุลเดี่ยวตามจำนวนคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบคือ

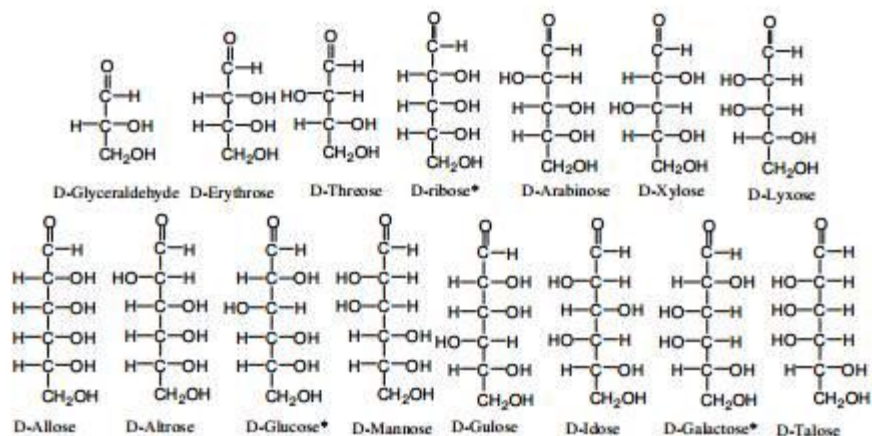
จำนวนคาร์บอน	ชื่อ
3	ไตรออส
4	เทโทรส
5	เพนโทส
6	เฮกโซส

มอนอแซ็กคาไรด์ที่พบมากในธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นเพนโทสและเฮกโซส เพนโทสที่พบมากได้แก่ไรโบสและไรบูโรส และ เฮกโซสที่ มากได้แก่ กลูโคส ฟรักโทสและกาแล็กโทสซึ่งมีโครงสร้างดังนี้

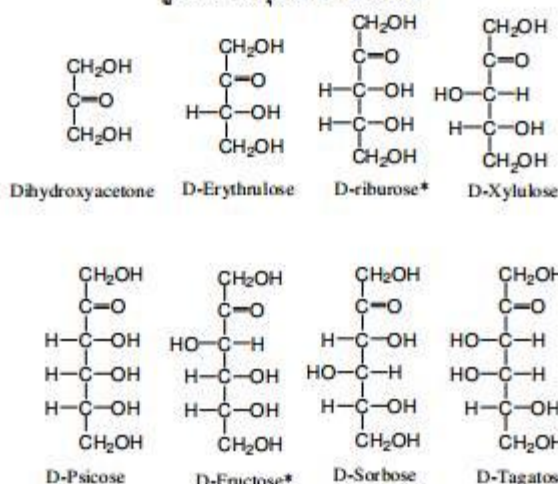


รูปที่ 3.10 โครงสร้างของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่พบมากในธรรมชาติ

และหากจำแนกน้ำตาลเพนโทสและเฮกโซสตามหมู่ฟังก์ชันสามารถจำแนกได้สองกลุ่มได้แก่กลุ่มของน้ำตาลที่มีหมู่อัลดีไฮด์จะเรียกน้ำตาลเหล่านี้ว่าอัลโดส (Aldose) เช่น ไรโบส กลูโคส กาแลกโทส แอลโทรส แอลโลส เป็นต้น และกลุ่มน้ำตาลที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็นคีโตนจะเรียกน้ำตาลกลุ่มนี้ว่าคีโตส (Ketose) ตัวอย่างเช่นน้ำตาลไรโบรอนาตาลฟรักโทส น้ำตาลซอร์โบส เป็นต้น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเหล่านี้มักมีคาร์บอนที่ไม่สมมาตร (Asymmetric carbon) กล่าวคือ พันธะทั้งสี่ของอะตอมนี้จับกับหมู่ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเมื่อน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวยมีคาร์บอนที่ไม่สมมาตรมากกว่าหนึ่งอะตอมจะมีจำนวนไอโซเมอร์เพิ่มขึ้นโดยจำนวนไอโซเมอร์สามารถคิดได้จาก 2^n โดยที่ n คือจำนวนคาร์บอนที่ไม่สมมาตรในโมเลกุล และการกำหนดไอโซเมอร์หน้าซี้ ของน้ำตาลว่าเป็น D- หรือ L- ให้ดูตำแหน่งของหมู่ OH บนคาร์บอนที่ไม่สมมาตรที่อยู่ห่างจากหมู่ฟังก์ชันคาร์บอนิลมากที่สุด โดยที่ หาก OH อยู่ด้านขวามือ จะเป็น D-isomer (R configuration) แต่ถ้า OH อยู่ซ้ายมือจะเป็น L-isomer (S configuration) และถ้าน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวยมีหมู่ OH ที่ ต่ออยู่กับคาร์บอนที่ไม่สมมาตรต่างกันเพียงตำแหน่งเดียวเรียกว่าเป็น epimer กัน ดังนั้น D-Glucose กับ D-Galactose จึงเป็นคู่ epimer กัน และหากตำแหน่ง OH ต่างกันมากกว่าหนึ่งตำแหน่ง เรียกว่าเป็นไอโซเมอร์ชนิด diastereomer หรือ diastereoisomer กันเมื่อพิจารณาโครงสร้างของมอนอแซ็กคาไรด์ทั้ง 5 ชนิดที่พบมากที่สุดพบว่า มีสูตรทั่วไป RCOH และ RCOHCOR ซึ่งจะมีสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์และสามารถรีดิวซ์คอปเปอร์ (II) ไอออนในสารละลายเบเนดิกต์เกิดเป็น คอปเปอร์ (I) ออกไซด์ซึ่งเป็นตะกอนอิฐสีแดง ดังนั้น ไรโบส กลูโคสกาแลกโทส ไรโบรอนาตาลฟรักโทสแบบโซ่เปิดซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันดังกล่าวจึงสามารถทดสอบได้ด้วยสารละลายเบเนดิกต์



รูปที่ 3.11 กลุ่มน้ำตาลแอลโดส



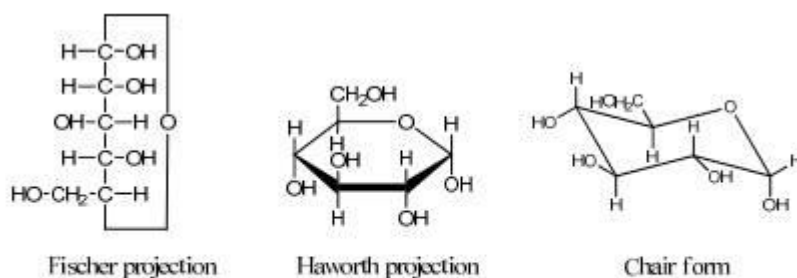
รูปที่ 3.12 กลุ่มน้ำตาลคีโตส

2.1.1 การเกิดวงในน้ำตาล

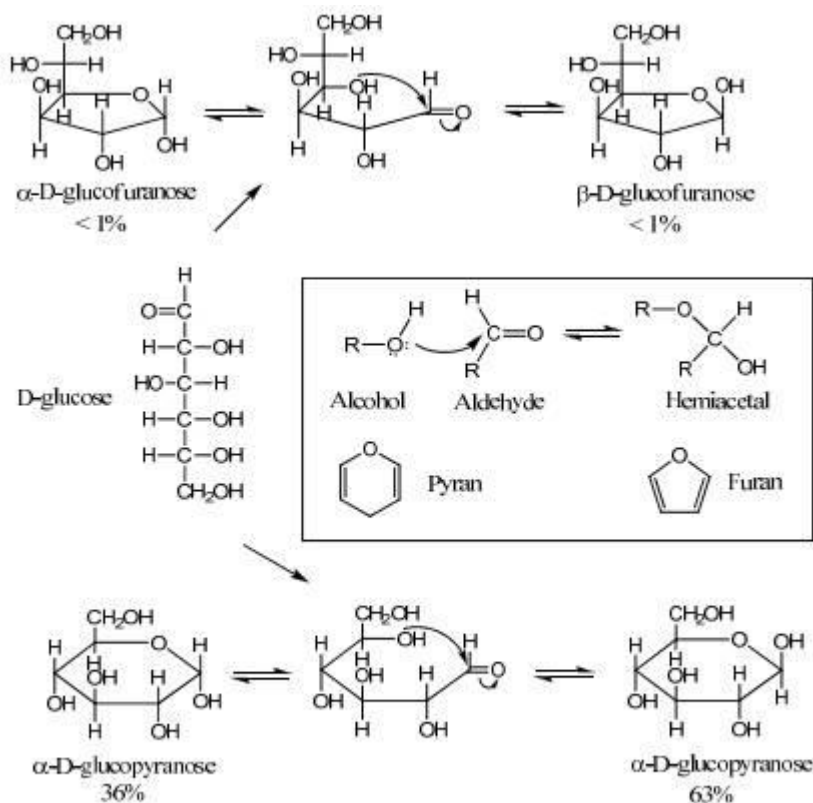
ในธรรมชาติมีมอนอแซ็กคาไรด์ส่วนใหญ่มีโครงสร้างที่เป็นวง เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่เสถียรกว่าโครงสร้างแบบโซ่เปิดโดยการสร้างโครงสร้างแบบวงเกิดจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง $-C=O$ กับ $-OH$ ในโมเลกุลเดียวกัน แสดงดังภาพซึ่งการปิดวงของน้ำตาล DGlucose มีลักษณะคล้ายวง pyran จึงเรียกน้ำตาลที่มีวงชนิดนี้ว่า Pyranose ส่วนน้ำตาล Dfructose มีลักษณะวงคล้าย Furan จึงเรียกน้ำตาลชนิดนี้ว่า Furanose ในการเกิดวงทำให้น้ำตาลมีไอโซเมอร์เพิ่มอีกสองรูปคือ อัลฟา (α) และเบต้า (β)

ซึ่งต่างกันที่ตำแหน่ง OH และ H เมื่อเกิดการปิดวง วง $-OH$ อยู่ด้านล่างของวงจะเรียกว่าโครงสร้างแบบอัลฟา และ $-OH$ อยู่ด้านบนเรียกว่าเบต้า ซึ่งเรียกไอโซเมอร์ชนิดนี้ว่าอะโนเมอร์ (anomer) และ

คาร์บอนตำแหน่งที่เกิดจะเรียกว่า anomeric carbon การแสดงสูตรโครงสร้างน้ำตาลสามารถแสดงแบบ Fischer projection Haworth projection หรือ แบบ chair form ดังตัวอย่าง



รูปที่ 13 โครงสร้างแบบ Fischer projection Haworth projection และ Chair form



รูปที่ 3.14 การเกิดวงของน้ำตาล D-Glucose

2.2 ปฏิกิริยาของน้ำตาล

1) Glycoside formation

เมื่อนำ D-glucose ละลายใน ethanol โดยมีแก๊ส HCl จะเกิด methyl acetals เกิดขึ้น โดย acetal ของ glucose เรียกว่า glucoside, acetal ของ mannose เรียกว่า mannosides, acetal ของ fructose เรียกว่า fructosides เป็นต้น

2) Enolization, Tautomerization และ Isomerization

เมื่อนำ monosaccharides ละลายในเบสจะเกิด enolization และ keto-enol tautomerization และนำไปสู่การเกิด isomerization ตัวอย่างเช่น ถ้านำ D-glucose ละลายใน calcium hydroxide ที่ไว้ประมาณ 2-3 วันจะเกิดผลิตภัณฑ์เป็น D-fructose และ D-mannose เกิดขึ้นในสารละลายด้วย เราเรียกปฏิกิริยาเหล่านี้ว่า Lobry de Bruyn-Alberda van Ekenstein transformation

3) การเกิดสารประกอบ ethers ไฮดรอกซีที่ เกาะอยู่บนน้ำตาลสามารถเกิดสารประกอบอีเทอร์ได้ โดยใช้ alkyl halide

4) การเกิดสารประกอบ Ester

สำหรับ monosaccharide เมื่อทำปฏิกิริยากับ acetic anhydride ในเบสอ่อน จะสามารถเกิดปฏิกิริยากับหมู่ -OH ในวงน้ำตาลเกิดเป็น ester

5) Cyclic acetals จากปฏิกิริยา 1,2-diol กับ ketone จะเกิดสารประกอบ cyclic acetal ได้

6) ปฏิกิริยา Oxidation ของ Monosaccharide รีเอเจนต์ที่ใช้ในการระบุหมู่ฟังก์ชันโดยทั่วไปจะใช้ปฏิกิริยา oxidation ช่วยในการระบุหมู่ฟังก์ชันที่มีอยู่บนสายน้ำตาลตัวอย่างปฏิกิริยา Oxidation ของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวได้แก่ 6A Benedict's หรือ Tollens' reagents: Reducing sugar Tollens test หรือบางครั้งรู้จักในชื่อ Silver mirror test เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ทดสอบน้ำตาลที่ทำหน้าที่ เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ซึ่งจะให้ผล positive กับน้ำตาล aldoses และ ketose สารละลาย Benedict เป็นสารละลายที่ทำหน้าที่ ตรวจสอบน้ำตาลรีดิวซ์เช่นเดี๋ยวกับ Tollens ที่สามารถทำสอบน้ำตาลรีดิวซ์ได้ ซึ่งน้ำตาลรีดิวซ์จะเปลี่ยนสารละลาย Benedict จากสีน้ำเงินเป็นสีแดง โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเกิดจาก Cu^{2+} ไปเป็น Cu^+

7) ปฏิกิริยา Reduction ของ Monosaccharide Aldose และ Ketose สามารถถูกรีดิวซ์โดย NaBH_4 เกิดสารประกอบ alditols

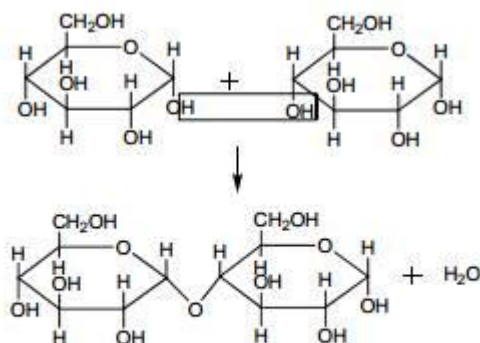
8) การสังเคราะห์และการสลายพันธะของน้ำตาล Monosaccharide (8A) Kiliani-Fischer Synthesis เป็นวิธีการเติมคาร์บอนลงในสายโซ่ของ monosaccharide ตัวอย่างเช่นในการสังเคราะห์ D-Erythrose และ D-Threose จาก D-Glyceraldehyde วิธีการสังเคราะห์ขั้นแรกเติม HCN เกิดเป็น Epimeric cyanohydrin 2 epimer จากนั้นเติม Ba(OH)_2 ตามด้วย H_3O^+ จะเกิดผลิตภัณฑ์เป็น

Epimeric aldonic acids ต่อจากนั้นเติม $\text{Na-Hg/H}_2\text{O}$ ที่ pH 3-5 ขึ้นตอนโดยสรุปดังสมการ

2.3 โอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) โอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) น้ำตาลจำพวกโอลิโกแซ็กคาไรด์ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวประมาณ 2-15 หน่วยสร้างพันธะด้วยพันธะไกลโคซิดิก ที่

โอลิโกแซ็กคาไรด์ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวประมาณ 2-15 หน่วยสร้างพันธะด้วยพันธะไกลโคซิดิก ที่

พบมากที่สุดของน้ำตาลชนิดนี้คือน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์ ซึ่งเกิดจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวรวมตัวกัน 2 หน่วย
 ต่อกัน ได้แก่ ซูโครส
 เป็นน้ำตาลที่ได้จากต้นอ้อย แล็กโตสน้ำตาลในน้ำนม เป็นต้น



