595.10285
ส 916 ก
ฉ.3

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุนันทา มนัสมงคล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2542

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ
นางสาว สุนันทา มนัสมงคล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร)

..... กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

..... กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร.วเรศ วีระสัย)

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย
"กองทุนพัฒนามหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2540"

ประกาศคุณูปการ

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการบริหารวิชาการของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่พิจารณาให้ทุน "กองทุนพัฒนามหาวิทยาลัย ปี 2540" แก่ผู้วิจัยเพื่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ รศ.ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต และ ผศ.ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร ที่กรุณารับเป็นกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดจนกรุณาให้คำแนะนำที่ทำให้ผู้วิจัยเกิดแนวความคิด เกิดความเพียรพยายาม มีความมุมานะและมีกำลังใจทำงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย และดร.วเรศ วีระสัย ที่กรุณารับเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์เพิ่มเติมในครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกๆ ท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ และประเมินความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์อริชัย บุญเส็ง ที่อนุเคราะห์ช่วยเก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ประเสริฐ วิเศษกิจ และอาจารย์นิรมล แจ่มจำรัส ผู้อำนวยการและผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่กรุณาอนุมัติให้ใช้สถานที่และอำนวยความสะดวกในระหว่างทำการวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์นทีศิริมัย อาจารย์ภัสสร ผิวขาว และผศ. มัณฑนี กุฎาคาร ที่ช่วยเหลือผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ขอขอบคุณอาจารย์อัจฉรา กุลวัฒน์ อาจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และคุณพูนลาภ ศิริพจนากุล ที่ช่วยวิเคราะห์ข้อมูล ขอขอบคุณพี่ๆ และน้องๆ หมวดวิทยาศาสตร์และหมวดคอมพิวเตอร์ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือดูแลนักเรียนขณะที่ทำการทดลอง ขอขอบคุณ ดร.สนอง ทองปาน และน้องๆ ชาววิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ห่วงใยและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่จำเนียร มงคลการ ผู้สนับสนุนทั้งกำลังทรัพย์และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา และขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ และหลานๆ ครอบครัว "มนัสมงคล" ทุกคนที่มีส่วนสนับสนุนช่วยเหลือ โดยเฉพาะน้องพุทธพร ที่ช่วยแก้ปัญหาด้านคอมพิวเตอร์ให้ผู้วิจัยตลอดมาตั้งแต่เริ่มทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ และให้โอกาสผู้วิจัยได้ทดลองใช้โปรแกรม Scala MM 200 สร้างชุดการนำเสนอเพื่อการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุนันทา มนัสมงคล

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	6
	ความสำคัญของการวิจัย	7
	ขอบเขตของการวิจัย	8
	ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์	8
	ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ	9
	ขั้นตอนที่ 3 การทดลองสอน	9
	ตัวแปรที่ศึกษา	10
	นิยามศัพท์เฉพาะ	12
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
	วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	16
	หลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	16
	หลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องมรดกทางพันธุกรรม	22
	ลักษณะทั่วไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์	29
	การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน	33
	รูปแบบการเรียนรายบุคคลวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	39
	คุณภาพของผู้เรียน	44
	ประสิทธิภาพของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์	44
	ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	51
	เจตคติต่อเนื้อหา	58
	ตัวแปรด้านผู้เรียน	59
	แผนการเรียนของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	59
	ชั้นเรียนของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	63
	ความแตกต่างระหว่างเพศของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	66
	สมมติฐานการวิจัย	69

บทที่ หน้า

3 วิธีดำเนินการวิจัย 71
ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ 71
การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ 72
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ 80
การตรวจสอบและประเมินผล 83
ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 86
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย 86
การสร้างแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 89
สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ 90
การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ 94
ประชากร 94
แบบแผนการวิจัย 95
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน 97
วิธีดำเนินการทดลองสอน 97
สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน 98

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 102
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 103
ผลการทดสอบขั้นที่ 2 กับนักเรียน 8 คน 104
ผลการทดสอบขั้นสุดท้ายกับนักเรียน 20 คน 106
การวิเคราะห์ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของผู้เรียนก่อน
การทดลองเรียน 108
ค่าประสิทธิภาพของการเรียน 109
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 110
ผลการเรียนของกลุ่มทดลองที่มีแผนการเรียนแตกต่างกัน 112
ผลการเรียนของกลุ่มทดลองที่มีชั้นเรียนแตกต่างกัน 113
ผลการเรียนของกลุ่มทดลองที่มีเพศต่างกัน 115

บทที่ หน้า

5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ 116

ความมุ่งหมายของการวิจัย 116

สมมติฐานวิจัย 117

วิธีดำเนินการวิจัย 118

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 119

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า 121

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ 136

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป 138

บรรณานุกรม 139

ภาคผนวก 173

ภาคผนวก ก 174

มโนมติของเนื้อหาของบทเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 11 หน่วย 175

บรรณานุกรม 198

ภาคผนวก ข 205

บทเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 206

กรอบเนื้อหาเดี่ยวของหน่วยการเรียนต่างๆ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม 225

ภาคผนวก ค 313

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม 314

ภาคผนวก ง 329

แบบฝึกหัดสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง 330

แบบฝึกหัดสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม 342

ภาคผนวก จ 353

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 354

แบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 359

บทที่ หน้า

ภาคผนวก ช 362
ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 363
ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 367
ค่าดัชนีความสอดคล้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ 368
ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 376
ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 379
ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมรายข้อของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง 380
ความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ของ นักเรียนกลุ่มทดลอง 382
ภาคผนวก ซ 383
รายนามผู้เชี่ยวชาญ 384
ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์ 386

ประวัติย่อของผู้วิจัย 399

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของการสอนรูปแบบต่างๆ 13 รูปแบบ..... 47
2 ลำดับประสิทธิภาพของตัวแปรกลุ่มการสอน 13 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียน.... 48
3 ประสิทธิภาพเฉลี่ยจำแนกตามตัวแปรระดับมัธยม กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ และ ตัวแปรประเภทสื่อ..... 50
4 ระดับผลการเรียนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพแยกตามแผนการเรียน ประจำภาคเรียนที่ 1-2 และระดับผลการเรียนเฉลี่ยปีการศึกษา 2540..... 62
5 ระดับผลการเรียนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพแยกตามชั้นเรียน ประจำภาคเรียนที่ 1-2 และระดับผลการเรียนเฉลี่ยปีการศึกษา 2540..... 65
6 การกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาหน่วยต่างๆ..... 75
7 ผลการวิเคราะห์รายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ประจำเนื้อหา และจัดอันดับความสำคัญของเนื้อหาและจัดอันดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้..... 79
8 รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง..... 95
9 แบบแผนการวิจัยแบบสุ่มมีกลุ่มควบคุมวัดผลหลังการเรียนอย่างเดียว..... 96
10 ผลการเรียนประจำหน่วยการเรียน 10 หน่วยของนักเรียน 8 คนคิดเป็นคะแนนร้อยละและผลลัพธ์รวมเฉลี่ยของจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนรวม 10 หน่วย และผลการเรียนเฉลี่ยรวมของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ..... 104
11 ผลการเรียนประจำหน่วยการเรียน 10 หน่วยของนักเรียน 20 คนคิดเป็นคะแนนร้อยละและผลลัพธ์รวมเฉลี่ยของจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนรวม 10 หน่วยและผลการเรียนเฉลี่ยรวมของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ..... 106
12 จำนวนหน้าเนื้อหา จำนวนหน้ารวม และจำนวนข้อคำถามของหน่วยการเรียนต่างๆ... 107
13 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กลุ่มควบคุม) และนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล (กลุ่มทดลอง) ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540..... 108

ตาราง หน้า

14 ค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบรายบุคคลกับการเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แจกแจงตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม..... 109

15 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล แจกแจงตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม..... 110

16 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีแผนการเรียนต่างกัน..... 112

17 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีชั้นเรียนต่างกัน..... 113

18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีชั้นเรียนต่างกัน มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน โดยใช้การเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของเชฟเฟ่..... 114

19 ผลการเรียนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล. 115

20 ลักษณะต่างๆ ที่เมนเดลศึกษา..... 177

21 ผลการทดลองของเมนเดล..... 177

22 แอนติเจนและแอนติบอดีในหมู่เลือด ABO ชนิดต่างๆ 185

23 การเปรียบเทียบค่าความเหมือนกันระหว่างแฝดไข่ใบเดียวกันและแฝดไข่คนละใบ..... 186

24 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความจำ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม จำนวน 13 ข้อของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน..... 363

25 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจเรื่องมรดกทางพันธุกรรม จำนวน 79 ข้อของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน..... 364

ตาราง หน้า

26 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ จำนวน 46 ข้อของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 366

27 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการประเมินแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมจำนวน 30 ข้อของผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน 367

28 ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ด้านเนื้อหาและการประเมินผลของบทเรียน 11 หน่วยจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน 368

29 ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ด้านโครงสร้างและการออกแบบบทเรียน 11 หน่วยจากผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน 370

30 ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ด้านการนำเสนอของบทเรียน 11 หน่วยจากผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน 373

31 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 376

32 ค่าสถิติที่เกี่ยวข้องกับการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 30 ข้อและเลือกไว้ 23 ข้อ 379

33 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมรายข้อจำนวน 23 ข้อของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง 380

34 ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม 382

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 แสดงค่าประสิทธิภาพของการเรียนของกลุ่มทดลองที่อยู่เหนือกว่ากลุ่มควบคุม..... 44

2 แสดงประสิทธิภาพของผลการเรียนแจกแจงตามวิธีสอน คือ การสอนตามปกติ (1:30) การสอนแบบรอบรู้ (1:30) และการสอนแบบตัวต่อตัวผสมผสานแบบรอบรู้ (1:1) 46

3 แสดงค่าประสิทธิภาพของการเรียนของกลุ่มทดลองที่อยู่เหนือกว่ากลุ่มควบคุม ตามการทดลองของเทนเนนเนียม (Tenenbaum. 1982) เลย์ตัน (Leyton. 1983) อานาเนียและเบิร์ก (Anania. 1981 and Burke. 1983)..... 46

4 สรุปวิธีดำเนินการวิจัย..... 101

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คุณภาพของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันมีปัญหา และมีอุปสรรคหลายประการที่ทำให้การจัดการศึกษาด้านคุณภาพยังไม่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้อย่างสมบูรณ์ เพราะส่วนใหญ่เป็นเพียงการพัฒนาการจัดการศึกษาในเชิงปริมาณ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 ค : 4 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2537 : 78) ซึ่งยังไม่เพียงพอกับความต้องการของประเทศที่มีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดภาวะการขาดแคลนกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ภาวะการขาดแคลนดังกล่าวอยู่ในขั้นวิกฤตจนกระทั่งรัฐต้องกำหนดมาตรการแก้ไขในการเร่งพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมยุคใหม่ อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2535 ค : 5 ; สำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย. 2536 : 5) นโยบายดังกล่าวจะประสบความสำเร็จหรือไม่นั้น ย่อมขึ้นอยู่กับคุณภาพของคนในสังคม กล่าวคือ คุณภาพของคนเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาประเทศ แต่คุณภาพของคนขึ้นอยู่กับการได้รับการศึกษา เพราะการศึกษาเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้คนได้พัฒนาตนเองด้านต่างๆ ตลอดช่วงชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2539 : 2-20 ; ธนาคารกสิกรไทย. 2539 ก : 2-5) ดั่งพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชฯ ที่พระราชทานเกี่ยวกับการศึกษาว่า (สำนักราชเลขาธิการ. 2533 : 189)

> ... การศึกษาเป็นปัจจัยในการสร้างและพัฒนาความรู้ ความคิด ความประพฤติ และคุณธรรมของบุคคล ถ้าสังคมและบ้านเมืองได้ให้การศึกษาที่ดีแก่เยาวชนได้อย่างครบถ้วนพอเหมาะกันทุกด้าน สังคมและบ้านเมืองนั้นก็มีพลเมืองที่มีคุณภาพ ซึ่งสามารถธำรงรักษาความเจริญมั่นคงของประเทศชาติได้และพัฒนาให้ก้าวหน้าไปตลอด...

นอกจากนี้ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (2540 - 2544) ได้กำหนดเป้าหมายที่จะพัฒนาคุณภาพและสมรรถนะของคน โดยเน้นคนเป็นจุดศูนย์กลางของการพัฒนาและมุ่งให้ทุกคนมีการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ และมีโอกาสที่จะมีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศทุกๆ ด้านอย่างเต็มที่ โดยอาศัยแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 เป็นแผนชี้ทิศทางในการพัฒนาการศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2539 : 4) การจัดการศึกษาเพื่อให้คนมีคุณภาพ มีสมรรถนะที่ดีและพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยการศึกษาที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ คือ การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและใช้เป็นปัจจัยในการดำรงชีพของคนในสังคม สืบเนื่องจากความเจริญรุดหน้าที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วไม่หยุดยั้งของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น ก่อให้กระแสโลกเกิดสภาพการณ์ "ไร้พรมแดน" และส่งผลกระทบต่อกระแสสังคม กระแสสิ่งแวดล้อม และชีวิตความเป็นอยู่ของคนในปัจจุบันและอนาคตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้คนมีคุณภาพ และมีสมรรถนะที่ดีทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงเป็นเป้าหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนส่งเสริมให้การพัฒนาคุณภาพของคนได้บรรลุผลตามต้องการ ทำให้คนตามกระแสโลกอย่างรู้เท่าทัน รู้จักปรับผันภูมิปัญญามาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีเอกลักษณ์ที่เหมาะสมกับสังคมไทยได้ (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2539 : 88 ; สิปปนนท์ เกตุทัต. 2539 : คำนำ ; ธนาคารกสิกรไทย. 2539 ข : 1-10) เนื่องจากกระแสการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นกระแสโลกที่ส่งผลกระทบต่อประเทศต่างๆ ทำให้ทุกประเทศทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยหันมาสนใจ และเสาะแสวงหาวิถีทางที่จะทำให้คนในประเทศของตนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Literacy) (Rutherford and Ahlgren. 1990 : xvii ; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1993 : 12 ; The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 1994 : 1 ; Holbrook. 2538 : 1) วิถีทางหนึ่งที่จัดกระทำได้ คือ การปฏิรูปการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น สามารถจัดการศึกษาให้แก่ผู้เรียนในสถานศึกษาได้กว้างขวางทุกระดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา เพราะการมัธยมศึกษาเป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานที่รัฐต้องเร่งรัด และขยายการศึกษาขั้นพื้นฐานนี้ให้แก่ประชาชนอย่างทั่วถึง เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตให้สูงขึ้น (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2536 ข : 19) นอกจากนั้น การมัธยมศึกษายังจัดเป็นการศึกษาระดับสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับตามรัฐธรรมนูญ (ครูมัธยม. 2541 : 10) ซึ่งเป็นหัวเลี้ยวหัวต่อของระบบการศึกษาที่เป็นจุดเชื่อมระหว่างประถมศึกษากับอุดมศึกษา และเป็นจุดเชื่อมระหว่างความเป็นเด็กกับความเป็นผู้ใหญ่ (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2531 : 15 ; กรมวิชาการ. 2531 : 112) จากผลการประเมินสภาพการจัดการศึกษาและผลการประเมินแผนพัฒนาการ

ศึกษาแห่งชาติระยะที่ 5 ที่วิเคราะห์สภาพการมัธยมศึกษาทั้งระบบพบว่า การจัดการมัธยมศึกษามีความแตกต่างกันทางด้านพื้นฐานของนักเรียน คุณภาพ และกระบวนการในระบบโรงเรียนส่งผลให้ผลผลิตของการจัดการศึกษามีคุณภาพแตกต่างกันมาก (กองวิจัยการศึกษา. 2530 : 3 ; สัมฤทธิ์ วิรัตน์ตนะ. 2537 : 68) และผลการเรียนในวิชาพื้นฐานที่สำคัญ คือ วิทยาศาสตร์มีแนวโน้มต่ำลง (ธนาคารกสิกรไทย. 2538 : 29) สำหรับคุณภาพของผู้เรียนทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น มีรายงานการศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนทั่วประเทศในปีพุทธศักราช 2526 อยู่ในระดับต่ำที่สุด คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 44 (คณะครุศาสตร์และกรมวิชาการ. 2528 : 147-149) ควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพมากที่สุด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2530 ข : 18) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในอันดับที่ 22 เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นๆ 24 ประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2532 : 116) ในปีพุทธศักราช 2531 และ 2533 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอยู่ในระดับต่ำมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละอยู่ระหว่าง 36.33-51.49 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2537 : 81-84) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระดับประเทศในปีการศึกษา 2535 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 55.96 (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. 2538 ข : 20) และมีนักเรียนอยู่ในระดับปรับปรุงร้อยละ 10.2 (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. 2538 ข : 76) และในปีการศึกษา 2536 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 52.37 และมีนักเรียนอยู่ในระดับปรับปรุงร้อยละ 22.26 (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. 2538 ค : 22-25) ซึ่งจะเห็นว่าคุณภาพของผู้เรียนทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ (ต่ำกว่าคะแนนร้อยละ 60) และมีจำนวนผู้เรียนที่ต้องได้รับการปรับปรุงคุณภาพทางด้านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงถึง 2 เท่า (เมื่อเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนในระดับปรับปรุงของปีการศึกษา 2535 กับปีการศึกษา 2536) นอกจากนั้นสาขาวิจัยและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540 ข : 13) รายงานว่า ในปีการศึกษา 2537 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเฉลี่ยร้อยละ 34.49 และสำนักทดสอบกลางทบวงมหาวิทยาลัย (2541) รายงานว่า ในปีการศึกษา 2541 มีผู้สมัครสอบวัดความรู้วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพทั่วประเทศ 72,019 คนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.70 ซึ่งทำให้ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ได้ว่า ควรมีการปรับคุณภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนนั่นคือ ควรมีการปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ใหม่ เพราะคุณภาพของผู้เรียนขึ้นอยู่กับการเรียนการสอน (Intasuwan. 1985 : 141)

สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์หลักที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนา คือ 1) รู้หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 2) มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4) สื่อความหมายและสามารถตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม 5) นำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิต 6) มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 ก : บทนำ) การปฏิบัติให้บรรลุจุดประสงค์หลักดังกล่าวนั้น มีความเป็นไปได้แตกต่างกัน เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการรวมทั้งความเป็นนามธรรมของเนื้อหาที่จะทำให้ผู้เรียนมีมโนมติที่ไม่ถูกต้อง (misconception) (มาลินี นิ่มเสมอ. 2537 : 28,36) ด้วยเหตุดังกล่าวจึงควรปรับการสอนมโนมติที่ยากให้มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น (ชูชาติ จิตประเสริฐ. 2536 : บทคัดย่อ) การแก้ปัญหาโดยเฉพาะในส่วนของการสอนเนื้อหาที่เป็นนามธรรม มีความจำเป็นต้องเลือกใช้ยุทธวิธีสอน (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2526 : 17) และนวัตกรรมตลอดจนเทคโนโลยีต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพมาช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2538 : 51 ; ธนาคารกสิกรไทย. 2539 ข : 51) เนื่องจากการใช้นวัตกรรมต่างๆ จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 54)

ในบรรดานวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้น การใช้เทคโนโลยีสื่อประสม (multimedia) เพื่อทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนหรือทำการสร้างบทเรียน CAI (Computer-Assisted Instruction) เป็นตัวเลือกที่ดีและเหมาะสมอย่างหนึ่งในการเปลี่ยนความเป็นนามธรรมของเนื้อหาให้เป็นรูปธรรม เพราะภาพจากของจริง ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวจะช่วยกระตุ้นความสนใจ และทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดี ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) (Cruickshank, Bainer and Metcalf. 1995 : 253) สามารถจัดลำดับได้ตามต้องการโดยเริ่มต้นจากสิ่งที่ง่ายไปสู่สิ่งที่ยาก และเริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปเป็นนามธรรมด้วยตัวของผู้เรียนเอง (Freeman. 1992 : 118) ทำให้เห็นภาพการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ตาเปล่ามองไม่เห็น ย่อสิ่งที่มีขนาดใหญ่และขยายสิ่งที่มีขนาดเล็กให้มีขนาดพอเหมาะที่จะศึกษาได้ (ประมาณ ฮะกีมี. 2535 : 339-340 ; Heinich, Molenda and Russell. 1993 : 11) และใช้แทนการอธิบายหรือแสดงให้ผู้เรียนเห็นตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดและมโนมติเห็นแนวทางการปฏิบัติ และเห็นความหลากหลาย ช่วยให้ผู้เรียนรับข่าวสารข้อมูลใหม่ที่ถูกต้องทันกาลเวลา สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี (Cruickshank, Bainer and Metcalf. 1995 : 335) เพราะผู้เรียนจำสิ่งที่เห็นและได้ยินได้ร้อยละ 50 และเรียนรู้จากสิ่งที่เห็นได้ร้อยละ 80 (Asia and the Pacific Programme of Educational Innovation for Development. 1991 a : 4-5 ; Heinich, Mollenda and Russell. 1993 : 66) จึง

สามารถนำเทคโนโลยีสื่อประสมดังกล่าว มาใช้ในการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสามารถความถนัดและความสนใจ ทำให้สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ เพราะเป็นสื่อที่เอื้อต่อการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 ก : 4) ส่งเสริมการเรียนที่ตอบสนองความต้องการรายบุคคลได้เป็นอย่างดี เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้เองอย่างอิสระ (รุ่ง แก้วแดง. 2541 : 14, 93-94) ด้วยเหตุที่เนื้อหาเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาพันธุศาสตร์นั้น เป็นเนื้อหาที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายจะต้องเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพและวิชาชีววิทยานั้น (กรมวิชาการ. 2535 ค : 110-118, 127-128 ; กระทรวงศึกษาธิการ. 2539 : 3) มีลักษณะเป็นนามธรรมที่นักเรียนจะต้องใช้จินตนาการในขณะที่เรียน เพื่อให้เข้าใจถึงสิ่งที่สัมผัสยากหรือสัมผัสไม่ได้เลย เพราะมีส่วนที่มองไม่เห็นปนอยู่มาก (ถาวร วัชราภัย. 2538 : 1-4) ทำให้นักเรียนรู้สึกกลัว หรือเกิดความรู้สึกท้อใจเมื่อเรียนมโนมติที่ยากที่จะทำความเข้าใจ เช่น หัวข้อเรื่องยีน อัลลีล โฮโมโลกัสโครโมโซม การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส และไมโอซิส (Chubb. 1998 : 105) จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดได้ เช่น เรื่องโครงสร้างและการทำงานของยีน ตอนการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิตมีผู้ได้คะแนนหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 18 คนจากผู้เรียน 30 คน (เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ ร้อยละ 90 มีผู้ได้คะแนนร้อยละ 77.77 จำนวน 6 คนและคะแนนร้อยละ 88.88 จำนวน 12 คน) (บุญสืบ พันธุ์ดี. 2537 : 147-149) เพื่อแก้ปัญหาที่เนื้อหารายวิชาเรื่องมรดกทางพันธุกรรมมีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนต่ำดังกล่าวนั้น จำเป็นต้องใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีเข้าช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน อันเป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจและเลือกใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ (Multimedia Computer-Assisted Instruction) มาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม โดยมุ่งหวังว่า ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยดังกล่าว จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการส่งเสริมคุณภาพของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนพัฒนาตนอย่างเต็มศักยภาพ สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพราะ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เป็นสื่อที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่าย ใช้งานง่าย ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุก มีอิสระในการเลือกเรียนเนื้อหาที่สนใจได้ตามความต้องการ สามารถประเมินผลการเรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับและรายงานให้ผู้เรียนรู้ผลทันที สามารถเรียนซ้ำได้ถ้าต้องการเรียน และประหยัดเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ นอกจากนั้น ยังสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์มาใช้เป็นสื่อการเรียนในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่สามารถส่งเสริมสนับสนุนให้

ผู้เรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้เลือกเรียนเนื้อหาที่จัดเตรียมไว้ให้อย่างอิสระ ทำให้ผู้เรียนค้นพบตนเอง ใช้วิธีการคิดและมีกระบวนการคิดตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการพัฒนาการคิด (สิปปนนท์ เกตุทัต. 2541 : 9-10) เพราะ เป็นการเรียนรู้ด้วยการเรียนเองและรู้เอง ถือว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มั่นคง ก่อให้เกิดภูมิปัญญาแก่ผู้เรียนและเป็นการเรียนรู้ที่แท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 มากยิ่งขึ้น

การศึกษาครั้งนี้ มุ่งศึกษากับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิทยาศาสตร์พอเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ (กรมวิชาการ. 2535 ค : 110) นักเรียนกลุ่มดังกล่าวได้แก่ 1) นักเรียนแผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส 2) นักเรียนแผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 3) นักเรียนแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. 2540 : 47 ; โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. 2541 : 27) และในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ นอกจากผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม และนำบทเรียนนี้มาทดลองให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพได้ใช้ในการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลแล้ว ผู้วิจัยยังได้ศึกษาครอบคลุมไปถึงเพศของนักเรียน เพื่อพิจารณาว่า เพศของนักเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อเนื้อหาวิชาเพียงใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อศึกษาค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งแจกแจงตามผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติของนักเรียนต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

3. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียน ชั้นเรียน และเพศต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ดังนี้

1.ได้สื่อการสอน คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1.1 ประโยชน์ทางด้านวิชาการกับผู้เรียน คือ

1.1.1 ผู้เรียนในระบบโรงเรียนและผู้เรียนนอกระบบโรงเรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองอย่างอิสระทั้งในและนอกเวลาเรียน

1.1.2 ใช้ในการเรียนเพื่อทบทวน เพื่อการเรียนเสริม หรือใช้ในการเรียนเพื่อการซ่อมเสริมที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง

1.1.3 ทำให้ผู้เรียนสามารถพึ่งตนเองได้ คือ เรียนรู้เอง ได้คิด ปฏิบัติและตัดสินใจเอง ก่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพการคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถจัดกระทำได้ในสถานศึกษา

1.2 ประโยชน์ในทางปฏิบัติกับผู้สอน คือ

1.2.1 ใช้เป็นสื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ซึ่งอาจใช้เป็นสื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดทำโครงงานตามสาระการเรียนรู้ หรือทำให้ผู้เรียนทำโครงงานตามความสนใจ

1.2.2 สามารถสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

1.2.3 สามารถเลือกเนื้อหาบางหน่วยในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ไปใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์วิชาอื่นๆ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิชาเลือกเสรี วิชาชีววิทยา เป็นต้น

1.2.4 ทำให้ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทมาเป็นผู้จัดการเรียนของห้องในขณะที่ผู้เรียนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนด้วยตนเอง และสามารถวางแผนการจัดเรียนการสอนตลอดจนให้คำแนะนำ เพื่อพัฒนาผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียน และรักการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นคนใฝ่รู้ ใฝ่เรียนและมีความสุขในการเรียน

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ที่ได้เป็นตัวอย่างแสดงให้เห็นนี้ ใช้ในการกระตุ้นให้ผู้สอนเป็นผู้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เอง เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพของผู้สอน

3. เป็นประโยชน์ต่อผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้สอนวิชาอื่น ในการนำแนวทางและข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนในระดับชั้นต่างๆ โดยใช้เทคโนโลยีสื่อประสมด้วยคอมพิวเตอร์

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแยกการดำเนินการออกเป็น 3 ขั้นตอน และกำหนดขอบเขตในการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

1. คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1.1 คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Computer Hardware) คือ คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้ 1) RAM (Random Access Memory) อย่างน้อย 32 MB (Mega-bytes) 2) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU หรือ Microprocessor) รุ่น 80586 (Pentium) ขึ้นไป 3) ฮาร์ดดิสต์ (Harddisk) ความจุอย่างน้อย 1 GB (Giga-bytes)

1.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Software) ประกอบด้วย 1) โปรแกรมควบคุมระบบ (เช่น DOS, Disk Operating System, Window 95) 2) โปรแกรมสำเร็จรูปทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการของไมโครซอฟต์วินโดวส์ Microsoft Windows) ได้แก่โปรแกรมประพนธ์ (Authoring Software) ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างภาพกราฟิคและภาพเคลื่อนไหว และโปรแกรมที่ใช้ในการบันทึก-ปรับแต่งภาพวีดิทัศน์

2. บทภาพ (Storyboard) เป็นรายละเอียดของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ แบ่งเป็นกรอบภาพย่อยๆ ที่ทำขึ้นสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม 11 หน่วยได้แก่ 1) วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 2) ความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต 3) ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 4) บิดาแห่งพันธุศาสตร์ 5) ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ 6) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 7) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ 8) พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 9) มิวเตชัน 10) ความผิดปกติของโครโมโซม 11) ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์

3. การตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

3.1 ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ประเมินคุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาของบทเรียน 2) ด้านโครงสร้างของบทเรียน 3) ด้านเทคนิคการออกแบบบทเรียน 4) ด้านการนำเสนอเนื้อหาประเมินจากการรับรู้ของนักเรียน โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ที่สร้างขึ้น และผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาให้ 1) นักเรียนจำนวน 1 คน ทดลองใช้และปรับแก้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ครั้งที่ 1 2) นักเรียนจำนวน 8

คนทดลองใช้ และประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ โดยใช้เกณฑ์ 80/80 แล้วปรับแก้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนครั้งที่ 2 3) นักเรียนจำนวน 20 คน ทดลองใช้ และประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ โดยใช้เกณฑ์ 80/80 แล้วปรับแก้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนครั้งที่ 3 ก่อนนำไปใช้ในการทดลองสอน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพในครั้งนี้ คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (จำแนกเป็น แบบทดสอบวัด 1) ความรู้ ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 4) ผลสัมฤทธิ์รวม)

2. แบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองสอน

1. ประชากรเป้าหมาย ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร จำนวน 480 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 276 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างจากประชากรเป้าหมาย

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน การทดลองสอนเพื่อการวิจัยครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ระหว่างวันที่ 10 พฤศจิกายน 2540 ถึงวันที่ 15 มกราคม 2541 ระหว่างเวลา 15.05-16.45 น. (วันที่ 29-31 ธันวาคม 2540 งดการเรียนการสอน วันที่ 5-9 มกราคม 2541 สอบกลางภาคเรียนที่ 2) รวม 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 คาบ (คาบละ 50 นาที) รวมทั้งสิ้นเป็นเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน 16 คาบ ซึ่งทำการทดลองนอกเวลาเรียนภายหลังการเลิกเรียนแล้ว

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรที่ศึกษาสำหรับความมุ่งหมายข้อ 2 เพื่อศึกษาค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งแจกแจงตามผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

4.1.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีเรียน จำแนกเป็น

4.1.1.1 การเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล

4.1.1.2 การเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.1.2.1 ค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลด้านพุทธิพิสัย จำแนกเป็น

4.1.2.1.1 ด้านความรู้ความจำ

4.1.2.1.2 ด้านความเข้าใจ

4.1.2.1.3 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

4.1.2.1.4 ผลสัมฤทธิ์รวม

4.1.2.2 ค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลด้านเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

4.2 ตัวแปรที่ศึกษาสำหรับความมุ่งหมายข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีเรียน จำแนกเป็น

4.2.1.1 การเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล

4.2.1.2 การเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.2.1 ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย จำแนกเป็น

4.2.2.1.1 ด้านความรู้ความจำ

4.2.2.1.2 ด้านความเข้าใจ

4.2.2.1.3 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

4.2.2.1.4 ผลสัมฤทธิ์รวม

4.2.2.2 เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

4.3 ตัวแปรที่ศึกษาสำหรับความมุ่งหมายข้อ 4 เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียน ชั้นเรียน และเพศต่างกัน

4.3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

4.3.1.1 แผนการเรียน จำแนกเป็น

4.3.1.1.1 แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส

4.3.1.1.2 แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1

4.3.1.1.3 แผนการเรียนศิลป์คณิต 2

4.3.1.2 ชั้นเรียน จำแนกเป็น

4.3.1.2.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.3.1.2.2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

4.3.1.2.3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4.3.1.3 เพศของผู้เรียน จำแนกเป็น

4.3.1.3.1 เพศชาย

4.3.1.3.2 เพศหญิง

4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.3.2.1 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ด้านพุทธิพิสัย จำแนกเป็น

4.3.2.1.1 ด้านความรู้ความจำ

4.3.2.1.2 ด้านความเข้าใจ

4.3.2.1.3 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

4.3.2.1.4 ผลสัมฤทธิ์รวม

4.3.2.2 เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้มีคำศัพท์ที่ผู้วิจัยใช้ในความหมายเฉพาะดังต่อไปนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ หมายถึง สื่อสำหรับแสดงบทเรียนแบบโปรแกรมเชิงเส้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อให้นักเรียนใช้ในการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม หมายถึง บทเรียนโปรแกรมเชิงเส้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีสื่อประสมที่ประกอบด้วย ตัวอักษร กราฟิค รูปภาพ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวีดิทัศน์ที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบที่สมบูรณ์ด้วยโปรแกรมประพนธ์ ซึ่งจัดเรียงเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอนตามกรอบบทเรียนที่ผู้วิจัยออกแบบ และผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ตัวบทเรียนแบ่งเป็น 11 หน่วย ได้แก่ 1) วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 2) ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง 3) ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 4) บิดาแห่งพันธุศาสตร์ 5) ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ 6) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 7) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ 8) พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 9) มิวเตชัน 10) ความผิดปกติของโครโมโซม และ 11) ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์

3. มรดกทางพันธุกรรม หมายถึง บทเรียนเรื่องหนึ่งในกลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพของวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) แบ่งเนื้อหาออกเป็น 11 หน่วย ประกอบด้วยเนื้อหาจากหนังสือเรียน 9 หน่วย และเนื้อหาที่ผู้วิจัยเพิ่มเติมอีก 2 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ และหน่วยที่ 11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์และประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์

4. ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หมายถึง การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนา โดยการนำไปทดลองใช้ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 การทดลองใช้กับนักเรียนหนึ่งคน ขั้นที่ 2 การทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 8 คน และขั้นที่ 3 การทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 20 คน แล้วใช้เกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์เฉพาะจุดประสงค์เฉลี่ยและผลลัพธ์รวมเฉลี่ย เพื่อใช้ในการประเมินผลพฤติกรรมครั้งสุดท้าย ซึ่งพิจารณาจากคะแนนสอบหลังเรียนตามเกณฑ์ 80/80 โดย 80 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เฉพาะจุดมุ่งหมาย เป็นร้อยละของคะแนนสอบหลังการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดในแต่ละจุดประสงค์ได้ไม่น้อยกว่า 80 หรือสูงกว่า ส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวม เมื่อคิดเป็นร้อยละของคะแนนสอบหลังการเรียนเฉลี่ย

ของนักเรียนทั้งหมดได้ไม่น้อยกว่า 80 ถ้าผลการวิเคราะห์ต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าว ผู้วิจัยจะต้องปรับแก้และพัฒนาบทเรียนแต่ละหน่วยก่อนนำไปทดลองสอน

5. ประสิทธิภาพของการเรียน หมายถึง ค่าเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม หารด้วยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม

6. การเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล หมายถึง การเรียนโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่ผ่านการประเมินประสิทธิภาพแล้วมาให้นักเรียนใช้ในการเรียนด้วยตนเอง โดยเรียนจากเครื่องคอมพิวเตอร์ (นักเรียนหนึ่งคนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่อง) เมื่อนักเรียนเรียนหน่วยการเรียนที่ 1 แล้วนักเรียนสามารถเลือกเรียนบทเรียนหน่วยต่างๆ ได้ตามความสนใจ

7. การเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึง การเรียนตามปกติของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในห้องเรียน โดยครูสอนและใช้หนังสือเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

8. ผลการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย และเจตคติต่อเนื้อหาเรื่องมรดกทางพันธุกรรม โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยแจกแจงเป็น ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้-ความจำ ผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจ ผลสัมฤทธิ์ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม

9. ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ผลการเรียนที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว มีความรู้หลักการพื้นฐานในเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ในการวิจัยครั้งนี้ ทดสอบผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความจำ โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อทดสอบผู้เรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองสอน

10. ผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจ หมายถึง ผลการเรียนที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถอธิบาย แปลความ ตีความ อ่านกราฟ แผนภูมิ และแผนภาพได้ ในการวิจัยครั้งนี้ ทดสอบผลการเรียนรู้ ด้านความเข้าใจ โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อทดสอบผู้เรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองสอน

11. ผลสัมฤทธิ์ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ผลการเรียนที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถใช้ความรู้เรื่องมรดกทางพันธุกรรม และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตีความหมายข้อมูล และสรุปข้อมูลได้อย่างเหมาะสม มีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ ตลอดจนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่นักเรียนได้เรียนไปแล้วมาอธิบายได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผล การวิจัยครั้งนี้ทดสอบผลการเรียนรู้ด้านการนำความรู้ และ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อทดสอบผู้เรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองสอน

12. ผลสัมฤทธิ์รวม หมายถึง ผลรวมของผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยทั้งสามด้านของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อทดสอบผู้เรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองสอน

13. เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งได้จากการตอบแบบวัดเจตคติต่อเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อทดสอบผู้เรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองสอน

14. แผนการเรียน หมายถึง การกำหนดรายวิชาให้นักเรียนได้เรียน ประกอบด้วยวิชาบังคับ วิชาเลือกและวิชาเลือกเสรีตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยนักเรียนเป็นผู้เลือกแผนการเรียนก่อนเข้าเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการเรียนของนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพตามโครงสร้างที่ 1 ของหลักสูตร ซึ่งแบ่งเป็น 3 แผนการเรียนคือ 1) แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส 2) แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 (แผนการเรียนศิลป์-คณิต กข) และ 3) แผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 (แผนการเรียนศิลป์-คณิต ก)

15. ชั้นเรียน หมายถึง การระบุระยะเวลาที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้เรียนในระบบโรงเรียน แบ่งเป็น 3 ชั้นเรียนระหว่างการเรียนในช่วงปี 10 ถึงช่วงปีที่ 12 คือ 1) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 3) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมเอกสารและงานวิจัยต่างๆ เพื่อประมวลสาระมาใช้เป็นกรอบความคิดและเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ ซึ่งเป็นนวัตกรรมประกอบการศึกษาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการทดสองสอน โดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
   1.1 หลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
   1.2 หลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์
   2.1 ลักษณะทั่วไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
   2.2 การออกแบบบทเรียนและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
3. รูปแบบการเรียนรายบุคคลวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
4. คุณภาพของผู้เรียน
   4.1 ประสิทธิภาพของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน
   4.2 ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ และเจตคติต่อเนื้อหา
5. ตัวแปรด้านผู้เรียน
   5.1 แผนการเรียนของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
   5.2 ชั้นเรียนของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
   5.3 ความแตกต่างระหว่างเพศของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

หลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ในปีพุทธศักราช 2517 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2520 : 1) ได้จัดทำหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ต้องเรียนต่อในสาขาสังคมศาสตร์ ซึ่งไม่ต้องการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา หลักสูตรดังกล่าวกำหนดจุดมุ่งหมายว่า เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม มีทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และให้เนื้อหาวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่และภาวะแวดล้อม จัดทำเนื้อหาให้น่าสนใจ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีกิจกรรมที่ท้าทายความคิด ให้นักเรียนได้ทำและคิดแทนการอ่านและเขียนวิทยาศาสตร์ และผสมผสานวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ เช่น วิชาฟิสิกส์ และวิชาเคมี เป็นต้น และเรียกวิชาวิทยาศาสตร์นี้ว่า "วิทยาศาสตร์กายภาพ" และจัดทำบทเรียน คู่มือครูและอุปกรณ์ต่างๆ แล้วนำไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มเล็กเพื่อทำการปรับปรุงก่อนการประกาศใช้ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนด จุดประสงค์ของหลักสูตร กำหนดขอบข่ายปริมาณและลำดับของเนื้อหา แล้วใช้จุดประสงค์ที่กำหนดไว้เป็นหลักเขียนร่างแบบเรียนและคู่มือครู ออกแบบและสร้างวัสดุอุปกรณ์สำหรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อทดลองสอนในชั้นประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปรับแก้เนื้อหา สื่อ กระบวนการเรียนการสอนแล้ว กระทรวงศึกษาธิการประกาศได้ใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพในปีพุทธศักราช 2519 และบังคับให้ใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพทั่วประเทศในปีพุทธศักราช 2521 (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525 ก : ความเป็นมา ; คณะครุศาสตร์และกรมวิชาการ. 2528 : 37) โดยแบ่งบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดแรกจัดให้เรียนในชั้นประโยคมัธยมศึกษาปีที่ 4 (มศ.4) มีบทเรียน 6 บทคือ แสงอาทิตย์ โลกของผสม กินดีอยู่ดี แสงสี สีสรรพ์ และไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก ชุดที่ 2 ให้เรียนในชั้นประโยคมัธยมศึกษาปีที่ 5 (มศ.5) มีบทเรียน 6 บทคือ รังสีที่เรามองไม่เห็น - สารสังเคราะห์ โลกและดวงดาว เสียงในชีวิตประจำวัน ยากับชีวิต และทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ซึ่งบทเรียนแต่ละบทจะจบในตัวเองและจัดทำเป็นเล่มเล็กๆ จึงมีบทเรียน 12 เล่ม ใช้เวลาในการเรียนการสอนสัปดาห์ละ 4 คาบ ให้ทางโรงเรียนได้มีโอกาสเลือกสอนตามความสนใจหรือความถนัดของนักเรียน กำหนดให้เลือกเรียนทวิภาคละ 3 เล่ม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2520 : 1-3) ตัวบทเรียนกำหนดการทดลอง ข้อมูล ตัวเลข หรือกราฟให้เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาโดยทำการทดลองที่ใช้เวลาน้อย และเป็นการทดลองที่ไม่ซับ

ซ้อน มีการรวบรวมข้อมูล ศึกษาข้อมูล และอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป คำถามในบทเรียนอาจมีคำตอบหรือไม่มีคำตอบ แต่จะมีคำตอบอยู่ในคู่มือครู ครูเป็นผู้ใช้คำถามเพื่อนำการอภิปรายไปสู่ข้อสรุป คู่มือครูจัดทำเพื่อเป็นแนวทางในการสอน การเรียนการสอนเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry method) ที่ประกอบด้วยการอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง ใช้การทดลองและการอภิปรายในการสรุปผลการทดลองเพราะการเรียนการสอนเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอน เมื่อให้นักเรียนทำการทดลอง ครูเป็นผู้ช่วยคอยแนะให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบจากการทดลอง ถ้าผลการทดลองที่ได้คลาดเคลื่อนนักเรียนควรช่วยกันหาเหตุผลและอภิปรายความคลาดเคลื่อนเหล่านั้น การทดลองบางการทดลองนักเรียนไม่สามารถสรุปผลได้ การซักถามโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น มีกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้เป็นการกระตุ้นไม่ให้นักเรียนนั่งหลับ เพราะมีกิจกรรมต่างๆ ทำอยู่ตลอดเวลา เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิด รู้จักเลือกใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจและสามารถปรับปรุงตัวให้อยู่ในสังคมที่กำลังพัฒนาได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2521 : 5-7)

ในปีพุทธศักราช 2521 กระทรวงศึกษาธิการได้เปลี่ยนระบบโรงเรียนจาก 7 : 3 : 2 มาเป็น 6 : 3 : 3 (นิดา สะเพียรชัย. 2524 : คำแถลง) คือ กำหนดการจัดสถานการศึกษาระดับประถมศึกษาเป็นตอนเดียวใช้เวลาเรียนประมาณ 6 ปี และแบ่งการศึกษาระดับมัธยมออกเป็น 2 ตอน คือ มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่ละตอนใช้เวลาเรียนประมาณ 3 ปี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเริ่มตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ม.4 ถึง ม.6) แทนหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2518 ซึ่งใช้เวลาในการเรียนประมาณ 2 ปี คือ ชั้นประโยคมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชั้นประโยคมัธยมศึกษาปีที่ 5 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ข : 2-4) และประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (กรมวิชาการ. 2535 ข : คำนำ) สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และประกาศเพิ่มเติมเป็นลำดับจนครบถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีพุทธศักราช 2526 (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2524 : 5) ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดำเนินการปรับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพระยะที่สองใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาระบบ 6 : 3 : 3 โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการติดตามผลการใช้หลักสูตรระยะแรกที่ได้ใช้ไปแล้ว 6 ปี (นิดา สะเพียรชัย. 2524 : คำแถลง ; เย็นใจ สมวิเชียร. 2524 : คำชี้แจง) มาปรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในเชิงปริมาณ และลำดับของเนื้อหาให้เหมาะสมกับระบบการศึกษาที่เปลี่ยนไป ปรับกิจกรรม คำอธิบายรวมทั้งเพิ่มเติมเนื้อหา และเพิ่มชื่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพเป็น "วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ" คือ เพิ่มเนื้อหาทางด้านชีววิทยา โดยหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพที่ปรับปรุงนี้ มีปรัชญา หลักการ และจุดประสงค์เช่นเดียวกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2518 แต่ได้ปรับเนื้อหาและ

กิจกรรมให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดให้เรียนในหลักสูตร (คณะครุศาสตร์และกรมวิชาการ. 2528 : 37 ; สาขาวิจัยและประเมินผล. 2534 : 60) พร้อมกับจัดทำหนังสือเรียนเพื่อเพิ่มความรู้ทางชีววิทยาขึ้น 3 เล่มคือ เรื่องร่างกายของเรา ชีวิตและวิวัฒนาการ และมรดกทางกรรมพันธุ์ (เย็นใจ สมวิเชียร. 2524 : คำชี้แจง) หนังสือชุดที่ปรับปรุงใหม่มีทั้งหมด 14 เล่ม แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ที่ประกอบด้วยบทเรียน 9 เรื่อง คือ เรื่องแสงอาทิตย์และพลังงาน แสงสี สีสรรพ์ ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก รังสีที่เรามองไม่เห็น โลกและดวงดาว สารสังเคราะห์ เสียงในชีวิตประจำวัน และทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม และกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพที่ประกอบด้วยบทเรียน 5 เรื่องคือ เรื่องกินดีอยู่ดี ยากับชีวิต ร่างกายของเรา ชีวิตและวิวัฒนาการ และมรดกทางกรรมพันธุ์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ข : 242 ; คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2524 : 19-21) โดยตัดหนังสือเรียนเรื่องโลกของผสมออกไปเนื่องจากมีเนื้อหาซ้ำซ้อนกับวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เนื้อหาภายในหนังสือเรียนแต่ละเล่มกล่าวถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่นำมาอธิบายเพื่อให้เข้าใจง่าย สำหรับกับนักเรียนที่ไม่ได้เรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ (นิดา สะเพียรชัย. 2524 : คำแถลง ; เย็นใจ สมวิเชียร. 2524 : คำชี้แจง) หนังสือเรียนแต่ละเล่มมีเนื้อหาจบในตัวเอง ใช้เวลาในการเรียนการสอนสัปดาห์ละ 3 คาบ และเลือกเรียน 2 เล่มต่อทวิภาค โดยกำหนดสัดส่วนอย่างน้อยที่สุดเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 เรื่อง และชีวภาพ 3 เรื่อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2525 : 1) คือ สำหรับผู้ที่เรียนเป็นวิชาบังคับในส่วนวิชาสามัญ 6 หน่วยการเรียน จะต้องเรียนอย่างน้อย 4 รายวิชา (รายวิชาละ 1.5 หน่วยการเรียน) รวมเป็นบทเรียน 8 เรื่อง จะต้องเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 เรื่อง และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 3 เรื่อง ให้นักเรียนเลือกเรียนเป็นวิชาเลือกจากกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ได้ตามความสนใจ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ข : 9, 242) โดยหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ปรับใหม่นี้ เน้นหลักการเดิม คือ มุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา รู้จักเสาะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นคนมีเหตุมีผล ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์และบากบั่นในการทำงาน เป็นต้น (นิดา สะเพียรชัย. 2525 : คำแถลง) และต้องการให้ได้รับความรู้ในด้านเนื้อหาวิชา และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย หนังสือเรียนแต่ละเล่มจะมีเนื้อหาวิชา และการทดลองผสมผสานกันตลอด ตัวบทเรียน กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้การซักถามและอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป หรืออภิปรายผลการทดลองจากข้อมูลที่นักเรียนรวบรวมมาได้เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเพิ่มเติมจากสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้จากการทดลอง เพราะมุ่งหวังว่า การเรียนการสอนลักษณะเช่นนี้จะเป็นการฝึกฝนให้นักเรียนได้รู้จักใช้ความคิด รู้จักใช้ข้อมูล เพื่อการตัดสินใจ

และสามารถปรับตัวเองให้อยู่ในสังคมที่กำลังพัฒนาได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2525 : 1-6) เหมือนกับการสอนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพพุทธศักราช 2519

ในปีพุทธศักราช 2534 กระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้ปรับโครงสร้างของหลักสูตร (กรมวิชาการ. 2535 ค : คำนำ) ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ทำการปรับหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพใหม่ โดยยึดวัตถุประสงค์และโครงสร้างของเนื้อหาเดิมเป็นหลัก สอดแทรกเนื้อหาใหม่ๆ ปรับเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจง่าย ให้เหมาะกับนักเรียนที่ไม่ได้เรียนเน้นทางด้านวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2533 : คำชี้แจง ; เย็นใจ สมวิเชียร. 2536 : คำชี้แจง) กำหนดให้วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นวิชาบังคับเลือก 6 หน่วยการเรียน และให้เป็นรายวิชาในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ของวิชาเลือกเสรีตามโครงสร้างของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามโครงสร้างที่ 1 ที่ต้องการเรียนวิทยศาสตร์พอเป็นพื้นฐาน (กรมวิชาการ. 2535 ค : 2-3,110) อาจจะไม่เรียนต่อในระดับอุดมศึกษา หรือไม่ต้องการจะเรียนวิทยาศาสตร์สาขาอื่น มีแนวโน้มที่ไม่อยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534 : 1) แต่ต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้มีประสบการณ์ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้ (Asia and the Pacific Program of Education Innovation for Development. 1992 a : 18) เมื่อพิจารณาเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพจะพบว่า เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนเกินไป และเป็นการผสมผสานวิชาวิทยาศาสตร์ต่างๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534 : 1) จากการศึกษาผลการวิเคราะห์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปีพุทธศักราช 2526 พบว่า วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพมีเนื้อหาเป็นฟิสิกส์ร้อยละ 50 ของขอบข่ายเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ทั้งหมด มีเนื้อหาเป็นเคมีร้อยละ 47 ของขอบข่ายเนื้อหาวิชาเคมีทั้งหมด และมีเนื้อหาเป็นชีววิทยาร้อยละ 88 ของขอบข่ายเนื้อหาวิชาชีววิทยาทั้งหมด และทุกเนื้อหาวิชาไม่เน้นการเรียนการสอนมากนัก (พิศาล สร้อยธุหร่ำ. 2531 : 22) แบ่งวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพออกเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ 9 เรื่อง และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 5 เรื่อง โดยหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ตามโครงสร้างที่ 1 กำหนดให้วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นวิชาบังคับเลือก 6 รายวิชา และเป็นวิชาเลือกเสรี 3 รายวิชา ซึ่งนักเรียนจะต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นวิชาบังคับเลือกในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีละ 2 รายวิชา เมื่อรวม 4 รายวิชาแล้วต้องเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 เรื่อง และชีวภาพ 3 เรื่อง (กรมวิชาการ. 2535 ข : 110-112) แต่ละ

รายวิชาต้องเลือกเรียน 2 เรื่องและใช้เวลาในการเรียนสัปดาห์ละ 3 คาบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534 : 1) และเปิดโอกาสให้ฝ่ายวิชาการและหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเลือกที่จะกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพนี้เป็นวิชาบังคับเลือก หรือเรียนเป็นวิชาเลือกเสรีได้ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้หนังสือเรียนและคู่มือครูเหมือนหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 คือ เนื้อหาและกิจกรรมหลักส่วนใหญ่คงเดิมมี 9 เรื่องได้แก่ เรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์ กินดีอยู่ดี ยากับชีวิต ชีวิตและวิวัฒนาการ แสงอาทิตย์และพลังงาน ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก เสียงในชีวิตประจำวัน รังสีที่เรามองไม่เห็น และทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม บทเรียนที่จัดทำเนื้อหาใหม่เพิ่มขึ้นและแทรกในเนื้อหาเดิม 5 เรื่องได้แก่ โลกแห่งแสงสี สารสังเคราะห์ โลกและดวงดาว สีสรรพ์ และร่างกายของเรา พร้อมกับได้เปลี่ยนชื่อหนังสือเรียน "เรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์" เป็น "เรื่องมรดกทางพันธุกรรม" (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ. 2533 : 63-66) ส่วนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนยังคงส่งเสริมให้ผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้การซักถาม เพื่อเป็นแนวทางนำการอภิปรายไปสู่ข้อสรุป หรืออภิปรายผลการทดลองจากข้อมูลที่รวบรวมได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534 : 1-6) เช่นเดียวกับการสอนตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ พุทธศักราช 2519 คือ มุ่งหวังให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ รู้จักคิด ใช้เหตุผลแก้ปัญหาต่างๆ สามารถทำงานเป็นกลุ่ม และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (เฉลียว มณีเลิศ. 2534 : คำแถลง) สำหรับหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพได้เขียนในลักษณะที่มีการทดลองผสมผสานกับเนื้อหาวิชา นักเรียนจะได้ทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูล ฝึกให้เป็นคนช่างสังเกต คิดหาเหตุผล ฝึกเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนควรพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พร้อมกับเข้าใจเนื้อหาวิชา ในปีพุทธศักราช 2539 กระทรวงศึกษาธิการ (2539 : 1-3) มีคำสั่งเพิ่มเติมให้วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นวิชาบังคับเลือกในรายวิชา ว411 และให้เลือกเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพอีก 3 รายวิชา แต่ละรายวิชาต้องเลือกเรียนจากเนื้อหาเดิม รายวิชาละ 2 เรื่อง (จากกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 9 เรื่อง และกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 5 เรื่อง) และเมื่อรวม 3 รายวิชาแล้วต้องเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ 4 เรื่องและวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2 เรื่อง เนื่องจากมุ่งหวังที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับศักยภาพของตน เพื่อเสริมสร้างความตระหนักในเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม ตลอดจนรู้จักการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ 14 เรื่องจะพบว่า บทเรียนกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพเรื่องมรดกทางพันธุกรรม เป็นบทเรียนที่มีความเป็นนามธรรมสูงกว่าบทเรียนเรื่องอื่นๆ ทำให้นักเรียนต้องใช้จินตนาการเพื่อให้เข้าใจถึงสิ่งที่สัมผัสยาก หรือสัมผัสไม่ได้

เลยเพราะมีส่วนที่มองไม่เห็นปนอยู่มาก (ถาวร วัชราภัย. 2538 : 1-4) ทำให้การเรียนพันธุศาสตร์เป็นการเรียนที่ต้องใช้ความจำมากกว่าความเข้าใจ มีความยากที่นักเรียนจะจินตนาการหรือนำไปสัมพันธ์กับสิ่งที่รู้จักคุ้นเคย ผู้สอนจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในการสอน (Lewis. 1996 : 227) ต้องใช้สื่อหลายชนิดพร้อมกันเพื่อประกอบการอธิบาย ทำให้ผู้วิจัยสนใจและเลือกเนื้อหาเรื่องมรดกทางพันธุกรรมมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

อนึ่ง เพื่อเป็นการขานรับกับการปฏิรูปการศึกษาที่จะต้องปรับเปลี่ยนระบบการศึกษาทั้งระบบ และจะต้องจัดทำให้สอดคล้องกับรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 (มาตรา 43) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ (ร่าง) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ตลอดจนแนวนโยบายทางการศึกษาระดับต่างๆ ซึ่งกรมวิชาการ (2541 : คำนำ) ร่วมกับหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องจัดทำ (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (12 ปี) สำหรับให้ท้องถิ่น/สถานศึกษา ใช้เป็นแนวทางในการจัดทำหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของตน จัดให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ แนวคิด หลักการ จุดหมาย มาตรฐานการศึกษาและตัวบ่งชี้ความสำเร็จแต่ละช่วงชั้น โครงสร้างขอบข่ายสาระการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ การประเมินผล มาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้และตัวบ่งชี้ความสำเร็จ การกำกับติดตาม ตรวจสอบ ประเมินและรายงานนั้น มีสาระที่ผู้วิจัยสนใจและเห็นว่า มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ คือ ส่วนโครงสร้างและขอบข่ายสาระการเรียนรู้ของช่วงชั้นปีที่ 10 ถึงช่วงชั้นปีที่ 12 นั้น (กรมวิชาการ. 2541 : 24-26 ; ศูนย์พัฒนาหลักสูตร. 2541 : 6-8, 14) ได้กำหนดให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มหนึ่ง ซึ่งแบ่งเป็นสาระการเรียนรู้พื้นฐานและสาระการเรียนรู้เลือก ให้โครงงานเป็นส่วนที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพแบ่งเป็นโครงงานตามสาระการเรียนรู้ และโครงงานตามความสนใจของผู้เรียน ผู้สอนเป็นผู้จัดและวางแผนการจัดการเรียนการสอน มีอิสระในการเลือกเนื้อหาให้สอดคล้องกับมาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้ และตัวบ่งชี้ความสำเร็จของช่วงชั้นปีจากมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน สืบเนื่องจากการศึกษา (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาพื้นฐานดังกล่าว ผู้วิจัยมุ่งหวังว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนานี้ จะเป็นตัวเลือกตัวหนึ่งที่จัดให้ผู้สอนได้เลือกใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน หรือใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้เลือกได้ตามที่ผู้สอน หรือผู้เรียนสนใจ

หลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ในปีพุทธศักราช 2524 กระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (กรมวิชาการ. 2523 ก : 1) ให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำหนังสือเรียนและคู่มือครูเรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์ขึ้น เพื่อเพิ่มเติมความรู้ทางด้านชีววิทยาให้มากขึ้น (เย็นใจ สมวิเชียร. 2524 : คำชี้แจง) โดยให้เป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถเรียนเป็นวิชาบังคับเลือก หรือเลือกเรียนเป็นวิชาเลือกเสรีในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระดับชั้นใดก็ได้ ซึ่งหลักสูตรกำหนดคำอธิบายรายวิชาไว้ดังนี้ อะไรทำให้สิ่งมีชีวิตคล้ายคลึงหรือแตกต่างกัน ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม ลักษณะทางพันธุกรรมถ่ายทอดได้อย่างไร ยีนและโครโมโซม เมนเดล-บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ ลักษณะเด่นและลักษณะด้อย การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ ทฤษฎีความน่าจะเป็น ลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมทางโครโมโซมเพศ หมู่เลือดของคน ความผิดปกติของโครโมโซม การเกิดพันธุ์ใหม่ อะไรทำให้เกิดมิวเตชัน พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเกี่ยวข้องกับลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างไร และประโยชน์ของความรู้ด้านพันธุศาสตร์ (กรมวิชาการ. 2531 ข : 214) ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ระบุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหนังสือคู่มือครูไว้ 33 ข้อว่า เมื่อเรียนจบบทนี้แล้ว นักเรียนควรจะมีพฤติกรรมการเรียนรู้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. 2525 : 7-8)

1. อธิบายความหมายของคำ หรือข้อความต่อไปนี้ ลักษณะทางพันธุกรรม พงศาวลี ยีน โครโมโซม ไมโตซิส ไมโอซิส ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย ลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ พันธุ์แท้ พันทาง จีโนไทป์ ฟีโนไทป์ โฮโมไซกัส เฮเตอโรไซกัส โครโมโซมเพศ คาริโอไทป์ หมู่เลือด แอนติเจน แอนติบอดี และมิวเตชัน

2. บอกสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตแตกต่างและคล้ายคลึงกัน

3. ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่นิยมใช้ศึกษาทางพันธุกรรม และบอกได้ว่า สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นมีลักษณะอะไร ที่เหมาะสมที่จะนำมาศึกษาพันธุกรรม

4. ยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมในคน สัตว์และพืช อย่างน้อย 5 ลักษณะ

5. เขียนแผนภาพพงศาวลีแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากข้อมูลที่ให้

6. อธิบายหน้าที่ของยีน โครโมโซม สรุปความสัมพันธ์ระหว่างยีนและโครโมโซมได้

7. วาดรูปแสดงการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสและโครโมโซมของเซลล์รากหอม ซึ่งมีการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส

8. สรุปได้ว่า จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็นจำนวนคู่ เพราะได้มาจากพ่อครึ่งหนึ่ง และแม่อีกครึ่งหนึ่ง

9. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส และไมโอซิสในเรื่องของจำนวนโครโมโซม และความสำคัญของการแบ่งทั้ง 2 ชนิด

10. บอกจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกาย และเซลล์สืบพันธุ์ของคน

11. สรุปผลการทดลองของเมนเดล และอธิบายความหมายของข้อมูลจากการทดลองได้

12. อธิบายและเขียนแผนภาพแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยอาศัยหลักของเมนเดล รวมทั้งทำนายจีโนไทป์ของการผสมพันธุ์ได้

13. สรุปสาเหตุที่ทำให้เมนเดลประสบความสำเร็จ ในการค้นพบหน่วยพันธุกรรม และสามารถอธิบายแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะได้ถูกต้อง

14. คำนวณโอกาสที่จะเกิดลูกหลานลักษณะต่างๆ ได้

15. สรุปความสำคัญของทฤษฎีความน่าจะเป็นต่อการศึกษาพันธุกรรม

16. บอกได้ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะมียีนควบคุมอยู่ 2 ชนิด บนตำแหน่งเดียวกันของโครโมโซม และบางลักษณะมียีนควบคุมมากกว่า 2 ชนิด

17. บอกวิธีทดสอบสิ่งมีชีวิตที่แสดงลักษณะเด่นว่า เป็นพันธุ์แท้หรือพันทาง

18. ยกตัวอย่างการถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ และสามารถเขียนจีโนไทป์ของพ่อแม่และลูกรุ่นต่างๆ ได้

19. เขียนสัญลักษณ์แทนเพศผู้และเพศเมียได้

20. บอกได้ว่า การแสดงออกของยีนบางยีนขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมด้วย รวมทั้งสามารถยกตัวอย่างสิ่งแวดล้อมประกอบการอธิบายได้

21. บอกได้ว่า การทำคาริโอไทป์ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์รู้ลักษณะ และจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด และบอกประโยชน์ของการตรวจโครโมโซมในทางการแพทย์

22 เขียนสัญลักษณ์แทนโครโมโซมเพศหญิงและเพศชาย และบอกความแตกต่างระหว่างโครโมโซมของทั้งสองเพศ

23. ยกตัวอย่างการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนบนโครโมโซมเพศ

24. บอกได้ว่า ลักษณะใดน่าจะถ่ายทอดทางโครโมโซมเพศ โดยพิจารณาจากข้อมูลในแผนภาพพงศาวลี

25. อธิบายความสำคัญของหมู่เลือดในการให้ และการรับถ่ายเลือด และประโยชน์ของหมู่เลือด

26. บอกได้ว่า ลักษณะของหมู่เลือด AOB มียีนควบคุมการแสดงออกมากกว่า 2 ชนิด เป็นผลให้มีฟีโนไทป์เกินกว่า 3 อย่าง

27. จำแนกหมู่เลือดระบบ ABO โดยอาศัยปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจนกับแอนติบอดี

28. บอกได้ว่า ผู้ที่มีหมู่เลือด ABO ที่กำหนดให้ สามารถรับและถ่ายเลือดให้แก่หมู่ใด และให้เหตุผลประกอบได้

29. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดมิวเตชัน ประโยชน์และโทษของมิวเตชัน

30. วิเคราะห์บทบาทของพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อมต่อการแสดงออกของลักษณะของสิ่งมีชีวิต

31. สรุปความแตกต่างของฝาแฝดเหมือนและฝาแฝดคล้าย ในเรื่องของการเกิดฝาแฝด และลักษณะของพันธุกรรม และอธิบายบทบาทของฝาแฝดในการศึกษาอิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

32. ยกตัวอย่างการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์ไปใช้ประโยชน์

33. วิเคราะห์ข้อดี และข้อเสียของการผสมพันธุ์ภาพในสายพันธุ์ใกล้ชิด และการผสมข้ามพันธุ์

เมื่อศึกษาตารางแสดงลำดับแนวความคิดต่อเนื่องภายในบทเรียนที่แสดงแนวความคิดสำคัญของบทเรียนเรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์ 30 มโนมติ ซึ่งแสดงขั้นของการสอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2525 : 2-3,9-14) สรุปได้ดังนี้ 1) ขั้นให้ความรู้ 29 มโนมติ 2) อภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนมา 25 มโนมติ 3) ศึกษาจากแผนภาพและรูป 18 มโนมติ 4) หาข้อมูล 8 มโนมติ 5) ทำการทดลอง 7 มโนมติ 6) อภิปรายเกี่ยวกับการทดลอง 6 มโนมติ และ 7) ตั้งสมมติฐาน 1 มโนมติ จากขั้นของการสอนมโนมติที่สำคัญ 30 มโนมตินั้น จะต้องใช้วิธีการเรียนการสอนโดยศึกษาจากแผนภาพและรูปคิดเป็นร้อยละ 60 (18 มโนมติ) ของการสอนมโนมติที่สำคัญ หมายถึง นักเรียนจะต้องใช้จินตนาการประกอบการเรียนเพื่อทำความเข้าใจเนื้อหา โดยศึกษาจากแผนภาพและรูป เช่น เรื่องทฤษฎีความน่าจะเป็น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2525 : 40) เมื่อครูอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง 5 โดยใช้ลูกปัดสี และควรเน้นกับนักเรียนว่า ในสภาพความเป็นจริงยีนจะอยู่เป็นคู่ๆ แต่ในทางปฏิบัติเราไม่สามารถออกแบบลูกปัดให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงได้ ดังนั้น นักเรียนจำเป็นต้องใช้จินตนาการประกอบด้วย แสดงว่า บทเรียนเรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์เป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจ เพราะนักเรียนต้องใช้จินตนาการในขณะที่เรียนด้วย

ทศวรรษต่อมาในปีพุทธศักราช 2534 กระทรวงศึกษาธิการ ได้ประกาศใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ปรับแก้เนื้อหาและเปลี่ยนชื่อหนังสือเรียน “เรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์” เป็น “เรื่องมรดกทางพันธุกรรม” แต่ยังคงยึดวัตถุประสงค์และโครงสร้างของเนื้อหาเดิมเป็นหลัก สอดแทรกเนื้อหาใหม่ ปรับวิธีการเขียนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์

และคำอธิบายรายวิชา ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2533) ยังคงให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรมเป็นวิชาบังคับเลือก หรือเลือกเรียนเป็นวิชาเลือกเสรีในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระดับชั้นใดก็ได้ เหมือนกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ข. : 9, 242 ; กรมวิชาการ. 2535 ค : 112) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. คำอธิบายรายวิชา (กรมวิชาการ. 2535 ข : 3-4) เป็นการกำหนดแนวทางอย่างกว้างๆ ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ประกอบด้วยข้อความที่มีรายละเอียดปลีกย่อย 3 ส่วนตามลำดับคือ

1.1 ส่วนแรก เป็นข้อความที่เสนอวิธีการ หรือแนวทางสำหรับให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดหมาย จัดเป็นเรื่องของกิจกรรม คือ ศึกษาและทดลอง หรือทดสอบเรื่องมรดกทางพันธุกรรม เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและเนื้อหา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้ประโยชน์

1.2 ส่วนที่สอง เป็นข้อความที่ระบุความรู้และประสบการณ์ที่ต้องจัดให้เรียน ซึ่งเป็นหัวข้อหรือเรื่องกว้างๆ ที่ครูผู้สอนสามารถพิจารณา กำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมได้ตามความจำเป็น ข้อความในส่วนนี้เป็นเรื่องของเนื้อหาของเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแบ่งเป็น 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของคน สัตว์ และพืช การทดลอง การถ่ายทอดลักษณะบางประการ ประวัติและงานของเมนเดล 2) โครโมโซมของสิ่งมีชีวิต การทดลองการจัดเรียงโครโมโซมอย่างง่าย การแยกตัวและรวมตัวของยีนและการทดลอง หลักการแบ่งตัวของเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ หลักการเกิดเพศ ผลของความผิดปกติบางชนิดที่เกิดจากโครโมโซมร่างกายและโครโมโซมเพศ 3) ลักษณะพันธุกรรมบางลักษณะในคน หมู่เลือด ความสัมพันธ์ของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม การเกิดการกลายพันธุ์และผลกระทบในสิ่งมีชีวิตบางชนิด

1.3 ส่วนสุดท้าย เป็นข้อความที่ระบุถึงจุดหมายปลายทาง ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะตามที่แต่ละรายวิชาต้องการ แต่ละรายวิชาจะมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะทั้งทางด้านความรู้ ทักษะ ค่านิยม และการจัดการ ซึ่งในส่วนนี้จัดเป็น "จุดประสงค์" ของรายวิชานั้นๆ กล่าวโดยสรุปได้ว่า เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ของเรื่องมรดกทางพันธุกรรมนั่นเอง ซึ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ของเรื่องมรดกทางพันธุกรรมระบุไว้ 6 ประการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534 : 7) คือ นักเรียนสามารถ 1) อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมและกระบวนการที่ถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ 2) สรุปความสำคัญของผลการทดลองของเมนเดลที่มีต่อวิชา

พันธุศาสตร์ได้ 3) อธิบายวิธีการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมในคนได้ 4) อธิบายสาเหตุและผลของการเกิดมิวเตชันได้ 5) วิเคราะห์บทบาทของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และ 6) นำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน

2. เมื่อศึกษาตารางแสดงลำดับแนวความคิดต่อเนื่องของบทเรียน ซึ่งแสดงแนวความคิดสำคัญของบทเรียนเรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์ไว้ 33 มโนมติ และแสดงขั้นของการสอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534 : 3, 8-12) สรุปได้ดังนี้ 1) ขั้นให้ความรู้ 30 มโนมติ 2) อภิปรายเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนมา 26 มโนมติ 3) ศึกษาจากแผนภาพและรูป 21 มโนมติ 4) หาข้อมูล 6 มโนมติ 5) ทำการทดลอง 5 มโนมติและ 6) อภิปรายเกี่ยวกับการทดลอง 4 มโนมติ จะเห็นว่า จากขั้นของการสอนมโนมติที่สำคัญ 33 มโนมตินั้น จะต้องใช้วิธีการเรียนการสอนโดยศึกษาจากแผนภาพและรูปคิดเป็นร้อยละ 64 (21 มโนมติ) ของการสอนมโนมติที่สำคัญ หมายถึง นักเรียนจะต้องใช้จินตนาการเพื่อทำความเข้าใจเนื้อหา ด้วยวิธีศึกษาจากแผนภาพและรูปดังการทดลองเรื่องการแยกและการรวมตัวของยีนได้ระบุว่า (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534 : 25) ในทางปฏิบัติไม่สามารถออกแบบลูกปัดให้ใกล้เคียงกับการแสดงสภาพของยีนได้ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องใช้จินตนาการประกอบด้วย แสดงว่า เนื้อหาของเรื่องมรดกทางพันธุกรรมเป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจ นักเรียนต้องใช้จินตนาการในขณะที่เรียน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้สื่อเข้าช่วยส่งเสริมสนับสนุนการเรียนการสอน

นอกจากนั้น การสอนเนื้อหาบางเนื้อหา เช่น เรื่องการแบ่งเซลล์ หรือเรื่องยีนและโครโมโซม ต้องใช้เวลานานกว่าที่หลักสูตรกำหนด เนื่องจากเป็นเรื่องที่ไม่สามารถมองเห็นและจับต้องได้ ยากที่จะใช้จินตนาการ แม้จะเรียนจากของจริงจะต้องใช้เวลาในการปูพื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหา ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นมาก (เครือศรี วิเศษสุวรรณภูมิ. 2540 : 22) ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้ให้ความเห็นว่า พันธุศาสตร์เป็นเรื่องที่มีความสำคัญและหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามแบบของเมนเดล (Mendelian Genetics) การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และทฤษฎีโครโมโซมของการถ่ายทอดลักษณะเป็นหัวข้อที่มีความยากมาก และนักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการระบุความสัมพันธ์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (หนึ่งลักษณะหรือสองลักษณะ) นักเรียนส่วนมากไม่สามารถแยกเซลล์สืบพันธุ์โดยการเขียนแสดงจีโนไทป์ และไม่สามารถแสดงผลลัพธ์ของอัตราส่วนในรุ่นลูกเพราะไม่สามารถแยกเซลล์สืบพันธุ์ได้ เนื่องจากไม่เข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสกับการปฏิสนธิ (Stewart. 1982 : 80-81) และมีนักเรียนเพียงร้อยละ 20 (6 คนจากนักเรียน 30 คน) สามารถแยกเซลล์สืบพันธุ์และเขียนจีโนไทป์ (การถ่ายทอดพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ) ของพ่อแม่และลูกได้ถูกต้อง และนักเรียนกลุ่มนี้ร้อยละ 40 (12 คน) สามารถตอบปัญหา

เกี่ยวกับหมู่เลือดได้ (Tolman. 1982 : 526) จากการสัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (เกรด 9-เกรด 12) ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 27 คน เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะและสองลักษณะ 5 หัวข้อ คือ การกำหนดสัญลักษณ์ของอัลลีล การกำหนดจีโนไทป์ของพ่อแม่ การเขียนจีโนไทป์ของเซลล์สืบพันธุ์ การแสดงจีโนไทป์ของรุ่นลูก และการระบุฟีโนไทป์ของรุ่นลูก พบว่า สามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 จำนวน 3 คนตอบคำถามไม่ได้ กลุ่มที่ 2 จำนวน 7 คนตอบคำถามการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะได้ แต่ตอบคำถามการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสองลักษณะไม่ได้ แสดงว่า ไม่เข้าใจเกี่ยวกับเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จึงไม่สามารถจับคู่จีโนไทป์ของเซลล์สืบพันธุ์ได้ กลุ่มที่ 3 จำนวน 17 คนสามารถตอบคำถามได้ถูกหมด แต่นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาแตกต่างกัน คือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ความรู้เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในการตอบคำถาม มีนักเรียนจำนวน 3 คนเท่านั้นที่ใช้ความรู้เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในการตอบคำถาม เมื่อให้นักเรียนวาดภาพโครโมโซม นักเรียนจะวาดภาพโครโมโซมหนึ่งที่มีอัลลีล 2 คู่อยู่ด้วยกัน หรือวาดภาพโครโมโซมคู่หนึ่ง ซึ่งแต่ละโครโมโซมมี 2 อัลลีลเหมือนกัน แสดงว่า นักเรียนตอบคำถามได้ถูก แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงคำตอบของตนกับความรู้-ความเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ เพราะนักเรียนจำนวน 14 คนจาก 17 คน สามารถเขียนจีโนไทป์ของเซลล์สืบพันธุ์จากจีโนไทป์ของพ่อแม่ที่เป็นคำถามได้ แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่า ทำไมเซลล์สืบพันธุ์ของสองลักษณะเขียนแทนได้ด้วยตัวอักษร 2 ตัว (Stewart. 1983 : 523-532) อาจเป็นเพราะมโนมติที่เป็นนามธรรมระดับโมเลกุล จัดเป็นมโนมติที่ยากต่อการทำความเข้าใจ (Stencel and Barkoff. 1993 : 102) ทำให้นักเรียนรู้สึกกลัวหรือท้อใจเมื่อเรียนมโนมติที่ยากที่นักเรียนจะทำความเข้าใจ เช่น ยีน อัลลีล โฮโมโลกัสโครโมโซม การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสและไมโอซิส (Chubb. 1998 : 105) นอกจากนั้นยังพบว่า การสอนเกี่ยวกับกฎของเมนเดลตามแบบเดิมทำให้นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน เช่น เข้าใจว่าจีโนไทป์ T และ t สามารถใช้แทนรูปแบบจริงของยีนทั้งหมด (Rindos and Atkison. 1990 : 281) แต่นักเรียนที่เรียนด้วยตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมจะเข้าใจความหมายของเนื้อหาส่วนที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น (Hammersmith and Mertens. 1990 : 497 ; Green and Herron. 1993 : 4) ตัวอย่างเช่น ใช้เทคนิคการสอนที่ใช้ภาษามือจำลองแบบการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส และไมโอซิส เป็นตัวอย่างการสอนที่เป็นรูปธรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องการแบ่งเซลล์ได้มากขึ้น แต่มีข้อจำกัดตรงที่ต้องใช้จินตนาการเกี่ยวกับโครงสร้างของเซลล์ประกอบด้วย (Mickle. 1990 : 500 ; เครือศรี วิเศษสุวรรณภูมิ. 2540 : 22) และนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสกับกฎของเมนเดลได้ ดังนั้น ผู้สอนควรใช้สื่อประกอบการสอน เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจดีขึ้น เนื่องจากมโนมติของวิชาพันธุศาสตร์จัดเป็นมโนมติที่ยากต่อการทำความเข้าใจ (Taylor.

