

บทปฏิบัติการที่ 10

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

10.1 การสำรวจลักษณะทางพันธุกรรม

ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตเรื่องแรกๆ เรื่องหนึ่ง ที่พัฒนามาจากการสังเกตของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง คือ การเข้าใจความจริงที่ว่า ลูกหลานจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับบิดามารดาหรือปู่ย่าตายายอยู่หลายอย่าง ผิดพรรณและหน้าตาคล้ายคลึงกับบิดาหรือมารดามากกว่ากันและมีลักษณะใดบ้างที่คล้ายกับปู่ย่าตายาย นอกจากนี้มนุษย์ยังสนใจถึงกลไกการถ่ายทอดลักษณะพิเศษต่าง ๆ จากชั่วรุ่นหนึ่งไปยังอีกชั่วรุ่นหนึ่ง ว่ามีกรรมวิธีอย่างไร ดังปรากฏอยู่ในคำถามมากมาย เช่น เป็นไปได้อย่างไรที่ลูกหลานมีลักษณะคล้ายคลึงกับปู่ย่ามากกว่าบิดามารดา ปกติในครอบครัวหนึ่งๆ ที่ลูกสองคนจะคล้ายคลึงกันเหมือนคนอื่นๆ เดียวกันไม่มี แต่ในกรณีของแฝดกลับมีลักษณะคล้ายคลึงกันทุกประการ การที่ครึ่งหนึ่งของทารกเป็นเพศชายและอีกครึ่งหนึ่งเป็นหญิง นั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมเพศชายจึงเป็นตาบอดสีมากกว่าเพศหญิง เป็นต้น

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้ศึกษา

1. เข้าใจแบบแผนของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเบื้องต้นได้
2. ฝึกหัดสำรวจและเก็บข้อมูลลักษณะทางพันธุกรรม
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำแผนภาพพันธุประวัติ

เนื้อหา

การศึกษาพันธุศาสตร์เป็นการศึกษาการแสดงออกของลักษณะและการถ่ายทอดลักษณะในสิ่งมีชีวิต หน่วยควบคุมลักษณะเรียกว่า ยีน (gene) ซึ่งอยู่ในโครโมโซม ตามกฎของเมนเดล ลักษณะต่าง ๆ จะมียีนควบคุม 1 คู่ (มี 2 อัลลีล) ลักษณะที่ปรากฏเรียกว่า ฟีนোটป์ (phenotype) การเขียนสัญลักษณ์แทนยีนเรียกว่า จีโนไทป์ (genotype) จะใช้ตัวอักษร เช่น AA , Aa แต่มีลักษณะอีกหลายลักษณะที่มียีนควบคุมหลายยีน เช่น ABO หรือมียีนควบคุมลักษณะอยู่บนโครโมโซมเพศ (โครโมโซม X) เช่น ตาบอดสี โลหิตไหลไม่หยุด

การศึกษาพันธุกรรมในสมาชิกของครอบครัว (พันธุประวัติ) จะทำให้สามารถสรุปแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะและคาดคะเนจีโนไทป์ได้

กิจกรรมนักศึกษา

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. แบ่งกลุ่มประมาณ 5-6 คน

3. ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การสำรวจลักษณะทางพันธุกรรม
4. สรุปรายงานการทดลองและนำเสนอ
5. ทำแบบฝึกหัด
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

อุปกรณ์/เครื่องมือ

1. รูปลายนิ้วมือแบบต่าง ๆ
2. แผนภาพพันธุประวัติ
3. หมึกพิมพ์
4. กระดาษสีขาว

วิธีการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 พันธุกรรมของลายนิ้วมือ

1. ให้นักศึกษาบิ่มลายนิ้วมือทุกนิ้วในกระดาษ จากนิ้วมือทั้งซ้ายและขวา
2. สังเกตแบบลายนิ้วมือเปรียบเทียบกับแบบตัวอย่าง (ภาพที่ 10.1) และเขียนลงในตารางที่ 10.1
3. สรุปลายนิ้วมือของนักศึกษาทั้งชั้น จัดแบ่งกลุ่มและอภิปราย