รูปที่ 3.16 การเกิดพันธะไกลโคซิดิก

คุณสมบัติของน้ำตาลรีดิวซ์ของไดแซ็กคาไรด์จะยังคงมีอยู่ถ้าหากว่าหมู่ -OH ที่ ต่ออยู่กับ anomeric carbon ของมอนอแซ็กคาไรด์ตัวหลังยังเป็นอิสระที่จะทำให้วงแหวนเปิดออกได้ เช่น ในกรณีของแลคโตส มอลโตส ในขณะที่น้ำตาลซูโครสจะหมดคุณสมบัติในการเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ เนื่องจาก anomeric carbon ของฟรักโทสไปเชื่อมต่อกับหมู่ OH ที่ anomeric carbon ของกลูโคส

2.3 พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ที่ประกอบด้วย มอนอแซ็กคาไรด์หลายๆ โมเลกุลเชื่อมต่อกันพอลิแซ็กคาไรด์ที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ แป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจน ถ้าเราแบ่งพอลิแซ็กคาไรด์ตามหน้าที่สามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภทคือพอลิแซ็กคาไรด์สะสมและพอลิแซ็กคาไรด์โครงสร้าง

2.3.1 พอลิแซ็กคาไรด์สะสม

ซึ่งทำหน้าที่ สะสมอาหาร ได้แก่ แป้งในพืชและไกลโคเจนในสัตว์

1) แป้ง (starch) เป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่ ประกอบด้วยพอลิแซ็กคาไรด์ 2 ชนิดด้วยกันคือ อะไมโลส ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์แบบโซ่ตรงและอะไมโลเพกตินซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์แบบโซ่กิ่ง โดยทั่วไปแป้งประกอบด้วยอะไมโลสประมาณร้อยละ 20 และอะไมโลเพกตินประมาณร้อยละ 80 พืชจะสะสมกลูโคสในรูปของแป้งซึ่งพบแป้งมากในข้าวมันฝรั่ง ถั่ว และธัญพืช

2) ไกลโคเจน (Glycogen) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ซึ่งพบได้ในตับและกล้ามเนื้อสัตว์

ไกลโคเจนมีสูตรโครงสร้างคล้ายอะไมโลเพกตินแต่มีกิ่งมากกว่าและสายโมเลกุลสั้นกว่าละลายน้ำได้น้อย เกิดจากกลูโคสที่ได้จากการย่อยอาหารสร้างพันธะต่อกัน แหล่งที่พบไกลโคเจนคือ ในกล้ามเนื้อ ในตับไกลโคเจนมีความสำคัญต่อการรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้คงที่

2.3.2 พอลิแซ็กคาไรด์โครงสร้าง

คือพอลิแซ็กคาไรด์ที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของพืชและสัตว์ ได้แก่ เซลลูโลสและไคติน

1) เซลลูโลส (cellulose) ประกอบด้วยกลูโคสจำนวนมากเชื่อมต่อกันเป็นพอลิเมอร์เช่นเดียวกับอะไมโลส แต่ลักษณะการเชื่อมต่อของกลูโคสต่างกัน

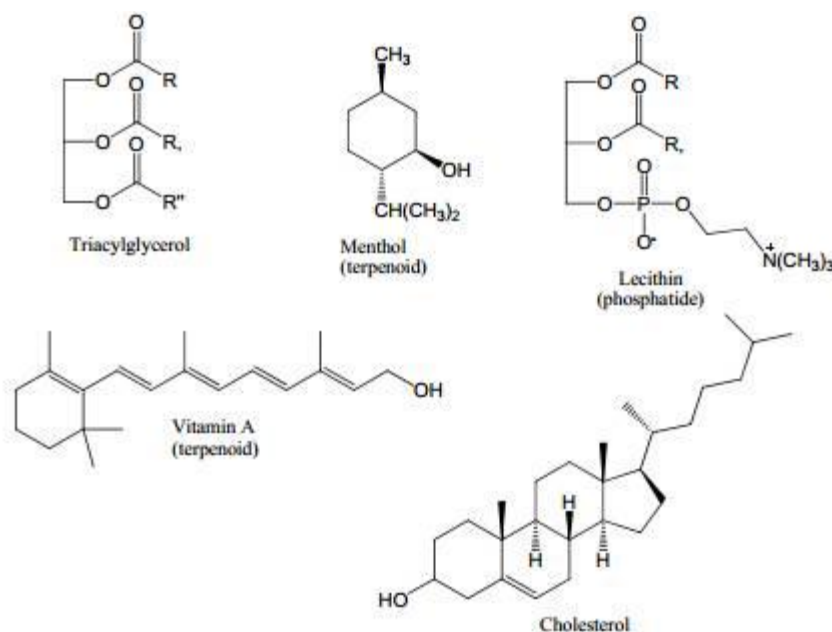
2) ไคติน (chitin) พบมากในเปลือกนอกของสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือผิวที่ห่อหุ้มแมลง เช่น กระจงปู เปลือกกุ้งประกอบด้วยอะเซทิลกลูโคซามีน (N-acetyl-D-glucosamine) โดย chitin ประกอบด้วยหน่วยย่อยของ N-acetyl-D-glucosamine ที่เชื่อมพันธะด้วยพันธะ $\beta(1\rightarrow4)$ Glycosidic linkage

2.4 สมบัติและปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต กลูโคสซูโครสหรือน้ำตาลทราย แป้ง และเซลลูโลสล้วนเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตแต่

จะแตกต่างกันที่ ขนาดโมเลกุลและมวลโมเลกุล เมื่อนำ น้ำตาลทรายแป้งและเซลลูโลสไปต้มกับกรดซัลฟิวริกจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเกิดผลิตภัณฑ์เป็นมอนอแซ็กคาไรด์สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายเบนดิคต์ได้ตะกอนสีแดงอิฐถ้าพิจารณาการละลายนำพวกโมเลกุลขนาดใหญ่จะละลายน้ำได้น้อยแต่ถ้าเป็นพวกมอนอแซ็กคาไรด์ และไดแซ็กคาไรด์ซึ่งเป็นโมเลกุลขนาดเล็กจะละลายน้ำได้ดี

3.3 ลิพิด (Lipid) ลิพิด (Lipid) เป็นสารประกอบที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ เป็นสารชีวโมเลกุลที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลักและลิพิดบางชนิดมีธาตุฟอสฟอรัสเป็น

องค์ประกอบเช่นฟอสโฟลิพิดคำว่า lipid มาจากภาษากรีกคำว่า lipos โดยทั่วไปลิพิดจะละลายในตัวทำละลายไม่มีขั้วเช่น chloroform และ diethyl ether เป็นต้น ตัวอย่าง ลิพิด เช่น



ลิพิดเป็นส่วนสำคัญมากสำหรับสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์เช่นเป็นส่วนที่ สะสมพลังงานเป็น

หน่วยโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อ วิตามินและอื่น ๆ สารพวกลิพิดมีโครงสร้างต่างกันเป็นหลาย

แบบ

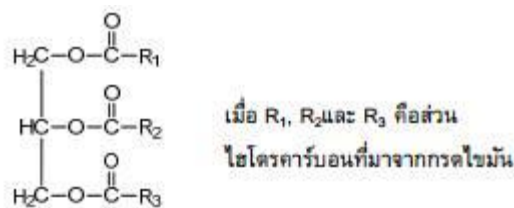
แบ่งออกเป็น2ดังนี้(ชนิตา,2547)

1) Complex Lipid เป็นลิพิดที่ถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่ายเช่นเอสเทอร์ของกรดไขมันจีฟังก์ฟอสโฟลิพิด ไกลโคลิพิด

2) Simple Lipid เป็นลิพิดที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยกรดหรือเบส เช่นสเตอรอยด์พอสตา แกลนดินและเทอร์พีน

3.3.1 ไตรเอซิลกลีเซอรอล(Triacylglycerols)(ชนิตา, 2547) ไตรเอซิลกลีเซอรอล

(Triacylglycerols) หรือไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) คือ น้ำมันและไขมันที่ได้จากพืชและสัตว์ น้ำมัน คือไตรเอซิลกลีเซอรอลที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติได้แก่น้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ไขมัน คือไตรเอซิลกลีเซอรอลที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติได้แก่ไขมันสัตว์โครงสร้างของน้ำมันและไขมันเป็นไตรเอสเทอร์ของกลีเซอรอลและกรดไขมัน จำนวนคาร์บอนของส่วนไฮโดรเจนที่มาจากกรดไขมันจะเป็นเลขคู่เสมอเนื่องมาจากปฏิกิริยาสังเคราะห์ทางชีวภาพเริ่มจากหน่วยอะซิเตด (CH₃COO-) เท่าที่ พบมากจะมีจำนวนคาร์บอนเป็น 14, 16 หรือ 18 คาร์บอน



ส่วนไฮโดรคาร์บอนของน้ำมันพืชจะมีพันธะคู่มากกว่าไขมันสัตว์และมีคอนฟิเจอร์ชันพันธะคู่จะเป็นแบบซิส ทำให้จุดหลอมเหลวของน้ำมันต่ำเนื่องจากโครงสร้างไม่เอื้ออำนวยให้โมเลกุลเข้ากันได้มาก แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลจึงต่ำ ส่วนในกรณีของไขมัน ส่วนไฮโดรคาร์บอนเป็นพันธะเดี่ยวเกือบทั้งหมด ทำให้โมเลกุลสามารถอยู่ใกล้กันได้มากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลจึงสูง เป็นผลให้จุดหลอมเหลวของไขมันสูงกว่าน้ำมัน

3.3.2 สมบัติทางเคมีของไตรเอซิลกลีเซอรอล

3.3.2.1 เลขไอโอดีน (Iodine Number) เลขไอโอดีนใช้วัดความไม่อิ่มตัวของลิพิดค่าเลขนี้คือ

จำนวนกรัมของไอโอดีนที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยารวมตัวกับส่วนพันธะคู่ของลิพิดที่มีน้ำหนัก 100 กรัมรีเอเจนต์ที่ใช้คือ ไอโอดีนโบรมไนด์ ลิพิดอิ่มตัวจะมีเลขไอโอดีนเป็น 0 ไขมันสัตว์จะมีเลขไอโอดีนต่ำแต่น้ำมันพืชจะมีเลขไอโอดีนสูง

3.3.2.2 เลขซาฟอนิฟิเคชัน (Saponification number) คือค่าจำนวนมิลลิกรัมของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ต้องใช้ในการไฮโดรไลซ์ไขมันหรือน้ำมันหนัก 1 กรัมค่านี้บอกน้ำหนักโมเลกุลโดยเฉลี่ย หรือความยาวเฉลี่ยของโซ่คาร์บอนของกรดไขมันค่ายิ่งสูง ยิ่งมีเปอร์เซ็นต์ไตรกลีเซอไรด์ที่มีโซ่สั้นๆและน้ำหนักโมเลกุลต่ำจำนวนมาก

3.3.2.3 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสเมื่อเอนไซม์ ในการย่อยอาหาร เอนไซม์ที่อยู่ในระบบ

ทางเดินอาหาร จะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

3.3.2.4 ปฏิกิริยาซาฟอนิฟิเคชัน (Saponification) เมื่อไตรเอซิลกลีเซอรอลทำปฏิกิริยากับเบสแก่ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์จะให้ผลิตภัณฑ์เป็นกลีเซอรอลและเกลือของกรดไขมัน ซึ่งคือสบู่ นั่นเอง

3.4.1 การละลายน้ำและการชำระล้างไขมันหรือน้ำมันของสบู่

เมื่อสบู่ละลายน้ำ สบู่จะหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (ส่วนที่ไม่แตกตัว) เข้าหากันและจับกันเป็นกลุ่มๆ ส่วนทางด้าน (-COO-Na+) จะแตกตัวออกเป็นโซเดียมไอออน (Na+) และคาร์บอนออกซิเลตไอออน (-COO-) โซเดียมไอออนที่เกิดขึ้นจะถูกโมเลกุลของน้ำล้อมรอบกลายเป็นไอออนที่ถูกไฮเดรต

($\text{Na}^+(\text{aq})$) ส่วนทางด้านคาร์บอกซิเลตไอออน ($-\text{COO}^-$) ซึ่งยังจับอยู่กับส่วนที่ไม่มีขั้ว (สายยาวของไฮโดรคาร์บอน) จะชี้ออกไปยังโมเลกุลของน้ำที่อยู่ล้อมรอบ

3.4.2 ปรากฏิรียาของสบู่ในน้ำกระด้าง'

น้ำกระด้างเป็นน้ำที่ประกอบด้วย Fe^{2+} , Mg^{2+} และ Ca^{2+} ของ HCO_3^- , Cl^- และ SO_4^{2-}

ในกรณีน้ำกระด้างซึ่งมีไอออนของแคลเซียม แมกนีเซียมหรือเหล็กละลายอยู่ ซึ่ง แก๊สแคลเซียม แก๊สแมกนีเซียมและแก๊สเหล็กของกรดไขมันจะไม่รวมตัวเป็น Micelle ในน้ำดังนั้น

เมื่อใช้สบู่ในน้ำกระด้างจึงมักตกตะกอนเป็นโคลนสีขาวที่ เรียกว่า โคลนสบู่ เช่นเมื่อสบู่ละลายในน้ำกระด้างจะได้แก๊สแคลเซียมหรือแมกนีเซียมในปริมาณสูงดังนั้นจึงถือได้ว่าสามารถใช้สบู่ในการทดสอบน้ำอ่อนดังที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าน้ำกระด้างได้ทำให้ประสิทธิภาพการทำความสะอาดของสบู่จึงลดลงและสิ้นเปลืองในการใช้สบู่จึงได้มีการสังเคราะห์สารซักฟอกซึ่งมีสมบัติเหมือนเช่นสบู่แต่ดีกว่าสบู่คือ เมื่อทำ

ปฏิกิริยากับ Ca^{2+} , Mg^{2+} ในน้ำกระด้างก็ยังละลายน้ำได้ซึ่งมีสูตรโครงสร้างดังนี้

3.4.3 ปรากฏิรียาไฮโดรจีเนชัน (ชนิดา, 2547)

ถ้าน้ำมันพืชมาทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส น้ำมันพืชจะกลายเป็นไขมันคือจะแข็งตัวการเติมไฮโดรเจนจะไม่ทำให้เลขไอโอดีนเป็นศูนย์เพราะจะทำให้ไขมันนั้นแข็ง เพราะ ปราศจากกรดไขมัน เนยเทียมทำมาจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ ผ่านการเติมไฮโดรเจนแล้วนำมาเติมนมและสารบางอย่างเพื่อ ให้รสชาติเนยแท้

3.4.3.1 การหมิ่นหื่น (ชนิดา, 2547)

ถ้าวางน้ำมันหรือไขมันไว้ในที่ชื้นและอบอุ่นในช่วงระยะเวลาหนึ่งจะทำให้เกิดการหมิ่นหื่นขึ้นเกิดได้ 2 ปัจจัยคือ

- 1) ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอสเทอร์ ไฮโดรไลซิสเกิดเนื่องจากแบคทีเรียบางชนิดในอากาศทำหน้าที่ เป็นเอนไซม์ ทำให้เกิดกรดไขมันต่าง ๆ ซึ่งมีกลิ่นเหม็นเช่นกัน
- 2) ปฏิกิริยาออกซิเดชันของพันธะคู่แล้วทำให้เกิดแอลดีไฮด์ และกรดไขมันต่างๆซึ่งมีกลิ่นเหม็นเช่นกัน