1988 : 509 ; Kindfield. 1994 : 367) ทำให้นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมค่อนข้างสูง (ฐิติมา สุขภิมนตรี. 2531 : บทคัดย่อ) สิ่งที่สำคัญต่อการเรียนรู้ คือ ความเข้าใจเนื้อหาทางพันธุศาสตร์ และพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความสามารถของนักเรียนซึ่งแตกต่างกัน ถ้านักรียนมีพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในระดับขั้นปฏิบัติการรูปธรรม หรือขั้นรู้จักใช้ความคิดเชิงรูปธรรม (concrete-operational) จะไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาพันธุศาสตร์ได้รวดเร็ว ครูจึงต้องใช้วิธีการที่หลากหลาย และเปลี่ยนวิธีอธิบายเนื้อหาที่สอนเป็นแผนภาพเปรียบเทียบ หรือใช้ตารางพุนเนตต์ (punnett square) จะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาดีขึ้น (Mitchell and Lawson. 1988 : 34) นอกจากนั้นยังพบว่า การสอนมโนมติที่เป็นนามธรรมเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามกฎของเมนเดลให้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจะมีข้อจำกัดมาก เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นปฏิบัติการรูปธรรม และขั้นต่อเนื่อง (transitional) มากกว่าขั้นปฏิบัติการนามธรรม (formal operational) ควรหาวิธีเปลี่ยนมโนมติที่เป็นนามธรรมของเนื้อหาวิชาพันธุศาสตร์ให้เป็นรูปธรรม (Gipson and others. 1989 : 820) และสาขาวิจัยและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2540 ก : 14) รายงานว่า ในปีการศึกษา 2537 มีโรงเรียนที่จัดสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมร้อยละ 60.43 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม (สาขาวิจัยและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2540 ข : 12) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศมีคะแนนเฉลี่ย 4.72 คะแนนจากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 31.46 ของคะแนนเต็ม ทำให้สามารถแปลความหมายได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคุณภาพอยู่ในระดับต่ำ ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไข วิธีการปรับคุณภาพของผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพและสามารถจัดกระทำได้วิธีหนึ่งคือ การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสร้างสื่อการสอน เพราะการใช้นวัตกรรมต่างๆ เข้าสนับสนุนส่งเสริมการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าการสอนตามปกติ (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 54). และการสอนโดยใช้สื่อการสอนจะทำให้คะแนนเฉลี่ยของตัวแปรตามด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากสื่อการสอนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมที่รับการสอนตามปกติถึงร้อยละ 71.9 (ศิริยุพา พูลสุวรรณ. 2530 : 63) ข้อสรุปนี้ ทำให้ผู้วิจัยมั่นใจในเบื้องต้นว่า การแก้ปัญหาที่เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม มีลักษณะเป็นนามธรรมที่ผู้เรียนจะต้องใช้จินตนาการประกอบการเรียน ซึ่งส่งผลต่อความเข้าใจเนื้อหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนนั้น สามารถปรับแก้ได้โดยการใช้นวัตกรรมมาทำการสร้างสื่อการสอน ผู้วิจัยจึงสนใจ

และเลือกใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์สร้างบทเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรม เพื่อนำมาให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรโครงสร้างที่ 1 ได้ใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล และมุ่งหวังว่า ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และยังสามารถประยุกต์นำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ที่พัฒนาแล้วนี้ ไปเสนอเป็นตัวเลือกตัวหนึ่งสำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีที่ให้ผู้เรียนได้ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้เลือกในกลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์นี้ อาจใช้เป็นสื่อที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดทำโครงงานตามสาระการเรียนรู้ หรือทำโครงงานตามควมสนใจได้อีกทางหนึ่ง

ลักษณะทั่วไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

การพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียนนั้น วิธีที่จัดกระทำได้ประการหนึ่งคือ การพัฒนาสื่อการสอนขึ้นมาใช้ประกอบการสอน เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนนั้นจัดเป็นกระบวนการสื่อสารอย่างหนึ่งที่ประกอบด้วย ผู้ส่งสารคือผู้สอน สารคือสื่อการสอน และผู้รับสารคือผู้เรียน ถ้าสื่อการสอนที่ใช้ในกระบวนการสอนเป็นสื่อที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติมากก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากตามไปด้วย ซึ่งสามารถวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ดังนั้นถ้าหากจะพิจารณาประสิทธิภาพของสื่อการสอนจึงต้องดูว่า สื่อการสอนนั้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหรือไม่ (ศิริยุภา พูลสุวรรณ. 2530 : 1-2) เพราะพบว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการคิด คือ ยุทธวิธีสอนที่ผู้สอนใช้สื่อที่เหมาะสมในสภาพและเวลาที่เหมาะสม ประกอบกับยุทธวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติ จัดกระทำ แสดงรายละเอียดหรือทำนายเกี่ยวกับ สื่อ วัสดุอุปกรณ์ที่ผู้สอนนำมาแสดงได้ (Weinstein and Mayer. 1986 : 316) คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่มีความสามารถในการคำนวณ จำและค้นข้อมูลได้ดีกว่าสื่ออื่นๆ และสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เรียนทางจอภาพได้ทั้งอักขระและภาพใกล้เคียงกับระบบโทรทัศน์ จึงเป็นสื่อที่นักการศึกษาให้ความสนใจในวิวัฒนาการ เพื่อนำมาพัฒนาระบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2531 : 53) การให้เสรีภาพในการเรียนเป็นวิธีสร้างความพอใจในการเรียน ทำให้ผู้เรียนได้กระทำในสิ่งที่ตนอยากทำ และเป็นเทคนิคของผู้สอนที่จะทำให้ผู้เรียนอยากทำในสิ่งที่ผู้สอนต้องการซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ (วันทยา วงศ์ศิลป์ภิรมย์. 2534 : 114) ผู้สอนสามารถใช้คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนแทนผู้สอน ซึ่งผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้โดยตรง แปลผลหรือรับรู้ข้อมูลข่าวสารได้อย่างถูกต้อง เมื่อไม่เข้าใจก็สามารถเรียนทบทวนได้ตามความต้องการ (บูรณะ สมชัย. 2538 : 22)

สำหรับการเรียนโดยใช้โปรแกรมควบคุมทำให้ผู้เรียนมีผลการทดสอบภายหลังการเรียนสูงกว่าการเรียนที่ควบคุมโดยผู้เรียนเอง (Yang. 1996-97 : 25) และใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่า เพราะผู้ออกแบบบทเรียนสามารถควบคุมเวลาในการเรียนได้ (ไพฑูรย์ จารุสาร. 2536 : 55) เมื่อให้เลือกเรียน ผู้เรียนส่วนมากเลือกเรียนบทเรียนแบบภาพเหมือนจริง ส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ (slow learner) ใช้เวลาในการเรียนมาก มีอัตราความสำเร็จสูงจะเลือกเรียนบทเรียนแบบภาพเหมือนจริงเช่นกัน (วันทยา วงศ์ศิลป์ภิรมย์. 2534 : 116) และการเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจะใช้เวลาเรียนน้อยกว่าการเรียนปกติถึงร้อยละ 30 ถึงร้อยละ 50 (Clark. 1992 : 812)

ผู้สอนที่ทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น วิชาชีววิทยามักประสบปัญหาเฉพาะในขณะสอน คือ สิ่งที่เรียนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมากต้องใช้เครื่องมือ เช่น กล้องจุลทรรศน์ประกอบการสอน สำหรับการศึกษาตัวอย่างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนนั้นไม่สามารถนำมาแสดงให้เห็นจริงในห้องเรียนได้ ผู้เรียนศึกษาจากภาพในหนังสือเรียน โดยใช้การแปลความหมายจากแผนภาพประกอบจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนเพิ่มขึ้น (Wright and Baggott. 1996 : 390) และผู้สอนสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในการทำให้เห็นความชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนมติได้ จัดเป็นการใช้เทคโนโลยีสร้างสื่อประกอบการสอนที่มีประสิทธิภาพ (Matray and Proulx. 1995 : 511) เช่น การสอนเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของโปรตีนหรือการสังเคราะห์โปรตีนนั้น ผู้สอนต้องใช้สื่อการสอนหลายอย่างในการสอนครั้งหนึ่งๆ เช่น ต้องใช้แผ่นใส ภาพสไลด์ ภาพจากวิดีทัศน์หรือการวาดภาพบนกระดานดำ เป็นต้น การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจะช่วยลดการใช้สื่อต่างๆ ลง เพราะสามารถรวมอักขระ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว แล้วนำเสนอพร้อมกันได้ เช่น การศึกษาภาพจากวีดิทัศน์ในส่วนที่กำหนดไว้ เมื่อต้องการดูภาพให้เลื่อนลูกศรไปกด (click) ตรงตำแหน่งเปิดจะปรากฏภาพจากวีดิทัศน์ ซึ่งเตรียมไว้ในโปรแกรมแล้วและสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของภาพวีดิทัศน์ได้ทันทีในกรณีที่ต้องการดูภาพย้อนกลับ สภาวะเช่นนี้จะช่วยเพิ่มการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจมากขึ้น (Duhrkopf and Kramer. 1991 : 48-53) และบุญสืบ พันธุ์ดี (2537 : 151) ได้รายงานว่า การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เรื่องโครงสร้างและการทำงานของยีนในวิชาชีววิทยา ทำให้ผลการทดสอบก่อนการเรียนและหลังการเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 ตอน มีความแตกต่างกัน แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมีผลต่อการเรียน มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ด้วยเหตุที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสอนชีววิทยาที่พบในปัจจุบันมีหลายประเภทให้เลือกใช้ เช่น 1) โปรแกรมประเภทฝึกฝนและฝึกหัด (drill/practice หรือ drill/review) เป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการใช้ในการกำหนดความก้าวหน้าและช่วยเสริมความเข้าใจโดยการถามคำถามให้ผู้เรียนตอบ ซึ่งต้องการให้ผู้เรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง ผู้เรียนจะต้องมีพื้นความรู้และมีแรงจูงใจในการทำ

แบบทดสอบด้วยตนเอง มักเน้นความจำและการระลึกได้ หรือโปรแกรมแบบสอนเสริม (tutorial) เป็นโปรแกรมที่ให้ข้อมูลข่าวสารแก่ผู้เรียนและต้องการปฏิสัมพันธ์จากผู้เรียนมีแบบทดสอบสั้นๆ (quiz) ช่วยให้ผู้เรียนประเมินตนเองว่า ควรจะเริ่มต้นเรียนใหม่หรือกลับไปทบทวนบทเรียนเดิม ครอบคลุมเนื้อหาตามหนังสือเรียน หรือตำราเรียนและเรียงลำดับเนื้อหาตามหนังสือเรียน เน้นความสัมพันธ์กับหนังสือเรียน มีความจำเพาะเจาะจงมาก ควรจัดทำโดยผู้สอน เพราะผู้สอนรู้ว่า ควรจะสอนอะไร เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และเน้นในสิ่งที่ต้องการได้ดี ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการที่จำเป็นและสำคัญของบทเรียนแต่ละบท 2) โปรแกรมแบบสถานการณ์จำลอง (simulation) ทำให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และแสดงข้อมูลนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ดี เป็นโปรแกรมที่ยากเพราะมีตัวแปรมาก โดยผู้เรียนจะต้องใช้ความคิดในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรม (Duhrkopf. 1990 : 436-438) ซึ่งใช้การมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนกับโปรแกรมในการแบ่งประเภทของโปรแกรมแบบสถานการณ์จำลองได้เป็น การสาธิต (demonstration) และสถานการณ์ในห้องทดลอง (laboratory simulation) การสาธิตเป็นสถานการณ์ที่ใช้ประกอบการสอนแบบบรรยายของผู้สอนใช้แสดงตัวอย่างการทดลอง แต่มีข้อจำกัดที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับโปรแกรมน้อย เนื่องจากมีเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อผู้เรียนทั้งห้อง ส่วนแบบสถานการณ์ในห้องทดลองเป็นการจำลองสถานการณ์การทดลองที่ผู้เรียนไม่สามารถปฏิบัติได้จริงในห้องเรียน เนื่องจากสารที่ใช้ทดลองมีราคาแพงมาก หรือเป็นสารอันตรายไม่ปลอดภัย หรือเป็นการทดลองที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิควิธีมาก หรือใช้เวลาในการทดลองนานมาก 3) โปรแกรมแบบเกม (game) ให้นักเรียนประยุกต์ใช้หลักการที่ได้เรียนรู้แล้ว หรือใช้มโนมติเฉพาะให้นักเรียนแข่งขันหรือเปรียบเทียบกับเพื่อนได้ 4) โปรแกรมจัดทำข้อสอบ (utility หรือ tools หรือ test bank) ใช้ในการสร้างกราฟหรือใช้ในการคำนวณวิเคราะห์ข้อสอบ หรือทำคลังข้อสอบเก็บคะแนนของผู้เรียนและพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนร้อยละ 55-60 เป็นโปรแกรมแบบสอนเสริม ร้อยละ 7-12 เป็นโปรแกรมประเภทสถานการณ์จำลองแบบการทดลอง และร้อยละ 5-16 เป็นโปรแกรมประเภทสถานการณ์จำลองแบบสาธิต ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เป็นส่วนใหญ่ (Duhrkopf and Bell. 1988 : 517) และจากรายงานการศึกษารวบรวม และวิเคราะห์งานวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยระหว่างช่วงปีพุทธศักราช 2527 ถึง 2539 (วีระพงษ์ แสง-ชูโต. 2540 : 65) รายงานว่า เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมากที่สุด คือ วิชาฟิสิกส์ คิดเป็นร้อยละ 50 และเนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนน้อยที่สุด คือ วิชาชีววิทยา คิดเป็นร้อยละ 4.35 จึงยืนยันได้ว่า ยังไม่มีผู้นำเนื้อหาเรื่องมรดกทางพันธุกรรมมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

เมื่อพิจารณาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนพบว่า มีข้อดี คือ 1) ใช้ได้ตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน 2) ใช้ในการสอนแบบตัวต่อตัว (one-to-one instruction) ได้ 3) กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี 4) ไม่จำกัดจำนวนของผู้ใช้ 5) ใช้จำลองสถานการณ์จริงมาแสดงได้ 6) จัดเตรียมได้ตามความต้องการของผู้สอน 7) ใช้สื่อหลายอย่างพร้อมกันได้ 8) จำข้อมูลที่เพิ่มขึ้นและรายงานผลได้ถูกต้อง 9) ผู้เรียนที่ขาดเรียนสามารถนำไปใช้เรียนเพื่อให้เรียนทันเพื่อนได้ 10) เก็บสะสมข้อมูลที่แสดงการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนได้ 11) ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที 12) ลดเวลาที่ใช้ในการเรียน และ 13) สามารถนำเอาการเรียนนอกห้องเรียนมาประกอบบทเรียนได้ ส่วนข้อจำกัดของการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมาใช้ในการสอนได้แก่ 1) ทำให้ผู้เรียนปลีกตัวจากสังคมคือ ชอบอยู่ตามลำพัง 2) สิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดเครื่องคอมพิวเตอร์ให้โรงเรียนต่างๆ 3) โปรแกรมประพนธ์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการผลิตบทเรียนมีน้อย 4) บทเรียนที่ผลิตขึ้นไม่สามารถนำมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง 5) ใช้เวลาในการผลิตนาน 6) บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ได้มาตรฐานนำมาใช้ทั่วไปไม่ได้ 7) บทเรียนเรื่องเดียวกันใช้ซ้ำในการสอนระดับต่างๆ 8) เครื่องคอมพิวเตอร์ล้าสมัยเร็ว 9) ขาดความเข้าใจและไม่วัดผลการเรียนรู้ 10) ไม่มีบทเรียนถาวรที่ใช้เก็บข้อมูลของบทเรียนให้ผู้เรียน 11) ผู้เรียนไม่เห็นความสำคัญของผู้สอนและ 12) ผู้ผลิตบทเรียนควรประกอบด้วยบุคลากรหลายฝ่าย ซึ่งเป็นข้อยุ่งยากทำให้การผลิตบทเรียนใช้เวลาในการผลิตนาน (Asia and the Pacific Programme of Educational Innovation for Development. 1991 b : 14-15 ; citing Telfer and Probert.1986) เมื่อศึกษาการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์พบว่ามีปัญหา 3 ประการคือ 1) ครูผู้สอนไม่สามารถผลิตบทเรียนได้ จึงต้องมีการให้ความรู้และทักษะแก่ครูผู้สอนในการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน 2) ปัญหาบทเรียนส่วนใหญ่ไม่มีคุณภาพ ไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้และ 3) สมรรถนะของเครื่องไม่เพียงพอ เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละบริษัทมีความแตกต่างกันมาก (Spain and Ellis. 1986 : 123 ; Inoue. 1996-97 : 37) ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้ เป็นข้อเสนอแนะที่ผู้วิจัยต้องตระหนักถึงความสำคัญ และศึกษาวิธีแก้ปัญหาโดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเอง ประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อประกันคุณภาพของบทเรียน และศึกษาสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนทำการสร้างบทเรียนและศึกษาสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ก่อนที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่า (ดังระบุในสมมติฐานข้อ 1 หน้า 69) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ช่วงโชติ พันธุเวช (2534 : 16-24 ; 2535 : 1-18) และชมรมอาสาสมัครเพื่อให้ความช่วยเหลือทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแก่ประชาชน (อชวท.) และมูลนิธิ อรุณ สรเทศน์ (2537 : 14-33) แบ่งขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบบทเรียน

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนประกอบด้วยกิจกรรมและขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา

เนื้อหาบทเรียนได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์รายวิชา และเนื้อหาของหลักสูตร รวมไปถึงแผนการเรียนการสอน คำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบในการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหามาแล้วนำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา เลือกหัวเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย เลือกเรื่องที่จะนำมาสร้างบทเรียน นำเรื่องที่เลือกมาแยกเป็นหัวข้อย่อยแล้วจัดลำดับความต่อเนื่อง และความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

2. กำหนดจุดมุ่งหมาย

จุดมุ่งหมายควรบ่งบอกถึงสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะได้รับ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นระหว่างการเรียนหรือหลังการเรียนก็ได้

3. การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม

กำหนดเนื้อหาตลอดจนกิจกรรมการเรียน และมโนมติที่คาดหวังว่าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เขียนเนื้อหาสั้นๆ ทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์พฤติกรรมและเขียนนมโนมติทุกหัวข้อย่อยจากนั้นนำมา

3.1 จัดลำดับเนื้อหาได้แก่ บทนำ ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม ลำดับและความสำคัญก่อนหลังของเนื้อหา ความต่อเนื่องของเนื้อหา ความยากง่ายของเนื้อหา การเลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้

3.2 เขียนผังงาน (layout content) เช่น แสดงการเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเนื้อหา การเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงของบทเรียน การเลื่อนไหลของเนื้อหาและวิธีการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม แสดงเนื้อหาจะใช้แบบสาขาแตกขยายหรือแบบเชิงเส้น

3.3 การออกแบบจอภาพและแสดงผลของบทนำและวิธีการใช้โปรแกรม การจัดหน้าจอ การให้สี แสง เสียง ภาพ ลายและกราฟฟิคต่างๆ แบบตัวอักษร การตอบสนอง การโต้ตอบ การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

3.4 กำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหา และกิจกรรม

4. การกำหนดขอบข่ายบทเรียน

การจัดลำดับเนื้อหาและกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างบทเรียนแบบการใช้โปรแกรมสร้างบทเรียน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การใส่เนื้อหาและกิจกรรม

การใส่เนื้อหาและกิจกรรมได้แก่ ข้อมูลที่จะแสดงบนจอ สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง

2. การใส่ข้อมูล/บันทึกการสอน

3. ผลิตบทเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบและการประเมินผลบทเรียน

การตรวจสอบและการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เป็นส่วนที่จำเป็นควรปฏิบัติดังนี้

1. การตรวจสอบต้องทำตลอดเวลา เป็นการตรวจสอบแต่ละขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน

2. การทดสอบการใช้งานบทเรียนก่อนนำไปใช้งาน เป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการใช้งาน

3. การประเมินผลบทเรียน มีความมุ่งหมายเพื่อประเมินผลตัวบทเรียน และประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

เอเลสซี และทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1992 : 243-248) เสนอว่า การออกแบบและการสร้างจะต้องคำนึงถึง วงจรของแผนงานที่วางไว้ ควรมีการอภิปรายผลงานที่เป็นต้นร่างของบทเรียน ก่อนจะประมวลรวมเพื่อสร้างบนคอมพิวเตอร์ ความสำเร็จเกิดจากความร่วมมือของคณะทำงาน เพราะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และทักษะ เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ด้านโปรแกรม ด้านวิชาการและศิลปะ หมายถึงมีคณะทำงาน จึงจะทำให้บทเรียนดีมีคุณภาพ ซึ่งจะ

ต้องอาศัยการประเมินผล และทำการปรับปรุงอยู่ตลอดเวลาจนแน่ใจว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นนั้นสามารถใช้งานได้ เป็นการประกันคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นว่า ดีที่สุดเมื่อบทเรียนนั้นสามารถนำไปใช้งานดี คือ ใช้ในการเรียนได้ดีในขณะทดสอบการเรียน (tryout) ครั้งแรกแล้วปรับแก้ข้อบกพร่องของบทเรียน หลังจากนั้นนำไปทดสอบการเรียนใหม่จนผู้สร้างบทเรียนคิดว่า บทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพแล้ว โดยจะต้องยึดหลักการพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน การรับรู้ ความจำ ความเข้าใจ การกระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน การควบคุม การใช้งาน และการถ่ายโยงที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล การแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน ในเรื่องขององค์ความรู้ที่เป็นหลักการ ซึ่งมีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตลอดจนกระบวนการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนประกอบด้วยกระบวนการ 10 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดจุดประสงค์หลัก เพื่อบอกแนวทางการประเมินผล

2. ทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียน เช่น ข้อมูลจากตำรา ภาพถ่าย ภาพวิดีทัศน์ โปรแกรมประพนธ์

3. ศึกษาเนื้อหาที่จะสร้างบทเรียนจากตำรา หรือปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องทำความเข้าใจเนื้อหานั้นก่อน

4. ทำการระดมสมองเพื่อพูดคุยรายละเอียดของงานทั้งหมดกับคณะทำงาน เพื่อวางแผนงานร่วมกัน

5. ออกแบบบทเรียน วิเคราะห์เนื้อหา โดยคำนึงถึงวิธีสอนและปัจจัยต่างๆ ซึ่งอาศัยการประเมินผลการปฏิบัติงาน ทุกขั้นตอนของการดำเนินการด้วยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

6. ออกแบบผังงานของบทเรียน เพื่ออธิบายการทำงานที่จะแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน โดยต้องคำนึงถึงการสร้างสภาพแวดล้อมให้เหมือนจริงมากที่สุด

7. การเขียนบทภาพบนกระดาษ หมายถึง การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบในกระดาษเป็นการกำหนดตำแหน่งภาพ ลำดับการเสนอภาพ

8. การสร้างบทเรียนตามบทภาพที่ออกแบบบนกระดาษ มาทำการสร้างด้วยโปรแกรมประพนธ์และโปรแกรมต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์

9. การจัดทำเอกสารประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน เช่น

9.1 คู่มือผู้สอน เพื่อบอกรายละเอียดของการติดตั้งโปรแกรม รายละเอียดของการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

9.2 คู่มือผู้เรียน เพื่อบอกวิธีการใช้บทเรียน

9.3 แบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบ

10. การประเมินผลและการพัฒนา เป็นการสังเกตการใช้บทเรียนของผู้เรียน โดยเริ่มจากการทดสอบบทเรียนครั้งแรกแล้วแก้ไข หลังจากนั้นนำกลับไปทดสอบอีกครั้งแล้วแก้ไขก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงๆ

การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ ในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพนธ์บทเรียน ซึ่งเป็นระบบที่ออกแบบไว้สำหรับการสร้าง และการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนโดยเฉพาะ โดยผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบบทเรียน ประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา

การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา เป็นการวิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตรก่อนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ในครั้งนี้ เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างบทเรียน พร้อมกับศึกษาและวิเคราะห์รายวิชา และเนื้อหาของเรื่องที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ จากคำอธิบายรายวิชาในหลักสูตร จุดประสงค์ของคู่มือครู และศึกษารายละเอียดของเนื้อหาจากหนังสือแบบเรียน เพื่อนำมาปฏิบัติดังนี้

1.1 กำหนดความมุ่งหมายทั่วไปของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งผู้วิจัยปรับจากจุดประสงค์หลักของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ 4 ประการ คือ 1) ให้ความรู้ และหลักการพื้นฐานเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 2) ให้คิดวิเคราะห์ และคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 3) สื่อความหมายและตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรมได้อย่างเหมาะสม และ 4) สร้างเจตคติที่ดีต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

1.2 กำหนดหน่วยเนื้อหาและเรียงลำดับ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 11 หน่วย คือ ใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม 9 หน่วยและเนื้อหาที่ผู้วิจัยเพิ่มเติมอีก 2 หน่วย (ได้แก่หน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 11)

2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการจำแนกระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เพื่อนำมาใช้ดังนี้

2.1 กำหนดมโนมติของเนื้อหา

2.2 กำหนดเกณฑ์การวัดผลประเมินผลการเรียนการสอนประจำหน่วย แต่ละหน่วยให้สอดคล้องกับความมุ่งหมายหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้างแบบวัดเจตคติต่อเนื้อหา

3. การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม

การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม วิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาของวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในหลักสูตร ประกอบกับเนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนและคู่มือครู เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งยึดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

3.1 กำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียนและมโนมติที่คาดหวังว่าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ โดยเขียนเนื้อหาสั้นๆ ทุกหน่วยให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียน 9 หน่วย และเนื้อหาที่ผู้วิจัยเพิ่มเติมอีก 2 หน่วย และกำหนดมโนมติย่อยเพื่อนำมาจัดลำดับเนื้อหา ได้แก่ บทนำ ความต่อเนื่องของเนื้อหา การเลือกและกำหนดสื่อที่จะใช้ในแต่ละมโนมติ

3.2 กำหนดผังงาน เพื่อใช้ในการแสดงการเริ่มต้นและการจบของมโนมติในเนื้อหาหน่วยต่างๆ แต่ละหน่วย และแสดงการเชื่อมต่อ หรือเชื่อมโยงระหว่างมโนมติของเนื้อหาแต่ละหน่วย ผังงานที่กำหนดมีลักษณะเป็นแบบเชิงเส้น

3.3 การออกแบบจอภาพและแสดงผล ได้แก่ บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม การจัดกรอบหรือหน้าจอ การให้สี แสง เสียง ภาพนิ่งและกราฟฟิคต่างๆ การพิจารณารูปแบบของตัวอักษร การตอบสนองและการโต้ตอบ การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

4. การกำหนดขอบข่ายของหน่วยย่อย

การกำหนดขอบข่ายของหน่วยต่างๆ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหน่วย การระบุความสัมพันธ์จะช่วยให้รู้ถึงแนวทางขอบข่ายของบทเรียน ที่ผู้เรียนจะเรียนต่อไปภายหลังจากที่จบบทเรียนในแต่ละหน่วยแล้ว

5. กำหนดวิธีการนำเสนอ

การกำหนดวิธีการนำเสนอ เป็นการเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละกรอบว่าจะใช้วิธีการแบบใด โดยสรุปผลจากขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 4 แล้วนำมากำหนดเป็นรูปแบบการนำเสนอ เช่น การจัดตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา การออกแบบและแสดงภาพ และกราฟิคบนจอภาพ การออกแบบกรอบต่างๆ ของหน่วยเนื้อหาและการนำเสนอ

<u>ขั้นตอนที่ 2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์</u>

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์มีขั้นตอนดังนี้

1. เขียนบทสั้นๆ (script) ก่อนการสร้างบทภาพ (storyboard) โดยการแบ่งเนื้อหาที่ประกอบด้วยมโนมติต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ในลักษณะบทโทรทัศน์ แล้วกำหนดมโนมติย่อยแบ่งเป็นกรอบ (frame) ต่างๆ ตามจุดประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละกรอบย่อย

เรียงตามลำดับตั้งแต่กรอบเริ่มต้นจนถึงกรอบสุดท้ายของเนื้อหาแต่ละหน่วย พร้อมกับระบุภาพในแต่ละกรอบตลอดจนเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะของภาพ ความสัมพันธ์ของกรอบเนื้อหากับกรอบอื่นๆ ของหน่วยต่างๆ ที่มีเงื่อนไขประกอบอื่นๆ โดยยึดหลักว่า การสร้างบทภาพจะต้องมีความละเอียดและสมบูรณ์มากที่สุด เพื่อช่วยให้เห็นภาพของการสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูประบบประพนธ์บทเรียนมากที่สุด

2. การสร้างบทเรียน เป็นขั้นตอนที่จะได้ผลงานออกมา ในขั้นนี้จะดำเนินการตามบทภาพที่กำหนดไว้ทั้งหมด ประกอบด้วย

2.1 การใส่เนื้อหาและกิจกรรม ได้แก่ ข้อมูลที่แสดงบนจอภาพ สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง ข้อมูลสำหรับควบคุมการตอบสนอง

2.2 สร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรมระบบประพนธ์ ได้แก่ การสร้างภาพ เช่น ภาพลายเส้น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวิดีทัศน์

2.3 การสร้างเงื่อนไขบทเรียน เช่น การโต้ตอบ การให้ข้อมูลย้อนกลับ ผลการเรียน และเวลาเรียน

2.4 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา แต่ละมโนมติและหน่วยเนื้อหา

<u>ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบและประเมินผล</u>

การตรวจสอบและประเมินผลก่อนนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ไปใช้ประกอบด้วย

1. การตรวจสอบ หมายถึง การตรวจสอบขั้นตอนแต่ละขั้นตอนของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ให้ตรงกับบทภาพที่สร้างไว้

2. การทดสอบการใช้งานบทเรียน หมายถึงการตรวจสอบความถูกต้อง ในการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

3. การประเมินผลบทเรียน หมายถึง การประเมินผลตัวบทเรียนที่สร้างขึ้น จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลนี้จะนำมาปรับแก้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ก่อนนำไปใช้จริงในการทดลองสอน

เมื่อผู้วิจัยออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรม และทำการสร้างบทเรียนแล้ว ผู้วิจัยทำการตรวจสอบและประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์อเนกทัศน์ และปรับแก้บทเรียน 3 ครั้ง ก่อนนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการทดลองสอน เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนที่ให้ผู้เรียนได้ใช้เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลต่อไป

รูปแบบการเรียนรายบุคคลวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

กล่าวได้ว่า นักเรียนจะสร้างความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว และใช้ระยะเวลาในการคิดขณะเรียนในห้องเรียน ครูควรใช้สื่อและอุปกรณ์ในการกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักใช้วิธีการสำรวจ และเก็บข้อมูล เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิด และอธิบายความคิดของตนภายหลังการเรียน (Harlen. 1992 : 15-27) เพราะการรับรู้มีอิทธิพลต่อการสร้างมโนมติของนักเรียน (Freeman. 1992 : 62) การเรียนวิทยาศาสตร์ต้องให้นักเรียนอธิบายเพื่อแสดงความเข้าใจ ซึ่งผู้สอนสามารถประเมินผลการเรียนของนักเรียนจากคำอธิบายได้ และการเรียนรู้จะมีความหมาย เมื่อครูรู้จัก 1) ผู้เรียน 2) สิ่งแวดล้อมของผู้เรียน หรือบรรยากาศการเรียน 3) ธรรมชาติของวิชาที่เรียน และผู้สอนควรคำนึงเสมอว่า ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์จะต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินความรู้และสืบค้นหาความรู้ (Duschl. 1990 : xiv, 40) เพราะการเรียนรู้หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถสร้างโครงสร้างทางความรู้ความคิด ซึ่งอาจได้จากการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอน หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบโครงสร้างทางความรู้ความคิด หรือเกิดภาวะสร้างความคิดของตนขึ้น (constructivism) (บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2538 : 3-11) ด้วยความเข้าใจและผู้เรียนสามารถให้ความหมายประสบการณ์การเรียนรู้ได้ เป็นการแก้ไขและปรับขยายโลกทัศน์ เนื่องจากการเรียนภายในและนอกห้องเรียนจะช่วยสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ เพราะความเชื่อและความเข้าใจที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเองนั้นจะเป็นการเรียนรู้ที่ต้องการคือ เรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการสอนนั่นเอง (Asia and the Pacific Programme of Educational Innovation for Development. 1991 b : 59) พัฒนาการของผู้เรียนควรเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและเกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเอง ซึ่งการพัฒนาแนวคิดหลักเกิดขึ้นภายในสมองของผู้เรียนนั้น อาจสอดคล้องหรือขัดแย้งกับความเข้าใจและข้อเท็จจริงที่มีอยู่ได้ การพัฒนาแนวความคิดหลักได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการเปลี่ยนความเชื่อจากเดิมไปสู่แนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเดิม 2) การเพิ่มเติม เป็นการใช้แนวคิดใหม่เพิ่มเติมเข้ากับแนวคิดเก่าที่มีอยู่แล้ว ส่วนใหญ่เป็นแนวคิดที่มีลักษณะเดียวกันและ 3) การปรับแต่ง เป็นการปรับแนวคิดเดิมเพียงเล็กน้อย โดยใช้ข้อมูลที่รับเข้าไปใหม่ การเรียนรู้ตามแนวคิดนี้จะเกิดขึ้นตามเงื่อนไข เมื่อ 1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่บุคคลได้กระทำเอง การสอนโดยวิธีบอกเล่าไม่ช่วยให้เกิดการพัฒนาแนวคิดหลักมากนัก แต่การบอกเล่าจัดเป็นวิธีการให้ข้อมูลทางหนึ่งได้ 2) ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับใหม่รวมกับข้อมูล หรือความรู้ที่มีอยู่แล้วมาเป็นเกณฑ์ช่วยการตัดสินใจ 3) ความรู้และความเชื่อมั่นของคนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมขนบธรรมเนียมประเพณีและสิ่งที่ผู้เรียนได้พบเห็น ซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ และใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวคิดใหม่ 4) ความเข้าใจแตกต่างจากความเชื่อ และความเชื่อมีผลต่อการ

สร้างแนวคิดหรือการเรียนรู้และ 5) การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแนวคิดหลักของผู้เรียนในลักษณะต่างๆ การสอนที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างความรู้ เกิดภาวะการสร้างความคิดขึ้นได้วิธีหนึ่ง คือ การสอนโดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้อันได้แก่ การเรียนรู้แบบวัฏจักร (learning cycle) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 ค : 1-7)

การเรียนรู้แบบวัฏจักรในวิชาชีววิทยาหรือวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เป็นการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหาความจริงในขณะที่เรียนมโนมติและทฤษฎี เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียน สามารถเร้าความสนใจทำให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ เพราะต้องการให้นักเรียนสืบค้นหาความจริงเพื่อช่วยให้เข้าใจถึงการทำงานด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ หรือรู้จักคิดโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ใช้เหตุผลอธิบายความคิดและตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่คิดได้ ช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งมีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อการสร้างและพัฒนาความคิดของนักเรียน เป็นการกระตุ้นให้ตอบคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติ หรือความจริงในธรรมชาติที่นักเรียนสัมผัสจริงใช้การสังเกตเพื่อตอบคำถาม หรือตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน เนื่องจากการใช้ความคิดในขณะเรียนจะช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และมีทักษะการคิดแบบใช้เหตุผล การเรียนรู้แบบวัฏจักรที่ผู้วิจัยใช้ในครั้งนี้ ประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้น คือ 1) ขั้นการสำรวจ (exploration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องใช้การสังเกตเพื่อตอบคำถามที่ได้รับ และค้นหารูปแบบของสิ่งที่กำหนดให้สำรวจได้ 2) ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน (term introduction) เป็นการแนะนำและให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมโนมติ หลักการและทฤษฎีพื้นฐานที่สัมพันธ์กับรูปแบบที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 1 เพื่อใช้ทดสอบสมมติฐานและอธิบายการสำรวจ หรืออธิบายรูปแบบการค้นพบนั้นและ 3) การประยุกต์ใช้มโนมติ (concept application) เป็นสถานการณ์ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความรู้หรือเลือกมโนมติ หลักการและทฤษฎีพื้นฐานมาใช้ในการทดสอบสมมติฐานใหม่หรือแก้ปัญหาใหม่ (Danieley. 1990 : 295-296 ; Lawson. 1996 : 38-42)

นอกจากนั้นการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคนจะเกิดขึ้นได้เท่ากัน หรือมีผลสัมฤทธิ์เท่ากันเมื่อ 1) จัดการเรียนการสอนเหมาะสม เช่น รุจิร์ ภู่สาระ (2523) (สำเริง บุญเรืองรัตน์. 2539 : 9-10) พบว่า นักเรียนที่เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปและมีการซ่อมเสริมเป็นรายบุคคล เป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์น้อยและการเรียนแบบรอบรู้ที่มีการซ่อมเสริมเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลจะช่วยทำให้นักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนต่ำ มีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น 2) ให้เวลาในการเรียนรู้เพียงพอกับความต้องการ หรือตรงกับระดับสติปัญญาของนักเรียน และสำเริง บุญเรืองรัตน์ (2539 : 3-36) พบว่า ถ้าผู้เรียนมีพื้นฐานความสามารถในการเรียนรู้ในระดับเดียวกันแล้ว ความแปรปรวนเรื่องเวลาในการเรียนมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ และสหสัมพันธ์ระหว่าง

เวลาในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักการของการเรียนเพื่อรอบรู้เป็นศูนย์ ซึ่งแสดงว่า ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนให้สัมฤทธิ์ผลในระดับเดียวกันได้ แต่ใช้เวลาในการเรียนต่างกัน หลักการที่กล่าวมาแล้วทั้ง 2 ข้อเป็นหลักการของการจัดการเรียนการสอนเพื่อรอบรู้ (mastery learning) ซึ่งมีขั้นปฏิบัติดังนี้ 1) ตรวจสอบพื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียนเพื่อปรับพื้นฐานการเรียนให้เท่ากัน 2) กำหนดจุดมุ่งหมายและเกณฑ์ของความสัมฤทธิ์ผลให้ชัดเจน และแจ้งให้นักเรียนทราบ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจและพยายามเรียนให้ถึงเกณฑ์ที่กำหนด 3) สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน 4) ดำเนินการสอนโดยใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม 5) ประเมินผลภายหลังการเรียนของนักเรียนด้วยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นและ 6) แจ้งผลการสอบและอภิปรายผลการสอบ เพื่อให้มีความรู้ความคิดที่ถูกต้องในสิ่งที่เรียน เนื่องจากแบบทดสอบที่ดีสามารถกระตุ้น และใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพของผู้เรียนได้ ส่วนการเฉลยข้อสอบให้ผู้เรียนได้รู้คำตอบที่ถูกภายหลังการสอบจะช่วยให้ผู้เรียนมีผลการเรียนดีขึ้น และช่วยเสริมการเรียนรู้ให้สมบูรณ์ได้

เนื่องจากความสำเร็จของการจัดการศึกษาขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอนในการปรับเปลี่ยนการสอน หรือเลือกใช้ยุทธวิธีสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งมีความแตกต่างกันในเรื่องระดับสติปัญญา บุคลิกภาพ และรูปแบบการคิด เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานการเรียนแตกต่างกันเมื่อเริ่มเรียน การปรับการสอนจึงประกอบด้วย การที่ผู้เรียนปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมหรือบรรยากาศทางการเรียน และการที่ผู้สอนต้องปรับสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน (Snow and Corno. 1986 : 605-607) เพราะกระบวนการสอนเกี่ยวข้องกับบุคคลสองคนคือ 1) ผู้สอนซึ่งเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจ หรือเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการ สามารถให้ความช่วยเหลือผู้อื่นได้ โดยการจัดเตรียมการถ่ายทอดความรู้และทักษะ 2) ผู้เรียนเป็นผู้รับการถ่ายทอด โดยผู้สอนจะถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ ทักษะ ศรัทธาและความเชื่อ แรงจูงใจ และเจตคติ อันเป็นส่วนที่จะทำให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะ คือ มีคุณภาพตามต้องการ ซึ่งต้องอาศัยเนื้อหาเฉพาะวิชาเป็นส่วนเชื่อมโยงการถ่ายทอดของผู้สอนไปยังผู้เรียน (Fenstermacher. 1986 : 38-38) ถ้าคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคนเป็นเกณฑ์แล้ว ยุทธวิธีการสอนที่น่าจะช่วยให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงปรารถนาตามความมุ่งหมายของหลักสูตรได้วิธีหนึ่ง คือ การสอนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งถือได้ว่า เป็นการส่งเสริมให้เกิดจัดการศึกษาที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นหลัก ทั้งยังสอดคล้องกับการให้ ผู้เรียนเลือกเรียนตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจ ผู้สอนจึงควรเปลี่ยนบทบาทจากผู้บอกเป็นผู้วางแผนและคุมโปรแกรมการสอน (วัลลภ กันทรัพย์. 2534 : 19) และผู้เรียนแต่ละคนสามารถเรียนรู้จากแหล่งการเรียนแหล่งต่างๆ ต่างกัน (Vajrabhaya. 1994 : 15) หรือกล่าวได้ว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นในตัวบุคคล และคนแต่ละคนเรียนรู้สิ่งต่างๆ ด้วยวิธีการต่างกัน ความแตกต่างระหว่างบุคคลมีความหมาย 2 ประการคือ หาวิธีสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ทั่วไป และเลือกวัตถุ

ประสงค์เฉพาะที่เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคน จึงเป็นการกำหนดสิ่งแวดล้อมเฉพาะสำหรับบุคคลใดบุคคลหนึ่งโดยเฉพาะแล้วดูผลของพฤติกรรมที่ปรากฏ (สมจิต ธนสุกาญจน์. 2522 : 23-33) รูปแบบการเรียนรายบุคคลมีชื่อเรียกหลายอย่างเช่น การเรียนเป็นรายบุคคลของเคลเลอร์ (personalized instruction) การปรับปรุงการสอน (adaptive instruction) การเรียนเสริม (tutoring) และ การวินิจฉัย (diagnostic-prescriptive method) (Walberg. 1984 : 23) ซึ่งต่างก็จัดเป็นการสอนที่พยายามจัดให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน และจัดให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน ให้โอกาสผู้เรียนได้เรียนตามความพอใจและความสามารถของตน อาจเรียกว่า การเรียนด้วยตนเอง ผู้สอนต้องจัดเตรียมอุปกรณ์เฉพาะและใช้โปรแกรม เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน ตัวบทเรียนแบ่งเป็นหน่วยย่อยๆ เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วย และทดสอบถึงเกณฑ์จึงผ่านไปเรียนหน่วยต่อไปได้ ถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจหรือทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องเรียนซ้ำในหน่วยนั้น การสอนแบบดังกล่าวช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนได้ดี (Cruickshank, Bainer and Metcalf. 1995 : 240-242) นอกจากนั้นยังมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบโปรแกรมว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เรียนด้วยการสอนแบบโปรแกรมนั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามปกติ (จิตติมา อยู่แย้มศรี. 2530 : 65-67 ; ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 48) จึงกล่าวได้ว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเรียนจากครู เพราะนักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองจากบทเรียนโปรแกรมได้ และบทเรียนโปรแกรมสามารถนำมาใช้ช่วยครูในการจัดการเรียนการสอนได้ เพราะการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมเหมือนการสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล สามารถแก้ปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนตามความสามารถของตน (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 61) รูปแบบการเรียนรายบุคคลนี้อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การเรียนแบบตัวต่อตัว (one-to-one tutoring) เมื่อจัดการเรียนแบบตัวต่อตัว และผสมผสานกับการเรียนแบบรอบรู้จะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้สูงถึง 2 เท่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ (Bloom. 1984 : 6) ด้วยเหตุดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาใช้ในการทดลองสอน โดยใช้เป็นสื่อการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล และผู้วิจัยตั้งสมมติฐาน 2 ข้อว่า (ดังระบุในสมมติฐานข้อ 2 และข้อ 3 หน้า 69) ผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลมีค่าประสิทธิภาพของการเรียนสูงกว่า 0.40 เท่าของผลการเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลมีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมสูงกว่านักเรียน

กลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากสมมติฐานทั้ง 2 ข้อนี้ ทำให้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นตัวแปรอิสระของการวิจัย คือ

1. การเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์อเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนา โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์นี้ เป็นบทเรียนสำเร็จรูปแบบโปรแกรมเชิงเส้นที่ผู้วิจัยออกแบบสร้างโดยยึดหลักการเรียนรู้แบบวัฏจักร (ซึ่งประกอบด้วยขั้นสำรวจ ขั้นให้ความรู้พื้นฐานและขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ) ผสมผสานกับการเรียนแบบรอบรู้ที่ 1) มีการตรวจพื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียน 2) กำหนดจุดมุ่งหมายและเกณฑ์ของความสัมฤทธิ์ผลไว้และแจ้งในนักเรียนทราบก่อนการเรียนหน่วยการเรียนแต่ละหน่วย 3) มีแบบทดสอบที่ประเมินผลการเรียนรู้ทุกหน่วยการเรียน 4) มีการให้คำชมเชยกับผู้เรียนพร้อมกับเฉลยคำตอบให้นักเรียนทราบทันที และแจ้งผลการสอบ เวลาเรียนเมื่อจบหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยและ 5) ประเมินผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของผู้เรียนเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนแล้ว เพื่อนำผลการเรียนดังกล่าวมาหาค่าประสิทธิภาพการเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์นี้ใช้ส่งเสริมการจัดการเรียนที่ตอบสนองความต้องการรายบุคคล ให้โอกาสนักเรียนได้เลือกเรียนหน่วยต่างๆ ในบทเรียนตามความสนใจ ผลการเรียนของผู้เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลนี้ นอกจากจะใช้ในการทดสอบสมมติฐานทั้ง 2 ข้อแล้ว ยังช่วยตอบคำถามที่ว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองจากสื่อการเรียนโดยไม่ต้องมีครูสอนได้ดีหรือไม่ และผลที่ได้ยังจัดเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่ครอบคลุมในเรื่องการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มตามศักยภาพของตนตามหลักการ แนวทางการจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ต้องการได้เป็นอย่างดี

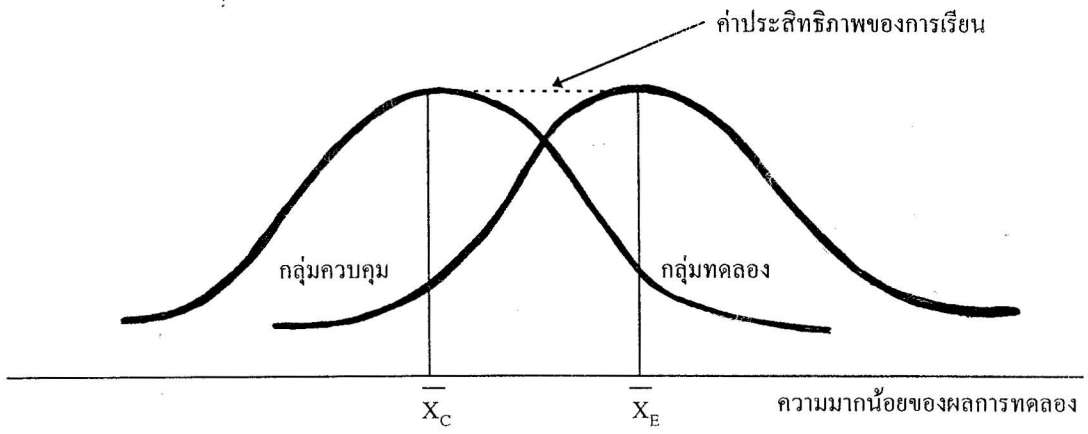
2. การเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการเรียนตามปกติในชั้นเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามหนังสือคู่มือครูและใช้หนังสือเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วทำการประเมินผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม เพื่อนำผลการเรียนมาหาค่าประสิทธิภาพการเรียน และนำผลการเรียนมาเปรียบเทียบกับผลการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล

คุณภาพของผู้เรียน

ประสิทธิภาพของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

ประสิทธิภาพของการเรียน (effect size) คือ ค่าเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่ปรับให้เป็นคะแนนมาตรฐาน โดยการหารด้วยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม (Glass. 1982 : 98 ; Bloom. 1984 : 17 ; Walberg. 1986 : 216) ค่าที่ได้มีชื่อเรียกต่างกัน เช่น ขนาดของผล (อุทุมพร จามรมาน. 2531 : 20) ค่าผลมาตรฐาน (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 18-19) หรือขนาดอิทธิพล (ศิริยุภา พูลสุวรรณ. 2530 : 34 ; สมบูรณ์ บูรศิริรักษ์. 2539 : 37 ; วีระพงษ์ แสง-ชูโต. 2540 : 57) หรือประสิทธิภาพของรูปแบบการสอน (ละเอียด รักษ์เผ่า. 2528 : 22) หรือประสิทธิภาพของการสอน (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2538 : 49) แต่เนื่องจากค่ามาตรฐานที่คำนวณได้ใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมาทำการคำนวณ ผู้วิจัยจึงเรียก ขนาดอิทธิพล (effect size) ในการวิจัยครั้งนี้ว่า ประสิทธิภาพของการเรียน

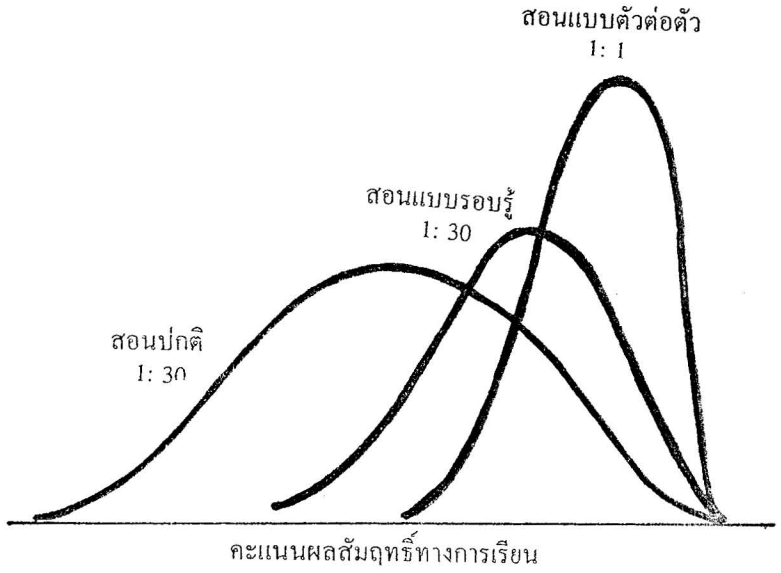
ค่าประสิทธิภาพของการเรียนที่คำนวณได้จะมีการแจกแจงอยู่ภายใต้โค้งปกติ ซึ่งสามารถหาพื้นที่ใต้โค้งเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมได้ (อุทุมพร จามามาน. 2531 : 21) ดังนี้



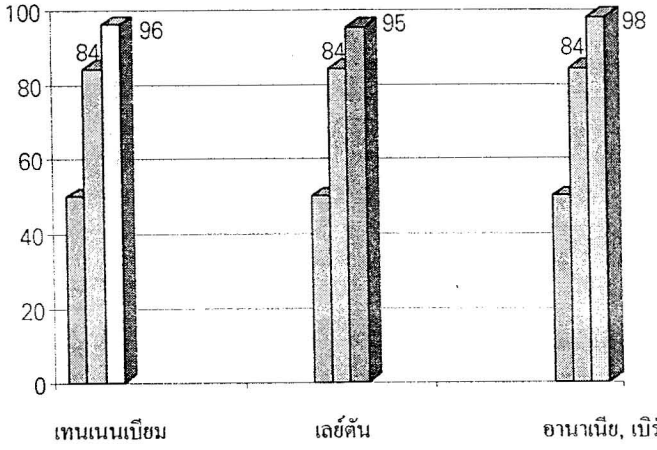
ภาพประกอบ 1 แสดงค่าประสิทธิภาพของการเรียนของกลุ่มทดลองที่อยู่เหนือกว่ากลุ่มควบคุม

ค่าประสิทธิภาพของการเรียนจะต้องได้จากการเปรียบเทียบผลการเรียนตามปกติของกลุ่มควบคุมในชั้นเรียนกับผลการเรียนของกลุ่มทดลองที่ทดลองเรียนด้วยรูปแบบต่างๆ ซึ่งพบว่ารูปแบบการเรียนที่ให้ค่าประสิทธิภาพของการเรียนสูงสุด (Bloom. 1984 : 4-5 ; citing Anania. 1981 and Burke. 1983) คือ การเรียนแบบตัวต่อตัวผสมผสานการเรียนแบบรอบรู้ ที่จัดให้ครูสอนนักเรียนตัวต่อตัว นักเรียนจะได้รับการสอนชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่องเป็นระยะเมื่อทดสอบระหว่าง

เรียนทำให้นักเรียนมีผลการเรียนสูงมีค่าประสิทธิภาพของการเรียนสูงเป็น 2 เท่าของผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติ (ครู 1 คนต่อนักเรียน 30 คน) และค่าประสิทธิภาพของการเรียนนี้สูงกว่ากลุ่มทดลองที่เรียนแบบรอบรู้ (ครูหนึ่งคนต่อนักเรียน 30 คน) นักเรียนจะได้รับการสอนแบบชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่องเป็นระยะๆ เมื่อทำการทดสอบระหว่างเรียนเหมือนการเรียนแบบตัวต่อตัว การเรียนในลักษณะนี้ให้ค่าประสิทธิภาพของการเรียนสูงเป็น 1 เท่าของผลการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติในชั้นเรียน (ครู 1 คนต่อนักเรียน 30 คน) ในปัจจุบันการจัดการศึกษาในระบบโรงเรียนนั้นไม่สามารถจัดการเรียนแบบตัวต่อตัวผสมผสานกับแบบรอบรู้ คือ จัดการเรียนแบบครูหนึ่งคนต่อนักเรียนหนึ่งคนให้กับนักเรียนทุกคนได้ เพราะเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรและต้องลงทุนในอัตราที่สูงมาก จึงเป็นหน้าที่ของนักการศึกษาที่จะต้องค้นคว้าหารูปแบบการสอนแบบต่างๆ เพื่อจัดการศึกษาให้ได้ผลเทียบเคียงเสมอเหมือนกับการจัดการเรียนแบบตัวต่อตัวแบบรอบรู้ เพราะผลการเรียนของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนตามรูปแบบตัวต่อตัวแบบรอบรู้นี้ มีค่าประสิทธิภาพของการเรียนสูงถึง 2 เท่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติ หมายถึง ผลการเรียนเฉลี่ยของผู้เรียนในกลุ่มทดลองสามารถถึงเกณฑ์รอบรู้ร้อยละ 98 ของกลุ่มควบคุม ซึ่งถือเป็นค่าสูงสุดที่สามารถจัดการศึกษาให้ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้ได้สูงถึงร้อยละ 98 คือ นักเรียนร้อยละ 98 มีผลการเรียนอยู่ในระดับดีมากและดี มีนักเรียนส่วนน้อยเพียงร้อยละ 2 เท่านั้นที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง นั่นคือ ไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับปรับปรุง หรือเรียนซ้ำเลย บลูม (Bloom. 1984 : 4) เรียกลักษณะการจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพเช่นนี้ว่า "ปัญหา 2 ซิกมา (2 sigma problem)" เนื่องจากตราบจนปัจจุบันนี้นักการศึกษายังคงต้องขบคิดค้นคว้า ศึกษาทดลองและพัฒนาค้นคิดหารูปแบบการเรียนรู้ใหม่ๆ เพื่อหาวิธีการที่จะจัดการศึกษาให้นักเรียนทุกคนในระบบโรงเรียนทุกโรงเรียนรอบรู้ได้ถึงเกณฑ์ร้อยละ 98 ซึ่งหมายถึงนักการศึกษาสามารถแก้ปัญหา 2 ซิกมาได้สำเร็จนั่นเอง การเรียนรู้ที่ทำให้ประสิทธิภาพของการเรียนรู้มีค่าสูงเกือบเทียบเคียงได้กับการสอนแบบตัวต่อตัว และสามารถทำให้ประสิทธิภาพของการเรียนมีค่าสูงถึง 1.7 หรือร้อยละ 96 ได้เมื่อจัดให้กลุ่มทดลองเรียนแบบรอบรู้ผสมผสานกับการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมผนวกกับการให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับที่ถูกต้องพร้อมกับให้การเสริมแรง และจัดให้กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติในห้องเรียน (Bloom. 1984 : 13 ; citing Tenenbaum. 1982) และพบว่า ถ้าจัดการเรียนแบบรอบรู้ผสมผสานกับการเสริมพื้นฐานก่อนการเรียนอย่างเป็นระบบจะทำให้ประสิทธิภาพของการเรียนมีค่าสูง 1.6 หรือร้อยละ 95 ได้ (กลุ่มทดลองเรียนแบบรอบรู้ผสมผสานกับการเสริมพื้นฐานก่อนการเรียนอย่างเป็นระบบ กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติในห้องเรียน) (Bloom. 1984 : 9 ; citing Leyton. 1983) ซึ่งแสดงตามภาพประกอบ 2 (Bloom. 1984 : 5) และภาพประกอบ 3 (Bloom. 1984 : 9, 13)



ภาพประกอบ 2 แสดงประสิทธิภาพของผลการเรียนแจกแจงตามวิธีสอน คือ การสอนตามปกติ (1: 30) การสอนแบบรอบรู้ (1 : 30) และการสอนแบบตัวต่อตัวผสมผสานแบบรอบรู้ (1 : 1)



ภาพประกอบ 3 แสดงค่าประสิทธิภาพของการเรียนของกลุ่มทดลองที่อยู่เหนือกว่ากลุ่มควบคุม ตามการทดลองของเทนเนนเนียม (Tenenbaum. 1982) เลย์ตัน (Leyton. 1983) อานาเนีย และเบิร์ก (Anania. 1981 and Burke. 1983)

เมื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนที่เกิดจากการสอนรูปแบบต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติโดยวิธีสังเคราะห์การวิจัยจำนวน 130 เรื่อง ระหว่างปีพุทธศักราช 2513 - 2526 พบว่า สามารถจัดกลุ่มการสอนตามรูปแบบการสอนได้ 13 รูปแบบ ดังตาราง 1 (ละเอียด รักษ์เผ่า. 2528 : 75)

ตาราง 1 แสดงค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของการสอนรูปแบบต่างๆ 13 รูปแบบ

แบบที่	รูปแบบการสอนที่ศึกษา	เทียบกับ	ประสิทธิภาพเฉลี่ย
1	บทเรียนโปรแกรม	การสอนปกติ	0.47
2	บทเรียนโปรแกรมให้ข้อมูลย้อนกลับแบบต่างๆ	การสอนปกติ	0.45
3	บทเรียนโมดูล	การสอนปกติ	0.45
4	การใช้สื่อทางโสตทัศนวัสดุหรือสื่อประสม	การสอนปกติ	0.45
5	การใช้สื่อประสม	สื่ออื่นๆ	0.15
6	สื่อที่วิเคราะห์ระบบ	การสอนปกติ	0.94
7	บอกจุดมุ่งหมาย	ไม่บอก	0.40
8	สอบย่อย	ไม่สอบย่อย	0.75
9	สอนซ่อมเสริมแบบต่างๆ	การสอนปกติ	0.71
10	สอนแบบสืบสวน-สอบสวน	การสอนปกติ	0.51
11	สอนแบบอุปมาน	แบบอนุมาน	-0.28
12	สอนแบบให้ผู้เรียนปฏิบัติ	แบบบรรยาย	0.48
13	การสอนแบบอื่นๆ	การสอนปกติ	0.44
	รวม		0.46

สรุปได้ว่า การสอนที่ใช้สื่อที่วิเคราะห์ระบบให้ค่าประสิทธิภาพของการสอนเฉลี่ยสูงถึง 0.94 ส่วนการสอนแบบอุปมานให้ค่าประสิทธิภาพการสอนเฉลี่ยต่ำ -0.28 และพบว่าประสิทธิภาพการสอน 13 รูปแบบเฉลี่ยเป็น 0.46 ซึ่งการใช้บทเรียนโปรแกรมมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.47 ส่วนการใช้บทเรียนโมดูล การใช้สื่อประสม การใช้บทเรียนโปรแกรมที่ให้ข้อมูลย้อนกลับแบบต่างๆ มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.45 และจากรายงานการสังเคราะห์วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตที่เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา 2518-2529 จำนวน 394 เรื่องพบว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมให้ผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติ มีประสิทธิภาพ 0.45 และการสอนที่ใช้วิธีสอนและเทคนิคใหม่ๆ รวมทั้งการใช้นวัตกรรมทางการสอนทุกชนิดในวิชาวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 48-63) ได้ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.10 และค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของนวัตกรรมที่ใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จำแนกตามระดับชั้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนไม่แตกต่างกันมากนัก (เกรด1-เกรด 4 เป็น 0.08 เกรด 5-เกรด 8 เป็น 0.12 และเกรด 9-เกรด 12 เป็น 0.10) (Willett and Yamashita. 1983 : 411-412) วอลเบอร์ก (Walberg. 1984 : 23-25) ศึกษาประสิทธิภาพของตัวแปรต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนจากงานวิจัยระหว่างปี 1970-1983 ประมาณ 3,000 เรื่อง พบว่า ตัวแปรกลุ่มการสอนมีอิทธิพลต่อผลการเรียนสูงกว่าตัวแปรกลุ่มความถนัดและตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน ตัวแปรกลุ่มการสอน 27 ตัวแปร ซึ่งผู้วิจัยสนใจศึกษาเพื่อนำมาใช้ในงานวิจัย 13 ตัวแปร แสดงในตาราง 2 (Walberb. 1984 : 24)

ตาราง 2 แสดงลำดับประสิทธิภาพของตัวแปรกลุ่มการสอน 13 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียน

ตัวแปร	ประสิทธิภาพของตัวแปร (Effect Size)
1. การเสริมแรง (reinforcement)	1.71
2. การชี้แนะและการแก้ไขข้อบกพร่อง (cues and feedback)	0.97
3. การเรียนเพื่อรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ (science mastery learning)	0.81
4. การเรียนรายบุคคลของเคลเลอร์ (personalized instruction)	0.57
5. การเรียนเสริม (tutoring)	0.40
6. การเรียนรายบุคคลทางวิทยาศาสตร์ (individualized science)	0.35
7. การวินิจฉัย (diagnostic prescriptive methods)	0.33
8. การเรียนรายบุคคล (individualized instruction)	0.32
9. คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (computer assisted instruction)	0.24
10. การสอนแบบสืบเสาะวิชาชีววิทยา (inquiry biology)	0.16
11. ขนาดห้องเรียน (class size)	0.09
12. บทเรียนโปรแกรม (programmed instruction)	-0.03
13. เวลาในการสอน (instructional time)	0.38

จากผลการวิจัยตัวแปรกลุ่มการสอนที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนมาก คือ การเสริมแรง การชี้แนะและการแก้ไขข้อบกพร่อง และการเรียนเพื่อรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยตัวแปรเหล่านี้ ผู้วิจัยใช้ประกอบการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมเชิงเส้น และใช้ในส่วนการประเมินผลรายจุดประสงค์ของแต่ละหน่วยการเรียน คือ เมื่อผู้เรียนตอบคำถามถูกจะได้รับการเสริมแรง เช่น การชมเชย หรือการให้กำลังใจ พร้อมกับได้รับการเฉลยคำตอบถูกซ้ำอีกครั้ง เพราะการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนทันทีที่เสร็จสิ้นการทดสอบทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามผิดจะได้รับการเสริมแรงและให้โอกาสตอบคำถามใหม่อีกครั้งก่อนที่จะทำการทดสอบข้อต่อไป และออกแบบให้โปรแกรมประมวลผลการเรียน เพื่อแจ้งผลการเรียนและแจ้งเวลาเรียนให้ผู้เรียนรู้เมื่อจบการเรียนแต่ละหน่วย นอกจากนั้นพบว่า ตัวแปรกลุ่มการสอนที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียน คือ การสอนแบบโปรแกรมการสอนตัวต่อตัว หรือการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนนั้น มีประสิทธิภาพ 0.40-(-0.03) เมื่อศึกษาการสังเคราะห์งานวิจัยทางด้านการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ถึงระดับวิทยาลัย ระหว่างปี 1964-1981 จำนวน 160 เรื่อง ได้ค่าประสิทธิภาพ 400 ค่า พบว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์รูปแบบต่างๆ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียนมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.34 และเป็นงานวิจัยที่ศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (เกรด 9-เกรด 12) มากกว่าระดับอื่นคิดเป็นร้อยละ 43 แต่ได้ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.29 ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ต่ำกว่าระดับอื่นๆ วิชาที่มีผู้สนใจทำการวิจัยมาก คือ วิชาชีววิทยาคิดเป็นร้อยละ 26 ได้ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.25 (Wise and Okey. 1983 : 430-431) และเฮาน์เชลและฮีล (Hounshell and Hill. 1989 : 544-546) รายงานว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (เกรด 10-เกรด12) ที่เรียนวิชาชีววิทยาจากคอมพิวเตอร์สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนชีววิทยาแบบบรรยาย (มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05) มีค่าประสิทธิภาพของการเรียนเป็น 0.44 และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาชีววิทยามีค่าประสิทธิภาพเป็น 0.37 ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลด้านผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเนื้อหาของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาแล้วกับการสอนตามปกติในชั้นเรียนว่า แตกต่างจากผลการวิจัยที่นำเสนอมากน้อยเพียงใด

เมื่อศึกษารายงานการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีการศึกษา 2518-2529 (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 48) พบว่า การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียน

แบบโปรแกรมทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนตามปกติ 0.45 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็น 0.15 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจากการศึกษาการรายงานการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสื่อการสอนระหว่างปีการศึกษา 2512-2529 จำนวน 517 เรื่อง จำแนกตัวแปรประเภทสื่อเป็น 3 ประเภท คือ สื่อทางเดียว สื่อสองทางและสื่อการสอนด้วยตนเอง พบว่า สื่อการสอนที่จัดให้ผู้เรียนใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองมีประสิทธิภาพ และสื่อแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน (ศิริยุพา พูลสุวรรณ. 2530 : 81,84) ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงประสิทธิภาพเฉลี่ยจำแนกตามกลุ่มตัวแปรระดับมัธยม กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ และตัวแปรประเภทสื่อ

ประเภทสื่อ	ระดับมัธยมศึกษา	วิชาวิทยาศาสตร์
สื่อทางเดียว	0.87	0.93
สื่อสองทาง	0.50	0.41
สื่อการสอนด้วยตนเอง	0.51	0.43

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ในระดับมัธยมศึกษานั้น สื่อทางเดียวมีประสิทธิภาพมากที่สุด สื่อสองทางและสื่อการสอนด้วยตนเอง (บทเรียนโปรแกรม บทเรียนโมดูล หรือชุดการสอน) วิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ 0.41-0.43 ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยใช้ค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอนทางเดียว และสื่อการสอนสองทางเป็นค่าเปรียบเทียบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจะมีค่าประสิทธิภาพการเรียนแตกต่างจากค่าประมาณ 0.40 เพียงใด เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์อเนกทัศน์เป็นสื่อที่มีลักษณะผสมผสานระหว่างสื่อการสอนสองทาง คือ เป็นสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวบทเรียนกับผู้เรียน และจัดเป็นสื่อการสอนด้วยตนเอง คือ ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติและเรียนด้วยตนเอง

เมื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนพบว่า การสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพิ่มขึ้น มีประสิทธิภาพทางการเรียนเฉลี่ยเป็น 0.3 (เท่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติ) และช่วยลดเวลาในการเรียนได้ร้อยละ 30 (Kulik and Kulik. 1989 : 278-279) และพบว่า ประสิทธิภาพ

ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย (เกรด 6 ถึงเกรด 12) ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้บทเรียน เช่น ถ้าผู้เรียนใช้เวลาเรียนประมาณ 4 สัปดาห์หรือน้อยกว่า 4 สัปดาห์แล้วค่าประสิทธิภาพการเรียนเป็น 0.5 ถ้าใช้เวลาเรียน 5 สัปดาห์ถึง 8 สัปดาห์มีค่าประสิทธิภาพ 0.3 และถ้าใช้เวลาในการเรียนนานกว่า 8 สัปดาห์ค่าประสิทธิภาพการเรียนรู้จะเหลือเพียง 0.2 (Wise and Okey. 1983 : 433 ; Clark and Salomon. 1986 : 466 ; Clark. 1992 : 807 ; Clark and Sugrue. 1995 : 354) คูลิก, คูลิกและโคเฮน์ (Kulik, Kulik and Cohen. 1980 : 534-537) สังเคราะห์งานวิจัยในวิทยาลัยครูเกี่ยวกับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน หรือ CBI (Computer Based Instruction) ระหว่างปี 1967-1978 จำนวน 59 เรื่อง รายงานว่า มีงานวิจัย 37 เรื่องที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วย CBI กับการสอนแบบดั้งเดิมได้ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.25 และเจตคติต่อวิชาของผู้เรียนด้วย CBI จำนวน 7 เรื่องมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.18 สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างปีพุทธศักราช 2527 ถึง 2539 พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพการเรียนรู้เฉลี่ย 0.37 (วีระพงษ์ แสง-ชูโต. 2540 : 72) จากรายงานการวิจัยที่ศึกษาในเบื้องต้นนี้ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งนำไปให้ผู้เรียนใช้มีประสิทธิภาพในการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงกว่าการเรียนรู้ตามปกติในชั้นเรียน เป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่พัฒนาขึ้นว่า มีประสิทธิภาพหรือไม่ และสามารถทำให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยตนเองเกิดการเรียนรู้ในระดับใด เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนตามปกติในชั้นเรียน และค่าประสิทธิภาพการเรียนจะสูงกว่า 0.40 หรือไม่ (ดังระบุในสมมติฐานข้อ 2 หน้า 69)

คุณภาพของผู้เรียน

ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ และเจตคติต่อเนื้อหา

คุณภาพทางการศึกษา หมายถึง การที่ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะต่างๆ ครบถ้วนตามความคาดหวังของหลักสูตร (ทดสอบทางการศึกษา. 2540 : 12) และคุณภาพของการศึกษานั้น จัดเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออนาคตของชาติในโลกยุคข่าวสารข้อมูล จึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของการศึกษา ซึ่งเน้นที่ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541 : ก, 9) โดยการประเมินคุณภาพของนักเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินด้านคุณลักษณะ (วิชาการ. 2533 : 6 ; ทดสอบทางการศึกษา. 2538 ข : คำนำ) การประเมินผลการ

จัดการศึกษาระดับชาติควรตั้งจุดประสงค์ เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวบ่งชี้ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อนำผลมาใช้ในการกำหนดนโยบายด้านการปรับปรุงคุณภาพการจัดการศึกษา และการเรียนการสอนและสามารถใช้ผลการประเมินเพื่อวัตถุประสงค์ระดับรายบุคคล คือ การใช้ข้อมูลเพื่อการแนะแนวทางการศึกษา และเพื่อวางแผนพัฒนาตนเองของนักเรียนแต่ละบุคคล โดยใช้ผลการเรียนหรือคะแนนจากการสอบวัดกับ 1) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการกำหนดนโยบายและใช้ในการตัดสินใจ 2) กลุ่มเป้าหมายของการรายงานผลการเรียนหรือผลการประเมิน คือ ผู้เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอน ได้แก่ ครูผู้สอน ครูแนะแนว ตัวผู้เรียน และผู้ปกครอง (ทดสอบทางการศึกษา. 2538 ก : 4-5 ; อ้างอิงมาจาก National Governors Association และ Council of Chief State School Offices)

ครูผู้สอนทำการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนเป็นรายวิชาเมื่อเสร็จสิ้นการสอนในภาคเรียนหนึ่งๆ และประเมินผลการเรียนของผู้เรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชาตามที่กำหนดในหลักสูตร เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนและตัดสินผลการเรียน ซึ่งการตัดสินผลการเรียนทำได้โดยนำคะแนนระหว่างภาคเรียนรวมกับคะแนนปลายภาคเรียนตามอัตราส่วนที่กลุ่มโรงเรียนกำหนดไว้แล้ว นำมาเปลี่ยนเป็นระดับผลการเรียน อาจกำหนดช่วงระดับผลการเรียนดังนี้ (กรมวิชาการ. 2535 ก : 4-16, 17-24)

ระดับผลการเรียน	ความหมาย	ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ
4	ผลการเรียนดีมาก	80 -100
3	ผลการเรียนดี	70 - 79
2	ผลการเรียนปานกลาง	60 - 69
1	ผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด	50 - 59
0	ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	0 - 49

การตัดสินผลการเรียนประกอบด้วย 1) คะแนนจากการวัดผลและประเมินผลระหว่างเรียน (วัดรายจุดประสงค์) 2) คะแนนจากการวัดผลกลางภาค (วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย) 3) คะแนนจากการประเมินคุณลักษณะ (ด้านจิตพิสัย) 4) คะแนนจากการวัดผลปลายภาค (วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย) โดยอัตราส่วนของคะแนนระหว่างภาคเรียนมากกว่าปลายภาคเรียนเพราะ จุดมุ่งหมายของการเรียนต้องการให้ผู้เรียนได้บรรลุไปทีละจุดประสงค์ และจุดประสงค์ใดที่ไม่ผ่านผู้สอนจะต้องสอนซ่อมเสริมให้กับผู้เรียน การสอนและการประเมินผลจะดำเนินควบคู่กันไปตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ผู้เรียนได้สนใจในการเรียนอย่างสม่ำเสมอ การประเมินผลปลายภาคเรียนเป็นการประเมินผลเพื่อดูผลรวม การแบ่งอัตราส่วนของคะแนนระหว่าง

ภาคเรียนและปลายภาคเรียนขึ้นอยู่กับข้อตกลงของกลุ่มโรงเรียนอาจยึดแนวทางต่อไปนี้ หรือปรับเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นก็ได้ ดังตัวอย่าง เช่น

ก. อัตราส่วนคะแนน 50 : 50 อาจแยกเป็น

คะแนนจากการวัดผลและประเมินผลระหว่างเรียน	20 ส่วน
คะแนนจากการวัดผลกลางภาค	20 ส่วน
คะแนนจากการประเมินคุณลักษณะ	10 ส่วน
คะแนนจากการวัดผลปลายภาค	50 ส่วน

ข. อัตราส่วนคะแนน 60 : 40 อาจแยกเป็น

คะแนนจากการวัดผลและประเมินผลระหว่างเรียน	20 ส่วน
คะแนนจากการวัดผลกลางภาค	30 ส่วน
คะแนนจากการประเมินคุณลักษณะ	10 ส่วน
คะแนนจากการวัดผลปลายภาค	40 ส่วน

ค. อัตราส่วนคะแนน 70 : 30 อาจแยกเป็น

คะแนนจากการวัดผลและประเมินผลระหว่างเรียน	30 ส่วน
คะแนนจากการวัดผลกลางภาค	30 ส่วน
คะแนนจากการประเมินคุณลักษณะ	10 ส่วน
คะแนนจากการวัดผลปลายภาค	30 ส่วน

ง. อัตราส่วนคะแนน 80 : 20 อาจแยกเป็น

คะแนนจากการวัดผลและประเมินผลระหว่างเรียน	40 ส่วน
คะแนนจากการวัดผลกลางภาค	25 ส่วน
คะแนนจากการประเมินคุณลักษณะ	15 ส่วน
คะแนนจากการวัดผลปลายภาค	20 ส่วน

กล่าวโดยสรุป คือ ผลการเรียนของผู้เรียนประกอบด้วยคะแนนจากการวัดและประเมินผล 3 ส่วน คือ 1) คะแนนจากการวัดผลรายจุดประสงค์ อาจใช้วิธีตรวจแบบฝึกหัด ตรวจผลงาน ซักถาม อภิปรายระหว่างเรียน ทดสอบหรือวิธีอื่นๆ ตามความเหมาะสมเป็นการเก็บคะแนนจากวิธีการต่างๆ หลายวิธี 2) คะแนนจากการวัดผลกลางภาคเรียน เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ผลจากการสอบกลางภาคนี้ ถ้าผู้เรียนได้คะแนนไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็ม ผู้สอนจะต้องดำเนินการสอนซ่อมเสริม และให้โอกาสผู้เรียนสอบแก้ตัวเฉพาะจุดประสงค์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยให้สอบแก้ตัวได้ 1 ครั้ง ผลการสอบแก้ตัวให้ได้คะแนนจากการสอบกลางภาคนี้ไม่เกินครึ่งของคะแนนเต็ม การกำหนดเกณฑ์การผ่านแต่ละจุดประสงค์จะกำหนด

ตามความสำคัญของจุดประสงค์ แต่เกณฑ์ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 สำหรับคะแนนจากการวัดผลปลายภาคเรียน เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยที่ต้องการตรวจสอบผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนมาตลอดภาคเรียน จึงต้องวัดให้ครอบคลุมจุดประสงค์ปลายทางทุกจุดประสงค์หรือจุดประสงค์ที่สำคัญ 3) คะแนนจากการประเมินคุณลักษณะ (ด้านจิตพิสัย) (กรมวิชาการ. 2535 ก : 21) ทำให้สามารถสรุปได้ว่า คะแนนผลการเรียนของผู้เรียนอย่างน้อยร้อยละ 45 เป็นคะแนนที่ได้มาจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (เมื่อแบ่งอัตราส่วนของคะแนนระหว่างภาคและปลายภาคเรียนตามแบบ ง. คือ 80 : 20)

สำหรับผลการเรียนของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามโครงสร้างที่ 1 (เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ) นั้น ยังคงยึดหลักการประเมินเหมือนกับรายวิชาต่างๆ ตามที่กำหนดในหลักสูตร คือ ประเมินจากผลการเรียนของผู้เรียนที่ได้จากการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัยและด้านจิตพิสัย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 ก : คำนำ) เพราะการวัดผลเป็นการวัดความรู้ความสามารถ หรือวัดผลการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการหรือเครื่องมือวัดผลที่ได้จากการวัดจะนำไปใช้ในการประเมินผล ส่วนการประเมินผลเป็นการนำข้อมูลจากการวัดผลมาพิจารณาและลงข้อสรุป เพื่อตัดสินผลการเรียนเป็นรายบุคคล หรือเพื่อประเมินผลการเรียนการสอนโดยส่วนรวม ผลจากการประเมินอาจเป็นการตัดสินได้-ตก หรือเป็นระดับคะแนน หรือผ่าน-ไม่ผ่าน หรือได้ผลตรงตามจุดประสงค์-ไม่ตรงตามจุดประสงค์ เพื่อนำผลที่ได้จากการวัดและประเมินผลนั้น มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน และใช้เพื่อตัดสินผลการเรียน ในส่วนของการประเมินผลตาม (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2541 มีแนวทางดังนี้ (กรมวิชาการ. 2541 : 57-58 ; ศูนย์พัฒนาหลักสูตร. 2541 : 15-16) การประเมินผลในระดับสถานศึกษาเป็นการประเมินผลเพื่อพัฒนาผู้เรียน และประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียน และเพื่อขอรับประกาศนียบัตร ภายใต้การกำกับของคณะกรรมการโรงเรียน ซึ่งการประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียนจะประเมินตามมาตรฐาน และตัวบ่งชี้ความสำเร็จของแต่ละช่วงชั้น คือ 1) กระบวนการประเมินต้องทำควบคู่กับกระบวนการเรียนการสอน (ผู้เรียนที่มีผลการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินให้เรียนซ่อมเสริม ในกรณีที่ผู้เรียนซ่อมเสริมไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ให้อยู่ในดุลยพินิจของสถานศึกษาที่จะให้ผู้เรียนเรียนซ้ำได้) 2) ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนด้วยวิธีประเมินจากสภาพจริง ใช้แฟ้มสะสมงาน การประเมินตนเองของผู้เรียน การบันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง เป็นต้น 3) ให้ผู้สอนเป็นผู้กำหนดรูปแบบการประเมินผลและวิธีการเก็บคะแนน สำหรับผู้เรียนที่อยู่ในช่วงชั้นปีที่ 10-12 จะประเมินผลการเรียนเป็นรายภาคเรียน โดยใช้ระบบการประเมินให้ระดับผลการเรียนตามเกณฑ์ และผู้เรียนต้องได้หน่วยกิตตามสาระการเรียนรู้พื้นฐาน หน่วยกิตตามสาระการเรียนรู้เลือก