กิจกรรมที่ 2 ลักษณะพันธุกรรมของมนุษย์

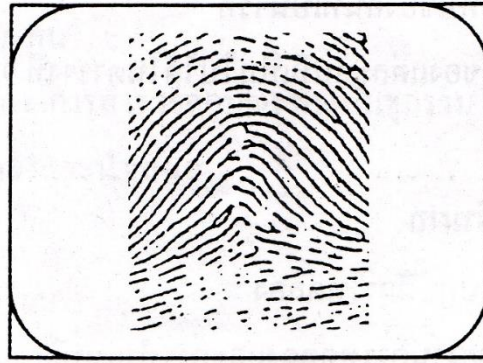
1. ให้นักศึกษาสังเกตลักษณะต่าง ๆ ของตนเองดังต่อไปนี้
 - สามารถห่อลิ้นได้/ไม่ได้
 - มีผมแข็งหยัก/ไม่หยัก
 - ประสานมือ นิ้วหัวแม่มือขวาทับซ้าย/ซ้ายทับขวา
 - นิ้วนางยาวกว่านิ้วชี้/นิ้วชี้ยาวกว่าแล้วบันทึกลงในตารางที่ 10.2
2. หาความถี่ฟีโนไทป์ของแต่ละลักษณะ

กิจกรรมที่ 3 พันธุประวัติ

1. จากแผนภาพพันธุประวัติ (ภาพที่ 10.2) สมมติสัญลักษณ์แทนยีน
2. พิจารณาจีโนไทป์ของคนที่เป็นโรค
3. เขียนจีโนไทป์ของแต่ละคนที่เป็นไปได้ในตารางที่ 10.3 และตารางที่ 10.4

การวัดผลและการประเมินผล

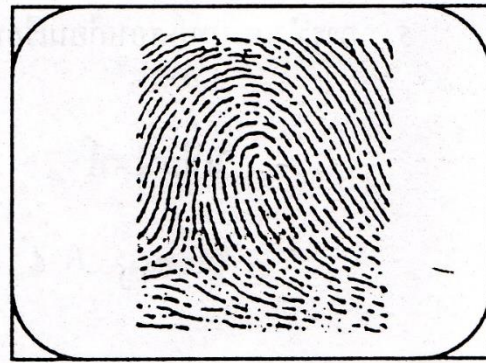
1. สืบเนื่องจากการปฏิบัติการทดลอง
2. การนำเสนอรายงานการทดลองและการทำแบบฝึกหัด
3. การตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบ
4. การรักษาความสะอาดของห้องปฏิบัติการและการดูแลรักษาอุปกรณ์
5. การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน



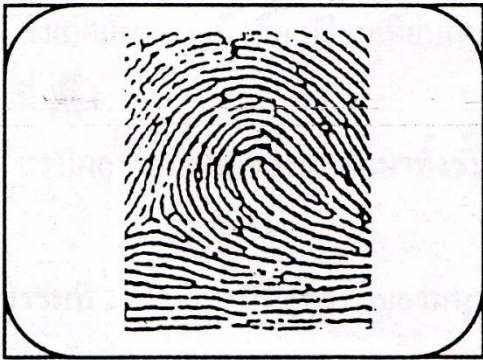
แบบที่ 1 แบบโค้งกระโจม



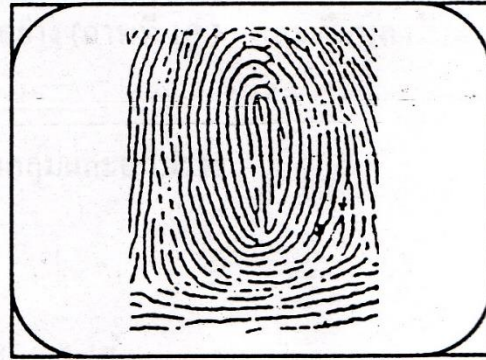
แบบที่ 2 แบบก้นหอยธรรมดา



แบบที่ 3 แบบมัดหวายปิดหัวแม่มือ



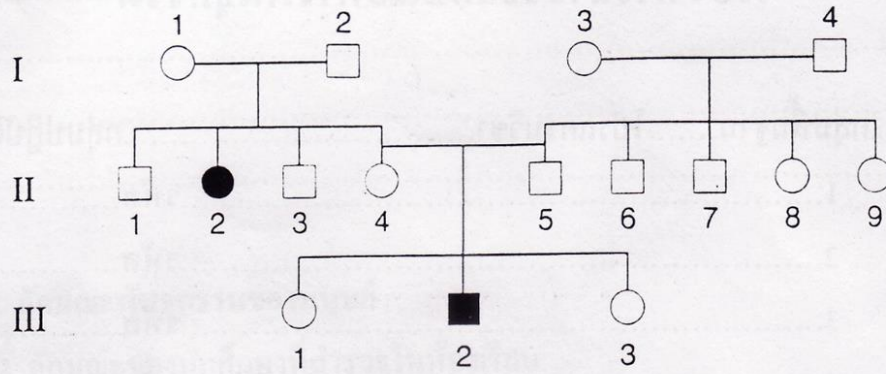
แบบที่ 4 แบบมัดหวายปิดก้อย



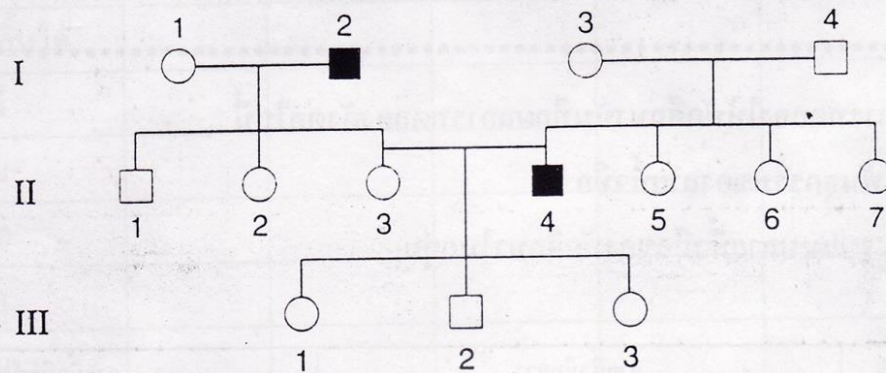
แบบที่ 5 แบบซับซ้อน

ภาพที่ 10.1 ลายนิ้วมือแบบต่างๆ

ครอบครัวที่ 1



ครอบครัวที่ 2



- ชายไม่ปกติ
- ชายปกติ
- หญิงไม่ปกติ
- หญิงปกติ

ภาพที่ 10.2 แผนภาพพันธุประวัติ

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง การสำรวจลักษณะทางพันธุกรรม

หมู่เรียน.....กลุ่มพื้นฐาน.....โปรแกรมวิชา.....กลุ่มปฏิบัติการที่.....

ชื่อผู้รายงาน 1.....รหัส.....
2.....รหัส.....
3.....รหัส.....
4.....รหัส.....
5.....รหัส.....
6.....รหัส.....

วันที่ทำการทดลอง.....

จากการทดลองให้นักศึกษาบันทึกผลการทดลองดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 พันธุกรรมของลายนิ้วมือ

ตารางที่ 10.1 รูปแบบลายนิ้วมือของนักศึกษาในกลุ่ม

ชื่อ	ลายนิ้วมือขวา					ลายนิ้วมือซ้าย				
	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วกลาง	นิ้วนาง	นิ้วก้อย	นิ้วหัวแม่มือ	นิ้วชี้	นิ้วกลาง	นิ้วนาง	นิ้วก้อย
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....

กิจกรรมที่ 2 ลักษณะพันธุกรรมของมนุษย์

ตารางที่ 10.2 ลักษณะของนักศึกษาที่สำรวจในห้องเรียน

ลักษณะกรรมพันธุ์	จำนวนนักศึกษา			เปอร์เซ็นต์		
	ชาย	หญิง	รวม	ชาย	หญิง	รวม
สามารถห่อลิ้นได้						
ห่อลิ้นไม่ได้						
รวม						
มีผมแข็งหยัก						
มีผมไม่หยัก						
รวม						
ประสานมือ นิ้วหัวแม่มือขวา ทับซ้าย						
ประสานมือ นิ้วหัวแม่มือซ้าย ทับขวา						
รวม						
นิ้วนางยาวกว่านิ้วชี้						
นิ้วชี้ยาวกว่านิ้วนาง						
รวม						

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 พันธุ์ประวัติ

ตารางที่ 10.3 แสดงจีโนไทป์ของสมาชิกในครอบครัวที่ 1

A = คนปกติ

a = คนเผือก

รุ่นที่	คนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									

ตารางที่ 10.4 แสดงจีโนไทป์ของสมาชิกครอบครัวที่ 2

B = คนปกติ

b = ตาบอดสี

รุ่นที่	คนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....
.....
.....

แบบฝึกหัด

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักศึกษาจับกลุ่มลายนี้นิ้วมือของสมาชิกภายในกลุ่มได้กี่แบบ

.....
.....
.....