3.5. จี๊ผึ้ง (ชนิดา, 2547)

จี๊ผึ้งเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันกับแอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนสูง พบตามผิวหนังของสัตว์ เป็นตัวเคลือบใบไม้และผลไม้

3.6. ฟอสโฟลิพิด (ชนิดา, 2547)

ฟอสโฟลิพิดเป็นเอสเทอร์ของกลีเซอรอลกับกรดไขมัน 2 กลุ่ม ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกรดฟอสฟอริกเชื่อมุ่เซลล์ ประกอบด้วยฟอสโฟลิพิดและโปรตีน โดยโมเลกุลจะอยู่ในสภาพ 2 ชั้น (bilayer) โมเลกุลจะจัดเป็น 2 แถว หันด้านไฮโดรโฟบิกเข้าด้านในและด้านไฮโดรฟิลิกออกด้าน

นอก ชั้นเยื่อหุ้มเซลล์นี้จะผ่านทางของอาหารของเสีย สอร์โมน คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน ตลอดจนไอออนต่างๆ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม ไอออนโซเดียม ไอออน

3.7.เทอร์พีนและเทอร์พีนอยด์ สารประกอบจำพวกเทอร์พีนและเทอร์พีนอยด์สามารถสกัดได้จากต้นไม้ซึ่งสารประกอบดังกล่าวเป็นสารจำพวกไฮโดรคาร์บอนซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เป็น isoprene units สารประกอบ terpenes เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหากสารประกอบดังกล่าวมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบเรียกว่า terpenoids การแบ่งประเภทของ terpenes แบ่งตามจำนวนโครงสร้างพื้นฐานหรือจำนวนคาร์บอนในโครงสร้างพื้นฐาน

3.8.สเตอรอยด์ (ชนิตา, 2547) สเตอรอยด์คือสารประกอบอะลิฟาติกที่มีน้ำหนักรโมเลกุลสูง โครงสร้างของโมเลกุลจะต้องประกอบด้วยสเตอรอยนิวเคลียส ลิพิดที่เยื่อเซลล์ชนิดสเตอรอยด์เป็นลิพิดโครงสร้างที่เยื่อเซลล์ของพวกยูแคริโอตโครงสร้างโดยทั่วไปเป็นวงแหวนไฮโดรคาร์บอน 4 วง ซึ่งเป็นวงคาร์บอน 6 อะตอมสามวงและวงคาร์บอน 5 อะตอมอีกหนึ่งวงสเตอรอยด์ชนิดต่างๆ ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาจากโมเลกุลของไอโซพรีน (isoprene) เช่นเดียวกันกับวิตามินต่างๆ ที่ละลายในไขมัน สเตอรอยด์ชนิดที่พบมากในเยื่อเซลล์ คือโคเลสเตอรอล (cholesterol) ซึ่งในโมเลกุลประกอบด้วยส่วนที่ไม่ชอบน้ำเป็นวงแหวนไฮโดรคาร์บอน 4 วงที่มีแขนข้างเป็นไฮโดรคาร์บอนสายยาวที่ต่ออยู่กับคาร์บอนอะตอมที่ 17 ของวงแหวนส่วนที่ ชอบน้ำเป็นหมู่ไฮดรอกซิลที่ต่ออยู่กับคาร์บอนอะตอมที่ 3 ของวงแหวน

3.8.1 คอเลสเตอรอล เป็นของแข็งสีขาวพบในสัตว์มีชีวิตทุกชนิด ยกเว้นแบคทีเรีย โดยในสัตว์พบเป็นส่วนประกอบในเยื่อหุ้มเซลล์และเป็นตัวตั้งต้น ในการสร้างน้ำดี สอร์โมน วิตามินในคนพบเป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบประสาทส่วนกลาง

3.8.2 สอร์โมน แยกออกเป็นสามกลุ่ม คือ

- (1) สอร์โมนเพศชาย สอร์โมนเพศชายที่สำคัญ คือ testosterone
- (2) สอร์โมนเพศหญิง สอร์โมนเพศหญิงที่สำคัญ คือ estradiol
- (3) สอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งครรภ์ สอร์โมนที่สำคัญ คือ progesterone

3.9.กรดนิวคลีอิก กรดนิวคลีอิกถูกค้นพบครั้งแรกในนิวเคลียสของเซลล์ มี 2 ชนิดคือ กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic acid, DNA) พบ DNA ในโครโมโซมเป็นตัวสำคัญในการถ่ายทอดทางพันธุกรรม กรดนิวคลีอิกอีกชนิดหนึ่ง คือ กรดไรโบนิวคลีอิก (ribonucleic acid, RNA) พบในไรโบโซมและในไมโทคอนเดรีย มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีน ทั้ง DNA และ RNA เป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติ (ชนิตา, 2547)

4.1 ไฮโดรลิซิสของกรดนิวคลีอิก (ชนิตา, 2547) กรดนิวคลีอิกทั้ง DNA และ RNA ถูกไฮโดรไลซ์แล้ว จะให้มอนอเมอร์เรียกว่านิวคลีโอไทด์ ถ้าไฮโดรไลซ์นิวคลีโอไทด์ต่อไปจะให้นิวคลีโอไซด์และกรด

ฟอสฟอริก นิวคลีโอไซด์ถูกไฮโดรไลซ์ต่อไปให้เฮเทอโรไซคลิกเบสและน้ำตาลเพนโทส ซึ่งถ้าเป็น RNA เพนโทส คือ D-Ribose และ 2-Deoxyribose ในกรณีที่เป็น DNA

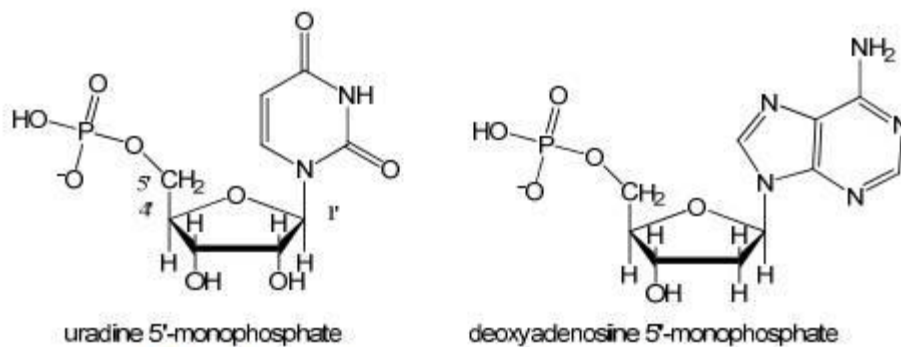
4.2 โครงสร้างของกรดนิวคลีอิก กรดนิวคลีอิกสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (deoxyribonucleic acid, DNA) และกรด ไรโบนิวคลีอิก (ribonucleic acid, RNA) DNA และ RNA ตามลำดับมีโครงสร้างโมเลกุลพื้นฐานเป็น 3 ส่วน เหมือนกันคือ ไนโตรเจนเบส (nitrogenous base) น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 ตัว (น้ำตาลไรโบส และดีออกซีไรโบส) และหมู่ฟอสเฟต

4.2.1 ไนโตรเจนเบส (nitrogenous base) (ชนิดา, 2547) เบสในกรดนิวคลีอิกเป็นเบสที่เป็นวงและมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (heterocyclic amine) สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ ไพริมิดีน (pyrimidine) และพิวรีน (purine) กรดนิวคลีอิกแบ่งเป็นสองประเภทตามความแตกต่างของน้ำตาลกรดนิวคลีอิกที่มีน้ำตาลไรโบสเป็นส่วนประกอบ เรียกว่ากรดไรโบนิวคลีอิกเรียกย่อๆ ว่าอาร์เอ็นเอ (ribonucleic acid: RNA) พวกที่ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบสเรียกว่ากรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิกหรือดีเอ็นเอ

(deoxyribonucleic acid: DNA) เบสที่พบมากในกรดนิวคลีอิกมีอยู่สองพวก พวกแรกได้แก่ไพริมิดีน (pyrimidine) ซึ่งมีอนุพันธ์สามตัวคือไซโทซีน (cytosine - C) ยูราซิล (uracil - U) และไทมีน (thymine - T) ส่วนพวกที่สองได้แก่พิวรีน (purine) มีอนุพันธ์สองตัวคืออะดีนีน (adenine - A) และกวานีน (guanine - G)

4.2.2 กรดฟอสฟอริก กรดฟอสฟอริก ที่พบในสารชีวโมเลกุลมีทั้งแบบโมโนเอสเทอร์ (Monoester linkage) ไดเอสเทอร์ (Diester linkage) พันธะระหว่างแอนไฮไดรด์กับ ไดแอนไฮไดรด์ (ester-anhydride linkage)

4.2.3 นิวคลีโอไซด์ (Nucleoside) นิวคลีโอไซด์ เกิดจากการรวมตัวระหว่าง เพียวรีน, ไพริมิดีนกับน้ำตาลไรโบส, ดีออกซีไรโบส ด้วยพันธะไกลโคซิดิกชนิดเบต้า (β -N-glycosidic linkage) ซึ่งเกิดระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 (1') ของน้ำตาลกับไนโตรเจนตำแหน่งที่ 1 ของไพริมิดีน หรือ ไนโตรเจนตำแหน่งที่ 9 ของเพียวรีน ปฏิกิริยาการเกิดนิวคลีโอไซด์จะมีการสูญเสีย น้ำออกไป 1 โมเลกุลพันธะโควาเลนต์ระหว่างน้ำตาลกับเบสเป็นพันธะที่ เชื่อมระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของน้ำตาลกับไนโตรเจนตำแหน่งที่ 1 ของไพริมิดีน หรือไนโตรเจนตำแหน่งที่ 9 ของพิวรีน ส่วนหมู่ฟอสเฟตนั้นจับกับน้ำตาลที่ คาร์บอนตำแหน่งที่ 5

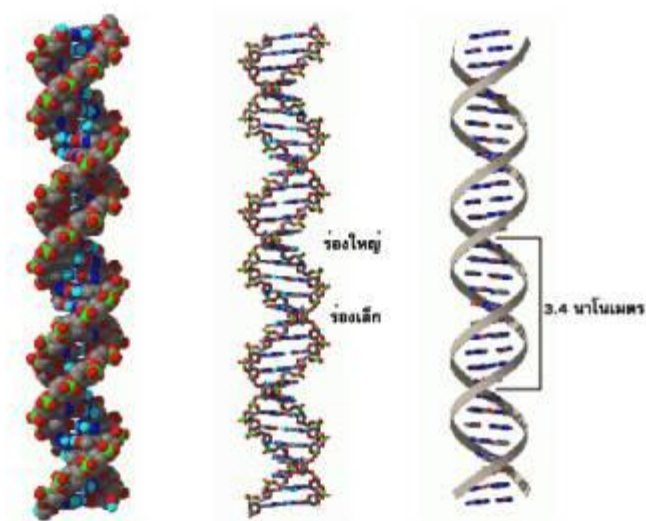


รูปที่ 3.30 ไรบีนวคลีโอไทด์ และดีออกซีไรบีนวคลีโอไทด์

นิวคลีโอไซด์ที่เกิดจากไนโตรเจนเบสสร้างพันธะกับน้ำตาลไรโบสเรียกว่า ไรบีนวคลีโอไซด์
 นิวคลีโอไซด์ที่เกิดจากไนโตรเจนเบสสร้างพันธะกับน้ำตาลดีออกซีไรโบส เรียกว่าดีออกซีนิวคลีโอไซด์
 การเรียกชื่อนิวคลีโอไทด์ และการเขียนตัวย่อนั้นตัวแรกเป็นชื่อไนโตรเจนเบส และตำแหน่งที่เกาะระหว่าง
 ไนโตรเจนเบสกับน้ำตาลหากเป็นน้ำตาลดีออกซีไรโบสให้เติมคำว่า deoxy ไว้หน้าไนโตรเจนเบสและตาม
 ด้วยฟอสเฟต

4.3 การจับคู่เบสในDNA

โครงสร้างของดีเอ็นเอในสภาพธรรมชาติส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเกลียวคู่ (double helix) ประกอบด้วยสายดี
 เอ็นเอสองสายที่ กลับทิศทางการ (antiparallel) พันกันเป็นเกลียวโดยมีเบสที่ เข้าคู่กัน (complementary
 bases) ซ้อนกันเป็นแกนกลางของเกลียวคู่ เบสอะดีนีนจะจับคู่กับไทมีนและกวานีนจะจับคู่กับไซโทซีนการ
 จับคู่เบสแบบนี้เรียกว่าการเอ็นเอสองสายหรือระหว่างสายดีเอ็นเอหนึ่งสายกับสายอาร์เอ็นเอหนึ่งสายหรือ
 แม้แต่สายดีเอ็นเอหรืออาร์เอ็นเอสายเดียวที่พับกลับเข้าหาตัว



รูปที่ 3.31 การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างคู่เบสในโครงสร้างเกลียวคู่ของ DNA

4.4 การจับคู่เบส ใน RNA (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549) ส่วน RNA เป็นพอลิเมอร์ที่ มีการเชื่อมต่อของนิวคลีโอไทด์ภายในสายกรดนิวคลีอิกคล้ายกับ DNA แต่โครงสร้างของ RNA ประกอบด้วยสายพอลินิวคลีโอไทด์เพียงสายเดียวและมีเบสอะดีนีน กวานีน ไซโตซีนและยูราซิล เท่านั้น

ใบงานที่ 14.

เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหาร

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกความหมายของสารชีวโมเลกุลในอาหารและยกตัวอย่างประกอบ
2. น้ำตาลแบ่งออกเป็นกี่ประเภทและแต่ละประเภทมีองค์ประกอบอะไรบ้าง
3. ในโปรตีนมีกรดอะมิโนที่สำคัญอะไรบ้างยกตัวอย่างประกอบ
4. โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตมีหน้าที่สำคัญอะไรบ้าง
5. การตรวจสอบคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนมีวิธีอย่างไร

ใบความรู้ที่ 15.

เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหาร (ต่อ)

ไขมัน หมายถึง สารประกอบหลายชนิดซึ่งมีลักษณะร่วมกันคือ ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ แต่ไม่ละลายน้ำ ไขมันในทางเคมี คือ **ไตรกลีเซอไรด์** ซึ่งเป็นไตรเอสเทอร์ของกลีเซอรอลกับกรดไขมัน สถานะของไขมันที่อุณหภูมิห้องมีทั้งของแข็งและของเหลว ขึ้นอยู่กับโครงสร้างและองค์ประกอบของไขมันนั้น แม้คำว่า "น้ำมัน", "ไขมัน" และ "ลิพิด" ล้วนถูกใช้หมายถึงไขมัน แต่โดยทั่วไป "น้ำมัน" ใช้กับไขมันที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง "ไขมัน" หมายถึง ไขมันที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง "ลิพิด" หมายถึงรวมไขมันทั้งที่เป็นของเหลวและของแข็ง ตลอดจนสารที่เกี่ยวข้องอื่น ซึ่งโดยปกติใช้ในบริบททางการแพทย์หรือชีวเคมี

ไขมันเป็นลิพิดชนิดหนึ่ง ซึ่งแยกแยะได้จากโครงสร้างทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพ โมเลกุลไขมันสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิด โดยทำหน้าที่ทั้งเชิงโครงสร้างและเมแทบอลิซึม ไขมันเป็นส่วนสำคัญในอาหารของเฮเทอโรโทรปส่วนมาก (รวมทั้งมนุษย์) ในร่างกาย ไขมันหรือลิพิดถูกย่อยโดยเอนไซม์ชื่อ **ไลเปส** ซึ่งสร้างจากตับอ่อน

ตัวอย่างไขมันสัตว์ที่กินได้ เช่น มันหมู น้ำมันปลา **เนยเหลว** และชั้นไขมันวาล์ว ไขมันเหล่านี้ได้มาจากนมและเนื้อ ตลอดจนจากไขมันของสัตว์ ตัวอย่างไขมันพืชที่กินได้ เช่น น้ำมันถั่วลิสง เต้าเจี้ยว น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันงา น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะกอก และ**เนยโกโก้** สำหรับ**เนยขาว**ซึ่งถูกใช้ในการอบขนมปังและ**เนยเทียม**เป็นหลัก หรือใช้ทาขนมปัง สามารถดัดแปลงจากไขมันข้างต้นได้โดยปฏิกิริยา**ไฮโดรจิเนชัน**

ไขมันจำแนกได้เป็น**ไขมันอิ่มตัว**กับ**ไขมันไม่อิ่มตัว** ไขมันไม่อิ่มตัวยังสามารถจำแนกได้อีกเป็น**ไขมันซิส** ซึ่งพบทั่วไปในธรรมชาติ และ**ไขมันทรานส์** ซึ่งพบได้ยากในธรรมชาติ แต่พบในน้ำมันพืชที่ได้ทำ**ไฮโดรจิเนชัน**ไปแล้วบางส่วน

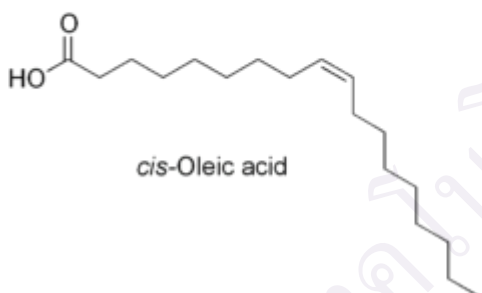
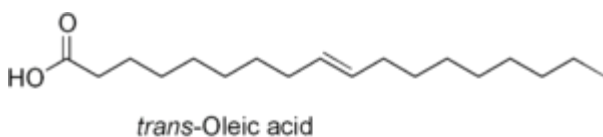
กรดไขมันที่มี**พันธะคู่**จะเรียกว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันที่ไม่มีพันธะคู่จะเรียกว่ากรดไขมันอิ่มตัว จะแตกต่างกันในความยาวเช่นกัน

ความยาวของห่วงโซ่กรดไขมันอิสระ

ห่วงโซ่กรดไขมันที่แตกต่างกันตามความยาวแบ่งออกมักจะสั้นไปยาวมาก

- [ห่วงโซ่กรดไขมันสั้น](#) เป็นกรดไขมันที่มีปลายหางของ[แอลิแฟติก](#) น้อยกว่าอยู่ 6 [คาร์บอน](#)
- [ห่วงโซ่กรดไขมันกลาง](#) เป็นกรดไขมันที่มีปลายหางของ[แอลิแฟติก](#)ระหว่าง 6 - 12 [คาร์บอน](#)^[1] ซึ่งสามารถอยู่ในรูปแบบของ[ห่วงโซ่ไตรกลีเซอไรด์กลาง](#)
- [ห่วงโซ่กรดไขมันยาว](#) เป็นกรดไขมันที่มีปลายหางของ[แอลิแฟติก](#)ระหว่าง 13 - 21 [คาร์บอน](#)^[2]
- [ห่วงโซ่กรดไขมันที่ยาวมาก](#) เป็นกรดไขมันที่มีปลายหางของ[แอลิแฟติก](#) ที่ยาวกว่า 22 [คาร์บอน](#)

กรดไขมันไม่อิ่มตัว



การเปรียบเทียบ ไอโซเมอร์ (บนสุด) [กรดอีลไอดิก](#) และซิส ไอโซเมอร์ [กรดโอเลอิก](#)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีอย่างน้อยอยู่ 1 มากกว่าพันธะคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอน (คู่ของอะตอมคาร์บอนเชื่อมต่อกันด้วยพันธะคู่สามารถอิ่มตัวโดยการเพิ่มไฮโดรเจนอะตอมที่แปลงจากพันธะคู่ไปพันธะเดี่ยว ดังนั้นพันธะคู่จึงเรียกว่า**กรดไขมันไม่อิ่มตัว**) 2 อะตอมคาร์บอนในห่วงโซ่ที่ถูกผูกไว้ไปด้านข้างของพันธะคู่สามารถเกิดขึ้นได้ในการกำหนดค่าซิสหรือทรานส์

ใบงานที่ 15.

เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหาร(ต่อ)

คำสั่งจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ไขมันมีหน้าที่อย่างไรในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์
2. ไขมันมีกี่ประเภทและแต่ละประเภทมีองค์ประกอบใดที่สำคัญ
3. องค์ประกอบของกรดนิวคลีอิกมีอะไรบ้าง
4. กรดนิวคลีอิกมีหน้าที่อย่างไรบ้าง
5. จงบอกคุณสมบัติและประโยชน์ของเอนไซม์ที่มีผลต่อร่างกายของมนุษย์

ใบความรู้ที่ 16.

เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า,พลังงานนิวเคลียร์

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic disturbance) โดยการทำให้สนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อสนามไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กหรือถ้าสนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามไฟฟ้า

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวางประกอบด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีการสั่นในแนวตั้งฉากกันและอยู่บนระนาบตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่โดยไม่อาศัยตัวกลางจึงสามารถเคลื่อนที่ในสุญญากาศได้

สเปกตรัม (Spectrum)ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะประกอบด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่และความยาวคลื่นแตกต่างกันซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ คลื่นแสงที่ตามองเห็น อัลตราไวโอเลต อินฟราเรด คลื่นวิทยุโทรทัศน์ ไมโครเวฟ รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา เป็นต้น

ดังนั้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จึงมีประโยชน์มากในการสื่อสารและโทรคมนาคมและทางการแพทย์

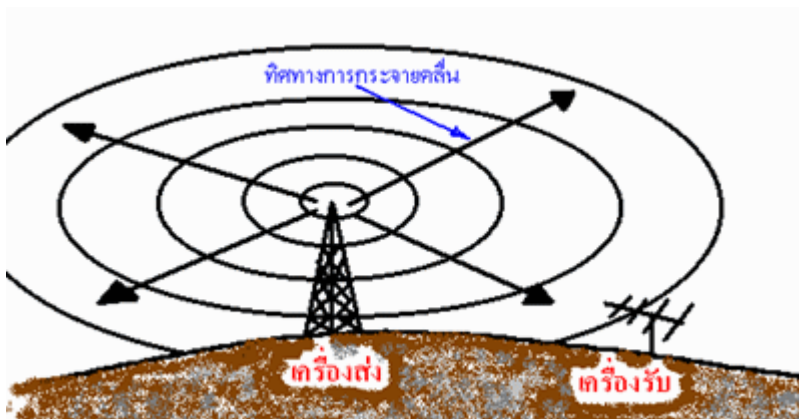
สมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1. ไม่ต้องใช้ตัวกลางในการเคลื่อนที่
2. อัตราเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดในสุญญากาศเท่ากับ $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ซึ่งเท่ากับ อัตราเร็วของแสง
3. เป็นคลื่นตามขวาง
4. ถ่ายเทพลังงานจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง
5. ถูกปล่อยออกมาและถูกดูดกลืนได้โดยสสาร
6. ไม่มีประจุไฟฟ้า
7. คลื่นสามารถแทรกสอด สะท้อน หักเห และเลี้ยวเบนได้

สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

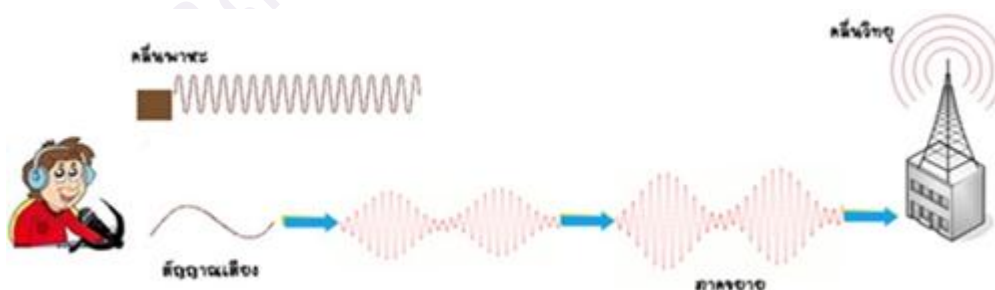
1. คลื่นวิทยุ

- ผลิตจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยวงจรออสซิลเลเตอร์
- มีความถี่ในช่วง 104–109 เฮิรตซ์
- ใช้ในการสื่อสาร ส่งกระจายเสียงโดยใช้คลื่นฟ้าและคลื่นดิน
- สามารถเลี้ยวเบนผ่านสิ่งกีดขวางที่มีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่นได้
- โลหะมีสมบัติในการสะท้อนและดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดี ดังนั้นคลื่นวิทยุจึงผ่านไม่ได้
- การกระจายเสียงออกอากาศมีทั้งระบบ F.M. และ A.M.



1.1 ระบบเอเอ็ม (A.M. = amplitude modulation)

ระบบเอเอ็ม มีช่วงความถี่ 530 – 1600 kHz (กิโลเฮิรตซ์) สื่อสาร โดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้าไปกับคลื่นวิทยุเรียกว่า “คลื่นพาหะ” โดยแอมพลิจูดของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียง ในการส่งคลื่นระบบ A.M. สามารถส่งคลื่นได้ทั้งคลื่นดินเป็นคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงขนานกับผิวโลกและคลื่นฟ้าโดยคลื่นจะไปสะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แล้วสะท้อนกลับลงมา จึงไม่ต้องใช้สายอากาศตั้งสูงรับ



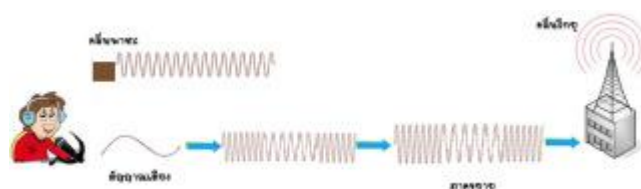
สรุป A.M. (Amplitude Modulation)

- เป็นการผสมสัญญาณเสียงเข้ากับคลื่นพาหะ โดยที่สัญญาณเสียงจะไปบังคับให้แอมพลิจูดของ

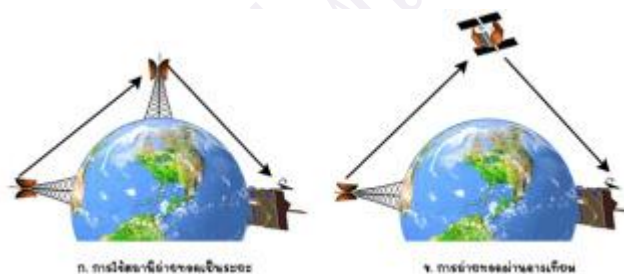
คลื่นพาหะเปลี่ยนแปลง

- ความถี่ 530-1600 กิโลเฮิร์ตซ์
- สะท้อนกับบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ได้ดี

1.2 ระบบเอฟเอ็ม (F.M. = frequency modulation)



ระบบเอฟเอ็ม มีช่วงความถี่ 88 – 108 MHz (เมกะเฮิร์ตซ์) สื่อสารโดยใช้คลื่นเสียงผสมเข้ากับคลื่นพาหะ โดยความถี่ของคลื่นพาหะจะเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณคลื่นเสียงในการส่งคลื่นระบบ F.M. ส่งคลื่นได้เฉพาะคลื่นดินอย่างเดียว ถ้าต้องการส่งให้กลุ่มพื้นที่ต้องมีสถานีถ่ายทอดและเครื่องรับต้องตั้งเสา อากาศสูง ๆ รับ



สรุป

F.M.

(Frequency Modulation)

- เป็นการผสมสัญญาณเสียงเข้ากับคลื่นพาหะโดยที่สัญญาณเสียงจะไปบังคับให้ความถี่ของคลื่นพาหะเปลี่ยนแปลง
- ความถี่ 88-108 เมกะเฮิร์ตซ์

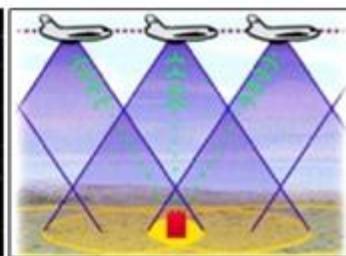
2. คลื่นโทรทัศน์และไมโครเวฟ



ก. โทรศัพท์เคลื่อนที่



จ. การสื่อสารผ่านดาวเทียม



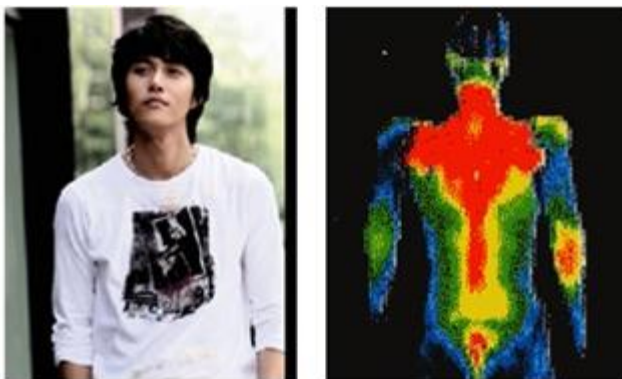
ค. การตรวจหาตำแหน่งของวัตถุด้วยเรดาร์

คลื่นโทรศัพท์และไมโครเวฟมีความถี่ช่วง $108 - 1012 \text{ Hz}$ มีประโยชน์ในการสื่อสาร แต่จะไม่สะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แต่จะทะลุผ่านชั้นบรรยากาศไปนอกโลก ในการถ่ายทอดสัญญาณโทรศัพท์จะต้องมีสถานีถ่ายทอดเป็นระยะ ๆ เพราะสัญญาณเดินทางเป็นเส้นตรง และผิวโลกมีความโค้ง ดังนั้นสัญญาณจึงไปได้ไกลสุดเพียงประมาณ 80 กิโลเมตรบนผิวโลก อาจใช้ไมโครเวฟนำสัญญาณจากสถานีส่งไปยังดาวเทียม แล้วให้ดาวเทียมนำสัญญาณส่งต่อไปยังสถานีรับที่อยู่ไกล ๆ เนื่องจากไมโครเวฟจะสะท้อนกับผิวโลกได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจหาตำแหน่งของอากาศยาน เรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า เรดาร์ โดยส่งสัญญาณไมโครเวฟออกไปกระทบอากาศยาน และรับคลื่นที่สะท้อนกลับจากอากาศยาน ทำให้ทราบระยะห่างระหว่างอากาศยานกับแหล่งส่งสัญญาณไมโครเวฟได้

สรุป ความถี่ $108 - 1012$ เฮิร์ตซ์

- ไม่สะท้อนกับบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์จึงส่งเป็นเส้นตรงแล้วใช้สถานีถ่ายทอดเป็นระยะ หรือใช้คลื่นไมโครเวฟนำสัญญาณโทรศัพท์ไป ยังดาวเทียม
- คลื่นโทรศัพท์มีความยาวคลื่นสั้นจึงเลี้ยวเบนผ่านสิ่งกีดขวางใหญ่ๆ เช่น รถยนต์ หรือเครื่องบิน ไม่ได้
ดังนั้นจะเกิดการสะท้อนกับเครื่องบิน กลับมาแทรกสอดกับคลื่นเดิม ทำให้เกิดคลื่นรบกวนได้
- ไมโครเวฟสะท้อนโลหะได้ดี จึงใช้ทำเรดาห์