และหน่วยกิตของโครงงานตามสาระการเรียนรู้พื้นฐาน และหน่วยกิตโครงงานตามความสนใจตามที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ และมีผลการเรียนเฉลี่ยสะสมเท่ากับ 2.00 จึงขอรับประกาศนียบัตรการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ ซึ่งมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานและตัวบ่งชี้ความสำเร็จ คือ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนไว้ 18 มาตรฐาน แล้วนำมาตรฐานแต่ละมาตรฐานมากำหนดคุณภาพมาตรฐานของผู้เรียนตามช่วงชั้น เป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จของแต่ละช่วงชั้น โดยส่วนกลางจะกำหนดมาตรฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้ และตัวบ่งชี้ความสำเร็จของช่วงชั้นปีที่ 1-3, 4-6, 7-9 และ 10-12 ทั้ง 8 กลุ่มไว้ หมายถึง ผู้ประเมินจะต้องยึดมาตรฐานและตัวบ่งชี้ความสำเร็จที่กำหนดไว้ เป็นเป้าประสงค์หลักของการประเมินผลการเรียนตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ของผู้เรียนขณะที่อยู่ในสถานศึกษา หรือในขณะที่ผู้สอนทำการประเมิน โดยคาดหวังว่า การประเมินในลักษณะดังกล่าวจะสามารถพัฒนาผู้เรียนได้เต็มตามศักยภาพ สอดคล้องกับความต้องการของสังคม ตรงตามจุดประสงค์หลักของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ที่กำหนดไว้ แต่กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2541 นี้ เป็นแนวคิดที่กรมวิชาการนำเสนอประกอบการประชุมพิจารณ์เพื่อให้ทันกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.... ที่จะประกาศใช้ต่อไป

กล่าวได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์หลักที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านต่อไปนี้ 1) รู้หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 2) มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4) สื่อความหมายและสามารถตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม 5) นำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตและ 6) มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 ก : คำนำ) จากจุดประสงค์หลักของวิชาวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ปรับเป็นจุดประสงค์หลักในการวิจัยครั้งนี้ 4 ประการ คือ 1) ให้ความรู้ หลักการพื้นฐานในเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 2) ให้คิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 3) สามารถสื่อความหมายและตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรมได้อย่างเหมาะสมและ 4) มีเจตคติที่ดีต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมและผู้วิจัยใช้จุดประสงค์หลักทั้ง 4 นี้เป็นจุดประสงค์ในการสร้าง 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรม 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยและ 3) แบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม เมื่อนำจุดประสงค์หลักทั้ง 4 นี้ไปเทียบเคียงกับ (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2541 จะพบว่า มีจุดหมายคล้ายคลึงกัน เช่น จุดประสงค์ข้อ 1 และ 2 สามารถเทียบเคียงได้กับจุดหมายหรือคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ว่า มีความรู้ มีทักษะที่จำเป็น มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต และมีความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา มีวิสัยทัศน์ ส่วนจุดประสงค์ข้อ 3 และ 4 สามารถเทียบเคียงได้

กับมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน หรือคุณภาพตามมาตรฐานที่ว่า มีทักษะการสื่อสาร และมีเจตคติที่ดี เป็นต้น และมีส่วนที่แตกต่างกัน คือ จุดประสงค์หลักทั้ง 4 นี้เป็นจุดประสงค์ที่ระบุเฉพาะ การเรียนของผู้เรียนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรมเท่านั้น

เนื่องด้วยสิ่งสำคัญที่ผู้สอนใช้ในการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน คือ คะแนนผลการเรียนที่ผู้เรียนต้องทำคะแนนได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 (เมื่อใช้อัตราส่วนของคะแนนกลางภาคกับอัตราส่วนของคะแนนปลายภาคตามแบบ ก, ข และ ค) เป็นคะแนนที่ได้จากการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นตัวแปรตามของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูมและคลอปเฟอร์ (Bloom, Hastings and Madaus. 1971 : 141-159 ; Klopfer. 1971 : 559-641 ; Bloom. and others. 1979 : 1-124) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 ก : 3-27) จำแนกระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยหรือด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดเป็น 4 ลำดับขั้นดังนี้ 1) ความรู้-ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แต่ด้วยเหตุที่เรื่องมรดกทางพันธุกรรมนั้น ประกอบด้วยการทดลองที่ใช้ทักษะการสังเกตทั้งหมด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2534 ก : 8-12) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำจุดประสงค์หลัก (ทั้ง 4 ประการข้างต้น) เป็นแนวในการจำแนกระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียนในระดับพฤติกรรม 3 พฤติกรรม คือ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจและ 3) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ แต่ละพฤติกรรมมีรายละเอียดดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 ก : 3-17) 1) ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์มโนมติ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยให้คำจำกัดความ หรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์และระลึกถึงข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมด้านความรู้-ความจำ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนระลึกถึงเรื่องราว หรือความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วอย่างตรงไปตรงมา โดยทั่วไปการวัดผลครั้งหนึ่งควรถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละยี่สิบของข้อสอบทั้งหมด 2) ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออก โดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนก ระบุ จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่างให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ

แผนภูมิและแผนภาพ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่งได้ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบาย หรือบรรยายความรู้ต่างๆ ด้วยคำพูดของตนเอง หรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพหรือแผนภาพเป็นต้น 3) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบบยกสถานการณ์ใหม่ๆ หรือปัญหาใหม่มาให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความเข้าใจแนวคิดหลักที่เกี่ยวกับปัญหา หรือสถานการณ์รวมทั้งต้องใช้ความสามารถระดับสูง ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า ตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหานั้น เมื่อศึกษาการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และการประเมินผลการปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์ (เช่น วิชาไฟฟ้า) ด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย พบว่า เพศชายทำคะแนนได้สูงกว่าเพศหญิง เพศหญิงจะทำได้ดีในกิจกรรมการจัดจำแนก (Ruiz-Primo and Shavelson. 1996 : 1058) สำนักทดสอบทางการศึกษา (2538 ค : 23) รายงานผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายปีการศึกษา 2531-2536 ไว้ดังนี้ ในปีการศึกษา 2531 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 49.320 และคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในปีการศึกษา 2533 เป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 55.440 และในปีการศึกษา 2535 คะแนนเฉลี่ยลดลงเป็นร้อยละ 53.963 (คะแนนเฉลี่ย 16.78 จากคะแนนเต็ม 30 ซึ่งกำหนดคะแนนจุดตัดขั้นต่ำที่คะแนน 10 หรือร้อยละ 33.33 และคะแนนจุดตัดขั้นสูงที่คะแนน 18 หรือร้อยละ 59.99) (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2538 ข : 11-20) และในปีการศึกษา 2536 คะแนนเฉลี่ยลดลงเหลือร้อยละ 52.373 (คะแนนเฉลี่ย 15.71 จากคะแนนเต็ม 30 ซึ่งกำหนดคะแนนจุดตัดขั้นต่ำที่คะแนน 12 หรือร้อยละ 40 และคะแนนจุดตัดขั้นสูงที่คะแนน 20 หรือร้อยละ 66.67) (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2538 ค : 14-23) ทำให้สามารถแปลความหมายได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้านความรู้ ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชาติของปีการศึกษา 2535 และปีการศึกษา 2536 อยู่ในระดับปานกลาง (สูงกว่าคะแนนจุดตัดขั้นต่ำทั้งสองปี) แต่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำเมื่อใช้เกณฑ์ต่ำกว่าคะแนนร้อยละ 60 (เกณฑ์ประเมินผลการเรียนเป็นช่วงระดับผลการเรียน) (กรมวิชาการ. 2535 ก : 24) นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโปรแกรมการเรียนศิลปศึกษามีคะแนนเฉลี่ยด้านความสนใจทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยด้านความพยายามศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมอยู่เสมอต่ำกว่าเกณฑ์มาก (ศักดิ์ชัย อดิสรณกุล. 2532 : บทคัดย่อ) และเลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ทั่วไปมากกว่านักเรียนที่สนใจวิทยาศาสตร์ (สมบูรณ์

ชิตพงศ์. 2539 : 72) และพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของเนื้อหาเรื่องต่างๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.30 ถึง 6.54 คะแนนจากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.67 ถึงร้อยละ 43.6 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ (สาขาวิจัยและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2540 : 39) อาจมีสาเหตุมาจาก ผู้เรียนมีปัญหาเกี่ยวกับการเรียนทางด้านพุทธิพิสัย เช่น มีความรู้แต่จำไม่ได้ หรือไม่เข้าใจเนื้อหา หรือไม่สามารถนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตอบคำถาม ปัญหาดังกล่าวจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และเป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ต้องศึกษา ทบทวน หาวิถีทางในการปรับแก้คุณภาพของการเรียนการสอนเมื่อผลการประเมินแปลความหมายได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอยู่ในระดับต่ำ ผู้วิจัยจึงใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) เป็นตัวแปรตามของการวิจัยในครั้งนี้

ส่วนผลการเรียนด้านคุณลักษณะของผู้เรียน ซึ่งเป็นการประเมินผลด้านจิตพิสัยของวิชาวิทยาศาสตร์ที่สามารถประเมินได้มีอยู่ 2 ส่วนคือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 ก : 28-30) ในทางปฏิบัติการประเมินจิตพิสัยเป็นเรื่องที่ทำได้ยากด้วยแบบทดสอบชนิดเขียนตอบ เพราะเป็นความรู้สึกที่อยู่ภายใน การประเมินผลจิตพิสัยจึงควรประเมินจากพฤติกรรม/ลักษณะบ่งชี้ ที่นักเรียนแสดงออกมาในระยะเวลายาวนานพอสมควร และประเมินอย่างสม่ำเสมอ สามารถพิจารณาจากลักษณะบ่งชี้ หรือประเมินจากพฤติกรรม เพื่อสรุปเป็นคุณลักษณะต่างๆ เช่น 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม 3) ความมีเหตุผล 4) ความมีระเบียบและรอบคอบ 5) ความซื่อสัตย์ 6) ความใจกว้าง 7) มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ 8) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและ 9) ความประหยัด เป็นต้น เมื่อศึกษาตัวแปรบางตัวในภาพรวม เช่น องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางด้านเจตคติของนักเรียนต่อวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า เจตคติของนักเรียนต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 56 ; วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2533 : 16 ; สุวพร เซ็มเฮง. 2539 : 28-34) และผลของการสังเคราะห์งานวิจัยพบว่า ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น 1) ค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (เกรด 10) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (เกรด 11) มีความสัมพันธ์ทิศทางบวกในระดับต่ำ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.22) แต่ค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (เกรด 12) (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.12) 2) ค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของนักเรียนชายเท่ากับ 0.26 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของนักเรียนหญิงเท่ากับ 0.25) และ 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Willson. 1983 : 843, 847) เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้านต่างๆ เช่น องค์ประกอบด้านตัวนักเรียน ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ความสูง พื้นเพความรู้เดิม การเรียนซ้ำชั้น การขาดเรียน และสุขภาพอนามัย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2530 ก : 45) จึงเป็นเหตุให้อนุมานได้ว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอีกตัวแปรหนึ่ง คือ เจตคติของผู้เรียนต่อเนื้อหาวิชา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการประเมินจิตพิสัยของผู้เรียนด้านเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม เป็นตัวแปรตามของการวิจัยในครั้งนี้

แผนการเรียนของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แผนการเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ก : 89 ; กรมสามัญและกรมวิชาการ. 2526 : 18) หมายถึง การกำหนดรายวิชาให้เรียน มีวิชาบังคับ วิชาเลือกและวิชาเลือกเสรี (ถ้ามี) อย่างมีเป้าหมาย ซึ่งนักเรียนและโรงเรียนจะพิจารณาร่วมกันแล้วตามความรู้ความสามารถ ความสนใจและความต้องการในอนาคตของนักเรียน โดยคำนึงว่า นักเรียนจะมุ่งไปในทางใด เพื่อต้องการเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา หรือต้องการประกอบอาชีพ นักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแต่ละคนจะมีแผนการเรียนของตนเอง โรงเรียนควรจัดแผนการเรียน (กรมสามัญและกรมวิชาการ. 2526 : 18) ให้นักเรียนได้เลือกได้หลายๆ แผน โดยคำนึงถึงความพร้อมของโรงเรียนเป็นหลักในการพิจารณา ได้แก่ บุคลากร สถานที่และอุปกรณ์การเรียนการสอน การจัดแผนการเรียนจะจัดตามโครงสร้างของหลักสูตร หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรและรายวิชาในหลักสูตร เพื่อให้ตรงกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ซึ่งโรงเรียนสามารถพิจารณาปรับปรุง ให้เหมาะสมตามสภาพของแต่ละโรงเรียน โดยทั่วไปแผนการเรียนหลักมี 3 ลักษณะ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ก : 89) คือ

1. แผนการเรียนที่เน้นทางศิลปศาสตร์ทุกแผนการเรียน เรียนวิทยาศาสตร์พอเป็นพื้นฐานตามโครงสร้างที่ 1 ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ แผนการเรียนลักษณะนี้อาจมีข้อแตกต่างดังนี้

1.1 แผนการเรียนที่เลือกเรียนภาษาต่างประเทศ 2 ภาษา ซึ่งแต่ละโรงเรียนอาจใช้ชื่อเรียกแผนการเรียนต่างกัน เช่น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน (2541) เรียกแผนการเรียนภาษาต่างประเทศ 2 ภาษาว่า แผนการเรียนภาษาอังกฤษ-ฝรั่งเศส หรือภาษาอังกฤษ-ภาษาเยอรมัน ส่วนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2541 : 37) เรียกว่า แผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศส หรือแผนการเรียน 2 ก และแผนการเรียนศิลป์ภาษาเยอรมัน หรือแผนการเรียน 2 ข สำหรับโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) (2541 : 33-34) เรียกว่า แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส

1.2 แผนการเรียนที่เลือกภาษาต่างประเทศ 1 ภาษาและสังคมศึกษา อาจเรียกว่า แผนการเรียนภาษาอังกฤษ-สังคมศึกษา เช่น โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา (2541) เรียกแผนการเรียนนี้ว่า แผนการเรียนอังกฤษ-สังคม

1.3 แผนการเรียนที่เลือกภาษาต่างประเทศ 1 ภาษาและคณิตศาสตร์ อาจเรียกว่า แผนการเรียนภาษาอังกฤษ-คณิตศาสตร์ เช่น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2541) เรียกว่า แผนการเรียนศิลป์คณิต หรือ แผนการเรียน 2 ค ส่วนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน (2541) เรียกว่า แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ แต่โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) (2541 : 35-38) จัดแผนการเรียนที่เลือกเรียนภาษาต่างประเทศ 1 ภาษาและคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 แผนการเรียน คือ 1) แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 หรือแผนการเรียนศิลป์-คณิต กข เรียนเน้นหนักทางคณิตศาสตร์ 2) แผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 หรือแผนการเรียนศิลป์-คณิต ก เรียนคณิตศาสตร์พอเป็นพื้นฐาน

1.4 แผนการเรียนที่เลือกเรียนภาษาไทย และสังคมศึกษา เช่น โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2541) เรียกแผนการเรียนนี้ว่า แผนการเรียนศิลป์ภาษาไทย-สังคมศึกษา หรือแผนการเรียน 2 ง

2. แผนการเรียนที่เน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ ต้องเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยาอย่างละ 1 รายวิชาเป็นวิชาบังคับเลือก ในภาคเรียนที่ 1 ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเลือกเรียนเป็นวิชาเลือกเสรีได้ในภาคเรียนต่อไป

3. แผนการเรียนที่เน้นทางอาชีพ

สำหรับตัวผู้เรียน การเลือกแผนการเรียนมีความสำคัญเพราะ แผนการเรียนจะกำหนดวิชาบังคับเลือก และวิชาเลือกเสรี กล่าวคือ วิชาเลือกตามแผนการเรียน ให้เลือกจากหมวดวิชาต่างๆ ให้เป็นไปตามแผนการเรียน และให้เรียนวิชาเลือกเสรี เพิ่มเติมเพื่อเสริมวิชาเลือกตามแผนการเรียน หรือเพื่อสนองความสนใจพิเศษ โดยเลือกจากหมวดวิชาในวิชาเลือก (คณะครุศาสตร์และกรม

วิชาการ. 2528 : 40) ซึ่งจะมีผลต่อการจบหลักสูตร เพราะต้องเรียนให้ครบตามแผนการเรียนที่กำหนดไว้ โรงเรียนต้องจัดรายวิชาเลือกต่างๆ ให้สอดคล้องกันเป็นแผนการเรียนที่มีทิศทาง และจุดมุ่งหมายว่า ผู้เรียนจะมุ่งเน้นไปในทางใด เพราะเกณฑ์การจบหลักสูตรของนักเรียนแต่ละคน จะมีแผนการเรียนเป็นตัวกำหนดวิชาบังคับและวิชาเลือก จำนวนคาบที่ต้องเรียนทั้งหมดในภาคเรียนหนึ่งๆ นักเรียนจะต้องเรียนวิชาต่างๆ ให้ครบตามที่กำหนดไว้ในแผนการเรียน ทุกแผนการเรียนจะกำหนดวิชาบังคับไว้เท่ากัน แต่ละแผนการเรียนจะกำหนดจำนวนหน่วยการเรียนทั้งหมดไว้เป็นจำนวนต่างกัน การเปลี่ยนรายวิชาบางรายวิชาในแผนการเรียนของผู้เรียน ที่ไม่กระทบกระเทือนต่อแนวทางศึกษาต่อ หรือเป้าหมายของการประกอบอาชีพไม่ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแผนการเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ก : 7-14, 89 ; กรมสามัญและกรมวิชาการ. 2526 : 18) จากการติดตามผลการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 พบว่า โรงเรียนจะจัดแผนการเรียนตามความพร้อมของโรงเรียน โรงเรียนประมาณร้อยละ 80 จัดแผนการเรียนให้นักเรียนเลือกได้มากกว่า 4 แผนการเรียน และการจัดแผนการเรียนจะจัดตามความพร้อมของโรงเรียนในด้านบุคลากร อาคารสถานที่มากกว่าจัดตามความถนัด หรือจัดตามความต้องการของนักเรียน โรงเรียนระดับจังหวัด และระดับอำเภอจัดแผนการเรียนโดยเน้นวิชาสามัญเป็นหลัก มีประเด็นที่ควรพิจารณา คือ 1) โรงเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 92 จัดแผนการเรียนตามความพร้อมของโรงเรียน และมีโรงเรียนร้อยละ 26 จัดแผนการเรียนตามที่มีนักเรียนเลือกเรียน 2) โรงเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 62 จัดนักเรียนเข้าแผนการเรียนโดยวิธีการสอบคัดเลือก และร้อยละ 48 จัดตามที่นักเรียนสมัครใจเลือก 3) โรงเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 87 จัดแผนการเรียนเน้นหนักทางด้านวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ รองลงมาร้อยละ 80 จัดแผนการเรียนเน้นหนักทางด้านศิลป์-ภาษา และร้อยละ 64 จัดแผนการเรียนเน้นหนักทางด้านวิชาอาชีพ (คณะครุศาสตร์และกรมวิชาการ. 2528 : 52-56)

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จัดแผนการเรียนที่เน้นทางศิลปศาสตร์ออกเป็น 3 แผนการเรียน (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. 2541 : 27-38) คือ 1) แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส เรียนเน้นหนักทางด้านภาษา โดยนักเรียนที่เลือกเรียนแผนการเรียนนี้ ต้องมีผลการเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในหมวดวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และสังคม แต่ละหมวดไม่ต่ำกว่า 2.0 หรือมีคะแนนเฉลี่ยสะสมในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไม่ต่ำกว่า 2.0 2) แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 หรือแผนการเรียนศิลป์-คณิต กข เรียนเน้นหนักทางด้านคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนที่เลือกเรียนแผนการเรียนนี้ ต้องมีผลการเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เฉพาะหมวดวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และสังคม ในแต่ละหมวดวิชาไม่น้อยกว่า 2.0 หรือมีคะแนนเฉลี่ยสะสมในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไม่น้อยกว่า 2.0 3) แผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 หรือแผนการเรียนศิลป์-คณิต ก เรียนคณิตศาสตร์พอเป็น

พื้นฐาน โดยนักเรียนที่เลือกเรียนแผนการเรียนนี้ ต้องมีผลการเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เฉพาะหมวดวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และสังคม ในแต่ละหมวดวิชาไม่น้อยกว่า 1.5 ซึ่งนักเรียนในแผนการเรียนทั้งสาม เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พอเป็นพื้นฐาน คือ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ (กรมวิชาการ. 2535 ค : 110) ไม่ได้เรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์โดยตรง อาจจะไม่เรียนวิทยาศาสตร์ต่อในระดับอุดมศึกษา หรือไม่ต้องการจะเรียนวิทยาศาสตร์สาขาอื่น และมีแนวโน้มที่ไม่อยากเรียนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. 2534: 1) และเป็นนักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม (ศักดิ์ชัย อดิสรณกุล. 2532 : บทคัดย่อ) เมื่อศึกษารายงานสถิติผลการสอบของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) พบว่า ผลการเรียนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนแต่ละแผนการเรียนในปีการศึกษา 2540 มีความแตกต่างกัน ดังตาราง 4 (ฝ่ายวัดผลและประเมินผล. 2541)

ตาราง 4 แสดงระดับผลการเรียนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ แยกตามแผนการเรียน ประจำภาคเรียนที่ 1-2 และระดับผลการเรียนเฉลี่ยปีการศึกษา 2540

แผนการเรียน	ภาคเรียนที่ 1	ภาคเรียนที่ 2	ผลการเรียนเฉลี่ยปี 40	จำนวนผู้เรียน
1. ศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส	1.76	1.53	1.65	128
2. ศิลป์-คณิต 1	2.26	2.29	2.28	172
3. ศิลป์-คณิต 2	1.50	1.45	1.47	180

จากตารางสรุปได้ว่า ผลการเรียนของนักเรียนแต่ละแผนการเรียนมีค่าแตกต่างกัน โดยนักเรียนแผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนแผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 จึงเป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจที่จะใช้แผนการเรียนที่เน้นทางศิลปศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) 3 แผนการเรียน เป็นตัวแปรอิสระของการวิจัยในครั้งนี้ และตั้งสมมติฐานว่า (ดังระบุในสมมติฐานข้อ 4 หน้า 69) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียนต่างกันมีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน

เพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของหลักสูตรที่ปฏิรูปเป็นหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งจะประกาศใช้นี้ ผู้วิจัยประมวลสาระจากการศึกษาเอกสารสรุปได้ว่า การจัดการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญในอนาคตนั้น จะไม่มีแผนการเรียนเพราะ กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดให้ผู้เรียน (กรมวิชาการ. 2541 : 24-26 ; ศูนย์พัฒนาหลักสูตร. 2541 : 6-9) เรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน 8 กลุ่มตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของแต่ละช่วงชั้นปี เช่น ช่วงชั้นปีที่ 10-12 ต้องเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน 21 หน่วยกิต และให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้เลือกเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้เลือก 8 กลุ่มได้ 66 หน่วยกิต (เป็นการจัดสัดส่วนกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐานต่อสาระการเรียนรู้เลือกเท่ากับ ร้อยละ 30 : ร้อยละ 70) และทำโครงงาน 15 หน่วยกิตแบ่งเป็นโครงงานตามสาระการเรียนรู้ 3 หน่วยกิต และโครงงานตามความสนใจ 12 หน่วยกิต สำหรับสาระการเรียนรู้เลือกไม่มีการกำหนดไว้ในโครงสร้างเพราะ ให้โอกาสผู้เรียน ผู้ปกครอง และสถานศึกษาได้ปรึกษาหารือร่วมกันจัดสาระการเรียนรู้เลือกได้ตรงกับความต้องการของผู้เรียนและท้องถิ่น และให้สถานศึกษามีอิสระในการจัดสาระการเรียนรู้เลือกให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนมากที่สุดนั่นเอง นอกจากนั้นผู้เรียนที่มีความประสงค์จะศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาสาขาใด จะต้องศึกษาก่อนว่า สาขาวิชานั้นๆ กำหนดความรู้พื้นฐานของผู้สมัครสอบอย่างไร เนื่องจากผู้เรียนจะต้องเลือกเรียนรายวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้เลือก เพื่อให้มีความรู้พื้นฐานสอดคล้องตรงกันด้วย

ชั้นเรียนของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ระบบการศึกษา คือ การแบ่งระดับในระบบโรงเรียนและจำนวนปีที่ผู้เรียนต้องเรียน การจัดการศึกษาของประเทศไทยเป็นการศึกษาตามแนวระบบโรงเรียนที่จัดการศึกษาโดยสถานศึกษาอาศัยระบบชั้นเรียนเป็นหลัก มีหลักสูตรกำหนดไว้ตามระดับ และประเภทของการศึกษา เพื่อให้บุคคลได้เรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร แบ่งระดับการศึกษาเป็น 4 ระดับ คือ ระดับก่อนประถมศึกษา ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา สำหรับการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในแต่ละระดับประกอบด้วยชั้นเรียน ซึ่งเป็นการระบุช่วงระยะเวลาที่นักเรียนเรียนอยู่ในระบบโรงเรียน (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2536 ก : 12-13 ; วิชัย ตันศิริ. 2539 : 26-28) เมื่อกระทรวงศึกษาธิการประกาศเปลี่ยนระบบชั้นเรียนจากระบบ 7 : 3 : 2 เป็นระบบ 6 : 3 : 3 ในปีพุทธศักราช 2521 (นิดา สะเพียรชัย. 2524 : คำแถลง) เพื่อให้เป็นไปตามแผนการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2520 จึงเริ่มบังคับใช้ในปีพุทธศักราช 2521 เป็นการเปลี่ยนแปลงการจัดการศึกษาตามหลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2518 ตามแผนการศึกษาชาติ พุทธศักราช

2503 ที่จัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 2 ปี คือ ชั้นประโยคมัธยมศึกษาปีที่ 4 (มศ.4) และชั้นประโยคมัธยมศึกษาปีที่ 5 (มศ.5) โดยเปลี่ยนเป็นการจัดการศึกษาตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ที่จัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายออกเป็น 3 ปี คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5) และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ม.6) ตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2520 โดยปีการศึกษา 2526 ให้ใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ครบทุกชั้น (ภิญโญ สาธร. 2523 : 2-4)

หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ระบุเวลาเรียนว่า หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายใช้เวลาเรียนปกติประมาณ 3 ปี หรือ 6 ภาคเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ก : 9 ;กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ข : 11) และยังคงเป็นหลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) (กรมวิชาการ. 2535 ค : 5) ที่กำหนดเวลาเรียนปกติประมาณ 3 ปี หรือ 6 ภาคเรียนจนถึงปัจจุบันนี้

ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในระบบโรงเรียนแบ่งเป็น 3 ชั้นเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หรืออยู่ในระบบโรงเรียนช่วงชั้นปีที่ 10-12 มีอายุอยู่ระหว่าง 15-18 ปี (กรมวิชาการ. 2535 ค : 3 ; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2536 ก : 12-13, 17 ; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2538 : 20 ; โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. 2541 : 32-38 ; ศูนย์พัฒนาหลักสูตร. 2541 : 4) โดยผู้เรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะต้องเลือกแผนการเรียนก่อนที่จะเข้าเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากเข้าเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้วจะต้องเรียนในแผนการเรียนที่ได้เลือกไว้จนจบหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย 1) เรียนวิชาบังคับ 30 หน่วยการเรียน แบ่งเป็นวิชาบังคับแกน 15 หน่วยการเรียน วิชาบังคับเลือก 15 หน่วยการเรียน 2) เรียนวิชาเลือกเสรีตามแผนการเรียนอีกอย่างน้อย 45 หน่วยการเรียน จากรายวิชาต่างๆ โดยต้องกำหนดจำนวนหน่วยการเรียน เพื่อจะได้ทราบสัดส่วนของรายวิชาต่างๆ ที่กำหนดให้เรียนในโครงสร้างทั้ง 3 ปี เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการจบหลักสูตร (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 ก : 11 ; กรมวิชาการ. 2535 ค : 3)

ด้วยเหตุที่ผู้เรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามโครงสร้างที่ 1 ของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นวิชาบังคับเลือก 6 หน่วยการเรียน โดยเรียนระดับชั้นละ 2 รายวิชา แต่ละรายวิชาต้องเลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ 2 เรื่อง และเมื่อรวม 4 รายวิชาแล้วต้องเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ 4 เรื่อง และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2 เรื่อง และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นบังคับเลือก หรือเลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นวิชาเลือกเสรี 2 รายวิชา (กรมวิชาการ. 2535 ค : 110 ; กระทรวงศึกษาธิการ. 2539 : 1) จะเห็นได้ว่า ผู้เรียนสามารถเลือก

เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมได้ทุกระดับชั้นเรียน และฝ่ายวัดผลและประเมินผล โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (2541) รายงานว่า นักเรียนแต่ละชั้นเรียนมีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพแตกต่างกัน ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงระดับผลการเรียนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพแยกตามชั้นเรียน ประจำภาคเรียนที่ 1-2 และระดับผลการเรียนเฉลี่ยปีการศึกษา 2540

ชั้นเรียน	ภาคเรียนที่ 1	ภาคเรียนที่ 2	ผลการเรียนเฉลี่ยปี 40	จำนวนผู้เรียน
1.ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	1.46	1.73	1.59	174
2.ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	2.19	1.92	2.05	177
3.ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	1.99	1.76	1.87	129

สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลการเรียนระดับปานกลาง ผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่ำกว่าผลการเรียนชั้นอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนต้องปรับตัวเนื่องจากลักษณะการเรียนเปลี่ยนไปจากระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาระดับชั้นเรียนของนักเรียนเป็นตัวแปรอิสระของการทำวิจัยในครั้งนี้ เพื่อตอบปัญหาว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่พัฒนาไปใช้ในการทดลองเรียนครั้งนี้ จะทำให้นักเรียนชั้นเรียนใดเกิดการเรียนรู้มากที่สุด ผลการทดลองที่ได้จะเป็นข้อเสนอแนะกับผู้สอนว่า ควรจะทำการสอนเรื่องมรดกทางพันธุกรรมนี้กับนักเรียนชั้นเรียนใดจึงจะมีประสิทธิผลมากที่สุด ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่า (ดังระบุในสมมติฐานข้อ 5 หน้า 70) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีชั้นเรียนต่างกัน มีผลการเรียนคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน

ชั้นเรียนที่กำหนดในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กรมวิชาการ. 2541 : 25-26 ; ศูนย์พัฒนาหลักสูตร. 2541 : 6) แบ่งช่วงชั้นการเรียนรู้ตามพัฒนาการของผู้เรียนเป็น 4 ช่วงชั้น คือ ชั้นปีที่ 1-3 ชั้นปีที่ 5-6 ชั้นปีที่ 7-9 และชั้นปีที่ 10-12 โดยช่วงชั้นปีที่ 1-6 หมายถึง ระดับประถมศึกษา 6 ปี ชั้นปีที่ 7-9 หมายถึง ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และชั้นปีที่ 10-12 หมายถึง ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับชั้นเรียนในอนาคต คือ ใช้ “ชั้นปีที่..” แทน “ประถมศึกษา” หรือ “มัธยมศึกษา”

ความแตกต่างระหว่างเพศของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้เรียนในที่นี้หมายถึง นักเรียน ผู้ศึกษาเล่าเรียนที่สมัครเข้ารับการศึกษาในระบบโรงเรียน ผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีความสำคัญ เพราะเป็นผลผลิต ซึ่งเป็นเป้าหมายของหลักสูตร เป้าหมายอยู่ที่คุณสมบัติอันพึงประสงค์ของผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือที่สังคมต้องการ และความสำเร็จของผู้เรียนในอนาคตเมื่อออกทำงาน (วัลลภ กันทรัพย์. 2539 : 8-9) ตัวแปรด้านผู้เรียนอย่างหนึ่ง คือ เพศ ซึ่งแยกเป็นเพศหญิงและเพศชายนั้นมีความแตกต่างกัน ดังเช่นคณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานสตรีแห่งชาติ (สำนักนายกรัฐมนตรี. 2536 : 30-33) ได้กล่าวว่า องค์การเพื่อการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) แจ้งว่า ในปีพุทธศักราช 2533 (คริสต์ศักราช 1990) ประชากรผู้ใหญ่ในโลกร้อยละ 26.5 (948.1 ล้านคน) ที่ไม่รู้หนังสือเป็นผู้หญิงร้อยละ 33.6 ของประชากรหญิง (601.6 ล้านคน) เป็นผู้ชายร้อยละ 19.4 ของประชากรชาย (346.5 ล้านคน) สำหรับประเทศไทยในปีเดียวกันได้รายงานว่า อัตราการไม่รู้หนังสือของคนไทยร้อยละ 7 จำแนกเป็นชายไม่รู้หนังสือร้อยละ 3.9 (รู้หนังสือร้อยละ 96.1) และหญิงไม่รู้หนังสือร้อยละ 10.1 (รู้หนังสือร้อยละ 89.9) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2538 : 20 ; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2539 : 31) ในภาพรวมย่อมแสดงว่า สถานภาพสตรีไทยด้านการศึกษานั้น มีประชากรสตรีที่ไม่มีการศึกษา มีอัตราร้อยละสูงกว่าประชากรชายที่ไม่มีการศึกษามาก (มัทนา โชควรวัฒนกร. 2539 : 18) และยังพบว่า อัตราการไม่รู้หนังสือในเพศชายลดลงเร็วกว่าเพศหญิง เพราะโอกาสทางการศึกษาของเพศชายมีมากกว่าเพศหญิง ทำให้เพศหญิง (ผู้หญิงและเด็กหญิง) มีสมรรถนะทางการศึกษาต่ำและเป็นปัญหาทางสังคมของประเทศต่างๆ ทั่วโลกในปัจจุบัน (Asia and the Pacific Programme of Educational Innovation for Development. 1992 b : 172 ; Prayoj. 1994 : 23 ; Cruickshank. 1995 : 34-35) ขณะเดียวกันพบว่า ส่วนใหญ่นักเรียนชายมีคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูง (สุรภีร์ ค่ายหนองสวง. 2530 : บทคัดย่อ) โดยเฉพาะระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนชายมี 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนหญิง (Fleming and Malone. 1983 : 488 ; Brookhart.. 1997 : 326 ; Wang and Staver. 1997 : 254) 2) มีทักษะด้านการคำนวณในวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนหญิง (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 57 ; Jacobson and others. 1992 : 151) 3) มีความชอบและปฏิบัติกิจกรรมทางด้านฟิสิกส์ได้ดีกว่านักเรียนหญิง (Greenfield. 1996 : 921) 4) มักจะเป็นผู้นำในขณะปฏิบัติการทดลอง คือ นักเรียนชายจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติและใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิง ส่วนใหญ่นักเรียนหญิงจะทำหน้าที่เป็นผู้จดบันทึกข้อมูลและทำรายงานการทดลอง (Dyche. 1996 : 324) เมื่อจัดให้นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการปฏิบัติพบว่า นักเรียนชาย

กลุ่มทดลองมีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิงกลุ่มทดลองและนักเรียนหญิงกลุ่มควบคุม แต่นักเรียนหญิงกลุ่มทดลองเรียนรู้เท่ากับนักเรียนชายกลุ่มควบคุม และมีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่างกับนักเรียนชายกลุ่มควบคุม และพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน (Mason and Kahle. 1988 : 34-34) 5) ดายเช (Dyche. 1996 : 324) ได้รายงานว่า มีนักเรียนหญิงส่วนน้อยที่เรียนวิทยาศาสตร์ในระดับสูง 6) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของบายบีและโรเบิร์ตสัน (Bybee and Robertson. 1992 : 1178) และมาร์ตินและคนอื่นๆ (Martin. and others. 1994 : 264) ที่ว่า ความแตกต่างระหว่างเพศจะเพิ่มขึ้นมากในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (เกรด 12) เช่น นักเรียนชายอายุ 17 ปี แสดงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ได้ถึงร้อยละ 50 ในขณะที่มีนักเรียนหญิงเพียงร้อยละ 30 (ประมาณ 1 ใน 3) เท่านั้นที่มีความสามารถเหมือนนักเรียนชาย นักเรียนหญิงเรียนวิชาฟิสิกส์ร้อยละ 5.6 และคิดว่า วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก 7) นอกจากนั้นยังพบว่า นักเรียนชายมีเจตคติทางบวกอย่างมากต่อวิทยาศาสตร์ในขณะที่นักเรียนหญิงมีเจตคติทางบวกน้อยกว่านักเรียนชาย สืบเนื่องจากขณะยังเป็นเด็กเพศชายมีโอกาสเป็นอิสระสามารถลงมือปฏิบัติและใช้ความคิดได้มากกว่าเพศหญิง ถือว่าเป็นประสบการณ์ตรงที่มีผลต่อการเจริญพัฒนาความสามารถทางภาษา และความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส 8) ทำให้เพศชายมีโอกาสได้ปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มาก (Martin and others. 1994 : 264-268) และใช้วิธีแก้ปัญหาโดยการปฏิบัติได้ดี ส่วนเพศหญิงใช้วิธีแก้ปัญหาโดยใช้ความจำได้ดี (Armstrong-Hall and Gail. 1997 : 836-A) เมื่อทดสอบเกี่ยวกับการใช้ภาษา (การสะกดและไวยากรณ์) นักเรียนหญิงจะทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนชาย (Feingold. 1992 : 62) เพราะ นักเรียนหญิงจำได้ดีกว่านักเรียนชาย เนื่องจากนักเรียนหญิงจดบันทึกได้ละเอียดและจดคำศัพท์ได้มากกว่านักเรียนชาย (Risch. 1990 : 357) 9) เบคเคอร์ (Becker. 1989 : 141) สังเคราะห์งานวิจัย 30 เรื่องเกี่ยวกับเพศและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปและวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชายสูงกว่านักเรียนหญิง แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบผสมผสานเนื้อหาในวิชาธรณีวิทยา และวิชาภูมิศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองเพศไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของเฟลมิงและมาโลน (Fleming and Malone. 1983 : 490) ที่รายงานว่า นักเรียนชายทำคะแนนสูงกว่านักเรียนหญิงในวิชาฟิสิกส์ วิชาเคมีและวิทยาศาสตร์ทั่วไป และนักเรียนชายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปมีเจตคติทางบวกสูงกว่านักเรียนหญิง แต่เจตคติของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนวิชาฟิสิกส์และวิชาเคมีไม่แตกต่างกัน และเวนเบิรก์ (Weinburgh. 1995 : 393) รายงานว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ความ

สัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนหญิงสูงกว่านักเรียนชาย (ค่าสหสัมพันธ์ของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหญิงเท่ากับ 0.59 และค่าสหสัมพันธ์ของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชายเท่ากับ 0.53) 10) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงระดับชั้นต่างๆ ไม่แตกต่างกัน (Barrington and Hendricks. 1988 : 683) 11) นักเรียนชายและนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน (อรวรรณ ประจงกิจ. 2528 : 2-017) 12) เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกัน (สาขาวิจัยและประเมินผล. 2530 : 39) สำหรับด้านความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน โดยนักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนชายเล็กน้อย (นักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 38.96 ของคะแนนเต็ม และนักเรียนชายมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 37.53 ของคะแนนเต็ม) (สาขาวิจัยและประเมินผล. 2532 : 23) 13) จากการศึกษาผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยประเภทที่เป็นนักเรียนในโครงการสวัสดิการการศึกษาสงเคราะห์และประเภทผ่านการสอบคัดเลือก พบว่า นักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนชายทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ส่วนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไม่พบความแตกต่างทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองเพศ (ชัยศักดิ์ ชั่งใจ. 2534 : 38-43) 14) ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายประเมินว่า นักเรียนหญิงเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้การท่องจำมากกว่านักเรียนชาย และนักเรียนชายเรียนโดยใช้วิธีเรียนรู้อย่างมีความหมายมากกว่านักเรียนหญิง ซึ่งต่างจากผลการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบสอบถามปลายเปิดที่พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงเรียนวิชาชีววิทยาด้วยวิธีที่ไม่แตกต่างกัน (นักเรียนแต่ละเพศเรียนโดยใช้วิธีท่องจำและวิธีเรียนรู้อย่างมีความหมายมีจำนวนใกล้เคียงกัน) และคะแนนการตอบคำถามปลายเปิดที่ทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับ เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และการใช้ตารางพุนเนตต์ในการตอบคำถามทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบแบบปรนัย เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และการใช้ตารางพุนเนตต์ในการตอบคำถามทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนชายสูงกว่านักเรียนหญิงคือ นักเรียนชายทำคะแนนเฉลี่ยได้ร้อยละ 78 นักเรียนหญิงทำคะแนนเฉลี่ยได้ร้อยละ 73 (Cavallo. 1994 : 349-350)

ผลของการศึกษาเรื่องความแตกต่างระหว่างเพศของผู้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา และวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ดังกล่าวข้างต้นยังไม่สามารถสรุปได้ว่า ผู้เรียนเพศใดในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจะมีความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่ากัน แต่ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สนับสนุนว่า เพศของผู้เรียนจัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ ผู้วิจัยจึงศึกษาตัวแปรด้านผู้เรียน คือ เพศของผู้เรียนเป็นตัวแปรอิสระของการวิจัยในครั้งนี้ โดยตั้งสมมติฐานว่า (ดังระบุในสมมติฐานข้อ 6 หน้า 70) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีเพศต่างกัน มีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. การเรียนรูปแบบรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม มีค่าประสิทธิภาพการเรียนสูงกว่า 0.40 เท่าของการเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล มีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียนต่างกัน (แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2) มีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน

5. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีชั้นเรียนต่างกัน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) มีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน

6. นักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งมีเพศต่างกันมีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาเบื้องต้น โดยผู้วิจัยพัฒนานวัตกรรม คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เพื่อนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมสำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์
2. ขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดของการดำเนินการ ดังนี้

1. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีลักษณะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแบบโปรแกรมเชิงเส้นที่ผู้วิจัยทำการพัฒนา โดยยึดหลักการเรียนรู้แบบวัฏจักร (ขั้นสำรวจ ขั้นให้ความรู้ฐาน และขั้นประยุกต์ใช้มโนมติ) ผสมผสานกับการเรียนแบบรอบรู้ (ตรวจพื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียน กำหนดจุดมุ่งหมายและเกณฑ์ของความสัมฤทธิ์ผลไว้ มีแบบทดสอบที่ประเมินผลการเรียนรู้ทุกหน่วยการเรียน มีการเสริมแรงให้โดยการให้คำชมเชยพร้อมกับการเฉลยคำตอบให้นักเรียนรู้ผลภายหลังการตอบสนองทันที แจ้งผลการสอบและเวลาเรียนเมื่อจบหน่วยการเรียนแต่ละหน่วย) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมตามขั้นตอนย่อยดังนี้

ขั้นตอนย่อยที่ 1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

ขั้นตอนย่อยที่ 2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

ขั้นตอนย่อยที่ 3 การตรวจสอบและประเมินผลบทเรียนก่อนนำมาใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนย่อยที่ 1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

เมื่อผู้วิจัยค้นคว้าศึกษาและสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องที่เป็นปัญหาสำหรับผู้เรียนและผู้สอนมากกว่าเรื่องอื่นๆ คือ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม และแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว สามารถปรับแก้ได้โดยการสร้างสื่ออเนกทัศน์ที่มีการผสมผสานสื่อต่างๆ หลายชนิดเพื่อใช้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ ผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนและดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา
2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยต่างๆ
3. กำหนดเนื้อหาและกิจกรรม

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม มีความมุ่งหมายหลักที่ผู้วิจัยได้ประมวลและสรุปจากจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และนำจุดมุ่งหมายหลักของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มาผนวกกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของเรื่องมรดกทางพันธุกรรม (ตามเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหน้า 55) เพื่อนำมาใช้เป็นความมุ่งหมายหลักในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ครั้งนี้ 4 ประการ คือ

1.1 ให้ความรู้ หลักการพื้นฐานในเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

1.2 ให้คิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

1.3 ให้สามารถสื่อความหมาย และตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรมได้อย่างเหมาะสม

1.4 มีเจตคติที่ดีต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ผู้วิจัยนำจุดมุ่งหมายหลักทั้ง 4 มาประมวลรวมกับการวิเคราะห์หลักสูตร ตลอดจนวิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตร พร้อมกับศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาจากคำอธิบายรายวิชาในหลักสูตร จุดประสงค์ของคู่มือครูและศึกษารายละเอียดของเนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรม และเพิ่มเติมเนื้อหาทางด้านความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุศาสตร์กับวิชาอื่น รวมทั้งการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน แล้วจัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน เพื่อกำหนดเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ออกเป็นหน่วย (topic) ทั้งหมด 11 หน่วย ประกอบด้วยเนื้อหาจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

ชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมเป็นหลัก 9 หน่วยและเนื้อหาที่ผู้วิจัยเพิ่มเติมอีก 2 หน่วย (ได้แก่ หน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 11) มีรายละเอียดดังนี้

หน่วยที่ 1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์

หน่วยที่ 2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง

หน่วยที่ 3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม

หน่วยที่ 4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์

หน่วยที่ 5 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ

หน่วยที่ 6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

หน่วยที่ 7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์

หน่วยที่ 8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

หน่วยที่ 9 มิวเตชัน

หน่วยที่ 10 ความผิดปกติของโครโมโซม

หน่วยที่ 11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์:ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์

เมื่อกำหนดเนื้อหาเป็น 11 หน่วยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หัวข้อย่อยในแต่ละหน่วย เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

หน่วยที่ 1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ แบ่งเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ

1.1 การปฏิสนธิของพืช สัตว์และมนุษย์

1.2 วัฏจักรชีวิตของพืช สัตว์และมนุษย์

หน่วยที่ 2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง แบ่งเป็น 3 หัวข้อย่อย คือ

2.1 สาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

2.2 สาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะแตกต่างกัน

2.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจากแหล่งต่างๆ

หน่วยที่ 3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม แบ่งเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ

3.1 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของมนุษย์

3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

หน่วยที่ 4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ แบ่งเป็น 6 หัวข้อย่อย คือ

4.1 ความสำคัญของผลการทดลองของเมนเดลที่มีต่อวิชาพันธุศาสตร์

4.2 กฎของเมนเดล

4.3 พันธุ์แท้ พันทาง

4.4 ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย

4.5 จีโนไทป์ ฟีโนไทป์

4.6 การนำกฎของเมนเดลไปใช้

หน่วยที่ 5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ แบ่งเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ

5.1 ความน่าจะเป็น

5.2 ลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์

หน่วยที่ 6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แบ่งเป็น 4 หัวข้อย่อย คือ

6.1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

6.2 จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ

6.3 การจัดเรียงโครโมโซม

6.4 การกำหนดเพศในมนุษย์

หน่วยที่ 7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ แบ่งเป็น 3 หัวข้อย่อย คือ

7.1 พงศาวลี

7.2 หมู่เลือดระบบ ABO

7.3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางโครโมโซมเพศ

หน่วยที่ 8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ

8.1 ลักษณะสิ่งมีชีวิต

8.2 อิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

หน่วยที่ 9 มิวเตชัน แบ่งเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ

9.1 สาเหตุของการเกิดมิวเตชัน

9.2 ประโยชน์และโทษของมิวเตชัน

หน่วยที่ 10 ความผิดปกติของโครโมโซม แบ่งเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ

10.1 ความผิดปกติของโครโมโซม

10.2 ความผิดปกติของจำนวนโครโมโซม

หน่วยที่ 11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์

2. การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยต่างๆ

เมื่อได้หัวข้อย่อยที่ระบุขอบเขตของเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของหัวข้อย่อยในหน่วยต่างๆ เพื่อระบุระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยนำหัวข้อย่อยมากำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมดังกล่าว จะระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยไว้ ผู้วิจัยแบ่งระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้าน

พุทธิพิสัยครั้งนี้เป็น 3 ระดับ คือ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ตามระดับพฤติกรรม คือ กำหนดให้แต่ละพฤติกรรมมีน้ำหนักเป็น 1 หน่วย และระบุในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของหัวข้อย่อยในหน่วยนั้นๆ แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงการกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาหน่วยต่างๆ

หน่วยใหญ่และพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาหน่วยย่อย	น้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้			
	ความรู้	เข้าใจ	นำไปใช้	รวม
1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์				2
1.1 อธิบายการปฏิสนธิของพืช สัตว์ มนุษย์ได้		1		
1.2 เขียนแผนภาพแสดงวัฏจักรชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้ได้		1		
2. ความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต				3
2.1 อธิบายสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะคล้ายกันได้		1		
2.2 อธิบายสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะแตกต่างกันได้		1		
2.3 เปรียบเทียบความแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวจากแหล่งต่างกันได้			1	
3. ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม				2
3.1 ยกตัวอย่างลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมในคนได้		1		
3.2 บอกสาเหตุและยกตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมได้			1	
4. บิดาแห่งพันธุศาสตร์				8
4.1 สรุปความสำคัญจากการทดลองของเมนเดลที่มีต่อวิชาพันธุศาสตร์ได้				
1) ตีความหมายข้อมูลและสรุปผลการทดลองในอดีต		1		
2) สรุปข้อดีของพืชที่เมนเดลใช้ในการทดลองได้	1			
4.2 อ่านและเขียนแผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดลได้				

ตาราง 6 (ต่อ)

หน่วยใหญ่และพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาหน่วยย่อย	น้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้			
	ความรู้	เข้าใจ	นำไปใช้	รวม
4.3 บอกความหมายและความแตกต่างของพันธุ์แท้และพันทางได้		1		
4.4 บอกความหมายและความแตกต่างของลักษณะเด่นและลักษณะด้อยได้		2		
4.5 บอกความหมายและความแตกต่างของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ได้			1	
4.6 ทำนายลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้กฎของเมนเดล			2	
5. ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ				6
5.1 สรุปความสำคัญของทฤษฎีความน่าจะเป็นต่อการศึกษาทางพันธุศาสตร์ได้				
1) สรุปได้ว่า การโยนเหรียญ 1 เหรียญโอกาสเกิดหัวเท่ากับก้อย และการโยนเหรียญ 2 เหรียญมีโอกาสเกิดหัว-หัว, หัว-ก้อย, และก้อย-ก้อย = 1 : 2 : 1		1		
2) นำข้อสรุปที่ได้เปรียบเทียบกับอัตราส่วนจีโนไทป์ในลูกรุ่นที่ 1 จากกฎของเมนเดลหรือจากปัญหาที่ให้ได้ พร้อมเขียนแสดงการแยกตัวและการรวมตัวของยีนโดยใช้ความรู้เรื่องหลักการความน่าจะเป็น			2	
3) บอกสาเหตุความแตกต่างของสัดส่วนจีโนไทป์ฟีโนไทป์ของลูกรุ่น F_2 ได้		1		
5.2 บอกความแตกต่างของลักษณะเด่นสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ได้		2		
6. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม				5
6.1 อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้				
1) บอกความแตกต่างของโครโมโซมได้	1			
2) บอกความแตกต่างของยีนได้	1			

ตาราง 6 (ต่อ)

หน่วยใหญ่และพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาหน่วยย่อย	น้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้			
	ความรู้	เข้าใจ	นำไปใช้	รวม
6.2 สรุปและบอกจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายจากจำนวนโครโมโซมของเซลล์สืบพันธุ์ที่กำหนดให้ หรือบอกจำนวนโครโมโซมของเซลล์สืบพันธุ์จากจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายที่ให้ได้		1		
6.3 บอกสิ่งกำหนดเพศในมนุษย์และทำนายโอกาสเกิดลูกเพศต่างๆ จากปัญหาที่ให้ได้			1	
6.4 แสดงการจัดเรียงคู่ของโครโมโซมได้ และบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดเรียงคู่โครโมโซมได้		1		
7. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์				7
7.1 อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยอ่านและเขียนพงศาวลีที่ให้ได้			1	
7.2 จำแนกหมู่เลือดระบบ ABO และบอกความสำคัญของการให้และรับเลือดได้				
1) อธิบายหลักเกณฑ์การแบ่งหมู่เลือดระบบ ABO		1		
2) ทำนายหมู่เลือดของลูกจากปัญหาได้			2	
7.3 อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางโครโมโซมเพศได้				
1) สรุปการถ่ายทอดลักษณะทางโครโมโซมเพศจากแผนภาพที่ให้ได้		1		
2) ทำนายการถ่ายทอดลักษณะทางโครโมโซมเพศได้			2	
8. พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม				2
8.1 จำแนกลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมได้		1		
8.2 วิเคราะห์ค่าความเหมือนระหว่างฝาแฝดไข่คนละใบเปรียบเทียบอิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม		1		

ตาราง 6 (ต่อ)

หน่วยใหญ่และพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาหน่วยย่อย	น้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้			
	ความรู้	เข้าใจ	นำไปใช้	รวม
9. มิวเตชัน				2
9.1 บอกความหมายและสาเหตุที่ทำให้เกิดมิวเตชันได้	1			
9.2 บอกประโยชน์และโทษของมิวเตชันได้		1		
10. ความผิดปกติของโครโมโซม				2
10.1 บอกความผิดปกติที่เกิดจากโครงสร้างของโครโมโซมได้		1		
10.2 บอกความผิดปกติที่เกิดจากจำนวนโครโมโซมได้	1			
11. ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้				1
11.1 บอกความแตกต่างของเทคโนโลยีชีวภาพ การตัดต่อยีน พันธุวิศวกรรม การย้ายฝากตัวอ่อน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การทำโคลนนิ่ง	0.5			
11.2 อธิบายการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้	0.5			
รวมน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้	6	21	13	40

ผลของการจำแนกระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ตามตาราง 6 นี้ ผู้วิจัยนำมาสร้างตารางสองทางที่ประกอบด้วยระดับพฤติกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาที่วิเคราะห์ไว้แล้ว ทำการรวมน้ำหนักทั้งหมดตามแนวนอนและแนวตั้ง เพื่อจัดอันดับความสำคัญทั้งเนื้อหาและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยให้น้ำหนักมากที่สุดมีความสำคัญเป็นอันดับหนึ่ง ได้ตารางวิเคราะห์รายละเอียดดังตาราง 7 และผู้วิจัยใช้จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาหน่วยย่อยนี้เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนต่างๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ด้วย

ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์รายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ประจำเนื้อหา 11 หน่วย และจัดอันดับความสำคัญของเนื้อหาและอันดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้

หน่วยเนื้อหามรดกทางพันธุกรรม	พฤติกรรมการเรียนรู้			รวม	อันดับความสำคัญ
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำฯไปใช้		
1. วัฏจักรชีวิตพืชและสัตว์	-	2	-	2	6
2. ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง	-	2	1	3	5
3. ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม	-	1	1	2	6
4. บิดาแห่งพันธุศาสตร์	1	4	3	8	1
5. ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ	-	4	2	6	3
6. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	2	2	1	5	4
7. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์	-	2	5	7	2
8. พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม	-	2	-	2	6
9. มิวเตชัน	1	1	-	2	6
10. ความผิดปกติของโครโมโซม	1	1	-	2	6
11. ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์	1	-	-	1	7
รวม	6	21	13	40	-
อันดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้	3	1	2	-	-

สรุปได้ว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 1 ของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ในครั้งนี้ คือ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย ระดับความเข้าใจ และเนื้อหาที่มีความสำคัญอันดับ 1 คือ เนื้อหาหน่วยที่ 4 และผลการวิเคราะห์รายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาหน่วยต่างๆ ตามตารางวิเคราะห์รายละเอียดนี้ นอกจากจะใช้ในการกำหนดเนื้อหาสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์แล้ว ผู้วิจัยยังนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน คือ ใช้ในการกำหนดจำนวนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียนรวม 40 ข้อ จำแนกเป็นข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับความรู้-ความจำ 6 ข้อ ระดับความเข้าใจ 21 ข้อและระดับการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 13 ข้อ

3. การกำหนดเนื้อหาและกิจกรรม

ผู้วิจัยกำหนดเนื้อหา โดยวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ และศึกษาเนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนและคู่มือครู เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ผสมผสานกับเนื้อหาที่ผู้วิจัยค้นคว้าเพิ่มเติม โดยเนื้อหานี้ได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจ เพื่อปรับแก้พร้อมกับการตรวจความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รายละเอียดของเนื้อหาทั้ง 11 หน่วยแสดงในภาคผนวก ก) รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเนื้อหา 3 ท่านประกอบด้วย

1. รศ. สมจิต สมัตถพันธุ์ ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ผศ.ดร. อนันต์ พู่พิทยาสถาพร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. พันเอกหญิง ดร.ยุพา ผลโภค ภาควิชาจุลชีววิทยา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

ขั้นตอนย่อยที่ 2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ในครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพนธ์บทเรียน คือ Authorware 3.5 ซึ่งเป็นโปรแกรมระบบที่ออกแบบไว้สำหรับการสร้างและการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนโดยเฉพาะ ทำให้ผู้สอนและผู้ไม่มีทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรมสามารถนำมาใช้สร้างบทเรียนได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ ดังนี้

1. เขียนบทสั้นๆ ก่อนการสร้างบทภาพ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยๆ เรียงลำดับจากง่ายไปยาก พร้อมกับกำหนดภาพที่ต้องการกำกับไว้ด้วย (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข)

2. ผลิตบทเรียนเป็นกรอบภาพลงบนกระดาษเพื่อเสนอเนื้อหาเป็นกรอบเดี่ยวที่คำนึงถึงหลักการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้แบบวัฏจักรผสมผสาน กับการเรียนแบบรอบรู้ประกอบการสร้างกรอบภาพด้วย กรอบภาพของแต่ละหน่วยประกอบด้วย

2.1 กรอบนำของหน่วยการเรียน เป็นการระบุชื่อหน่วยการเรียน ภาพประมวลรวมของหน่วยการเรียนที่สวยงามและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

2.2 กรอบแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียนหน่วยการเรียนนั้น เป็นจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ไว้ตามข้อ 2 ของขั้นตอนย่อยที่ 1 (ระบุในตาราง 6 หน้า 75-78)

2.3 กรอบเนื้อหาเดี่ยว เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการนำเสนอบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ลงในกระดาษเพื่อเป็นร่างต้นแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งแสดงรายละเอียดให้เห็นชัดเจนกว่าบท

สั้นๆ ที่ทำไว้ กรอบเนื้อหาเดี่ยวจะประกอบด้วยเนื้อหาที่นำเสนอบนจอภาพ การกำหนดพื้นที่หน้าจอเพื่อแบ่งส่วนเสนออักขระ ภาพ จัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาและภาพ การกำหนดเงื่อนไขการนำเสนอ และเงื่อนไขสำหรับควบคุมการตอบสนองของผู้เรียน กำหนดชื่อไฟล์ (file name) (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข) ดังตัวอย่าง

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form) (ตัวอย่างที่ 1)

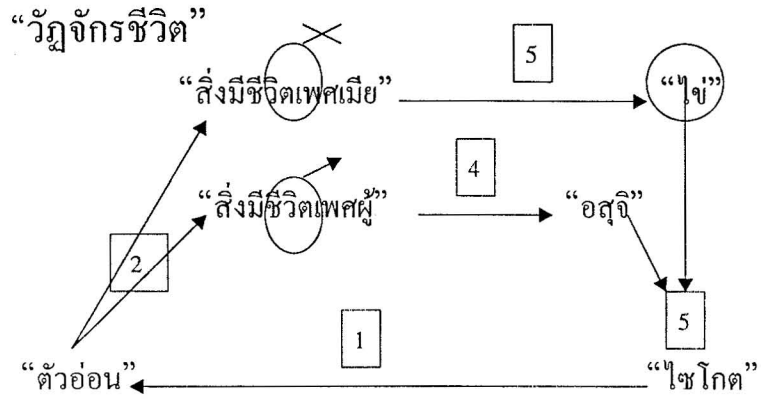
Unit1 กรอบที่ 8 ชื่อไฟล์ cycle1g8

1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 1/1	
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายการปฏิสนธิของพืชสัตว์และมนุษย์ได้ 2. เขียนแผนภาพแสดงวัฏจักรชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้ได้ ← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง (overlay)	กำหนดการนำเสนอ (note of display) 1 พื้นจอฟ้า 2 หัวข้อสีน้ำตาลแดง ตัวอักษรขนาด 30 ข้อความปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 3 ขึ้นข้อความจุดประสงค์การเรียนรู้กลางจอเริ่มจากซ้ายไปขวา พร้อมแผ่นรองตัวอักษรสีเทาเข้ม ตัวอักษรสีน้ำเงิน ขนาด 16 4 ขึ้นจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 เว้นระยะ 3-5 วินาทีต่อด้วยข้อความข้อที่ 2 ทิ้งไว้บนจอจนกว่าผู้เรียนจะคลิกเปลี่ยนไปหน้าใหม่

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form) (ตัวอย่างที่ 2)

Unit1 กรอบที่ 9 ชื่อไฟล์ วัฏจักรชีวิต

1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 1/2



กลับเมนู

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 ไข่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์ หรือโอวูลของพืช

2 อสุจิเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของสัตว์ (sperm) ซึ่งใช้หางในการเคลื่อนที่ หรือละอองเรณูของพืช

3 ไซโกต คือ เซลล์ที่ได้จากการรวมนิวเคลียสของอสุจิ และนิวเคลียสของเซลล์ไข่ โดยกระบวนการปฏิสนธิ

4 ตัวอ่อนของสัตว์ คือ สิ่งมีชีวิตใหม่ที่เกิดจากการเจริญเติบโตของไซโกตเซลล์เดียว ตัวอ่อนของสัตว์มีสองเพศ คือ ตัวอ่อนเพศผู้และตัวอ่อนเพศเมีย ซึ่งตัวอ่อนแต่ละเพศจะเจริญต่อเป็นตัวเต็มวัย

5. วัฏจักรชีวิตจาก script ข้อ 2

กำหนดการนำเสนอ (note of display)

1 พื้นจอสีฟ้าอ่อน

2 ตัวอักษรสีน้ำเงินเข้ม ขนาด 16

3 ภาพวัฏจักรชีวิตปรากฏทีละคำแบบพลิกจากซ้ายไปขวา ทิ้งช่วงเวลาห่างกันคำละ 3-5 วินาที

4 กำหนดเงื่อนไข "คลิกอักษรสีแดง"จะปรากฏหน้าจอใหม่ซ้อนทับบนจอเดิม ตัวอักษรสีน้ำเงินเข้มบนพื้นรองอักษรสีเทา เมื่ออ่านเสร็จ"ให้กดแป้นพิมพ์ใดๆ เพื่อเปลี่ยนข้อความ" ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาคำบนจอได้ตามความต้องการ ข้อความจะถูกลบแบบ remove down เมื่อกดแป้นพิมพ์

5 ความรู้ที่ได้รับในกรอบภาพนี้ คือ เรียนรู้มโนมติเพิ่ม 5 คำ เรียนรู้เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์

6 คำอธิบายทุกคำปรากฏขึ้นพร้อมข้อความ "ให้กดแป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนข้อความใหม่"

2.4 สร้างบทเรียนตามกรอบเนื้อหาเดี่ยว เป็นการนำกรอบเนื้อหาเดี่ยวที่ผู้วิจัยออกแบบไว้มาทำการสร้างด้วยโปรแกรม Authorware 3.5 ว่า สิ่งที่ออกแบบไว้บนกระดาษสามารถสร้างได้จริงบนเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่ ซึ่งอาจปรับแต่งให้เหมาะสมกับการนำเสนอด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรม Authorware 3.5 นี้ในการสร้างบทเรียนส่วนใหญ่ เช่น พิมพ์เนื้อหาข้อความและสร้างภาพ เช่น ภาพลายเส้น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และใช้โปรแกรม Photoshop 4.0 สำหรับเก็บภาพและตกแต่งภาพ หรือตัดต่อภาพ ย่อหรือขยายภาพ ให้มีขนาดตามต้องการ และใช้โปรแกรม MGI สำหรับตัดต่อภาพวีดิทัศน์แล้ว นำภาพที่ตัดแต่งแล้ว หรือนำภาพวิดีทัศน์ที่ตัดต่อไว้มาเชื่อมต่อกับบทเรียนส่วนเนื้อหาด้วยโปรแกรมประพนธ์ได้ทันที พร้อมกับกำหนดเงื่อนไขของบทเรียน เช่น กำหนดแบบการเสนอข้อมูลว่า เป็นแบบพลิกจากซ้ายไปขวา เป็นแบบบานเกล็ด เป็นแบบหมุน ฯลฯ การโต้ตอบของผู้เรียนกับบทเรียนกำหนดให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อตอบคำถามถูก หรือตอบคำถามผิด เมื่อสิ้นสุดการเรียนในหน่วยการเรียนผู้เรียนจะต้องพิมพ์ชื่อ เพื่อเข้าสู่การรายงานผลการเรียน ซึ่งจะรายงานผลการเรียนทั้งหมด รายงานจำนวนข้อคำถามที่ผู้เรียนตอบคำถาม รายงานร้อยละของคำตอบถูกและคำตอบผิด และรายงานเวลาเรียนทั้งหมดที่ผู้เรียนได้ใช้ในการเรียนหน่วยการเรียนนั้น

2.5 เมื่อจบหน่วยการเรียนและรับทราบรายงานผลการเรียนแล้ว ผู้เรียนจะกลับสู่เมนูหลักเสมอเพื่อเลือกหน่วยการเรียนใหม่ หรือเลือกที่ออกจากบทเรียนเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนแล้ว

<u>ขั้นตอนย่อยที่ 3 การตรวจสอบและประเมินผล</u>

การตรวจสอบและประเมินผลก่อนนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ไปใช้ประกอบด้วย

1. การตรวจสอบ หมายถึง การตรวจสอบขั้นตอนของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ทุกขั้นตอน เพื่อให้นำบทเรียนที่สร้างขึ้นมาใช้งานได้ และตัวบทเรียนมีความถูกต้องตรงกับกรอบเนื้อหาเดี่ยวที่สร้างไว้ ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยน หรือแก้ไขได้ถ้าพบว่า กรอบเนื้อหาเดี่ยวที่ออกแบบไว้มีข้อบกพร่อง

2. การทดสอบการใช้งานบทเรียน หมายถึง การตรวจสอบความถูกต้องในขณะที่ใช้งานกรอบเนื้อหาเดี่ยวแต่ละกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ว่า การนำเสนอที่ทดสอบนั้นเป็นไปตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยออกแบบไว้หรือไม่ มีข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุงอย่างไร ขนาดภาพ วิธีการเสนอภาพกลมกลืนประสานเป็นเนื้อหาเดียวกันหรือไม่ เมื่อสร้างบทเรียนตามกรอบเนื้อหาเดี่ยวเสร็จแล้วผู้วิจัยจะต้องทดสอบการใช้งานกรอบเนื้อหาหนึ่งๆ ไม่ต่ำกว่า 100 ครั้ง เพราะจัดเป็นการทดสอบการใช้งานบทเรียนครั้งแรกก่อนนำไปทดลองให้ผู้เรียนลองใช้ แล้วเชื่อม

โยงต่อกรอบเนื้อหาเดี่ยวต่างๆ เข้ากับหน่วยการเรียนให้เป็นหน่วยเดียวกัน ทดสอบการทำงานเฉพาะหน่วยจนแน่ใจแล้วเชื่อมต่อหน่วยการเรียนทั้ง 11 หน่วยเข้ากับเมนูหลัก ทดสอบการทำงานของบทเรียนในหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยจนมั่นใจว่า ทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด สามารถเข้าออกจากบทเรียนแต่ละหน่วยได้รวดเร็ว สะดวกต่อการใช้งาน ใช้งานง่าย จากนั้นจึงจัดเก็บบทเรียน (package) สำหรับนำไปทดลองใช้กับผู้เรียน จัดว่า เป็นการทดสอบการใช้งานบทเรียนที่สร้างขึ้นเบื้องต้นว่า มีข้อจำกัดที่ต้องแก้ไข ปรับเปลี่ยนอย่างไร การจัดเก็บบทเรียนนี้ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมประพนธ์ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้เรียน เพราะเมื่อจัดเก็บบทเรียนแล้วผู้ใช้บทเรียนจะไม่สามารถแก้ไขตัวบทเรียนได้ และผู้วิจัยได้ส่งบทเรียนคอมพิวเตอร์อเนกทัศน์ที่สร้างเสร็จและทดสอบการทำงานให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อตรวจสอบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาของบทเรียนทั้ง 11 หน่วย และมโนมติในแต่ละหน่วยย่อย ได้แก่ เนื้อหาในตัวบทเรียนแต่ละกรอบย่อย ลำดับการนำเสนอเนื้อหา ลักษณะคำถาม การเฉลยคำตอบสำหรับการตอบคำถามถูกและการเฉลยคำตอบสำหรับการตอบคำถามผิด (ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแสดงในภาคผนวก ช) รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 4 ท่านประกอบด้วย

1. ผศ.ดร. อนันต์ พู่พิทยาสถาพร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ดร. จีรศักดิ์ เกศร์สุวรรณ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. ผศ. กรองแก้ว พู่พิทยาสถาพร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผศ. สุภาพร สุกสีเหลือง ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.2 ผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน ตรวจสอบบทเรียนในด้านต่างๆ เช่น โครงสร้างของบทเรียน ความเหมาะสมของสื่อที่กำหนดในแต่ละกรอบย่อย การออกแบบบทเรียน ความเหมาะสมของการใช้แสง สี รูปภาพ ความเหมาะสมของรูปแบบและขนาดตัวอักษร การตอบสนองและการโต้ตอบ (ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแสดงในภาคผนวก ช) รายนามของผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่านประกอบด้วย

1. รศ.ดร. สมสรร วงษ์อยู่น้อย	สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รศ.ดร. ณสรรค์ ผลโภค	ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร. วเรศ วีระสัย	ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
4. ผศ.ดร. อนันต์ พู่พิทยาสถาพร	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. ผศ. กรองแก้ว พู่พิทยาสถาพร	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
6. ผศ. สุภาพร สุกสีเหลือง	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. การตรวจสอบและการประเมินคุณภาพด้านการรับรู้ของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ ที่ผ่านการตรวจสอบและประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาทำการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียน โดยผู้วิจัยดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของบทตามลำดับ ดังนี้

3.1 ทดสอบกับนักเรียนหนึ่งคน เป็นการทดลองใช้บทเรียนกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างให้นักเรียนเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ในการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์อเนกทัศน์ในครั้งนี้ ประกอบด้วยนักเรียนหนึ่งคนกับผู้วิจัยเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนให้นักเรียนผู้ทดลองใช้บทเรียน เขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนที่ใช้ว่า มีข้อบกพร่องที่เกิดจากการใช้งานอย่างไร ภาพประกอบเป็นอย่างไร สื่อความหมายได้ชัดเจนหรือไม่ และผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อนำข้อมูลจากการตรวจสอบประเมินใช้งานของผู้เรียนครั้งแรกนี้ กลับมาใช้ในการปรับแก้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ครั้งที่ 1

3.2 การทดสอบกับนักเรียน 8 คน โดยให้นักเรียนเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล โดยผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างใกล้ชิดและจดบันทึกไว้ หลังจากที่ทุกคนเสร็จสิ้นการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์แล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เป็นการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนครั้งที่ 1 แล้วผู้วิจัยอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับบทเรียนและบันทึกข้อมูลไว้ นำข้อมูลมาประเมินประสิทธิภาพของบทเรียน ถ้าผลยังไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต้องทำการปรับแก้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ครั้งที่ 2 ก่อนที่จะนำไปใช้กับในการทดสอบกับนักเรียน 20 คน

3.3 การทดสอบกับนักเรียน 20 คน โดยให้นักเรียนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ในการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล การทดสอบในขั้นนี้ เป็นการทดสอบขั้นสุดท้ายของกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียน เพื่อให้มั่นใจว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อทดสอบภายหลังการเรียนแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ตามเกณฑ์ 80/80 แล้วปรับแก้บทเรียนครั้งที่ 3 สำหรับนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนของการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ เพื่อใช้ในการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลต่อไป

2. ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย และแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน พร้อมกับได้นำเสนอสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือไว้ในขั้นตอนนี้ด้วยโดยผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนย่อยที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย

ขั้นตอนย่อยที่ 2 การสร้างแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

<u>ขั้นตอนย่อยที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย</u>

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย เพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของบลูม และคลอปเฟอร์ (Bloom, Hastings and Madaus. 1971 : 141-159 ; Klopfer. 1971 : 559-641) พร้อมกับศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากเอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเพื่อเตรียมวิทยากรแกนนำ เรื่องการวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 ก : 1-17)

2. ใช้ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ และจัดอันดับความสำคัญจากตาราง 7 (หน้า 79) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ไว้ในขั้นตอนย่อยที่ 3 ของขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ สรุปได้ว่า จำนวนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนสำหรับวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนรวม 40 ข้อ ซึ่งแยกเป็นข้อสอบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้-ความจำ 6 ข้อ วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความเข้าใจ 21 ข้อ และวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 13 ข้อ

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยแบบปรนัย 4 ตัวเลือกให้สอดคล้องกับตารางการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ โดยพยายามสร้างข้อสอบให้ครอบคลุม และมีจำนวนมากที่สุดเท่าที่ผู้วิจัยจะสร้างข้อสอบได้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างข้อสอบได้จำนวน 138 ข้อ

4. นำตารางการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ตาราง 6 หน้า 75-78) และตารางวิเคราะห์รายละเอียดจัดอันดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้และจัดอันดับความสำคัญของเนื้อหา (ตาราง 7 หน้า 79) เนื้อหาที่แสดงมโนมติของบทเรียน และแบบทดสอบที่สร้างขึ้นที่จำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ระบุไว้จำนวน 138 ข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญสาขาวัดผลและประเมินผลการศึกษาจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ของแบบทดสอบ เป็นการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้วิจัยระบุไว้ในแบบทดสอบ โดยประเมินในเรื่อง 1) การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ 2) การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3) การวิเคราะห์เนื้อหา 4) ข้อคำถามและคำตอบของแบบทดสอบนั้น ถามและตอบได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่ผู้วิจัยระบุไว้ และถูกต้องหรือไม่ ซึ่งได้ผลการประเมินความคิดเห็นอยู่ในช่วง 0.4-1.0 (ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแสดงในภาคผนวก ช) รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาประกอบด้วย

1. รศ. สมจิต สมัตถพันธุ์	สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ผศ.ดร. อนันต์ พู่พิทยาสถาพร	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. พันเอกหญิง ดร. ยุพา ผลโภค	ภาควิชาจุลชีววิทยา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
4. รศ.ดร. สมสรร วงษ์อยู่น้อย	สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. ดร. ชูศักดิ์ ขัมภลิขิต	บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

5. นำผลการประเมินความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาปรับแก้ได้แบบทดสอบ ได้แบบทดสอบที่ปรับแก้จำนวน 135 ข้อ

6. นำแบบทดสอบ 135 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย ในพระราชูปถัมภ์ จังหวัดนครปฐม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 143 คน เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน 2540

7. ตรวจคำตอบของนักเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตรวจข้อสอบ และใช้โปรแกรมสิรีในการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบได้ค่าความยากเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับ 0.42 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับ 0.21 (รายละเอียดของผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อแสดงในภาคผนวก ช)

8. วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้โปรแกรมสิรีได้ค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.85

9. เลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพและวัดพฤติกรรมการเรียนรู้รวม 40 ข้อ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกในช่วงระหว่าง 0.2 - 0.8 และเป็นข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมด้านความรู้-ความจำ 6 ข้อ วัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ 21 ข้อ และวัดพฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 13 ข้อ

10. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ฝ่ายมัธยม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 124 คน เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2540

11. ตรวจคำตอบของนักเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรมสิรีในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ คือ ความยาก และอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้

11.1 คุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ คำนวณได้ค่าความยากเฉลี่ย 0.40 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.40 คำนวณความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.85 (ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกรายข้อแสดงในภาคผนวก ช)

11.2 คุณภาพของแบบทดสอบด้านความรู้-ความจำ คำนวณได้ค่าความยากเฉลี่ย 0.55 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.53 คำนวณความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.40 (ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกรายข้อแสดงในภาคผนวก ช)

11.3 คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเข้าใจ คำนวณได้ค่าความยากเฉลี่ย 0.48 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.35 คำนวณความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.62 (ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกรายข้อแสดงในภาคผนวก ช)

11.4 คุณภาพของแบบทดสอบด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คำนวณได้ค่าความยากเฉลี่ย 0.48 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.40 คำนวณความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.53 (ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อแสดงในภาคผนวก ช)

12. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

<u>ขั้นตอนย่อยที่ 2 การสร้างแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม</u>

การสร้างแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติจากเอกสาร เรื่องการวัดผลและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 ค : 3-27) และศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert)

2. สร้างแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแบบปรนัย 5 ตัวเลือก ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหน่วยต่างๆ จำนวน 30 ข้อ

3. นำแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเจตคติและผู้เชี่ยวชาญสาขาวัดผลและประเมินผลการศึกษาจำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวเลือก (ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแสดงในภาคผนวก ช) และปรับแก้ข้อคำถามกับตัวเลือกตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ประกอบด้วย

1. รศ.ดร. ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รศ.ดร. ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. รศ.ดร. สมสรร วงษ์อยู่น้อย สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ดร. ชูศักดิ์ ขัมภลิขิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. นำแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัยในพระราชูปถัมภ์ จังหวัดนครปฐม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 135 คน เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2540

5. ตรวจคำตอบของนักเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำผลการสอบมาวิเคราะห์แบบวัดเจตคติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปไมโครซอฟต์เอกเซล (Microsoft Excel) คำนวณตามวิธีการของการแจกแจงที (t-distribution) ซึ่งใช้ในการหาอำนาจจำแนกของข้อคำถามที่เป็นแบบสอบถามมาตราการจัดอันดับ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 185-186) และใช้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (ค่าทีที่ได้) ในการเลือกข้อคำถามที่คุณภาพ คือ ข้อคำถามนั้นใช้จำแนกคนเป็นสองกลุ่มได้ เมื่อมีค่าอำนาจจำแนกของข้อนั้นมากกว่าหรือเท่ากับ 1.65 จึงจะถือว่าเป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ (เป็นการทดสอบนัยสำคัญ ในกรณีที่เป็นการทดสอบนัยสำคัญทางเดียวหรือ one-tailed test โดยอาศัยการแจกแจงของที ที่ $\alpha = .05$ ค่าทีจากตาราง = 1.645 เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมากกว่า 120) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2534 : 160, 395) ผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพได้รวม 23 ข้อ มีค่าอัตราส่วนวิกฤตทีต่ำสุดเป็น 1.71 (ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนวิกฤตที แสดงในภาคผนวก ช)

6. ตรวจคำตอบของนักเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำผลการสอบมาวิเคราะห์แบบวัดเจตคติด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปไมโครซอฟต์เอกเซล ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.666

7. นำแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 23 ข้อ ไปวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 122 คน เมื่อวันที่ 8 มกราคม 2541

8. ตรวจคำตอบของนักเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำผลการสอบมาวิเคราะห์แบบวัดเจตคติด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปไมโครซอฟต์เอกเซล ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.73

9. นำแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

<u>สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ</u>

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็นสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ และสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือรายข้อ

<u>สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ</u> ได้แก่

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) หมายถึง ค่าที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล (รายนามผู้เชี่ยวชาญแสดงในหน้า 87) จำนวน 5 ท่านประเมินว่า ข้อคำถามแต่ละข้อในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้าง มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาหรือไม่ กล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า เป็นการตรวจสอบและพิจารณาว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาแต่ละข้อนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ และวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ตรงกับพฤติกรรมการเรียนที่ผู้วิจัยระบุไว้หรือไม่ ค่าที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ เรียกว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC หรือ Index of Item-Objective Consistency) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2529 : 211-214 ; มัณฑนี กุฎาคาร. 2540 : 238-246) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ถ้าค่า IOC ที่ได้น้อยกว่า 0.5 แสดงว่า ข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัด ต้องปรับปรุงใหม่ โดยการนำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร ดังนี้

$$IOC = (\Sigma R / N)$$

เมื่อ IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

ΣR หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ความเชื่อมั่น (reliability) ของเครื่องมือวัด หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัดและความคงที่แน่นอนของคะแนนที่วัดได้ ถ้านำข้อสอบชุดเดียวกัน ไปสอบกับคนกลุ่มเดียวกันภายใต้สถานการณ์เดียวกัน โดยสอบหลายๆ ครั้ง ผลการสอบจะต้องออกมาเหมือนกัน หรือใกล้เคียงกัน เครื่องมือวัดนั้นจะเป็นเครื่องมือที่มีความเชื่อมั่นสูง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นดังนี้

2.1 ค่าความเชื่อมั่น (reliability index) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย เรื่องมรดกทางพันธุกรรม โดยใช้โปรแกรมสิรีวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson 20) มีสูตรดังนี้ (สุรพล วัฒนวิกย์กิจ. 2537 : 85-86)

$$KR\text{-}20 = [n / (n-1)] [1-\{\Sigma p_i (1-p_i) / s^2\}]$$

เมื่อ KR-20 หมายถึง ค่าความเชื่อมั่น

n หมายถึง จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ

s หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ

p_i หมายถึง สัดส่วนของคนตอบถูกข้อที่ i

ค่าความเชื่อมั่นที่วิเคราะห์ได้จะอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 ถ้าค่าความเชื่อมั่นมีค่าใกล้ 1.00 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนั้นมีความเชื่อมั่นสูง ผลการสอบเชื่อถือได้

2.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไมโครซอฟต์เอกเซล โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งเป็นการหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรครอนบัค (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 171-172) ดังนี้

$$\alpha = \{n / (n-1)\} \{1-(\Sigma s_i^2 / s_t^2)\}$$

เมื่อ α หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n หมายถึง จำนวนข้อคำถามของเครื่องมือวัด

s_i^2 หมายถึง คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ

s_t^2 หมายถึง คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือนั้นทั้งฉบับ

<u>สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือรายข้อ</u> ได้แก่

3. ความยาก (difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบถูกกับจำนวนผู้สอบทั้งหมด ค่าที่ได้เรียกว่า ค่าความยาก (difficulty index) จะแสดงถึงระดับความยากง่ายของข้อคำถามแต่ละข้อ ค่าความยากจะอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 ค่าความยากที่ใกล้ 1.00 แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นค่อนข้างง่าย ในทางตรงกันข้าม ถ้าค่าความยากใกล้ 0.00 แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นค่อนข้างยาก ซึ่งการหาค่าความยาก เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ (สุรพล วัฒนวิกย์กิจ. 2537 : 87-88)

$$p = (r / total)$$

เมื่อ p หมายถึง ค่าความยาก

r หมายถึง จำนวนคนที่ตอบถูก

$total$ หมายถึง จำนวนคนสอบทั้งหมด

การหาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในครั้งนี้ใช้โปรแกรมสีรีวิเคราะห์ค่าความยากของแบบทดสอบ

4. อำนาจจำแนก (discrimination) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ หมายถึง ความสามารถในการแบ่งนักเรียนหรือกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มที่มีความรู้สึกคล้อยตามกับกลุ่มที่มีความรู้สึกไม่คล้อยตามได้เด่นชัด ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีคำนวณค่าอำนาจจำแนกดังนี้

4.1 การหาค่าอำนาจจำแนก (discrimination index) โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์-ไบซีเรียล (point biserial correlation) ค่าอำนาจจำแนกที่ได้จะแสดงถึง ความสามารถในการจำแนกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม ซึ่งจะมีค่าระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 ข้อคำถามข้อที่ดีจะต้องมีค่าตั้งแต่ .20 ถึง .80 ถ้ามีค่าอำนาจจำแนกมากจะสามารถจำแนกได้ดี ถ้าค่าอำนาจจำแนกเป็นลบแสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นไม่ดี คือ คนเก่งตอบผิด คนไม่เก่งตอบถูก (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 180)

การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในครั้งนี้ ใช้โปรแกรมสิริวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ซึ่งใช้สูตรต่อไปนี้ (สุรพล วัฒนวิกย์กิจ. 2537 : 88-89)

$$pbi = \{(X_p - X_q) / s\} \{\sqrt{p(1 - p)}\}$$

เมื่อ pbi หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก (point biserial index)

X_p หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของคนที่ตอบข้อนี้ถูก

X_q หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของคนที่ตอบข้อนี้ผิด

s หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบทั้งฉบับ

p หมายถึง ค่าความยาก

4.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมในครั้งนี้ ใช้วิธีการของการแจกแจงที (t-distribution) ซึ่งใช้ในการหาอำนาจจำแนกของข้อคำถามที่เป็นแบบสอบถามมาตราการจัดอันดับ โดยจะแบ่งกลุ่มที่ได้น้ำหนักคะแนนสูงออกมา ร้อยละ 25 เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้น้ำหนักคะแนนต่ำออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มต่ำ แล้วคำนวณหาค่าคะแนนเฉลี่ยและคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่ม และแทนค่าในสูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 185-186)

$$t = \{X_H - X_L\} / \{\sqrt{(s^2_H / n_H)+(s^2_L / n_L)}\}$$

เมื่อ t หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

X_H หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

X_L หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

s^2_H หมายถึง คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง

s^2_H หมายถึง คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง

n_L หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

และใช้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ (ค่าทีที่ได้) ในการเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพ คือ ข้อคำถามนั้นใช้จำแนกคนเป็นสองกลุ่มได้ เมื่อมีค่าอำนาจจำแนกของข้อนั้นมากกว่าหรือเท่ากับ 1.65 จึงจะถือว่า เป็นข้อคำถามที่มีคุณภาพ (เป็นการทดสอบนัยสำคัญ ในกรณีที่เป็นการทดสอบนัยสำคัญทางเดียว โดยอาศัยการแจกแจงของที ที่ α = .05 ค่าทีจากตาราง = 1.645 เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนมากกว่า 120) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2534 : 160, 395)

3. ขั้นตอนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

ประชากร

1. ประชากรทั่วไป

ประชากรทั่วไป ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ แบ่งเป็น 3 แผนการเรียน คือ 1) แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส 2) แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 3) แผนการเรียนศิลป์คณิต 2

2. ประชากรเป้าหมาย

ประชากรเป้าหมายได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) แบ่งเป็น 3 แผนการเรียน คือ 1) แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส 2) แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 3) แผนการเรียนศิลป์คณิต 2 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 480 คน จำแนกเป็น 3 ชั้นเรียนคือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 174 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 177 คนและชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 129 คน

3. กลุ่มตัวอย่างและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 276 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจัดระดับชั้น (stratified random sampling) ระดับชั้นละ 2 กลุ่ม แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 46 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียน 3 แผนการเรียน คือ แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 (กข) และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 (ก) ได้กลุ่มควบคุม 3 กลุ่ม และกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม รายละเอียดกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มแสดงในตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 แสดงรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง

สถานภาพของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
1. ระดับชั้น		
1.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	46	46
1.2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	46	46
1.3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	46	46
รวม	138	138
2. แผนการเรียน		
2.1 ศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส	46	46
2.2 ศิลป์-คณิต 1 (กข)	46	46
2.3 ศิลป์-คณิต 2 (ก)	46	46
รวม	138	138
3. เพศ		
3.1 ชาย	70	71
3.2 หญิง	68	67
รวม	138	138

<u>แบบแผนการวิจัย</u>

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาโดยใช้การทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบสุ่มมีกลุ่มควบคุมวัดผลหลังการเรียนอย่างเดียว (Randomized Control Group Posttest-Only Design) (Campbell and Stanley. 1963 : 25-26) คือ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยการสุ่ม และมีการทดสอบหลังการทดลองอย่างเดียว เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 และ 3 (หน้า 69) ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงแบบแผนการวิจัยแบบสุ่มมีกลุ่มควบคุมวัดผลหลังการเรียนอย่างเดียว

กลุ่ม		ตัวแปรทดลอง	สอบหลัง
	RC_1	$\tilde{X}$	T_2
กลุ่มควบคุม	RC_2	$\tilde{X}$	T_2
	RC_3	$\tilde{X}$	T_2
	RE_1	X	T_2
กลุ่มทดลอง	RE_2	X	T_2
	RE_3	X	T_2

สัญลักษณ์ในตาราง 9 มีความหมายดังนี้

R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
C	แทน	กลุ่มควบคุม (control group) กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3
E	แทน	กลุ่มทดลอง (experimental group) กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3
$\tilde{X}$	แทน	วิธีเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
X	แทน	วิธีเรียนตามรูปการเรียนแบบรายบุคคล
T_2	แทน	การสอบหลังการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลองตามแบบสุ่มมีกลุ่มควบคุมวัดหลังอย่างเดียวนี้ ผู้วิจัยใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 และข้อ 3 (หน้า 69) สำหรับสมมติฐานการวิจัยข้อ 4 ข้อ 5 และข้อ 6 นั้น (หน้า 69, 70) ผู้วิจัยแยกศึกษาเฉพาะผลการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล คือ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม เพื่อทดสอบความแตกต่างของผู้เรียนกลุ่มทดลองในเรื่องแผนการเรียน ชั้นเรียน และเพศ ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน

การทดลองสอนของการวิจัยครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 ระหว่างวันที่ 10 พฤศจิกายน 2540 ถึงวันที่ 15 มกราคม 2541 ระหว่างเวลา 15.05 - 16.45 น. (วันที่ 29-31 ธันวาคม งดการเรียนการสอน วันที่ 5-9 มกราคม 2541 สอบกลางภาคเรียนที่ 2) รวม 8 สัปดาห์ๆ ละ 2 คาบ (คาบละ 50 นาที) รวม 16 คาบ

วิธีดำเนินการทดลองสอน

1. นักเรียนกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่ห้องคอมพิวเตอร์ โดยเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีนางสาวสุมาลี พนมเกียรติศักดิ์ และนางสาวพิไลพร พยัคมะเริง นิสิตฝึกสอนเอกธุรกิจศึกษา-การตลาดเป็นผู้ดูแลห้องคอมพิวเตอร์ 1 และห้องคอมพิวเตอร์ 2 ซึ่งนักเรียนจะต้องศึกษาเอกสารชี้แจงรายละเอียดของการเรียกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ออกมาใช้ในการเรียน และนักเรียนแต่ละคนจะได้รับแบบฝึกหัดประกอบการเรียนและแบบรายงานผลการเรียนคนละ 1 ชุด เมื่อนักเรียนเรียนจบหน่วยการเรียนใด นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนนั้นส่งให้ผู้วิจัยตรวจ พร้อมกับบันทึกผลการเรียนของตนในแบบรายงานผลการเรียนทุกครั้ง

2. นักเรียนกลุ่มควบคุม 3 กลุ่มเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ใช้หนังสือแบบเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรม และทำแบบฝึกหัดประกอบการเรียนทุกครั้งที่เข้าเรียน ซึ่งมีนายชยานนท์ โล่ห์คำ นิสิตฝึกสอนวิชาเอกชีววิทยาทำหน้าที่เป็นผู้สอน และผู้วิจัยเป็นอาจารย์นิเทศก์

3. ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 6 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย และแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2541

4. ตรวจผลการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานในครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการใช้สถิติเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การใช้สถิติทดสอบสมมติฐานก่อนทำการทดลองสอน เพื่อทดสอบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความสามารถเบื้องต้นก่อนการทดลองทัดเทียมกัน ใช้สถิติเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ด้วยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS/FW

ส่วนที่ 2 การทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดทั้ง 6 สมมติฐาน ผู้วิจัยใช้สถิติในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. สำหรับสมมติฐานข้อ 1 ที่ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่สร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

สถิติที่ใช้ในการคำนวณ ใช้วิธีการคำนวณหาค่าร้อยละ (อรพรรณ พรสีมา. 2530 : 129-131) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$E_1/E_2 = 80/80$$

$$E_1 = (\overline{X}/A) \times 100$$

$$E_2 = (\overline{F}/P) \times 100$$

เมื่อ E_1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวมของหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

$\overline{X}$ หมายถึง คะแนนหลังการเรียนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดในแต่ละหน่วยการเรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของการสอบหลังการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน

E_2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวมของหน่วยการเรียน 10 หน่วยคิดเป็นร้อยละ

$\overline{F}$ หมายถึง คะแนนหลังการเรียนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดใน 10 หน่วยการเรียน

P หมายถึง คะแนนเต็มของการสอบหลังการเรียนรวมของ 10 หน่วยการเรียน

2. สำหรับสมมติฐานข้อ 2 ที่ว่า การเรียนรูปแบบการเรียนรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม มีค่าประสิทธิภาพของการเรียนสูงกว่า 0.40 เท่าของการเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทดสอบโดยใช้ค่าประสิทธิภาพของการเรียน (Effect Size หรือ ES) ซึ่งเป็นค่าเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม หารด้วยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ (Bloom. 1984 : 17)

$$ES = (\overline{X}_E - \overline{X}_C) / SD_C$$

เมื่อ ES หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของการเรียน

$\overline{X}_E$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\overline{X}_C$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

SD_C หมายถึง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม

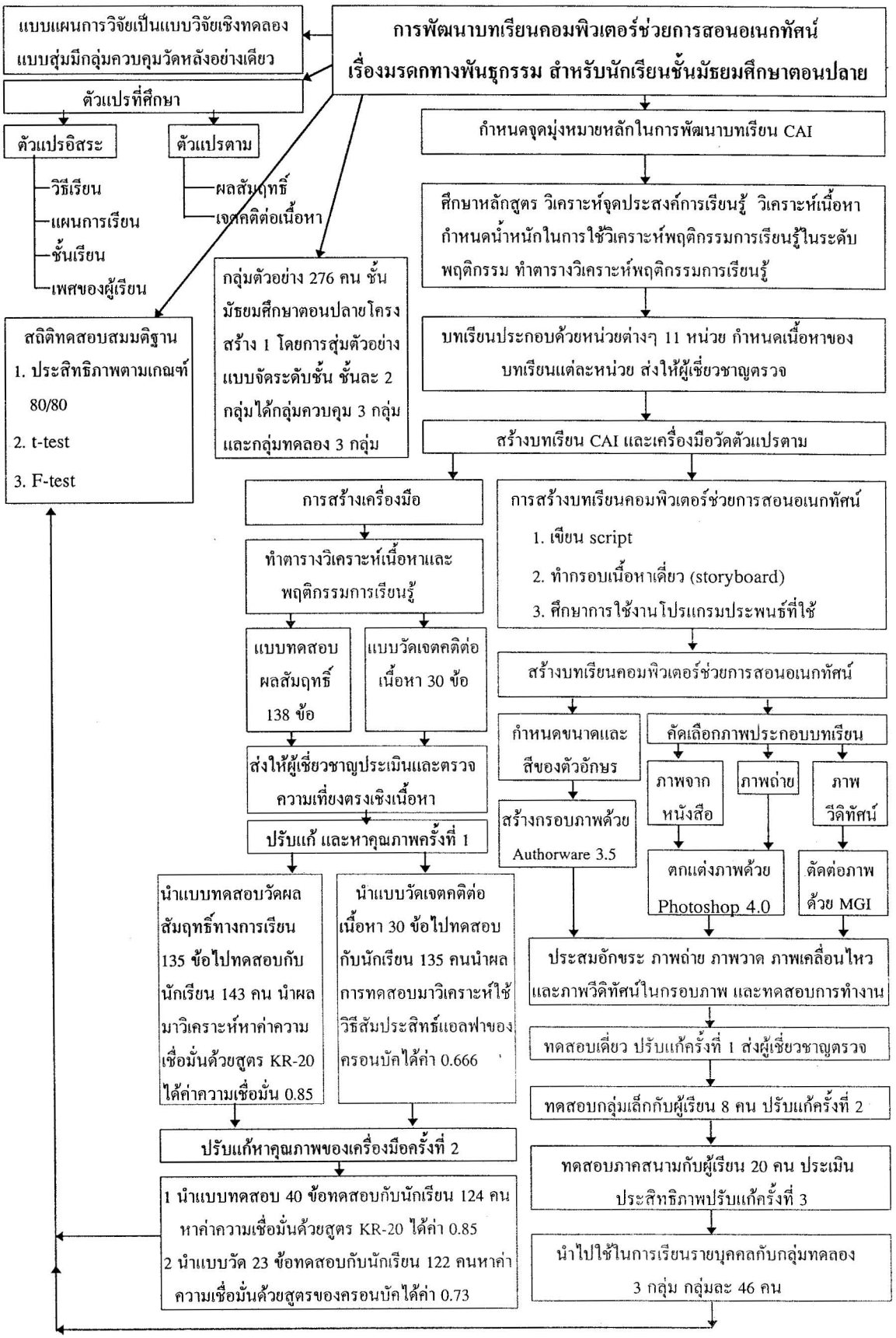
3. สำหรับสมมติฐานข้อ 3 ที่ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS/FW โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ Pooled Variance t-test เพราะเป็นการทดสอบค่าทีที่ใช้ความแปรปรวนร่วมเนื่องจากค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > .05$)

4. สำหรับสมมติฐานข้อ 4 ที่ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียนต่างกัน (แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS/FW โดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F-test) ถ้าพบความแตกต่างจะทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe´ test)

5. สำหรับสมมติฐานข้อ 5 ที่ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีระดับชั้นต่างกัน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS/FW โดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F-test) ถ้าพบความแตกต่างจะทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe´ test)

6. สำหรับสมมติฐานข้อ 6 ที่ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีเพศต่างกัน (เพศชาย และเพศหญิง) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS/FW โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ Separated Variance t-test เพราะเป็นการทดสอบค่าทีที่ใช้ความแปรปรวนแยก เนื่องจากค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกัน ($p \leq .05$)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประมวลสรุป ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยทั้งหมดเป็นแผนผังการดำเนินการ ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 4 สรุปวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 4 สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ กระทำโดยลำดับของความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. การศึกษาค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งแจกแจงตามผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้ ความจำ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติของนักเรียนต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

3. การเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. การศึกษาความแตกต่างระหว่างผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียน ชั้นเรียน และเพศต่างกัน

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละตอน จะนำเสนอเป็นตารางพร้อมด้วยคำอธิบายสรุปผลท้ายตารางแต่ละตาราง โดยใช้สัญลักษณ์ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

n หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียน

S.D. หมายถึง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลการเรียน

ES หมายถึง ประสิทธิภาพของการเรียน

SS หมายถึง ผลรวมของค่ากำลังสอง (sum of squares)

MS หมายถึง ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสอง (mean squares)

t หมายถึง ค่าอัตราส่วนในการพิจารณาการแจกแจงแบบที (t-distribution)

F หมายถึง ค่าอัตราส่วนในการพิจารณาการแจกแจงแบบเอฟ (F-distribution)

p หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นของผลการทดสอบสมมติฐาน

df หมายถึง ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

1.1 ผลการทดสอบขั้นแรกกับนักเรียน 1 คนในการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ครั้งที่ 1 นักเรียนที่ใช้บทเรียนเสนอความคิดเห็นว่า

1.1.1 หน่วยที่ 3 ภาพดวงตาเมื่อตอบคำถามถูกแล้วไม่สามารถคลิกดูภาพอื่นได้ ผู้วิจัยได้ปรับแก้ คือ ให้ใช้ศรคลิกดูภาพทั้ง 5 ได้ทีละภาพ

1.1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ของทุกหน่วยควรปรากฏทีละข้อ ผู้วิจัยได้ปรับแก้ให้นำเสนอจุดประสงค์การเรียนรู้ทีละข้อ แต่ละข้อใช้เวลาห่างกัน 3-5 วินาที

1.1.3 หน่วยที่ 4 ผู้วิจัยปรับแก้ดังนี้

1.1.3.1 เพิ่มคำอธิบายความหมายของอัลลีล (allele) ในกรอบเนื้อหาแรกที่แสดงศัพท์อัลลีล คือ กดคลิกเพื่อขอดูคำอธิบายศัพท์ได้

1.1.3.2 ฟีโนไทป์ในช่วงผสม Tt x Tt ช้าไป จึงปรับแก้โดยเปลี่ยนเวลาการเคลื่อนไหวเป็น 1.5 วินาที

1.1.3.3 ภาพแสดงฟีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 2 เครื่องหมายบวกทับรูป จึงปรับแก้โดยการเลื่อนเครื่องหมายบวกให้ห่างจากรูป

1.1.3.4 การเคลื่อนที่ของละอองเรณูเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่เท่ากัน จึงปรับแก้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของละอองเรณูเป็น 3 วินาที

1.1.4 หน่วยที่ 5 ช่วงแรกการเคลื่อนที่ของภาพเหรียญเร็วเกินไป ช่วงสรุปอัตราส่วนของฟีโนไทป์และจีโนไทป์ช้าไป ผู้วิจัยได้ปรับแก้ภาพการเคลื่อนไหวของเหรียญให้เคลื่อนที่ช้าลงกว่าเดิมเป็นใช้เวลาในการเคลื่อนที่ 3 วินาที เปลี่ยนเวลาในช่วงการสรุปอัตราส่วนของฟีโนไทป์และจีโนไทป์เป็นเวลา 2 วินาที

1.1.5 หน่วยที่ 6 เมื่อขอดูคำอธิบายของยีนแล้ว คำอธิบายทับเนื้อหา และไม่สามารถกลับไปอ่านเนื้อหาเดิมได้ ผู้วิจัยได้ปรับแก้โดยเพิ่มคำสั่งลบคำอธิบายของยีนในผังงาน

1.1.6 หน่วยที่ 8 คำว่า สิ่งแวดล้อมทับกัน ภาพที่ใช้ถามไม่ชัดเจนน่าจะมีคำอธิบายประกอบว่าเป็นรูปอะไร คำถาม 3 ต้องถามจากรูป 4 ไม่ใช่รูป 3 ผู้วิจัยได้ปรับแก้การซ้อนทับกัน แก้คำผิดและเพิ่มคำอธิบายรูป

1.1.7 หน่วยที่ 9 การถามคำถามข้อต่อๆ ไปหลังจากเฉลยคำตอบของข้อ 1 แล้วเร็วไปน่าจะใช้การกดที่เครื่องหมายต่อไป หรือกำหนดเวลาให้ช้ากว่านี้ ผู้วิจัยกำหนดเวลาในการเฉลยคำตอบให้ช้ากว่าเดิม

1.1.8 สิ่งที่แก้ไขตามคำเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับแก้สีของคำเฉลยทุกหน่วยเป็นสองส่วน คือ ส่วนของคำตอบและส่วนของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่ออธิบายเพิ่มเติม หรืออธิบายเพื่อทบทวนความรู้

1.2 ผลการทดสอบขั้นที่ 2 กับนักเรียน 8 คนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่ปรับแก้ครั้งที่ 1

ตาราง 10 ผลการเรียนประจำหน่วยการเรียน 10 หน่วยของนักเรียน 8 คน คิดเป็นคะแนนร้อยละ และผลลัพธ์รวมเฉลี่ยของจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนรวม 10 หน่วยการเรียน และผลการเรียนเฉลี่ยรวมของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ

ผู้เรียน	คะแนนร้อยละของผลลัพธ์ประจำหน่วยการเรียน										เฉลี่ยร้อยละ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	100	90	100	80	100	100	100	100	100	87	95.7
2	95	100	100	90	100	100	100	100	90	100	97.5
3	81	100	100	80	90	100	100	100	33	66	85.0
4	95	100	100	50	100	83	83	50	100	66	82.7
5	83	100	100	100	100	100	100	100	100	87	97.0
6	100	100	100	80	100	87	100	100	100	100	96.7
7	100	100	83	75	90	93	100	66	93	87	88.7
8	63	66	100	100	57	82	88	50	66	66	73.8
รวมเฉลี่ย	89.6	94.5	97.9	81.9	92.1	93.1	96.4	83.3	85.3	82.4	89.6

จากตาราง 10 สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมทั้ง 10 หน่วย เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ 80/80 ได้ผลดังนี้ ผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนในแต่ละหน่วยการเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 80 และผลการเรียนรวมเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนมีค่าเฉลี่ยรวมเป็นร้อยละ 89.6 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการ

สอนอเนกทัศน์ทั้ง 10 หน่วย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และพบว่า หน่วยที่ 4 หน่วยที่ 10 และหน่วยที่ 8 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 เล็กน้อย คือ หน่วยที่ 4 มีประสิทธิภาพ 81.9/89.6 หน่วยที่ 10 มีประสิทธิภาพ 82.4/89.6 และหน่วยที่ 8 มีประสิทธิภาพ 83.4/89.6

ผู้วิจัยได้ปรับแก้หน่วยการเรียนต่างๆ ตามข้อเสนอแนะของนักเรียนดังนี้

1.2.1 การสั่งงานเพื่อควบคุมบทเรียนทั้งหมดอยู่บนแป้นพิมพ์ ยกเว้นการเปลี่ยนหน้าของบทเรียนให้คลิกที่เครื่องหมายขอเปลี่ยนหน้าเหมือนเดิม

1.2.2 การควบคุมทั้งหมดเปลี่ยนจากคำสั่งการควบคุมโดยโปรแกรม คือ เปลี่ยนจากการกำหนดเวลาในการแสดงเคลื่อนไหว หรือกำหนดเวลาในการอ่านข้อความไว้ ซึ่งพบว่า มีปัญหา คือ นักเรียนแต่ละคนใช้เวลาในการเรียนไม่เท่ากัน ถ้าต้องการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจจะใช้เวลานานมาก ทำให้หน้าจอนั้นถูกลบหายไปเมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้ คือ ให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนของตนเอง เช่น ให้กดคลิกเพื่อขอดูเนื้อหาเพิ่มเติม และกดคลิกอีกครั้งเมื่อศึกษาเนื้อหานั้นเรียบร้อยแล้ว เพื่อทำให้กลับคืนสู่หน้าจอเดิม หรือกดคลิกเพื่อขอดูภาพเคลื่อนไหว

1.2.3 ข้อความที่ใช้ศรคลิกขอดูเนื้อหาเพิ่ม กำหนดให้นำเสนอแบบเดียวกัน คือ ให้แสดงเป็นชุดในชุดหนึ่งประกอบด้วย ส่วนรองรับข้อความใช้สีเทา และส่วนข้อความใช้สีน้ำเงินเข้ม และนำเสนอในลักษณะพลิกจากด้านซ้ายมือไปด้านขวามือเสมอ

1.2.4 ปรับแก้สีของหัวข้อ (title) ที่กลืนกับสีพื้นใหม่ ให้เห็นชัดเจนมากขึ้น

1.2.5 แก้สีเมนูใหม่ เพราะสีตัวอักษรเห็นไม่ชัดเจน

1.2.6 ลบสีซ้อนอักษรเน้นข้อความทั้งหมดที่ทำเป็นสองมิติออก ให้เหลือสีเดียวเป็นมิติเดียว เพราะข้อความที่ใช้สีซ้อนสองสีไม่ชัดเจนอ่านยาก

1.2.7 เปลี่ยนสีพื้นจากสีขาวเป็นสีอื่น เลือกใช้สีพื้นที่เป็นสีอ่อนเพื่อให้ดูแล้วรู้สึกสบายไม่ต้องเพ่งใช้สายตามาก

1.3 ผลการทดสอบขั้นสุดท้ายกับนักเรียน 20 คน ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่ปรับแก้ครั้งที่ 2

ตาราง 11 ผลการเรียนประจำหน่วยการเรียน 10 หน่วยของนักเรียน 20 คนคิดเป็นคะแนนร้อยละ และผลลัพธ์รวมเฉลี่ยของจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียนรวม 10 หน่วย และผลการเรียนเฉลี่ยรวมของนักเรียนเมื่อคิดเป็นร้อยละ

ผู้เรียน	คะแนนร้อยละของผลลัพธ์ประจำหน่วยการเรียน										เฉลี่ยร้อยละ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	74	100	66	75	100	83	75	50	71	80	74.2
2	100	100	100	100	100	100	100	100	80	80	96.0
3	100	100	100	50	80	80	100	100	100	100	91.0
4	100	80	80	75	83	70	100	75	100	100	88.3
5	90	88	77	75	83	100	100	100	100	100	91.5
6	100	100	100	100	100	77	100	100	100	66	94.3
7	100	100	60	85	100	88	100	83	100	100	91.6
8	100	100	100	75	71	85	100	83	80	100	89.4
9	100	100	85	75	85	80	100	66	66	100	85.7
10	100	100	100	100	100	77	100	83	100	100	96.0
11	88	83	88	85	50	77	100	83	100	83	84.2
12	76	100	100	80	80	80	85	100	66	100	84.3
13	100	100	100	100	100	100	80	100	100	75	95.5
14	100	100	80	90	100	100	80	100	100	75	92.5
15	94	100	100	90	71	90	100	100	100	75	91.4
16	76	100	100	80	80	80	85	100	66	100	84.3
17	75	100	100	100	100	68	75	50	100	100	84.3
18	100	100	100	62	85	72	90	66	66	33	77.4
19	100	100	100	75	100	83	90	66	80	66	86.0
20	88	77	100	75	100	100	100	83	100	100	93.4
รวมเฉลี่ย	92.9	96.4	91.8	82.4	88.4	84.5	93.0	84.4	88.8	86.7	88.6

จากตาราง 11 จะเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ทั้ง 10 หน่วย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 คือ ผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนในแต่ละหน่วยการเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 80 (80 ตัวแรก) และผลการเรียนรวมเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนมีค่าเฉลี่ยรวมสูงกว่าร้อยละ 80 (88.6 หมายถึง 80 ตัวหลัง) โดยที่หน่วยที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 เล็กน้อย คือ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.4/88.6 ส่วนหน่วยที่ 6 และหน่วยที่ 8 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ใกล้เคียงกัน คือ หน่วยที่ 6 มีประสิทธิภาพ 84.5/88.6 หน่วยที่ 8 มีประสิทธิภาพ 84.4/88.6

ผู้วิจัยได้ปรับแก้บทเรียนหน่วยต่างๆ ตามข้อเสนอแนะของนักเรียนดังนี้

1.3.1 ใส่หมายเลขหน้าเนื้อหาทุกหน่วย เป็นหน้าเนื้อหารวม 116 หน้า จำนวนหน้ารวม 138 หน้า จำนวนคำถามรวม 85 ข้อ ตามตาราง 12

ตาราง 12 แสดงจำนวนหน้าเนื้อหา หน้ารวมและจำนวนคำถามของหน่วยการเรียนต่างๆ

หน่วยเนื้อหามรดกทางพันธุกรรม	จำนวนหน้า		จำนวน
	หน้าเนื้อหา	หน้ารวม	ข้อคำถาม
1. วัฏจักรชีวิตพืชและสัตว์	6	8	11
2. ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง	7	9	9
3. ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม	6	8	5
4. บิดาแห่งพันธุศาสตร์	18	20	5
5. ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ	10	12	7
6. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	22	24	18
7. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์	10	12	12
8. พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม	6	8	6
9. มิวเตชัน	8	10	5
10. ความผิดปกติของโครโมโซม	7	9	5
11. ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์	16	18	-
รวม	116	138	85

1.3.2 เพิ่มเนื้อหาในหน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 8 และหน่วยที่ 9 เพราะนักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า เนื้อหาของหน่วยการเรียนทั้ง 4 มีน้อยไป

1.3.3 เพิ่มรายละเอียดในส่วนควบคุมการเปลี่ยนหน้าของบทเรียน หรือการเปลี่ยนหน้าจอ เช่น "กดแป้นพิมพ์ใดๆ เพื่อขอดูภาพเคลื่อนไหว" หรือ "กดแป้นพิมพ์ใดๆ เพื่อลบคำอธิบาย" เพื่อคงเนื้อหาเดิมของหน้าจอนั้น จนกว่านักเรียนจะกดแป้นพิมพ์ใดๆ เพื่อเปลี่ยนหน้าใหม่ คือ นักเรียนอาจจะเปลี่ยนหน้าเพื่อศึกษาเนื้อหาใหม่ หรือย้อนกลับไปหน้าก่อนหน้าเดิมตามที่นักเรียนต้องการได้

2. ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อนทำการทดลองสอน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ Pooled Variance t-test และแสดงผลการวิเคราะห์ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กลุ่มควบคุม) และนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล (กลุ่มทดลอง) ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n*	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มควบคุม	138	40.6594	6.580	1.10	.271
กลุ่มทดลอง	138	41.5435	6.727		

*df = 274

จากตาราง 13 สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนการทดลองสอนไม่แตกต่างกัน แสดงว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความสามารถเบื้องต้นก่อนการทดลองสอนทัดเทียมกัน

3. ผลการศึกษาค่าประสิทธิภาพของการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยแจกแจงตามผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความจำ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติของผู้เรียนต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม แสดงผลการวิเคราะห์ดังตาราง 14

ตาราง 14 ค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับการเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แจกแจงตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ผลการเรียน	n	$\bar{X}$	S.D	ES
1. ด้านความรู้-ความจำ				
กลุ่มควบคุม	138	3.3986	1.223	0.2132
กลุ่มทดลอง	138	3.6594	1.223	
2. ด้านความเข้าใจ				
กลุ่มควบคุม	138	10.1812	2.743	0.3592
กลุ่มทดลอง	138	11.1667	2.780	
3. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้				
กลุ่มควบคุม	138	7.3551	2.330	0.2239
กลุ่มทดลอง	138	7.8768	2.275	
4. ผลสัมฤทธิ์รวม				
กลุ่มควบคุม	138	20.9348	5.045	0.3505
กลุ่มทดลอง	138	22.7029	4.928	
5. เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม				
กลุ่มควบคุม	138	68.3986	6.547	0.0874
กลุ่มทดลอง	138	68.9710	6.512	

จากตาราง 14 สรุปได้ว่า ผลการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของกลุ่มทดลองเกิดขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่ได้ครั้งนี้ มีค่าต่ำกว่า 0.40 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ที่กำหนดไว้

4. การเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล กับนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง โดยใช้การทดสอบค่าที แบบ Pooled Variance t-test วิเคราะห์ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล แจกแจงตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ผลการเรียน	n*	$\overline{X}$	S.D	t	p
1. ด้านความรู้-ความจำ					
กลุ่มควบคุม	138	3.3986	1.223	1.77	.078
กลุ่มทดลอง	138	3.6594	1.223		
2. ด้านความเข้าใจ					
กลุ่มควบคุม	138	10.1812	2.743	2.96**	.003
กลุ่มทดลอง	138	11.1667	2.780		
3. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้					
กลุ่มควบคุม	138	7.3551	2.330	1.88	.061
กลุ่มทดลอง	138	7.8768	2.275		
4. ผลสัมฤทธิ์รวม					
กลุ่มควบคุม	138	20.9348	5.045	2.95**	.004
กลุ่มทดลอง	138	22.7029	4.928		
5. เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม					
กลุ่มควบคุม	138	68.3986	6.547	0.73	.467
กลุ่มทดลอง	138	68.9710	6.512		

*df = 274

จากตาราง 15 สามารถสรุปเกี่ยวกับการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ว่า

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ด้านความเข้าใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน ($p = .003$ และ $.004$ ตามลำดับ) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 3 ที่กำหนดไว้

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ด้านความรู้-ความจำ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ($p = .078, .061, .467$ ตามลำดับ) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 3 ที่กำหนดไว้

5. ผลการศึกษาความแตกต่างระหว่างผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียน ชั้นเรียน และเพศต่างกัน มีรายละเอียดดังนี้

5.1 ผลการศึกษาผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งแจกแจงตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวมและเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งนักเรียนมีแผนการเรียนต่างกัน คือ แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าเอฟ แสดงผลการวิเคราะห์ตามตาราง 16 ดังนี้

ตาราง 16 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีแผนการเรียนต่างกัน

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
1. ด้านความรู้-ความจำระหว่างกลุ่ม	2	6.9903	3.4952	2.3830	.0961
ภายในกลุ่ม	135	198.0024	1.4667		
รวม	137	204.9928			
2. ด้านความเข้าใจระหว่างกลุ่ม	2	9.1276	4.5638	.5868	.5575
ภายในกลุ่ม	135	1050.0390	7.7781		
รวม	137	1059.1667			
3. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้					
ระหว่างกลุ่ม	2	4.4979	2.2490	.4310	.6507
ภายในกลุ่ม	135	704.4079	5.2178		
รวม	137	708.9058			
4. ผลสัมฤทธิ์รวมระหว่างกลุ่ม	2	9.4142	4.7071	.1916	.8259
ภายในกลุ่ม	135	3317.4047	24.5734		
รวม	137	3326.8188			
5. เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม					
ระหว่างกลุ่ม	2	59.9180	29.9590	.7034	.4967
ภายในกลุ่ม	135	5749.9660	42.5923		
รวม	137	5809.8841			

จากตาราง 16 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวมและเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ที่มีแผนการเรียนต่างกัน คือ แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยทั้ง 4 ด้าน และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ไม่แตกต่างกัน (p = .0961, .5575, .6507, .8259, .4967 ตามลำดับ) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ที่กำหนดไว้

5.2 ผลการศึกษาผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ที่แจกแจงตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวมและเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งนักเรียนมีชั้นเรียนต่างกัน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าเอฟ แสดงผลตามตาราง 17 ดังนี้

ตาราง 17 ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีชั้นเรียนต่างกัน

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
1. ด้านความรู้-ความจำระหว่างกลุ่ม	2	7.6026	3.8013	2.599	.0780
ภายในกลุ่ม	135	197.3902	1.4621		
รวม	137	204.9928			
2. ด้านความเข้าใจระหว่างกลุ่ม	2	20.6065	10.3033	1.339	.2655
ภายในกลุ่ม	135	1038.5601	7.6930		
รวม	137	1059.1667			
3. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้					
ระหว่างกลุ่ม	2	11.4701	5.7350	1.110	.3325
ภายในกลุ่ม	135	697.4357	5.1662		
รวม	137	708.9058			
4. ด้านผลสัมฤทธิ์รวมระหว่างกลุ่ม	2	66.7113	33.3556	1.381	.2548
ภายในกลุ่ม	135	3260.1076	24.1489		
รวม	137	3326.8188			
5. เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม					
ระหว่างกลุ่ม	2	514.1105	257.055	6.55**	.0019
ภายในกลุ่ม	135	5295.7736	39.2250		
รวม	137	5809.8841			

จากตาราง 17 พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่เรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแตกต่างกัน (p = .0019) สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวมของนักเรียนทั้งสามชั้นเรียนไม่แตกต่างกัน (p = .0780, .2655, .3325, .2548 ตามลำดับ)

เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนทั้งสามชั้นเรียน จึงต้องทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe′ test) ดังแสดงในตาราง 18

ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีชั้นเรียนต่างกัน มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน โดยใช้การเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของเชฟเฟ่

ระดับชั้น		ม.5	ม.4	ม.6	ค่าที่ใช้
	$\bar{X}$	66.5110	69.0851	71.2609	ตัดสิน
มัธยมศึกษาปีที่ 5 (ม.5)	66.5110	-	2.1758	4.7498	4.4288*
มัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4)	69.0851		-	2.5740	
มัธยมศึกษาปีที่ 6 (ม.6)	71.2609			-	

* เมื่อ p = .05

จากตาราง 18 สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลสามชั้นเรียนมีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแตกต่างกัน โดยพบความแตกต่าง 1 คู่ คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแตกต่างจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 5 ที่กำหนดไว้

5.3 ผลการศึกษาผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีเพศต่างกัน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ Separated Variance t-test กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และใช้การทดสอบค่าที แบบ Pooled Variance t-test กับผลการวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ดังแสดงในตาราง 19 ดังนี้

ตาราง 19 ผลการเรียนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล

ผลการเรียน	n	$\bar{X}$	S.D	df	t	p
1. ด้านความรู้-ความจำ						
เพศชาย	71	3.3286	1.316	129.78	3.35**	.001
เพศหญิง	67	4.0000	1.022			
2. ด้านความเข้าใจ						
เพศชาย	71	10.5286	3.087	126.64	2.82**	.006
เพศหญิง	67	11.8235	2.266			
3. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้						
เพศชาย	71	7.3000	2.510	126.58	3.13**	.002
เพศหญิง	67	8.4706	1.840			
4. ผลสัมฤทธิ์รวม						
เพศชาย	71	21.1571	5.404	124.17	3.95**	.000
เพศหญิง	67	24.2941	3.809			
5. เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม						
เพศชาย	71	69.0857	7.021	136.00	.21	.835
เพศหญิง	67	68.8529	5.993			

จากตาราง 19 สรุปได้ว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวมแตกต่างกัน (p = .001, .006, .002, .000 ตามลำดับ) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 6 ที่กำหนดไว้ คือ นักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกด้านสูงกว่านักเรียนชาย ส่วนผลการเรียนด้านเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลไม่แตกต่างกัน (p = .835) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 6 ที่กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

บทนี้เป็นการสรุป เพื่อนำเสนอภาพรวมของการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งนักเรียนศึกษาจากสื่อที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ในการนำเสนอสาระต่างๆ นี้จะแยกกล่าวเป็น 3 ส่วน คือ การสรุป การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ในส่วนของการสรุปประกอบด้วย ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า วิธีดำเนินการและสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล ในส่วนของการอภิปรายผลจะอภิปรายผลตามลำดับความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า และในส่วนของข้อเสนอแนะจะแยกกล่าวเป็นข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อศึกษาค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งแจกแจงตามผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้ ความจำ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติของนักเรียนต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

3. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียน ชั้นเรียน และเพศต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่พัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. การเรียนตามรูปแบบรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรม มีค่าประสิทธิภาพทางการเรียนสูงกว่า 0.40 เท่าของการเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล มีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียนต่างกัน (แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2) มีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน

5. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีชั้นเรียนต่างกัน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) มีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน

6. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีเพศต่างกัน (เพศชายและเพศหญิง) มีผลการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการในเรื่องต่างๆ โดยลำดับ ดังนี้

1. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยรวม 3 ชนิด คือ

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่ผ่านการทดสอบว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแยกเป็น 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ 4) ผลสัมฤทธิ์รวม

1.3 แบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 276 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจัดระดับชั้น ชั้นเรียนละ 2 กลุ่ม และแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มควบคุม 3 กลุ่มและกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 46 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียน 3 แผนการเรียน คือ แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 (กข) และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 (ก)

3. ทำการทดลองตามแบบแผนการวิจัยที่กำหนด คือ แบบสุ่มมีกลุ่มควบคุมวัดผลหลังการเรียนอย่างเดียว (Randomized Control Group Posttest-Only Design) คือ กลุ่มควบคุมเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกลุ่มทดลองเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งใช้เวลาในการทดลองเรียน 8 สัปดาห์ๆ ละ 2 คาบ รวม16 คาบ และทำการทดสอบเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม แล้ววิเคราะห์ผลในเชิงปริมาณเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยทั้ง 5 ข้อ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการโดยใช้ค่าสถิติเป็นการเฉพาะสำหรับแต่ละสมมติฐาน ดังนี้

4.1 ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สำหรับสมมติฐานข้อ 1

4.2 ใช้การคำนวณค่า "ประสิทธิภาพการเรียน" (effect size) สำหรับสมมติฐานข้อ 2

4.3 ใช้การทดสอบค่า "t" (t-test) สำหรับสมมติฐานข้อ 3 และ 6

4.5 ใช้การทดสอบค่า "อัตราส่วนเอฟ" (F-ratio) สำหรับสมมติฐานข้อ 4 และ 5

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม ปรากฏผลดังนี้

1.1 ผลการทดสอบขั้นที่ 2 กับนักเรียน 8 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่ปรับแก้ครั้งที่ 1 มีประสิทธิภาพ 89.6/89.6, 94.5/89.6, 97.9/89.6, 81.9/89.6, 92.1/89.6, 93.1/89.6, 96.4/89.6, 83.3/89.6, 85.3/89.6, 82.4/89.6 ตามลำดับ กล่าวได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

1.2 ผลการทดสอบขั้นสุดท้ายกับนักเรียน 20 คน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่ปรับแก้ครั้งที่ 2 มีประสิทธิภาพ 92.9/88.6, 96.4/88.6, 91.8/88.6, 82.4/88.6, 88.4/88.6, 84.5/88.6, 93.0/88.6, 84.4/88.6, 88.8/88.6, 86.7/88.6 ตามลำดับ กล่าวได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

2. การเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อนการทดลองปรากฏผลดังนี้ ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองก่อนเริ่มทำการทดลอง โดยใช้การทดสอบค่าที แบบ Pooled Variance t-test พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่ต่างกัน ($p = .271$) แสดงว่า นักเรียนในกลุ่มทั้งสองมีความสามารถเบื้องต้นก่อนการทดลองทัดเทียมกัน

3. ผลการศึกษาค่าประสิทธิภาพของการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ค่าประสิทธิภาพของการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม มีค่าประสิทธิภาพการเรียนเป็น 0.2132,

0.3592, 0.2239, 0.3505 และ 0.0874 ตามลำดับ แต่ค่าประสิทธิภาพของการเรียนดังกล่าวต่ำกว่าค่าที่คาดหวังไว้ คือ 0.40 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

4. การเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองปรากฏผลดังนี้ ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้การทดสอบค่าที แบบ Pooled Variance t-test สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p = .003$ และ $.004$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบไม่แตกต่างกัน ($p = .078$, $.061$ และ $.467$ ตามลำดับ) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

5. ผลการศึกษาความแตกต่างระหว่างผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียน ชั้นเรียน และเพศต่างกัน แจกแจงได้ดังนี้

5.1 ผลการศึกษาความแตกต่างของผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ที่แจกแจงตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนมีแผนการเรียนต่างกัน 3 แผนการเรียน คือ แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F-test) สรุปได้ว่า

ผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่แจกแจงตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนแผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 ทั้ง 3 แผนการเรียนไม่แตกต่างกัน ($p = .0961$, $.5575$, $.6507$, $.8259$ และ $.4967$ ตามลำดับ) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

5.2 ผลการศึกษาความแตกต่างของผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีชั้นเรียนต่างกัน ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F-test) พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่เรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแตกต่างกัน (p = .0019) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแตกต่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นอื่นไม่แตกต่างกัน สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมของนักเรียนทั้งสามชั้นเรียนไม่แตกต่างกัน (p = .0780, .2655, .3325 และ .2548 ตามลำดับ) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

5.3 ผลการศึกษาความแตกต่างระหว่างผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีเพศต่างกัน ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ Separated Variance t-test กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวมของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลแตกต่างกัน (p = .001, .006, .002 และ .000 ตามลำดับ) นั่นคือ นักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกด้านสูงกว่านักเรียนชาย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ ส่วนเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบ Pooled Variance t-test สรุปได้ว่า เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนทั้งสองเพศไม่แตกต่างกัน (p = .835) ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การอภิปรายผลครั้งนี้ ผู้วิจัยอภิปรายผลตามจุดมุ่งหมายการวิจัย ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม มีประเด็นที่ควรพิจารณาดังนี้

1.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 พบข้อบกพร่องของบทเรียน คือ คำอธิบายภาพที่ใช้อักษรหลายสีอ่านยาก เวลาที่ใช้ในการศึกษาคำตอบในส่วนเฉลยน้อยไปแต่เวลาที่ใช้ในการเสนอภาพเคลื่อนไหวนานไป ในกรณีที่เป็นคำถามแบบเลือกตอบนักเรียนไม่สามารถขอดูคำตอบข้ออื่นได้

และส่วนที่ขอดูเพิ่มเติมไม่สามารถลบจากหน้าจอเดิมได้ทำให้ไม่สามารถศึกษาข้อมูลบนหน้าจอเดิมได้ ผู้วิจัยได้ปรับแก้โดยเปลี่ยนใช้สีอักษรเพียงสีเดียว ปรับเวลาในส่วนของการเฉลยให้เพิ่มขึ้นและลดเวลาของการเสนอภาพเคลื่อนไหวให้น้อยลง เพิ่มคำสั่งลบของข้อมูล หรือภาพที่ขอดูเพิ่มในผังงานที่มีปฏิสัมพันธ์ทั้งหมด ปรับปฏิสัมพันธ์ของภาพคำถามที่ใช้ภาพนัยน์ตาเป็นคำตอบให้เป็นแบบเลือกภาพใดก็ได้ (loop) ในส่วนของหน้าจอนั้น การเฉลยคำตอบแยกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของคำตอบและส่วนของการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่ออธิบายเพิ่มเติม หรืออธิบายเพื่อทบทวนความรู้ เป็นส่วนของการทดสอบการใช้งานบทเรียน (Gagne′, Briggs and Wager. 1988 : 323) เพื่อตรวจสอบความผิดพลาด แก้ส่วนที่ไม่ชัดเจนของบทเรียนและข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดในขณะการทดสอบนักเรียน เมื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 พบปัญหาเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการเรียนแต่ละหน้าจอของนักเรียนต่างกัน ผู้วิจัยปรับแก้ด้วยการเปลี่ยนการควบคุมปฏิสัมพันธ์โดยโปรแกรม เป็นการควบคุมโดยนักเรียน เปลี่ยนคำสั่งลบที่กำหนดเวลาเป็นคำสั่งลบโดยการกดคลิก เปลี่ยนสีพื้นจอจากสีขาวเป็นสีอื่น กำหนดการเสนอข้อมูลที่ขอดูเพิ่มเมื่อกดคลิกให้เป็นแบบเดียวกัน คือ แบบพลิกจากซ้ายไปขวา ถ้าเป็นภาพให้เสนอแบบเริ่มจากจุดเล็กแล้วขยายใหญ่เต็มกรอบที่กำหนด (remove up) การลบเป็นแบบลบจากกรอบนอกไปสู่จุดเล็ก (remove down) ซึ่งการทดสอบกับนักเรียน 8 คนเป็นการทดสอบรายจุดประสงค์ (Gagne′, Briggs and Wager. 1988 : 323-324) ประเมินจากการเรียนของนักเรียนขณะเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ และเป็นการเตรียมคู่มือแนะนำการใช้บทเรียน เมื่อนำไปทดลองใช้ขั้นสุดท้ายนักเรียนเสนอว่า เนื้อหาบางหน่วยน้อยไป เช่น หน่วยที่ 2 หน่วยที่ 3 หน่วยที่ 8 และหน่วยที่ 9 มีเนื้อหาน้อยไป ผู้วิจัยปรับเพิ่มเนื้อหาในหน่วยที่นักเรียนเสนอ และเพิ่มข้อความ “กดแป้นพิมพ์ใดๆ เพื่อขอดูภาพเคลื่อนไหว” หรือ “กดแป้นพิมพ์เพื่อลบคำอธิบาย” ข้อความนี้จะปรากฏในส่วนแถบควบคุมการเปลี่ยนหน้าของบทเรียน เมื่อลบส่วนที่ขอดูเพิ่มแล้วคำที่ปรากฏนี้จะถูกลบจากหน้าจอพร้อมกับส่วนที่ขอดูเพิ่ม โดยนักเรียน 8 คนและนักเรียน 20 คนเป็นนักเรียนที่สมัครเรียน มีความต้องการที่จะทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ มีความเต็มใจที่จะเรียนและสนใจที่จะเรียนด้วยตนเอง จึงเรียนอย่างตั้งใจและเรียนจบบทเรียนทั้ง 11 หน่วยในเวลาสองคาบเรียน (ประมาณ 100 นาที) ในขณะเรียนนักเรียนมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นกันระหว่างศึกษาบทเรียน ชักชวนให้เพื่อนศึกษาเนื้อหา หรือภาพที่ตนสนใจ เช่น นายวิศาล พงศกร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4/4 แสดงความคิดเห็นว่า “น่าจะเขียนว่า หน้านี้เป็นหน้าที่เท่าไรของหน่วยนี้ เวลาอ่านข้อความไม่เข้าใจจะได้สะดวกที่จะบอกอาจารย์ให้อธิบายได้ บทเรียนน่าสนใจดี สามารถวกกลับไป-มาได้ ถ้าไม่เข้าใจ ทำให้เข้าใจมากขึ้น เครื่องคอมพิวเตอร์สีเพี้ยน” และนายวัชรพล อิศรานนท์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/1 ได้แสดงความคิดเห็นว่า

"เป็นความแปลกใหม่ ในหน่วยแรกเป็นการปรับตัวได้ดี เข้าใจง่าย สนุกดี เนื้อหาไม่ยาว ถ้ามีเสียงหรือภาพเคลื่อนไหว (motion picture) จากของจริงเป็นตัวอย่างเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยรวมแล้วเยี่ยมครับ" และความคิดเห็นในหน่วยที่ 2 "มีภาพเคลื่อนไหวด้วย ทำให้น่าสนใจมากขึ้น หน่วยนี้คำถามเริ่มมากขึ้น แต่การมีคำถามให้ตอบทำให้นักเรียนตื่นเต้นและลุ้นกับการตอบ" นอกจากนั้นวัชรพลยังได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ว่า "โดยธรรมชาติของคนเรา ชอบที่จะค้นคว้าหาสิ่งใหม่ๆด้วยตนเองทำให้เกิดความสนใจและใส่ใจในสิ่งที่จะเรียนรู้ การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นี้ผมคิดว่าจะให้ประโยชน์ต่อตัวบุคคลโดยเฉพาะเจาะจงได้เป็นอย่างมาก เพราะหากเป็นการเรียนในห้องปกติที่เรียนกันอยู่ นักเรียนก็จะพบกับสภาพแวดล้อมที่ไม่ดีในการเรียนจากการไม่ให้ความร่วมมือของเพื่อนในห้อง นอกจากนี้หากเรียนจากคอมพิวเตอร์ก็สามารถเอาโปรแกรมกลับไปศึกษาที่บ้านได้" และนายศุภกฤษฎิ์ มหารักขกะ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/5 แสดงความคิดเห็นว่า "แผนภาพน่าจะมีคำอธิบายเป็นช่วงๆ ที่คลิกดูได้ บางภาพตัวอย่างน่าสนใจน่าจะมีรายละเอียดเพิ่มเติมโดยการคลิกเข้าไปดูได้ ถ้าบางส่วนต้องรอภาพปรากฏควรมีสัญลักษณ์บอก การเรียนแบบนี้เหมือนเรียนกับอาจารย์" สำหรับนางสาวสิริทรัพย์ ตันตยาทร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/5 แสดงความเห็นว่า "เนื้อหาน่าสนใจ มีรูปภาพแสดงช่วยทำให้เข้าใจ คำถามบางข้อไม่ค่อยเข้าใจ และคำถามบางข้ออาจจะง่ายไป" และนางสาวเมธยา ตันกุลรัตน์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/5 แสดงความคิดเห็นว่า "บางเนื้อหาต้องการคำอธิบายมากกว่านี้พร้อมทั้งขอให้เพิ่มตัวอย่าง เช่น การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ชอบที่มีรูปมาก และมีวีดิทัศน์ มีเนื้อหาง่ายต่อการเรียนดี" นางสาวชนิกานต์ พิบูลชล นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 6/5 แสดงความคิดเห็นว่า "การเรียนแบบนี้น่าสนใจ บทเรียนแบบนี้ดี มีรูปเคลื่อนไหวได้ทำให้อ่านเนื้อหาแล้วเข้าใจมากขึ้น" เป็นต้น

1.2 การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดย 80 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เฉพาะจุดมุ่งหมายเป็นร้อยละของคะแนนสอบหลังการเรียนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดในแต่ละจุดประสงค์ได้ไม่น้อยกว่า 80 ส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวมเมื่อคิดเป็นร้อยละของคะแนนสอบหลังการเรียนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดได้ไม่น้อยกว่า 80 ซึ่งผู้วิจัยควรจะนำคะแนนการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนมาประกอบการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ด้วย เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยการเรียน เพื่อยืนยันเกี่ยวกับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Gagne', Briggs and Wager. 1988 : 337-339) โดยทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนน

จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยของกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติในห้องเรียนกับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยตนเองด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้การทดสอบค่าที แบบ Pooled Variance t-test (สมมติฐานการวิจัยข้อ 3 หน้า 69) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกัน ทำให้สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่ผู้วิจัยพัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 จริง

2. การศึกษาค่าประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับการเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลมีผลการเรียนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่ค่าประสิทธิภาพของการเรียนที่ได้มีค่าต่ำกว่าค่าที่คาดหวัง คือ 0.40 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ กล่าวคือ

2.1 ประสิทธิภาพของการเรียนด้านความรู้ความจำ มีค่า 0.2132 หมายถึง การเรียนด้วยตนเองของนักเรียนโดยเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านความรู้-ความจำ สูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 58.32 ของกลุ่มควบคุม ซึ่งใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพของการเรียนด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้มีค่า 0.2239 หมายถึง การเรียนด้วยตนเองของนักเรียนโดยเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมช่วยให้นักเรียนนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 58.71 ของกลุ่มควบคุม และประสิทธิภาพของการเรียนด้านเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม มีค่า 0.0874 หมายถึง การเรียนด้วยตนเองของนักเรียนโดยเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมช่วยให้นักเรียนเกิดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมสูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 53.19 ของกลุ่มควบคุม แต่ข้อค้นพบในครั้งนี้ได้ค่าประสิทธิภาพของการเรียนต่ำกว่า 0.40 (ค่า 0.40 หมายถึง คะแนนผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 65 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม) ซึ่งเป็นค่าคาดหวังอาจเป็นเพราะ จำนวนข้อคำถามที่ใช้ในการวัดผลการเรียนด้านความรู้-ความจำ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มีจำนวนน้อย คือ 6 ข้อ และ 13 ข้อ (ตาราง 7 หน้า 79) ทำให้ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของนักเรียนได้อย่างชัดเจน

2.2 ประสิทธิภาพของการเรียนด้านความเข้าใจ มีค่า 0.3592 หมายถึง การเรียนด้วยตนเองของนักเรียน โดยเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านความเข้าใจสูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 64.05 ของกลุ่มควบคุม ซึ่งใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพของการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์รวมที่มีค่า 0.3505 หมายถึง การเรียนด้วยตนเองของนักเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ช่วยให้นักเรียนมีผลการเรียนสูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 63.68 ของกลุ่มควบคุม แต่ข้อค้นพบในครั้งนี้ได้ค่าประสิทธิภาพการเรียนต่ำกว่า 0.40 ซึ่งเป็นค่าคาดหวัง แต่ค่าประสิทธิภาพของการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม และค่าประสิทธิภาพทางการเรียนด้านผลสัมฤทธิ์ทางด้านความเข้าใจครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับการเรียนรายบุคคลที่มีค่าประสิทธิภาพ 0.33 และการเรียนรายบุคคลทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าประสิทธิภาพ 0.35 (Walberb. 1984 : 24) และมีค่าใกล้เคียงกับผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบต่างๆ เมื่อเทียบกับการสอนตามปกติที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยของนักเรียน มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.34 (Wise and Okey. 1983 : 430-431) และมีค่าแตกต่างเล็กน้อยกับค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างปีพุทธศักราช 2527 ถึง 2539 ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพการเรียนรู้เฉลี่ย 0.37 (วีระพงษ์ แสง-ชูโต. 2540 : 72) กล่าวได้ว่า ผลการวิจัยในครั้งนี้สูงกว่าการรายงานของคูลิกและคูลิก (Kulik and Kulik. 1989 : 278) ที่รายงานผลการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในระดับประถมและมัธยมว่า มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยเป็น 0.31 แต่ประสิทธิภาพทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่า การใช้สื่อประสมและการใช้บทเรียนโปรแกรมที่ให้ข้อมูลย้อนกลับแบบต่างๆ มีประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.45 (ละเอียด รักษ์เผ่า. 2528 : 2-4, 135) และต่ำกว่าการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 0.45 (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 48, 59)

ในภาพรวมประเมินได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ ทำให้นักเรียนเกิดเรียนรู้ต่ำกว่าการคาดหวังของผู้วิจัย เพราะค่าประสิทธิภาพของการเรียนด้านพุทธิพิสัยที่พบอยู่ในช่วง 0.2132-0.3605 และส่งผลให้นักเรียนที่เรียนด้วยตนเองเกิดเจตคติต่อเนื้อหาวิชาแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนตามแบบปกติในน้อยมาก คือมีค่าประสิทธิภาพการเรียนด้านเจตคติต่อเนื้อหาเป็น 0.0874 และค่าประสิทธิภาพของการเรียนในครั้งนี้ ไม่สามารถเทียบเคียงได้กับการเรียนรู้แบบรอบรู้แบบตัวต่อตัวตามแบบของบลูมได้ (Bloom. 1984 : 4) ซึ่งอาจเป็นเพราะ การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการเรียนที่ต้องการให้ได้ค่าประสิทธิภาพมีค่าสูงนั้น ควรเลือกใช้นวัตกรรมหลายอย่างประกอบกัน เช่น อานาเนียและเบิร์ก

(Bloom. 1984 : 4-5 citing Anania. 1981 and Burke. 1983) พบว่า ค่าประสิทธิภาพการสอนจะสูงถึง 2 (เท่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม) เมื่อครูสอนนักเรียนแบบตัวต่อตัว และผสมผสานกับการเรียนแบบรอบรู้ คือ เมื่อทดสอบแล้วครูให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนแก้ไขข้อบกพร่องทันที ดังนั้น ถ้านักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมด้วยตนเองและมีโอกาสซักถาม หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอน ในขณะที่เรียน หรือนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมนี้ไปใช้ผสมผสานร่วมกับการใช้นวัตกรรมอื่นๆ จะทำให้ผลการเรียนด้านต่างๆ ของนักเรียนสูงขึ้นได้

3. การเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านความเข้าใจ และผลสัมฤทธิ์รวม แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้-ความจำ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งอภิปรายได้ดังนี้

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ และข้อค้นพบดังกล่าว สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์รายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ และจัดลำดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยระดับความเข้าใจมากที่สุด (ตาราง 7 หน้า 79) ทั้งนี้เพราะ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ สามารถเปลี่ยนความเป็นนามธรรมของเนื้อหาให้เป็นรูปธรรม เพราะภาพจากของจริง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพจากวีดิทัศน์จะช่วยกระตุ้นความสนใจและทำให้นักเรียนเข้าใจได้ดี (Cruickshank, Bainer and Metcalf. 1995 : 253) สามารถจัดลำดับได้ตามความต้องการ โดยเริ่มต้นจากสิ่งที่ง่ายไปสู่สิ่งที่ยาก และเริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปเป็นนามธรรมด้วยตัวของนักเรียนเอง (Freeman. 1992 : 118) ทำให้เห็นภาพการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ตาเปล่ามองไม่เห็น และขยายสิ่งที่มีขนาดเล็กให้มีขนาดพอเหมาะที่จะศึกษาได้ (ประมาณ ฮะกีมี. 2535. 339-340 ; Heinich, Molenda and Russell. 1993 : 11) ใช้แทนการอธิบาย หรือแสดงให้เห็นตัวอย่างได้อย่างชัดแจ้ง และนักเรียนที่ได้รับประสบการณ์การเรียนด้วยตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมจะเข้าใจความหมายในส่วนที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น (Hammersmith and Mertens. 1990 : 497 ; Green and Herron. 1993 : 4) การอธิบายเนื้อหาเนื้อหาที่สอนเป็นแผนภาพเปรียบเทียบ หรือการใช้ตารางพุนเนตต์ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น (Mitchell and Lawson. 1988 : 34) เป็นเหตุให้นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียน

ตามรูปแบบรายบุคคลเกิดการเรียนรู้ มีความเข้าใจเนื้อหาเรื่องมรดกทางพันธุกรรมได้เป็นอย่างมาก ส่งผลให้ผลการเรียนด้านความเข้าใจสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) ผลจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองเกี่ยวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมของบทเรียนทั้ง 11 เป็นรายข้อ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ช) มีประเด็นที่น่าสนใจบางประการ คือ นักเรียนเห็นด้วยว่า วิธีเรียนแบบนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในระดับมาก เนื่องจากภาพเคลื่อนไหวและภาพวิดีทัศน์ช่วยทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น เพราะนักเรียนสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของภาพวีดิทัศน์ได้ทันทีที่ต้องการดูภาพย้อนกลับ ซึ่งสภาวะเช่นนี้จะช่วยเพิ่มการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น (Duhrkopf and Kramer. 1991 : 48-53) 3) ถ้าประเมินนักเรียนตามระดับคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ใช้เกณฑ์ร้อยละ 50 หรือครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (เกณฑ์ร้อยละ 50 หรือครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มใช้แบ่งระดับความสามารถของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 ระดับต่ำมีคะแนนอยู่ในช่วงต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม และคะแนนสูงสุดไม่เกินร้อยละ 50 กลุ่ม 2 ระดับค่อนข้างต่ำมีคะแนนอยู่ในช่วงเท่ากับครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม และสูงสุดไม่เกินร้อยละ 55 กลุ่ม 3 ระดับปานกลางมีคะแนนอยู่ในช่วง 55.01 ถึงร้อยละ 60.00 กลุ่ม 4 ระดับสูงมีคะแนนอยู่ในช่วงมากกว่าร้อยละ 65 ขึ้นไป) (กองวิจัยทางการศึกษา. 2539 :129) จะประเมินระดับความสามารถของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้านความเข้าใจได้ว่า มีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 53.174 ของคะแนนเต็ม (11.1667 คะแนนจากคะแนนเต็ม 21) แต่กลุ่มควบคุมมีความสามารถด้านความเข้าใจอยู่ในระดับต่ำ (ต่ำกว่าร้อยละ 50) โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 48.481 ของคะแนนเต็ม (10.1812 คะแนนจากคะแนนเต็ม 21 คะแนน) ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่า ครูผู้ทำการสอนนักเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนและขบคิดหาวิธีการส่งเสริม เพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความเข้าใจ เพราะเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ควรได้รับการปรับแก้ สืบเนื่องจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองด้านความเข้าใจอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (53.174 %) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำกว่าด้านความรู้-ความจำ (60.990 %) (ข้อ 3.3 หน้า 128-129) และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (60.590 %) (ข้อ 3.4 หน้า 129) ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่ควรพิจารณา และทำการปรับแก้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมอีกครั้งก่อนเผยแพร่ 4) ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในครั้งนี้สูงกว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องมรดก

ทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งประเทศในปีการศึกษา 2526 ที่ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 19.95 (สาขาวิจัยและประเมินผล. 2532 : 28, 30)

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ และคล้ายกับการรายงานของเทห์และฟราเซอร์ (Teh and Fraser. 1997 : 79) ที่ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาภูมิศาสตร์มีสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบมีครูเป็นผู้สอน ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านต่างๆ ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลด้วยบทเรียนช่วยการสอนอเนกทัศน์สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านต่างๆ ของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างชัดเจน (ตาราง 15 หน้า 110) 2) ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของทิพย์อาภา บุญรัตน์ (2531 : 54) ที่ว่า การใช้นวัตกรรมต่างๆ จะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ 3) เมื่อเปรียบเทียบส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จะพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (ตาราง 15 หน้า 110) ทำให้สามารถแปลความหมายได้ว่า คะแนนตัวแปรในกลุ่มทดลองเกาะกลุ่มกันมากว่ากลุ่มควบคุม ชี้ให้เห็นว่า การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนทำให้คะแนนตัวแปรตาม มีค่าใกล้เคียงกันมากกว่าการสอนตามปกติ (สมบูรณ์ บูรศิริรักษ์. 2539 : 133, 167) 4) ถ้าประเมินนักเรียนตามระดับคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ใช้เกณฑ์ร้อยละ 50 หรือครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (กองวิจัยทางการศึกษา. 2539 :129) จะประเมินระดับความสามารถของนักเรียนกลุ่มทดลองด้านผลสัมฤทธิ์รวมได้ว่า มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 56.757 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเฉลี่ย 22.7029 คะแนนจากคะแนนเต็ม 40) สำหรับกลุ่มควบคุมมีความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์รวมอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 52.337 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเฉลี่ย 20.9348 คะแนนจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน) 5) ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในครั้งนี้สูงกว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2537 ที่ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 31.4666 (คะแนนเฉลี่ย 4.72 คะแนนจากคะแนนเต็ม 15 คะแนน) (สาขาวิจัยและประเมินผล. 2540 :12)

3.3 ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก 1) การวัดพฤติกรรมการเรียนด้านความรู้-ความจำ เป็นการถามให้นักเรียนระลึกถึงเรื่องราว หรือความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วอย่างตรงไปตรงมา (สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 ก : 2) ข้อค้นพบดังกล่าวทำให้อนุมานได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้-ความจำ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมทัดเทียมกัน ไม่แตกต่างกัน 3) จำนวนข้อคำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้-ความจำ มีจำนวนน้อย คือ มีข้อคำถามจำนวน 6 ข้อ (ผลการวิเคราะห์รายละเอียดของพฤติกรรมการเรียนรู้ ตารางที่ 7 หน้า 79) จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ 3) เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยในส่วนผลการเรียนด้านความรู้-ความจำจะพบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย (ตาราง 15 หน้า 110) 4) ถ้าประเมินนักเรียนตามระดับคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ใช้เกณฑ์ร้อยละ 50 หรือครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (กองวิจัยทางการศึกษา. 2539 :129) จะประเมินระดับความสามารถของนักเรียนกลุ่มทดลองด้านความรู้-ความจำได้ว่า มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 60.990 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเฉลี่ย 3.6594 คะแนน จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน) ซึ่งกลุ่มควบคุมก็มีความสามารถด้านความรู้-ความจำอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 56.643 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเฉลี่ย 3.3986 คะแนน จากคะแนนเต็ม 6) 5) ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในครั้งนี้สูงกว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความรู้-ความจำในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งประเทศในปีการศึกษา 2526 ที่ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 50.70 และพบว่า นักเรียนกลุ่มดังกล่าว มีความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเฉลี่ยร้อยละ 38.30 (สาขาวิจัยและประเมินผล. 2532 : 28, 30)

3.4 ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน กล่าวได้ว่า ความไม่สอดคล้องที่ศึกษาพบในครั้งนี้อาจสืบเนื่องจาก 1) การวัดพฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เป็นการถามปัญหาใหม่ให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความเข้าใจแนวคิดหลักที่เกี่ยวกับปัญหารวมทั้งต้องใช้การวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่าตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหานั้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 ก :16) 2) แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จะพบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย (กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 7.8768 คะแนน กลุ่มควบคุมได้คะแนนเฉลี่ย 7.3551 คะแนนจากคะแนนเต็ม 13 คะแนน) (ตาราง 15 หน้า 110) ทำให้สามารถประเมินนักเรียนตามระดับคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์จากเกณฑ์ร้อยละ 50 หรือครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (กองวิจัยทางการศึกษา. 2539 :129) ได้ว่า ระดับ

ความสามารถด้านการนำความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 60.590 ของคะแนนเต็ม และกลุ่มควบคุมมีความสามารถด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน มีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 56.577 ของคะแนนเต็ม โดยค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในครั้งนี้สูงกว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความเข้าใจในเนื้อหา เรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งประเทศในปีการศึกษา 2526 ที่ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.93 (สาขาวิจัยและประเมินผล. 2532 : 30)

3.5 เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน คือ นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมในระดับปานกลางเหมือนกัน (68.9710 / 23 = 2.9987, 68.3986 / 23 = 2.9738) (ตาราง 15 หน้า 110) (เมื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ให้เป็นช่วงค่าเฉลี่ย คือ 1.00 - 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด, 1.50 - 2.50 หมายถึง น้อย, 2.50 - 3.50 หมายถึง ปานกลาง, 3.50-4.50 หมายถึง มาก และ 4.50-5.00 หมายถึง มากที่สุด) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2534 : 85) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเกษณี ไทยจรรยา (2538 :351) ที่รายงานว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องแสงอาทิตย์และพลังงานอยู่ในระดับปานกลาง แต่ผลการศึกษาของเทฮ์และฟราเซอร์ (Teh and Fraser. 1997 : 81) ที่รายงานว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาภูมิศาสตร์นั้น มีเจตคติต่อเนื้อหาวิชาแตกต่างจากนักเรียนในกลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติมีครูเป็นผู้สอน คือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อเนื้อหาวิชาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และแตกต่างจากผลการศึกษาของพนิดา ภิสัชเพ็ญ (2534 : 73) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา มีเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการนำความรู้ไปใช้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู เมื่อผู้วิจัยนำผลการวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมมาวิเคราะห์ โดยคำนวณค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อ พบว่า มีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้ (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ช)

3.5.1 นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเห็นด้วยในระดับมาก (คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมเล็กน้อย) ว่า 1) นักเรียนควร

มีความรู้เรื่องมรดกทางพันธุกรรม 2) ความรู้ทางพันธุศาสตร์เป็นพื้นฐานของการศึกษาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

3.5.2 นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเห็นด้วยในระดับเห็นด้วยอย่งมา ก (คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมเล็กน้อย) ว่า 1) ผู้ที่จะแต่งงานมีครอบครัวนั้น จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม 2) การตรวจความผิดปกติของโครโมโซมของคู่สมรสก่อนแต่งงาน 3) การตรวจวินิจฉัยโครโมโซมของลูกในครรภ์จะช่วยแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรม

3.5.3 นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรู้สึกระดับชอบพอประมาณ (คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมเล็กน้อย) เกี่ยวกับ 1) ชอบเนื้อหาเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 2) อยากค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 3) สนใจเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 4) เรื่องโครโมโซม 5) การนำความรู้เรื่องพันธุกรรมมาใช้อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากปู่ย่า ตายายมาสู่ตัวนักเรียน 6) การเขียนพงศาวลีแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของบุคคลที่นักเรียนรู้จัก 7) การทำนายหมู่เลือดของบิดา-มารดาของบุคคลที่นักเรียนรู้หมู่เลือด 8) การใช้ความรู้เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในการสังเกตสิ่งรอบตัวและบุคคลรอบข้าง 9) พอใจที่จะใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในการพูดคุยกับเพื่อน 10) เมื่อนักเรียนทั้งสองกลุ่มอยู่ในกลุ่มเพื่อนนักเรียนพูดคุยกันถึงเรื่อง "รูปร่างลักษณะของคน"ในระดับพอประมาณ 11) นักเรียนทั้งสองกลุ่มเห็นด้วยว่า สำนวนที่ว่า "ดูช้างให้ดูหาง ดูนางให้ดูแม่" นั้นเป็นข้อความที่อธิบายเรื่อง "การถ่ายทอดลักษณะ" ได้ 12) นักเรียนทั้งสองกลุ่มคิดว่า ผู้คนโดยทั่วไปควรมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

3.5.4 นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรู้สึกระดับสนใจพอประมาณ (คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมเล็กน้อย) เกี่ยวกับ 1) การติดตามข่าวเกี่ยวกับการใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ในการพิสูจน์ความเป็นพ่อ-แม่ 2) เมื่อมีผู้กล่าวว่า เรื่องมรดกทางพันธุกรรมเป็นเรื่องน่าเบื่อ 3) การนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ ทำให้มนุษย์เป็นโรคร้ายแรงเพิ่มมากขึ้น

3.5.5 นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรู้สึกระดับนานๆ ครั้ง คือ มีคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมเล็กน้อย ในเรื่อง 1) การใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในการทำนายลักษณะของสัตว์ หรือพืชที่พบเห็น 2) การเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรมเป็นเรื่องไม่มีประโยชน์ 3) นักเรียนพูดคุยกันในครอบครัวเกี่ยวกับ เรื่องพันธุกรรมในระดับพูดคุยน้อยครั้ง

4. การศึกษาความแตกต่างของผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ซึ่งมีแผนการเรียน ชั้นเรียนและเพศต่างกัน แจกแจงได้ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาความแตกต่างของผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีแผนการเรียนต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย คือ ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียน ซึ่งมีแผนการเรียนต่างกัน 3 แผนการเรียน คือ นักเรียนแผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส นักเรียนแผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 และนักเรียนแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของบุญส่ง ทันตานนท์ (2530 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า นักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกันมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะนิสัยในการเรียน และเจตคติต่อการเรียนไม่แตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับลักษณะนิสัยในการเรียนและเจตคติต่อการเรียน แต่ไม่สอดคล้องกับการรายงานผลการเรียนของฝ่ายวัดผลประเมินผลของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) (2541) ที่รายงานว่า นักเรียนแต่ละแผนการเรียนมีผลการเรียนแตกต่างกัน คือ นักเรียนแผนการเรียนศิลป์-คณิต 1 มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.82 สูงกว่านักเรียนแผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส มีผลการเรียนเฉลี่ย 1.65 และนักเรียนแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 มีผลการเรียนเฉลี่ย 1.47 โดยความแตกต่างที่พบอาจเกิดเนื่องจาก จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่แยกตามแผนการเรียนแต่ละแผนการเรียนมีจำนวน 46 คนจากจำนวนเต็มของนักเรียนแผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนศิลป์-คณิต 1 และแผนศิลป์-คณิต 2 ที่มีนักเรียนจำนวน 128 คน, 172 คนและ 180 คนตามลำดับ