2. จากตารางที่ 10.2 นักศึกษาในชั้นมีความถี่ไฟโนไทป์ของแต่ละลักษณะอย่างไร

.....
.....
.....

3. ลักษณะเผือกควบคุมโดยยีนประเภทใด และอยู่บนโครโมโซมชนิดใด

.....
.....
.....

4. ลักษณะตาบอดสีควบคุมโดยยีนประเภทใด และอยู่บนโครโมโซมชนิดใด

.....
.....
.....

13.2 หมู่เลือดระบบ ABO

การจำแนกหมู่เลือดในคนจะพิจารณาส่วนประกอบของเลือด เซลล์เม็ดเลือดมีสารพวกแอนติเจน (antigen หรือ Ag) ซึ่งเป็นสารพวกไกลโคโปรตีน (glycoprotein) ส่วนในเซรัม (serum) มีสารพวกแอนติบอดี (antibody หรือ Ab) ซึ่งเป็นสารประกอบพวกโปรตีนที่เรียกว่า อิมมิวโนโกลบูลิน (immunoglobulin หรือ Ig) ซึ่งทำหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย แต่ละคนอาจมีเลือดแบบต่าง ๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของแอนติเจนและแอนติบอดี ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของยีน

โดยทั่วไปยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์แอนติเจน มักเป็นอัลลีลที่มีคุณสมบัติเด่นกว่าอัลลีลตรงข้ามที่มีคุณสมบัติไม่สังเคราะห์แอนติเจน หลักสำคัญของระบบหมู่เลือดในคนคือบุคคลใดก็ตามที่มีแอนติบอดีชนิดหนึ่งในร่างกายแล้ว บุคคลนั้นจะต้องไม่มีแอนติเจนชนิดที่แอนติบอดีนั้นจะไปทำปฏิกิริยาด้วย

คนเรามีลักษณะบางลักษณะที่ควบคุมโดยยีนแบบมัลติเพิลอัลลีล (multiple allele) คือ ตำแหน่ง (locus) ของยีนคู่หนึ่งมีอัลลีลมากกว่าสองรูปแบบ เช่น หมู่เลือดระบบ A-B-O และระบบ Rh บางลักษณะก็ควบคุมโดยอัลลีลสองรูปแบบ ซึ่งมีคุณสมบัติการแสดงออกเป็นแบบมีลักษณะเด่นร่วมกัน (codominance) เช่น หมู่เลือดระบบ M-N คุณลักษณะเหล่านี้จึงเป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางกรรมพันธุ์และนิติเวชวิทยา นอกจากนี้แล้วยังเป็นประโยชน์ในการศึกษาพันธุศาสตร์เชิงประชากรของมนุษย์อีกด้วย

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้ศึกษา

1. เข้าใจหลักของการจำแนกหมู่เลือดระบบ A-B-O
2. ศึกษาวิธีการหาหมู่เลือดระบบ ABO ของตนเอง

เนื้อหา

ในปี พ.ศ. 2444 นายแพทย์ คาร์ล ลันด์ชไตเนอร์ (Karl Landsteiner) ได้ศึกษาระบบหมู่เลือดในคน และค้นพบว่า เมื่อนำเม็ดเลือดแดงของคนๆ หนึ่ง ไปผสมกับเซรัมหรือพลาสมา (plasma) ของอีกคนหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาการจับตัวรวมกันเป็นกลุ่ม (agglutination) ลันด์ชไตเนอร์จึงแบ่งหมู่เลือดของคนออกได้เป็น 4 หมู่ คือ A, B, AB และ O โดยคนที่มีหมู่เลือดดังกล่าวมีชนิดของแอนติเจนในเม็ดเลือดแดง และแอนติบอดีในเซรัมหรือพลาสมา ดังตารางที่ 10.5

ตารางที่ 13.5 แสดงพันธุกรรมของหมู่เลือดแบบ ABO

หมู่เลือด	แอนติเจนในเม็ดเลือดแดง	แอนติบอดี (ในเซรุ่มหรือพลาสมา)	จีโนไทป์
A	A	Anti-B	I ^A I ^A หรือ I ^A I ^O
B	B	Anti-A	I ^B I ^B หรือ I ^B I ^O
AB	A และ B	-	I ^A I ^B
O	-	Anti-A และ Anti-B	I ^O I ^O