3. รังสีอินฟราเรด (infrared rays)



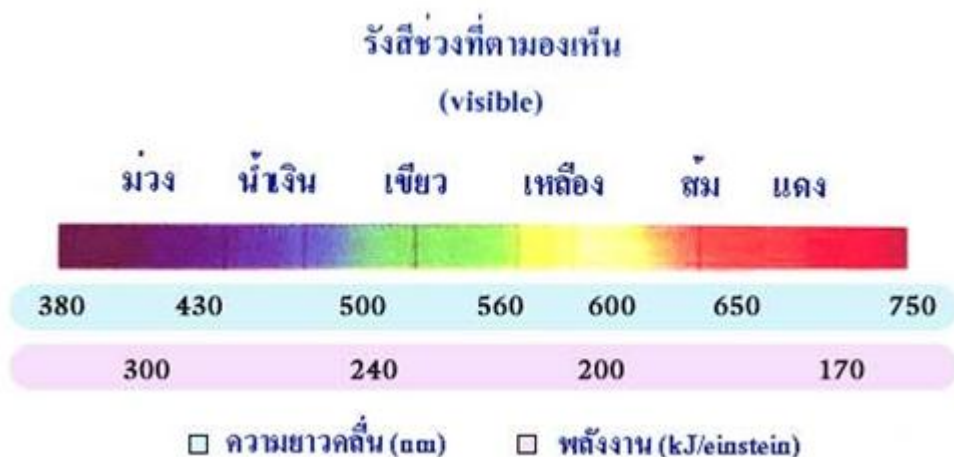
ก. ภาพถ่ายโดยใช้แสงขาว ข. ภาพถ่ายโดยใช้รังสีอินฟราเรด

รังสีอินฟราเรดมีความถี่ $10^{11} - 10^{14}$ Hz หรือความยาวคลื่นตั้งแต่ $10^{-3} - 10^{-6}$ เมตร ซึ่งมีช่วงความถี่คาบเกี่ยวกับไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรดสามารถใช้กับฟิล์มถ่ายรูปบางชนิดได้ และใช้เป็นการควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรลกับเครื่องรับโทรทัศน์ได้

สรุป

- ความถี่ $10^{11} - 10^{14}$
- ตรวจรับได้ด้วยประสาทสัมผัสทางผิวหนัง หรือ ฟิล์มถ่ายรูปชนิดพิเศษ
- สิ่งมีชีวิตแผ่ออกมาตลอดเวลาเพราะเป็นคลื่นความร้อน
- ใช้ในการสื่อสาร เช่น ถ่ายภาพพื้นโลกจากดาวเทียม, ใช้เป็นรีโมทคอนโทรลของเครื่องวิทยุและโทรทัศน์ และใช้ควบคุมจรวดนำวิถี
- ใช้เป็นพาหะนำสัญญาณในเส้นใยนำแสง (optical fiber)

4. แสง (light)



ประโยชน์ฟราอินฟราเรด เครื่องบำบัดสุขภาพด้วยรังสีฟราอินฟราเรด หรือ HotHouse ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้ ผลผลิตขึ้นมาจากใช้เทคนิคเฉพาะทาง และ ได้รับการจดสิทธิบัตรด้านมาตรฐาน ในฐานะเป็นเครื่องมือแพทย์ของญี่ปุ่น ว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยฟื้นฟูสุขภาพ นอกจากนี้ยังผ่านการทดสอบมากมายจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจเครื่องบำบัดสุขภาพด้วยรังสีฟราอินฟราเรด หรือ HotHouse ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้ ผลผลิตขึ้นมาจากใช้เทคนิคเฉพาะทาง และ ได้รับการจดสิทธิบัตรด้านมาตรฐาน ในฐานะเป็นเครื่องมือแพทย์ของญี่ปุ่น ว่าเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยฟื้นฟูสุขภาพ นอกจากนี้ยังผ่านการทดสอบมากมายจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ Hot House รุ่น YS-50 ได้ใช้ คลื่นแสงฟราอินฟราเรดที่เป็นคลื่นแสงชนิดหนึ่งของ อินฟราเรดซึ่งเป็นคลื่นแสงชนิดพิเศษสามารถทะลุผ่านชั้นผิวหนัง

ฟาร์อินฟาร์เรดคืออะไร ในบริเวณแถบสีของสเปกตรัมแม่เหล็กตั้งแต่สีแดงจนถึงสีม่วง บางแสงเราสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น แสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ แต่ยังมีแสงอีกเป็นจำนวนมากที่เรามองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งหนึ่งในแสงที่เรามองไม่เห็นด้วยตาเปล่าก็คือแสงฟาร์อินฟาร์เรด และด้วยคุณสมบัติที่มันสามารถทะลุผ่านเข้าไป ภายในร่างกายของมนุษย์ อันมีผลให้อุณหภูมิในร่างกาย ค่อยๆ เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการกระตุ้นระบบไหลเวียนโลหิตทั่วร่างกาย และช่วยเพิ่มพลังภายในร่างกาย กระตุ้นขบวนการเผาผลาญอาหาร เพิ่มความสมดุลภายในร่างกาย และปรับระบบประสาทอัตโนมัติให้มีความสมดุลยิ่งขึ้น รวมทั้งช่วยขจัดสิ่งสกปรกออกจากร่างกายด้วย ปัจจุบัน ฟาร์อินฟาร์เรด ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายทั่วโลกว่าเป็นเครื่องมือแพทย์ความยาวรังสีที่ร่างกายสามารถดูดซึมได้ง่าย: 3-50 m-6 ด้วยรูปลักษณะภายนอกซึ่งมีลักษณะคล้ายครึ่งวงกลม 160 องศา ภายในเครื่องนั้นฉาบไว้ด้วยอนุภาค ซิลิคอนมูมແລມ ซึ่งผลิตจากมลรัฐนิวเม็กซิโก ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยรังสีฟราอินฟราเรด ที่ยังออกมาจาก Hot House นี้มีความยาวคลื่นอยู่ที่ประมาณ 8-10 ไมครอน

- ลักษณะครึ่งวงกลม 160 องศา, ฉาบด้วยซิลิคอนมูมແລມจากมลรัฐนิวเม็กซิโก สหรัฐอเมริกา, ทำให้ลำแสงตัดสลับกันเป็นชั้นๆ FIR. เกิดความหนาแน่นมากขึ้น ก่อให้เกิดความร้อนขึ้น
- อุณหภูมิคงที่อยู่ที่ 70°C, ความร้อนนี้เหมือนการอาบแสงแดด, ผู้ใช้จะรู้สึกปลอดภัยเพราะเมื่อความร้อนสูงมากเครื่องจะตัดโดยอัตโนมัติ • ใช้งานง่าย ผู้ใช้สามารถนั่ง-นอนใช้ได้
- เป็นสินค้าที่มีการควบคุมคุณภาพ และมีอายุการใช้งานนาน

คุณลักษณะเด่นของเครื่อง Hot house :

1. ช่วยลดอาการเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ
2. ช่วยลดอาการบวมเฉพาะที่
3. ช่วยเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต
4. ใช้ร่วมกับการนวด, ยืดข้อต่อ
5. ช่วยผ่อนคลายความเหนื่อยล้า แก้อาการนอนไม่หลับ

ประโยชน์ของ Far Infrared กับโรคต่าง ๆ :

1. โรคเกาต์, ไขข้ออักเสบ, ลดความเข้มข้นของกรดยูริกในร่างกาย
2. โรคหลอดเลือด, โรคหอบ
3. โรคไต
4. โรคเกี่ยวกับกระเพาะ-ลำไส้
5. โรคจิตเสีดวงตาร
6. โรคทอกซิล
7. อาการแก่ก่อนวัย
8. ท้องผูก
9. เส้นเลือดอุดตัน
10. อัมพฤก
11. ผ่อนคลายความเหนื่อยล้า
12. การอุดตันของรูขุมขน
13. สมานแผลจากรอยชำตามผิวหนัง
14. ปวดประจำเดือน
15. โลหิตจาง
16. นอนไม่หลับ
17. ไมเกรน
18. เจ็บเส้นประสาท
19. โรคเบาหวาน
20. อ่อนเพลีย

เพศ อายุ และ ปัจจัยอื่นๆ เช่น อาหาร กิจกรรมประจำวัน อารมณ์ การออกกำลังกาย และการนอนหลับ ล้วนแล้วแต่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงความดันเลือด ความดันเลือดที่แตกต่างกันในตอนเช้ากับตอนเย็น และอาจเปลี่ยนไปตามฤดูกาล ผู้ป่วยความดันสูงโดยปกติจะแสดงความดันสูงในฤดูหนาว และต่ำลงในฤดูร้อน การตื่นเต้นและความเครียดทางจิตใจเป็นสาเหตุให้เกิดความดันเลือดสูงเพิ่มขึ้นชั่วคราวผู้ป่วยความดันเลือดสูงต้องควบคุมการบริโภคเกลือ และให้ความสำคัญกับการท้องผูก อีกทั้งผู้ป่วยยังต้องให้การนอนหลับที่เพียงพอ และการออกกำลังกายที่เหมาะสม สำหรับความพิเศษเฉพาะทางสำหรับการป้องกันและการบำบัดรักษาอาการความดันเลือดสูงคือการมีจิตใจที่มั่นคงผู้ป่วยประสบปัญหาความดันเลือดสูง อาจมีอาการทางร่างกายดังนี้ ปวดหัว ใจสั่น วิงเวียนศีรษะ อาเจียน เมื่อยล้า หายใจขัด หรือ มีอาการปวดบวมส่วนผู้ที่มีความดันเลือดต่ำ หรือ เมื่อความดันระยะหัวใจบีบตัวต่ำกว่า 100 มิลลิเมตรปรอท และ ความดันระยะหัวใจคลายตัวต่ำกว่า 60 มิลลิเมตรปรอท จะรู้สึกเหนื่อยง่าย และวิงเวียนศีรษะง่าย ความร้อนที่นุ่มนวลที่กำเนิดจากเครื่องทำความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรดระยะไกลจะค่อยๆช่วยปรับปรุงการไหลเวียนของเลือด และนำออกซิเจนมาสู่เนื้อเยื่อในร่างกาย ด้วยเหตุนี้คนไข้ทั้งที่มีความดันเลือดสูงและต่ำจะได้ประโยชน์จากการใช้เครื่องในการปรับปรุงการไหลเวียนซึ่งจะไปปรับระดับความดันเลือดให้สมดุลและเป็นปกติ เป็นที่เชื่อกันว่าความดันโลหิตต่ำมาจากสุขภาพที่ไม่ดี

มาตรการด้านมะเร็งอย่างได้ผลหากคุณจำเป็นต้องอยู่กับโรคมะเร็ง หรือ กำลังหาหนทางที่จะป้องกันตัวเองไม่ให้ป่วยเป็นมะเร็ง ปัจจัยต่อไปนี้จะเป็แนวทางให้คุณได้เรียนรู้กลยุทธ์ที่จะรับมือกับโรคร้ายได้ หากคุณสามารถปฏิบัติตามแนวทางและยึดมั่นกับตัวเองในการจะปฏิเสธการใช้ยา หรือ สารเคมีใดๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นการแก้ที่ปลายเหตุ และเพียงประคับประคองอาการเพียงชั่วคราว ยิ่งไปกว่านั้นคุณจะพบกับความสุขจากการได้ดูแลตัวเองและ จากการมีสุขภาพที่ดีอย่างยั่งยืนเพราะคุณเป็นผู้ที่สามารถดูแลตัวเองได้ใกล้ชิดที่สุด การปฏิบัติตามแนวทางที่จะกล่าวต่อไปจะช่วยเปลี่ยนชีวิตของคุณไปสู่การมีสุขภาพที่ดีขึ้นอย่างแน่นอน

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับโรคมะเร็ง : มะเร็งก่อกำเนิดขึ้นจากการที่ร่างกายขาดแคลนสารอาหารประเภท เอนไซม์ แร่ธาตุ และ วิตามิน สิ่งที่ทำเป็นอย่างยิ่งในการต่อสู้กับมะเร็งร้าย และ แนวทางในการป้องกันไม่ให้เซลล์มะเร็งพัฒนาไปเป็นเนื้อร้าย มีดังนี้ :

1. ทำให้เซลล์ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ
2. รับประทานอาหารที่มีเอนไซม์สูง และ มีค่าความเป็นกรด/ด่างที่สมดุล
3. สร้างปียร่างกาย และ จิตใจ

4. นำบำบัดด้วยความร้อนจากอินฟราเรดระยะไกล

5. ป้องกันและสร้างเสริมภูมิคุ้มกัน

การใช้รังสีแกมมาในทางการแพทย์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1) โรคมะเร็งหรือเนื้องอก

2) การตรวจและวินิจฉัยโรค

3) การปลอดเชื้อผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

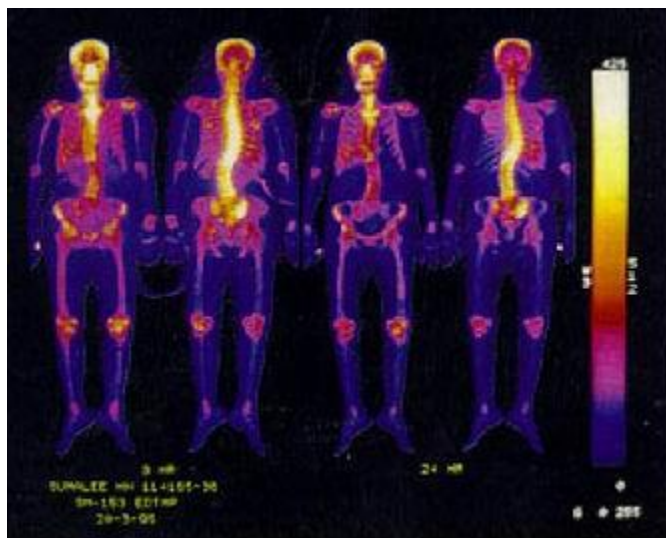
ก่อนมีการใช้เข็มเรเดียม ซึ่งเป็นสารกัมมันตรังสี ให้รังสีแกมมาออกมาโดยนำเข็มเรเดียม ไปฝังบริเวณที่เป็นมะเร็งของผู้ป่วย รังสีแกมมา จะไปทำปฏิกิริยาต่อเซลล์มะเร็ง ทำให้ลดการเจริญเติบโต ของเซลล์มะเร็งนั้น ได้สมัยก่อนเราจึงมักเรียกว่า การฝังแร่ เพื่อรักษามะเร็ง



ปัจจุบันมีการพัฒนา การผลิตสารกัมมันตรังสี เพื่อรักษาโรคมะเร็งบริเวณต่างๆในร่างกายหลายชนิด ที่นิยมใช้กัน อย่างแพร่หลาย เช่น โคบอลต์-60 ซึ่งมีทั้งแบบฝังแร่เหล่านี้เข้าไป ในบริเวณที่เป็นมะเร็งในร่างกาย และแบบที่ฉาย รังสีแกมมาจากภายนอก ให้รังสีวิ่งเข้าสู่บริเวณ ที่เป็นมะเร็งในร่างกาย