4.2 ผลการศึกษาความแตกต่างของผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีชั้นเรียนต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีชั้นเรียนต่างกันมีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแตกต่างกัน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแตกต่างกับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมใกล้เคียงกัน และมีเจตคติทางพันธุกรรมสูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้ผลการศึกษาเช่นเดียวกับผลการศึกษาของสุรภีร์ ค่ายหนองสวง (2530 : 56) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิทยาศาสตร์สูงมีคะแนนเฉลี่ยด้านความสนใจทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แต่แตกต่างจากผลการศึกษาของวินัย เสาหิน (2536 : 54) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่าง

กัน อาจมีสาเหตุจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ลาออกจากโรงเรียนเพื่อไปศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาปีละประมาณ 26 - 56 คน อยู่ในช่วงร้อยละ 14.94 ถึง 28.72 ของจำนวนนักเรียนในปีการศึกษานั้นๆ เช่น ในปีการศึกษา 2537 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลาออก 56 คนจากนักเรียนจำนวน 195 คนคิดเป็นร้อยละ 28.72 ปีการศึกษา 2538 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลาออก 30 คนจากนักเรียนจำนวน 164 คนคิดเป็นร้อยละ 18.29 ปีการศึกษา 2539 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลาออก 35 คนจากจำนวนนักเรียน 159 คนคิดเป็นร้อยละ 22.01 ปีการศึกษา 2540 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลาออก 26 คนจากจำนวนนักเรียน 174 คนคิดเป็นร้อยละ 14.94 (ฝ่ายแนะแนว. 2538 : 2 ; ฝ่ายแนะแนว. 2539 : 2 ; ฝ่ายแนะแนว. 2540 : 2 ; ฝ่ายแนะแนว. 2541 : 2) กล่าวได้ว่า อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีเจตคติต่อเนื้อหาแตกต่างจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แต่การศึกษาครั้งนี้พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวมของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลของนักเรียนแต่ละชั้นเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวมใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของสุรภีร์ ค่ายหนองสวง (2530 : 54) ที่พบว่า นักเรียนระดับชั้นต่างกัน มีคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับการรายงานของวิลเลตและยามาสชิตา (Willett and Yamashita. 1983 : 411-412) ที่รายงานว่า ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของนวัตกรรมที่ใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จำแนกตามระดับชั้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแตกต่างกันไม่มากนัก แต่ผลของการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการรายงานผลของฝ่ายวัดผลและประเมินผล (2541) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่รายงานว่า ผลการเรียนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพปีการศึกษา 2540 ของนักเรียนแต่ละชั้นเรียนแตกต่างกัน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.05 สูงกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ย 1.87 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลการเรียนเฉลี่ย 1.59 ซึ่งต่ำกว่าชั้นอื่นๆ

4.3 ผลการศึกษาความแตกต่างของผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลที่มีเพศต่างกัน พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนด้วยตนเองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ โดยพบว่า นักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านต่างๆ ต่ำกว่านักเรียนหญิง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของบุญส่ง ทันตานนท์ (2530 : บทคัดย่อ) ที่พบว่า นักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ย ด้านลักษณะนิสัยในการเรียนสูงกว่านักเรียนชาย และสอดคล้องกับรายงานของสาขาวิจัยและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532 : 23) ที่รายงานว่า นักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพสูงกว่านักเรียนชาย คือ นักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ย 31.17 คิดเป็นร้อยละ 38.96 ของคะแนนเต็ม และนักเรียนชายมีคะแนนเฉลี่ย 30.02 คิดเป็นร้อยละ 37.52 ของคะแนนเต็ม และสอดคล้องกับผลการศึกษาของชัยศักดิ์ ชั่งใจ (2534 : 38-43) ที่พบว่า นักเรียนหญิงของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนชายทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ส่วนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไม่พบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองเพศ แต่ข้อค้นพบนี้ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของเทห์และฟราเซอร์ (Teh and Fraser. 1997 : 81) ที่พบว่า นักเรียนชายที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาภูมิศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนหญิง นอกจากนั้น เบคเคอร์ (Becker. 1989 : 141) เฟลมิงและมาโลน (Fleming and Malone. 1983 : 490) สรุปว่า นักเรียนชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปและวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนหญิง เหตุที่ผลการศึกษาในครั้งนี้ มีผลแตกต่างออกไปอาจเป็นเพราะ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้เน้นการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 43.113 (72 คน จากนักเรียน 167 คน) เป็นนักเรียนที่ต้องสอบเข้าแผนการเรียนต่างๆ เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยสะสมในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด และส่วนใหญ่เป็นนักเรียนชาย (แนะแนว. 2539 : 3) ถ้าประเมินนักเรียนชายและนักเรียนหญิงตามระดับคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ใช้เกณฑ์ร้อยละ 50 หรือครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม (กองวิจัยทางการศึกษา. 2539 :129) จะประเมินระดับความสามารถของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงได้ดังนี้ 1) ความสามารถด้านความรู้-ความจำ นักเรียนชายมีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 55.476 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนหญิงมีความสามารถด้านความรู้-ความจำอยู่ในระดับสูงมีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 66.66 ของคะแนนเต็ม ซึ่งอาจเป็นเพราะ นักเรียนหญิงจำได้ดีกว่านักเรียนชาย เนื่องจากนักเรียนหญิงจดบันทึกได้ละเอียดและจดคำศัพท์ได้มากกว่านักเรียน

ชาย (Risch. 1990 : 357) และครูผู้สอนวิชาชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายประเมินว่า นักเรียนหญิงเรียนวิชาชีววิทยาโดยใช้การท่องจำมากกว่านักเรียนชาย และนักเรียนชายใช้วิธีเรียนรู้อย่างมีความหมายมากกว่านักเรียนหญิง (Cavallo. 1994 : 349-350) 2) ความสามารถด้านความเข้าใจ นักเรียนชายมีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 50.136 ของคะแนนเต็ม แต่นักเรียนหญิงมีความสามารถด้านความเข้าใจอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 56.302 ของคะแนนเต็ม 3) ความสามารถด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นักเรียนชายมีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 56.135 ของคะแนนเต็ม แต่นักเรียนหญิงมีความสามารถด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อยู่ในระดับสูง มีค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 65.158 ของคะแนนเต็ม 4) ความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์รวม นักเรียนชายมีความสามารถอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 52.892 ของคะแนนเต็ม แต่นักเรียนหญิงมีความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์รวมอยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 60.735 ของคะแนนเต็ม ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของคาวาล์โล (Cavallo. 1994 : 349-350) ที่พบว่า คะแนนการตอบคำถามปลายเปิดที่ทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และการใช้ตารางพุนเนตต์ในการตอบคำถามทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบแบบปรนัยเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และการใช้ตารางพุนเนตต์ในการตอบคำถามทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนชายสูงกว่านักเรียนหญิง คือ นักเรียนชายทำคะแนนเฉลี่ยได้ร้อยละ 78 นักเรียนหญิงทำคะแนนเฉลี่ยได้ร้อยละ 73

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ คือ นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมในระดับปานกลาง (69.0857 / 23 =3.0037, 68.8529 / 23 = 2.9936) (ตาราง 15 หน้า 109) ที่สอดคล้องกับผลการศึกษาของบรรทม เครือวัลย์ (2529 : 61) ที่พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ต่างกัน และสุรภีร์ ค่ายหนองสวง (2530 : 56) ได้รายงานว่า นักเรียนที่มีเพศ และระดับชั้นเรียนต่างกันมีคะแนนเฉลี่ยด้านความสนใจทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่างกัน นอกจากนั้นผลการศึกษาของสาขาวิจัยและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530 : 39) ในปี 2530 พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ มีเจตคติต่อหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไม่แตกต่างกัน กล่าวได้ว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมในระดับเดียวกัน โดยนักเรียนหญิงมีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

สูงกว่านักเรียนชายเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากการรายงานผลของสาขาวิจัยและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532 : 65) ที่รายงานว่า นักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในระดับดี ส่วนนักเรียนหญิงส่วนใหญ่มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในระดับปานกลาง

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้เรียน

1.1 ผู้เรียนในระบบโรงเรียนและผู้เรียนนอกระบบโรงเรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองอย่างอิสระทั้งในและนอกเวลาเรียน

1.2 ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม เพื่อทบทวนการเรียน ใช้ในการเรียนเสริม หรือใช้ในการเรียนซ่อมเสริมได้ด้วยตนเอง

1.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ทำให้ผู้เรียนพึ่งตนเองได้ เพราะจะทำให้เกิดความเชื่อมั่นว่า สามารถเรียนรู้ได้เองโดยไม่ต้องมีผู้สอนส่งเสริมให้เรียนรู้เอง ได้คิด ได้ปฏิบัติและตัดสินใจเอง ก่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพการคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถจัดกระทำได้ในสถานศึกษา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอน

2.1 ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์นี้เป็นสื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม หรือใช้เป็นสื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดทำโครงงานตามสาระการเรียนรู้ หรือทำโครงงานตามความสนใจ

2.2 ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์นี้ในการสอนแทนครูได้

2.3 สามารถเลือกเนื้อหาบางหน่วยไปใช้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์วิชาอื่นๆ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น วิชาเลือกเสรี วิชาชีววิทยา เป็นต้น หรืออาจนำไปใช้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้เลือกได้ตามความต้องการของสถานศึกษา

2.4 ใช้เป็นสื่อการเรียนที่ทำให้ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากผู้สอนมาเป็นผู้จัดการเรียนของห้องในขณะที่ผู้เรียน เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ด้วยตนเอง และสามารถวางแผนการจัดการเรียนการสอนตลอดจนให้คำแนะนำ ช่วยเหลือนักเรียนเมื่อเกิดความสงสัย เพื่อพัฒนาผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียน และรักการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นคนใฝ่รู้ ใฝ่เรียนและมีความสุขในการเรียน

2.5 ทำให้เห็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการสอนไปใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการบุกเบิกไปสู่คำตอบใหม่ๆ และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาอื่นๆ ในการนำแนวทางและข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนในระดับชั้นต่างๆ โดยใช้เทคโนโลยีสื่อประสมด้วยคอมพิวเตอร์

3. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้นำไปใช้

ผู้ที่นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมไปใช้พึงตระหนักว่า software นี้มีคุณค่าส่งเสริมการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เฉพาะในความหมายที่เป็นสื่อเพื่อการเรียนรู้ในภาคพุทธิพิสัยกับภาคเจตคติต่อเนื้อหาวิชาที่พบ ซึ่งเหมาะกับการศึกษาในลักษณะทบทวนวิชา หรือเสริมกับการอ่านหนังสือตำราที่เกี่ยวข้อง หากต้องการใช้ประโยชน์ให้บรรลุความมุ่งหมาย (จุดประสงค์) ของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในขอบเขตที่กว้างขวางกว่านี้อาจนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมไปใช้ดังนี้

3.1 ใช้สอนโดยผนวกกับการทำปฏิบัติการในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ในการนี้อาจเป็นบทปฏิบัติการแบบตรวจสอบความรู้ตามทฤษฎี (Exploratory Approach) หรือบทปฏิบัติการเพื่อการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) หรือบทปฏิบัติการเพื่อการค้นพบ (Discovery Approach)

3.2 ใช้เป็นฐานตั้งต้นของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อขยายผลไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หรือการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

3.3 ใช้เป็นฐานการเรียนการสอนในลักษณะที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรท้องถิ่น เช่น มีการปรับปรุงเนื้อหาสาระ หรือแสวงหาตัวอย่างต่างๆ ประกอบหรือเสริมจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมซ้ำอีกโดยทดลองเปรียบเทียบระหว่างบทเรียนที่มีเสียงประกอบกับบทเรียนที่ไม่มีเสียงประกอบกับรูปแบบการเรียนต่างกัน เช่น เปรียบเทียบการเรียนรายบุคคลกับการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ หรือทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มอื่น เช่น โรงเรียนนักเรียนชายล้วน โรงเรียนที่มีเฉพาะนักเรียนหญิง หรือโรงเรียนสหศึกษา หรือทดลองกับผู้เรียนกลุ่มการศึกษานอกโรงเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนที่ได้ว่า แตกต่างกับการศึกษาครั้งนี้อย่างไร

2. ควรทำการวิจัยลักษณะนี้กับวิชาอื่นๆ เพื่อตอบปัญหาว่า มีวิชาใดบ้างที่นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองได้ มีวิชาใดบ้างที่ไม่สามารถใช้รูปแบบการเรียนรายบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอาจศึกษาตัวแปรตามอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหา และทักษะปฏิบัติ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมล เวียสุวรรณ และนิตยา เวียสุวรรณ. แนวคิดการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและแนวทางในการจัดตั้งศูนย์วิทยบริการด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาสำหรับสายงานด้านมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทต้นอ้อ แกรมมี่จำกัด, 2539.

กมล สุดประเสริฐ. "การศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี สิทธิและโอกาสเด็กไทย," เช้าวันนี้. สถานีโทรทัศน์สีช่อง 5. ม.ป.ป.

กฤช บุญ-หลง. "ผลงานวิจัย นาคตภาพของคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในปีพุทธศักราช 2540," ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 11(1) : 52-60 ; มกราคม-เมษายน 2539.

กสิกรไทย, ธนาคาร. การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัฒน์ : สู่ความก้าวหน้าและความมั่นคงของชาติในศตวรรษหน้า. เอกสารประกอบการสัมมนาระดับชาติ เรื่องยุทธศาสตร์การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัฒน์. กรุงเทพฯ : 18 ตุลาคม 2538.

_____. " ข้อเสนอปฏิรูปการศึกษาไทย," การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัฒน์ : สู่ความก้าวหน้าและความมั่นคงของชาติในศตวรรษหน้า. กรุงเทพฯ : โครงการ "การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัฒน์", 26 มกราคม 2539. ก.

_____. " ยุทธศาสตร์การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัฒน์," การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัฒน์ : สู่ความก้าวหน้าและความมั่นคงของชาติในศตวรรษหน้า. กรุงเทพฯ : โครงการ "การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัฒน์" , 26 มกราคม 2539. ข.

เกรียงศักดิ์ ศรีลาพัฒน์. "การศึกษาเชิงคุณลักษณะเกี่ยวกับการจัดระบบ เพื่อพัฒนาคุณภาพการมัธยม เขตการศึกษา 9," การวิจัยทางการศึกษา. 23(2) : 64-67 ; เมษายน-มิถุนายน 2536.

เกษณี ไทยจรรยา. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไปใช้ในชีวิตประจำวันกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538. อัดสำเนา.

เกษม สาหร่ายทิพย์. ระเบียบวิธีวิจัย. นครสวรรค์ : โรงพิมพ์นิวเสรีนคร, 2540.

_____. สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2 . นครสวรรค์ : โรงพิมพ์นิวเสรีนคร, 2540.

โกวิท ประวาลพฤกษ์. "ผลการตรวจสอบคุณภาพการศึกษานักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั่วประเทศ," จดหมายข่าวกรมวิชาการ. 2(10) : 14-15 ; มีนาคม 2527.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน. การกำหนดนโยบาย วัตถุประสงค์ ยุทธศาสตร์การพัฒนาการศึกษาในช่วงแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544). เอกสารการสัมมนา, 2538.

_____. ข่าวเคลื่อนไหวทางการศึกษา รายไตรมาส. 7(1) : มกราคม-มีนาคม 2537.

_____. "นโยบาย มาตรการและเป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535-2539)," การศึกษาแห่งชาติ. 26(5) : 3-4 ; มิถุนายน-กรกฎาคม 2535. ก.

_____. บทสรุปรวมผลงานวิจัยทางการศึกษาและที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา (เล่ม 6). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์และทำปกเจริญผล, 2535. ข.

_____. "ผลการดำเนินการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534)," การศึกษาแห่งชาติ. 26(5) : 3-4 ; มิถุนายน-กรกฎาคม 2535. ค.

_____. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : กองวิจัยการศึกษา, โรงพิมพ์และทำปกเจริญผล, มีนาคม 2530. ก.

_____. แผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2535. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : อรรถพลการพิมพ์, พฤษภาคม 2536. ก.

_____. แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544). กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2539.

_____. แผนแห่งความหวังและอนาคตของชาติ : แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544). กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี, ม.ป.ป.

_____. รายงานการประเมินผลแผนการพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี, 2537.

_____. รายงานการวิจัยประสิทธิภาพของการมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : กองวิจัยการศึกษา, เมษายน 2530. ข.

_____. รายงานผลการจัดระดับคุณภาพการศึกษา. สำนักงานโครงการพิเศษเพื่อการปฏิรูปการฝึกหัดครู พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟันนีพับลิชชิ่ง, กันยายน 2541.

_____. รายงานผลการสัมมนา เรื่องแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 : หนทางสู่ความหวังและอนาคตของชาติ. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี, 27-28 กุมภาพันธ์ 2540. ก.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน. "รูปแบบเครือข่ายการเรียนรู้," การศึกษาแห่งชาติ. 27(4) : 12-20 ; เมษายน-พฤษภาคม 2536. ข.

_____. "รูปแบบเครือข่ายการเรียนรู้," รายงานการสัมมนาทัศนะใหม่และทศวรรษใหม่ของการจัดการศึกษาเพื่อปวงชน. กรุงเทพฯ : 30 สิงหาคม 2533.

_____. สรุปแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2540. ข.

คณะกรรมการฝ่ายส่งเสริมการผลิตตำราและสื่อการสอน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คู่มือสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : Text and Journal Corporation Co.,Ltd., มีนาคม 2535.

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักนายกรัฐมนตรี. สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์, 9 กันยายน 2534.

คณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ, สำนักงาน. จิตพิสัย : มิติที่สำคัญของการพัฒนาคน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาพลาดพร้าว, 2540.

คณะกรรมการวางพื้นฐานเพื่อปฏิรูปการศึกษา. แนวทางปฏิรูปการศึกษาสำหรับรัฐบาลในอนาคต. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น, มกราคม 2518.

คณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานสตรีแห่งชาติ, สำนักนายกรัฐมนตรี. สตรี ความท้าทายจากปัจจุบันสู่ปี ค.ศ. 2000 (Women Challenges to the Year 2000). สำนักงานปลัดสำนักนายกรัฐมนตรี กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กุมภาพันธ์ 2536.

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรมการฝึกหัดครู, กรมสามัญศึกษา, กรมอาชีวศึกษา กรมวิชาการ, สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. การวิจัยและพัฒนารูปแบบการพัฒนาครูให้มีสมรรถภาพที่พึงประสงค์ตามหลักสูตรระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา. 49-253. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2530.

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. รายงานการประเมินหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 : กระบวนการนำหลักสูตรไปใช้. กองวิจัยทางการศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2528.

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525. ก.

_____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525. ข.

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525. ค.

_____. ชุดประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2524.

ครรชิต มาลัยวงศ์. " เทคโนโลยีการศึกษา : ปรัชญาและหลักการ," การศึกษาแห่งชาติ. 29(5) : 41-59 ; มิถุนายน-กรกฎาคม 2538.

_____. " สวัสดีครับคุณครูคอมพิวเตอร์," แมกะซีนคอมพิวเตอร์. 1(4) : 62-70 ; มิถุนายน 2532.

ครูมัธยม. "เปิดโลกมัธยมศึกษา : มัธยมศึกษา - ทางแยกสู่ชีวิต," เดลินิวส์. 2 พฤษภาคม 2541. หน้า 10.

เครือศรี วิเศษสุวรรณภูมิ. "การสอนไมโทซีสด้วยภาษามือ," สสวท. 25(97) : 22-24 ; เมษายน-มิถุนายน 2540.

จิตต์ใส ผดุงรัตน์. "สรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย ในช่วงหลักสูตร 2503 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2538)," เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง ยุทธวิธีในการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หน้า 1-6. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538.

จิตติมา อยู่แย้มศรี. การวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ โดยใช้การวิเคราะห์แบบเมตต้า. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.

จิตรียา ไชยศรีพรหม. " การติดตามและประเมินผลการใช้หลักสูตรปีการศึกษา 2535," การวิจัยทางการศึกษา. 24(1) : 79-91 ; มกราคม-มีนาคม 2537.

จุมพล พูลภัทรชีวิน. " รายงานการวิจัย เรื่องแนวโน้มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย 5 ปีและ 20 ปีข้างหน้า," ข่าววิจัยการศึกษา. 15(6) : 3-5 ; สิงหาคม-กันยายน 2535.

เฉลียว มณีเลิศ. " การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับประชาชน," การศึกษาแห่งชาติ. 26(5) : 14-22 ; มิถุนายน-กรกฎาคม 2535.

_____. "คำแถลง," คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2534.

ชมรมอาสาสมัครเพื่อให้ความช่วยเหลือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ประชาชน (อชวท.) และมูลนิธิอรุณ สรเทศน์. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการใช้งานระบบ Multimedia. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2537.

ชลลดา จิตติวัฒนพงศ์. "หน่วยที่ 7 : เครื่องมือการวิจัย," การวิจัยเชิงพัฒนาระดับโรงเรียน. หน้า 111-134. กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2538.

ชลลดา จิตติวัฒนพงศ์ และอรพิน หงวนศิริ. รายงานการวิจัยเรื่องแนวคิดการจัดการศึกษาของไทยในทศวรรษหน้า : โครงการการศึกษาความเป็นไปได้ของแนวการจัดการศึกษาระดับประถม มัธยมและอาชีวศึกษาของไทยในทศวรรษหน้า. กรุงเทพฯ : กองวิจัยทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2535.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. "หน่วยที่ 13 : การประเมินเทคโนโลยีและสื่อสารการสอน," ประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการสอน หน่วยที่ 13-15. หน้า 3-62. กรุงเทพฯ : บัณฑิตศึกษา สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537.

ชัยยงค์ วงศ์ชัยสุวัฒน์. "ระบบการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์," เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการระดับชาติ เรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536.

ชัยศักดิ์ ชั่งใจ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประเภทที่เป็นนักเรียนในโครงการสวัสดิการการศึกษาสงเคราะห์และประเภทผ่านการสอบคัดเลือก. กรุงเทพฯ : ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ช่วงโชติ พันธุเวช. " การอบรมและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Coursware Design and Construction)," เอกสารหมายเลข 10 : เอกสารการประชุมทางวิชาการระดับชาติ เรื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง ; กันยายน 2535.

_____. " บทเรียนคอมพิวเตอร์ (Coursewares)," จันทรเกษม. (217) : 16-24 ; เมษายน-มิถุนายน 2534.

ชาญชัย อาจินสมาจาร. นวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2537.

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่สร้างตามทฤษฎีสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2539. อัดสำเนา.

ชูชาติ จิตประเสริฐ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้มโนมติในวิชาชีววิทยา เรื่องการออสโมซิสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานครที่มีความสามารถทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์แตกต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2537. อัดสำเนา.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีการศึกษาทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอ. เอสพริ้นติ้งเฮาส์, 2533.

_____. เทคโนโลยีการสอน : การออกแบบและพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2533.

ฐิติมา สุขภิมนตรี. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531. อัดสำเนา.

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. "การติดตามการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้ข้างเคียงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ในจังหวัดพิษณุโลก 3 รุ่นต่อเนื่อง," ศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา. 6(2) : 18-27 ; เมษายน 2536.

_____. การศึกษาประสิทธิภาพของการสอนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบสมองครบส่วน (สคส.). กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2538.

_____. ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ดวงกมลจำกัด, 2539.

_____. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2526.

ถาวร วัชราภัย. "การปฏิรูปการศึกษาทางพันธุศาสตร์," เอกสารประกอบการอภิปราย : การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 9 เรื่องพันธุศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม. เชียงใหม่ : คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2538.

ทดสอบกลางทบวงมหาวิทยาลัย, สำนัก. ตารางแสดงจำนวนผู้สมัครสอบแยกตามช่วงคะแนน การสมัครสอบวัดความรู้เพื่อสมัครเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย ประจำปีการศึกษา 2542 (ครั้งที่ 1/2541). ทบวงมหาวิทยาลัย, 2541.

ทดสอบทางการศึกษา, สำนักงาน. การศึกษาวิเคราะห์และกำหนดตัวบ่งชี้คุณภาพการจัดการศึกษาตามหลักสูตรเพื่อสร้างแบบทดสอบมาตรฐาน. โครงการจัดสร้างและพัฒนาแบบวัดมาตรฐานระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2538. ค.

_____. คู่มือประเมินการใช้หลักสูตรด้วยตนเองของโรงเรียน. กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2535.

_____. รายงานความก้าวหน้า : โครงการตรวจสอบคุณภาพการศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2526, กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 25 กรกฎาคม 2527.

_____. รายงานผลการประเมินการใช้หลักสูตรปีการศึกษา 2535 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2538. ก.

_____. รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายปีการศึกษา 2536. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2538. ข.

_____. เอกสารอันดับที่ 1 การประกันคุณภาพการศึกษา. โครงการประกันคุณภาพการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2539. ก.

_____. เอกสารอันดับที่ 5 / 2539 การพัฒนาโรงเรียนเข้าสู่มาตรฐานการศึกษา : ยุทธศาสตร์ในการเรียนรู้. โครงการประกันคุณภาพการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2539. ข.

_____. เอกสารอันดับที่ 15 / 2539 คู่มือการพัฒนาโรงเรียนเข้าสู่มาตรฐานการศึกษา : การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. โครงการประกันคุณภาพการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2539. ค.

ทนัย อภิชาติเสนีย์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธพิสัย ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ. 5 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 แบบ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ทิพย์อาภา บุญรัตน์. การสังเคราะห์วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตที่เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2518-2529. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531. อัดสำเนา.

ธวัช ปราณพานิชกิจ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่เรียนจากเทปโทรทัศน์ประกอบการสอน ซึ่งมีลักษณะการดำเนินเรื่องต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2537. อัดสำเนา.

นงลักษณ์ พหลเวชช์ และคนอื่นๆ . "การประชุมระดมความคิด : แนวทางการพัฒนาการศึกษาในอนาคต," การศึกษาแห่งชาติ. 28(3) : 74-85 ; กุมภาพันธ์-มีนาคม 2537.

นันทิยา บุญเคลือบ. "มาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์," สสวท. 25(99) : 7-12 ; ตุลาคม-ธันวาคม 2540.

นิดา สะเพียรชัย. "คำแถลง," หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2524.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. " วิจัยเพื่อการพัฒนารูปแบบการเรียนโดยใช้สื่อประสม ระบบคอมพิวเตอร์ เปรียบเทียบผลกระทบ ความแตกต่าง รูปแบบการเรียนระบบคอมพิวเตอร์ การเรียนการสอนสามระบบของผู้เรียนในเมืองและชนบท," ศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา. 2(1) : 53-61 ; ธันวาคม 2531.

แนะแนว, ฝ่าย. รายงานการติดตามผลการศึกษาต่อของนักเรียนชั้น ม.3 - ม.6 ปีการศึกษา 2537. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม), ม.ป.ป.

_____. รายงานการติดตามผลการศึกษาต่อของนักเรียนชั้น ม.3 - ม.6 ปีการศึกษา 2538. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม), ม.ป.ป.

_____. รายงานการติดตามผลการศึกษาต่อของนักเรียนชั้น ม.3 - ม.6 ปีการศึกษา 2539. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม), ม.ป.ป.

_____. รายงานการติดตามผลการศึกษาต่อของนักเรียนชั้น ม.3 - ม.6 ปีการศึกษา 2540. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม), ม.ป.ป.

_____. รายงานการติดตามผลการศึกษาต่อของนักเรียนชั้น ม.3 - ม.6 ปีการศึกษา 2541. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม), ม.ป.ป.

บรรทม เครือวัลย์. การศึกษาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2529, ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2530. อัดสำเนา.

บุญส่ง ทันตานนท์. การศึกษาลักษณะนิสัยและเจตคติในการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญ เขตการศึกษา 10, 19 ตุลาคม 2530.

บุญสืบ พันธุ์ดี. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2537. อัดสำเนา.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. "หลักการเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์," ครุวิทยาศาสตร์. 3(1) : 1-11 ; มกราคม-มิถุนายน 2538.

บูรณะ สมชัย. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2538.

ประมาณ ฮะกีมี. "สื่อการสอน," สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถในมหามงคลเฉลิมพระชนม์พรรษา 5 รอบ. หน้า 338-340. กรุงเทพฯ : โครงการสารานุกรมศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2535.

ประเวศ วะสี. การปฏิรูปการศึกษา : ยกเครื่องทางปัญญาทางรอดจากความหายนะ. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์ , โครงการจัดพิมพ์คบไฟ, กุมภาพันธ์ 2541.

_____. " ทิศทางการพัฒนาประเทศไทย : การพัฒนาคน การปฏิรูปการศึกษา การปฏิรูปการเรียนรู้," 30 ปีสู่วิทยาศาสตร์ที่ยั่งยืน. เชียงใหม่ : หน่วยพิมพ์เอกสารวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, สิงหาคม 2537. หน้า 272-279.

ปลัดกระทรวง, สำนักงาน. แนวทางการปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2539-2550. กรุงเทพฯ : สำนักนโยบายและแผน กระทรวงศึกษาธิการ, 11 ธันวาคม 2538.

ปลัดทบวงมหาวิทยาลัย, สำนักงาน. โครงการวางแผนการผลิตและพัฒนากำลังคนทางวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (ปีพ.ศ. 2535-2550) เสนอต่อคณะรัฐมนตรี. กรุงเทพฯ : กองแผนงาน, กันยายน 2536.

*พรทิพย์ อัจจิมารังษี, "มัลติมีเดีย : ผู้ช่วยสร้างบทเรียนสำหรับครู," ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 10 (ฉบับรวมเล่ม) : 21-25 ; 2536.

พล คำปังสุ์. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์จะช่วยการศึกษาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสาตร์ได้อย่างไร,"เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการระดับชาติ เรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ระดับโรงเรียน. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536.

พะนอม แก้วกำเนิด, "คำนำ," นโยบายการใช้และการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและแนวทางการใช้สื่อการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ฉบับใช้ในโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ, 2533.

พนิดา ภิสัชเพ็ญ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

พระเทพเวที (ประยุทธ์ ปยุตโต). พุทธศาสนาในฐานะเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัยฯ วิทยาเขตเชียงใหม่, สิงหาคม 2536.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.

พิทยา ไชยมงคล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเวลาเรียนเฉลี่ยในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

พิจิตต รัตตกุล. "การอภิปราย เรื่องหลักสูตรวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์," รายงานการสัมมนาระดับชาติ เรื่องหลักสูตรมัธยมศึกษา. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2531.

พิพิษณ์ สิทธิ์ศักดิ์. ผลของลักษณะกรอบภาพและทิศทางการลบจอภาพในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความสนใจของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

พิมล กลิ่นขจร. "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนเสริมและทบทวนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นคู่แบบร่วมมือ," บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ปลายภาค ปีการศึกษา 2537. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.

พิศาล สร้อยธุหร่ำ. " ผลการวิจัยและประเมินหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของไทย เมื่อศึกษาโดยใช้เครื่องมือระดับนานาชาติ," สสวท. 16(2) : 17-24 ; เมษายน-มิถุนายน 2531.

ไพฑูรย์ จารุสาร. ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการกำหนดอัตราความก้าวหน้าสองแบบและโอกาสในการเลือกอัตราความก้าวหน้าของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536. อัดสำเนา.

ภพ เลาหไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2537.

ภิญโญ สาธร. "ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องกำหนดการเปลี่ยนระบบชั้นเรียนและการใช้หลักสูตรใหม่," หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : อมรินทร์การพิมพ์, 2523.

มธุรส จงชัยกิจ. "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน : แนวคิดใหม่," ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 11(3) : 45-48 ; กันยายน-ธันวาคม 2539.

มัณฑนี กุฎาคาร. เอกสารคำสอนวิชา วผ 401 การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยายศรีนครินทรวิโรฒ, กรกฎาคม 2540.

มัทนา โชควรวัฒนกร. "เก็บตกจากการประชุมสมัชชาสตรีแห่งชาติ ครั้งที่ 2," การศึกษา. 19(7) : 17-19 ; เมษายน 2539.

_____. "แนวคิดเรื่องการศึกษาพื้นฐานเพื่อปวงชน," การศึกษากรุงเทพมหานคร. 18 (4) : 11-13 ; มกราคม 2538.

มานะ ออพานิชกิจ. ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่ม โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

มาลินี นิ่มเสมอ. "คำบรรยายของอาจารย์มาลินี นิ่มเสมอ หัวหน้าสาขาชีววิทยา," เอกสารการปฐมนิเทศเชิงวิชาการ สำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาประจำปีการศึกษา 2537 วันที่ 8-10 มิถุนายน 2537. 24-36. กรุงเทพฯ : สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.

ยงยุทธ ยุทธวงศ์. "การอภิปราย เรื่องหลักสูตรวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์," รายงานการสัมมนาระดับชาติ เรื่องหลักสูตรมัธยมศึกษา. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2531.

ยืน ภู่วรวรรณ. "ไซเบอร์แคมปัส เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน," ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 11(3) : 25-34 ; กันยายน-ธันวาคม 2539.

ยืน ภู่วรวรรณ. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สมัยใหม่จะช่วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างไร," เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการระดับชาติ เรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับโรงเรียน. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2536.

ยุพา วีระไวทยะ. "มาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21," ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 11(3) : 15-20 ; กันยายน-ธันวาคม 2539.

เย็นใจ สมวิเชียร. "คำชี้แจง," หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2524.

_____. "คำชี้แจง," หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2536

รุ่ง แก้วแดง. ปฏิวัติการศึกษาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน, มกราคม 2541.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4 . กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2538.

ละเอียด รักษ์เผ่า. รูปแบบการสอนเป็นกลุ่มที่ให้ผลการเรียนใกล้เคียงกับผลการสอนแบบครูหนึ่งคนต่อนักเรียนหนึ่งคน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2528.

วชิระ อินทร์อุดม. ผลของการสรุปเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีการจัดการเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. บทสรุปรวมผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2521 - 2532. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

วันทยา วงศ์ศิลป์ภิรมย์. " การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีผลจากความพอใจในการเลือกบทเรียน," การวิจัยทางการศึกษา. 21(4) : 113-118 ; ตุลาคม-ธันวาคม 2534.

วัลลภ กันทรัพย์. " การประเมินผลแนวการสอน หรือแผนการสอน," การวิจัยทางการศึกษา. 24 (4) : 10-14 ; เมษายน-มิถุนายน 2537.

วัลลภ กันทรัพย์. ครูกับการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2539.

_____. " ทำไมจึงเน้นกระบวนการในการเรียนการสอน," การวิจัยทางการศึกษา. 21(2) : 13-19 ; เมษายน-มิถุนายน 2534.

วัดผลและประเมินผล, ฝ่าย. รายงานสถิติผลการสอบ. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม), 2541.

วิจัยการศึกษา, กอง. รายงานการวิจัยประสิทธิภาพของการมัธยม. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2530.

วิจัยทางการศึกษา, กอง. " การจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาในระบบโรงเรียนในทศวรรษหน้า," รายงานการวิจัยการจัดการศึกษาระดับประถม มัธยมและอาชีวศึกษาของไทยในทศวรรษหน้าที่สอดคล้องกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางสังคม. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2534.

_____. การวิจัยเชิงพัฒนาระดับโรงเรียน. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2536.

_____. "รายงานการวิเคราะห์รูปแบบนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ระดับมัธยมศึกษา," บรรณนิทัศน์งานวิชาการ. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2538.

_____. รายงานการวิจัย : การศึกษาความเป็นไปได้ของแนวการจัดการศึกษาระดับประถม มัธยมและอาชีวศึกษาของไทยในทศวรรษ 1990. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2536.

_____. รายงานการวิจัย เรื่องการศึกษาแนวทางพัฒนาคุณภาพนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2539.

_____. รายงานการวิจัย เรื่องแนวคิดการจัดการศึกษาของไทยในทศวรรษหน้า : โครงการการศึกษาความเป็นไปได้ของแนวการจัดการศึกษาระดับประถม มัธยมและอาชีวศึกษาของไทยในทศวรรษหน้า. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2535. อัดสำเนา.

_____. รายงานสรุปผลการสัมมนา เรื่องผลการติดตามผลิตผลรุ่นแรกของหลักสูตรใหม่. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2532.

วิจัยทางการศึกษา, กอง. สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2536 โครงการขยายโอกาสทางการศึกษาในโครงการวิจัยแนวทางพัฒนาคุณภาพนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2540. ก.

_____. สาระสำคัญของผลการวิจัย เรื่องสัมฤทธิผลของหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 : วิสัยทัศน์การมัธยมศึกษาในอนาคต สาระสำคัญและมุมมอง. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2540. ข.

วิจัยและประเมินผล, สาขา. " แนวโน้มของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญศึกษาใน 10 ปีข้างหน้า," วิจัยทางการศึกษา. 21(2) : 58-66 ; เมษายน-มิถุนายน 2534.

_____. "รายงานอันดับ 28/2530 : การติดตามผลการใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ ปีการศึกษา 2528 โดยการใช้แบบสอบถามทั่วไป," สรุปรายงานของสาขาวิจัยและประเมินผลปี 2530. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2530. ก.

_____. รายงานอันดับที่ 30 / 2530 : การติดตามผลการใช้หลักสูตรชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ ปีการศึกษา 2528 โดยใช้แบบสอบถามทั่วไป. บทคัดย่อ กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2530. ข.

_____. เอกสารอันดับที่ 12 / 2532 : การประเมินหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2532.

_____. เอกสารอันดับที่ 7 / 2540 : การติดตามผลการใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2540. ก.

_____. เอกสารอันดับที่ 8 / 2540 : การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ปีการศึกษา 2537. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2540. ข.

วิชัย ตันศิริ. โฉมหน้าการศึกษาไทยในอนาคต : แนวคิดและบทวิเคราะห์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

_____. " หนุนศึกษาธิการประกันคุณภาพวิชาการ," ข่าวความเคลื่อนไหวทางการศึกษารายไตรมาส. 7(4) : 43 ; ตุลาคม-ธันวาคม 2537.

วิชัย วงษ์ใหญ่. " การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงหลักสูตร," สารพัฒนาหลักสูตร. 22: 7-20 ; กรกฎาคม 2526.

_____. " ความหมายของหลักสูตรและการสอน," สารพัฒนาหลักสูตร. 20 : 12-21 ; พฤษภาคม 2526.

วิชาการ, กรม. "การวิจัยสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตร," วารสารวิจัยทางการศึกษา. 19 (2) : 20-40 ; เมษายน-มิถุนายน, 2532. ก.

_____. คู่มือการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533). กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2535. ก.

_____. คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 2. กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2535. ข.

_____. นโยบายการใช้และการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและแนวทางการใช้สื่อการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ฉบับใช้ในโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร. กระทรวงศึกษาธิการ, 2533.

_____. (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2541 : เอกสารประกอบการประชุมพิจารณ์ วันที่ 5-6 พฤศจิกายน 2541. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2541.

_____. รายงานการวิจัย เรื่องการวิจัยสังเคราะห์กระบวนการหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับสมบูรณ์). กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2532. ข.

_____. รายงานการสัมมนาระดับชาติ เรื่องหลักสูตรมัธยมศึกษา ระหว่างวันที่ 3 - 7 สิงหาคม 2530. กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2531. ก

_____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2531. ข.

_____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2535. ค.

_____. เอกสารการปรับปรุงหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 มัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กระทรวงศึกษาธิการ, ม.ป.ป.

วิชาการ, กรม. เอกสารแนะนำหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2533.

วิชาการ, ฝ่าย. เกณฑ์การพิจารณาเลือกแผนการเรียน (สำหรับนักเรียนชั้นม. 3 ขึ้นชั้นม. 4). กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2539.

_____. หลักสูตรและแผนการเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม), 2541.

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ, ฝ่าย. เอกสารประกอบการอบรมวิทยากรหลักมัธยมศึกษา เรื่อง สาระที่เปลี่ยนแปลงของหลักสูตรวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2533.

วิเชียร เกตุสิงห์. การแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC^{+}. กรุงเทพฯ : ชมรมผู้สนใจงานวิจัยทางการศึกษา, ตุลาคม 2534.

วินัย เสาหิน. "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีเพศ ระดับชั้น และแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน," การวิจัยทางการศึกษา, 23(3) : 51-58 ; กรกฎาคม-กันยายน, 2536.

วิเศษศักดิ์ โคตอาษา. "การประเมินประสิทธิภาพของสื่อการสอน," ครูวิทยาศาสตร์, 3(1) : 30-33 ; มกราคม-มิถุนายน 2538.

วีระพงษ์ แสง-ชูโต. รายงานการวิจัยการศึกษารวบรวมและวิเคราะห์งานวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย. เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2540.

ศักดิ์ชัย อดิสรณกุล. การประเมินความใฝ่ใจต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโปรแกรมการเรียนศิลปศึกษา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2532. อัดสำเนา.

ศิริพงศ์ พยอมแย้ม. การเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2533.

ศิริยุภา พูลสุวรรณ. การศึกษาประสิทธิภาพของสื่อการสอน โดยวิธีการวิเคราะห์อภิมาน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คำสั่งที่ วก 827 / 2539 เรื่อง เพิ่มเติมเนื้อหาวิชาโครงสร้างวิชาและปรับเงื่อนไขการเรียนวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). ลงวันที่ 12 กันยายน 2539.

_____. คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : บริษัทรุ่งศิลป์การพิมพ์, 2523. ก.

_____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : อัมรินทร์การพิมพ์, 2523. ข.

ศึกษาธิการเขต, สำนักงาน เขตการศึกษา 7. "ตัวประกอบที่สัมพันธ์กับประสิทธิภาพการสอนของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษา เขตการศึกษา 7," วิจัยทางการศึกษา. 19(1) : 49-57 ; มกราคม-มีนาคม 2532.

ศึกษานิเทศก์, หน่วย. " สภาพการจัดการศึกษาของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2536," การวิจัยทางการศึกษา. 25(1) : 29-43 ; มกราคม-มีนาคม 2538.

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร. การประเมินผลการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2538.

_____. "ทิศทางของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน," ในเอกสารประกอบการประชุมพิจารณ์ (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2541. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 5-6 พฤศจิกายน 2541.

สมควร ศรีภูสิตโต. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายบุคคลและแบบร่วมมือ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2539. อัดสำเนา.

สมคิด อิสระวัฒน์. "ลักษณะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของคนไทย," มหาวิทยาลัยมหิดล. 3(4) : 177-182 ; ตุลาคม-ธันวาคม 2539.

สมจิต ธนสุกาญจน์. จิตวิทยากับการศึกษา. กรุงเทพฯ : แผนกการพิมพ์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา ; กุมภาพันธ์ 2522.

สมจิต สวธนไพบูลย์. "การศึกษาผลของการจัดชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเคราะห์งานวิจัยปีการศึกษา 2518-2534," การวิจัยทางการศึกษา. 23(2) : 88-97 ; เมษายน-มิถุนายน 2536.

สมจิต สวธนไพบูลย์. ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.

สมบูรณ์ ชิตพงศ์. " เครื่องมือวัดแนวคิดแก้ปัญหา," สารานุกรมศึกษาศาสตร์ฉลองศิริราชสมบัติครบ 50 ปี. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2539.

สมบูรณ์ บูรศิริรักษ์. การสังเคราะห์งานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาและเทคนิคการวิเคราะห์เมตตา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2539. อัดสำเนา.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. "การพัฒนาสมรรถนะของนักวิจัยทางการศึกษา," ข่าวสารวิจัยทางการศึกษา. 19(2) : 9-14 ; ธันวาคม 2538 - มกราคม 2539.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "การวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์," เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเตรียมวิทยากรแกนนำ วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ. ธันวาคม 2538. ก.

_____. " การสร้างข้อสอบวัดผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย," เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเตรียมวิทยากรแกนนำวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ. มิถุนายน 2538. ข.

_____. คู่มือครูวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องกินดีอยู่ดี ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาพลาดพร้าว, 2520.

_____. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ : หน่วยการพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2525.

_____. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม. กรุงเทพ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2534.

_____. คู่มือครูวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องยากับชีวิต ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาพลาดพร้าว, 2521.

_____. แบบเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องกินดีอยู่ดี ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2522.

_____. แผนระยะยาวเพื่อส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี (พ.ศ. 2535-2549). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, ม.ป.ป

_____. รายงานการวิจัยและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2532.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "สภาพของสังคมที่เปลี่ยนแปลงและส่งผลกระทบต่อการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี," เอกสารการปฐมนิเทศเชิงวิชาการ สำหรับบัณฑิตศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาประจำปีการศึกษา 2537. หน้า 75-86. กรุงเทพฯ : วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2537.

_____. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา ว045 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2532). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2536.

_____. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางกรรมพันธุ์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2524.

_____. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2533.

_____. "Constructivism," เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่องยุทธวิธีในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วันที่ 30-31 พฤษภาคม 2538. ค.

ส่งเสริมมาตรฐานการศึกษา, ฝ่าย. การประเมินผลการเรียนระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, เมษายน 2530. อัดสำเนา.

สัมฤทธิ์ วิรัตน์ตนะ. "การประเมินมาตรฐานคุณภาพการศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 12," การวิจัยทางการศึกษา. 24(1) : 67-68 ; มกราคม-มีนาคม 2537.

สาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, โรงเรียน. คู่มือนักเรียนและผู้ปกครองโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ปีการศึกษา 2541. กรุงเทพฯ : บริษัทบพิธการพิมพ์จำกัด, 2541.

สาธิตปทุมวัน, โรงเรียน. แผนการเรียนชั้นม.4 : แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ปีการศึกษา 2541. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, ม.ป.ป

_____. แผนการเรียนชั้นม.4 : แผนการเรียนภาษาฝรั่งเศส-ภาษาเยอรมัน ปีการศึกษา 2541. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน, ม.ป.ป.

สาธิตพิบูลบำเพ็ญ, โรงเรียน. แผนการเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2541-2543. ชลบุรี : โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา, ม.ป.ป.

สาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม), โรงเรียน. คู่มือนักเรียน ครูและผู้ปกครอง. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร, 2540.

สาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม), โรงเรียน. คู่มือนักเรียน ครูและผู้ปกครอง. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิต มศว ประสานมิตร, 2541.

สามัญศึกษา, กรม. รายงานการวิจัยการศึกษาความพร้อมในการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษา ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533. กรุงเทพฯ : กองแผนงาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2535.

สามัญศึกษาและวิชาการ, กรม. คู่มือการบริหารการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : อมรินทร์การพิมพ์, 2526.

สำนักราชเลขาธิการ. " คำประกาศราชสดุดีเฉลิมพระเกียรติคุณ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชฯ ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์," ประมวลพระราชดำรัสและพระบรมราโชวาท ที่พระราชทานในโอกาสต่างๆ ปีพุทธศักราช 2532. กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์กรุงเทพ, 5 พฤษภาคม 2533.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. การเรียนเพื่อรอบรู้. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 21 ตุลาคม 2539.

สำเริง สมไทย. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับวิธีการจัดการเรียน 2 แบบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2537. อัดสำเนา.

สิปปนนท์ เกตุทัต. "การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัฒน์ : เสริมสร้างสมรรถนะไทยในประชาคมโลก," เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องยุทธวิธีในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538.

_____. " คำนำ," การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัฒน์ : สู่ความก้าวหน้าและความมั่นคงของชาติในศตวรรษหน้า. กรุงเทพฯ : ธนาคารกสิกรไทย, 26 มกราคม 2539.

_____. "สรุปการอภิปรายนำ เรื่องหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในโลกทัศน์ใหม่," รายงานผลการประชุมพิจารณ์ เรื่อง (ร่าง) กรอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, พฤศจิกายน 2541.

_____. "หลักสูตรมัธยมศึกษา," รายงานการสัมมนาระดับชาติ เรื่องหลักสูตรมัธยมศึกษา. กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2531.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. "บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการเรียนการสอน," สู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา : คอมพิวเตอร์กับการศึกษา. กรุงเทพฯ : โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

สุพจน์ ศุภกุล. " ความคิดเห็นของผู้บริหารโรงเรียนและครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาในเขตการศึกษา 8," ข่าววิจัยการศึกษา. 19(3) : 27-30 ; กุมภาพันธ์-มีนาคม 2539.

สุมณฑา พรหมบุญ. "ชีววิทยากับพันธุศาสตร์," เอกสารประกอบการอภิปราย : การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 9 เรื่องพันธุศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2538.

สุมน อมรวิวัฒน์. "ทำไมต้องปฏิบัติการเรียนรู้," การศึกษา กรุงเทพมหานคร. 20(12) : 2-10 ; กันยายน 2540.

สุมาลี จันทร์ชลอ. "สภาพการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาในทศวรรษที่ผ่านมา-ปัจจุบัน," รายงานการวิจัยการจัดการศึกษาระดับประถม มัธยมและอาชีวศึกษาของไทยในทศวรรษหน้าที่สอดคล้องกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางสังคม. หน้า 101-144. กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2534.

สุมาลี สังข์ศรี. "แนวโน้มการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา," ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 10 (ฉบับรวมเล่ม) : 30-35 ; 2536.

สุรชัย สิกขาบัณฑิต. การผลิตวัสดุเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2528.

สุรพล วัฒนวิกย์. "การสอนแบบพี เอส ไอ," เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการสอน. หน้า 1-5. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

_____. สิรี : อีกทางเลือกหนึ่งของการสอบ ; สอบ ตัดเกรด วิเคราะห์. ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มิตรสยาม, 2537.

สุรภีร์ ค่ายหนวงสวง. การประเมินความใฝ่ใจต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ในจังหวัดมหาสารคาม ปีการศึกษา 2529. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2530. อัดสำเนา.

สุวพร เซ็มเฮง. " การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา จาก 2515-2535," สสวท. 20(77) : 6-11 ; มกราคม-มีนาคม 2535.

_____. "ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยเมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ," สสวท. 25(95) : 28-34 ; ตุลาคม-ธันวาคม 2539.

สุวัฒก์ นิยมค้า. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์จำกัด, 2531.

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. "การเรียนการสอนรายบุคคลแก้ปัญหาการศึกษาได้อย่างไร," รวมบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา. หน้า 21-26. กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน : โรงพิมพ์การศาสนา, 2527.

_____. การสื่อความหมายเพื่อการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2532.

อมร สุขจำรัส. ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องการย่อยอาหาร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533. อัดสำเนา.

อภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ. ร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ... สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ กรุงเทพฯ : บริษัทพิมพ์ดีจำกัด, มกราคม 2541.

อรุณี สถานถพงษ์. "การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและแนวโน้มในอนาคต," การศึกษาแห่งชาติ. 26(5) : 10-13 ; มิถุนายน-กรกฎาคม 2535.

อรพรรณ พรสีมา. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโน 437 ; บทเรียนด้วยตนเอง. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, มกราคม 2530. อัดสำเนา.

อรวรรณ ประจงกิจ. "การศึกษาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และจรรยาวิพากษ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตกรุงเทพมหานคร," ในผลงานวิจัยทางการศึกษาและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เล่ม 1. สวัสดิการสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์และทำปกเจริญผล, 2528.

อิทธิ ฤทธาภรณ์. " การเตรียมตัวบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่นและข้อเสนอแนะต่อประเทศไทย," วิทยาศาสตร์ศึกษา. 1(1) : 17-21 ; มกราคม 2537.

อุทุมพร จามรมาน. "การตรวจสอบภาคปฏิบัติ," การวิจัยทางการศึกษา. 16(3) : 60-73 ; 2529.

_____. การสังเคราะห์งานวิจัย : เชิงปริมาณ "เน้นวิธีวิเคราะห์เมตต้า". กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

Alessi,S.M. and S.R. Trollip. Computer-Based Instruction Methods and Development. 2nd ed., New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1992.

Allen, Robert D. and Michael B. Moll. "A Realistic Approach to Teaching Mendelian Genetics," The American Biology Teacher. 48 (4) : 227-230 ; April 1986.

American Association for the Advancement of Science. Project 2061 : Benchmarks for Science Literacy. New York : Oxford University Press, 1993.

_____. Project 2061 : Science for All Americans. New York : Oxford University Press, 1990.

Asia and the Pacific Programme of Educational Innovation for Development (APEID). Future Content in Science and Technology Education at Secondary Level. Bangkok : UNESCO, 1992. a.

_____. Popularization of Science and Technology : Delivery Systems for Out-of-School Science Activities including Regional Science Olympiad. Bangkok : UNESCO,1991. a.

_____. Preparing ASEAN for the Information Century : A Comparative Study of Policies and Programmes on Computers in Science and Mathematics Education. Bangkok : UNESCO, 1991. b.

_____. Science for All and the Quality of Life. Bangkok : UNESCO, 1991. c.

_____. Science for All : Strategies for Curriculum Development and Teacher Training. Islamabad : UNESCO, 1989.

_____.Towards Developing New Teacher Competencies in Response to Mega-Trends in Curriculum Reforms : Report of a Regional Study Group Meeting. Bangkok : UNESCO, 1992. b.

_____. Values and Ethics and the Science and Technology Curriculum. Bangkok : UNESCO, 1991. d.

Armstrong-Hall and Judy Gail. "An Examination of Gender Bias on the Eight-grade MEAP Science Test as It Relates to the Hunter Gatherer Theory of Spatial Sex Differences," Dissertation Abstracts International. 58(3) : 836-A ; September, 1997.

Atkinson, J.W. and D. Rindos. "How-To-Do-It : Pizza Chromosomes ; A Method for Teaching Modern Genetics," The American Biology Teacher, 52 (5) : 281-285 ; May, 1990.

Barrington, Byron L. and Bryan Hendricks. "Attitudes Toward Science and Science Knowledge of Intellectually Gifted and Average Students in Third, Seventh and Eleventh Grades," Journal of Research in Science Teaching. 25 (5) : 679-687 ; November 1988.

Becker, Betsy Jane. "Gender and Science Achievement : A Reanalysis of Studies from Two Meta-Analysis," Journal of Research in Science Teaching. 26 (2) : 141-169 ; Febuary, 1989.

Bishop, Pam. " Education and Industry Link : a Tripartite Model," School Science Review. 77 (281) : 27-33 ; June, 1996.

Bloom, Benjamin. S. "The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring," Educational Leadership. 41(8) : 4 -17 ; May, 1984.

Bloom, B.S., J.T. Hastings and G.F. Madaus. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York : McGraw-Hill Book Company, 1971.

Bloom, Benjamin S. and others. Taxonomy of Educational Objective : Handbook 1 Cognitive Domain. London : Longman Group Ltd., 1979.

Boutin, France and Chris A. Chinien. "Synthesis of Research on Student Selection Criteria in Formative Evaluation," Educational Technology. 28-31 ; August, 1992.

Briggs, Leslie.J. Instructional Design ; Principles and Applications. New Jersey : Educational Technology Publications Englewood Cliffs, 1977.

Brookhart, Susan M. "Effects of the Classroom Assessment Environment on Mathematics and Science Achievement," The Journal of Educational Research. 90(6) : 323-330 ; July-August, 1997.

Bybee, Rodger W. and William C. Robertson. "Science Education, Secondary Schools," Encyclopedia of Educational Research. p.1177-1185. V.4. 6th ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1992.

Campbell, Donald. T. and Julian C. Stanley. Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research. Chicago : Rand Mcnally College Publishing Company, 1963.

Cavallo, Ann M.L. "Do Females Learn Biological Topic by Rote More than Males?," The American Biology Teacher. 56 (6) : 348-352 ; September, 1994.

Charatsri Vajrabhaya. "Education : Asia-Pacific Perspectives," Education in Asia and the Pacific : Reviews, Reports and Notes Number 27, 1991-1992. p.11-19. Bangkok : UNESCO, 1994.

Chubb, D.J. "Science notes : Bozo the Clown's Contribution to Teaching A-level Genetics," School Science Review. 80 (290) : 105-106 ; September, 1998.

Clark, Richard E. "Media Use in Education," Encyclopedia of Educational Research. V.3. 6th ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1992.

Clark, Richard E. and Gavriel Salomon. "Media in Teaching," Handbook of Research on Teaching. 3rd ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1986.

Clark, Richard E. and Brenda M. Sugrue. "Research on Instructional Media, 1978-1988," Instructional Technology : Past, Present, and Future. 2nd ed., Colorado : Libraries Unlimited, Inc., 1995.

Collins, M.A.J. "Computer Center : Selecting Authoring Tools for Use in Authoring Biology Courseware," The American Biology Teacher. 53(5) : 310-313 ; May, 1991.

Collins, Angelo and James Stewart. "The Knowledge Structure of Medelian Genetics," The American Biology Teacher. 51(3) : 143-149 ; March, 1989.

Cruickshank, Donal R., Deborah L. Bainer and Kim K. Metcalf. The Act of Teaching. New York : McGraw-Hill, Inc., 1995.

Danieley, H. "How-To-Do-It : Exploring Mitosis through the Learning Cycle," The American Biology Teacher. 52(5) : 295-296 ; May, 1990.

Duhrkopf, Richard. "Computer Center : Reality & Randomness," The American Biology Teacher. 52(7) : 436-438 ; October, 1990.

_____. "Computer Center : Simulating the Learning Cycle," The American Biology Teacher. 51(4) : 246-248 ; May, 1989. a.

_____. "Computer Center : Tutorial Software," The American Biology Teacher. 55(2) : 123-124 ; February, 1993.

_____. "Computer Center :What Should We Expect from Computer in the Classroom?," The American Biology Teacher. 51(7) : 446-448 ; October, 1989. b.

Duhrkopf, Richard and Nancy B. Bell. "Computer Center : Evaluating Biological Software for Process Skills ; Part I Evaluation Criteria ," The American Biology Teacher. 50(8) : 517-522 ; November/December, 1988.

Duhrkopf, Richard and David W. Kramer. "Computer Center : Enhancing Biology Lectures with Videodisc," The American Biology Teacher. 53(1) : 48-53 ; January, 1991.

Duschl, Richard A. Restructuring Science Educstion : The Importance of Theories and their Development. New York : Teacher College Press, 1990.

Dyche, S.E. "Editorial : Separate Science Classes for Females," The American Biology Teacher. 58(6) : 324-326 ; September, 1996.

Eisenhart, Maegaret, Elizabeth Finkel and Scott F. Marion. "Creating the Conditions for Scientific Literacy : A Re-Examination," American Educational Research Journal. 33(2) : 261-295 ; Summer, 1996.

Esler, W.K. and M.K. Esler. Teaching Elementary Science. 6th ed., California : Wadsworth, Inc., 1993.

Feingold, Alan. "Sex Differences in Variability in Intellectual Abilities : A New Look at an Old Controversy," Review of Educational Research. 63 (1) : 61-84 ; Spring, 1992.

Fenstermacher,G. "Philosophy of Research on Teaching Three Aspects," A Project of the American Educational Research Association : Handbook of Research on Teaching. 3rd ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1986.

Fleming, Lynette M. and Mark R. Malone. "The Relationship of Student Characteristics and Student Performance in Science as Viewed by Meta-Analysis Research," Journal of Research in Science Teaching. 20 (5) : 481-495 ; May, 1983.

Freeman, Joan. Educational Science, Quality Basic Education : the Development of Competence. Switzerland : UNESCO, 1992.

Gagne, Robert M., Leslie J. Briggs and Walter W. Wager. Principles of Instructional Design. 3rd ed., New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1988.

Germann, Paul J. and Lloyd H. Barrow. "Inservice Needs of Teachers of Biology : A Comparison between Veteran and Nonverteran Teacher," The American Biology Teacher. 57(5) ; May, 1995.

Gipson, Michael H., Michael R. Abraham and John W. Renner. "Relationships between Formal -operational Thought and Conceptual Difficulties in Genetics Problem Solving," Journal of Research in Science Teaching. 26 (9) : 811-821 ; December, 1989.

Glass, Gene V. "Meta-Analysis : An Approach to the Synthesis of Research Results," Journal of Research in Science Teaching. 19 (2) : 93-112 ; February, 1982.

Green, James E. and Dudley J. Herron. "Curriculum Development for TECH PREP," Indiana Tech Prep Training Manual : Division I. Indiana : Department of Education, 1993.

Greenfield, Teresa A. "Gender, Ethnicity, Science Achievement, and Attitudes," Journal of Research in Science Teaching. 33(8) : 901-933 ; 1996.

Hammersmith, Robert L. and Thomas R. Mertens. "How-To-Do-It : Teaching the Concept of Genetic Drift Using a Simulation," The American Biology Teacher. 52 (8) : 497-499 ; November/December, 1990.

Harlen, Wynne. The Teaching of Science. London : David Fulton Publishers, 1992.

Heinich, Robert, Michael Molenda and James D. Russell. Instructional Media and the New Technologies of Instruction. 4th ed. New York-Toronto : Macmillan Publishing Company, 1993.

Holbrook, Jack. "Project 2000^{+} : Scientific and Technological Literacy (STL) for All," ใน เอกสาร ประกอบการสัมมนาเรื่องยุทธวิธีในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538.

Hounsell, Paul B. and Stanford R. Hill, Jr. "The Microcomputer and Achievement and Attitudes in High School Biology," Journal of Research in Science Teaching. 26 (6) ; September, 1989.

Intasuwan, Pachongchit. "School Achievement," Handbook of Asian Child Development and Child Rearing Practices. p.141-158. Bangkok : Behavioral Science Research Institute, Srinakharinwirot University, Thailand, 1985.

Jacobson, Willard J. and others. "Chapter 5 : Science Education in Japan," Japanese Educational Productivity. p.135-172. Michigan : Center for Japanese Studies, The University of Michigans, 1992.

Jakupcak, Jo. and others. "Inclusive Education," The Science Teacher. 63(5) :40-43 ; May, 1996.

Joyec, Bruce. and Marsha Weil. Models of Teaching. 3rd ed. New York : Prentice/Hall International,Inc., 1986.

Kameenui, Edunrd J. and Deborah C. Simmons. Designing Instructional Strategies ; The Prevention of Academic Learning Problems. Ohio : Merrill Publishing Company, 1990.

Kelly, A.V. Microcomputers and the Curriculum. London : Harper and Row Pubblishers, 1984.

Kempa, R.F. "Science Education Current Trends and Priorities for the Future," 20 ปี สสวท. หน้า 97-103. กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ฟจำกัด, 2535.

Kindfield, Ann C.H. "How-To-Do-It : Assessing Understanding of Biology Processes : Elucidating Students' Models of Meiosis," The American Biology Teacher. 56 (6) : 367-371 ; September, 1994.

Klopfer, L.E. "Evaluation of Learning in Science," Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. p.559-641. New York : McGraw-Hill Book Company, 1971.

Kulik, James A. and Chen-Lin C. Kulik. "Meta-analysis in Education," International Journal of Educational Research. 13 (3) : 277-298 ; 1989.

Kulik, James A., Chen-Lin C. Kulik and Peter A. Cohen. "Effectiveness of Computer-based College Teaching : A Meta-analysis of Findings," Review of Educational Research. 50 (4) : 525-544 ; Winter, 1980.

Law, P.M. "Investigative Work in the Science National Curriculum," School Science Review. 77(281) : 17-25 ; June, 1976.

Lawson, Anton E. " How-To-Do-It : Exploring Growth (Mitosis) through a Learning Cycle," The American Biology Teacher. 53(2) : 107-110 ; February, 1991.

_____."How-To-Do-It : Introducting Mendelian Genetics Through a Learning Cycle," The American Biology Teacher. 58(1) : 38-42 ; January, 1996.

Lawson, Anton E. and Lois D. Thompson. "Formal Reasoning Ability and Misconceptions Concerning Genetics and Natural Selection," Journal of Research in Science Teaching. 25 (9) : 733-746 ; December, 1988.

Lewis, Ricki. "How-To-Do-It : Using Technology to Teach Difficult Genetic Concepts." The American Biology Teacher. 58 (4) : 227-229 ; April, 1996.

Lijnse, Piet. "Innovations in Science Education and Evidence from Classroom Learning," Part 4 : IOSTE Symposium Science and Technology Education in a Demanding Society. p.43-55. Netherlands : De Koningshof, 1994.

Mason, Cheryl L. and Jane Butler Kahle. "Student Attitudes towards Science and Science-Related Careers : A Program Designed to Promote a Stimulating Gender-Free Learning Environment," Journal of Research in Science Teaching. 26 (1) : 25-39 ; January, 1988.

Matray, P. and S. Proulx. " Integrating Computer / Multimedia Technology in High School Biology Curriculum," The American Biology Teacher. 57(8) : 511-520 ; November /December, 1995.

Martin, Ralph E. and others. Teaching Science for All Children, Boston : Allyn and Bacon, 1994.

Meyers, C. and T.B. Jones. Promoting Active Learning : Strategies for the College Classroom. San Francisco : Jossey-Bass, 1993.

Mickle, Jame E. "A Model for Teaching Mitosis and Meiosis," The American Biology Teacher. 52 (8) : 500-503 ; 1990.

Mitchell, Angela and Antone E. Lawson. "Predicting Genetics Achievement in Nonmajors College Biology," Journal of Research in Science Teaching. 25 (1) : 23-37 ; January, 1988.

Nagtegaal, Cor G.J. "The POCO Project : A Response to the Probability Dilemma," Journal of Research on Computing in Education. 23(2), 1990.

Nash, A. and D. Ball. An Introduction to Microcomputers in Teaching. Hutchinson, 1983.

Prayoj Promkasstrin. "World Education Development : Recent Trends," Educational in Asia and the Pacific : Review, Reports and Notes, Number 27, 1991-1992. p.20-29. . Bangkok : UNESCO, 1994.

Reinen, Janssen I. and T. Plomp. "Section V : Emerging Issues ; Gender and New Technology," International Encyclopedia of Educational Technology, p.630-635. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 1996.

Rindos, David and James W. Atkinson. "How-To-Do-It : Pizza Chromosome, A Method for Teaching Modern Genetics," The American Biology Teacher. 52 (5) : 281-287 ; May, 1990.

Risch, Nancy Lindberg and Kenneth A. Kiewra. "Content and Form Variations in Note Taking : Effects among Junior High Students," Journal of Educational Research. 83 (6) : 355-357 ; July/August, 1990.

Rogers, Glyn and Linda Badham. Evaluation in Schools : Getting Started on Training and Implementation. London & New York : Routledge, 1992.

Rutherford, F.J. and A. Ahlgren. Project 2061 American Association for the Advancement of Science : Science For All American. New York : Oxford University Press, 1990.

Ruiz-Primo, M.A. and R.J. Shavelson. "Rhetoric and Reality in Science Performance Assessment : An Update," Journal of Research in Science Teaching. 33(10) : 1045-1063 ; December, 1996.

Shea, Tim.O' and J. Self. Learning and Teaching with Computers. Sussex : The Harvester Prees., 1983.

Simonson, Michael. "Instructional Technology and Attitude Change," Instructional Technology : Past, Present and Future. 2nd ed. Colorado : Libraies Unlimited, Inc., 1995.

Simmons, Patricia E. and Vincent N. Lunetta. "Problem-Solving Behaviors during a Genetics Computer Simulation : Beyond the Expert/Novice Dichotomy," Journal of Research in Science Teaching. 30 (2) : 153-173 ; February, 1993.

Smith, Mike E. and Ron Good. "Problem Solving and Classical Genetics : Successful Versus Unsuccessful Performance," Journal of Research in Science Teaching. 21 (9) : 895-912 ; December, 1984.

Snow, R.E. and L. Corno. "Adapting Teaching to Individual Differences among Learners," A Project of the American Educational Research Association : Handbook of Research on Teaching. 3rd ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1986.

Spain, J.D. and J.D. Ellis. "Computer Center : The BSCS and Educational Computing in the Science," The American Biology Teacher. 48(2) : 123-128 ; February, 1986.

Speece, S. "National Science Education Standards : How You Can Make a Difference," The American Biology Teacher. 55(5) : 265-267 ; May, 1993.

Spotts, J. and F. Dwyer. "The Effect of Computer-Generated Animation on Student Achievement of Different Types of Educational Objectives," International Journal of Instructional Media. 23(4) : 365-375 ; 1996.

Stencel, John. "How-To-Do-It : A String & Paper Game of Meiosis that Promotes Thinking," The American Biology Teacher. 57 (1) : 42-45 ; January, 1995.

Stencel, John. and Allen Barkoff. "Protein Synthesis : Role Playing in the Classroom," The American Biology Teacher. 55 (2) : 102-103 ; February, 1993.

Stewart, James H. "Difficulties Experienced by High School Students When Learning Basic Mendelian Genetics," The American Biology Teacher. 44 (2) : 80-84 ; February, 1982.

_____. "Research Review," The American Biology Teacher. 48(2) : 125-126 ; February, 1986.

_____. "Student Problem Solving in High School Genetics," Science Education. 67 (4) : 523-540 ; July, 1983.

Stewart, Jim and Michael Dale. "High School Students' Understanding of Chromosome/Gene Behavior During Meiosis," Science Education. 73 (4) : 501-521 ; July, 1989.

Suzuki, D. and others. An Introduction to Genetic Analysis.3rd ed. New York : W.H. Freeman and Company, 1986.

Taylor, Mark F. "Hands-on Activity for Mitosis, Meiosis and the Fundamentals of Heredity," The American Biology Teacher. 50 (8) : 509-512 ; November/December, 1988.

Teh, George, P.L. and Barry J. Fraser. "Differential Effectiveness of Computer-Assisted Instruction for Boys and Girls," Asia Pacific Journal of Education. 17(1) : 76-85 ; 1997.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). Innovative Teaching Strategies for the Development of Scientific and Technological Literacy. IPST/UNESCO-PROAP : Bangkok, 1994.

Tolman, Richard R. "Difficulties in Genetics Problem Solving," The American Biology Teacher. 44 (9) : 525-527 ; December, 1982.

Twitchell, Dacid. "Robert M. Gagne and M. David Merrill in Conversation," Educational Technology. 30(7) : 1990.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Project 2000+ : International Forum on Scientific and Technological Literacy for All. Paris : UNESCO, 1993.

Walberg, Herbert J. "Improving the Productivity of American's School," Educational Leadership. 41(8) : 19-26 ; May, 1984.

_____. "Synthesis of Research on Teaching," Handbook of Research on Teaching. 3rd ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1986.

Wang, Jianjun and R. John Staver. "An Empirical Study of Gender Differences in Chinese Students' Science Achievement," The Journal of Educational Research, 90(4) : 254-255 ; March-April, 1997.

Weinburgh, Molly. "Gender Differences in Student Attitudes toward Science : A Meta-Analysis of the Literature from 1970 to 1991," Journal of Research in Science Teaching. 32 (4) ; April, 1995.

Weinstein, C.E. and R.E. Mayer. "The Teaching of Learning Strategies," A Projcet of the American Educational Research Association : Handbook of Research on Teaching. 3rd ed. New York : Macmillan Publishing Company, A Division of Macmillan, Inc., 1986.

White, C.S. and G. Hubbard. Computers and Education. New York : Macmillan Publishing Company., 1988.

White, R.T. and R.P. Tisher. "Research on Natural Sciences," A Projcet of the American Educational Research Association : Handbook of Research on Teaching. p.315-327. 3rd ed. New York : Macmillan Publishing Company, A Division of Macmillan, Inc., 1986.

Willett, John B. , June J.M. Yamashita and Ronald D. Anderson. "A Meta-analysis Instructional Systems Applied in Science Teaching," Journal of Research in Science Teaching. 20 (5) : 405-417 ; May, 1983.

Willson, Victor L. "A Meta-analysis of the Relationship between Science Achievement and Science Attitude : Kindergarten through College," Journal of Research in Science Teaching. 20 (9) : 839-850 ; December, 1983.

Wise, Kevin C. and R. Oke James. "A Meta-analysis of the Effects of Various Science Teaching Strategies on Achievement," Journal of Research in Science Teaching. 20 (5) : 419-435 ; May, 1983.

Wittrock, M.C. "Students' Thought Processes," A Project of the American Educational Research Association : Handbook of Research on Teaching. p.297-314. 3rd ed. New York. Macmillan Publishing Company : A Division of Macmillan, Inc., 1986.

Wright, B. and L.M.Baggott. "Photo CD in Biology Education," The American Biology Teacher. 58(7) : 390-394 ; October, 1996.

Yang,Yong-Chil. "Motivational Analysis on the Effects of Type of Instructional Control on Learning from Computer-Based Instruction," Journal Educational Technology System. 25(1) : 25-35 ; 1996-97.

Yong, Deidra J., Arthur J. Reynolds and Herbert J. Walberg. "Science Achievement and Educational Productivity : A Hierarchical Linear Model," The Journal of Educational Research. 89(5) : 272-279 ; May/June, 1996.