I คือ อัลลีลที่อยู่บนออโตโซม (autosome) ทำหน้าที่ควบคุมการสังเคราะห์สารไอโซแอก- กลูติโนเจน (isoagglutinogen) ซึ่งเป็นแอนติเจนปกติในเม็ดเลือดแดง อัลลีล I^A และ I^B มีคุณสมบัติเด่นด้วยกันทั้งคู่ ดังนั้นคนที่มียีนโนไทป์ I^AI^B (หมู่เลือด AB) จึงมีทั้งแอนติเจน A และแอนติเจน B ในเม็ดเลือดแดง ส่วนอัลลีล I^O มีคุณสมบัติด้อยกว่าอัลลีล I^A และ I^B คนที่มีจีโนไทป์ I^OI^O (หมู่เลือด O) จึงไม่มีแอนติเจนอยู่ในเม็ดเลือดแดง

ในประเทศไทยพบว่าความถี่เฉลี่ยของอัลลีล I^A, I^B และ I^O มีประมาณ 0.60, 0.25 และ 0.15 ตามลำดับ การถ่ายทอดลักษณะกรรมพันธุ์ของอัลลีลทั้งสามแบบเป็นไปตามหลักของเมนเดลทุกประการ ถ้าหากทราบข้อมูลเกี่ยวกับหมู่เลือดของพ่อและแม่แล้ว ก็สามารถคาดคะเนได้ว่าลูกๆ จะมีหมู่เลือดอะไร และมีจีโนไทป์แบบใดได้บ้าง และแบบแผนการถ่ายทอดยีนที่ควบคุมหมู่เลือดระบบ A-B-O มีประโยชน์อย่างมากในทางนิติเวชวิทยา ทั้งในกรณีคดีชู้สาวหรือในกรณีที่มีข้อสงสัยว่าเด็กที่คลอดในโรงพยาบาลเป็นลูกที่แท้จริงของพ่อแม่คู่นั้นหรือไม่

ปัจจุบันวงการแพทย์ได้นำวิธีการถ่ายเลือดจากคนหนึ่งให้แก่อีกคนหนึ่ง ซึ่งต้องการเลือดมาใช้ ดังนั้นปฏิกิริยาการจับรวมตัวเป็นกลุ่มระหว่างแอนติเจนกับแอนติบอดีของผู้ให้และผู้รับจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง มิฉะนั้นแล้วผู้รับอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ (ตารางที่ 10.6)

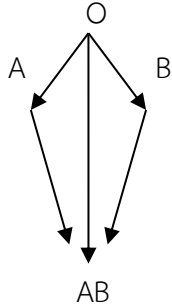
ตารางที่ 13.6 แสดงปฏิกิริยาการรวมตัวกันเป็นกลุ่มของแอนติเจนและแอนติบอดี

หมู่เลือดของผู้รับ	แอนติบอดีในเซรุ่ม	หมู่เลือดของผู้ให้			
		A	B	AB	O
A	Anti-B	-	+	+	-
B	Anti-A	+	-	+	-
AB	ไม่มี	-	-	-	-
O	Anti-A และ Anti-B	+	+	+	-

(+) หมายถึง เกิดปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจนของผู้ให้กับแอนติบอดีของผู้รับ

(-) หมายถึง ไม่เกิดปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจนของผู้ให้กับแอนติบอดีของผู้รับ

การถ่ายเลือดที่ไม่เป็นอันตรายมีวิธีต่างๆ ดังนี้



กิจกรรมนักศึกษา

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. แบ่งกลุ่มประมาณ 5-6 คน
3. ปฏิบัติการทดลอง เรื่อง หมู่เลือดระบบ ABO
4. สรุปรายงานการทดลองและนำเสนอ
5. ทำแบบฝึกหัด
6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

อุปกรณ์/เครื่องมือ

1. ใบมีดเจาะเลือด
2. สำลีและแอลกอฮอล์ 70%
3. กระจกสไลด์
4. ไม้จิ้มฟัน
5. ปากกาเขียนสไลด์
6. น้ำยาตรวจหมู่เลือด (antiserum)
 - anti-A, anti-B สำหรับตรวจหมู่เลือด ABO