ไอโอดีน-131 ใช้รักษามะเร็งของต่อมธัยรอยด์ ทอง-198 ใช้รักษามะเร็งที่แพร่กระจาย ไปยังอวัยวะอื่น สทรอนเชียม-90 ชนิดแผ่นนำมารักษาเนื้อเยื่อระดับผิว ฟอสฟอรัส-32 ชนิดของเหลวใช้รักษาภาวะที่มีเม็ดเลือดแดงมากเกินไป และ มะเร็งเม็ดเลือดชนิดเรื้อรัง เป็นต้น

การตรวจอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกายเพื่อตรวจและพิสูจน์สมมุติฐานของโรคและความผิดปกติของอวัยวะ มักใช้สารกัมมันตรังสี ที่เป็นของเหลว เช่นเทคนิคเชียม-99เอ็ม ใช้ตรวจการทำงานของระบบอวัยวะ เช่น รัยรอยด์ กระดูก สมอง ปอด ตับม้าม ไชกระดูก ไต และหัวใจ ไอโอดีน-131 และ ไอโอดีน-123 ใช้ตรวจหาความผิดปกติของต่อมรัยรอยด์ และใช้ติดตามผลการรักษา



รังสีอัลตราไวโอเลต

- ความถี่ในช่วง $10^{15} - 10^{18} \text{ Hz}$ ความยาวคลื่น $3.8 \times 10^{-7} - 10^{-11} \text{ m}$
- รังสีนี้เป็นตัวการที่ทำให้เกิดประจุอิสระ และไอออนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์
- ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสง
- สามารถทะลุผ่านวัตถุบางชนิดได้ เช่น เสื้อผ้า แผ่นพลาสติก
- ทำลายเซลล์เล็กๆบางอย่างได้

ประโยชน์ของรังสีอัลตราไวโอเลต

- ใช้ในการพิสูจน์เอกสาร ตรวจสอบลายเซ็น
- ช่วยร่างกายสังเคราะห์วิตามินดี

- ใช้ตรวจสอบคุณภาพอาหารว่าเสียหรือไม่
- ใช้ตรวจสอบสารเคมี

โทษจากรังสีอัลตราไวโอเลต

- เป็นอันตรายต่อผิวหนังและตาคน เมื่อรับมามากๆอาจเป็นมะเร็งผิวหนังได้
- รังสีอัลตราไวโอเลตที่มาจากดวงอาทิตย์จะถูกสกัดกั้นให้เป็นส่วนใหญ่จากบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ ซึ่งมีก๊าซโอโซนเป็นองค์ประกอบอยู่ แต่ปัจจุบัน โอโซนในบรรยากาศมีจำนวนลดลงมาก จึงทำให้รังสีอัลตราไวโอเลตแผ่ลงมายังผิวโลก

รังสีเอกซ์

- มีความถี่อยู่ในช่วง $10^{16} - 10^{22}$ Hz ความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง $10^{-8} - 10^{-13}$ m

แหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์คือ ดวงอาทิตย์ หลอดรังสีเอกซ์ เครื่องรับโทรทัศน์

คุณสมบัติของรังสีเอกซ์

- มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูง
- ไม่เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
- ทำให้ก๊าซหรืออากาศรอบๆแตกตัวเป็นไอออนได้
- ทำปฏิกิริยากับแผ่นฟิล์มถ่ายรูปเหมือนกับแสง

ประโยชน์ของรังสีเอกซ์

- ใช้ในวงการแพทย์ ตรวจวินิจฉัยโรค ตลอดจนการรักษาโรคมะเร็ง
- ใช้ในวงการอุตสาหกรรม และการก่อสร้างเพื่อตรวจสอบรูรั่วหรือรอยร้าวต่างๆ
- ใช้ตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม อาวุธในกระเป๋าหรือหีบห่อต่างๆ
- ใช้ตรวจสอบวัตถุโบราณว่ามีอายุยาวนานเท่าไร

โทษของรังสีเอกซ์

- เมื่อร่างกายรับเข้าไปมากจะทำให้เซลล์ตาย หรือเสื่อมคุณภาพ
- อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งได้
- อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในยีนมีผลกระทบต่อกรรมพันธุ์

รังสีแกมมา

- มีความถี่อยู่ในช่วง $3 \times 10^{18} - 10^{22} \text{ Hz}$ ความยาวคลื่น $10^{-10} - 10^{-14} \text{ m}$

แหล่งกำเนิดของรังสีแกมมา

- เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี
- รังสีคอสมิกที่มาจากนอกโลกจะมีรังสีแกมมาอยู่ด้วย

คุณสมบัติของรังสีแกมมา

- ไม่เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
- ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสง
- ทำปฏิกิริยากับฟิล์มถ่ายรูปและฟิล์มที่ไม่ไวต่อแสง

ประโยชน์ของรังสีแกมมา

- ใช้ในวงการแพทยรักษาโรคมะเร็ง
- ใช้ในวงการเกษตรศึกษาโรคพืชต่างๆ การดูซึมแร่ธาตุต่างๆของรากพืช

โทษของรังสีแกมมาทำลายเซลล์ร่างกาย เนื้อเยื่อต่าง อาจทำให้เกิดมะเร็งได้

ใบงานที่ 16.

เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า,พลังงานนิวเคลียร์

คำสั่งจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกความหมายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร
3. องค์ประกอบของสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีอะไรบ้าง
4. รังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ รังสีแกมมามีประโยชน์อย่างไรบ้าง
5. สเปกตรัมของคลื่นแสงสามารถแยกได้อย่างไร

ใบความรู้ที่ 17.

เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า,พลังงานนิวเคลียร์ (ต่อ)

พลังงานนิวเคลียร์

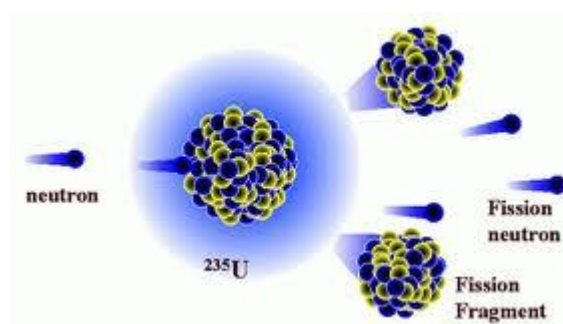


พลังงานนิวเคลียร์ คือพลังงานที่ได้จากการที่นิวเคลียสแตกตัวนั่นเองพลังงานนิวเคลียร์จะมีค่ามากมายมหาศาล และขณะที่นิวเคลียสแตกตัวปล่อยอนุภาคออกมานั้น เป็นกฎการสลายตัวจะเกิดนิวเคลียสธาตุใหม่พร้อมทั้งพลังงานนิวเคลียร์นั่นเอง ส่วนกัมมันตภาพ (Ratio activity) คือ อัตราการสลายตัว

ของสารกัมมันตรังสี

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ทำให้เกิดแรงนิวเคลียร์มี 2 ปฏิกิริยา คือ ปฏิกิริยาฟิชชันและปฏิกิริยาฟิวชัน

ปฏิกิริยาฟิชชัน (Fission)



คือปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่เกิดจากการใช้อนุภาคนิวตรอนหรืออนุภาคอื่นยิงไปที่นิวเคลียสของธาตุหนักแล้วทำให้นิวเคลียสแตกตัวเป็นนิวเคลียสใหม่สองนิวเคลียสที่มีมวลใกล้เคียงกันและมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูงกว่านิวเคลียสของธาตุเดิมขบวนการฟิชชันที่เกิดขึ้นนี้จะมีนิวตรอนอิสระเกิดขึ้นด้วยนิวตรอนอิสระนี้จะไปชนนิวเคลียสอื่นของยูเรเนียมก็จะเกิดฟิชชันต่อไปเรียกว่า “ปฏิกิริยาลูกโซ่” ซึ่งเกิดต่อเนื่องกันไปไม่หยุดยั้งและจะเกิดพลังงานมหาศาลแนวความคิดนี้ถูกนำไปใช้ในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์

ปฏิกิริยาฟิวชั่น (Fusion)



ฟิวชั่นคือปฏิกิริยานิวเคลียร์ซึ่งเกิดจากนิวเคลียสธาตุเบามาหลอมรวมกันเป็นนิวเคลียร์ที่หนักกว่า พร้อมกับมีพลังงานปล่อยออกมาปฏิกิริยาฟิวชั่นบนดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ จะมีพลังงานออกมาไม่สิ้นสุดเพราะการรวมตัวของไฮโดรเจน 4 อะตอมเกิดฮีเลียมและพลังงานปฏิกิริยาเช่นนี้เกิดขึ้นมากมายบนดวงอาทิตย์จึงไม่น่าประหลาดใจว่าเหตุใดใจกลางดวงอาทิตย์จึงมีอุณหภูมิถึง 20,000,000 K (เคลวิน)การสร้างปฏิกิริยาในห้องปฏิบัติการสามารถทำได้เช่นระเบิดไฮโดรเจนเป็นผลของปฏิกิริยาฟิวชั่น มีพลังงานสูงกว่าระเบิดนิวเคลียร์มากแต่เรายังไม่สามารถควบคุมบังคับให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องได้

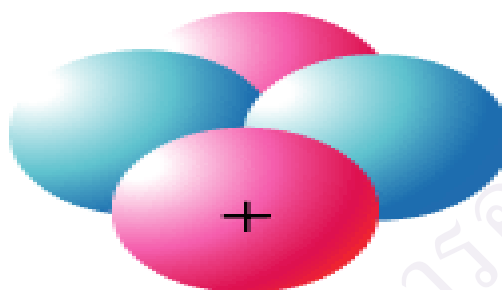
สารกัมมันตรังสี

ธาตุกัมมันตรังสีหมายถึงธาตุที่แผ่รังสีได้เนื่องจากนิวเคลียสของอะตอมไม่เสถียรเป็นธาตุที่มีเลข

อะตอม

สูงกว่า 82

รังสีแอลฟา (alpha : α) ประกอบด้วยอนุภาคโปรตอน 2 อนุภาคและนิวตรอน 2 อนุภาค ซึ่งมีประจุเป็น $^{+2}$ และมวล 4 หน่วย (หน่วยของมวลใช้เป็น "atomic mass unit") โดยที่โปรตอนและนิวตรอนมีมวลอย่างละ 1 หน่วย



รังสีหรืออนุภาคแอลฟา 2 โปรตอน และ 2 นิวตรอน

รังสีบีตา(beta: β) คือ อนุภาคที่มีสมบัติเหมือนอิเล็กตรอนกล่าวคือ มีประจุไฟฟ้า -1 มีมวลเท่ากับมวลของอิเล็กตรอน มีพลังงานสูงในสนามไฟฟ้ารังสีบีตาเบนเข้าหาขั้วบวก มีอำนาจทะลุทะลวงสูงกว่ารังสีแอลฟาประมาณ 100 เท่า สามารถผ่านแผ่นโลหะบางๆ เช่น แผ่นตะกั่วหนา 1 mm แผ่นอะลูมิเนียมหนา 5 mm มีความเร็วใกล้เคียงความเร็วแสงและมีอำนาจในการไอออไนซ์น้อยกว่ารังสีแอลฟา ผู้ตั้งชื่อรังสีบีตา คือรัทเธอร์ฟอร์ด

รังสีแกมมา (gamma: γ) คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นมาก ไม่มีประจุและไม่มีมวลไม่เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้า มีอำนาจทะลุทะลวงสูงสุดสามารถทะลุผ่านแผ่นไม้อัดและเนื้อเยื่อได้แต่ถูกกั้นได้โดยคอนกรีตหรือแผ่นตะกั่วหนา โดยสามารถทะลุผ่านแผ่นตะกั่วหนา 8 mm หรือผ่านแผ่นคอนกรีตหนาๆ ได้ มีอำนาจในการไอออไนซ์น้อยมากผู้ตั้งชื่อรังสีแกมมา คือวิลลาร์ด

ประโยชน์ของกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

1.เกษตรกรรม

1.1 การหาอัตราการดูดซึมปุ๋ยของรากไม้โดยใช้ฟอสฟอรัส-32 แล้ววัดปริมาณรังสีที่ใบ

1.2 การคัดเลือกโคนมโดยใช้ตรวจการทำงานของต่อมไทรอยด์ซึ่งมีผลต่อปริมาณน้ำนม

1.3 รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีทำให้พืชกลายพันธุ์ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น เช่น การคัดพันธุ์ข้าวที่ทนน้ำ ทนศัตรูพืชให้ผลผลิตเร็วขึ้น

1.4 กำจัดแมลงโดยอวรังสีทำให้แมลงตายเนื่องจากการแตกตัวเป็นไอออนของอะตอมในเซลล์หรือหยุดการแพร่พันธุ์

1.5 การถนอมอาหาร โดยรังสีฆ่าแบคทีเรียเชื้อราและยีสต์

2 การแพทย์

2.1 รังสีโคบอลต์-60 รักษามะเร็งโดยรังสีทำลายเซลล์มะเร็ง

2.2 ศึกษาการหมุนเวียนของโลหิต ด้วยรังสีจาก (จากเกลือแกง) หาตำแหน่งอุดตันในเส้นเลือด

2.3 ตรวจการทำงานของต่อมไทรอยด์ด้วยรังสีจากไอโอดีน-131

3 อุตสาหกรรม

3.1 ควบคุมความหนาของแผ่นโลหะให้สม่ำเสมออย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิตด้วยรังสีเบตา

3.2 การเชื่อมโลหะการหารอยร้าวของท่อลำเลียงน้ำมันด้วยรังสีแกมมา ช่วยประหยัดทั้งเวลา

และแรงงาน

4.การหาอายุวัตถุโบราณและการศึกษาทางธรณีวิทยาใช้ธาตุกัมมันตรังสีคาร์บอน-14 ซึ่งมี

ครึ่งชีวิต 5760 ปีอัตราส่วนของคาร์บอน-14 ต่อคาร์บอน-12 ในพืชและสัตว์มีค่าคงตัวขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ ภายหลังสิ่งมีชีวิตตายไปอัตราส่วนนี้จะลดลง นำมาคำนวณหาอายุวัตถุโบราณได้

4.1 เครื่องปั้นดินเผาของบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานีคำนวณอายุได้ 6,060 ปีทำให้เราทราบว่าบ้านเชียงในอดีตเคยเป็นแหล่งอารยธรรมเก่าแก่ของโลก

4.2. หัวหอกทำด้วยสำริดของบ้านเชียงมีอายุ 5,600 ปี

ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์

ด้านเกษตรกรรม งานในด้านนี้ที่ประสบความสำเร็จมากคือการวิจัยด้านการฉายรังสีอาหาร

โดยใช้รังสีแกมมาช่วยยืดอายุการเก็บของอาหารทั้งพืชผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โดยจะช่วยยับยั้งการงอกของพืชผัก ชะลอการสุกของผลไม้และช่วยทำลายแมลง พยาธิ หรือจุลินทรีย์ในอาหารและผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งอำนวยความสะดวกให้ประชาชน ได้รับบริโภคอาหารที่ถูกอนามัยปราศจากเชื้อโรคและพยาธิ ช่วยการถนอมอาหารและเก็บรักษาอาหารและพืชผลไว้บริโภค ในช่วง ฤดูกาลที่ขาดแคลน ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และเพิ่มรายได้ของประเทศโดยส่งเสริมการส่งออกของอาหารและผลิตผลการเกษตรจากการฉายรังสี

นอกจากนี้ยังนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ในงานอื่นอีก เช่น ใช้วิเคราะห์ดินเพื่อการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกหรือการใช้เทคนิคทางรังสี เพื่อศึกษาการดูดซึมแร่ธาตุและปุ๋ยโดยดิน ไม้ และพืชเศรษฐกิจต่างๆ ส่งเสริมการใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หรือการนำเทคนิคดังกล่าวมาปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ เป็นต้น