Yukiko, Inoue. "Facilitators and Inhibitors of Computer-Aided Instructions : Faculty Perceptions in Singapore," Journal Technology System. 25(1) : 37-55 ; 1996-97.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
มโนมติของเนื้อหาของบทเรียน เรื่องมรดกทางพันธุกรรม 11 หน่วย และบรรณานุกรม

มโนมติของเนื้อหาบทเรียน เรื่องมรดกทางพันธุกรรม 11 หน่วย

หน่วยที่ 1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์

1.1 การปฏิสนธิของพืช สัตว์และมนุษย์

สิ่งมีชีวิตที่เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์หรือเซลล์เพศ ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิดคือ เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ได้แก่ อสุจิหรือสเปิร์ม ละอองเรณูของพืช และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย ได้แก่ ไข่และไข่อ่อน หรือโอวูลของพืช เมื่อมีการปฏิสนธินิวเคลียสจากอสุจิของเพศผู้จะเข้ารวมกับนิวเคลียสของไข่จากเพศเมียได้สิ่งมีชีวิตใหม่ คือ ไซโกตเซลล์เดียว ซึ่งไซโกตจะแบ่งเซลล์เจริญเติบโตเป็นตัวอ่อน หรือต้นอ่อน

1.2 วัฏจักรชีวิตของพืชสัตว์และมนุษย์

วัฏจักรชีวิต หมายถึง การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ปฏิสนธิจนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย แต่ละเพศจะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์ สร้างชีวิตใหม่ต่อไป

หน่วยที่ 2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต

2.1 สาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะเฉพาะอย่างที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เรียกลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งลักษณะเฉพาะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อๆ ไปโดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ ลักษณะที่มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมในคนและสัตว์ เช่น โครงร่างของอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว ขน ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมในพืช เช่น โครงสร้างของลำต้น ใบ ดอก ผล การจัดเรียงตัวของใบ ดอก ผล

2.2 สาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะต่างกัน

สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันเนื่องจากพันธุกรรม หรือเนื่องจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม อันได้แก่ปัจจัยภายในเช่น ฮอร์โมน และปัจจัยภายนอกเช่น อาหาร ปริมาณน้ำ ปริมาณแสงสว่าง และอุณหภูมิ

2.3 เปรียบเทียบลักษณะแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจากแหล่งต่างๆ

สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจากที่ต่างกันจะมีความแตกต่างกันในเรื่องขนาด อันเป็นผลเนื่องมาจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

หน่วยที่ 3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม

3.1 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของมนุษย์

ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมจะปรากฏในสมาชิกของครอบครัวเดียวกันมากกว่าต่างครอบครัว ลักษณะบางอย่างไม่แสดงออกในรุ่นลูก แต่อาจปรากฏในรุ่นหลานได้ การจะตัดสินว่า ลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมนั้น ต้องอาศัยข้อมูลจากการสังเกตลักษณะในหลายชั่วอายุคน หรือจากเครือญาติหลายๆ ครอบครัว ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของคน เช่น สีผิว สีตา รูปหน้า ลักษณะการเรียงตัวของฟัน ลักษณะเปลือกตาชั้นเดียว-สองชั้น การมี-ไม่มีลักยิ้ม มี-ไม่มีติ่งหู การม้วนลิ้นห่อลิ้น

3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรม

ลักษณะที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่น มีความแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยภายนอก เช่นอาหาร ปริมาณแสงสว่าง ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ การออกกำลังกาย พื้นที่ และปัจจัยภายในได้แก่ ฮอร์โมน ซึ่งมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

หน่วยที่ 4 บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์

4.1 ความสำคัญของผลการทดลองของเมนเดลที่มีต่อวิชาพันธุศาสตร์

4.11 ผลการทดลองของเมนเดล

เกรเกอร์ เมนเดล (Gregor Mendel) คือ บาทหลวงชาวออสเตรีย เป็นนักคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างถูกต้องเป็นคนแรก โดยทดลองผสมพันธุ์ถั่วลันเตาชนิดต่างๆ และสังเกตลักษณะที่ปรากฏภายนอกของต้น ถั่วลันเตาที่ใช้ในการทดลอง เมนเดลเลือกใช้ถั่วลันเตา ซึ่งเป็นพืชหาง่าย ปลูกง่าย ขึ้นได้ทั่วไป อายุสั้น มีหลายพันธุ์ และมีลักษณะที่แตกต่างกันชัดเจนหลายลักษณะ มีดอกสมบูรณ์เพศ คือ มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน จึงสามารถถ่ายละอองเรณูภายในดอกเดียวกันได้ และสามารถผสมข้ามต้น หรือข้ามดอกได้โดยตัดอับเรณูภายในดอกทิ้งเสียก่อนที่จะมีการถ่ายละอองเรณูภายในดอกเดียวกัน แล้วนำเอาละอองเรณูจากดอกอื่นมาผสมตามต้องการ เพื่อให้มั่นใจว่าเมล็ดถั่วที่ได้และนำไปเพาะเป็นถั่วต้นที่เกิดจากพ่อพันธุ์ และแม่พันธุ์ที่คัดเลือกมาเท่านั้น

ในการผสมถั่วเมนเดลได้ใช้เมล็ดที่เป็นพ่อพันธุ์ และแม่พันธุ์ที่เป็นพันธุ์แท้ ซึ่งเพาะมาจากเมล็ดที่ได้จากการผสมในดอกเดียวกันหลายรุ่น โดยรุ่นลูกทุกรุ่นจะมีลักษณะทุกอย่างเหมือนต้นเดิมเสมอ เมนเดลเลือกศึกษาเฉพาะลักษณะที่สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจน โดยการศึกษาทีละลักษณะและพบว่า แต่ละลักษณะจะมีความสามารถในการแสดงลักษณะนั้นๆ ออกมา 2 แบบ

เช่น สีของดอกที่ต่างกันสองสี ความสูงของต้น ซึ่งมีทั้งต้นสูงและต้นเตี้ยพร้อมทั้งติดตามดูการถ่ายทอดเฉพาะลักษณะนั้นๆ เมนเดลนำถั่วพันธุ์สูงแท้และพันธุ์เตี้ยแท้ผสมกัน แล้วศึกษาลักษณะความสูงความเตี้ยของลูกรุ่นที่ 1 หรือ F_1 พบว่า มีลักษณะสูงทั้งหมด ไม่ว่าจะใช้ต้นถั่วพันธุ์สูงเป็นพ่อ หรือเป็นแม่ก็ตาม แสดงว่า ลักษณะต้นสูงเป็นลักษณะที่แสดงออกในลูกรุ่น F_1 ทั้งหมด ต่อจากนั้นนำถั่วรุ่น F_1 มาผสมกันเอง แล้วศึกษาลักษณะเดียวกันในลูกรุ่นที่ 2 หรือ F_2 พบว่า ในลูกรุ่นที่ 2 จะมีทั้งถั่วต้นสูงและต้นเตี้ย แสดงว่า ทั้งลักษณะสูงและลักษณะเตี้ย สามารถแสดงออกได้ในลูกรุ่น F_2 นอกจากนี้แล้ว เมนเดลยังได้ศึกษาลักษณะอื่นๆ ของต้นถั่วอีก 7 ลักษณะ

ตาราง 20 ลักษณะต่างๆ ที่เมนเดลศึกษา

ลักษณะ	รูปร่างเมล็ด	สีเนื้อเมล็ด	สีเปลือกหุ้มเมล็ด	รูปร่างฝัก	สีฝัก	ตำแหน่งดอก	ความสูงของต้น
1	กลม	เหลือง	มีสี	อวบ	เขียว	เกิดที่ลำต้น	ต้นสูง
2	ขรุขระ	เขียว	ไม่มีสี	แฟบ	เหลือง	เกิดที่ยอด	ต้นเตี้ย

ตาราง 21 ผลการทดลองของเมนเดล

ลักษณะที่ศึกษา	รุ่นพ่อแม่	ลูกรุ่นที่ 1 (F_1)	ลูกรุ่นที่ 2 (F_2)		อัตราส่วนรุ่นที่ 2
1.รูปร่างของเมล็ด	กลม X ขรุขระ	กลมทั้งหมด	กลม	5,474	2.96 : 1
			ขรุขระ	1,850	
2.สีของเนื้อเมล็ด	เหลือง X เขียว	เหลืองทั้งหมด	เหลือง	6,022	3.01 : 1
			เขียว	2,001	
3.สีของเปลือกหุ้มเมล็ด	มีสี X สีขาว	มีสีทั้งหมด	มีสี	705	3.15 : 1
			สีขาว	224	
4.รูปร่างของฝัก	อวบ X แฟบ	อวบทั้งหมด	อวบ	882	2.92 : 1
			แฟบ	299	
5.สีของฝัก	เขียว X เหลือง	เขียวทั้งหมด	เขียว	428	2.82 : 1
			เหลือง	152	
6.ตำแหน่งของดอก	ที่กิ่ง X ที่ยอด	ที่กิ่งทั้งหมด	ที่กิ่ง	615	3.14 : 1
			ที่ยอด	207	
7.ความยาวของลำต้น	สูง X เตี้ย	สูงทั้งหมด	สูง	787	2.84 : 1
			เตี้ย	277	

ในการทดลองดังกล่าวเมนเดลต้องผสม และปลูกถั่วเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ได้ข้อมูลมากพอที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง และจากข้อมูลในตาราง เมนเดลได้กำหนดเรียกลักษณะที่แสดงออกได้มากในรุ่น F_2 ว่า ลักษณะเด่น และลักษณะที่แสดงออกได้น้อยในรุ่น F_2 ว่า ลักษณะด้อย ในลูกรุ่นที่ 2 (F_2) จะมีอัตราส่วนของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยเท่ากับ 3 : 1

4.1.2 ข้อจำกัดของการทดลองในอดีต

เมนเดลได้เสนอผลงานวิจัยเกี่ยวกับถั่วลันเตาต่อที่ประชุมทางวิชาการเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1865 นั้น ไม่มีผู้ใดในที่ประชุมซักถาม หรือตื่นเต้นต่อการค้นพบของเขา เรื่องนี้ถูกลืมไปนานถึง 35 ปี ภายหลังจากที่เมนเดลเสียชีวิตแล้ว ปี ค.ศ. 1900 นักชีววิทยาและนักผสมพันธุ์พืช 3 คนจากที่ต่างๆ กันได้ทดลองผสมถั่วลันเตา และวิเคราะห์ผลตามหลักสถิติคล้ายที่เมนเดลเคยทำมาก่อน และสรุปตรงกันว่า การสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีการแยกคู่ของยีนที่เป็นอัลลีลกัน (ควบคุมลักษณะเดียวกัน) เหมือนกับการค้นพบของเมนเดล ซึ่งต่อมาใช้เป็นหลักการพื้นฐานของการศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจนถึงปัจจุบันนี้ ด้วยเหตุนี้ เมนเดลจึงได้รับการยกย่องให้เป็น "บิดาแห่งพันธุศาสตร์"

4.1.3 ข้อดีของพืชที่เมนเดลนำมาทดลอง

ถั่วลันเตา (*Pisum sativum*) เป็นพืชอายุสั้น ปลูกง่าย มีผลดก มีหลายพันธุ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน และสามารถหาถั่วลันเตาพันธุ์แท้สำหรับทดลองได้ง่าย ดอกถั่วลันเตามีลักษณะพิเศษที่บังคับให้ละอองเรณูผสมกับไข่ในดอกเดียวกันเท่านั้น การผสมข้ามดอกเกิดขึ้นได้ยากมาก ในธรรมชาติจึงไม่มีการผสมข้ามต้น ลักษณะเช่นนี้เหมาะแก่การควบคุมการทดลอง คือ ผู้ทดลองสามารถจัดให้มีการผสมข้ามต้น หรือไม่ผสมข้ามต้นได้ตามความประสงค์

4.2 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล

รุ่นพ่อแม่	เมล็ดกลมพันธุ์แท้ X เมล็ดขรุขระพันธุ์แท้
ลูกรุ่นที่ 1 (F_1)	เมล็ดกลมหมดทุกต้น
	เมล็ดกลม F_1 X เมล็ดกลม F_1
ลูกรุ่นที่ 2 (F_2)	เมล็ดกลม 5,474 ต้น, เมล็ดขรุขระ 1,850 ต้น

4.3 พันธุ์แท้ และพันทาง

พันธุ์แท้ หมายถึง ลูกหลานที่เกิดมาจากพันธุ์นั้นไม่มีความแปรผันทางพันธุกรรม และไม่แตกต่างจากพ่อแม่

พันทาง หมายถึง ลูกหลานที่แสดงลักษณะตามลักษณะเด่น โดยมีลักษณะด้อยแฝงอยู่ไม่แสดงออก

4.4 ลักษณะเด่นและลักษณะด้อย

ลักษณะเด่น หมายถึง ลักษณะที่สามารถแสดงออกได้เมื่ออยู่กับลักษณะด้อยจะสามารถข่มลักษณะด้อยได้ ต้นถั่วที่แสดงลักษณะเด่นมี 2 ชนิด คือ เด่นพันธุ์แท้ซึ่งไม่มีลักษณะด้อยแฝงอยู่ และเด่นพันทางซึ่งมีลักษณะด้อยแฝงอยู่

ลักษณะด้อย หมายถึง ลักษณะที่เมื่ออยู่กับลักษณะเด่นจะถูกลักษณะเด่นข่มไว้ไม่สามารถแสดงออก ทำให้ไม่พบลักษณะด้อยในลูกที่เกิดจากพ่อแม่มีลักษณะเด่นพันธุ์แท้ที่ผสมกับลักษณะด้อย แต่จะปรากฏในลูกรุ่นถัดไปที่เกิดจากพ่อแม่เด่นพันทางผสมกัน หรือเกิดจากพ่อแม่เด่นพันทางผสมกับลักษณะด้อย

4.5 จีโนไทป์ และฟีโนไทป์

จีโนไทป์ หมายถึง ชนิดของยีนของสิ่งมีชีวิต ซึ่งใช้ตัวอักษรโรมันเขียนแทนหน่วยของลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมหรือยีน จีโนไทป์ที่มียีนเหมือนกันทั้งคู่ เช่น TT หรือ tt จะเรียกว่า โฮโมไซกัส หรือพันธุ์แท้ ถ้ามียีนต่างกันเช่น Tt เรียกว่า เฮเตอโรไซกัส หรือพันทาง

ฟีโนไทป์ คือ ลักษณะที่ปรากฏให้เห็น หรือเป็นลักษณะที่จีโนไทป์แสดงออกมา มี 2 แบบคือ แสดงตามลักษณะเด่น และแสดงตามลักษณะด้อย

4.6 กฎของเมนเดล

เมนเดลตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายว่า ลักษณะด้อยที่สูญหายไปในลูกรุ่นที่ 1 . และปรากฏในลูกรุ่นที่ 2 เป็นลักษณะด้อย และอธิบายอัตราส่วน 3 : 1 ของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยในลูกรุ่นที่ 2 ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมมีอยู่ในเซลล์ทุกเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และแต่ละลักษณะมีหน่วยเฉพาะ ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งอยู่เป็นคู่ หน่วยเฉพาะดังกล่าวปัจจุบันเรียกว่า ยีน

ถั่วลันเตาแต่ละลักษณะอาจมียีนที่กำหนดลักษณะหนึ่งเป็นยีนเด่นทั้งคู่ (AA) หรือยีนด้อยทั้งคู่ (aa) หรือเป็นยีนเด่นกับยีนด้อย (Aa) การที่ลูกรุ่นที่ 1 มีลักษณะเด่นทั้งหมดเพราะ มียีนเด่นอยู่กับยีนด้อย ยีนเด่นสามารถข่มยีนด้อยได้ เมื่อผสมพันธุ์ต่อไปจะให้ลูกรุ่นที่ 2 มีลักษณะเด่นและลักษณะด้อย นอกจากนั้น เมนเดลได้ตั้งสมมติฐานอีกข้อหนึ่งว่า เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนที่อยู่เป็นคู่ในเซลล์ที่จะเจริญเป็นเซลล์สืบพันธุ์ จะแยกตัวออกจากกันได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มียีนเดี่ยว เมื่อเกิดการปฏิสนธิยีนจากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่จะจับคู่กันใหม่ ลูกจึงได้รับยีนจากพ่อและแม่อย่างละครึ่งเสมอ โดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่เพื่อสร้างเซลล์ร่างกายของลูก และเมนเดลตั้งกฎ 2 ข้อคือ

1. กฎแห่งการแยกตัว สิ่งที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมีอยู่เป็นคู่ๆ แต่ละคู่จะแยกจากกันในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์มีหน่วยควบคุมลักษณะนี้เพียงหนึ่งหน่วย และจะกลับมาเข้าคู่เมื่อมีการปฏิสนธิเกิดขึ้น

2. กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ เมนเดลศึกษาลักษณะที่แสดงออกสองลักษณะพร้อมกัน ในเซลล์สืบพันธุ์จะมีการรวมกลุ่มของหน่วยพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ การรวมกลุ่มเหล่านี้เป็นไปอย่างอิสระ ทำให้สามารถทำนายผลที่เกิดขึ้นในรุ่นลูก และรุ่นหลานได้

<u>หน่วยที่ 5 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ</u>

5.1 ความน่าจะเป็น

5.1.1 การโยนเหรียญหนึ่งเหรียญและการโยนเหรียญสองเหรียญ

การโยนเหรียญหนึ่งเหรียญ โอกาสที่จะเกิดหัวหรือก้อยเท่ากัน คือ 1 ต่อ 1 หรือความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญหนึ่งเหรียญ ในแต่ละครั้งมีโอกาสเกิดหัว หรือก้อยเป็นร้อยละห้าสิบ ถ้าโยนเหรียญพร้อมกันสองเหรียญโอกาสที่จะเกิดหัว-หัว หัว-ก้อย และ ก้อย-ก้อย = 1 : 2 : 1

5.1.2 ความน่าจะเป็นกับกฎของเมนเดล

สัดส่วนของการถ่ายทอดลักษณะเกิดจากการแยกตัวและรวมตัวของยีน เป็นไปตามทฤษฎีความน่าจะเป็น เพราะยีนที่ควบคุมลักษณะใดลักษณะหนึ่ง มีอยู่เป็นคู่ และจะแยกตัวออกจากกันในขณะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และจะกลับมาเข้าคู่กัน เมื่อเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อรวมกับเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ ตามหลักการความน่าจะเป็น พ่อแม่เฮเตอโรไซกัสในรุ่น F_1 จะมีโอกาสเกิดลูกที่มีจีโนไทป์ AA : Aa : aa ในอัตราส่วน = 1 : 2 : 1

5.1.3 อัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ในลูกรุ่นที่ 2

ลูกรุ่น F_2 ที่เกิดจากพ่อแม่พันทางจะมีอัตราส่วนของจีโนไทป์ต่างกับฟีโนไทป์ คือ อัตราส่วนของจีโนไทป์ที่เป็น AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1 และอัตราส่วนของฟีโนไทป์ของลักษณะเด่น : ลักษณะด้อย = 3 : 1 เพราะ จีโนไทป์ AA แสดงฟีโนไทป์ที่ปรากฏเป็นลักษณะเด่น 1 ส่วน และ Aa แสดงฟีโนไทป์ที่ปรากฏเป็นลักษณะเด่น 2 ส่วนรวมเป็นฟีโนไทป์ที่ปรากฏของลักษณะเด่น 3 ส่วน และจีโนไทป์ aa แสดงฟีโนไทป์ของลักษณะด้อย 1 ส่วน

5.2 ลักษณะเด่นสมบูรณ์ และเด่นไม่สมบูรณ์

ลักษณะบางลักษณะยีนที่ควบคุมไม่สามารถแสดงลักษณะเด่นได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้ลูกรุ่นที่ 1 หรือ F_1 แสดงลักษณะของพ่อและแม่ คือ แสดงออกทั้งลักษณะเด่นและลักษณะด้อย เรียก การถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ เช่น การถ่ายทอดสีของดอกบานเย็น ดอกลิ้นมังกร ดอกพุทธรักษา การถ่ายทอดสีขนของวัว และสีขนของไก่บางชนิด ซึ่งแตกต่างไปจากลักษณะของต้นถั่วลันเตาที่มีการข่มของลักษณะเด่นได้อย่างสมบูรณ์ แต่การถ่ายทอดของลักษณะเหล่านี้ ยังคงเป็นไปตามกฎของเมนเดล

<u>หน่วยที่ 6 ลักษณะทางพันธุกรรมถ่ายทอดได้อย่างไร ?</u>

6.1 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

6.1.1 ความแตกต่างของโครโมโซม และยีน

ยีนเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม ซึ่งอยู่ภายในนิวเคลียส จะเห็นโครโมโซมได้ในขณะเซลล์เกิดการแบ่งนิวเคลียส ในเซลล์ที่ไม่แบ่งตัวโครโมโซมมีลักษณะเป็นเส้นยาว เรียกว่า โครมาติน โครมาตินจะพันกันอยู่ในนิวเคลียส โครโมโซมหนึ่งๆ ประกอบด้วยยีนกำหนดลักษณะต่างๆ หลายลักษณะ ยีนเป็นส่วนหนึ่งของสารเคมีที่เรียกว่า DNA ซึ่งมีโครงสร้างเป็นสายยาวพันกันเป็นเกลียวคู่ ทำหน้าที่กำหนดกิจกรรมทุกอย่างในเซลล์ โดยควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนชนิดต่างๆ เช่น เอนไซม์ ฮีโมโกลบิน ฮอร์โมนบางชนิด

6.1.2 การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสและไมโอซิส

ร่างกายของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์ 2 ประเภท คือ เซลล์ร่างกาย และเซลล์สืบพันธุ์ เซลล์ร่างกายทุกเซลล์เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส ส่วนเซลล์สืบพันธุ์เกิดจากการแบ่งเซลล์ร่างกายในอวัยวะสืบพันธุ์ โดยการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส ทำให้เซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย

การแบ่งเซลล์ประกอบด้วย การแบ่งนิวเคลียส และการแบ่งไซโตพลาสซึม การแบ่งนิวเคลียสมี 2 ชนิด คือ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโตซิส และการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส

การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส เป็นการแบ่งเซลล์ร่างกาย ทำให้ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ซึ่งมีโครโมโซมเหมือนเซลล์เดิมทั้งจำนวน รูปร่างและขนาด การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสเกิดขึ้นที่บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของร่างกาย (เช่น ไขกระดูก โคนผมหรือขน ผิวหนังชั้นนอกส่วนที่ติดกับผิวหนังชั้นใน) การแบ่งนิวเคลียสแบ่งเป็น 3 ระยะ ระยะแรก เมื่อย้อมสีส่วนของนิวเคลียสจะติดสีเข้ม เรียกส่วนที่ติดสีเข้มว่า โครมาติน เป็นระยะที่สารพันธุกรรม คือ DNA ถูกสร้างขึ้นเพิ่มจากเดิมอีกหนึ่งเท่าตัว เส้นโครมาตินจะหดสั้นมากขึ้น เยื่อหุ้มนิวเคลียสสลายตัว ระยะที่ 2 เป็นระยะที่เห็นโครโมโซมหดสั้น และเห็นได้ชัดว่ามีการสร้างสารพันธุกรรมเพิ่มขึ้นโดยการจำลองโครโมโซม จะเห็นว่า หนึ่งโครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาติด โครมาติดทั้งสองยังคงติดกันตรงส่วนที่เรียกว่า เซนโตรเมียร์ ระยะที่ 3 ระยะแบ่งโครโมโซมที่จำลองตัว โครโมโซมที่ประกอบด้วย 2 โครมาติดมาเรียงตัวอยู่ในแนวกลางเซลล์ มีการแบ่งเซนโตรเมียร์เป็น 2 ส่วน โครโมโซมที่ได้จะแยกออกจากกันเคลื่อนที่ไปยังขั้วของเซลล์ โครโมโซมขยายตัวยืดยาวเป็นเส้นใยโครมาตินดังเดิม เกิดเยื่อหุ้มขึ้นล้อมรอบนิวเคลียส แล้วจึงเกิดการแบ่งไซโตพลาสซึม เมื่อโครโมโซมเคลื่อนมาที่ขั้วของเซลล์ ในเซลล์สัตว์ไซโตพลาสซึมจะคอดเว้ากลางเซลล์แบ่งเซลล์เป็นสองส่วนได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ในเซลล์พืชจะเกิดแผ่นกั้นกลางเซลล์สร้างผนังเซลล์แบ่งเซลล์เดิมออกเป็น 2 เซลล์

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นกับเซลล์ในอวัยวะสืบพันธุ์ประกอบด้วยการแบ่งนิวเคลียส และการแบ่งไซโตพลาสซึม โดยการแบ่งนิวเคลียสแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกมีการจำลองโครโมโซมเช่นเดียวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส แต่โครโมโซมที่เหมือนกันซึ่งมีอยู่แล้วภายในเซลล์จะมาจับคู่กัน และแยกตัวจากกันเมื่อเสร็จสิ้นการแบ่งเซลล์ในระยะที่ 1 ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง ระยะที่ 2 เป็นการแบ่งโครโมโซมที่จำลองไว้ ให้แยกออกจากกัน เมื่อเสร็จสิ้นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้นแบ่งเซลล์

ถ้าเป็นการแบ่งเซลล์ในอัณฑะ เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่ 2 จะเปลี่ยนแปลงต่อไป โดยมีไซโตพลาสซึมเหลืออยู่เพียงเล็กน้อย เพื่อเป็นหางสำหรับใช้ในการเคลื่อนที่ ถ้าเป็นการแบ่งเซลล์ในรังไข่ เมื่อแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะแรกจะสลายไปหนึ่งเซลล์เหลือเพียงเซลล์เดียว ซึ่งการแบ่งเซลล์จะค้างอยู่ในระยะที่โครโมโซมมาเรียงอยู่กลางเซลล์ ถ้าไม่ได้รับการปฏิสนธิเซลล์ไข่จะสลายตัว ถ้ามีการปฏิสนธิจะเกิดการแบ่งนิวเคลียสในระยะไมโอซิส 2 เกิดขึ้น เซลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าไข่จะสลายไปเหลือเซลล์ไข่เพียง 1 เซลล์

6.2 จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน จำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็นเลขคู่ และมีจำนวนโครโมโซมเป็นสองเท่าของเซลล์สืบพันธุ์ จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์เป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย

6.3 การจัดเรียงคู่ของโครโมโซม

การศึกษารูปร่างและขนาดของโครโมโซม ทำได้โดยนำเอาเซลล์ร่างกาย เช่น เม็ดเลือดขาวชนิดหนึ่งมาเพาะในน้ำยาแล้วกระตุ้นให้เซลล์แบ่งตัวจนถึงระยะที่โครโมโซมจัดเรียงตัวอยู่กลางเซลล์ ซึ่งเป็นระยะที่เห็นลักษณะของแต่ละโครโมโซมได้ชัดเจน จึงถ่ายภาพของโครโมโซมผ่านกล้องจุลทรรศน์นำไปขยายให้ใหญ่ขึ้น แล้วตัดภาพโครโมโซมแต่ละอันออกนำมาเรียงกันเป็นคู่ โดยใช้ลำดับความยาวและลักษณะรูปร่างของโครโมโซม ซึ่งใช้ตำแหน่งของเซนโตเมียร์เป็นหลัก เรียกวิธีการนี้ว่า การทำคาริโอไทป์

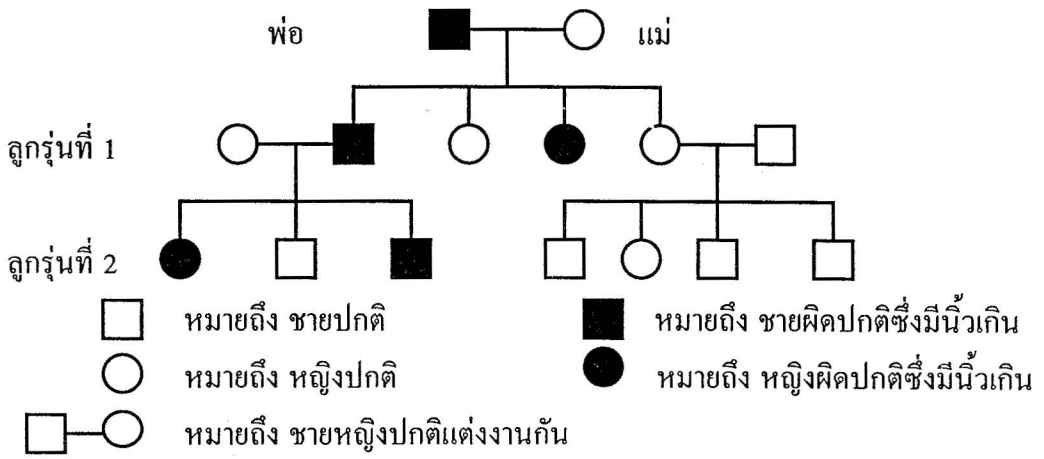
6.4 การกำหนดเพศในมนุษย์

โครโมโซมของเซลล์มนุษย์แต่ละเซลล์มี 46 โครโมโซม แบ่งเป็นโครโมโซมร่างกาย 44 โครโมโซม และโครโมโซมเพศ 2 โครโมโซม โครโมโซมเพศของเพศหญิงเป็น XX และโครโมโซมของเพศชายเป็น XY

<u>หน่วยที่ 7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์</u>

7.1 พงศาวลี

ลักษณะทางพันธุกรรมบางอย่างถูกกำหนดโดยยีนเพียงคู่เดียว ซึ่งทำงานอย่างอิสระจากยีนอื่นๆ แต่ลักษณะทางพันธุกรรมบางอย่างจะถูกกำหนดโดยยีนหลายยีนที่ทำงานร่วมกัน เช่น ความสูง สติปัญญา น้ำหนักตัวและสีผิว เป็นต้น นอกจากนี้ สิ่งแวดล้อมยังมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของยีน การศึกษาพันธุกรรมในมนุษย์ทำโดยการสืบประวัติครอบครัวที่มีลักษณะตามที่เราต้องการศึกษา ศึกษาจากลักษณะในคู่แฝด หรืออาจเปรียบเทียบกับผลการศึกษาทดลองที่ทำในสัตว์ ความรู้เกี่ยวกับพันธุกรรมในมนุษย์ ส่วนใหญ่ได้มาจากการศึกษาลักษณะผิดปกติ หรือโรคพันธุกรรมที่ถ่ายทอดในครอบครัว การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการเก็บข้อมูลของคนในครอบครัวหลายชั่วอายุคน สามารถนำมาเขียนแผนภาพแสดงการลำดับเครือญาติที่เรียกว่า พงศาวลี เช่น พงศาวลีแสดงการถ่ายทอดลักษณะนิ้วเกินคือ มีนิ้วมือและหรือนิ้วเท้ามากกว่าปกติ



กลุ่มอาการมาร์แฟนเป็นโรคพันธุกรรมที่เกิดจากการถ่ายทอดความผิดปกติของยีนที่กำหนดลักษณะเด่น ความผิดปกติที่พบในโรคนี้มีหลายอย่าง เช่น รูปร่างผอมสูง แขน ขายาว หัวใจผิดปกติ เลนส์ตาหลุด ฟีโนไทป์ของลูกหลานที่ได้รับการถ่ายทอดยีนผิดปกติอาจแตกต่างกัน แม้ว่าจะได้รับยีนเหมือนกันทั้งนี้ เพราะอิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายในร่างกายของแต่ละคนแตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้การแสดงออกของยีนต่างกันไปด้วย

โรคที่ถ่ายทอดความผิดปกติเนื่องจากยีนที่กำหนดลักษณะเด่นที่พบบ่อยๆ เช่น โรคท้าวแสนปมเป็นโรคที่ทำให้มีตุ่มที่ผิวหนังและปานจำนวนมาก โรคตัวเตี้ยชนิดที่มีศีรษะโตและแขนขาสั้น

โรคพันธุกรรมที่เกิดจากการถ่ายทอดยีนที่กำหนดลักษณะด้อย คือ โรคธาลัสซีเมีย เกิดจากความผิดปกติของยีนที่ควบคุมการสร้างฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเม็ดเลือดแดงเด็กที่เป็นโรคธาลัสซีเมียจะมีอาการซีด พุงโร ตับม้ามโต ตัวเตี้ย ลักษณะใบหน้าผิดปกติ เนื่องจากเม็ดเลือดแดงมีรูปร่างผิดปกติแตกง่าย ความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน อาจถึงตายได้ตั้งแต่แรกเกิดหรืออายุน้อย โรคธาลัสซีเมียเป็นโรคพันธุกรรมที่พบมากในประเทศไทยเกิดจากพ่อแม่ที่เป็นเฮเตอโรไซกัสที่มียีนด้อยแฝงอยู่ ทั้งคู่จะถ่ายทอดยีนผิดปกติให้แก่ลูกที่เป็นโฮโมไซกัส ลักษณะที่ผิดปกติจึงแสดงออก

7.2 หมู่เลือดระบบ ABO

7.2.1 หลักเกณฑ์ในการแบ่งหมู่เลือดระบบ ABO

หมู่เลือดของมนุษย์มีหลายชนิดที่สำคัญคือ หมู่เลือดระบบ ABO ซึ่งกำหนดโดยยีน A, ยีน B และยีน O แต่เนื่องจากยีนอยู่กันเป็นคู่ๆ แต่ละคนจึงมียีนกำหนดชนิดของหมู่เลือดเพียง 2 ยีนเท่านั้น คือ อาจเป็น AO, AA, BO, BB, OO หรือ AB โดยยีน A และยีน B เป็นยีนเด่น ยีน O เป็นยีนด้อย ถ้าเรามียีน AO ยีน A เท่านั้นจะแสดงลักษณะออกมาได้ด้วยการ

ควบคุมให้มีการสร้างโปรตีนชนิด A หรือแอนติเจน A ที่ผิวของเม็ดเลือดแดง ซึ่งเป็นชนิดของหมู่เลือด ในพลาสมามีโปรตีนแอนติบอดี จึงไม่ทำปฏิกิริยากับแอนติเจนที่ผิวของเม็ดเลือด คนที่มีหมู่เลือด A จะมีแอนติบอดี -B ในพลาสมา การจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดงจะเกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับเลือดผิดหมู่ เป็นผลทำให้เม็ดเลือดแดงแตกอย่างรุนแรงในหลอดเลือด ทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้

ตาราง 22 แอนติเจนและแอนติบอดีในหมู่เลือด ABO ชนิดต่างๆ

หมู่เลือด (ฟีโนไทป์)	จีโนไทป์	แอนติเจนที่ผิวเม็ดเลือดแดง	แอนติบอดีในพลาสมา
A	I^AI^A,I^Ai หรือ AA, AO	A	แอนติ -B
B	I^BI^B,I^Bi หรือ BB, BO	B	แอนติ -A
O	ii หรือ OO	ไม่มีแอนติเจน	แอนติ -A และ -B
AB	I^AI^B หรือ AB	A และ B	ไม่มีแอนติบอดี

การให้เลือดกันระหว่างคนหมู่เลือดต่างๆ มีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ

ความรู้เกี่ยวกับหมู่เลือด ใช้ประโยชน์ในการให้เลือดและป้องกันการให้เลือดผิดหมู่ และใช้เป็นหลักฐานทางนิติเวชในการแสดงความเป็นพ่อ ลูกร่วมกับหลักฐานอื่นๆ

7.3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางโครโมโซมเพศ

ยีนที่เกี่ยวเนื่องกับโครโมโซม X คือ ยีนที่กำหนดลักษณะอื่น นอกเหนือจากยีนที่กำหนดเพศ เช่น ยีนด้อยที่กำหนดลักษณะตาบอดสี ลักษณะเลือดไหลง่ายแต่หยุดยาก (โรคฮีโมฟีเลีย) ลักษณะของกล้ามเนื้อลีบ ส่วนโครโมโซม Y ไม่ยีนดังกล่าว ทำให้ยีนบนโครโมโซม X ของเพศชายไม่มีคู่ ถ้ายีนนั้นเป็นยีนผิดปกติจะมีโอกาสแสดงลักษณะได้เต็มที่ ต่างกับเพศหญิงที่มีโครโมโซม X เป็นคู่ยีนด้อยจะมีโอกาสแสดงลักษณะได้เต็มที่ เมื่อยีนทั้งคู่เป็นยีนผิดปกติ

<u>หน่วยที่ 8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม</u>

8.1 ลักษณะของสิ่งมีชีวิต

สิ่งแวดล้อมจะมีบทบาทในการควบคุมฟีโนไทป์ของยีนแตกต่างกันในแต่ละลักษณะ และไม่สามารถทำให้สิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงเกินขอบเขตของพันธุกรรมที่มีอยู่ได้ และยีนก็ไม่สามารถแสดงลักษณะออกมาได้ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม การพัฒนาฟีโนไทป์ของ

สิ่งมีชีวิตพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมจะควบคุมและจำกัดซึ่งกันและกัน เช่น ลักษณะศีรษะล้านเป็นลักษณะเด่นในเพศชายเพราะ ฮอร์โมนเพศชายเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีน คนขาดเอนไซม์สำหรับย่อยน้ำตาลแลกโตสจะแสดงอาการผิดปกติ เมื่อกินอาหารที่มีน้ำตาลแลกโตสเข้าไปจะปวดท้อง คนขาดเอนไซม์จี 6 พีดีถ้าได้รับยาหรือสารบางชนิด หรือติดเชื้อจะเกิดอาการซีด ตาเหลือง ปัสสาวะสีเข้ม เนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตก หรือการแสดงออกของยีนเกี่ยวกับความสูง ผู้ที่ได้รับอาหารเหมาะสมและเพียงพอจะมีร่างกายเติบโตเต็มขีดความสามารถในการแสดงออกของยีนที่กำหนดความสูง ซึ่งได้รับถ่ายทอดมาจากพ่อแม่ถ้าสภาพแวดล้อมดีการแสดงออกของยีนจะเกิดขึ้นได้เต็มที่ นั่นคือ ยีนทำหน้าที่กำหนดลักษณะ สิ่งแวดล้อมควบคุมการแสดงออกของยีน

8.2 อิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

การศึกษาอิทธิพลของพันธุกรรมเปรียบเทียบกับสิ่งแวดล้อม ทำได้โดยวิธีเทียบค่าความเหมือนกันของลักษณะในคู่แฝด ระหว่างแฝดไข่ใบเดียว และแฝดไข่คนละใบ ถ้าค่าสูงในกลุ่มแฝดไข่ใบเดียวกัน และต่ำในกลุ่มแฝดไข่คนละใบ แสดงว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อลักษณะที่แสดงออกมากกว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ถ้าค่าไล่เลี่ยกันในกลุ่มคู่แฝดทั้ง 2 ชนิด แสดงว่าสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมากกว่า

ตาราง 23 เปรียบเทียบค่าความเหมือนกันระหว่างแฝดไข่ใบเดียวกัน และแฝดไข่คนละใบ

ลักษณะ	ค่าความเหมือนกันในคู่แฝด (ร้อยละ)	
	แฝดไข่ใบเดียวกัน	แฝดไข่คนละใบ
สีผม	89	22
สีตา	96.6	28
ความดันเลือด	63	36
ถนัดมือขวา-ถนัดมือซ้าย	79	77
โรคหัด	95	87
โรคเบาหวาน	84	37
โรคลมชัก	72	15
ตำแหน่งที่เป็นมะเร็ง (เมื่อเป็นทั้งคู่)	95	58
ปัญญาอ่อน	94	47
ปัญญาอ่อนกลุ่มอาการดาวน์	89	7
ติดสุรา	100	86
ปากแหว่ง/เพดานโหว่	42	5

หน่วยที่ 9 มิวเตชัน

9.1 สาเหตุของการเกิดมิวเตชัน

มิวเตชัน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับยีน ทำให้ยีนใหม่มีสมบัติผิดไปจากยีนเดิม มิวเตชันเป็นสาเหตุของความแตกต่างกันของลักษณะที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดการผันแปร และมีความหลากหลาย ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดเกิดมิวเตชันได้ตามธรรมชาติ แต่เกิดในอัตราต่ำมาก ทำให้การผันแปรของลักษณะต่างๆ เป็นไปอย่างช้ามาก เพราะเกิดการคัดเลือกพันธุ์ขึ้น คือ ถ้าลักษณะที่ผันแปรนั้นไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจนทำให้สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ลักษณะนั้นจะหายไป

มิวเตชันอาจเกิดขึ้นได้กับเซลล์ร่างกาย และเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าเกิดขึ้นกับเซลล์ร่างกาย การผันแปรของลักษณะต่างๆ นั้นจะเกิดขึ้นเฉพาะตัวไม่ถ่ายทอดต่อไปยังลูกหลาน แต่ถ้าเกิดขึ้นกับเซลล์สืบพันธุ์ การผันแปรของลักษณะต่างๆ จะสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้

มิวเตชันเกิดจาก 1) การรับรังสี เช่น รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา และรังสีอุลตราไวโอเลต 2) เกิดจากไวรัส 3) เกิดจากการได้รับอุณหภูมิสูง หรือต่ำเกินไป 4) เกิดจากการรับสารเคมี เช่น ยารักษาโรค สารผสมอาหาร สารกันบูด ยาเสพติดบางชนิด สารเคมีกำจัดแมลงและวัชชพืช กรดไนตรัส สีอะครีดีน สารอะฟลาทอกซินจากเชื้อรา สิ่งก่อกลายพันธุ์หรือมิวทาเจนหลายชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง

9.2 ประโยชน์และโทษของมิวเตชัน

ประโยชน์ของมิวเตชัน 1) มิวเตชันทำให้เกิดการคัดเลือกพันธุ์ของธรรมชาติ ซึ่งเกิดได้กับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ 2) มิวเตชันทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความแตกต่างแปรผันทางพันธุกรรมเกิดความหลากหลาย ซึ่งเป็นพื้นฐานของกระบวนการวิวัฒนาการ 3) การชักนำให้เกิดยีนมิวเตชันในแมลงที่เป็นพาหะนำโรคหรือแมลงศัตรูพืช เพื่อควบคุมหรือกำจัดแมลงศัตรู 4) ใช้ในการผสมพันธุ์เพื่อคัดเลือกพันธุ์พืชและสัตว์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตร ทำให้ได้พืชพันธุ์ใหม่ เช่น พันธุ์ กข 6 เป็นพันธุ์ข้าวเหนียว ซึ่งเกิดจากการนำข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาอาบรังสีแกมมา 5) ใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตของจุลินทรีย์ เช่น ยาปฏิชีวนะ การคัดเลือกพันธุ์ไรโซเบียมสำหรับทำปุยชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน และปรับปรุงสายพันธุ์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

โทษของมิวเตชัน 1) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมเกิดโรคพันธุกรรม เช่น ปัญญาอ่อนกลุ่มอาการดาวน์ มีอาการปัญญาอ่อน และมีความผิดปกติทางร่างกาย 2) ทำให้โครโมโซมเปลี่ยนแปลง มีผลต่อความผิดปกติในการสร้างโปรตีนของเซลล์ เช่น ชนิดของโปรตีนในเลือดต่ำ ซึ่งจัดว่า เป็นลักษณะปกติ หรืออาจทำให้เกิดลักษณะผิดปกติเกิดโรคพันธุกรรม เช่น โรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์ โรคธาลัสซีเมีย ฯลฯ 3) ทำให้แมลงศัตรูพืชและสัตว์เกิดความต้านทานสารเคมีที่ใช้ในการทำลายแมลง แบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะ ทำให้เกิดปัญหาในการใช้สารเคมีปราบปราม หรือทำลายแมลงเพิ่มขึ้น

<u>หน่วยที่ 10 ความผิดปกติของโครโมโซม</u>

10.1 ความผิดปกติของโครโมโซม

ถ้าโครโมโซมร่างกายหรือโครโมโซมเพศ มีรูปร่างผิดปกติ จะทำให้เกิดโรคพันธุกรรมและสามารถทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตผิดปกติได้ เช่น

10.1.1 โครโมโซมร่างกายมีโครงสร้างผิดปกติ

1) โครโมโซมคู่ที่ 5 ผิดปกติ มีแขนข้างสั้นของโครโมโซมสั้นกว่าปกติ มีส่วนของโครโมโซมขาดหายไป จะทำให้เกิดโรคกลุ่มอาการคริดูชาต์ (cri-du-chat syndrome) มีอาการปัญญาอ่อน ศีรษะเล็กกว่าปกติ เจริญเติบโตช้า หน้ากลม ใบหูอยู่ต่ำกว่าปกติ ร้องเสียงแหลมเล็กคล้ายเสียงแมวร้อง

2) แขนข้างยาวของโครโมโซมคู่ที่ 5, 11 และ 18 ผิดปกติจะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคจิตเภทคือ ผู้ป่วยจะมีความผิดปกติในด้านความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมเป็นเหตุให้สูญเสียความสามารถในการทำงาน

3) แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 19 ผิดปกติจะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคจิตเภท

4) แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 16 ผิดปกติอาจเกิดโรคธาลัสซีเมีย หรือฮีโมโกลบินผิดปกติคนไทยร้อยละ 40 เป็นเฮเตอโรไซกัส หรืออาจทำให้เกิดโรคไตเป็นถุงน้ำในผู้ใหญ่

5) แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 17 ผิดปกติจะทำให้เกิดโรคมะเร็ง เช่น มะเร็งรังไข่ มะเร็งเต้านม มะเร็งปอด

10.1.2 โครโมโซมเพศมีโครงสร้างผิดปกติ คือ โครโมโซม X มีโครงสร้างผิดปกติเนื่องจากการมิวเตชัน จะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคฮีโมฟีเลีย เมื่อเกิดบาดแผลเลือดจะออกง่าย และหยุดยาก ถ้าเลือดออกในอวัยวะสำคัญ และให้การรักษาไม่ทันอาจถึงแก่ชีวิตได้

10.2 ความผิดปกติของจำนวนโครโมโซม

ถ้าจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต มีจำนวนเปลี่ยนไปจะมีผลกับลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น

10.2.1 เกิดจากความผิดปกติของจำนวนโครโมโซมร่างกาย เช่น โครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 โครโมโซม ทำให้มีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็น 47 โครโมโซม มีผลทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการปัญญาอ่อน และมีความผิดปกติทางร่างกาย เช่น หางตาชี้ขึ้น ลิ้นจุกคับปาก ศีรษะแบน หัวใจพิการแต่กำเนิด นิ้วมือสั้น นิ้วก้อยโค้งเข้าข้างใน การเจริญของอวัยวะเพศน้อยกว่าปกติ ซึ่งพบบ่อยในลูกที่เกิดจากมารดาอายุมาก เนื่องจากเซลล์ที่เป็นไข่แบ่งตัวค้างอยู่ในระยะแรกของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นเวลานานกว่าจะแบ่งตัวต่อไปจนเป็นไข่ ทำให้การแยกตัวของโครโมโซมเกิดขึ้นผิดปกติได้เซลล์ไข่ที่โครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา เรียก ปัญญาอ่อนกลุ่มอาการดาวน์

10.2.2 เกิดจากความผิดปกติของจำนวนโครโมโซมเพศ

1) ผู้มีโครโมโซมเพศขาดไป 1 โครโมโซม คือ โครโมโซม X เพียงโครโมโซมเดียว จะมีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็น 45,XO หรือ 45 โครโมโซม (Turner syndrome) จะมีรูปร่างเตี้ย คอเป็นปีก อวัยวะเพศไม่เจริญ ไม่มีประจำเดือน เป็นหมัน พบในผู้หญิงประมาณ 1 ใน 2,500 คน

2) ผู้มีโครโมโซมเพศเกินมา 1 โครโมโซม คือ โครโมโซม X เกินมา 1 โครโมโซม จะมีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็น 47,XXY หรือ 47 โครโมโซม (Klinefelter syndrome) จะมีลักษณะบางอย่างคล้ายหญิง เช่น มีเต้านม สะโพกผาย อวัยวะเพศมีลักษณะเป็นชาย แต่ไม่ค่อยเจริญ เป็นหมัน ร้อยละ 75 ของผู้ป่วยมีสติปัญญาปกติ

<u>หน่วยที่ 11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์</u>

11.1 เทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรม การย้ายฝากตัวอ่อน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การโคลนนิ่ง

เทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้กระบวนการทางชีวภาพไปสร้างผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม มีผลเชิงพาณิชย์และรวมถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปวัตถุดิบที่ได้จากพืช สัตว์ให้เป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมโดยกระบวนการที่ไม่ใช่กระบวนการทางชีวภาพ เช่น กระบวนการทางเคมีเป็นต้น (นลิน นิลอุบล. 2529 : 1-2) หรือเป็นการประยุกต์ชีวอินทรีย์ในระบบที่ประกอบด้วยกระบวนการทั้งระดับจุลภาคและมหภาค เพื่อนำมาใช้ในวงการอุตสาหกรรม และนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งมนุษย์สร้างขึ้น โดยการนำความรู้ทางด้าน

ชีววิทยาโมเลกุลพันธุศาสตร์ และทฤษฎีการเชื่อมโยงมาใช้อย่างกว้างขวางในระบบกับกระบวนการทางชีววิทยา (เบเกอร์, เจ.ที. 2532 : 4)

กระบวนการทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ คือ กระบวนการนำสิ่งมีชีวิตมา เพื่อใช้ประโยชน์ในการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือปรับปรุงขบวนการผลิตใหม่ๆ ตัดต่อและสอดใส่ยีนที่มีประโยชน์เข้าสู่จุลินทรีย์ หรือพืชหรือสัตว์ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพและศักยภาพสูงกว่าสายพันธุ์เดิม (อมเรศ ภูมิรัตน. 2539 : 204) เทคโนโลยีชีวภาพจึงประกอบด้วยวิทยาการขั้นพื้นฐานหลายด้าน ได้แก่ ชีววิทยาระดับโมเลกุล ชีวเคมี และจุลชีววิทยาผนวกกับเทคโนโลยีของการนำเอาสิ่งมีชีวิต และผลผลิตของมันมาใช้ทั้งที่ได้สั่งสมกันมาแต่โบราณ และได้มาจากวิศวกรรมกระบวนการสมัยใหม่ (ยงยุทธ ยุทธวงศ์. 1994 : 63) เพื่อให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพระดับสูง ระดับพื้นฐานและระดับกลาง ในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน เช่น 1) เทคโนโลยีชีวภาพทางพืช เพื่อพัฒนาพันธุ์พืชและผลผลิตจากพืช 2) เทคโนโลยีชีวภาพทางสัตว์ เพื่อพัฒนาพันธุ์สัตว์และผลผลิตจากสัตว์ 3) เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการพัฒนาชนบทและเกษตรกรรายย่อย 4) เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน 5) เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อสุขภาพ 6) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต (ศักรินทร์ ภูมิรัตน. 2537 : B-1)

พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) หมายถึง ขบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมโดยการตัดต่อดีเอ็นเอ เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ประสงค์ โดยอาศัยวิธีการที่สามารถทำให้เกิดขึ้นตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ได้ โดยการเพิ่มดีเอ็นเอเข้าสู่เซลล์ ทำให้เซลล์เปลี่ยนคุณสมบัติตามลักษณะของดีเอ็นเอที่เพิ่มเข้าไป ทำให้เกิดการผสมยีนข้ามสายพันธุ์ได้ เช่น คนกับหมู คนกับแบคทีเรีย เป็นต้น ประโยชน์ที่ได้จากการทำพันธุวิศวกรรม คือ 1) ใช้ในการผลิตฮอร์โมนต่างๆ เช่น ฮอร์โมนอินซูลิน 2) ใช้ในการสร้างวัคซีนได้ปริมาณไม่จำกัด และกำจัดส่วนของแอนติเจนที่มีพิษออกไปได้วัคซีนที่มีความปลอดภัย 3) ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนดีเอ็นเอ เพื่อตรวจสอบสภาวะพันธุกรรม 4) ใช้ในการปรับปรุงสายพันธุ์แบคทีเรีย เพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือใช้ในการผลิตยาปฏิชีวนะ วิตามิน กรดอะมิโนในปริมาณสูง เพื่อกำจัดแมลงศัตรูพืช หรือสัตว์ หรือยุง 5) ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ เพื่อให้ได้สายพันธุ์พืชที่มีคุณสมบัติตามต้องการ 6) ใช้ในการผลิตพลังงานจากชีวมวล (สกล พันธุ์ยิ้ม. 2530 : 30-40)

การย้ายฝากตัวอ่อน หรือการถ่ายฝากตัวอ่อน เป็นเทคโนโลยีชีวภาพด้านการขยายพันธุ์ที่สามารถช่วยผลิตลูกโค กระบือ จากแม่ลักษณะดีที่ต้องการซึ่งเป็นตัวให้ ให้มีจำนวนมากกว่าที่ผลิตได้ตามธรรมชาติ โดยเอาตัวอ่อนจากตัวให้มาย้ายฝากเข้าไปยังปีกมดลูกของแม่โค กระบือซึ่งเป็นแม่ธรรมดา หรือเป็นตัวรับอุ้มท้องแทนได้อีกหลายตัว ทำให้แม่ตัวให้มีโอกาสสามารถผลิต

ตัวอ่อนได้มากกว่าปกติหลายเท่า เช่น ให้แม่พันธุ์มีโอกาสให้ลูกปีละ 5-10 ตัว เพื่อย้ายฝากให้แม่ตัวรับหลายๆ ตัว โดยใช้ฮอร์โมนเร่งการตกไข่ในแม่ตัวให้ เร่งการเป็นสัดของแม่ตัวให้และตัวรับ การชะล้างตัวอ่อนจากปีกมดลูกของแม่ตัวให้ การแช่แข็งตัวอ่อนและการย้ายฝากตัวอ่อน (มณีวรรณ กมลพัฒนะ. 2537 : 11 ; สรรเพชญ โสภณและอุบล ช่วงสูงเนิน. 2537 : 42)

การปฏิสนธิในหลอดแก้ว เป็นการขยายพันธุ์สัตว์จากเซลล์ไข่ที่ไม่มีโอกาสขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ โดยเจาะดูดเอาไข่จากฟอลลิเคิลในรังไข่ของสัตว์ที่ตายแล้ว หรือจากฟอลลิเคิลที่เจริญขึ้นมาระหว่างวงรอบการเป็นสัดของสัตว์ที่มีชีวิตอยู่มาเลี้ยงให้เจริญจนถึงระยะที่จะปฏิสนธิได้ จึงนำเอาอสุจิที่ผ่านการกระตุ้นให้มีความสามารถในการปฏิสนธิมาผสมกับไข่จนเกิดการปฏิสนธิ และแบ่งเซลล์เป็นระยะ 2-4 เซลล์ หลังจากนั้นย้ายไปเลี้ยงต่อในน้ำยาเลี้ยงตัวอ่อนแล้วย้ายฝากให้ตัวรับ หรือแช่แข็งเก็บไว้ใช้ต่อไป ประโยชน์ คือ เร่งการขยายพันธุ์ได้เป็นจำนวนมาก ใช้เวลาสั้นกว่าปกติ มีโอกาสคัดเลือกพันธุ์สัตว์ และทดสอบการคัดเลือกได้ทั้งจากพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ ทำให้การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์สัตว์ใช้เวลาสั้นลง (สรรเพชญ โสภณและอุบล ช่วงสูงเนิน. 2537 : 51)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (tissue culture) เป็นการนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เช่น อวัยวะ เนื้อเยื่อ เซลล์ มาเลี้ยงในหลอดทดลองที่ไม่มีจุลินทรีย์ในสภาพแวดล้อมที่ควบคุม เพื่อให้พืชนั้นเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่มีลักษณะเหมือนต้นพันธุ์ ซึ่งนำความรู้เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ประโยชน์ดังนี้ 1) การขยายพันธุ์พืชทำให้ได้ต้นพืชตรงตามพันธุ์เดิมทุกประการในปริมาณมากและภายในระยะเวลาอันจำกัด 2) การปรับปรุงพันธุ์ โดยการผสมข้ามพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ ชักนำให้ต้นใหม่เกิดการกลายพันธุ์ โดยใช้สารชักนำชนิดต่างๆ 3) ผลิตพืชให้ปราศจากโรค เพื่อใช้เป็นพ่อและแม่พันธุ์ในการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศในอุตสาหกรรมไม้ดอก 4) เก็บรักษาและรวบรวมพันธุ์พืชโดยไม่ต้องใช้เนื้อที่มากนัก 5) ผลิตสารเคมีที่ใช้เป็นยารักษาโรค เพื่อลดการปลูกพืชสมุนไพรเพื่อเอาบางส่วนมาสกัดสารแล้วทิ้งส่วนที่เหลือ ซึ่งสามารถใช้เป็นวิธีช่วยอนุรักษ์ป่าได้ทางหนึ่ง 6) ผลิตกล้าไม้พันธุ์ดี มีคุณภาพและปริมาณมากในระยะเวลาสั้นๆ และการผลิตเมล็ดเทียมในไม้สักและไม้โตเร็ว ช่วยลดการสูญเสียกล้าไม้ในขณะขนย้ายในโครงการปลูกป่าทดแทน (ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา. 2524 : 85 ; อรพินท์ แก้วลาย. 2530 : 45 ; พิศาล มูลศาสตรสาทร. 2537 : D-2 ; ถาวร วัชราภัย. 2539 : 136)

การโคลนนิ่ง (cloning) หรือการปลูกเพาะพันธุ์ หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับสิ่งมีชีวิตต้นแบบทุกอย่าง โดยไม่ต้องอาศัยเซลล์สืบพันธุ์ เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สิ่งที่น่าสนใจ คือ การปลูกถ่ายพันธุกรรมที่นำเอาเซลล์ร่างกายมาทำให้เกิดชีวิตใหม่โดยการนำเอารหัสทางพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ ซึ่งอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายไปใส่ในไข่ของ

สัตว์ชนิดเดียวกัน ซึ่งไข่นั้นถูกดูดเอานิวเคลียสออกหมด และพบว่า ไข่นั้นสามารถแบ่งตัวเหมือนกับได้ผสมกับอสุจิที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ เมื่อย้ายฝากตัวอ่อนเข้าไปในสัตว์ที่เป็นตัวรับ ตัวอ่อนจะเจริญเติบโตและคลอดออกมา มีลักษณะเหมือนตัวแม่ที่ให้นิวเคลียสจากเซลล์ร่างกายมาทุกประการ ข้อดีของการปลูกเพาะพันธุ์ คือ 1) เซลล์ที่เจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงไปแล้วสามารถทำให้แบ่งเซลล์ใหม่ได้ ใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นเซลล์ให้กลับแบ่งเซลล์ใหม่ เพื่อซ่อมแซมเซลล์ที่ไม่ทำงาน ใช้ในการรักษาผู้ป่วยได้ 2) ใช้ปลูกถ่ายอวัยวะในกรณีต้องการอะไหล่ โดยร่างกายไม่เกิดปฏิกิริยาต่อต้าน 3) ช่วยอนุรักษ์สัตว์ที่กำลังจะสูญพันธุ์ เพื่อเพิ่มจำนวนสัตว์ และข้อเสีย คือ 1) มีผลกระทบต่อสังคม จริยธรรม ในกรณีที่ปลูกเพาะพันธุ์เพื่อต้องการอวัยวะมาใช้ 2) ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตลดลง ทำให้สิ่งมีชีวิตอ่อนแอ อาจเกิดการสูญพันธุ์ได้ง่าย (จินตนา ศิรินาวิน. 2540 : 17)

11.2 การนำพันธุศาสตร์ไปใช้ และประโยชน์ของพันธุศาสตร์

1. พันธุศาสตร์กับการเกษตร

ในระยะแรกมนุษย์เพาะปลูกพืช เลี้ยงสัตว์เพื่อใช้เป็นอาหาร ทำเครื่องนุ่งห่มและยารักษาโรค การพัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์ คือ การพัฒนาพันธุกรรมของพืชและสัตว์ ซึ่งพัฒนาอย่างรวดเร็วภายหลังการยอมรับกฎของเมนเดล ทำได้ทั้งการผสมเลือดชิดระหว่างเครือญาติ หรือผสมพันธุ์ภายในพันธุ์เดียวกัน และผสมข้ามพันธุ์แล้วคัดเลือกพันธุ์ที่ดีจากประชากรจำนวนมาก การพัฒนาพันธุ์พืชสามารถใช้เทคนิคพิเศษได้ผลมากกว่าการพัฒนาพันธุ์สัตว์ เพราะสามารถทราบถึงพันธุกรรมของลูกผสมได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่ต้องรอให้เจริญเติบโตเต็มที่สามารถนำไปเสียบยอด ติดตาหรือต่อกิ่งกับต้นตอที่พร้อมจะติดดอกออกผลแล้ว และใช้เทคนิคการชักนำให้เกิดความแปรผันทางพันธุกรรมให้เกิดการเปลี่ยนจำนวนโครโมโซมง่าย และได้ผลดีกว่าสัตว์ การพัฒนาพันธุ์ตามธรรมชาติ มีสภาพแวดล้อมเป็นตัวกำหนด การกลายพันธุ์จากสายพันธุ์ดั้งเดิม เพื่อปรับตัวให้อยู่รอดตามสภาวะแวดล้อมที่แปรเปลี่ยน การย้ายถิ่นเข้าอยู่อาศัยในพื้นที่ใหม่ ทำให้สิ่งมีชีวิตมีพันธุกรรมแตกต่างกัน เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมขึ้น การคัดเลือกพันธุ์สัตว์จากคุณสมบัติที่สัตว์แสดงออก (phenotype) จนได้สัตว์ที่มีคุณสมบัติของยีนคงที่ (genotype) ในสัตว์รุ่นต่อๆ มาจะได้สัตว์พันธุ์แท้ (ประดน จาติกวนิช, วิชัย เชิดชีวศาสตร์ และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2537 : 31-36)

การปรับปรุงพันธุ์พืชที่ขยายพันธุ์โดยใช้เพศทำได้โดย 1) เสาะหาแหล่งพืช หรือนำพืชมาจากแหล่งอื่น 2) คัดเลือกพันธุ์ตามความต้องการของมนุษย์ เป็นการเลือกพืชจากความแตกต่างกันทางพันธุกรรมของพืชที่มีอยู่โดยคัดเลือกจากกลุ่มพืชผสมตัวเอง และกลุ่มพืชผสมข้าม 3)

ทำการผสมพันธุ์เพื่อขยายพันธุ์ให้เป็นพันธุ์ดีก่อให้เกิดพืชพันธุ์ใหม่จำนวนมาก ในการปรับปรุงพันธุ์พืชที่ขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศ เมื่อเสาะหาแหล่งพืชและทำการคัดเลือกพันธุ์ดี หรือสร้างพันธุ์ดีตามต้องการโดยใช้การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยวิธีต่างๆ สามารถนำมาขยายพันธุ์โดยไม่ใช้เพศ เช่น เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่งสามารถเพาะเลี้ยงพืชได้จำนวนมากในเวลาอันสั้น และตรวจหาลักษณะที่ต้องการได้ ชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์หรือเกิดการผันแปรได้มาก โดยสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย (อนันต์ พู่พิทยาสถาพร, กรองแก้ว พู่พิทยาสถาพร. 2530 : 56-71)

ลักษณะของพืชเศรษฐกิจที่ต้องปรับปรุง คือ 1) ต้องการเพิ่มผลผลิตจากพืชแต่ละชนิด 2) อายุเก็บเกี่ยว 3) ความต้านทานการหักล้ม 4) ความต้านทานการแตกร่วงของเมล็ด 5) ความต้านทานต่อโรคและแมลง 6) ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม 7) การปรับปรุงคุณภาพ 8) อื่นๆ เช่น ปรับปรุงสีและลวดลายของไม้ดอก ไม้ประดับ ปรับปรุงพันธุ์ไม้โตเร็ว ปรับปรุงแตงโมและองุ่นไม่มีเมล็ด กุหลาบและตะบองเพ็ชรไม่มีหนาม เป็นต้น (พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2540 : 3)

พันธุศาสตร์มาตรฐานที่ใช้ทางการเกษตรด้านพืชจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการนำมาใช้ คือ 1) ศึกษาแหล่งกำเนิดของพืชและศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม เพื่อดูวิวัฒนาการของพืชชนิดที่ศึกษา 2) ศึกษาวิวัฒนาการของพืชปลูก สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนแล้วเกิดวิวัฒนาการ คือ การคัดเลือก การกลายพันธุ์ การอพยพเคลื่อนย้าย และการเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนเนื่องจากประชากรมีขนาดเล็ก 3) ศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมว่าเป็นลักษณะเชิงคุณภาพ ซึ่งถูกควบคุมโดยยีนน้อยคู่ หรือเป็นลักษณะเชิงปริมาณ ซึ่งถูกควบคุมโดยยีนมากคู่ สำหรับใช้ในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ 4) พัฒนาวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด เช่น กลุ่มพืชที่ผสมตัวเองกับกลุ่มพืชที่ผสมข้ามต้น 5) การเสาะหาแหล่งพันธุกรรมเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช จากแหล่งต่างๆ เช่น พันธุ์การค้า สายพันธุ์ที่กำลังปรับปรุงพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์เก่า สายพันธุ์ที่มีพันธุกรรมพิเศษ พันธุ์ป่าและวัชพืช 6) การสร้างแหล่งพันธุกรรมใหม่โดยใช้วิธีทางอณูพันธุศาสตร์ได้แก่ การหลอมโปรโตพลาสต์ และการถ่ายฝากยีนวิธีต่างๆ และการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้รังสี หรือสารเคมี 7) ศึกษาพันธุกรรมของความต้านทานโรคพืชเพื่อควบคุมการระบาดของโรค 8) ศึกษาพันธุกรรมของความต้านทานแมลง (พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2540 : 1-6) 9) ใช้เทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม เพื่อขยายพันธุ์พืชอาหารสำหรับการทำอุตสาหกรรม ขยายพันธุ์ไม้ป่า ผลิตพันธุ์พืชปลอดโรค ตรวจวินิจฉัยระดับโมเลกุล คัดเลือกพันธุ์ในหลอดแก้วหรือจานแก้ว การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เลี้ยงคัพภะ (ต้นอ่อน) และรังไข่ เพาะอับเรณู สับเปลี่ยนยีน 10) ปลูกพืชผสมผสานกันหลายชนิดหลายสกุลในพื้นที่เดียวกัน เพื่อให้มีพื้นฐานทางพันธุกรรมแตกต่างกันมากๆ จะทำให้พืชปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี ทำให้

แข็งแรง เติบโตเร็ว ต้านทานต่อสิ่งแวดล้อมที่แปรปรวนได้ 11) อนุรักษ์ทรัพยากรพันธุ์พืชในธนาคารเชื้อพันธุ์ เก็บในแปลงรวบรวมพันธุ์ (อำพล เสนาณรงค์. 2537 : 25-30)

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ประกอบด้วยกรรมวิธีหลัก เช่นเดียวกับการปรับปรุงพันธุ์พืช คือ 1) เสาะแสวงหาแหล่งพันธุ์ 2) ทำการคัดเลือกพันธุ์ไว้ใช้ในการผสมพันธุ์ 3) ทำการผสมพันธุ์ในสายพันธุ์เดียวกันหรืออยู่ในตระกูลเดียวกัน เพื่อสร้างพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่เป็นพันธุ์แท้ (อนันต์ พู่พิทยาสถาพร, กรองแก้ว พู่พิทยาสถาพร. 2530 : 56-71) 4) ขยายพันธุ์โดยใช้เทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น การผสมเทียม การย้ายฝากตัวอ่อน

พันธุศาสตร์มาตรฐานที่ใช้ทางการเกษตรด้านสัตว์ 1) นักปรับปรุงพันธุ์สัตว์ใช้วิชาพันธุศาสตร์ประชากรเพื่อศึกษาลักษณะเชิงคุณภาพ 2) พันธุศาสตร์ปริมาณในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ โดยทำการคัดเลือกพ่อพันธุ์ดีเพื่อปรับปรุงฝูง ศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม สิ่งแวดล้อมและฟีโนไทป์ ศึกษาวิธีผสมพันธุสัตว์ 3) เทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ในการปรับปรุงสัตว์ เช่น การผสมเทียมในโค กระบือ สุกร การย้ายฝากตัวอ่อนในอุตสาหกรรมเลี้ยงโค กระบือ (พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2540 : 7-10)

2. พันธุศาสตร์กับการแพทย์

ความเจ็บป่วยหรือการเกิดโรคของมนุษย์เกิดจากความผิดปกติของจิตใจและร่างกาย ซึ่งเกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น ปริมาณการรับสารอาหาร ยาและสารเคมีประเภทต่างๆ การออกกำลังกาย หรือเกิดจากสภาพแวดล้อมภายใน เช่น ความผิดปกติของร่างกายที่เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม ความเครียด ฮอร์โมน เพศ ฯลฯ หรือเกิดจากเชื้อโรคล้วนแล้วแต่ทำให้มนุษย์ได้รับความทุกข์ทรมานจากความเจ็บป่วยทั้งสิ้น แพทย์จะเป็นผู้วินิจฉัยอาการของโรค เพื่อให้การรักษาผู้ป่วย

ความผิดปกติของร่างกายที่เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม เป็นสาเหตุของโรคพันธุกรรม ซึ่งพบบ่อยในปัจจุบันนั้น เกิดจากการมิวเตชันหรือการผันแปรของยีนบนโครโมโซม การศึกษาทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับโครโมโซมของมนุษย์เรียกว่า มนุษย์พันธุศาสตร์ การใช้พันธุศาสตร์ในการให้การรักษาผู้ป่วย เรียกว่า เวชพันธุศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์พื้นฐานและอณูพันธุศาสตร์ ด้วยวิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม เพื่อให้การวินิจฉัยโรคถูกต้อง มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรักษา การพยากรณ์โรคและทำนายอัตราเสี่ยง เพื่อเสนอแนวทางควบคุมและป้องกันการเกิดโรคพันธุกรรม โดยสามารถตรวจหาพาหะ วินิจฉัยโรคก่อนมีอาการ วินิจฉัยโรคก่อนคลอดจะช่วยให้การทำนายอัตราเสี่ยงทำได้แม่นยำขึ้น และช่วยป้องกันการเกิดซ้ำของโรคให้มีประสิทธิผลมากขึ้น

สำหรับการตรวจกรองโรคในทารกแรกเกิด คือ การวินิจฉัยและให้การรักษาได้ก่อนที่คนไข้มีอาการ เพื่อป้องกันไม่ให้คนไข้เกิดความผิดปกติอย่างถาวร และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ

การตรวจโรคพันธุกรรม นิยมใช้ดีเอ็นเอจากเม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ เซลล์จากเนื้อเยื่อหรือเนื้องอกมะเร็ง เซลล์น้ำคร่ำ ส่วนของรกหรือสายสะดือ โดยใช้เทคนิคอณูชีววิทยาจะตรวจพบความผิดปกติของยีนได้ในทุกระยะของชีวิตตั้งแต่ปฏิสนธิ ก่อนคลอด หรือเมื่ออายุน้อยๆ ก่อนที่อาการของโรคจะแสดงออก (พรรณนภา ศักดิ์สูง. 2530 : 81 ; วิจารณ์ พานิช. 2530 : 1 ; จินตนา ศิรินาวิน. 2537 : 60-61 : พิมลรัตน์ ไทยธรรมยานนท์. 2540 : 19-21)

3. พันธุศาสตร์กับสาธารณสุข

การนำความรู้ด้านพันธุศาสตร์ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมที่นำมาใช้กับการสาธารณสุขเกี่ยวกับอาหารและยา เช่น 1) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการผลิตสารบางชนิดให้ได้ปริมาณมาก เพื่อลดปริมาณการปลูกพืชสมุนไพรที่ใช้เพียงบางส่วนมาสกัดสารแล้วทิ้งส่วนที่เหลือเป็นส่วนใหญ่ 2) ใช้ในการสร้างวัคซีนได้ในปริมาณไม่จำกัด เช่น วัคซีนแก้โรคตับอักเสบ โรคปากเท้าเปื่อยในสัตว์ โรคกลัวน้ำ และกำจัดเอาส่วนของแอนติเจนที่เป็นพิษออกไปได้วัคซีนที่มีความปลอดภัย 3) การผลิตฮอร์โมน เช่น ฮอร์โมนเพื่อการเติบโต อินซูลิน โดยแบคทีเรียและยีสต์ 4) ปรับปรุงสายพันธุ์แบคทีเรียเพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูง หรือผลิตยาปฏิชีวนะ วิตามิน กรดอะมิโนในปริมาณสูง 5) ปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ ทำให้คุณค่าทางอาหารสูงขึ้น เพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิต เลี้ยงง่าย โตเร็ว ทนทานต่อโรค ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงดูน้อยลงนำมาใช้ได้เร็วกว่าเดิม

4. พันธุศาสตร์กับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

ผลของการพัฒนาที่มีผลเสียต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เช่น การสูญเสียของป่าไม้ การสูญเสียดิน การสูญเสียทางพันธุกรรม และการเกิดมลภาวะทางการเกษตร สภาพดินเสีย น้ำเสีย อากาศเสียภายในเมือง เป็นต้น การใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ และเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ให้มีความต้านทานศัตรู และสิ่งแวดล้อมที่แปรปรวน การเข้าใจหลักวิชาพันธุศาสตร์และความเกี่ยวข้องกับระบบนิเวศน์จะช่วยทำให้มนุษย์รู้จักเลือกปลูกพืช และใช้ระบบเกษตรที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรง รู้จักหันมาใช้วิธีทางชีวภาพในการควบคุม ป้องกัน ตลอดจนการกำจัดแมลงศัตรูพืช และการกำจัดแมลงพาหะของโรค การพัฒนาสายพันธุ์จุลินทรีย์ให้กำจัดของเสีย การใช้จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายสารพิษ

ต่างๆ การตัดแต่งยีนให้จุลินทรีย์กำจัดโลหะหนักต่างๆ กำจัดคราบน้ำมัน น้ำเสีย และกลิ่นเหม็น เป็นต้น รู้จักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและรักษาความหลากหลายทางชีวภาพอย่างถูกวิธีจะช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และส่งผลให้คนมีสุขภาพดีขึ้น (อำพล เสนาณรงค์. 2540 : 1-2 ; สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2540 : 7)

5. พันธุศาสตร์กับอุตสาหกรรม

การใช้พันธุศาสตร์เพื่อเพิ่มผลผลิตและรายได้ในการทำธุรกิจ เพื่อหาพันธุกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพ และคุณภาพของผลผลิต ให้ส่งเข้าตลาดได้มาก รายได้ดี ลดต้นทุนการผลิต และลดความเสี่ยงในการผลิต เพราะมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงมาก มีความต้านทานต่อโรคสูง การทำอุตสาหกรรม เช่น 1) พืชไร่ เช่น ข้าวโพด ข้าว 2) พืชสวน เช่น ไม้ดอก ไม้ประดับ ผลไม้ ผัก การปลูกหม่อน 3) สัตว์บก เช่น ไก่ สุกร โค กระบือ การเลี้ยงไหม 4) สาหร่ายและสัตว์น้ำ เช่น ปลา กุ้ง หอย 5) การแปรรูปผลิตผลการเกษตร เช่น เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว น้ำตาล การทำแอลกอฮอล์ การทำนมเปรี้ยว และอาหารหมักดองอื่นๆ 6) การผลิตยาปฏิชีวนะ และเอนไซม์ที่ใช้ย่อยแป้งในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลจากแป้ง และอุตสาหกรรมสิ่งทอ

6. พันธุศาสตร์กับสังคม

ความรู้ทางพันธุศาสตร์ เช่น เทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรม อณูพันธุศาสตร์ ที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายนั้น มีผลกระทบต่อสังคม เช่น

ความปลอดภัยทางชีวภาพ คือ ความเป็นห่วงที่พืช หรือสัตว์ที่ได้รับการตัดแต่งยีนอาจเป็นพิษ เป็นภัยต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อมได้ เช่น 1) พืชจำลองพันธุ์อาจกลายเป็นวัชพืช หากมียีนที่ต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงพาหะโรคและศัตรูพืช ที่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี 2) พืชจำลองพันธุ์อาจสร้างสารพิษที่เป็นพิษต่อมนุษย์ หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ 3) จุลินทรีย์จำลองพันธุ์อาจมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ เพราะมีโอกาสเจริญเติบโตได้ดีกว่าสายพันธุ์อื่นๆ 4) ปลาจำลองพันธุ์อาจทำให้ปลาพื้นเมืองลดจำนวนลง หรือหมดไป เพราะพันธุ์ปลาพื้นเมืองไม่สามารถแข่งขัน แพร่พันธุ์ ดำรงชีพได้เร็วเท่าปลาจำลองพันธุ์ (สุพัฒน์ อรรถธรรม. 2540 : 202)

ทรัพย์สินทางปัญญา กฎหมายของไทยและของหลายประเทศให้ความคุ้มครองพันธุ์พืช สัตว์และจุลินทรีย์ใหม่ที่ได้พิสูจน์ได้ว่าใหม่จริงเท่านั้น ความยุ่งยากอยู่ที่เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการตัดแต่งยีน และยีนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตัดแต่งยีน และอุปกรณ์ที่ใช้ได้รับการจดสิทธิบัตรไว้แล้ว บริษัทที่นำไปใช้ต้องจ่ายเงินกันเป็นทอดๆ ทำให้พืชหรือสัตว์จำลองพันธุ์มีราคาแพงกว่าปกติ

จริยธรรมการวิจัย เป็นเรื่องที่ถกเถียงกันมากในขณะนี้ว่า นักวิจัยควรทำอะไร ไม่ควรทำอะไร เช่น การใช้ฮอร์โมนบังคับให้วัวผลิตนมมากขึ้นสมควรหรือไม่ การผลิตลูกแฝดเหมือนโดยแบ่งแยกเอ็มบริโอ ควรทำมากน้อยเพียงใด การพยายามถ่ายยีนจากคนให้สุกร เพื่อให้สุกรมีอวัยวะเหมือนคนดีหรือไม่ ลูกที่คลอดจากมารดาที่รับอุ้มท้องควรเป็นลูกของใคร การปลูกเพาะพันธุ์มนุษย์ควรทำหรือไม่ เรื่องต่างๆ เหล่านี้เป็นเรื่องที่ต้องถกเถียงกันอีกมาก (สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2540 : 11)

7. พันธุศาสตร์กับประวัติศาสตร์

ปัจจุบันสามารถใช้ข้อมูลพันธุกรรมในการวิเคราะห์ถึงถิ่นกำเนิดของคนไทย ได้ว่าบรรพบุรุษของคนไทย-ลาวปัจจุบัน กับบรรพบุรุษของพวกมอญ-เขมร เป็นกลุ่มเดียวกัน คือ เป็นคนพื้นเมืองดั้งเดิมของเอเชียอาคเนย์ ไม่ได้อพยพลงมาจากทางตอนใต้ของประเทศจีน (เสมอชัย พูลสุวรรณ. 2537 : 43) นอกจากนี้ยังได้มีการใช้กระโหลกศีรษะของมนุษย์สมัยหินอายุ 9,000 ปี มาสกัดสารพันธุกรรม คือ ดีเอ็นเอ เป็นตัวอย่างนำไปตรวจเทียบเคียงกับประชาชนในบริเวณใกล้เคียงกันนี้ พบว่า มีครูหญิงอายุ 42 ปีคนหนึ่ง มีสารพันธุกรรมอย่างเดียวกัน แสดงว่า เป็นลูกหลานที่ได้สืบบรรพบุรุษจากมนุษย์หินนั้น (วิทยาการ-การเกษตร. 2540 : 7)

8. พันธุศาสตร์กับนิติเวช

การใช้วิธีทางอณูพันธุศาสตร์ในการตรวจวินิจฉัยบุคคล หรือการพิสูจน์บุคคลด้วยดีเอ็นเอ เช่น การตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA finger-print) หรืออาศัยความหลากหลายรูปแบบของอัลลีลของยีนบางตำแหน่ง 1) พิสูจน์ความเกี่ยวข้อง ความเป็นพ่อ แม่ ลูก 2) เพื่อติดตามผลการทำการปลูกถ่ายไขกระดูกในผู้ป่วย 3) ตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของผู้กระทำความผิด โดยการเปรียบเทียบกับลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่เป็นหลักฐานทางนิติเวช เช่น เส้นผม คราบเลือด คราบอสุจิ หรือตัวอสุจิที่เก็บได้จากช่องคลอดของผู้หญิงที่ถูกข่มขืน 4) พิสูจน์บุคคลเพื่อยืนยันการเสียชีวิต หรือเพื่อสืบค้นหาศพคืนให้ญาติผู้เสียชีวิตได้ถูกต้อง

บรรณานุกรม

กองทุนสนับสนุนการวิจัย,สำนักงาน. "รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง; การพัฒนาการผลิตหอยตะโกรมเชิงพาณิชย์," ประชาคมวิจัย. หน้า 1-2 : 12 มีนาคม 2540.

งานวิชาการ. "ไบโอเทคโนโลยี," จุลสารสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล . 2(3) : 3 ; กรกฎาคม-กันยายน 2532.

จินตนา ศิรินาวิน. "การวินิจฉัยโรคพันธุกรรมที่ระดับอณู," รวมผลงานวิชาการครั้งที่ 8 : พันธุศาสตร์ยุคใหม่. หน้า 37-58. บรรณาธิการโดย ดาวรุ่ง กังวานพงศ์, วิสุทธิ์ ใบไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2537.

_____. "โคลนนิ่ง : วิทยาการเพาะพันธุ์ชีวิตใหม่," หนังสือพิมพ์แหล่งงาน. 7(353) : 17 เสาร์ที่ 15-21 มีนาคม 2540.

ชวาล เธียรธนู. "โครโมโซมทำให้คนผิดปกติได้อย่างไร," ความรู้ทางพันธุศาสตร์. หน้า 21-29. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2530.

ณัฐ ภมรประวัติ. "ปาฐกถา,"รวมผลงานการสัมมนาวิชาการครั้งที่ 8 : พันธุศาสตร์ยุคใหม่. หน้า xiv-xv บรรณาธิการโดย ดาวรุ่ง กังวานพงศ์, วิสุทธิ์ ใบไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2537.

ดาวรุ่ง กังวานพงศ์. "การวิเคราะห์โครโมโซมเพื่อการวินิจฉัยโรคพันธุกรรม," เอกสารประกอบการอบรมวิชาการ เรื่องความรู้ทางพันธุศาสตร์สำหรับครูชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.

ถาวร วัชราภัย. "บทบาทของการเลี้ยงเนื้อเยื่อในการปรับปรุงพันธุ์พืช," เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 4 ของชมรมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย : มองไปในอนาคตเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มิตรสยาม, 2527.

_____. "การผันแปรของเซลล์กับความผันแปรของวงการวิทยาศาสตร์," นักวิทยาศาสตร์ดีเด่น 2525-2539. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2539.

ธาดา สืบหลินวงศ์, และคนอื่นๆ "การพิสูจน์บุคคลในยุค ดีเอ็นเอ," การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 10 : เรื่องพันธุศาสตร์กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม. หน้า 123-143. คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2540.

"นโยบายสิ่งแวดล้อมและอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของสวีเดน," Parners in Championing the Enviroment : Thai - Swedish Co-peration on Biodiversity and Biotechnology. หน้า 7. A Symposium on Biodiversity and Exhibition of Swedish Technology to commemorate the Golden Jubilee of H.M.King Bhumibol Adulyadej's Accession to the Throne, October, 1996. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เนชั่นพับลิชชิ่งกรุ๊ป, 1996.

นลิน นิลอุบล. "เทคโนโลยีชีวภาพ : บทนำ," เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพ. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสถาบันเทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

บุรชัย สนธยานนท์, ประพนธ์ วิไลรัตน์และวิชัย บุญแสง. "พันธุศาสตร์ยุคใหม่," รวมผลงานการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 8 : พันธุศาสตร์ยุคใหม่. หน้า 18-24. บรรณาธิการโดย ดาวรุ่ง กังวานพงศ์, วิสุทธิ์ ใบไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2537.

เบเกอร์, เจ.ที. "ชีวเทคโนโลยีทางทะเล : ศักยภาพที่กว้างขวางขึ้น," จุลสารสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. 2(3) ; กรกฎาคม-กันยายน 2532.

_____. "ชีวเทคโนโลยีทางทะเล," จุลสารสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. 2(4) ; ตุลาคม-ธันวาคม 2532.

ประดน จาติกวนิช, วิชัย เชิดชีวศาสตร์และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. "เทคนิคใหม่ในการพัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์," รวมผลงานวิชาการครั้งที่ 8 : พันธุศาสตร์ยุคใหม่. หน้า 31-36. บรรณาธิการโดยดาวรุ่ง กังวานพงศ์, วิสุทธิ์ ใบไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2537.

พันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย,สมาคม. "ศัพท์บัญญัติ," จุลสารพันธุศาสตร์. 9(1) : 2 ; กันยายน 2532.

พรรณนภา ศักดิ์สูง. "พันธุภัย," ความรู้ทางพันธุศาสตร์. หน้า 21-29. สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2530.

_____. "พันธุศาสตร์กับการพัฒนาไหมไทย," จุลสารพันธุศาสตร์. 9(1) : 8 ; กันยายน 2532

พิมลรัตน์ ไทยธรรมยานนท์. "การตรวจกรองโรคในเด็กทารกแรกเกิด," การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 10 : เรื่องพันธุศาสตร์กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย. หน้า 19-27 : คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2540.