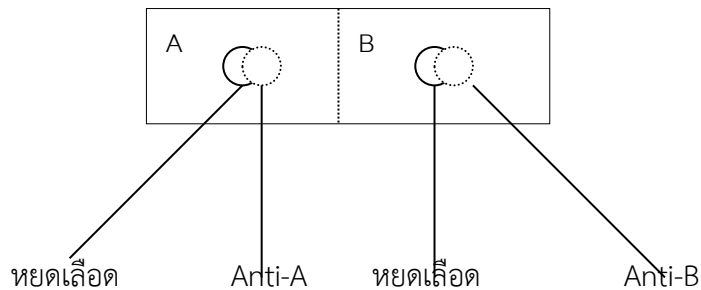
วิธีการทดลอง

ในการศึกษาหาหมู่เลือดต่าง ๆ ให้นักศึกษาแต่ละคนทำการเจาะเลือดจากปลายนิ้วมือของตนเอง โดยวิธีการต่อไปนี้

1. เตรียมกระจกสไลด์ที่สะอาดหนึ่งแผ่น ให้นักศึกษาใช้ปากกาเขียนเส้นแบ่งครึ่งบนแผ่น สไลด์ ด้านซ้ายมือให้เขียนตัวอักษร A และขวามือเขียนตัวอักษร B
2. ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ 70% เช็ดที่ปลายนิ้วมือที่จะทำการเจาะเลือด ทิ้งไว้สักครู่ให้แห้ง แล้วใช้นิ้วหัวแม่มือกดตรงใกล้ปลายนิ้ว เพื่อเค้นเลือดให้ลงไปอยู่ที่ปลายนิ้ว แล้วนำใบมีดเจาะเลือดที่เพิ่งแกะออกจากซองแทงลงไปตรงปลายนิ้ว ปล่อยให้เลือดไหลออกมาจนมากพอสำหรับหนึ่งหยด

แล้วหยดลงบนสไลด์ตรงกลางของช่อง A และ B (แต่ละช่องให้หยดเลือดเพียงหนึ่งหยด และควรทำอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด)

3. หยด Anti-A หนึ่งหยดลงบนเลือดตรงช่อง A และหยด Anti-B หนึ่งหยดลงบนเลือดตรงช่อง B ดังแสดงในรูป



4. ใช้ไม้จิ้มฟันเขี่ยเพื่อผสมแอนติเซรุ่มและเลือดให้เข้ากัน แล้วตรวจสอบผลการเกิดปฏิกิริยาการจับตัวกันเป็นกลุ่มให้อ่านผลเป็นบวก (+) และเป็นลบ (-) ถ้าไม่เกิดปฏิกิริยา บันทึกหมู่เลือดของตัวเอง ดังตัวอย่างเช่น

[+]	[-]	= หมู่เลือด A
A	B	
[-]	[-]	= หมู่เลือด O
A	B	

5. ให้นักศึกษานบันทึกฟีโนไทป์ (phenotype) ของตนเอง และหาจีโนไทป์ของหมู่เลือดดังกล่าว แล้วรวบรวมผลของกลุ่มย่อย เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของหมู่เลือดแต่ละชนิดของกลุ่มนักศึกษาทั้งห้อง โดยบันทึกผลลงในตารางที่ 10.7

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง
2. การนำเสนอรายงานการทดลองและการทำแบบฝึกหัด
3. การตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบ
4. การรักษาความสะอาดของห้องปฏิบัติการและการดูแลรักษาอุปกรณ์
5. การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง หมู่เลือดระบบ ABO

หมู่เรียน.....กลุ่มพื้นฐาน.....โปรแกรมวิชา.....กลุ่มปฏิบัติการที่.....

ชื่อผู้รายงาน 1.....รหัส.....
2.....รหัส.....
3.....รหัส.....
4.....รหัส.....
5.....รหัส.....
6.....รหัส.....

วันที่ทำการทดลอง.....

จากการทดลองให้นักศึกษำบันทึกผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 10.7 ผลการศึกษาหมู่เลือดของนักศึกษาทั้งชั้น

หมู่เลือด	จำนวนนักศึกษาที่มีหมู่เลือดนี้
O	
A	
B	
AB	

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....

แบบฝึกหัด

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้านักศึกษามีหมู่เลือด B จะมีจีโนไทป์อย่างไร และถ้าแต่งงานกับคนที่มีหมู่เลือด A จะมีลูกซึ่งมีหมู่เลือดใดบ้าง

.....
.....
.....

2. ถ้าคนหมู่เลือด AB แต่งงานกับคนที่มีหมู่เลือด AB ลูกจะมีหมู่เลือดใดบ้าง

.....
.....
.....

3. การตรวจหากรุ๊ปเลือดสามารถยืนยันความเป็นลูกได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....
.....
.....