ด้านการแพทย์ ปัจจุบันมีการนำเทคนิคด้านนิวเคลียร์มาใช้ในทางการแพทย์หลายด้าน เช่น ด้านการตรวจและวินิจฉัย โดยการใช้เทคนิค Radioimmunoassay (RIA) สำหรับตรวจวัดสารที่มีปริมาณน้อยในร่างกาย หรือเทคนิคฉีดสารกัมมันตรังสีเข้าร่างกายเพื่อหาตำแหน่งของอวัยวะที่เสียหายที่ และปัจจุบันสามารถตรวจรูปร่างและการทำงานของอวัยวะด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ซึ่งทันสมัยที่สุดในด้านการบำบัดรักษา โดยเฉพาะโรคมะเร็ง ได้มีการใช้สารกัมมันตรังสีร่วมกับการใช้ยาหรือสารเคมี และการผ่าตัดนอกจากนี้ยังมีการใช้รังสีในการทำให้อัตกัมมันตภาพรังสีทางการแพทย์ปลอดภัย หรือใช้รังสีในการเตรียมวัคซีนและแอนติเจนโดยยังคุณสมบัติของวัคซีนเอาไว้ และใช้รังสีหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดเลือดขาวในผลิตภัณฑ์

เลือด เพื่อให้ผู้ป่วยมีความปลอดภัยในการรับและถ่ายเลือดเป็นต้น

ด้านอุตสาหกรรม ปัจจัยหลักที่จะทำให้อุตสาหกรรมก้าวหน้าไปได้ในสถานะเศรษฐกิจของโลก ในขณะนี้ คือ การเพิ่มผลผลิตการควบคุมคุณภาพ และการลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวในปัจจุบันไทยได้นำเทคโนโลยีนิวเคลียร์มาใช้ในการประกอบอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากขึ้น เช่น การผลิตเส้นใยสังเคราะห์สำหรับทอผ้า การผลิตปูนซีเมนต์ไม้อัดแผ่นเรียบ กระเบื้อง กระจกผลิตภัณฑ์แก้ว เหล็ก หรือโลหะอุตสาหกรรมปิโตรเลียม และปิโตรเคมี การผลิตยางรถยนต์ การผลิตน้ำอัดลม การเปลี่ยนสีอัญมณี การควบคุมคุณภาพในการก่อสร้างถนน เป็นต้น โดยการใช้เทคนิคที่สำคัญคือ การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย หรือการใช้รังสีเป็นสารติดตาม และใช้เป็นระบบควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นต้น

ด้านการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ธาตุปริมาณน้อย และสารพิษในสิ่งแวดล้อม การศึกษาอายุของวัตถุโบราณ ศึกษาวัฏจักร หรือวงจรชีวิตของพืชและสัตว์บางชนิด การศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน และน้ำผิวดิน ศึกษาแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ ศึกษาการสะสมการเคลื่อนที่ ของตะกอนในเขื่อน แม่น้ำ ลำคลอง และแหล่งน้ำต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้รังสี เพื่อการกำจัดน้ำเสีย การผลิตปุ๋ยธรรมชาติ การพัฒนาที่ดินทางการเกษตร กิจกรรมทางป่าไม้และอุทกวิทยา เป็นต้น

การป้องกันอันตรายจากรังสี

ในปัจจุบันนี้ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันและการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน แต่ในแง่หนึ่งที่ไม่ควรมองข้ามเลยคือ ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเทคโนโลยีอย่างแท้จริง ทำให้การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ขาดการควบคุมดูแลให้ถูกต้องและเหมาะสม จึงเป็นผลให้เกิดอันตรายได้เช่นเดียวกันกับการนำเอาสารกัมมันตรังสีมาใช้ก็เช่นกัน เพราะสารกัมมันตรังสีนั้นมีประโยชน์มากมายแต่โทษที่อาจเกิดขึ้นจากรังสีนั้นก็มีความหลากหลายระดับทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณชนิดและระยะเวลาที่ได้รับรังสี เช่น ถ้าได้รับรังสีปริมาณสูงแบบเฉียบพลันอาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้หรือการรับรังสีที่อวัยวะสืบพันธุ์แล้วทำให้เป็นหมันก็ยังไม่พวกล้วเท่ากับการเปลี่ยนแปลงอันเป็นผลให้ลูกหลานที่เกิดมาผิดปกติ ดังนั้นเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานทางด้านรังสีจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในการป้องกันอันตรายจากรังสีเป็นอย่างดีจึงจะสามารถใช้ประโยชน์จากรังสีได้อย่างคุ้มค่าและปลอดภัยที่สุดที่มาของรังสี สาร

กัมมันตรังสี คือสารที่สลายตัวปลดปล่อยรังสีออกมา รังสีคืออนุภาคหรือคลื่นที่ปลดปล่อยออกมาจากอะตอมของกัมมันตรังสี สารกัมมันตรังสีจำแนกตามลักษณะการเกิดได้จาก 2 แหล่ง คือ

1. จากธรรมชาติโดยสารกัมมันตรังสีจากธรรมชาติ เช่น ยูเรเนียม 235 , ยูเรเนียม 238,คาร์บอน 14 ซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกับการเกิดของโลก

2. จากมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาเองเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู (Nuclear reactor) หรือในเครื่องเร่งอนุภาค เช่น เครื่องเร่งอนุภาคนิวตรอน (Neutron generator) และซิลโคลตรอน(Cyclotron generator) เป็นต้นสารกัมมันตรังสีที่ได้จากการผลิต เช่น โคบอลต์ 60, ไอโอดีน 131 , ซีเซียม 137, นิวตรอน สารกัมมันตรังสีทั้ง 2 กลุ่ม จะให้รังสีออกมาได้แก่ รังสีแอลฟา , รังสีเบต้า , รังสีแกมมา นิวตรอนนอกจากนี้รังสีที่เป็นที่รู้จักกันดีและใช้กันอย่างกว้างขวางมีประโยชน์มากมายได้แก่ รังสีเอกซ์(X-ray) ซึ่งเกิดจากเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ซึ่งใช้ระบบไฟฟ้าแรงสูงเร่งให้อิเล็กตรอนวิ่งด้วยความเร็วสูงเข้าชนเป้าที่ทำด้วยโลหะหนักและเกิดเป็นรังสีขึ้นมีความสามารถทะลุทะลวงผ่านวัตถุต่าง ๆ ได้มากบ้าง น้อยบ้างขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัตถุนั้นๆ

ประโยชน์ของรังสี

รังสีที่กล่าวมาข้างต้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งทางการแพทย์ อุตสาหกรรมการเกษตรและงานวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

รังสีแอลฟาใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์สายล่อฟ้า (Am-241 , Ra-226) , อุปกรณ์กำจัดฝุ่นละอองในผลิตภัณฑ์ (Po-210) , เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ตรวจสอบควันไฟ (Am-241) รังสีเบต้า ใช้รักษาโรคข้อเนื้อ (Sr-90) , สารพรายน้ำ (H-3) , สารสะท้อนแสง/เรืองแสง (Pm-147) , ใช้ระงับอาการปวดของมะเร็งที่ลามไปกระดูก(Sm-153)

รังสีแกมมา ใช้รักษาโรคมะเร็ง (Co-60) , การฆ่าเชื้อโรคในเวชภัณฑ์ (Co-60) ,การวินิจฉัยโรคและรักษาโรคต่อมไทรอยด์ (Co-60)(I-125 , I-131) , ตรวจสอบการทำงานของไต (I-131) , การตรวจสอบการทำงานของตับ/ทางเดินน้ำดี/ กล้ามเนื้อหัวใจ (Tc-99m) , ศึกษาการไหลเวียนของเลือดที่ปอด/สมอง (Tc-99m)

รังสีเอกซ์ใช้ในการถ่ายภาพอวัยวะต่าง ๆ , ตรวจจับวัตถุแปลกปลอมและสารกัมมันตรังสีที่มีบทบาทสำคัญตัวหนึ่งที่จะกล่าวถึงก็คือ โคบอลต์-60 ซึ่งเมื่อกุมภาพันธ์ 2543 ที่ผ่านมามีได้ก่อให้เกิดกรณีตัวอย่างที่ทำให้เราได้เห็นโทษมหันต์ของรังสีที่เราไม่ควรมองข้ามเลยโคบอลต์-60 (Co-60) เป็นสารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งที่ไม่ได้อยู่ในธรรมชาติเกิดขึ้นได้จากการนำโคบอลต์-59 ซึ่งเป็นโลหะในธรรมชาติอาบอนุภาคนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเกิดเป็นโคบอลต์-60 ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิต

5.26 ปีและสลายตัวให้รังสีแกมมาและเบต้า แต่รังสีที่นำมาใช้ประโยชน์มาก คือ รังสีแกมมาซึ่งใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆดังนี้

1. การเกษตร

1.1 การปรับปรุงพันธุ์พืช (Mutation Breeding) เช่น พันธุ์ข้าว กข 6 , กข 10 , กข 15 , ถั่วเหลือง พันธุ์คอกคำ,กล้วยหอมทองKU1

1.2 การกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยการทำให้หมัน (Sterile Insect technique) เช่นกำจัดแมลงวันผลไม้บนคอกอย่างขาง จ.เชียงใหม่

1.3 การถนอมอาหาร (Food Preservation) โดยศูนย์ฉายรังสีอาหารและผลิตผลการเกษตรของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติได้ให้บริการดังนี้

ก.ยับยั้งการงอก:มันฝรั่ง,หอมใหญ่,กระเทียม,ขิง

ข.ชะลอการสุก:มะม่วง,มะละกอ

ค.ชะลอการบาน:เห็ด

ง.ทำลายพยาธิ:เนื้อหมู,ແໜມ

จ.ลดแบคทีเรียและเชื้อรา : ปลาสด ,เนื้อสด , กุ้งแช่แข็ง , เครื่องเทศ

ฉ. ควบคุมแมลง : ข้าว,ถั่วเขียว ,ผลไม้แห้ง ,ปลาแห้ง ,มะขามหวาน

ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ผ่านการฉายรังสีมาแล้วนั้นจะไม่มีรังสีตกค้างอยู่เลยทั้งนี้เนื่องจากรังสีแกมมาที่นำมาใช้จะไม่แตกตัวและไม่ทำให้ตัวกลางกลายเป็นรังสีแต่อย่างใดดังนั้นอาหารที่ผ่านการฉายรังสีจึงปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

2. ทางอุตสาหกรรม ในประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมประมาณ 165 แห่งที่นำสารกัมมันตรังสีโคบอลต์-60มาใช้ดังนี้

2.1 การวัดระดับเช่น โรงงานทอผ้า, โรงงานพลาสติก

2.2การวัดความหนาเช่น โรงงานโลหะ

2.3การวัดความหนาแน่น เช่น โรงงานพลาสติก , โรงงานกระเบื้อง

2.4 การสำรวจหลุมเจาะ เพื่อเสาะหาแหล่งแร่

2.5 การฉายรังสีเวชภัณฑ์ เช่นเข็มฉีดยา , ถุงมือ , มีดผ่าตัด และยารักษาโรค

3. ทางการแพทย์

ในประเทศไทยมีสถาบันทางการแพทย์และโรงพยาบาลที่มีเครื่องโคบอลต์-60 อยู่ 39 เครื่อง ใช้สำหรับผู้ป่วยโรคมะเร็งและในการตรวจต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

การจัดเก็บต้นกำเนิดรังสี

ในทางปฏิบัติคนทั่วไปมักไม่ได้รับรังสีมากเกินไปจนเป็นอันตรายเพราะเนื่องจากการปฏิบัติงานทางรังสีนั้นจำเป็นต้องใช้วัสดุกำบังหรือกั้นเช่น คอนกรีต , โลหะหรือตะกั่ว เพื่อกำบังรังสีในทิศทางที่ไม่ได้ใช้งานหรือในการเก็บรักษา เพื่อให้อัตราของรังสีลดลง และป้องกันการรั่วไหลของรังสีสารกัมมันตรังสี โคบอลต์-60 ที่ใช้อยู่ทั่วไปเป็นแบบปิดผนึก (Sealed Source) เมื่อนำมาใช้ในทางการแพทย์ต้นกำเนิดรังสีจะอยู่ในวัสดุกำบังรังสี เช่น ยูเรเนียม , ตะกั่ว เวลาใช้งานต้นกำเนิดรังสีจะถูกเคลื่อนออกมาทางช่องฉายรังสีด้วยระบบลม (Pneumatic) รังสีจะถูกฉายไปยังอวัยวะเป้าหมาย

สำหรับในทางอุตสาหกรรมหรือการถ่ายภาพด้วยรังสีสารกัมมันตรังสีจะบรรจุอยู่ในโปรเจกเตอร์ ตัวต้นกำเนิดรังสีจะถูกขับเคลื่อนไปยังจุดที่ต้องการด้วยอุปกรณ์ควบคุมระยะไกลเพื่อฉายรังสี หน่วยวัดปริมาณรังสีปริมาณรังสีมีหน่วยวัดเป็น เกรย์ (Gray), แรด (Rad), ซีเวิร์ต (Sievert), แรม (Rem) โดย ปริมาณรังสี 1 เกรย์ = 1 ซีเวิร์ต = 100 แรด และ 1 แรด = 1 แรม

อันตรายหรือโทษจากรังสี

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่ารังสี คืออนุภาคหรือคลื่นที่ปลดปล่อยออกมาจากอะตอมจึงไม่มีสี กลิ่นหรือสิ่งที่ทำให้สังเกตเห็นได้ ทำให้ผู้ที่ได้รับไม่ทราบว่าตนเองได้รับรังสีดังนั้นผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องวัดรังสีที่ได้รับจากภายนอกมีประจำติดตัวไว้ทั้งนี้เพื่อวัดรังสีที่ได้รับว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใดและในการตรวจวินิจฉัย รักษาผู้ป่วยด้วยรังสีเอกซ์ผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทางรังสี จะได้รับรังสีได้ ดังนี้

- จากลำแสงเอกซเรย์จากหลอดเอกซเรย์โดยตรง
- จากรังสีที่รั่ว (leakage) จากหลอด
- จากรังสีกระเจิง (scatter radiation) ที่ไปกระทบผู้ป่วยนอกจากนี้สาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยได้รับรังสีเพิ่มขึ้นเกินความจำเป็นประกอบด้วย
 - การส่งตรวจทางรังสีโดยไม่จำเป็น
 - การถ่ายภาพรังสีซ้ำ
 - ใช้เทคนิคการถ่ายภาพที่ไม่เหมาะสม
 - เจ้าหน้าที่ไม่เข้าใจหรือไม่ตระหนักถึงหลักการป้องกันอันตรายจากรังสีและองค์ประกอบต่างๆที่สามารถลดปริมาณรังสีได้

การเกิดอันตรายจากรังสีต่อมนุษย์ อาจแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. การได้รับรังสีจากแหล่งกำเนิดรังสีจากภายนอก (External exposure) ความรุนแรงของการบาดเจ็บขึ้นอยู่กับความแรงของแหล่งกำเนิดและระยะเวลาที่ได้รับรังสีแต่ตัวผู้ที่ได้รับอันตรายไม่ได้สารกัมมันตรังสีเข้าไปในร่างกายจึงไม่มีการแผ่รังสีไปทำอันตรายผู้อื่น