พิศาล มูลศาสตร์สาทร. "คำกล่าวปราศัยของ ฯพณฯ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เนื่องในพิธีเปิดการประชุมวิชาการประจำปี 2537 ของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ," เทคโนโลยีชีวภาพกับความหลากหลายทางชีวภาพ. D1-D2 : ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 2537.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. "พันธุศาสตร์มาตรฐานที่ใช้ทางการเกษตร," เอกสารประกอบการอบรมวิชาการ เรื่องความรู้ทางพันธุศาสตร์สำหรับครูชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทยและภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.

ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา. หลักการและวิธีการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

มณีวรรณ กมลพัฒนะ. "ทิศทางการผลิตอาหารโปรตีน เพื่อคุณภาพชีวิตในแหลมอินโดจีน," ชุดเทคโนโลยีไทย : เบ็ดเสร็จในกิจการโคกระบือผลสำเร็งพร้อมส่งออก. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ยงยุทธ ยุทธวงศ์. "วิสัยทัศน์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวม : ปัจจัยของการสร้างสังคมอนาคต," วิทยาศาสตร์ก้าวไกล. หน้า 57-80. กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีอีเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 1994.

รัชนี ปริณายก, ดาวรุ่ง กังวานพงศ์, เสาวคนธ์ อัจจิมากรและวิสุทธิ์ ใบไม้. "การศึกษาโครโมโซมของเด็กในครรภ์ที่แท้งเองในโรงพยาบาลรามาธิบดี," รวมผลงานสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 8 : เรื่องพันธุศาสตร์ยุคใหม่. หน้า 286-287. บรรณาธิการโดย ดาวรุ่ง กังวานพงศ์, วิสุทธิ์ ใบไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2537.

วรวิทย์ สิริพลวัฒน์. "การใช้เทคนิคอณูพันธุศาสตร์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์สัตว์," การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 10 : เรื่องพันธุศาสตร์กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย. หน้า 80-84. กรุงเทพฯ : คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2540.

วิจารณ์ พานิช. "โรคพันธุกรรม," ความรู้ทางพันธุศาสตร์. หน้า 1-20. กรุงเทพฯ : สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2530.

วิชัย บุญแสง, นุสรา สิริดิลกรัตน์. "การใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในการพิสูจน์บุคคล," การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 10 : เรื่องพันธุศาสตร์กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย. หน้า 116-122. คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2540.

วิสุทธิ์ ใบไม้. พันธุศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : เอ็นทีซับพลายพริ้นติ้ง, 2538.

_____. "วิวัฒนาการกับคุณค่าทางสังคมและอนาคตของมนุษย์," ความรู้ทางพันธุศาสตร์. หน้า 115-130. สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2530.

"วิทยาการ-การเกษตร," หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ. หน้า 7, อังคารที่ 11 มีนาคม 2540.

ศักรินทร์ ภูมิรัตน. "คำกล่าวรายงานของผู้อำนวยการศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ในพิธีเปิดการประชุมวิชาการประจำปี 2537 ของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ วันที่ 8 กันยายน 2537," เทคโนโลยีชีวภาพกับความหลากหลายทางชีวภาพ. หน้า B1- B4. กรุงเทพฯ : ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 2537.

ศุภพงศ์ ภูวพัฒนะพันธุ์. "พันธุวิศวกรรมทางอุตสาหกรรม," เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 4 ของชมรมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย : มองไปในอนาคตเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม. หน้า 95-100. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มิตรสยาม, 2527.

สกล พันธุ์ยิ้ม. "พันธุวิศวกรรม," ความรู้ทางพันธุศาสตร์. หน้า 30-44. สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2530.

สรรเพชญ โสภณและอุบล ช่วงสูงเนิน. "การย้ายฝากตัวอ่อนและการปฏิสนธิ์ในหลอดแก้ว เทคโนโลยีเพื่อคัดสายพันธุ์เลิศ," ชุดเทคโนโลยีไทย : เปิดเสร็จในกิจการโค กระบือผลสำเร็จพร้อมส่งออก. หน้า 43-69. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สุทธิพันธ์ ตรรกไพจิตร. "พันธุกรรมกับจิตเวช," การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 9 : เรื่องพันธุศาสตร์เพื่อสุขภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม. หน้า 1-9. กรุงเทพฯ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2538.

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. "พันธุศาสตร์เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทย," การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 10 : เรื่องพันธุศาสตร์กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม. หน้า 6-12. กรุงเทพฯ : คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2540.

สุมณฑา พรหมบุญ. "Gene" "Chromosome" "DNA" เอกสารประกอบการอบรมวิชาการ เรื่องความรู้ทางพันธุศาสตร์สำหรับครูชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. หน้า 1-19. สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.

_____. "ชีววิทยากับพันธุศาสตร์," การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 9 : เรื่องพันธุศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม. หน้า 1-6. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2538.

_____. "พันธุศาสตร์ศึกษา," รวมผลงานการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 8 : เรื่องพันธุศาสตร์ยุคใหม่. หน้า 129-132. บรรณาธิการโดยดาวรุ่ง กังวานพงศ์, วิสุทธิ์ ใบไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2537.

เสมอชัย พูลสุวรรณ, "วิวัฒนาการของ Beta-Globin Polymorphisms," รวมผลงานการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 8 : เรื่องพันธุศาสตร์ยุคใหม่. หน้า 286-287. บรรณาธิการโดยดาวรุ่ง กังวานพงศ์, วิสุทธิ์ ใบไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2537.

อนันต์ พู่พิทยาสถาพร. ชว. 443 พันธุศาสตร์ของเซลล์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538.

อนันต์ พู่พิทยาสถาพรและกรองแก้ว พู่พิทยาสถาพร. "การปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ให้ดีขึ้น," ความรู้ทางพันธุศาสตร์. หน้า 56-80. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2530.

อรพินท์ แก้วลาย. "การขยายพันธุ์พืชแบบใหม่," ความรู้ทางพันธุศาสตร์. หน้า 45-55. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2530.

อมเรศ ภูมิรัตน. "การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยวิธีทางชีวภาพในประเทศไทย : งานวิจัยจะช่วยได้มากเพียงไร ?," นักวิทยาศาสตร์ดีเด่น 2525-2539. หน้า 198-213. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2539.

อมเรศ ภูมิรัตน. "การใช้อณูพันธุศาสตร์เพื่อการพัฒนาสายพันธุ์ของ Bacillus thuringiensis," รวมผลงานการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 8 : เรื่องพันธุศาสตร์ยุคใหม่. หน้า 3-17. บรรณาธิการโดย ดาวรุ่ง กังวานพงศ์, วิสุทธิ์ ใบไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2537.

อำพล เสนาณรงค์. "ความสำคัญของพันธุศาสตร์ที่มีต่อการเกษตร," การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 10 : เรื่องพันธุศาสตร์กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม. หน้า 1-4. กรุงเทพฯ : คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2540.

_____. "พันธุศาสตร์กับเกษตรยั่งยืน," รวมผลงานการสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 8 : เรื่องพันธุศาสตร์ยุคใหม่. หน้า 3-17. บรรณาธิการโดยดาวรุ่ง กังวานพงศ์, วิสุทธิ์ ใบไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดลร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2537.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. "เทคนิคทางอณูพันธุศาสตร์กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ," การสัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ครั้งที่ 10 : เรื่องพันธุศาสตร์กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม. หน้า 85-89. กรุงเทพฯ : คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับสมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2540.

Burns, G.W. and P.J. Bottinr. TheScience of Genetics. 6th ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1989.

Campbell, N.A., Biology. 4th ed. The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc., 1996.

Campbell, N.A., L.G. Mitchell and J.B. Reece. Biology : Concepts and Connections. California / Cummings Publishing Company, Inc, 1994.

Cowie, A.P. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English. 4th ed. Oxford : Oxford University Press, 1993.

Curtis, H. and N.S. Barnes. Invitation to Biology. 5th ed. Worth Publishers, 1994.

Ferl, R.J. and R.A.Wallace and G.P. Sanders. Biology : The Realm of Life. 3rd ed. Harper Collins College Publishers, 1996.

Kuspira, J. and R. Bhambhani. Compendium of Problems in Genetics. Iowa : Wm.C. Brown Publishers, 1994.

Mader, S.S., Biology. 3rd ed. Iowa : Wm.C. Brown Publishers, 1990.

Phillips, W.D. and T.J. Chilton. A-level Bilolgy. Revised Edition, New York : Oxford University Press, 1995.

Postlethwait, J.H. and J.L.Hopson. The Nature of Life. New York : McGraw-Hill, Inc., 1989.

Raven, P.H. and G.B. Johnson. Biology : Updated Version. 3rd ed. Oxford : Wm.C. Brown Publishers, 1995.

Tribe, M.A., and I. Tallan and Michael, R. Eraut. Case Studies in Genetics. London : Cambridge University Press, 1975.

ภาพผนวก ข

1. บทเรื่องมรดกทางพันธุกรรม
2. กรอบเนื้อหาของเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

บท (script) เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ภาพ	เนื้อหา
1. -แผนภาพการปฏิสนธิ -แผนภาพวัฏจักรชีวิตของพืช -ภาพวาดชายและหญิง	1. พืชและสัตว์เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์หรือเซลล์เพศ เซลล์เพศมีอยู่ 2 ชนิด คือ เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (ของสัตว์ คือ อสุจิหรือสเปิร์ม (sperm) และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของพืชคือ ละอองเรณู) และพืชเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (ของสัตว์คือ ไข่ เซลล์สืบพันธุ์ของพืช คือ ไข่อ่อนหรือโอวุลของพืช)เมื่อเกิดการปฏิสนธินิวเคลียสจากอสุจิของเพศผู้จะเข้ารวมกับนิวเคลียสของไข่จากเพศเมียได้สิ่งมีชีวิตใหม่ คือ ไซโกต ซึ่งไซโกตจะแบ่งเซลล์เจริญเติบโตเป็นตัวอ่อนหรือต้นอ่อน
2. คำอธิบาย	2. วัฏจักรชีวิต หมายถึง การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ปฏิสนธิจนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยๆ แต่ละเพศจะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์สร้างชีวิตใหม่ต่อไป
3. ภาพพืชหลายๆ ชนิด แสดงลักษณะเฉพาะเช่น ลักษณะดอก ลักษณะใบ ลักษณะลำต้น	3. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะเฉพาะอย่างที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นเรียก ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ซึ่งสามารถถ่ายทอด จากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อไปโดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่ ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของคนและสัตว์ เช่น โครงร่างของอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมในพืช เช่น โครงสร้างของลำต้น ใบ ดอก ผลและการจัดเรียงตัวของใบ ดอก ผล
4. ภาพพืช หรือสัตว์ชนิดเดียวกันที่มีความแตกต่างกันชัดเจนในเรื่องของขนาด สี	4. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันเนื่องจากพันธุกรรม หรือเนื่องจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แก่ ปัจจัยภายนอก เช่น อาหาร ปริมาณน้ำ ปริมาณแสง และอุณหภูมิ เป็นต้น
5. ใช้ภาพ 4 เปลี่ยนคำอธิบาย	5. ปัจจัยภายในได้แก่ ฮอร์โมนในร่างกาย อารมณ์ เช่น ความเครียด
6. ภาพต้นไม้ได้รับแสงสว่าง ภาพอาหาร	6. ปัจจัยภายนอกได้แก่ ปริมาณแสงสว่าง พื้นที่ อุณหภูมิ อาหาร การออกกำลังกาย ความหนาแน่นของประชากร

ภาพ	เนื้อหา
7. ภาพต้นโป๊ยเซียนชนิดต่างๆ ภาพกุหลาบสีต่างๆ ภาพผลไม้ ภาพสัตว์ชนิดต่างๆ	7. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจากที่ต่างกัน จะมีความแตกต่างกันในเรื่องขนาด อันเป็นผลเนื่องมาจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม
8. ภาพเดิมเปลี่ยนคำอธิบาย	8. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ครอบครัวเดียวกัน จะมีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตต่างครอบครัว ลักษณะบางอย่างไม่แสดงออกในรุ่นลูก แต่อาจปรากฏในรุ่นหลาน การตัดสินว่า ลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม ต้องอาศัยข้อมูลจากการสังเกตลักษณะนั้นหลายชั่วอายุคน หรือสังเกตจากเครือญาติหลายๆ ครอบครัว
9. ภาพเกรเกอร์ เมนเดล ภาพต้นถั่วลันเตา	9 . เกรเกอร์ เมนเดล (Gregor Mendel) คือ บาทหลวงชาวออสเตรีย เป็นนักคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างถูกต้องเป็นคนแรก โดยสังเกตจากลักษณะที่ปรากฏภายนอกของต้นถั่วลันเตาที่ใช้ในการทดลอง
10. ภาพดอกถั่วลันเตา แสดงลักษณะเฉพาะที่ควบคุมการถ่ายละอองเรณูภาพการถ่ายละอองเรณูข้ามดอก ข้ามต้น	10. ถั่วลันเตาเป็นพืชหาง่าย ปลูกง่ายขึ้นได้ทั่วไป อายุสั้น มีหลายพันธุ์ มีลักษณะแตกต่างกันชัดเจนหลายลักษณะ มีดอกสมบูรณ์เพศ คือ มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน จึงสามารถถ่ายละอองเรณูภายในดอกเดียวกันได้
11. ภาพเดิมเปลี่ยนคำอธิบาย	11. การถ่ายละอองเรณูของดอกถั่วลันเตา จะผสมข้ามต้นหรือข้ามดอกได้ โดยตัดอับเรณูภายในดอกทิ้งก่อนที่จะมีการถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน แล้วนำละอองเรณูจากดอกอื่นมาผสมตามต้องการ เพื่อให้มั่นใจว่า เมล็ดถั่วที่ได้และนำไปเพาะเป็นต้นที่เกิดจากพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่คัดเลือกมาเท่านั้น

ภาพ	เนื้อหา
12. ภาพการคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์แท้ ภาพดอกถั่วสองสี ภาพถั่วต้นสูงและเตี้ย	12. เมนเดลใช้เมล็ดที่เป็นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่เป็นพันธุ์แท้ ซึ่งเพาะมาจากเมล็ดที่ได้จากการผสมในดอกเดียวกันหลายรุ่นจนรุ่นลูกทุกรุ่น มีลักษณะทุกอย่างเหมือนต้นเดิมเสมอ และเลือกศึกษาเฉพาะลักษณะที่สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจน โดยศึกษาทีละลักษณะ แต่ละลักษณะมีความสามารถในการแสดงลักษณะนั้นๆ ออกมาได้ 2 แบบเช่น สีของดอกที่ต่างกันสองสี คือ สีม่วงและสีขาว ความสูงของต้นสองแบบ คือ ต้นสูงและต้นเตี้ย เป็นต้น
13. ภาพถั่วต้นสูงพันธุ์แท้ผสมกับถั่วต้นเตี้ย ได้ลูกรุ่นที่ 1 หรือ F_1 สูงหมด ภาพการผสมถั่วรุ่นที่ 1 ได้ลูกต้นสูงและเตี้ยภาพถั่ว 7 ลักษณะที่เมนเดลศึกษา	13. เมนเดลนำต้นถั่วพันธุ์สูงแท้และพันธุ์เตี้ยแท้ผสมกันแล้วศึกษาลักษณะความสูง ความเตี้ยของลูกรุ่นที่ 1 หรือ F_1 พบว่า มีลักษณะสูงทั้งหมด ไม่ว่าจะใช้ต้นถั่วพันธุ์สูงเป็นพ่อหรือเป็นแม่ แสดงว่า ลักษณะต้นสูงเป็นลักษณะที่แสดงออกในลูกรุ่น F_1 ทั้งหมด ต่อจากนั้นนำถั่วรุ่นF_1 มาผสมกันแล้วศึกษาลักษณะเดียวกันในลูกรุ่นที่ 2 หรือ F_2 พบว่า ในลูกรุ่นที่ 2 จะมีทั้งถั่วต้นสูงและต้นเตี้ย แสดงว่า ทั้งลักษณะสูงและลักษณะเตี้ย สามารถแสดงออกได้ในลูกรุ่น F_2 นอกจากนี้เมนเดลยังได้ศึกษาลักษณะอื่นของต้นถั่วอีก 6 ลักษณะ รวมเป็น 7 ลักษณะ คือ 1. รูปร่างของเมล็ด กลม-ขรุขระ 2. สีของเนื้อเมล็ด สีเหลือง-สีเขียว 3. สีของเปลือกหุ้มเมล็ด มีสี-สีขาว 4. รูปร่างของฝัก ฝักอวบ-ฝักแฟบ 5. สีของฝัก สีเขียว-สีเหลือง 6. ตำแหน่งของดอก ที่กิ่ง-ที่ยอด 7. ความยาวของลำต้น สูง-เตี้ย
14. ภาพแสดงผลการทดลองของเมนเดล ดัดแปลงจากตารางแสดงผลการทดลอง	14. การทดลองดังกล่าว เมนเดลต้องผสมและปลูกถั่วเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ได้ข้อมูลมากพอที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง เมนเดลเรียกลักษณะที่แสดงออกได้มากในรุ่น F_2 ว่า ลักษณะเด่น

ภาพ	เนื้อหา
	เมนเดลเรียกลักษณะที่ไม่แสดงออกในรุ่น F_1 และแสดงออกได้น้อยในรุ่น F_2 ว่า ลักษณะด้อย ในลูกรุ่นที่ 2 จะมีอัตราส่วนของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยเท่ากับ 3 : 1
15. ภาพเมนเดลเสนอผลงานวิชาการ และไม่มีผู้สนใจ ภาพการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ มีการแยกคู่ของยีนที่เป็นอัลลีลกันควบคุมลักษณะเดียวกัน ภาพเมนเดล และอักษร บิดาแห่งพันธุศาสตร์	15. เมนเดลเสนอผลงานวิจัยเกี่ยวกับต้นถั่วลันเตาต่อที่ประชุมทางวิชาการเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1865 นั้นไม่มีผู้ใดในที่ประชุมซักถาม หรือตื่นเต้นต่อการค้นพบของเมนเดล เรื่องนี้ถูกลืมไปนาน ถึง 35 ปี ภายหลังจากที่เมนเดลเสียชีวิตแล้วในปี 1900 นักชีววิทยาและนักผสมพันธุ์พืช 3 คน จากที่ต่างๆ กันได้ทดลองผสมถั่วลันเตาและวิเคราะห์ผลตามหลักสถิติคล้ายที่เมนเดลเคยทำมาก่อน โดยสรุปตรงกันว่า การสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีการแยกคู่ของยีนที่เป็นอัลลีลกันควบคุมลักษณะเดียวกัน เหมือนกับการค้นพบของเมนเดลทุกประการ ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานของการศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจนถึงปัจจุบันนี้ ด้วยเหตุนี้ เมนเดลจึงได้รับการยกย่องให้เป็น “บิดาแห่งพันธุศาสตร์”
16. ภาพต้นถั่วลันเตา ภาพดอกถั่วลันเตา แสดงลักษณะกลีบดอกที่ห่อหุ้มเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียไว้	16. ถั่วลันเตา (*Pisum sativum*) เป็นพืชอายุสั้นปลูกง่าย มีผลดก มีหลายพันธุ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน สามารถหาถั่วลันเตาพันธุ์แท้สำหรับทดลองได้ง่าย ดอกถั่วลันเตามีลักษณะพิเศษที่บังคับให้ละอองเรณูผสมกับไข่ในดอกเดียวกันเท่านั้น การผสมข้ามดอกเกิดขึ้นได้ยากมาก ในธรรมชาติจึงไม่มีการผสมข้ามต้น ลักษณะเช่นนี้เหมาะแก่การควบคุมการทดลองที่ผู้ทดลองสามารถจัดให้มีการผสมข้ามต้นได้ ไม่ข้ามต้นก็ได้ตามความประสงค์ของผู้ทดลอง
17. ภาพถั่วต้นสูงพันธุ์แท้ หรือต้นเตี้ยพันธุ์แท้ ภาพถั่วต้นสูงในลูกรุ่นที่ 1	17. พันธุ์แท้ หมายถึง ลูกหลานที่เกิดมาจากพันธุ์นั้น ไม่มีความแปรผันทางพันธุกรรมและไม่แตกต่างจากพ่อแม่พันทาง หมายถึง ลูกหลานที่แสดงลักษณะทางพันธุกรรม

ภาพ	เนื้อหา
	ตามลักษณะเด่น โดยที่มีลักษณะด้อยแฝงอยู่ไม่แสดงออก
18. ภาพถั่วต้นสูงพันธุ์แท้ผสมกับถั่วต้นเตี้ย ภาพถั่วต้นสูงพันทางของลูกรุ่นที่ 1 ภาพถั่วต้นสูงและต้นเตี้ยของลูกรุ่นที่ 2	18. ลักษณะเด่น หมายถึง ลักษณะที่สามารถแสดงออกได้ เมื่ออยู่กับลักษณะด้อย และจะสามารถข่มลักษณะด้อยได้ ต้นถั่วที่แสดงลักษณะเด่นมี 2 แบบคือ เด่นพันธุ์แท้ซึ่งไม่มีลักษณะด้อยแฝงอยู่ และเด่นพันทางมีลักษณะด้อยแฝงอยู่ ลักษณะด้อย หมายถึง ลักษณะที่อยู่กับลักษณะเด่นจะถูกลักษณะเด่นข่มไว้ไม่ให้แสดงลักษณะด้อยออกได้ ทำให้ไม่พบลักษณะด้อยในลูกที่เกิดจากพ่อแม่ที่มีลักษณะเด่นพันธุ์แท้ที่ผสมกับลักษณะด้อย แต่จะปรากฏในลูกรุ่นที่ 2 ไปที่เกิดจากพ่อแม่เด่นพันทางผสมกัน หรือเกิดจากพ่อแม่เด่นพันทางผสมกับลักษณะด้อย
19. ภาพตัวอักษร TT ปรากฏในภาพถั่วต้นสูง และ tt ในถั่วต้นเตี้ย รุ่นพ่อแม่ ภาพตัวอักษร Tt ปรากฏในภาพถั่วตันสูงลูกรุ่นที่ 1 ภาพตัวอักษร TT, Tt, tt ปรากฏในภาพถั่วลูกรุ่นที่ 2 ภาพเส้นวงกลมปรากฏล้อมรอบถั่วต้นสูง และถั่วต้นเตี้ยพร้อมกับอักษร ฟีโนไทป์	19. จีโนไทป์ คือ ชนิดของยีนของสิ่งมีชีวิต ซึ่งใช้ตัวอักษรโรมันเขียนแทนหน่วยของลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมหรือยีน จีโนไทป์มี 2 ชนิด คือ จีโนไทป์แบบโฮโมไซกัส (ของยีนเด่น และโฮโมไซกัสของยีนด้อย) หรือพันธุ์แท้ และจีโนไทป์แบบเฮเตอโรไซกัส หรือพันทาง ฟีโนไทป์ คือ ลักษณะที่ปรากฏให้เห็น หรือเป็นลักษณะที่จีโนไทป์แสดงออกมี 2 แบบ คือ แสดงออกตามยีนเด่นเป็นลักษณะเด่น เช่น ต้นสูง และแสดงตามยีนด้วยเป็นลักษณะด้อย เช่น ต้นเตี้ย
20. ใช้ภาพจากกรอบ 19	20. เมนเดลตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายว่า ลักษณะด้อยที่สูญหายไปในลูกรุ่นที่ 1 และปรากฏในลูกรุ่นที่ 2 โดยมีอัตราส่วนของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อย 3 ต่อ 1 ว่า “ลักษณะทางพันธุกรรมมีอยู่ในเซลล์ทุกเซลล์ของสิ่งมีชีวิต แต่ละลักษณะมีหน่วยเฉพาะ ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งอยู่เป็นคู่” หน่วยเฉพาะดังกล่าวปัจจุบันเรียกว่า ยีน
2. ปรากฏอักษร AA, Aa และaa	21. แต่ละลักษณะอาจมียีนที่กำหนดลักษณะหนึ่งเป็นยีนเด่นทั้งคู่ (AA) หรือยีนด้อยทั้งคู่ (aa) หรือยีนเด่นกับยีนด้อย (Aa) การที่ลูกรุ่นที่ 1 มีลักษณะที่ปรากฏมาก คือ

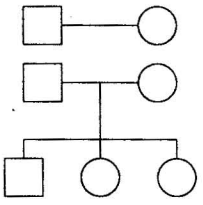
ภาพ	เนื้อหา
	เป็นลักษณะเด่น เพราะมียีนเด่นอยู่กับยีนด้อย และให้ลูกหลานลักษณะเด่นและลักษณะด้อยในลูกรุ่นที่ 2 โดยยีนเด่นสามารถข่มยีนด้อยได้ เมื่อผสมพันธุ์ต่อไปจะให้ลูกรุ่นที่ 2 มีลักษณะเด่นและลักษณะด้อย
22. ภาพการแยกตัวของยีนในขณะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และการรวมตัวของยีนขณะมีการปฏิสนธิ	22. เมนเดลได้ตั้งสมมติฐานอีกข้อหนึ่งว่า เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนที่อยู่เป็นคู่ในเซลล์ที่จะเจริญเป็นเซลล์สืบพันธุ์จะแยกออกจากกันได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มียีนเดี่ยว เมื่อเกิดการปฏิสนธิ ยีนจากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่จะมาจับคู่กันใหม่ ลูกจึงได้รับยีนจากพ่อและแม่อย่างละครึ่งเสมอ
23. ภาพการแยกตัวของยีนในเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมีย และการปฏิสนธิ	23. เมนเดลตั้งกฎ 2 ข้อ คือ 1. <u>กฎแห่งการแยกตัว</u> หมายถึง สิ่งที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมีอยู่เป็นคู่ๆ แต่ละคู่จะแยกจากกันในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทำให้เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์มีหน่วยควบคุมลักษณะเพียงหน่วยเดียว และจะกลับมาเข้าคู่กันอีก เมื่อมีการปฏิสนธิ 2. <u>กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ</u> เมนเดลศึกษาลักษณะที่แสดงออกสองลักษณะพร้อมกัน ในเซลล์สืบพันธุ์จะมีการรวมกลุ่มของหน่วยพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ การรวมกลุ่มเหล่านี้เป็นไปอย่างอิสระ ทำให้สามารถทำนายผลที่เกิดขึ้นในรุ่นลูกและรุ่นหลานได้
24. ภาพเหรียญหนึ่งเหรียญ เป็นด้านหัวและด้านก้อย อักษร หัว : ก้อย = 1 : 1 ภาพเหรียญสองเหรียญ เป็นภาพ หัว-หัว หัว-ก้อย ก้อย-หัว และก้อย-ก้อย	24. การโยนเหรียญหนึ่งเหรียญ มีโอกาสที่จะเกิดหัวหรือก้อยเท่ากัน คือ 1 ต่อ 1 หรือความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญหนึ่งเหรียญ ในแต่ละครั้งมีโอกาสเกิดหัวหรือก้อยเป็นร้อยละห้าสิบ ถ้าโยนเหรียญพร้อมกันสองเหรียญ มีโอกาสที่จะเกิดหัว-หัว หัว-ก้อย และก้อย-ก้อย เท่ากับ 1 ต่อ 2 ต่อ 1

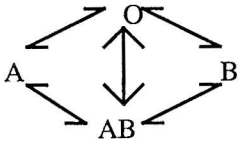
ภาพ	เนื้อหา
25. ภาพการแยกตัวและการรวมตัวของยีนที่พ่อแม่ มีจีโนไทป์เป็นเฮเตอโรไซกัส พร้อมกับจีโนไทป์ของลูกและอัตราส่วน AA:Aa:aa = 1 : 2 : 1	25. สัดส่วนของการถ่ายทอดลักษณะ 1:2:1 เกิดจากการแยกตัวและรวมตัวของยีนเป็นไปตามทฤษฎีความน่าจะเป็น เพราะยีนที่ควบคุมลักษณะหนึ่งมีอยู่เป็นคู่ จะแยกตัวออกจากกันขณะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และกลับมาเข้าคู่กันเมื่อเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อรวมกับเซลล์สืบพันธุ์ของแม่ตามหลักความน่าจะเป็น พ่อแม่เฮเตอโรไซกัสในลูกรุ่นที่ 1 มีโอกาสเกิดลูกมีจีโนไทป์ AA:Aa:aa ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1
26. ภาพถั่วเมล็ดกลมพันธุ์แท้ผสมกับถั่วเมล็ดขรุขระ ได้ถั่วเมล็ดกลมพันทาง ผสมถั่วเมล็ดกลมพันทาง แสดงการแยกตัวของยีนที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์และการรวมตัวของยีน แสดงอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์	26. ลูกรุ่นที่ 2 มีอัตราส่วนของจีโนไทป์ต่างจากอัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ อัตราส่วนของจีโนไทป์ AA:Aa:aa = 1 : 2 : 1 อัตราส่วนของฟีโนไทป์ของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อย = 3 : 1 เพราะ จีโนไทป์ AA แสดงฟีโนไทป์ที่ปรากฏเป็นลักษณะเด่น 1 ส่วน Aa แสดงฟีโนไทป์ที่ปรากฏเป็นลักษณะเด่น 2 ส่วน รวมเป็นฟีโนไทป์ที่ปรากฏของลักษณะเด่น 3 ส่วนและจีโนไทป์ aa แสดงฟีโนไทป์ของลักษณะด้อย 1 ส่วน
27. ภาพดอกบานเย็นสีแดงผสมกับดอกบานเย็นสีขาวได้ลูกรุ่นที่ 1 เป็นสีชมพู ผสมดอกบานเย็นสีชมพูรุ่นลูก แสดงอัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์	27. ลักษณะบางลักษณะยีนที่ควบคุมไม่สามารถแสดงลักษณะเด่นได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้ลูกรุ่นที่ 1 แสดงออกทั้งลักษณะเด่นและลักษณะด้อย เรียกการถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ เช่น การถ่ายทอดสีของดอกบานเย็น ดอกลิ้นมังกร ดอกพุทธรักษา การถ่ายทอดสีขนของวัว และสีขนของไก่บางชนิด ซึ่งแตกต่างจากลักษณะของต้นถั่วลันเตาที่มีการข่มของลักษณะเด่นเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ แต่การถ่ายทอดของลักษณะเหล่านี้ยังคงเป็นไปตามกฎของเมนเดล
28. ภาพแสดงโครงสร้างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ชี้แสดงโครมาติน ภาพโครมาตินหดสั้นเป็นโครโมโซม	28. ยีนเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม ซึ่งอยู่ในนิวเคลียส จะเห็นโครโมโซมได้ในขณะที่เซลล์เกิดการแบ่งนิวเคลียส ในเซลล์ที่ไม่แบ่งตัวโครโมโซมมีลักษณะเป็นเส้นยาว เรียกโครมาตินพันกันอยู่ในนิวเคลียส แต่ละโครโมโซมประกอบด้วยยีนกำหนดลักษณะต่างๆ หลายลักษณะ

ภาพ	เนื้อหา
29. ภาพ DNA ภาพยีนเป็นส่วนหนึ่งของ DNA ภาพเม็ดเลือดแดง	29. ยีนเป็นส่วนหนึ่งของสารเคมี คือ DNA มีโครงสร้างเป็นสายยาวพันกันเป็นเกลียวคู่ทำหน้าที่กำหนดกิจกรรมทุกอย่างในเซลล์ โดยควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนชนิดต่างๆ เช่นเอนไซม์ ฮีโมโกลบิน ฮอร์โมนบางชนิด
30. ภาพวัฏจักรชีวิตของมนุษย์	30. ร่างกายสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์ 2 ประเภท คือ เซลล์ร่างกาย และเซลล์สืบพันธุ์ เซลล์ร่างกายทุกเซลล์เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส เซลล์สืบพันธุ์ คือ ไข่และอสุจิเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย
31. ภาพการแบ่งนิวเคลียส และการแบ่งไซโตพลาสซึม	31. การแบ่งเซลล์ประกอบด้วย กระบวนการแบ่งนิวเคลียส และการแบ่งไซโตพลาสซึม
32. การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสและแบบไมโอซิส	32. การแบ่งนิวเคลียสมี 2 ชนิด คือ การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโตซิส และการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิส
33. การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส	33. การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส เป็นการแบ่งเซลล์ร่างกายได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ซึ่งมีโครโมโซมเหมือนเซลล์เดิมทั้งจำนวน รูปร่างและขนาด การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสเกิดขึ้นที่บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของร่างกาย
34. การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสทุกระยะ	34. การแบ่งนิวเคลียสแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ 1. ระยะแรก เมื่อย้อมสีส่วนของนิวเคลียสจะติดสีเข้ม เรียกส่วนที่ติดสีว่า โครมาติน ระยะนี้สารพันธุกรรม คือ DNA ถูกสร้างเพิ่มขึ้นจากเดิมอีกหนึ่งเท่าตัว โครมาตินจะหดสั้น เยื่อหุ้มนิวเคลียสสลายตัว 2. ระยะที่เห็นโครโมโซม เป็นระยะที่โครโมโซมหดสั้นและเห็นได้ชัดว่า มีการสร้างสารพันธุกรรมเพิ่มขึ้น โดยการจำลองโครโมโซม หนึ่งโครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาติด โครมาติดทั้งสองยังคงติดกันตรงส่วนที่เรียกว่า เซนโตรเมียร์ 3. ระยะแบ่งโครโมโซมที่จำลองตัว โครโมโซมที่ประกอบ

ภาพ	เสียง
	ด้วย 2 โครมาติด เคลื่อนที่มาเรียงตัวอยู่กลางเซลล์ แบ่งเซนโตรเมียร์เป็นสองส่วน และโครโมโซมถูกดึงให้เคลื่อนที่ไปยังขั้วทั้งสองของเซลล์ และคลายตัวยืดยาวเป็นเส้นใยโครมาตินดังเดิม และสร้างเยื่อหุ้มล้อมรอบนิวเคลียส
35. การแบ่งไซโตพลาสซึมของเซลล์สัตว์ และการสร้างผนังเซลล์ของเซลล์พืช	35. ในเซลล์สัตว์ไซโตพลาสซึมจะคอดเว้ากลางเซลล์ แบ่งไซโตพลาสซึม เป็นสองส่วนได้เซลล์ใหม่สองเซลล์ มีขนาดเล็กกว่าเซลล์เดิมครึ่งหนึ่ง เซลล์ที่ได้จะเจริญเติบโต เปลี่ยนแปลงรูปร่างไปทำหน้าที่เฉพาะ ถ้าอยู่ในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญจะเกิดการแบ่งเซลล์ขึ้นอีก เป็นวัฏจักรของเซลล์ ในเซลล์พืชจะสร้างแผ่นกั้นกลางเซลล์ สร้างผนังเซลล์แบ่งเซลล์เดิมออกเป็นสองเซลล์
36. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	36. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เกิดขึ้นกับเซลล์ในอวัยวะสืบพันธุ์ ประกอบด้วยการแบ่งนิวเคลียส และการแบ่งไซโตพลาสซึม
37. ภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่ 1 และระยะที่ 2	37. การแบ่งนิวเคลียสแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ไมโอซิสระยะที่ 1 และไมโอซิสระยะที่ 2 ไมโอซิสระยะที่ 1 มีการจำลองโครโมโซม โครโมโซมที่เหมือนกันซึ่งมีอยู่แล้วภายในเซลล์จะมาจับคู่กัน และแยกตัวจากกันเมื่อเสร็จสิ้นการแบ่งเซลล์ระยะที่ 1 ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง ไมโอซิสระยะที่ 2 เป็นระยะที่มีการแบ่งโครโมโซมที่จำลองไว้ให้แยกออกจากกัน เมื่อเสร็จสิ้นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้นของระยะไมโอซิส
38. ภาพอสุจิ	38. ถ้าเป็นการแบ่งเซลล์ในอัณฑะ เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่ 2 จะเปลี่ยนแปลงต่อไปโดยมีไซโตพลาสซึมเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยเพื่อเป็นหางสำหรับเคลื่อนที่

ภาพ	เนื้อหา
39. ภาพเซลล์ไข่ ภาพไข่และอสุจิ	39. การแบ่งเซลล์ในรังไข่แบบไมโอซิสระยะแรก เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์มีขนาดไม่เท่ากัน การแบ่งเซลล์จะค้างอยู่ในระยะที่โครโมโซมมาเรียงอยู่กลางเซลล์ ถ้าไม่มีการปฏิสนธิเซลล์ไข่จะสลายไป ถ้ามีการปฏิสนธิจะเกิดการแบ่งนิวเคลียสในระยะไมโอซิส 2 เกิดขึ้น ได้เซลล์ที่มีขนาดไม่เท่ากัน เซลล์ที่มีมีขนาดเล็กกว่าจะสลายไป เหลือเซลล์ไข่ ซึ่งมีขนาดใหญ่เพียงเซลล์เดียว
40. ตารางแสดงจำนวน โครโมโซมของสิ่งมีชีวิต	40. สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน จำนวนโครโมโซมของเซลล์สืบพันธุ์จะเป็นครึ่งหนึ่งของโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเสมอ
41. ภาพการทำคาริโอไทป์	41. นำเซลล์เม็ดเลือดขาวมาเพาะในน้ำยาเพื่อกระตุ้นให้เซลล์แบ่งตัวจนถึงระยะที่โครโมโซมจัดเรียงตัวอยู่กลางเซลล์ ซึ่งเป็นระยะที่เห็นลักษณะของแต่ละโครโมโซมได้ชัดเจน จึงถ่ายภาพโครโมโซมผ่านกล้องจุลทรรศน์นำไปขยายให้ใหญ่ขึ้นแล้วตัดภาพโครโมโซมแต่ละอันออก นำมาเรียงเป็นคู่โดยใช้ลำดับความยาว และลักษณะรูปร่างของโครโมโซม ซึ่งใช้ตำแหน่งของเซนโตรเมียร์ เป็นหลักเรียกวิธีการนี้ว่า “การทำคาริโอไทป์”
52. ภาพโครโมโซมร่างกายและ โครโมโซมเพศของเพศหญิง และเพศชาย	42. โครโมโซมของเซลล์มนุษย์แต่ละเซลล์มี 46 โครโมโซม แบ่งเป็นโครโมโซมร่างกาย 44 โครโมโซม และโครโมโซมเพศ 2 โครโมโซม โครโมโซมเพศของเพศหญิงเป็น XX โครโมโซมเพศของเพศชายเป็น XY
43. ภาพโครโมโซม XY แยกจาก กันเป็นชนิด X, Y ภาพโครโมโซม XX แยกจาก กันเป็นชนิด X	43. เพศชายผลิตอสุจิที่มีโครโมโซมเพศต่างกัน 2 ชนิด คือ อสุจิชนิด X และอสุจิชนิด Y (23,X และ 23,Y) อสุจิแต่ละชนิดที่ผลิตขึ้นมีจำนวนเท่ากัน เพศหญิงผลิตไข่ที่มีโครโมโซมเพศเพียงชนิดเดียว คือ ไข่ชนิด X (23,X) อสุจิ Y + ไข่ X ------> ลูก XY เพศชาย

ภาพ	เนื้อหา
	อสุจิ X + ไข่ X ------> ลูก XX เพศหญิง โอกาสเกิดลูกเพศชายและเพศหญิงเท่ากัน
44. ภาพสัญลักษณ์ของแผนภาพพงศาวลีและคำอธิบาย	44.พงศาวลี (pedigree) คือ ข้อมูลพันธุประวัติของคนในครอบครัว สามารถเขียนเป็นแผนภาพแสดงการลำดับเครือญาติ โดยใช้สัญลักษณ์ดังนี้ □ หมายถึง ผู้ชายปกติ ○ หมายถึง ผู้หญิงปกติ ■ หมายถึง ผู้ชายผิดปกติ ● หมายถึง ผู้หญิงผิดปกติ  หมายถึง ชายหญิงแต่งงานกัน หมายถึง ชายหญิงแต่งงานกัน มีบุตร 3 คน คนโตเป็นบุตรชาย คนที่ 2 และ 3 เป็นบุตรหญิง
45. ภาพนิ้วมือหรือนิ้วเท้าเกิน ภาพผู้ป่วยท้าวแสนปม	45. ความผิดปกติที่เกิดจากยีนเด่นที่พบบ่อยได้แก่ กลุ่มอาการมาร์แฟน ท้าวแสนปมและนิ้วเกิน
46. ภาพผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย	46. โรคพันธุกรรมที่ถูกควบคุมโดยยีนด้อยที่พบมากในประเทศไทยคือ โรคธาลัสซีเมีย คนไทยเป็นเฮเตอโรไซกัสหรือพันทางร้อยละ 40 ของประชากร
47. ภาพวาดการทดสอบหมู่เลือดและผลการทดสอบหมู่เลือด A พร้อมอักษรแสดงจีโนไทป์	47. หมู่เลือดของมนุษย์มีหลายชนิด ที่สำคัญคือหมู่เลือดระบบ ABO ซึ่งควบคุมโดยยีน A หรือ I^A ยีน B หรือ I^B และยีน O หรือ i เนื่องจากยีนอยู่กันเป็นคู่ แต่ละคนจึงมียีนกำหนดชนิดของหมู่เลือดได้เพียง 2 ยีนเท่านั้น คือ อาจจะเป็น AA (I^AI^A), AO (I^Ai), BB (I^BI^B), BO (I^Bi) .OO (ii) หรือ AB (I^AI^B) โดยยีน A และยีน B เป็นยีนเด่น ยีน O เป็นยีนด้อยควบคุมให้มีการสร้างโปรตีนชนิด A หรือแอนติเจน A ที่ผิวของเม็ดเลือดแดง ซึ่งเป็นชนิดของหมู่เลือด ในพลาสมามีโปรตีนแอนติบอดีชนิดตรงข้ามกับแอนติเจนที่ผิวของเม็ดเลือดแดง จึงไม่ทำปฏิกิริยากับแอนติเจนที่ผิวของเม็ดเลือด คนหมู่เลือด A จะมีแอนติ-B ในพลาสมา

ภาพ	เนื้อหา
-ตารางแอนติเจนและแอนติบอดีในหมู่เลือด ABO ชนิดต่างๆ	คนหมู่เลือดB จะมีแอนติ-A ในพลาสมา คนหมู่เลือด AB จะมีแอนติ-A และแอนติ-B ในพลาสมา คนหมู่เลือด O จะไม่มีแอนติบอดีในพลาสมา การจับกลุ่มของเม็ดเลือดจะเกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับเลือดผิดหมู่ เป็นผลทำให้เม็ดเลือดแดงแตกอย่างรุนแรงในเส้นเลือดทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้
48. 	48. การให้เลือดกันระหว่างคนหมู่เลือดต่างๆ มีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีของผู้รับ คนหมู่ O ให้เลือดกับผู้รับเลือดหมู่เลือดอื่นได้ทุกหมู่ คนหมู่เลือด A รับเลือดจากคนหมู่เลือด A และหมู่เลือด O คนหมู่เลือด B รับเลือดจากคนหมู่เลือด B และหมู่เลือด O คนหมู่เลือด AB รับเลือดได้จากหมู่เลือดอื่นทุกหมู่
49. ใช้ภาพจากกรอบ 47	49. หญิงคนหนึ่งมีหมู่เลือด B คลอดลูกหมู่เลือด AB และชี้ตัวชายหนุ่มที่มีหมู่เลือด O ว่าเป็นพ่อของเด็ก ให้นักเรียนแสดงจีโนไทป์และของชายหญิงคู่ดังกล่าว คำกล่าวของหญิงหมู่เลือด B ถูกต้องหรือไม่
50. ภาพชายหญิงพร้อมโครโมโซมเพศ คือ XY และ XX ปรากฏขึ้นพร้อมกัน -ภาพผู้ป่วยกลุ่มอาการกล้ามเนื้อพิการดูเชนน์ ชายหญิงพร้อมแสดงจีโนไทป์ และพงศาวลี □ ชายปกติ X^CY ○ หญิงปกติ X^CX^C ■ ชายผิดปกติ X^cY ○ หญิงพาหะ X^CX^c ● หญิงผิดปกติ X^cX^c	50. ยีนที่เกี่ยวเนื่องกับโครโมโซม X คือ ยีนที่กำหนดลักษณะอื่น นอกเหนือจากยีนที่กำหนดเพศ เช่น ยีนด้อยที่กำหนดลักษณะตาบอดสี ฮีโมฟีเลีย ลักษณะกล้ามเนื้อลีบ เป็นต้น โครโมโซม Y ไม่มียีนดังกล่าว ทำให้ยีนบนโครโมโซม X ของเพศชายไม่มีคู่ ถ้ายีนนั้นเป็นยีนผิดปกติจะมีโอกาสแสดงลักษณะได้เต็มที่ ต่างกับเพศหญิงที่มีโครโมโซม X เป็นคู่ ยีนด้อยจะมีโอกาสแสดงลักษณะได้เต็มที่ เมื่อยีนทั้งคู่เป็นยีนผิดปกติ

ภาพ	เนื้อหา
52. ใช้แผนภาพพงศาวลีจากหนังสือเรียนหน้า35 (พงศาวลีแสดงการถ่ายทอดโรคฮีโมฟีเลียในราชวงศ์อังกฤษ)	51. ใครเป็นพาหะของโรคฮีโมฟีเลีย โรคนี้เป็นมากในเพศใด ครอบครัวใครไม่เป็นโรคฮีโมฟีเลีย
52. ใช้แผนภาพพงศาวลีจากหนังสือเรียนหน้า36 (พงศาวลีของครอบครัวที่เป็นโรคแขนขาลีบ)	52. โรคแขนขาลีบเป็นมากในเพศใด ยีนที่ควบคุมโรคแขนขาลีบเป็นยีนเด่น หรือด้อย ผู้ที่ผิดปกติได้รับการถ่ายทอดยีนผิดปกติมาจากผู้ใด
53. ภาพสัตว์ชนิดต่างๆ ภาพชายศีรษะล้าน ภาพพืชชนิดต่างๆ	53. สิ่งแวดล้อมจะมีบทบาทในการควบคุมฟีโนไทป์ของยีนแตกต่างกันในแต่ละลักษณะ และไม่สามารถทำให้สิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงเกินขอบเขตของพันธุกรรมที่มีอยู่ได้ และยีนก็ไม่สามารถแสดงลักษณะออกมาได้ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม การพัฒนาฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมจะควบคุมและจำกัดซึ่งกันและกัน ลักษณะศีรษะล้านเป็นลักษณะเด่นในเพศชายเพราะฮอร์โมนเพศชายเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีน คนขาดเอนไซม์สำหรับย่อยน้ำตาลแลกโตสจะแสดงอาการผิดปกติ เมื่อกินอาหารที่มีน้ำตาลแลกโตสเข้าไปจะปวดท้อง คนขาดเอนไซม์จี 6 พีดี ถ้าได้รับยาหรือสารบางชนิด หรือติดเชื้อจะเกิดอาการซีด ตาเหลือง ปัสสาวะสีเข้ม เนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตก หรือการแสดงออกของยีนเกี่ยวกับความสูงผู้ที่ได้รับอาหารเหมาะสมและเพียงพอจะมีร่างกายเติบโตเต็มขีดความสามารถในการแสดงออกของยีนจะเกิดขึ้นได้เต็มที่ ยีนทำหน้าที่กำหนดลักษณะ สิ่งแวดล้อมมีส่วนสำคัญในการควบคุมการแสดงออกของยีน
54. ตารางเปรียบเทียบค่าความเหมือนกันระหว่างแฝดไข่ใบเดียวกัน และแฝดไข่คนละใบ	54. การเปรียบเทียบค่าความเหมือนกันระหว่างแฝดไข่ใบเดียวกันและแฝดคนละใบ เป็นการศึกษาอิทธิพลของพันธุกรรมเปรียบเทียบกับสิ่งแวดล้อม

ภาพ	เนื้อหา
	ถ้าค่าสูงในกลุ่มแฝดไข่ใบเดียวกัน และต่ำในกลุ่มแฝดไข่คนละใบ แสดงว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อลักษณะที่แสดงออกมากกว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ถ้าค่าไล่เลี่ยกันในกลุ่มคู่แฝดทั้งสองชนิดแสดงว่า สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมากกว่าพันธุกรรม
55. ภาพคนเป็นโรคท้าวแสนปม ภาพพืชมีลำต้นผิดปกติ	55. มิวเตชัน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับยีน ทำให้ยีนใหม่มีสมบัติผิดไปจากยีนเดิม มิวเตชันเป็นสาเหตุของความแตกต่างกันของลักษณะที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความแตกต่างมีความผันแปรทางพันธุกรรมเกิดความหลากหลาย ทำให้เกิดวิวัฒนาการ มิวเตชันอาจเกิดขึ้นได้กับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าเกิดขึ้นกับเซลล์ร่างกายการผันแปรของลักษณะต่างๆ จะเกิดเฉพาะตัว ไม่ถ่ายทอดต่อไปยังลูกหลาน แต่ถ้าเกิดขึ้นกับเซลล์สืบพันธุ์การผันแปรของลักษณะต่างๆ จะสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้
56. ภาพการใช้รังสีต่างๆ ภาพยารักษาโรค ภาพสารเคมีกำจัดแมลง และศัตรูพืช ภาพเชื้อรา	56. มิวเตชันเกิดจาก 1. การรับรังสี เช่นรังสีเอกซ์ รังสีแกมมาและรังสีอัลตราไวโอเลต 2. ไวรัส เชื้อรา 3. การได้รับอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป 4. การได้รับสารเคมี เช่น ยารักษาโรค สารกันบูด
57. ภาพดอกเฟื่องฟ้าช่อเดียวกันมีหลายสี	57. ประโยชน์ของมิวเตชัน 1. ทำให้เกิดการคัดเลือกพันธุ์ของธรรมชาติ ซึ่งเกิดได้กับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ 2. ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความแตกต่างผันแปรทางพันธุกรรม เกิดความหลากหลาย ซึ่งเป็นพื้นฐานของกระบวนการวิวัฒนาการ

ภาพ	เสียง
	3. การชักนำให้เกิดมิวเตชันในแมลงพาหะนำโรค หรือแมลงศัตรูพืช เพื่อควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูพืช 4. ใช้ในการผสมพันธุ์ เพื่อคัดเลือกพันธุ์พืชและสัตว์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตร ทำให้ได้พืชพันธุ์ใหม่ เช่น พันธุ์ กข 6 เป็นพันธุ์ข้าวเหนียว ได้จากการนำข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาอาบรังสีแกมมา 5. ใช้ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ เช่น การหมักดอง การผลิตยาปฏิชีวนะ ฮอร์โมน
58. ภาพโครโมโซมมีโครงสร้างผิดปกติ ภาพโครโมโซมมีจำนวนผิดปกติ	58. โทษของมิวเตชัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม หรือเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม ทำให้เกิดโรคพันธุกรรมที่พบในมนุษย์ ทำให้แมลงศัตรูพืชและสัตว์เกิดความต้านทานสารเคมีที่ใช้ในการทำลายแมลง แบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะ ทำให้เกิดปัญหาในการใช้สารเคมีปราบปราม หรือทำลายแมลงเพิ่มขึ้น
59. ภาพโครงสร้างของโครโมโซมผิดปกติ ภาพโครโมโซมคู่ที่ 5 ผิดปกติ ผู้ป่วยกลุ่มอาการคริดูชาต์ (cri-du-chat syndrome หรือ cat-cry syndrome)	59. ถ้าโครโมโซมร่างกายหรือโครโมโซมเพศ มีโครงสร้างผิดปกติ จะทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตผิดปกติ และอาจเกิดโรคทางพันธุกรรมได้ เช่น โครโมโซมคู่ที่ 5 ผิดปกติ มีแขนของโครโมโซมสั้นกว่าปกติ มีส่วนของโครโมโซมขาดหายไป จะทำให้เกิดโรคกลุ่มอาการคริดูชาต์ มีอาการปัญญาอ่อน ศีรษะเล็กกว่าปกติ เจริญเติบโตช้า หน้ากลม ใบหูอยู่ต่ำกว่าปกติ ร้องเสียงแหลมเล็กคล้ายเสียงแมวร้อง แขนข้างยาวของโครโมโซมคู่ที่ 5, 11 และ 18 ผิดปกติ จะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคจิตเภท คือ ผู้ป่วยจะมีความผิดปกติในด้านความคิด ความรู้สึกและพฤติกรรมเป็นเหตุให้สูญเสียความสามารถในการทำงาน แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 19 ผิดปกติจะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคจิตเภท

ภาพ	เนื้อหา
	แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 16 ผิดปกติ จะทำให้เกิดโรคธาลัสซีเมีย หรือฮีโมโกลบินผิดปกติ คนไทยร้อยละ 40 เป็นเฮเตอโรไซกัส หรืออาจทำให้เกิดโรคไตเป็นถุงน้ำในผู้ใหญ่ แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 17 ผิดปกติ จะทำให้เกิดโรคมะเร็ง เช่น มะเร็งรังไข่ มะเร็งเต้านม มะเร็งปอด โครโมโซมเพศ เช่น X โครโมโซมมีโครงสร้างผิดปกติ เนื่องจากการมิวเตชันจะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคฮีโมฟีเลีย เมื่อเกิดบาดแผลเลือดจะออกง่าย และหยุดยาก ถ้าเลือดออกในอวัยวะสำคัญและให้การรักษาไม่ทันอาจทำให้ผู้ป่วยถึงแก่ชีวิตได้
60.ภาพผู้ป่วยอาการดาวน์และภาพโครโมโซมชี้แสดงที่โครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 โครโมโซม ภาพผู้ป่วยเทอร์เนอร์ (Turner syndrome) และชี้แสดงว่ามี X โครโมโซมขาดหายไป ภาพผู้ป่วยคลายเฟลเตอร์ (Klinefelter syndrome) และชี้แสดงว่ามี X โครโมโซมเกิน	60. ถ้าจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนไปจะมีผลกับลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่นโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 โครโมโซมทำให้มีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็น 47 โครโมโซม มีผลทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการปัญญาอ่อน และมีความผิดปกติทางร่างกาย เช่น หางตาชี้ขึ้น ลิ้นจุกปาก ศีรษะแบน หัวใจพิการแต่กำเนิด นิ้วมือสั้น นิ้วก้อยโค้งเข้าข้างใน การเจริญของอวัยวะเพศน้อยกว่าปกติ ซึ่งพบบ่อยในลูกที่เกิดจากมารดาอายุมาก เนื่องจากเซลล์ที่เป็นไข่แบ่งตัวค้างอยู่ในระยะแรกของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นเวลานานกว่าจะแบ่งตัวต่อไปจนเป็นไข่ ทำให้การแยกตัวของโครโมโซมเกิดขึ้นผิดปกติได้ไข่ที่มีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา เกิดจากความผิดปกติของจำนวนโครโมโซมเพศ เช่น โครโมโซมเพศขาดหายไป 1 โครโมโซมคือ มีโครโมโซม X เพียงโครโมโซมเดียว มีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็น 45 โครโมโซม หรือ 45,XO (Turner syndrome) จะมีรูปร่างเตี้ย คอเป็นปีก อวัยวะเพศไม่เจริญ ไม่มีประจำเดือน เป็นหมัน พบในผู้หญิงประมาณ 1 ใน 2,500 คน

ภาพ	เนื้อหา
	โครโมโซมเพศเกินมา เช่น มีโครโมโซม X เกินมา 1 โครโมโซม จะมีโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็น 47 โครโมโซม หรือ 47,XXY (Klinefelter syndrome) จะมีลักษณะบางอย่างคล้ายหญิง เช่น มีเต้านม สะโพกผาย อวัยวะเพศมีลักษณะเป็นชายแต่ไม่ค่อยเจริญ เป็นหมัน ร้อยละ 75 ของผู้ป่วยมีสติปัญญาปกติ
61. ภาพอุตสาหกรรมนมเปรี้ยว การทำอาหารหมักดอง	61. เทคโนโลยีชีวภาพ คือ เทคโนโลยีที่ใช้กระบวนการทางชีวภาพไปสร้างผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม มีผลเชิงพาณิชย์ ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์พื้นฐานและอณูพันธุศาสตร์และพันธุวิศวกรรมในการปรับปรุงพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ จุลินทรีย์ ให้มีลักษณะตามต้องการ
62. ภาพการเพิ่มยีนในแบคทีเรีย	62. พันธุวิศวกรรม หมายถึงการตัดต่อยีน หรือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ ซึ่งมีคุณสมบัติตามต้องการ
63. ภาพการย้ายฝากตัวอ่อนในโคกระบือ	63. การย้ายฝากตัวอ่อน หรือการถ่ายฝากตัวอ่อนเป็นเทคโนโลยีชีวภาพด้านการขยายพันธุ์ที่ช่วยผลิตลูกโคกระบือจากแม่ลักษณะดีที่ต้องการซึ่งเป็นตัวให้ ให้มีจำนวนมากกว่าที่ที่ผลิตได้ตามธรรมชาติ โดยเอาตัวอ่อนจากตัวให้มาย้ายฝากเข้าไปยังปีกมดลูกของแม่ ซึ่งเป็นแม่ธรรมดา หรือเป็นตัวรับให้อุ้มท้องแทน ทำให้ตัวแม่พันธุ์สามารถผลิตตัวอ่อนได้มากกว่าปกติหลายเท่า
64. ภาพการปฏิสนธิหลอดแก้ว การแบ่งเซลล์	64. การปฏิสนธิในหลอดแก้วเป็นการขยายพันธุ์สัตว์จากเซลล์ไข่ที่ไม่มีโอกาสขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ โดยเจาะดูดเอาไข่จากฟอลลิเคิลในรังไข่ของสัตว์ที่ตายแล้ว หรือจากฟอลลิเคิลที่เจริญขึ้นมาระหว่างวงรอบการเป็นสัดของสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่มาเลี้ยงให้เจริญจนถึงระยะที่จะปฏิสนธิได้ นำเอาอสุจิที่ถูกกระตุ้นให้มีความสามารถในการปฏิสนธิมาผสมกับไข่เกิดการปฏิสนธิ และแบ่งเซลล์เป็นระยะ 2-4 เซลล์ หลังจากนั้นย้ายไปเลี้ยงต่อในน้ำยาเลี้ยงตัวอ่อนแล้วย้ายฝาก

ภาพ	เนื้อหา
	ให้ตัวรับหรือแช่แข็งเก็บไว้ใช้ต่อไป
65. ภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	65. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อคือ การนำเอาส่วนหนึ่งส่วนใดของพืชเช่น เนื้อเยื่อ เซลล์ มาเลี้ยงในหลอดทดลองที่ไม่มีจุลินทรีย์ในสภาพแวดล้อมที่ควบคุม เพื่อให้พืชนั้นเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ที่มีลักษณะเหมือนต้นพันธุ์
66. ภาพการทำโคลนนิ่งแกะดอลลี	66. การโคลนนิ่ง (cloning) หรือการปลูกถ่ายพันธุกรรม หรือการปลูกเพาะพันธุ์ คือ กรรมวิธีการนำเอาตัวกำหนดพันธุกรรมในเซลล์จากสัตว์ต้นแบบมากระตุ้นให้เจริญพันธุ์เพื่อสร้างสัตว์ตัวใหม่ขึ้นมาให้มีลักษณะและพันธุกรรมเหมือนเดิม เช่น การโคลนนิ่งแกะดอลลี โดยนำเอารหัสทางพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ ซึ่งอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์จากเต้านมของแกะหน้าขาวไปใส่ในไข่ของแกะหน้าดำที่ดูดเอานิวเคลียสออกหมด และพบว่า ไข่นั้นสามารถแบ่งตัวเหมือนกับไข่ที่ได้รับการผสมกับอสุจิ เมื่อย้ายฝากตัวอ่อนเข้าในท้องของแกะหน้าดำ ตัวอ่อนเจริญเติบโตและคลอดออกมามีลักษณะเหมือนตัวแม่แกะหน้าขาวตัวแม่ที่ให้นิวเคลียสทุกประการ
70. ภาพข้าว ข้าวโพด ภาพไม้ดอก ไม้ประดับ ภาพโค กระบือ สุกร ไก่	67. พันธุศาสตร์กับการเกษตร เป็นการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ให้ดีขึ้นกว่าเดิม หรือเพื่อให้ได้ลักษณะตามต้องการ มักนิยมทำการผสมข้ามพันธุ์มากกว่าที่จะทำการผสมในสายพันธุ์ใกล้ชิดระหว่างพี่น้อง เพราะลูกที่ได้จากการผสมข้ามพันธุ์จะมีความแข็งแรง มีผลผลิตสูง ทนทานสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าพ่อแม่
68. ภาพการจัดเรียงโครโมโซม	68. พันธุศาสตร์กับการแพทย์ เป็นการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ในการศึกษาความผิดปกติของโครโมโซมเพื่อศึกษาสาเหตุของโรคที่เกิดจากพันธุกรรม หรือเกิดจากการมิวเตชัน ซึ่งอาจเกิดจากการผันแปรของยีนบนโครโมโซม และใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในการรักษา

ภาพ	เนื้อหา
	ผู้ป่วย ซึ่งเรียกว่า เวชพันธุศาสตร์ และใช้พันธุกรรมในการรักษาโรค หรือพันธุกรรมบำบัด
69. ภาพการผลิตยา ภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	69. พันธุศาสตร์กับการสาธารณสุขเป็นการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ในการผลิตยา วัคซีนและฮอร์โมน
70. ภาพป่าไม้ แหล่งน้ำ	70. พันธุศาสตร์กับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนาสายพันธุ์จุลินทรีย์ให้กำจัดของเสีย การตัดแต่งยีนให้จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายสารพิษต่างๆ ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพของดิน และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ
71.ภาพมะเขือเทศแปลงพันธุ์ พริกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	71. พันธุศาสตร์กับการอุตสาหกรรม เช่นการผลิตต้นพันธุ์สตรอเบอรีปลอดโรคในเชิงการค้า การทดสอบพันธุ์สตรอเบอรีเพื่อใช้ในการแปรรูประบบอุตสาหกรรม และการปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักเบียร์ ไวน์ เป็นต้น
72. ภาพการปลูกเพาะพันธุ์มนุษย์	72. พันธุศาสตร์กับสังคม คือ การใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในเรื่องเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรม อณูพันธุศาสตร์นั้นอาจมีผลกระทบต่อสังคมโดยเฉพาะทางด้านจริยธรรม
73. ภาพนักวิทยาศาสตร์กับกระโหลกศีรษะมนุษย์	73. พันธุศาสตร์กับประวัติศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้กระโหลกศีรษะของมนุษย์สมัยหินอายุ 9,000 ปีมาสกัดสารพันธุกรรม คือ ดีเอ็นเอ เป็นตัวอย่างในการตรวจเทียบเคียงกับประชาชน และพบว่า มีครูหญิงอายุ 42 ปีคนหนึ่งมีสารพันธุกรรมอย่างเดียวกัน แสดงว่า เป็นลูกหลานที่สืบบรรพบุรุษจากมนุษย์หินนั้น
74. ภาพลายพิมพ์ดีเอ็นเอ	74. พันธุศาสตร์กับนิติเวช ปัจจุบันสามารถใช้ความรู้ทางด้านอณูพันธุศาสตร์ในการตรวจวินิจฉัยบุคคล หรือพิสูจน์บุคคลด้วยดีเอ็นเอ เช่น การตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fringer-print) เพื่อพิสูจน์ความเกี่ยวข้อง หรือใช้ในการติดตามผลการปลูกถ่ายไขกระดูก และใช้ตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของผู้กระทำความผิด เป็นต้น

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

introduction กรอบที่ 1 ชื่อไฟล์ gene1g1

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ผู้ดำเนินการสร้าง นางสาวสุนันทา มนัสมงคล ประกอบการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง (overlay)	กำหนดการนำเสนอ (note of display) 1 ขึ้นภาพดีเอ็นเอ (สวทช. 2540 ก : 1) เว้นระยะห่าง 3 วินาที ปรากฏตัวอักษรแบบ pattern 2 ชื่อเรื่องใช้อักษรขนาด 48 ที่เหลือใช้อักษรขนาด 24 3 กดคลิก ลบภาพแบบ pattern

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

introduction กรอบที่ 2 ชื่อไฟล์ gene2g2

คณะกรรมการ รศ.ดร. ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ รศ.ดร. สุรชัย สิกขาบัณฑิต ผศ.ดร. อนันต์ พู่พิทยาสถาพร	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ภาพโครงสร้างดีเอ็นเอ (Curtis & Barnes. 1989 : 234) ห่าง 3 วินาทีปรากฏตัวอักษรขนาด 36 แบบ pattern 2 กดคลิก ลบภาพและอักษรแบบ pattern

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

introduction	กรอบที่ 3	ชื่อไฟล์ gene3g3

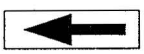
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม
กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงภาพลูกนก ม้าลาย ลูกนก (Mader. 1993 : 456, 457, 694) และภาพหอย (Starr. 1994 : 196) ใช้อักษรขนาด 48 ภาพและข้อความปรากฏแบบ pattern 3 กดคลิก ลบภาพและข้อความแบบ pattern

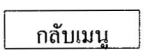
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

introduction	กรอบที่ 4	ชื่อไฟล์ gene4g4

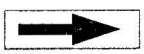
คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมนี้ ประกอบด้วยหน่วยการเรียน 11 หน่วย หน่วยที่ 1 และ 2 เป็นหน่วยความรู้พื้นฐานที่ควรเลือกเรียนก่อน ส่วนหน่วยที่ 3 ถึงหน่วยที่ 11 เป็นหน่วยการเรียนที่สามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ ในหน้าจอส่วนล่างมีปุ่ม 3 ปุ่มให้เลือก คือ

 หมายถึง การย้อนกลับเพื่อขอดูเนื้อหาเดิมที่ผ่านมาแล้วซ้ำอีกครั้ง

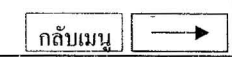


หมายถึง การกลับมาที่เมนูเพื่อเลือกหน่วยการเรียน หรือออกจากบทเรียน

 หมายถึง การเปิดไปหน้าจอใหม่

คำหรือข้อความที่ใช้สีแดง เป็นส่วนเพิ่มเติมรายละเอียดของเนื้อหาในหน้าจอนั้น ซึ่งสามารถเลือกเพื่อขอดูคำอธิบายเพิ่มเติมได้ แล้วกดอักษรใดๆ เพื่อกลับสู่หน้าจอเดิม

เมื่อตอบคำถามแล้วกด Enter ถ้าคำตอบนั้นผิดจะปรากฏแถบดำ ซึ่งสามารถแก้ไขคำตอบนั้นได้อีกครั้งหนึ่ง แล้วกดอักษรใดๆ เพื่อขอผ่านไปข้อต่อไป



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แบบตัวอักษรใช้แบบAngsanaUPC ขนาด 16 2 ตัวอักษรสีน้ำเงิน ข้อความปรากฏแบบ iris in 3 ข้อความแต่ละบันทัดทิ้งช่วงห่างกัน 3-5 วินาที 4 ลบข้อความแบบ iris out

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

introduction กรอบที่ 5 ชื่อไฟล์ gene5g5

จุดประสงค์

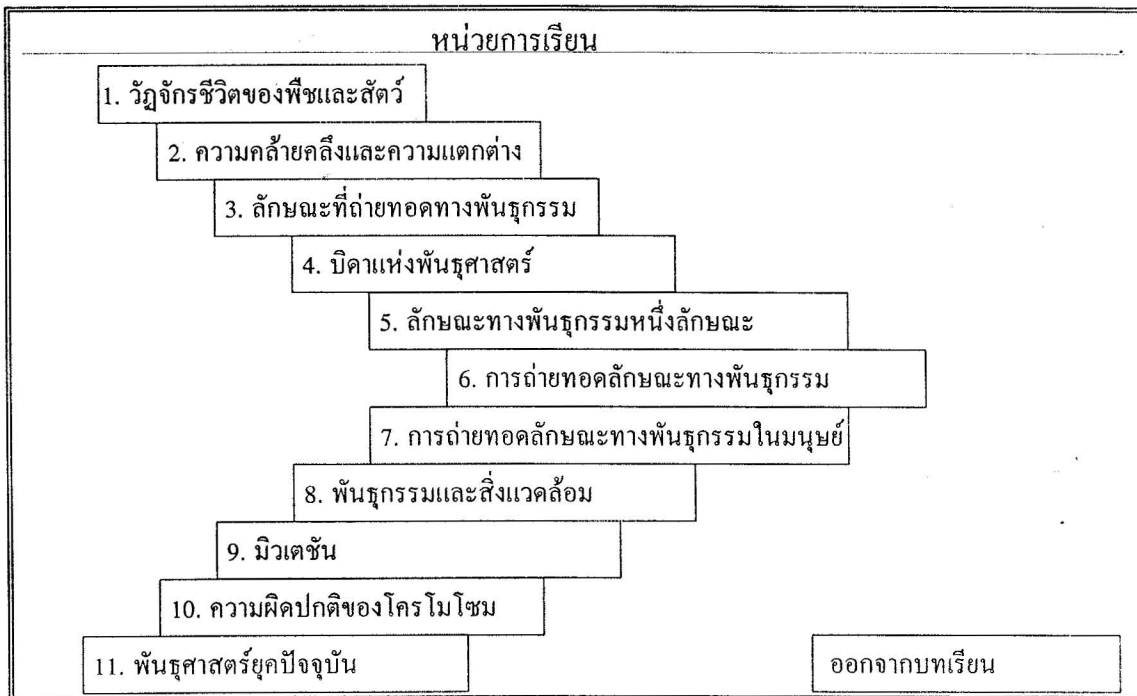
1. ให้มีความรู้หลักการพื้นฐานเรื่องมรดกทางพันธุกรรม
2. คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรมได้
3. สามารถสื่อความหมาย ตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรมได้อย่างเหมาะสม
4. มีเจตคติที่ดีต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 อักษรสีน้ำเงิน ขนาด 16 ปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 แต่ละข้อทิ้งช่วงห่างกัน 3-5 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

เรื่อง เมนู กรอบที่ 6 ชื่อไฟล์ menue1g6



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 ชื่อหน่วยสีต่างๆ ใช้อักษรขนาด 16 2 ภาพและข้อความปรากฏแบบ pattern

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit1 กรอบที่ 7 ชื่อไฟล์ cycle

1.วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์	
ภาพกบ (Mader. 1993 : 696 Fig 43.2b)	ภาพตัวอ่อนในไข่ และภาพลูกอ๊อด (Mader. 1993 : 453 Fig 28.7)
กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงภาพแบบ pattern 2 หัวเรื่องใช้อักษรขนาด 30 สีน้ำเงินเข้ม 3 กดคลิกเปลี่ยนหน้า ลบภาพแบบ pattern

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

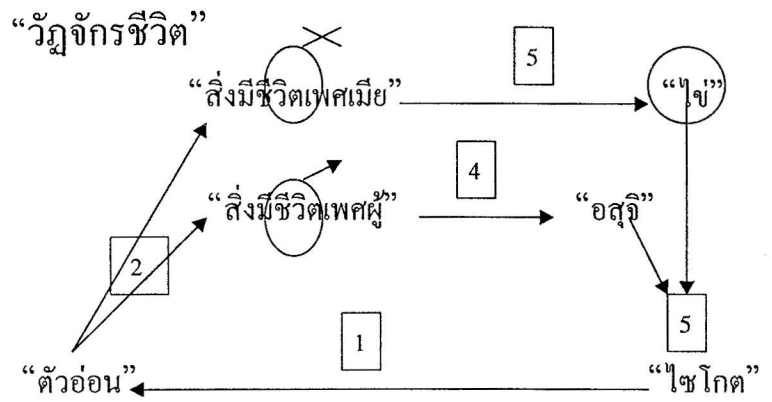
Unit1 กรอบที่ 8 ชื่อไฟล์ cycle1g8

1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 1/1	
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายการปฏิสนธิของพืชสัตว์และมนุษย์ได้ 2. เขียนแผนภาพแสดงวัฏจักรชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้ได้	
กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 พื้นจอฟ้า 2 หัวข้อสีน้ำเงินเข้ม ตัวอักษรขนาด 30 ข้อความปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 3 ขึ้นข้อความจุดประสงค์การเรียนรู้กลางจอเริ่มจากซ้ายไปขวา พร้อมแผ่นรองตัวอักษรสีเทาเข้ม ตัวอักษรสีน้ำเงินขนาด 16 4 ขึ้นจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 เว้นระยะ 3-5 วินาทีต่อด้วยข้อความข้อที่ 2 ทิ้งไว้บนจอจนกว่าผู้เรียนจะกดคลิกเปลี่ยนไปหน้าใหม่

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit1 กรอบที่ 9 ชื่อไฟล์ วัฏจักรชีวิต

1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 1/2



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 ไข่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์ หรือโอวูลของพืช

2 อสุจิเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของสัตว์ (sperm) ซึ่งใช้หางในการเคลื่อนที่ หรือละอองเรณูของพืช

3 ไซโกต คือ เซลล์ที่ได้จากการรวมนิวเคลียสของอสุจิ และนิวเคลียสของเซลล์ไข่ โดยกระบวนการปฏิสนธิ

4 ตัวอ่อนของสัตว์ คือ สิ่งมีชีวิตใหม่ที่เกิดจากการเจริญเติบโตของไซโกตเซลล์เดียว ตัวอ่อนของสัตว์มีสองเพศ คือ ตัวอ่อนเพศผู้และตัวอ่อนเพศเมีย ซึ่งตัวอ่อนแต่ละเพศจะเจริญต่อเป็นตัวเต็มวัย

5. วัฏจักรชีวิตจาก script ข้อ 2

กำหนดการนำเสนอ

1 พื้นจอสีฟ้าอ่อน

2 ตัวอักษรสีน้ำเงินเข้ม ขนาด 16

3 ภาพวัฏจักรชีวิตปรากฏทีละคำแบบพลิกจากซ้ายไปขวา ทิ้งช่วงเวลาห่างกันคำละ 3-5 วินาที

4 กำหนดเงื่อนไข "คลิกอักษรสีแดง"จะปรากฏหน้าจอใหม่ซ้อนทับบนจอเดิม ตัวอักษรสีน้ำเงินเข้มบนพื้นรองอักษรสีเทา เมื่ออ่านเสร็จ"ให้กดแป้นพิมพ์ใดๆ เพื่อเปลี่ยนข้อความ" ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาคำบนจอได้ตามความต้องการ ข้อความจะถูกลบแบบ remove down เมื่อกดแป้นพิมพ์

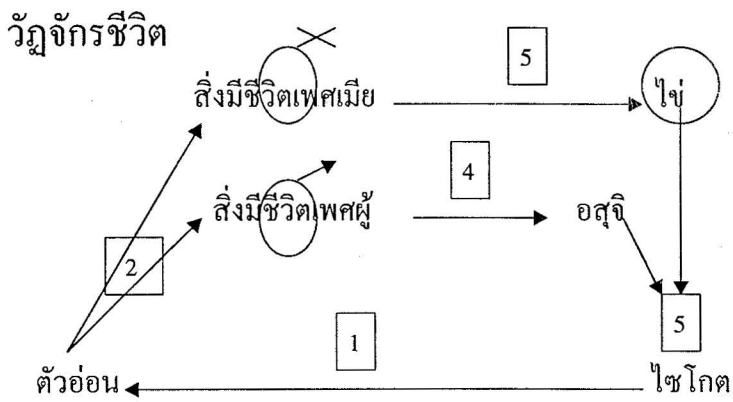
5 ความรู้ที่ได้รับในกรอบภาพนี้ คือ เรียนรู้มโนมติเพิ่ม 5 คำ เรียนรู้เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์

6 คำอธิบายทุกคำปรากฏพร้อมข้อความ "กดแป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนข้อความ"

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit1 กรอบที่ 10 ชื่อไฟล์ คำถามcycle1g5

1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 1/3



1. หมายเลขใด หมายถึง การเจริญเติบโต ?
2. หมายเลขใด หมายถึง การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ?
3. หมายเลขใด หมายถึง การปฏิสนธิ ?

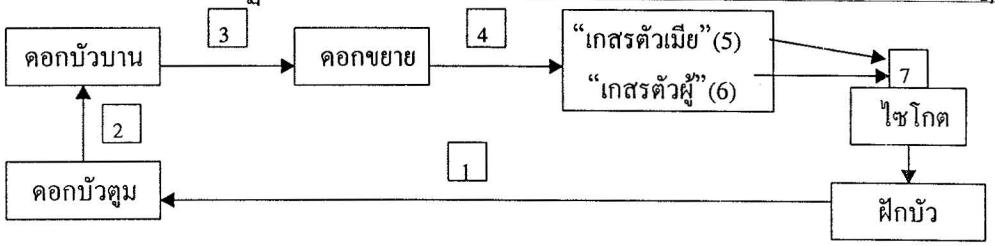
กลับเมนู

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 พื้นจอสีฟ้าอ่อน 2 ตัวอักษรสีน้ำเงินเข้ม ขนาด 16 3 ภาพวัฏจักรชีวิตปรากฏทั้งภาพแบบพลิกจากซ้ายไปขวา ถามคำถามข้อ 1 4 คำถามเป็น interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง 5 ให้การเสริมแรงก่อนการเฉลยคำตอบทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด 6 ขึ้นข้อความ “กดแป้นพิมพ์ใดๆ เพื่อเปลี่ยนคำถามข้อใหม่” ทางด้านซ้ายของกรอบตัวเลือกเปลี่ยนหน้า

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit1 กรอบที่ 11 ชื่อไฟล์ cycleบัว

1.วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 1/4



1. หมายเลขใด หมายถึง การเจริญเติบโต?
2. หมายเลขใด หมายถึง อวัยวะสืบพันธุ์ของบัว?
3. หมายเลขใด หมายถึง การปฏิสนธิ?