2. การได้รับสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกาย (Internal exposure) มักพบในกรณีการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีที่เป็นก๊าซ ของเหลวหรือฝุ่นละอองจากแหล่งเก็บสารกัมมันตรังสีหรือที่เก็บกากสารกัมมันตรังสีจากการระเบิดของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เช่นที่เชอร์โนบิล ประเทศรัสเซีย การระเบิดของอาวุธนิวเคลียร์ ที่อิรักและนางาซากิประเทศญี่ปุ่น การกระจายของสารกัมมันตรังสีจะฟุ้งไปในอากาศ น้ำมนุษย์อาจได้รับรังสีเข้าสู่ร่างกาย ทางหายใจฝุ่นละอองของรังสีเข้าไป , กินของที่เปื้อนปะปนเข้าไป หรือการกิน, การฝังสารกัมมันตรังสีเพื่อการรักษาสารกัมมันตรังสีที่อยู่ในร่างกายจะแผ่รังสีออกมาทำอันตรายต่อร่างกายเป็นระยะเวลานาน จนกว่าจะถูกกำจัดออกไปจากร่างกายจนหมดและยังสามารถแผ่รังสีไปทำอันตรายคนที่อยู่ใกล้เคียงได้ การได้รับรังสีอาจมีผลต่อร่างกายได้เป็น 2 แบบ คือ

1. เกิดการเปลี่ยนแปลงและมีอาการป่วยทางรังสี (Acute หรือ Deterministic Effect) เมื่อได้รับรังสีเป็นปริมาณมาก(สูงกว่า 10 แรด ในครั้งเดียว)ทำให้เซลล์จำนวนมากบาดเจ็บ เสียหายหรือตาย จะมีผลให้อวัยวะต่าง ๆที่ได้รับรังสีไม่สามารถทำหน้าที่ของตนได้ อวัยวะสำคัญของร่างกายที่จะเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับรังสีคือ

- ไชกระดูกเป็นอวัยวะที่ไวที่สุดและเปลี่ยนแปลงให้เห็นเร็วที่สุดเพราะเป็นอวัยวะที่มีการสร้างใหม่อยู่ตลอดเวลา
- ทางเดินอาหารนับเป็นอวัยวะที่มีความไวต่อรังสีรองลงมาจากไขกระดูก
- ผิวหนังซึ่งจะพบได้ตั้งแต่ไม่มีแผล แต่รู้สึกแสบร้อน ผิวดำคล้ำ เหมือนตากแดดหรือได้รับปริมาณมาก ผิวหนังจะค่อย ๆ แดงขึ้น ต่อมาพองออกเป็นถุงน้ำใสเมื่อถุงน้ำแตกออกจะเห็นเป็นเนื้อแดงเหมือนถูกไฟไหม้
- อวัยวะสืบพันธุ์
- ระบบสมองและประสาทส่วนกลางเนื่องจากเซลล์ของระบบประสาทค่อนข้างคือต่อรังสี ทำให้การเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่เกิดจากการที่หลอดเลือดที่ไปเลี้ยงสมองถูกทำลายมากกว่าเกิดการตายของเซลล์สมอง
- ปอด

อาการของผู้ป่วยที่ได้รับรังสี จะแบ่งเป็น 3 ระยะคือ

ระยะที่ 1 (Initial Syndrome) เกิดตั้งแต่เริ่มได้รับรังสีหรือหลังได้รับเป็นชั่วโมง จะมีอาการ

อ่อนเพลียเมื่ออาหาร อาเจียน ท้องเสีย มีไข้ มีอาการทางผิวหนัง อาการต่าง ๆ เหล่านี้อาจนานหลายวัน

ระยะที่ 2 (Remission phase) เป็นช่วงที่อาการของระยะที่ 1 หายไป

ระยะที่ 3 (Established acute radiation Syndrome) จะมีอาการและตรวจพบเนื่องจากอวัยวะนั้น ๆ ถูกทำลาย คือ

- ไชกระดูก : เม็ดเลือดขาวค่อย ๆ ต่ำลง ทำให้ภูมิคุ้มกันต่ำลงเกิดการติดเชื้อได้ง่าย , เกิดเลือดคั่งลงทำให้มีเลือดออกง่ายและหยุดยาก

- ทางเดินอาหาร : คลื่นไส้ , อาเจียน , ท้องเสีย

- ระบบประสาทส่วนกลางและสมอง : สูญเสียการควบคุมกล้ามเนื้อของร่างกาย , หายใจลำบากซึ่งถ้ามีอาการของระบบนี้ ผู้ป่วยจะเสียชีวิต 100 %
- อาการทางปอด : เนื้อปอดบวมมักจะ เป็นสาเหตุการตายของผู้ป่วยในสัปดาห์ที่ 3 – 4 และถ้าได้รับรังสีตลอดทั่วร่างกาย (Whole Body Exposure) จะทำให้เกิดอาการดังนี้

1. ได้รับรังสี 3 – 5 เกรย์ ไชกระดูกไม่มีการสร้างเม็ดเลือดอาจเสียชีวิตถึง 50 % โดยอาจเสียชีวิตภายใน 30 – 60 วัน

2. ได้รับรังสี 5 – 15 เกรย์ มีผลต่อระบบทางเดินอาหารทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน อาจเสียชีวิตภายใน 10 – 20 วัน

3. ได้รับรังสีมากกว่า 15 เกรย์ มีผลต่อระบบประสาท อาจทำให้เสียชีวิตภายใน 1–5 วัน

2. มีผลกระทบยาว (Delayed หรือ Stochastic Effect) การที่ร่างกายได้รับรังสีปริมาณน้อย ๆ ถ้าเซลล์ตายร่างกายจะไม่เกิดอาการผิดปกติใด ๆ ถ้าเซลล์ไม่ตายก็อาจเกิดความผิดปกติของเซลล์นั้น ๆ ผลกระทบที่เกิดขึ้นภายหลังจากรับรังสี คือการเป็นโรคมะเร็งและผลกระทบต่อพันธุกรรม ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับรังสีและความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งนั้นเกี่ยวข้องกับลักษณะการได้รับรังสีและปริมาณของรังสีส่วนผลกระทบต่อพันธุกรรมของมนุษย์นั้น สรุปได้ดังนี้

- (1) การก่อกลายพันธุ์ (Mutation) ที่เกิดจากรังสีมักจะเป็นอันตราย

- (2) ปริมาณรังสีใด ๆ ก็ตาม (ถึงแม้จะปริมาณน้อย) ก็มีบทบาททำให้เกิดความเสี่ยงทางพันธุกรรมในเซลล์สืบพันธุ์

- (3) ความถี่ของการกลายพันธุ์ที่เกิดจากรังสีเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณรังสี

- (4) ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากรังสีขึ้นกับอัตราการได้รับรังสีและระยะเวลาที่ได้รับรังสี

- (5) ลักษณะกลายพันธุ์ที่เกิดจากรังสีส่วนใหญ่ จะเป็นลักษณะด้อยดังนั้นจะยัง ไม่มีการ

แสดงออกในหลายช่วงคนทำให้มีประเด็นที่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ เมื่อกล่าวถึงอันตรายจากรังสีคือ

- ผลต่ออวัยวะสืบพันธุ์และทารกในครรภ์ อาจทำให้เป็นหมันหรือส่งผลถึงทารก ทำให้แท้ง , มีความพิการแต่กำเนิดและมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง

ตารางแสดงผลกระทบของรังสีต่อทารกในครรภ์

ผลกระทบจากรังสีต่อทารกในครรภ์	
ระยะเวลาหลังปฏิสนธิ	ผล
0 – 1 สัปดาห์ (pre-implantation)	ทารกตายในท้อง
2 – 7 สัปดาห์	พัฒนาผิดปกติหรือไม่โตขึ้น หรือเป็นมะเร็ง
8 – 4 สัปดาห์	พัฒนาผิดปกติ และอาจทำให้อวัยวะทำงานผิดปกติ

ผลต่อการเกิดมะเร็งซึ่งต้องได้รับรังสีปริมาณมากในครั้งเดียว หรือหลาย ๆ ครั้ง ซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน โดยจะแสดงผลเมื่อระยะเวลาผ่านไปหลายปี มิลลิซีเวิร์ตเป็นหน่วยวัดปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับ และโดยปกติใน 1 ปี แต่ละคนจะได้รับรังสีจากธรรมชาติประมาณ 2.23 มิลลิซีเวิร์ต ดังนี้

การป้องกันอันตรายจากรังสี

สำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสีควรปฏิบัติดังนี้

1. ใช้เวลาปฏิบัติงานให้สั้นที่สุดเนื่องจากปริมาณรังสีที่ได้รับนั้นจะขึ้นกับเวลาของการได้รับรังสี และควรหลีกเลี่ยงการได้รับรังสีโดยไม่จำเป็น
2. รักษาระยะทางให้ห่างจากต้นกำเนิดรังสีให้มากที่สุดการอยู่ห่างเท่ากับเป็นการอาศัยอากาศ เป็นกำแพงกำบังรังสีได้ ถ้าอยู่ที่ห่างจากเดิม 2 เท่า ปริมาณรังสีจะลดลงเหลือ 1 ใน 4
3. จัดให้มีเครื่องกำบังรังสีให้เหมาะสมตามคุณสมบัติของรังสีแต่ละชนิด ได้แก่
 - รังสีแอลฟาสามารถกันได้ด้วยแผ่นกระดาษแข็ง
 - รังสีเบต้าสามารถกันได้ด้วยวัสดุที่มีเลขมวลต่ำ เช่น แผ่นพลาสติกหนาๆ

- รังสีแกมมาหรือรังสีเอกซ์สามารถกันได้ด้วยวัสดุที่มีเลขมวลสูง เช่น ตะกั่ว , เหล็ก
- รังสีนิวตรอน สามารถกันได้ด้วย คอนกรีต , ขี้ผึ้งหรือพาราฟิน

4. การจำกัดขอบเขตของลำรังสีจะมีประโยชน์มากในการป้องกันการได้รับรังสีมากเกินไป
จำเป็นนั้นคือการเปิดขนาดของขอบเขตของลำรังสีตามขนาดของอวัยวะที่ต้องการตรวจที่ทำให้
ได้รับรังสีน้อยที่สุดและภาพออกมาชัดเจน

5. ขณะถ่ายภาพรังสีเจ้าหน้าที่จะต้องมีฉากกันรังสีทุกครั้ง และไม่ยืนส่วนใดออกมานอกฉากโดยไม่จำเป็น

6. ถ้ามีความจำเป็นต้องจับตัวผู้ป่วยขณะถ่ายภาพรังสีควรให้ญาติหรือผู้อื่นที่ไม่ได้ปฏิบัติงาน
เกี่ยวกับรังสีเป็นผู้จับและต้องสวมเสื้อและใส่ถุงมือกันรังสีทุกครั้ง

7. สภาพเครื่องมือเครื่องใช้เกี่ยวกับรังสีต้องได้รับการดูแลอย่างสม่ำเสมอให้อยู่ในสภาพที่
ปลอดภัยและใช้งานได้อย่างตลอดเวลา

8. ควรติดเครื่องมือวัดรังสีไว้วัดตัวตลอดเวลาขณะปฏิบัติงาน เพื่อตรวจสอบปริมาณรังสีที่เรา
ได้รับ

9. ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีควรระมัดระวังการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะเป็น
ทางการหายใจ การกินหรือการสัมผัสทางผิวหนังหรือแผล

10. สารกัมมันตรังสีควรมีป้ายบอกชัดเจนทั้งในเรื่องของ ชนิด ประเภท วันที่ ความแรงของสาร
กัมมันตรังสี

สำหรับประชาชนทั่วไป

1. ไม่ควรเข้าใกล้บริเวณที่มีสารกัมมันตรังสีหรือในบริเวณที่มีการปฏิบัติงานทางรังสีซึ่ง
โดยทั่วไปจะมีป้ายเตือนเป็นรูปใบพัดสามแฉกติดอยู่

2. สตรีมีครรภ์ควรหลีกเลี่ยงการตรวจหรือการรักษาที่ต้องใช้รังสี แต่หากมีความจำเป็นควร
ปรึกษาแพทย์และปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด

3. หลีกเลี่ยงการถ่ายเอกซเรย์หลายครั้ง หรือถ่ายซ้ำโดยไม่จำเป็น

4. สำหรับผู้ป่วยเด็กที่จำเป็นต้องถ่ายเอกซเรย์ ควรมีเครื่องกำบังรังสีให้กับผู้ป่วยโดยเฉพาะบริเวณ
อวัยวะสืบพันธุ์

5. ห้ามสตรีมีครรภ์และเด็กเข้าเยี่ยมผู้ป่วยที่ได้รับการฝังหรือสอดใส่สารกัมมันตรังสี

6. ผู้ป่วยที่ได้รับการฝังหรือสอดใส่สารกัมมันตรังสี ไม่ควรกลับบ้านก่อนได้รับความยินยอมจาก
แพทย์

เครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคล คืออุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล ปริมาณรังสีจากภายนอกร่างกายที่

บุคคลนั้นได้รับเพื่อใช้ในการประเมินระดับอันตรายจากการได้รับรังสี มีด้วยกัน 3 ชนิด คือ

1. Pocket dosimeter : ใช้กับผู้ที่ต้องเข้าไปในบริเวณที่มีรังสีค่อนข้างสูงในระยะเวลาสั้นๆ เมื่อออกจากบริเวณนั้นก็อ่านค่าปริมาณรังสีที่ได้รับได้ทันที

2. Film Badge : เป็นฟิล์มที่อยู่ในตลับ วัดได้ทั้งรังสีเอกซ์ , รังสีแกมมา , เบต้าและนิวตรอน วัดปริมาณรังสีในช่วงกว้างและสามารถแยกได้ว่าได้รับจากรังสีชนิดใดเป็นปริมาณเท่าไร ส่วนด้านนอกของกระดาศห่อฟิล์ม จะมีชื่อวันที่ที่เริ่มใช้และเลขประจำตัวของผู้ใช้พิมพ์ไว้

3. TLD (Thermolumine scene dosimeter) : มีหลายชนิด ช่วงของการใช้งานต่างกันสามารถวัดปริมาณรังสีที่น้อยกว่าและมีความแม่นยำกว่าฟิล์มนอกจากนี้แล้วยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่มีราคาแพงกว่าฟิล์มและเก็บข้อมูลถาวรอย่างฟิล์มไม่ได้

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องวัดรังสีประจำตัว

1. ห้ามยืมหรือแลกเปลี่ยนกันใช้งาน
2. ระวังไม่ให้เปียกน้ำหรือได้รับความชื้น หรือแตกหัก เสียหาย
3. ระวังไม่ให้อยู่ใกล้ความร้อนหรือที่ที่ได้รับแสงแดดโดยตรง เช่น ในรถยนต์
4. ใช้เครื่องวัดรังสีให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์
5. ส่งคืนเมื่อครบกำหนดเพื่อการประเมินผลการรับรังสี (ฟิล์มและ TLD นำมาประเมิน ทุก 1-3 เดือน)

ใบงานที่ 17.

เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า,พลังงานนิวเคลียร์(ต่อ)

คำสั่งจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. พลังงานนิวเคลียร์หมายถึงอะไรและแบ่งออกเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง
2. ธาตุกัมมันตรังสีหมายความว่าอย่างไร และมีกี่ชนิดอะไรบ้าง
3. จงบอกประโยชน์ของธาตุกัมมันตรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ว่ามีอะไรบ้าง
4. จงบอกโทษและอันตรายของพลังงานนิวเคลียร์และสารกัมมันตรังสี
5. ประเทศไทยควรมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตัวดีค่ะ ขอบคุณ



วิทยาลัยเทคโนโลยีพัฒนศิลป์