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 เกสรตัวเมีย คือ อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของพืช ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ ไข่อ่อน (โอวูล) ซึ่งอยู่ในรังไข่

2 เกสรตัวผู้ คือ อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของพืช ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ ละอองเรณู เมื่อละอองเรณูไปตกลงบนยอดเกสรตัวเมียจะงอกท่อนำนิวเคลียสไปรวมกับนิวเคลียสของไข่อ่อน หรือโอวูลในรังไข่ ทำให้เกิดการปฏิสนธิได้ไซโกตเซลล์เดียว เช่นเดียวกับการปฏิสนธิของสัตว์

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพแบบ mosaic เริ่มจากดอกบัวบานก่อนทิ้งระยะห่างภาพละ 3 วินาทีแสดงศรพร้อมหมายเลขแบบพลิกจากซ้ายไปขวา จนครบทั้งวัฏจักร

2 กดอ่านคำอธิบาย เกสรตัวผู้ หรือเกสรตัวเมีย จะปรากฏข้อความ "กดแป้นพิมพ์ใดๆ เพื่อขอดูคำถาม"

3 คำถามเป็น interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง คือ ถ้าตอบคำถามผิด จะมีโอกาสแก้ตัวได้อีกหนึ่งครั้ง

4 ให้การเสริมแรงก่อนการเฉลยคำตอบทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด

5 ขึ้นข้อความ "กดแป้นพิมพ์ใดๆ เพื่อเปลี่ยนคำถามข้อใหม่" ทางด้านซ้ายของกรอบตัวเลือกเปลี่ยนหน้า

6 ภาพดอกบัว เกสรบัว และฝักบัว จากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลและบริษัทบุญรอดบริวเวอรี่จำกัด (2539 : 150)

7 ภาพดอกบัวตูม จาก สมสุข มัจฉาชีพ (2534 : 110)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit1 กรอบที่ 12 ชื่อไฟล์ cycle3g7

1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 1/5

"วัฏจักรชีวิต"

1 ผู้ชาย | 2 ผู้หญิง

3 อสุจิ | 4 ไข่

ข้อความและหมายเลขใดมีความหมายเหมือนกัน

ตัวเต็มวัยเพศเมีย =

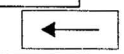
ตัวเต็มวัยเพศผู้ =

เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย =

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ =

การปฏิสนธิ =

การรวมใช้เครื่องหมาย + พิมพ์ติดกันไม่ต้องเว้นวรรค



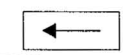
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
วัฏจักรชีวิต คือ การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ปฏิสนธิจนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยจะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เพื่อใช้ในการสร้างชีวิตใหม่	1 นักเรียนต้องตอบคำถามก่อนจึงจะขอดูคำ "วัฏจักรชีวิต" 2 กำหนดให้ cursor ขึ้นที่คำถามข้อ 1 เป็นการบังคับให้ตอบคำถามข้อ 1 ก่อน interaction แบบ tries limit ตอบคำถามผิดได้ 2 ครั้ง 3 มีการเสริมแรงก่อนเฉลยคำตอบถูก และเฉลยคำตอบผิด

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit1 กรอบที่ 13 ชื่อไฟล์ performintro

1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 1/6

พิมพ์ชื่อของคุณแล้วกด Enter :



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 กด enter เปลี่ยนจอภาพใหม่แบบพลิกจากซ้ายไปขวา

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit1 กรอบที่ 13 (ต่อ) ชื่อไฟล์ performintro

1 วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 1/6

รายงานการเรียนของคุณ.....

วันที่เรียน.....

เริ่มเรียนเวลา..... รวมเวลาเรียน.....

จำนวนคำถาม :

จำนวนคำตอบ :

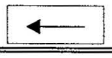
รายละเอียด

คำตอบถูก ..... ข้อ

คำตอบผิด ..... ข้อ

คำตอบถูก ..... %

คำตอบผิด ..... %



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง (overlay)	กำหนดการนำเสนอ (note of display) 1 แสดงข้อความแบบ mosaic 2 รายงานผลการเรียนประจำหน่วยการเรียนแก่นักเรียน

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

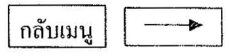
Unit2 กรอบที่ 14 ชื่อไฟล์ same

2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง

คนสองคนเอาจมูกชนกัน (Swissair. 1997 : 22.1)

คนศีรษะล้าน 4 ภาพ (Fineman & Isikoff. 1997 : 24-25)

ภาพเดิมเห็นครึ่งตัวสองคนเอาจมูกชนกัน



กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพแบบ pattern

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit2 กรอบที่ 15 ชื่อไฟล์ title+bo1

2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง 2/1	
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะคล้ายคลึงกันได้ 2. อธิบายสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะแตกต่างกันได้ 3. เปรียบเทียบลักษณะความแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจากต่างแหล่งได้ กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา ห่างกันข้อละ 3 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit2 กรอบที่ 16 ชื่อไฟล์ same1g8

2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง 2/2	
"ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต" 1 ดอกกุหลาบสีเหลือง 2 ดอกกุหลาบสีแดง 3 ผลเอปเปิล 4 ผลมะนาว 1. หมายเลขใด คือสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน? 2. หมายเลขใด เป็นผลจากการปฏิสนธิ? 3. อะไรทำให้ดอกไม้ของพืชชนิดเดียวกันมีความคล้ายคลึงกัน? 4. หมายเลขใด คืออวัยวะสืบพันธุ์ของพืช ← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต คือ ลักษณะเฉพาะอย่างที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ซึ่งสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อไป โดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงภาพแบบ mosaic 2 อ่านคำอธิบาย ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตก่อนตอบคำถาม 3 ข้อ 3 ขึ้นอักษร "ถ้ามีคำตอบมากว่า 1 คำตอบให้ใช้ , (จุดลูกน้ำ) เป็นคำเชื่อม พิมพ์ติดกันไม่ต้องเว้นวรรคกดEnter " 4 ภาพ 1, 2 และ 3 จาก Adobe Photoshop 4.0 และภาพ 4 จากสมสุข มัจฉาชีพ (2534 : 165)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit2 กรอบที่ 17 ชื่อไฟล์ same2g9

2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง 2/3

วิดีทัศน์
นกสีขาว 2 ตัว

"ลักษณะทางพันธุกรรม"

1. อะไรทำให้นกสองตัวมีสีขาวเหมือนกัน?
2. อะไรทำให้นกทั้งสองตัวมีลักษณะแตกต่างกัน?

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
คำอธิบายลักษณะทางพันธุกรรม เหมือนคำอธิบายจากกรอบ 16	1 ถามคำถามครั้งละข้อปรากฏพร้อมภาพวีดิทัศน์นกสีขาว 2 ตัว เป็น movie.avi 2 interaction แบบ tries limit คือ สามารถตอบได้ 2 ครั้งถ้าตอบผิด 3 ให้การเสริมแรงทั้งคำตอบถูกและผิด ก่อนการเฉลยคำตอบ

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit2 กรอบที่ 18 ชื่อไฟล์ same3g10

2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง 2/4

ภาพมะเขือเทศ (Postlethwait & Hopson. 1992 : 646 Fig 32.1)	ภาพฟักทอง (สมสุข มัจฉาชีพ. 2534 : 152)	ภาพแอปเปิล (Mader. 1993 : 209 Fig 13.13)

ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของพืช เช่น โครงสร้างของลำต้น ใบ ดอก ผล และการจัดเรียงตัวของใบ ดอก ผล เป็นต้น

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
ข้อความชุดแรก คือ ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของคนและสัตว์ เช่น โครงร่างของอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว	1 ปรากฏภาพและข้อความแบบ mosaic 2 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะเปลี่ยนข้อความใหม่ แบบ remove up เมื่อกดแป้นพิมพ์ข้อความจะถูกลบแบบ remove down และจะแสดงข้อความชุดที่ 2 แบบ remove up เมื่อกดแป้นพิมพ์จะถูกลบแบบ remove down

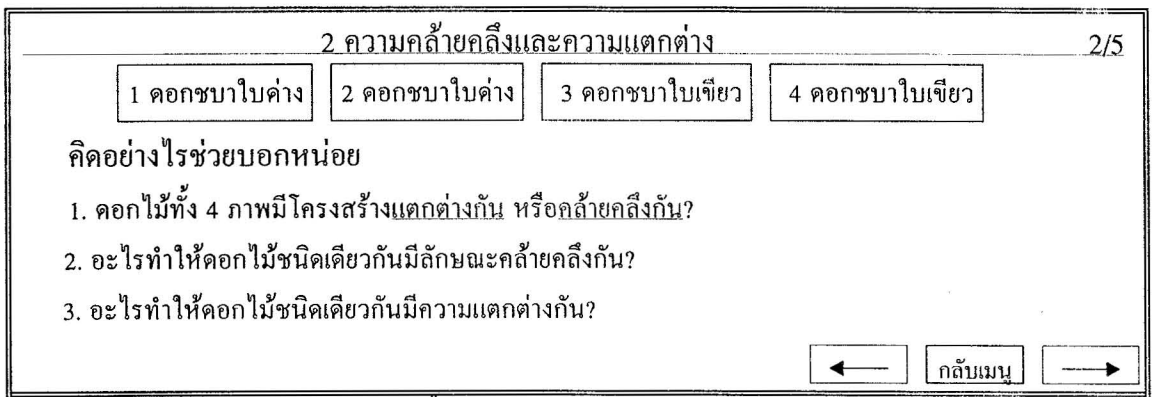
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit2 กรอบที่ 18 (ต่อ) ชื่อไฟล์ same3g10

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
ข้อความชุดที่สอง คือ พันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะเหมือนกันและพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความแตกต่างกัน	3 ภาพมะเขือเทศจาก Postlethwait & Hopson (1992 : 646) ภาพฟักทองจาก สมสุข มัจฉาชีพ (2534 : 152) ภาพแอปเปิลจาก Mader (1993 : 209)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit2 กรอบที่ 19 ชื่อไฟล์ same4g11



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงภาพถ่ายสี่ภาพแบบ mosaic พร้อมคำถามข้อ 1 2 คำถามเป็น interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง 3 เสริมแรงทั้งคำตอบถูกและผิด ก่อนการเฉลยคำตอบ .

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit2 กรอบที่ 20 ชื่อไฟล์ same5g12

2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง 2/6

ดอกโป๊ยเซียนขนาดเล็ก | ดอกโป๊ยเซียนขนาดใหญ่ | ดอกโป๊ยเซียนสีชมพู

พันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน มีลักษณะเหมือนกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน และพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความแตกต่างกัน นอกจากนั้นสิ่งแวดล้อมยังทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน มีความแตกต่างกันได้เช่นกัน เช่น ดอกไม้ช่อเดียวกันมีขนาดต่างกัน มีความเข้มของสีต่างกัน

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
ชุดที่ 1 สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน เนื่องจากพันธุกรรม หรือเนื่องจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมได้แก่ ปัจจัยภายนอก เช่น อาหาร ปริมาณน้ำ ปริมาณแสง และอุณหภูมิ เป็นต้น	1 ภาพถ่ายและข้อความปรากฏแบบ mosaic 2 กดแป้นพิมพ์เปลี่ยนคำอธิบาย 2 ชุด ชุดที่ 2 คือ สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจากที่ต่างกันจะมีความแตกต่างกันในเรื่องขนาด อันเป็นผลเนื่องมาจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม หรือพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit2 กรอบที่ 21 ชื่อไฟล์ performsame

2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง 2/7

พิมพ์ชื่อของคุณแล้วกด Enter :

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ (note of display)
	1 ข้อความขึ้นแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 รายงานผลการเรียนเหมือนกรอบที่ 13

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit3 กรอบที่ 22 ชื่อไฟล์ chara

3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม	
เด็กทารก (Raven & Johnson. 1995 b : 176 Fig 10.1) ลูกนกกับแม่นก (Mader. 1993 : 694) หอยชนิดต่างๆ (Starr. 1994: 196 Fig 14.9) กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ภาพและชื่อหน่วยปรากฏแบบ pattern 2 ภาพเด็กทารก (Raven & Johnson. 1995 b : 176 Fig 10.1) ภาพลูกนกกับแม่นก (Mader. 1993 : 694) ภาพหอยชนิดต่างๆ (Starr. 1994 : 196 Fig 14.9)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit3 กรอบที่ 23 ชื่อไฟล์ bo

3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 3/1	
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ยกตัวอย่างลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมในคนได้ 2. บอกสาเหตุและยกตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมได้ กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ขึ้นข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา ครั้งละ 1 ข้อความ แต่ละข้อความใช้เวลาห่างกัน 3 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit3 กรอบที่ 24 ชื่อไฟล์ chara1g15

3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 3/2

1 สุนัข แม่ลูก

2 เด็กทารก

3 นกหงส์หยก

"อยากให้รู้ว่า ....."

1. สิ่งมีชีวิตในภาพ 1, 2, 3 มีลักษณะเหมือนกัน หรือต่างกัน ?
2. อะไรทำให้สิ่งมีชีวิตในภาพทั้งสามมีลักษณะต่างกัน ?
3. สิ่งมีชีวิตในภาพใดมีลักษณะเหมือนกันมากที่สุด ?
4. อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ลูกสุนัขมีสีแตกต่างกัน ?

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

ลักษณะของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันครอบครัวเดียวกัน จะมีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตต่างครอบครัว ลักษณะบางอย่างไม่แสดงออกในรุ่นลูกแต่อาจปรากฏในรุ่นหลาน การตัดสินว่า ลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมต้องอาศัยข้อมูลจากการสังเกตลักษณะนั้นหลายชั่วอายุ หรือสังเกตจากเครือญาติหลายๆ ครอบครัว

กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพขึ้นแบบ mosaic

2 เลือกกดคลิกที่ "อยากให้รู้ว่า.." หรือตอบคำถามครั้งละ 1 ข้อ

3 คำถามเป็น interaction แบบ tries limit ตอบได้สองครั้ง

4 ปรากฏคำถามครั้งละ 1 ข้อ

5 ภาพสุนัขแม่ลูกจาก Ferl, Wallace & Sanders (1996 :167)

6 ภาพเด็กทารกจาก Raven & Johnson (1995 b : 176 Fig 10.1)

7 ภาพนกหงส์หยกจาก Campbell, Mitchell & Reece (1994 : 148)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit3 กรอบที่ 25 ชื่อไฟล์ chara2g16

3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 3/3

แม่ม้าลายกับลูก	สาเหตุที่ทำให้ลักษณะที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิตแต่ละรุ่นมีความแตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยภายนอก เช่น อาหาร ปริมาณแสงสว่าง ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ สภาพพื้นที่ ความหนาแน่นของประชากร การใช้งานอวัยวะส่วนนั้น และปัจจัยภายในได้แก่ พันธุกรรม ฮอร์โมน อายุ อารมณ์

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 ขึ้นภาพและข้อความแบบ mosaic 2 ภาพแม่ม้าลายกับลูกจาก Mader (1993 : 457 Fig 28.13)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit3 กรอบที่ 26 ชื่อไฟล์ askchara

3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 3/4

1 ชาวนิโกร
2 ชาวอินเดีย
3 เอเชีย
4 อเมริกัน-นิโกร
5 ชาวยุโรป

ภาพไหนควรเป็นภาพนัยน์ตาของชาวยุโรป ถ้ารู้ช่วยคลิกที่ภาพนั้น

เฉลย 1 ผิวดำ ชาวนิโกร

2 ชาวเอเชีย เชื้อชาติอินเดีย

3 ชาวเอเชีย ผิวเหลือง

4 ลูกครึ่งอเมริกัน-นิโกร

5 เก่งมาก ชาวยุโรป

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 ภาพ (Starr. 1994 : 134 Fig 9.17) และคำถามขึ้นแบบ mosaic 2 นักเรียนเลือกกดคลิกที่ภาพหมายเลขใด จะมีคำตอบปรากฏ เมื่อกดคลิกที่ภาพใหม่ คำเฉลยจะถูกลบออกไป

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit3 กรอบที่ 27 ชื่อไฟล์ chara3g16-1

3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 3/2	
ตา 5 ภาพ จาก กรอบ 26	เด็กทารกนอนบนเบาะ 10 คน ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมในคนได้แก่ สีผิว สีตา รูปหน้า การมี-ไม่มีลักยิ้ม มี-ไม่มีติ่งหู การม้วนลิ้น-ห่อลิ้น ลักษณะการเรียงตัวของฟัน ลักษณะเปลือกตาชั้นเดียวหรือสองชั้น ← กลับเมนู →
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ภาพและข้อความขึ้นแบบ mosaic 2 ภาพเด็กทารกจาก Raven & Johnson (1995 b : 176 Fig 10.1) ภาพตาจาก Starr (1994 : 134 Fig 9.17)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit3 กรอบที่ 28 ชื่อไฟล์ performcha

3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 3/2	
พิมพ์ชื่อคุณแล้วกด Enter : ← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ขึ้นข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 รายงานผลการเรียนเหมือนกรอบที่ 13

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 29 ชื่อไฟล์ mendel

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์

ภาพถั่วเมล็ดขรุขระ ภาพถั่วเมล็ดกลม ภาพเมล็ดถั่วในฝัก ภาพเมล็ดถั่วสีเหลืองและสีเขียว	ภาพดอกถั่วสีขาวและสีม่วง ภาพดอกถั่วและฝักถั่ว ภาพเมล็ดถั่วในฝัก	ฝักถั่วเห็นเมล็ด ภาพวาดดอกถั่ว

กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพขึ้นแบบ pattern

2 ภาพถั่วเมล็ดขรุขระและเมล็ดกลมจาก Raven & Johnson (1995 b : 178)

ภาพเมล็ดถั่วในฝักจาก Postlethwait & Hopson (1992 : 167)

ภาพเมล็ดถั่วสีเหลืองและเมล็ดสีเขียวจาก Raven & Johnson (1988 : 214)

ภาพดอกถั่วสีขาวจาก Campbell, Mitchell & Reece (1994 : 617)

ภาพดอกถั่วสีม่วงจาก Raven & Johnson (1988 : 207)

ภาพดอกถั่วสีขาวและฝักถั่วจาก Postlethwait & Hopson (1992 : 166)

ภาพเมล็ดถั่วสีเขียวในฝักจาก Mader (1993 : 514)

ภาพฝักถั่วเห็นเมล็ดภายใน Raven & Johnson (1995 b : 177)

ภาพวาดแสดงตำแหน่งดอกถั่วและดอกถั่วสีขาวจาก Campbell, Mitchell & Reece (1994 : 151)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 30 ชื่อไฟล์ bo

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ 4/1	
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. สรุปความสำคัญจากการทดลองของเมนเดลที่มีต่อวิชาพันธุศาสตร์ได้ 2. อ่านและเขียนแผนภาพการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดลได้ 3. บอกความหมายและความแตกต่างของพันธุ์แท้ และพันทางได้ 4. บอกความหมายและความแตกต่างของลักษณะเด่น และลักษณะด้อยได้ 5. บอกความหมายและความแตกต่างของจีโนไทป์ และฟีโนไทป์ได้ 6. ทำนายลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้กฎของเมนเดลได้ กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ข้อความขึ้นแบบพลิกจากซ้ายไปขวาครั้งละ 1 ข้อความ แต่ละข้อความห่างกัน 3-5 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 31 ชื่อไฟล์ mendel1g17

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/2
ภาพเมนเดล เกรเกอร์ เมนเดล (Gregor Mendel) คือ บาทหลวงชาวออสเตรียเป็นนักคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างถูกต้องเป็นคนแรก โดยสังเกตจากลักษณะภายนอกที่ปรากฏของต้นถั่วลันเตาที่ใช้ในการทดลอง ← กลับเมนู →
กำหนดการนำเสนอ 1 ภาพ (Raven & Johnson. 1995 b : 177 Fig 10.4) และข้อความขึ้นแบบ mosaic 2 กดแป้นพิมพ์ภาพของเมนเดลจะถูกลบแบบ remove up เปลี่ยนเป็นภาพจาก Ferl, Wallace & Sanders (1996 : 169 Fig 11.1) กดแป้นพิมพ์ลบภาพแบบ remove down กดแป้นพิมพ์ใหม่จะเป็นภาพจากStarr (1994 : 123 Fig 9.1)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 32 ชื่อไฟล์ mendel2g18

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/3

"ดอกถั่วลันเตา"

ภาพต้นถั่วลันเตาพร้อมดอกถั่ว (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2 a)	โครงสร้างของดอกถั่วลันเตา (Raven & Johnson. 1995 b : 178 Fig 10.6)

ถั่วลันเตาเป็นพืชหาง่ายปลูกง่ายขึ้นได้ทั่วไป มีหลายพันธุ์ มีลักษณะแตกต่างกันชัดเจนหลายลักษณะ มีดอกสมบูรณ์เพศ คือมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ภายในดอกเดียวกัน จึงสามรถถ่ายละอองเรณูภายในดอกเดียวกันได้

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

ดอกถั่วสีขาว → ดอกถั่วกลีบดอกร่วง → ฝักถั่ว

ดอกถั่วลันเตามีโครงสร้างของดอกที่บังคับให้ละอองเรณูผสมกับไข่ในดอกเดียวกันเท่านั้น การผสมข้ามดอกเกิดขึ้นได้ยากมาก ในธรรมชาติจึงไม่มีการผสมข้ามต้น (ภาพจาก Campbell, Mitchell & Reece. 1994 : 617 Fig A)

กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพและข้อความขึ้นแบบ mosaic

2 กดคลิกที่ "ดอกถั่วลันเตา" จะขึ้นข้อความใหม่ พร้อมข้อความ "กดแป้นพิมพ์เพื่อลบคำอธิบาย"

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 33 ชื่อไฟล์ mendel3g19

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/4

การถ่ายละอองเรณู (Ferl, Wallace &Sanders. 1996 : 171 Fig 11.2)	ภาพดอกถั่วและฝักถั่วชี้แสดงส่วนประกอบต่างๆ (Campbell, Mitchell & Reece. 1994 : 617 Fig B)

การถ่ายละอองเรณูของดอกถั่วลันเตาจะผสมข้ามต้น หรือข้ามดอกได้ โดยตัดอับเรณูภายในดอกทิ้งก่อนที่จะมีการถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน แล้วนำละอองเรณูจากดอกอื่นมาผสมตามต้องการ เพื่อให้มั่นใจว่า เมล็ดถั่วที่ได้และนำไปเพาะ เป็นต้นที่เกิดจากพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่คัดเลือกมาเท่านั้น

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพและข้อความขึ้นแบบmosaic

2 กดแป้นพิมพ์เพื่อลบภาพแบบ mosaic เปลี่ยนเป็นวีดิทัศน์เรื่องการถ่ายละอองเรณู movie .mov (Biology)

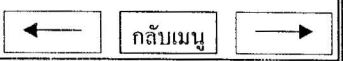
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 34 ชื่อไฟล์ mendel4g20

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/5

ถั่วดอกสีม่วง
ดอกสีขาว
ถั่วต้นสูง
ถั่วต้นเตี้ย

เมนเดลใช้เมล็ดที่เป็นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่เป็นพันธุ์แท้ ซึ่งเพาะมาจากเมล็ดที่ได้จากการผสมในดอกเดียวกันหลายรุ่นจนรุ่นลูกทุกรุ่น มีลักษณะทุกอย่างเหมือนต้นเดิมเสมอ และเขาเลือกศึกษาเฉพาะลักษณะที่สังเกตเห็นได้ง่ายและชัดเจน โดยศึกษาทีละลักษณะ แต่ละลักษณะมีความสามารถในการแสดงลักษณะนั้นๆ ออกมาได้ 2 แบบ เช่น สีของดอกที่ต่างกันสองสี คือ สีม่วงและสีขาว ความสูงของต้นสองแบบ คือ ต้นสูงและต้นเตี้ย เป็นต้น



กำหนดการนำเสนอ

1 กรอบภาพและข้อความขึ้นแบบซ้ายพลิกไปขวา เมื่อกดแป้นพิมพ์จะปรากฏภาพดอกถั่วสีม่วงและสีขาว (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2)

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะปรากฏภาพถั่วต้นสูงและต้นเตี้ย (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2)

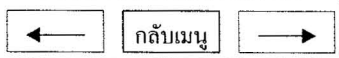
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 35 ชื่อไฟล์ mendel5g21

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/6

บริเวณแสดง
ภาพเคลื่อนไหว

เมนเดลนำต้นถั่วดอกสีม่วงพันธุ์แท้ผสมกับถั่วดอกสีขาวพันธุ์แท้ได้ลูกรุ่นที่ 1 เป็นดอกสีม่วงหมด ไม่ว่า จะใช้ดอกสีม่วงพันธุ์แท้เป็นพ่อ หรือเป็นแม่ แสดงว่า ลักษณะดอกสีม่วงเป็นลักษณะที่แสดงออกในลูกรุ่นที่ 1 (F_1) ส่วนลักษณะดอกสีขาวเป็นลักษณะที่ไม่แสดงออกในลูกรุ่นที่ 1



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 พันธุ์แท้ (ดอกสีขาวหรือสีม่วง) หมายถึง ลูกหลานที่เกิดมาจากพันธุ์นั้นไม่มีความผันแปรทางพันธุกรรม และไม่แตกต่างไปจากพ่อแม่ เช่น พ่อแม่มีดอกสีขาว (สีม่วง) พันธุ์แท้ลูกจะมีดอกสีขาว (สีม่วง) พันธุ์แท้

2 พันทาง หมายถึง ลูกผสมที่แสดงลักษณะทางพันธุกรรมตามลักษณะเด่น โดยที่มีลักษณะด้อยแฝงอยู่ไม่แสดงออก

3 ภาพดอกถั่วสีม่วง-สีขาวจาก Starr (1994 : 124 Fig 9.2)

กำหนดการนำเสนอ

1 เมื่อกดแป้นพิมพ์ขึ้นภาพดอกตัวผู้สีม่วงพันธุ์แท้ผสมดอกตัวเมียสีขาวพันธุ์แท้ได้ลูกสีม่วง

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์เปลี่ยนเป็นภาพดอกตัวผู้สีขาว “พันธุ์แท้” ผสมดอกตัวเมียสีม่วง “พันธุ์แท้” ได้ลูกสีม่วง “พันทาง”

3 กดแป้นพิมพ์ลบคำอธิบาย

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 36 ชื่อไฟล์ mendel6g22

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/4	
บริเวณแสดงภาพเคลื่อนไหว (ใช้ภาพเดิมจากกรอบ 35)	เมนเดลนำถั่วรุ่นที่ 1 ผสมกันแล้วศึกษาลักษณะของดอกรุ่นที่ 2 (F_2) พบว่าในลูกรุ่นที่ 2 จะมีทั้งถั่วดอกสีม่วงและดอกสีขาว แสดงว่า ลักษณะดอกสีม่วงและดอกสีขาวสามารถแสดงออกในลูกรุ่นที่ 2
← กลับเมนู →	
กำหนดการนำเสนอ 1 กดแป้นพิมพ์เป็นภาพเคลื่อนไหวแสดงดอกสีม่วงรวมกับดอกสีขาว ได้ลูกรุ่นที่ 2 (F_2) เป็นสีม่วง 3 ดอกและสีขาว 1 ดอก สีม่วง 3 ดอกเคลื่อนที่มารวมกันพร้อมกับมีตัวอักษรสีม่วงปรากฏพร้อมเลข 3 เป็น สีม่วง 3 : สีขาว 1	

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 37 ชื่อไฟล์ mendel7g23

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/8	
บริเวณสำหรับแสดงภาพถั่ว 7 ลักษณะ	นอกจากนี้ เมนเดลยังได้ศึกษาลักษณะอื่นของต้นถั่วอีก 6 ลักษณะ รวมเป็น 7 ลักษณะ ซึ่งแต่ละลักษณะมีความสามารถในการแสดงลักษณะนั้นๆ ออกมาได้ 2 แบบ ได้แก่
← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง 1 สีของดอก 2 สีเมล็ด 3 รูปร่างเมล็ด 4 สีฝัก 5 รูปร่างฝัก 6 ตำแหน่งดอก 7 ความสูงของลำต้น	กำหนดการนำเสนอ 1 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะปรากฏภาพแบบ mosaic 2 ขึ้นภาพถั่วทีละภาพพร้อมข้อความ 3 ต้องกดแป้นพิมพ์อีก ถึงจะปรากฏข้อความพร้อมภาพ 4 ภาพดอกสีม่วง-สีขาวและถั่วต้นสูง-เตี้ยใช้ภาพจาก Starr (1994 : 124 Fig 9.2) ภาพลักษณะของถั่วอีก 5 ลักษณะใช้ภาพจาก Campbell, Mitchell & Reece (1994 : 151 Fig D)

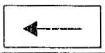
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 38 ชื่อไฟล์ mendel8g24

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/9

บริเวณแสดงภาพ

การทดลองดังกล่าว เมนเดลต้องผสมและปลูกถั่วเป็นจำนวนมากเพื่อให้ได้ข้อมูลมากพอที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง เมนเดลเรียกลักษณะที่แสดงออกได้มากในรุ่น F_2 ว่า ลักษณะเด่น เมนเดลเรียก ลักษณะที่ไม่แสดงออกในรุ่น F_1 และแสดงออกได้น้อยในรุ่น F_2 ว่า ลักษณะด้อย ในลูกรุ่นที่ 2 จะมีอัตราส่วนของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อยเท่ากับ 3 : 1



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

อัตราส่วนของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อย = 3 : 1 คำนวณจากลักษณะเด่น/ลักษณะด้อย = 3

กำหนดการนำเสนอ

1 กดแป้นพิมพ์เพื่อขอดูภาพ เป็นภาพของกรอบ 37 ขึ้นแบบ mosaic แล้วกดแป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนคำอธิบาย

2 ขึ้นตารางแสดงผลการทดลองรุ่นที่ 2 ของเมนเดลและ “อัตราส่วนเด่น : ด้อย”

3 กดแป้นพิมพ์ขึ้นตารางบันทึกผลการทดลองของเมนเดล แสดงลักษณะถั่วลันเตา 7 ลักษณะ

4 กดแป้นพิมพ์เพื่อลบคำอธิบายอัตราส่วนของลักษณะเด่น

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 39 ชื่อไฟล์ mendel9g25

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/10

บริเวณแสดงภาพ

เมนเดลเสนอผลงานวิจัยเกี่ยวกับต้นถั่วลันเตาต่อที่ประชุมทางวิชาการเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ.1865 นั้น ไม่มีผู้ใดในที่ประชุมซักถาม หรือตื่นเต้นต่อการค้นพบของเมนเดล เรื่องนี้ถูกลืมไปนานถึง 35 ปี ภายหลังจากที่เมนเดลเสียชีวิตแล้ว ในปี 1990 นักชีววิทยาและนักผสมพันธุ์พืช 3 คนจากที่ต่างกันได้ทดลองผสมถั่วลันเตาและวิเคราะห์ผลตามหลักสถิติคล้ายที่เมนเดลเคยทำมาก่อน



กำหนดการนำเสนอ

1 กดแป้นพิมพ์ปรากฏภาพเมนเดลในไร่ถั่ว (Mader. 1993 : 183 Fig 12.9) แบบ mosaic

2 กดแป้นพิมพ์ลบภาพแรก แสดงภาพเมนเดลแสดงถั่วที่ทดลองต่อที่ประชุม (Curtis & Barnes. 1989 : 246 Fig 11-13) แบบ mosaic

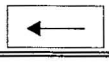
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 40 ชื่อไฟล์ mendel10g26

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : เมนเดล 4/11

บริเวณแสดงภาพ (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2b)

โดยสรุปตรงกันว่า การสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีการแยกคู่ของยีนที่เป็นอัลลีลกัน และจะควบคุมลักษณะเดียวกันเหมือนการค้นพบของเมนเดลทุกประการ ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานของการศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจนถึงปจจุบันนี้ ด้วยเหตุนี้ เมนเดลจึงได้รับการยกย่องให้เป็น “บิดาแห่งพันธุศาสตร์”



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 อัลลีล (allele) คือยีนที่อยู่เป็นคู่กัน
อัลลีลของยีนเด่น คือ ยีนที่อยู่เป็นคู่กัน เป็นยีนเด่นเหมือนกันควบคุมลักษณะเด่น เช่น ลักษณะสีม่วงของดอกถั่ว

2 อัลลีล (allele) คือ ยีนที่อยู่เป็นคู่กัน
อัลลีของยีนด้อย คือ ยีนที่อยู่เป็นคู่กัน เป็นยีนด้อยเหมือนกันควบคุมลักษณะด้อย เช่น ลักษณะสีขาวของดอกถั่ว

3 อัลลีล (allele) คือ ยีนที่อยู่เป็นคู่กัน
อัลลีลของยีนเด่นและยีนด้อย คือ ยีนที่อยู่เป็นคู่กันระหว่างยีนเด่นกับยีนด้อย แสดงลักษณะดอกสีม่วง โดยยีนเด่นข่มยีนด้อยที่เป็นคู่อัลลีลไม่ให้แสดงลักษณะสีขาวออกมา จึงมีลักษณะเป็นดอกสีม่วงพันทาง

กำหนดการนำเสนอ

1 กดแป้นพิมพ์ดูภาพเคลื่อนไหว

2 แสดงภาพดอกสีม่วงและสีขาวแบบ mosaic พร้อมข้อความดอกสีม่วงพันธุ์แท้ - “อัลลีลของยีนเด่น” และดอกสีขาวพันธุ์แท้ “อัลลีลของยีนด้อย”

3 เครื่องหมายศรปรากฏแบบบนลงล่างชี้มาที่ ดอกสีม่วงรุ่น F_1 และข้อความ “อัลลีลของยีนเด่นกับยีนด้อย”

4 เมื่อกดคลิกตรงข้อความในเครื่องหมายคำพูด “..” (บนจอภาพใช้อักษรสีแดง)จะขึ้นคำอธิบายของข้อความนั้น คำอธิบายปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา เมื่ออ่านแล้วกดแป้นพิมพ์คำอธิบายจะถูกลบออกไปแบบพลิกจากซ้ายไปขวา บนหน้าจอจะเหลือภาพและข้อความเดิม นักเรียนจะเลือกอ่านข้อความต่างๆ ได้ตามความสนใจ

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 41 ชื่อไฟล์ mendel11g27

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : ลักษณะเด่นและลักษณะด้อย 4/12

บริเวณแสดงภาพ (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2d)	ลักษณะเด่น หมายถึง ลักษณะที่สามารถแสดงออกได้เมื่ออยู่กับลักษณะด้อย และจะสามารถข่มลักษณะด้อยได้ ต้นถั่วที่แสดงลักษณะเด่นมี 2 แบบ คือ เด่นพันธุ์แท้ ซึ่งไม่มีลักษณะด้อยแฝงอยู่ ลักษณะด้อย หมายถึง ลักษณะที่อยู่กับลักษณะเด่นจะถูกลักษณะเด่นข่มไว้ไม่ให้แสดงลักษณะด้อยออกได้ ทำให้ไม่พบลักษณะด้อยในลูกที่เกิดจากพ่อแม่ที่มีลักษณะเด่นพันธุ์แท้ที่ผสมกับลักษณะด้อย แต่จะปรากฏในลูกรุ่นที่ 2 ที่เกิดจากพ่อแม่เด่นพันทางผสมกับลักษณะด้อย



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 กดแป้นพิมพ์เพื่อขอดูภาพเคลื่อนไหว 2 ภาพถั่วต้นสูงและถั่วต้นเตี้ย (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2d) ปรากฏแบบ mosaic ได้ถั่ว F_1 ต้นสูง 3 กดแป้นพิมพ์เพื่อขอดูภาพเคลื่อนไหวได้ถั่วรุ่น F_2 ภาพปรากฏแบบ mosaic ผ่านไป 3-5 วินาทีแสดงข้อความ สูง 3 : เตี้ย 1 4 ภาพทั้งหมดทิ้งค้างไว้บนจอ

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 42 ชื่อไฟล์ mendel12g28

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : จีโนไทป์ 4/13

บริเวณแสดงภาพ (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2 d)

เพื่อให้เข้าใจชัดเจน เมนเดลใช้ตัวอักษรโรมันเขียนแทนหน่วยของลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม หรือยีนแต่ละยีน ให้อักษรตัวใหญ่แทนยีนเด่น และอักษรตัวเล็กแทนยีนด้อย เรียกตัวอักษรที่เขียนคู่กันว่า "จีโนไทป์ (genotype)"

จีโนไทป์ที่มียีนเหมือนกันทั้งคู่เรียก "โฮโมไซกัส (homozygous)" เช่น

TT คือ ยีนเด่นกับยีนเด่น หมายถึง ลักษณะเด่นพันธุ์แท้ และ

tt คือ ยีนด้อยกับยีนด้อย หมายถึง ลักษณะด้อย

จีโนไทป์ที่มียีนต่างกันเรียก "เฮเตอโรไซกัส (heterozygous)" เช่น

Tt คือ ยีนเด่นกับยีนด้อย หมายถึง ลักษณะเด่นพันทาง



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 จีโนไทป์ คือ ชนิดของยีนของสิ่งมีชีวิต ซึ่งใช้อักษรโรมันเขียนแทนหน่วยของลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม หรือยีน จีโนไทป์มีสองชนิด คือ จีโนไทป์แบบโฮโมไซกัสของยีนเด่น และโฮโมไซกัสของยีนด้อย หรือพันธุ์แท้ และจีโนไทป์แบบเฮเตอโรไซกัส หรือพันทาง

2 โฮโมไซกัส (homozygous) คือ จีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตที่มียีนที่เป็นอัลลีลเหมือนกัน เช่น TT คือ อัลลีลของยีนเด่นพันธุ์แท้ หมายถึง ยีนเด่นอยู่กับยีนเด่นแสดงลักษณะภายนอกตามยีนเด่น

3 เฮเตอโรไซกัส (heterozygous) คือ จีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตที่มียีนที่เป็นอัลลีลต่างกัน เช่น Tt คือ เด่นพันทาง หมายถึง ยีนเด่นอยู่กับยีนด้อย แสดงลักษณะภายนอกตามยีนเด่น เพราะยีนเด่นสามารถข่มยีนด้อยที่เป็นยีนคู่อัลลีลกันได้

กำหนดการนำเสนอ

1 กดแป้นพิมพ์เพื่อขอดูภาพ

2 แสดงภาพถั่วต้นสูงกับถั่วต้นเตี้ย (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2d) และจีโนไทป์ แบบ mosaic

3 ภาพถั่วต้นสูงรุ่น F_1 และจีโนไทป์แบบ mosaic

4 เมื่อกดคลิกขอดูคำในเครื่องหมายคำพูด ปรากฏคำอธิบายแบบพลิกจากซ้ายไปขวา เมื่อกดแป้นพิมพ์ข้อความนั้นจะถูกลบออกจากจอภาพแบบพลิกจากซ้ายไปขวา ซึ่งนักเรียนจะเลือกขอดูคำได้ตามความสนใจ

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 43 ชื่อไฟล์ mendel13g29

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : ฟีโนไทป์ 4/14

บริเวณแสดงภาพ (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2d)

ฟีโนไทป์ คือ ลักษณะที่ปรากฏให้เห็น หรือเป็นลักษณะที่จีโนไทป์แสดงออกมี 2 แบบ คือ แสดงออกตามยีนเด่นเป็นลักษณะเด่น เช่น ต้นสูง และแสดงออกตามยีนด้อยเป็นลักษณะด้อย เช่น ต้นเตี้ย



กำหนดการนำเสนอ

1 กดแป้นพิมพ์เพื่อขอดูภาพ ปรากฏข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวาว่า "ผสมถั่วลันเตาต้นสูง เฮเตอโรไซกัสจะได้ถั่วรุ่นลูกลักษณะอย่างไร? ให้ T แทนต้นสูง t แทนต้นเตี้ย" กดแป้นพิมพ์อีกขึ้นภาพแบบ mosaic เป็นภาพถั่วต้นสูงผสมกับถั่วต้นสูง พร้อมข้อความฟีโนไทป์สูง จีโนไทป์ Tt

2 กดแป้นพิมพ์อีก ขึ้นตารางพุนเนตต์ (Punnett square) แสดงการแยกของยีนเป็นเซลล์สืบพันธุ์ และการรวมของยีนขึ้นตัวอักษรแสดงจีโนไทป์ ก่อนขึ้นฟีโนไทป์ โดยเรียงลำดับดังนี้ จีโนไทป์ ---> ภาพ ------> ฟีโนไทป์ เว้นระยะห่าง 3-5 วินาทีขึ้นข้อความ อัตราส่วนของจีโนไทป์ คือ TT : Tt : tt = 1: 2 : 1 และอัตราส่วนของฟีโนไทป์ คือ สูง : เตี้ย = 3 : 1

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 44 ชื่อไฟล์ mendel14g30

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : กฎของเมนเดล 4/15

บริเวณแสดงภาพ (Starr. 1994 : 124 Fig 9.2b)

เมนเดลตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายว่า ลักษณะด้อยที่สูญหายไปในลูกรุ่นที่ 1 และปรากฏในลูกรุ่นที่ 2 โดยมีอัตราส่วนของลักษณะเด่นต่อลักษณะด้อย 3 : 1 ว่า ลักษณะทางพันธุกรรมมีอยู่ในเซลล์ทุกเซลล์ของสิ่งมีชีวิต แต่ละลักษณะมีหน่วยเฉพาะทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งอยู่เป็นคู่ หน่วยเฉพาะดังกล่าวปัจจุบันเรียกว่า "ยีน"



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

ยีน (gene) คือ หน่วยเฉพาะที่ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรม ยีนจะอยู่เป็นคู่ เป็นอัลลีลกัน

กำหนดการนำเสนอ

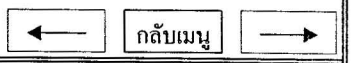
กดคลิกที่ "รุ่นพ่อแม่พันธุ์แท้" จะขึ้นภาพดอกสีม่วง PP ผสมกับดอกสีขาว pp แบบ mosaic จะปรากฏภาพเมื่อกดแป้นพิมพ์ จนได้อัตราส่วนจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 2

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 45 ชื่อไฟล์ mendel15g31

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : กฎของเมนเดล 4/16

แต่ละลักษณะอาจมียีนที่กำหนดลักษณะหนึ่งเป็นยีนเด่นทั้งคู่ (AA) หรือยีนด้อยทั้งคู่ (aa) หรือยีนเด่นกับยีนด้อย (Aa) การที่ลูกรุ่นที่ 1 มีลักษณะที่ปรากฏมากคือ เป็นลักษณะเด่น เพราะมียีนเด่นอยู่กับยีนด้อย และให้ลูกหลานลักษณะเด่นและลักษณะด้อยในลูกรุ่นที่ 2



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 เมนเดลได้ตั้งสมมติฐานอีกข้อหนึ่งว่า เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ยีนที่อยู่เป็นคู่ในเซลล์ที่จะเจริญเป็นเซลล์สืบพันธุ์จะแยกตัวออกจากกันได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มียีนเดี่ยว เมื่อเกิดการปฏิสนธิยีนจากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่จะมาจับคู่กันใหม่ ลูกจึงได้รับยีนจากพ่อและแม่อย่างละครึ่งเสมอ โดยผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ เพื่อสร้างเซลล์ร่างกายของลูก และเมนเดลได้ตั้งกฎสองข้อ คือ “กฎแห่งการแยกตัว” และ “กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ”

2 “ผสมถั่วลันเตาดอกสีม่วงเฮเตอโรไซกัส” ในส่วนแสดงภาพเคลื่อนไหว

3 กฎแห่งการแยกตัว หมายถึง สิ่งที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมีอยู่เป็นคู่ๆ แต่ละคู่จะแยกจากกันในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์มีหน่วยควบคุมลักษณะเพียงหน่วยเดียว และจะกลับมาเข้าคู่กันอีกเมื่อมีการปฏิสนธิ

4 กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ เมนเดลศึกษาลักษณะที่แสดงออกสองลักษณะพร้อมกัน ในเซลล์สืบพันธุ์จะมีการรวมกลุ่มของหน่วยพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ การรวมกลุ่มเหล่านี้เป็นไปอย่างอิสระ ทำให้สามารถทำนายผลที่เกิดขึ้นในรุ่นลูกและรุ่นหลานได้

กำหนดการนำเสนอ

1 กดแป้นพิมพ์ครั้งแรกจะลบคำอธิบายในหน้าจอเดิมทั้งหมดขึ้นคำอธิบายตามข้อ 1 (overlay) แบบพลิกจากซ้ายไปขวา โดยให้แบ่งหน้าจอเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่แสดงภาพเคลื่อนไหว และส่วนของคำอธิบาย

2 เลือกกดคลิกที่คำในเครื่องหมายคำพูดคำ เมื่ออ่านเสร็จกดแป้นพิมพ์ข้อความนั้นจะถูกลบทิ้ง

3 เมื่อเลือกกดคลิกที่ การผสมถั่วลันเตาดอกสีม่วงเฮเตอโรไซกัส จะขึ้นภาพดอกสีม่วง Pp ผสมกัน และจะต้องกดแป้นพิมพ์ต่อไปเรื่อยๆ เพื่อขอดูภาพการเคลื่อนไหวจนจบที่อัตราส่วนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์

4 ภาพจาก Starr (1994 : 124 Fig 9.2b)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 46 ชื่อไฟล์ mendel16g32

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : กฎของเมนเดล 4/17

ภาพชายห่อลิ้นได้
หญิงห่อลิ้นไม่ได้
(Starr. 1994 : 136)

คุณรู้ไหมว่า เราใช้กฎแห่งการแยกตัวของเมนเดลในการอธิบายการถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ และใช้เป็นหลักการพื้นฐานได้จนถึงปัจจุบันนี้

กำหนดให้ผู้ชายในภาพมีจีโนไทป์เป็น BB

1. ผู้หญิงในภาพห่อลิ้นไม่ได้เป็นลักษณะด้อย มีจีโนไทป์อย่างไร?
2. บุตรของชายหญิงคู่นี้จะมีลักษณะเหมือนพ่อ หรือเหมือนแม่?
3. บุตรแต่ละคนมีฟีโนไทป์อย่างไร?
4. ถ้าบุตรของเขาไปแต่งงานกับคนที่มีจีโนไทป์เหมือนกัน เขาจะมีหลานห่อลิ้นได้ร้อยละเท่าไร?

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
ภาพจาก Starr (1994 : 136)	1 ภาพ ข้อความ และคำถามข้อ 1 ปรากฏแบบ mosaic 2 interaction แบบ tries limit ชนิด 2 ครั้ง ครั้งละ 1 ข้อ 3 ให้การเสริมแรงทั้งคำตอบถูกและผิด ก่อนให้คำเฉลย

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit4 กรอบที่ 47 ชื่อไฟล์ performmen

4 บิดาแห่งพันธุศาสตร์ : กฎของเมนเดล 4/18

พิมพ์ชื่อคุณแล้วกด Enter :

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 เปลี่ยนหน้าจอใหม่ รายงานผลการเรียนปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา มีรายละเอียดเหมือนกรอบที่ 13

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 48 ชื่อไฟล์ monohyb

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ความน่าจะเป็น	
ภาพไก่ 4 ภาพ (Curtis & Barnes. 1989 : 269 Fig 13.10) ภาพดอกบานเย็น (ภาพถ่าย) ภาพดอกลิ้นมังกร 3 ภาพ (Starr. 1994 : 130 Fig 9.11) กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ภาพและหัวเรื่องปรากฏแบบ pattern

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 49 ชื่อไฟล์ bo

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ความน่าจะเป็น 5/1	
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. สรุปความสำคัญของทฤษฎีความน่าจะเป็นต่อการศึกษาทางพันธุศาสตร์ได้ 2. บอกความแตกต่างของลักษณะเด่นสมบูรณ์และเด่นไม่สมบูรณ์ได้ กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ข้อความปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 เว้นระยะเวลาห่างกันข้อความละ 3-5 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 50 ชื่อไฟล์ mono1g34

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ความน่าจะเป็น 5/2

เหรียญแต่ละเหรียญมี 2 ด้าน → หัว / ก้อย

ความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญหนึ่งเหรียญ หมายถึง โอกาสที่เหรียญจะปรากฏเป็นด้านหัวหรือด้านก้อยมีเท่ากัน คือ 1 : 1 หรือ 50 : 50 หรือมีโอกาสที่จะเกิดหัวเท่ากับ ½ และโอกาสจะเกิดก้อยเท่ากับ ½

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 ความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญสองเหรียญ หมายถึง โอกาสที่เหรียญทั้งสองจะปรากฏโดยไม่ซ้ำกัน 4 แบบ คือ หัว-หัว ก้อย-หัว ก้อย-ก้อย แต่ละเหรียญมีโอกาสที่จะได้ด้านหัวหรือก้อยเท่ากับ ½ หรือร้อยละ 50 ในแต่ละแบบมีโอกาสดังนี้

โอกาสที่จะเกิดหัว-หัว = (½ x ½) = ¼

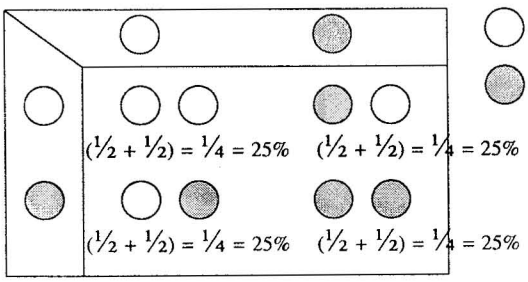
โอกาสที่จะเกิดก้อย-ก้อย = (½ x ½) = ¼

โอกาสที่จะเกิดหัว-ก้อย = (½ x ½) = ¼

โอกาสที่จะเกิดก้อย-หัว = (½ x ½) = ¼

จะเห็นว่า โอกาสที่จะเกิดหัว-ก้อย หรือ ก้อย-หัว จะเท่ากับ ¼ + ¼ = ½ ซึ่งมีโอกาสมากกว่าการเกิดหัว-หัว หรือก้อย-ก้อย

2



จะเห็นว่า โอกาสที่จะเกิดหัว-ก้อย หรือก้อย-หัว มีมากกว่าการเกิดหัว-หัว และก้อย-ก้อย

สรุปโอกาสเกิด หัว-หัว : หัว-ก้อย : ก้อย-ก้อย = 1 : 2 : 1

กำหนดการนำเสนอ

1 กดแป้นพิมพ์จะเปลี่ยนข้อความ

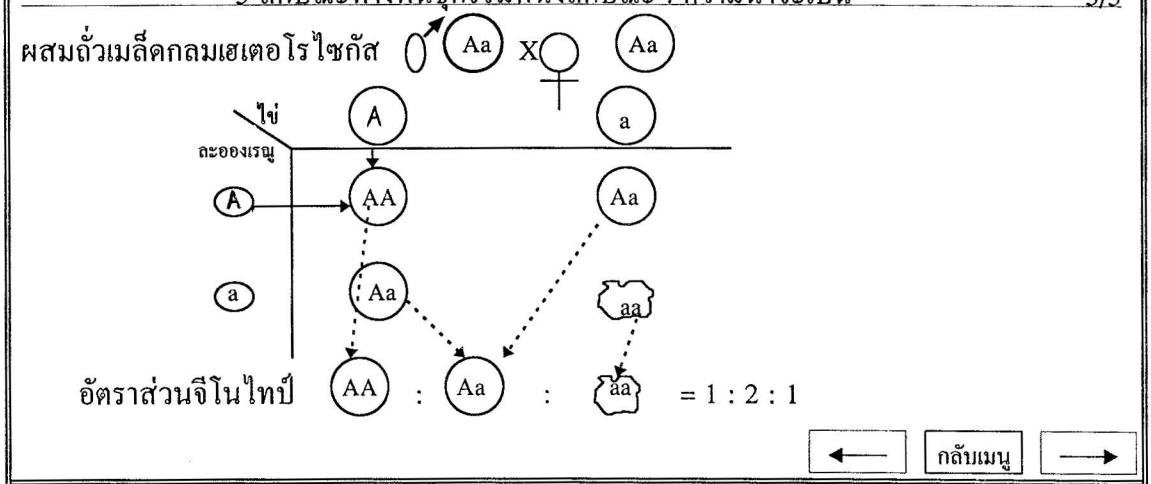
2 ข้อความ 1 ปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

3 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะเปลี่ยนเป็นตารางแสดงการเคลื่อนที่ของเหรียญแต่ละเหรียญโดยใช้ศรชี้แล้วลบศรและรูปเหรียญออกจากจอ เว้นระยะ 0.5 วินาที ขึ้นศรชุดใหม่ ทำจนครบ 4 ชุด จึงแสดงภาพเหรียญทั้ง 8 ในตารางและตัวเลขแสดงอัตราส่วนในตารางพร้อมกับปรากฏข้อความสรุปอัตราส่วนความน่าจะเป็นของการโยนเหรียญ 2 เหรียญ

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 51 ชื่อไฟล์ mendel1g17

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ความน่าจะเป็น 5/3



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 สัดส่วนของการถ่ายทอดลักษณะ 1 : 2 : 1 เป็นไปตามทฤษฎีความน่าจะเป็น

2 ตารางแสดงการผสมถั่วเมล็ดกลมกับตารางแสดงการโยนเหรียญ 2 เหรียญ

3 อัตราส่วนจีโนไทป์ AA:Aa:aa = 1 : 2 : 1

4 อัตราการเกิด หัว-หัว : หัว-ก้อย : ก้อย-ก้อย = 1 : 2 : 1

กำหนดการนำเสนอ

1 ขึ้นข้อความ ..ผสมถั่ว.. และภาพเมล็ดกลมแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะแสดงภาพการแยกเซลล์ไข่และละอองเรณู โดยใช้ศรชี้ปลายศรจะได้ภาพเซลล์สืบพันธุ์ แบบ mosaic ลบศรออก

3 แสดงการรวมของเซลล์สืบพันธุ์ได้ถั่วเมล็ดกลมและเมล็ดขรุขระ พร้อมกับจีโนโทป์ ภาพปรากฏแบบ mosaic และสิ้นสุดที่อัตราส่วนของจีโนไทป์

4 กดแป้นพิมพ์ ลบจอภาพแบบ mosaic

5 ปรากฏข้อความ 1 และตารางการผสมถั่วเมล็ดกลมพันทางขึ้นคู่กับตารางการโยนเหรียญ 2 เหรียญ

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 52 ชื่อไฟล์ mono2g35

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ความน่าจะเป็น 5/4

อัตราส่วนของจีโนไทป์ AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1

อัตราส่วนของฟีโนไทป์ กลม : กลม : ขรุขระ = 1 : 2 : 1

กลม : ขรุขระ = 3 : 1

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
1 ลักษณะภายนอกของถั่วเมล็ดกลมหรือเมล็ดขรุขระ ที่สามารถระบุจีโนไทป์ได้ เพราะมีจีโนไทป์เพียงแบบเดียวเท่านั้น? 2 จีโนไทป์ของลักษณะด้อยคืออะไร? ถ้าให้ A แทนลักษณะเด่น 3 จีโนไทป์ของลักษณะเด่นมีอะไรบ้าง?	1 ภาพและข้อความปรากฏทีละบันทัดแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 กดแป้นพิมพ์เพื่อดูภาพแต่ละบันทัด 3 กดแป้นพิมพ์เพื่อดูภาพวีดิทัศน์ถั่วเมล็ดกลมและเมล็ดขรุขระ 4 คำถามปรากฏพร้อมวีดิทัศน์

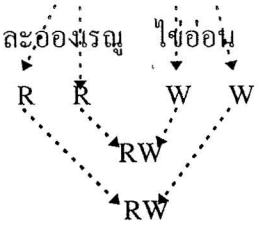
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 53 ชื่อไฟล์ mono3g36

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ 5/5

ผสมดอกบานเย็นสีแดงกับดอกบานเย็นสีขาว ให้ R แทนดอกบานเย็นสีแดง W แทนดอกบานเย็นสีขาว

รุ่นพ่อแม่ ดอกบานเย็นสีแดง RR X WW ดอกบานเย็นสีขาว



เซลล์สืบพันธุ์

ลูกรุ่นที่ 1 (F_1)

การเขียนจีโนไทป์ของลักษณะเด่นไม่สมบรูณ์ สามารถใช้ตัวอักษรตัวเดียวกันได้ เช่น ให้ R แทนดอกบานเย็นสีแดง r แทนดอกบานเย็นสี



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 ข้อความปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 กดแป้นพิมพ์จึงจะปรากฏภาพเคลื่อนไหว

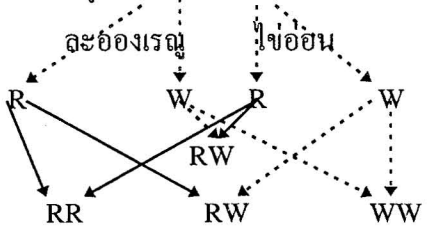
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 54 ชื่อไฟล์ mono4g37

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ 5/6

ผสมลูกรุ่นที่ 1 (F_1) ดอกบานเย็นสีชมพูกับดอกบานเย็นสีชมพู (ให้ R แทนสีแดง W แทนสีขาว)

รุ่น F_1 ดอกบานเย็นสีชมพู RW X RW ดอกบานเย็นสีชมพู



ลูกรุ่นที่ 2 (F_2)

อัตราส่วนจีโนไทป์ของ F_2 RR : RW : WW = 1 : 2 : 1

อัตราส่วนฟีโนไทป์ของ F_2 สีแดง : สีชมพู : สีขาว = 1 : 2 : 1

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 การถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ คือ การที่ยีนเด่นไม่สามารถข่มยีนด้อย ลูกที่มีจีโนไทป์เป็นเฮเตอโรไซกัสจึงแสดงลักษณะแตกต่างไปจากโฮโมไซกัสของยีนเด่น ในกรณีเช่นนี้จึงทำให้ลูกรุ่นที่ 2 (F_2) มีอัตราส่วนของจีโนไทป์เท่ากับอัตราส่วนของฟีโนไทป์ ซึ่งต่างจากลักษณะของต้นถั่วลันเตาที่มีการข่มของลักษณะเด่นเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

2 การใช้อักษรเขียนแสดงจีโนไทป์ ทำได้หลายกรณี เช่น ใช้อักษรคนละตัวเพื่อแสดงให้เห็นว่า เป็นลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ ซึ่งยีนเด่นไม่สามารถข่มยีนด้อย หรือจะใช้อักษรตัวเดียวกัน คือ ให้อักษรตัวใหญ่แทนยีนเด่น และอักษรตัวเล็กแทนยีนด้อยตามแบบของเมนเดลได้เช่นกัน

กำหนดการนำเสนอ

1 ข้อความพร้อมภาพวาดวงกลมสีชมพูมีตัวอักษร RW อยู่ตรงกลาง แบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะเห็นภาพการเคลื่อนไหว

3 เมื่อกดแป้นพิมพ์หลังข้อความอัตราส่วนฟีโนไทป์ ภาพกลางจอจะถูกลบหายไปแบบพลิกจากซ้ายไปขวา ปรากฏข้อความ 1 แทน

4 เมื่อจบข้อความ 1 หน้าจอจะขึ้นข้อความกดแป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนคำอธิบาย

5 กดแป้นพิมพ์จะลบข้อความ 1 แบบพลิกจากซ้ายไปขวา แทนที่ด้วยข้อความ 2 แบบพลิกจากซ้ายไปขวา

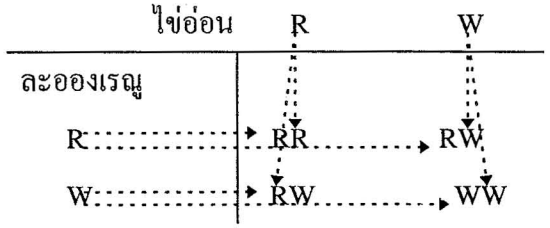
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 55 ชื่อไฟล์ table

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ 5/7

หรือแสดงการใช้ตารางได้ดังนี้

รุ่น F_1 ดอกบานเย็นสีชมพู RW X RW ดอกบานเย็นสีชมพู



อัตราส่วนจีโนไทป์ของ F_2 RR : RW : WW = 1 : 2 : 1

อัตราส่วนฟีโนไทป์ของ F_2 สีแดง : สีชมพู : สีขาว = 1 : 2 : 1

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
ข้อความ 1 และข้อความ 2 ของกรอบ 54	1 ข้อความและภาพวงกลมสีชมพูมีอักษร RW ปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะแสดงการแยกตัวของยีนไปยังเซลล์สืบพันธุ์ และแสดงการรวมของยีนในเซลล์สืบพันธุ์ 3 กดแป้นพิมพ์ลบตาราง ปรากฏข้อความ1, 2 ของกรอบ 54

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 56 ชื่อไฟล์ ตัวอย่าง

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ความน่าจะเป็น 5/8

ดอกบานเย็นสีแดง

ดอกบานเย็นสีชมพู

ดอกพุทธรักษา

วัวสีน้ำตาล (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 201 Fig 13.1)

ดอกลิ้นมังกรสีแดง สีขาว สีชมพู (Starr. 1994 : 130 Fig 9.11)

วัวสีขาว (โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. 2535 : 64)

ลักษณะบางลักษณะยีนที่ควบคุมไม่สามารถแสดงลักษณะเด่นได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้ลูกรุ่นที่ 1 (F_1) แสดงออกทั้งลักษณะเด่นและลักษณะด้อยเรียก การถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ เช่น การถ่ายทอดสีของดอกบานเย็น ดอกลิ้นมังกร ดอกพุทธรักษา การถ่ายทอดสีขนของวัว และสีขนของไก่บางชนิด ซึ่งแตกต่างจากลักษณะของต้นถั่วลันเตาที่มีการข่มของลักษณะเด่นเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ แต่การถ่ายทอดของลักษณะเหล่านี้ ยังคงเป็นไปตามกฎของเมนเดล

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 ภาพและข้อความปรากฏแบบ pattern

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 57 ชื่อไฟล์ sampleincom

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ความน่าจะเป็น 5/9

สีชมพู

สีแดง

สีแดง

ยีนที่กำหนดสีแดงและสีขาวในดอกบานเย็นมีการข่มแบบไม่สมบูรณ์

1. ดอกบานเย็นสีขาวเป็นลักษณะด้อย มีจีโนไทป์อย่างไร ? ให้ S แทนสีแดง V แทนสีขาว

2. ลูกที่เกิดจากการผสมดอกบานเย็นสีแดงและสีขาว จะมีจีโนไทป์เป็นโฮโมไซกัส หรือเฮเตอโรไซกัส?

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 ภาพและคำถามปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวาทีละข้อ 2 กดแป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนหน้าจอใหม่

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 57(ต่อ) ชื่อไฟล์ sampleincom

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ความน่าจะเป็น 5/9

ดอกลิ้นมังกรสีแดงสีชมพู สีขาว (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 200 Fig 13.2)	ดอกพุทธรักษา สีแดง	ดอกพุทธรักษา สีชมพู

3. ดอกพุทธรักษาสีชมพูได้จากการผสมดอกพุทธรักษาสีแดงกับสีอะไร ?

4. ลูกที่ได้จากการผสมระหว่างพ่อวัวขนสีขาวและแม่วัวขนสีแดง จะมีจีโนไทป์เป็นโฮโมไซกัส หรือเฮเตอโรไซกัส ?

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
โปรดทราบ การเขียนจีโนไทป์ของลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น ใช้อักษรตัวใหญ่คนละตัวแทนยีน เช่นให้ S แทนสีแดง V แทนสีขาว หรือใช้อักษรตัวเดียวกันตามแบบเมนเดลได้เช่น ให้ S แทนสีแดง s แทนสีขาว	1 ภาพและคำถามปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวาทีละข้อ 2 กดแป้นพิมพ์เปลี่ยนภาพและคำถาม 3 ภาพวัวสีแดงและวัวสีขาวและคำถามข้อ 4 ปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 4 คำถามทุกข้อเป็น interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit5 กรอบที่ 58 ชื่อไฟล์ performmono

5 ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ : ความน่าจะเป็น 5/1

พิมพ์ชื่อของคุณแล้วกด Enter :

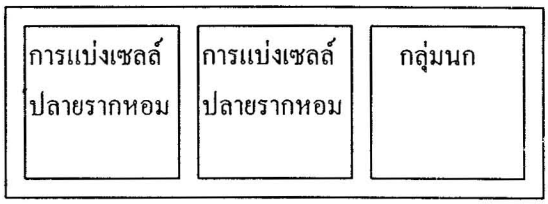
← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 ข้อความปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 รายละเอียดของการรายงานผลการเรียนเหมือนกรอบที่ 13

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 59 ชื่อไฟล์ gene

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม



กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 พื้นจอสีเขียวอ่อน ชื่อหน่วยสีน้ำตาลแดง ภาพปรากฏแบบ pattern

2 ภาพจาก Campbell, Mitchell & Reece (1994 : 138A, 148) (ภาพปลายรากหอมหน้า 138A, ภาพนกหน้า 148)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 60 ชื่อไฟล์ bo1

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 6/1

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้
2. สรุปและบอกจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายจากจำนวนโครโมโซมของเซลล์สืบพันธุ์ที่กำหนดให้ได้ หรือบอกจำนวนโครโมโซมของเซลล์สืบพันธุ์จากจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายที่กำหนดให้ได้
3. บอกสิ่งกำหนดเพศในมนุษย์ได้
4. แสดงการจัดเรียงคู่ของโครโมโซมได้ และบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดเรียง และแสดงการจัดเรียงคู่โครโมโซมได้

กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 ข้อความปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา ทีละข้อ ห่างกันข้อละ 3 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 61 ชื่อไฟล์ gene1g39

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 6/2

DNA ยีน โครมาติน "โครโมโซม"

(Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 140-141 Fig 9.3) (Raven & Johnson. 1995b : 161 Fig 9.6)

"ยีน" เป็นส่วนหนึ่งของสารเคมี คือ "DNA (deoxyribonucleic acid)" มีโครงสร้างเป็นสายยาวพันกันเป็นเกลียวคู่ ทำหน้าที่กำหนดกิจกรรมทุกอย่างภายในเซลล์ โดยควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนชนิดต่างๆ เช่น เอนไซม์ ฮีโมโกลบิน ฮอร์โมนบางชนิด

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
1 โครงสร้าง DNA (Curtis & Barnes. 1989 : 234) 2 ยีนเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม แต่ละโครโมโซมมียีนกำหนดลักษณะต่างๆ เป็นจำนวนมาก 3 โครโมโซมจะเห็นได้ในขณะที่เซลล์มีการแบ่งนิวเคลียส์ โครโมโซมเกิดจากการหดตัวแน่นของเส้นใยโครมาติน ในเซลล์ที่ไม่แบ่งตัว โครมาตินจะพันกันอย่างหลวมๆ อยู่ภายในนิวเคลียส	1 ภาพและข้อความปรากฏแบบ mosaic 2 กดคลิกที่ ".." เพื่อขอดูคำอธิบายเพิ่ม 3 กดแป้นพิมพ์เพื่อลบคำอธิบายแบบ mosaic กลับสู่หน้าจอเดิม

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 62 ชื่อไฟล์ gene2g40

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 6/3

"วัฏจักรชีวิต"

แผนภาพ ชาย หญิง เซลล์อสุจิ เซลล์ไข่ ไซโกต ทารก

(Raven & Johnson. 1995b : 167 Fig 9.14)

ร่างกายสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์ 2 ประเภท คือ เซลล์ร่างกาย และเซลล์สืบพันธุ์ เซลล์ร่างกายทุกเซลล์เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส เซลล์สืบพันธุ์ คือ ไข่และอสุจิ เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
1 จากแผนภาพที่เห็นวัฏจักรชีวิตของคุณเริ่มต้นจากอะไร ? 2 ในวัฏจักรชีวิตการแบ่งเซลล์แบบใดเกิดขึ้นมากที่สุด ? 3 จากวัฏจักรชีวิต อะไรเป็นสิ่งกำหนดเพศของคุณ ?	1 ภาพและข้อความปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 กดคลิกที่ ".." เพื่อขอดูคำถาม

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 63 ชื่อไฟล์ gene3g41

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 6/4	
การแบ่งเซลล์ประกอบด้วย → การแบ่งนิวเคลียส การแบ่งไซโตพลาสซึม การแบ่งนิวเคลียสแบบ → ไมโตซิส ไมโอซิส ← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ขึ้นข้อความทีละประโยคแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 ศรสีน้ำเงินเข้ม

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 64 ชื่อไฟล์ gene4g42

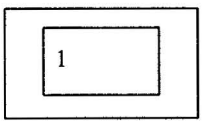
6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส 6/5	
ภาพวาดการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส 7 ภาพ (กดแป้นพิมพ์จะปรากฏทีละภาพ) (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 145 Fig 9.6)	
ภาพเดิมจัดวางใหม่ การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสเป็นการแบ่ง"เซลล์ร่างกาย"ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ซึ่งมีโครโมโซมเหมือนเซลล์เดิมทั้งจำนวน รูปร่าง และขนาด การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสเกิดขึ้นที่บริเวณ"เนื้อเยื่อเจริญ"ของร่างกาย ← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง 1 เซลล์ร่างกายได้แก่ เซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกาย เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาว เซลล์กล้ามเนื้อลาย เซลล์กล้ามเนื้อเรียบ เซลล์กระดูก เซลล์เยื่อบุผิว เซลล์ประสาท เป็นต้น 2 เนื้อเยื่อเจริญ คือ บริเวณที่มีการแบ่งเซลล์ เช่น ผิวหนังชั้นหนังกำพร้าที่ติดชั้นหนังแท้ โคนรากผม เยื่อบุกระเพาะ บริเวณปลายยอด ปลายรากของพืช ฯลฯ	กำหนดการนำเสนอ 1 ภาพและข้อความปรากฏแบบ mosaic 2 กดคลิกที่ ".." จะขึ้นข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

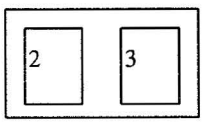
Unit6 กรอบที่ 65 ชื่อไฟล์ gene5g43

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส 6/6

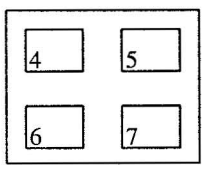
การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโตซิสแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ



1 ระยะแรก เมื่อย้อมสีส่วนของนิวเคลียสจะติดสีเข้ม เรียกส่วนที่ติดสีว่า โครมาติน ระยะนี้สารพันธุกรรมคือ DNA ถูกสร้างเพิ่มขึ้นจากเดิมอีกหนึ่งเท่าตัว โครมาตินจะหดสั้น เยื่อหุ้มนิวเคลียสสลายตัว



2 ระยะที่เห็นโครโมโซม เป็นระยะที่โครโมโซมหดสั้นและเห็นได้ชัดว่า มีการสร้างสารพันธุกรรมเพิ่มขึ้น โดยการจำลองโครโมโซม หนึ่งโครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาติด โครมาติดทั้งสองยังคงติดกันตรงส่วนที่เรียกว่า เซนโตรเมียร์



3 ระยะแบ่งโครโมโซมที่จำลองตัว โครโมโซมที่ประกอบด้วย 2 โครมาติดเคลื่อนที่มาเรียงตัวอยู่ในแนวกลางเซลล์ แบ่งเซนโตรเมียร์เป็นสองส่วน แต่ละโครโมโซมถูกดึงให้เคลื่อนที่ไปยังขั้วทั้งสองของเซลล์ และคลายตัวยืดยาวเป็นเส้นใยโครมาตินดังเดิม และสร้างเยื่อหุ้มล้อมรอบนิวเคลียส

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพและข้อความแบ่งเป็น 3 ชุด แต่ละชุดจะแสดงแบบพลิกจากซ้ายไปขวา เมื่อกดแป้นพิมพ์

2 ชุดแรกแผ่นรองภาพ และตัวอักษรสีเขียวเข้ม ชุดที่ 2 แผ่นรองภาพและตัวอักษรสีน้ำเงินเข้ม ชุดที่ 3 แผ่นรองภาพและตัวอักษรสีม่วงเข้ม ใช้ตัวอักษรขนาด 14 และภาพจากกรอบ 64

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 66 ชื่อไฟล์ gene6g44

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส 6/7

การแบ่งเซลล์ของแบคทีเรีย (Mader. 1993 : 156 Fig 10.2a)	การแบ่งผนังเซลล์พืช (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 150 Fig 9.9)

ภาพถ่ายการสร้างผนังเซลล์ของพืช 3 ภาพ (Fig 9.9)

ในเซลล์พืชจะสร้างแผ่นกั้นกลางเซลล์ เจริญเป็นผนังเซลล์แบ่ง "ไซโตพลาสซึม"ออกเป็นสองส่วนได้เซลล์ใหม่สองเซลล์มีขนาดเล็กกว่าเซลล์เดิมครึ่งหนึ่ง เซลล์ที่ได้จะเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงรูปร่างและหน้าที่ ถ้าอยู่ในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญจะเกิดการแบ่งเซลล์อีกวนเวียนเป็นวัฏจักร

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 การแบ่งไซโตพลาสซึมของเซลล์พืชเกิดพร้อมการแบ่งผนังเซลล์

กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพและข้อความปรากฏแบบmosaic

2 กดคลิกที่ ".." เพื่อขอดูคำอธิบาย

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 67 ชื่อไฟล์ gene7g44.1

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส 6/8

การแบ่งไซโตพลาสซึมของเซลล์สัตว์

(Mader. 1993 : 164 Fig 10.10)

ในเซลล์สัตว์ไซโตพลาสซึมจะคอดเว้ากลางเซลล์ แบ่งไซโตพลาสซึมออกเป็นสองส่วน ได้เซลล์ใหม่สองเซลล์ มีขนาดเล็กกว่าเซลล์เดิมครึ่งหนึ่ง เซลล์ที่ได้จะเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปทำหน้าที่เฉพาะ ถ้าอยู่ในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญจะเกิดการแบ่งเซลล์ขึ้นอีก เป็นวัฏจักรของเซลล์

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพปรากฏแบบ mosaic เมื่อกดแป้นพิมพ์จึงขึ้นข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 68 ชื่อไฟล์ gene6g44.2

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส 6/9

เซลล์ปลายรากหอม

2 ภาพ

(Curtis & Barnes. 1989 : 147 Fig 7.6)

ภาพถ่ายเซลล์ปลายรากหอมบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ จะเห็นว่า ประกอบด้วยเซลล์เป็นจำนวนมาก ซึ่งอยู่ในระยะต่างๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสเซลล์ที่แบ่งเซลล์เสร็จจะเจริญเติบโต ถ้าเซลล์ยังอยู่ในบริเวณเนื้อเยื่อเจริญก็จะเริ่มเข้าวัฏจักรการแบ่งเซลล์อีก เซลล์ที่อยู่นอกบริเวณเนื้อเยื่อเจริญจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปทำหน้าที่เฉพาะในส่วนต่างๆ ทำให้พืชเจริญเติบโต หรือส่วนนั้นๆเจริญ เช่น การที่ผมของคุณยาวได้ การงอกของเล็บ เป็นต้น

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

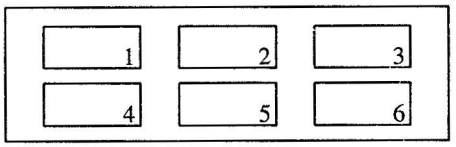
1 ภาพปรากฏแบบ mosaic

2 กดแป้นพิมพ์จะปรากฏคำอธิบายแบบพลิกจากซ้ายไปขวาทับบนภาพเซลล์ปลายรากหอมด้านขวามือ (Campbell, Mitchell & Reece. 1994 : 138 FigA)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 69 ชื่อไฟล์ gene6g44.3

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส 6/10



คุณระบุได้ไหมว่า

1. ภาพใดเป็นเซลล์ที่เจริญเติบโตเต็มที่พร้อมที่จะแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส?
2. ภาพใดมีการแบ่งโครโมโซมที่จำลองไว้?
3. ภาพใดแสดงเซลล์ที่แบ่งไซโตพลาสซึมเสร็จแล้ว?



กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพ (Curtis & Barnes. 1989 : 147 Fig 7.6) และคำถามข้อ 1 ปรากฏแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 เมื่อตอบคำถามข้อ 1 แล้วกดแป้นพิมพ์เปลี่ยนภาพชุดที่ 2 (6 ภาพ) (Raven & Johnson. 1995 a : 121 Fig 10.9) และคำถามเมื่อตอบคำถามข้อ 2 แล้วกดแป้นพิมพ์จะเปลี่ยนภาพเป็นภาพชุดที่ 3 (6 ภาพ) (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 145 Fig 9.6) พร้อมคำถามแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

3 คำถามมี interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 70 ชื่อไฟล์ gene6g44.4

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส 6/11

รวมภาพคำถามชุดการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส

ภาพเฉลยเรียงลำดับการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสถูกต้อง



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพคำถามจากกรอบ 69 ก่อนแบบ mosaic

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์ขึ้นภาพเฉลยแบบ mosaic

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 71 ชื่อไฟล์ gene7g45

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 6/12

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเกิดขึ้นกับเซลล์ในอวัยวะสืบพันธุ์ ประกอบด้วยการแบ่งนิวเคลียส และการแบ่งไซโตพลาสซึม การแบ่งนิวเคลียสแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ "ไมโอซิสระยะที่ 1" และ "ไมโอซิสระยะที่ 2"

ภาพวาด 1 ภาพถ่าย 1

ภาพวาด 2 ภาพถ่าย 2

ภาพวาด 3 ภาพถ่าย 3

ภาพวาด 4 ภาพถ่าย 4

ภาพวาดการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่ 1 (4ภาพติดกัน)
(Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 158 Fig 10.6)

ไมโอซิสระยะที่ 1 มีการจำลองโครโมโซม โครโมโซมที่เหมือนกันซึ่งมีอยู่แล้วภายในเซลล์จะมาจับคู่กัน และแยกตัวออกจากกันเมื่อเสร็จสิ้นการแบ่งเซลล์ระยะที่ 1 ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

ไมโอซิสระยะที่ 2 เป็นระยะที่มีการแบ่งโครโมโซมที่จำลองไว้ให้แยกออกจากกัน เมื่อเสร็จสิ้นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้เซลล์ใหม่ 4 เซลล์ แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้นของระยะไมโอซิส 1 (ภาพจาก Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 159 Fig 10.6)

กำหนดการนำเสนอ

1 ข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา เมื่อกดคลิกที่ "..ระยะที่1" จะแสดงคำอธิบายบนแผ่นรองภาพสีเทาเข้ม

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะปรากฏภาพวาดแบบ mosaic ด้านบนของข้อความ ตัดภาพมาแสดงครึ่งหนึ่งเฉพาะหน้า 158

3 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะแสดงภาพวาดและภาพถ่ายทีละคู่ แบบ mosaic โดยกดแป้นพิมพ์เพื่อขอดูภาพจนครบ 4 คู่

4 กดแป้นพิมพ์ลบคำอธิบายและภาพทั้งหมด

5 เมื่อกดคลิกที่ "..ระยะที่ 2" จะแสดงคำอธิบายบนแผ่นรองภาพ โดยแสดงคำอธิบายก่อน เมื่อกดแป้นพิมพ์จึงจะแสดงภาพวาดบนคำอธิบาย เมื่อกดแป้นพิมพ์ใหม่จะแสดงภาพวาดและภาพถ่ายทีละคู่ ซึ่งเงื่อนไขการแสดงภาพเป็นแบบ mosaic ภาพหน้า 159

6 กดแป้นพิมพ์ลบคำอธิบายและภาพทั้งหมดแบบ remove down

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 72 ชื่อไฟล์ gene8g46

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 6/13

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

(Raven & Johnson. 1995 b : 169 Fig 9.15)

"รู้ไหมว่า"

1. จากภาพทั้งหมด เซลล์ในภาพใดไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ?
2. ภาพซ้ายมือมีความหมายตรงกับภาพหมายเลขใด ?
3. ภาพที่เห็นมีความหมายตรงกับภาพหมายเลขใด ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่ 1 ?

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส แบบ mosaic ขนาดใหญ่เกือบเต็มจอ ใช้ศรชี้วัฏจักร

2 กดคลิกที่ "..ระยะที่ 1" จะแสดงภาพวาดและคำอธิบายของระยะที่ 1 เหมือนกรอบ 71 ซ้ำอีกครั้ง

3 กดคลิกที่ "..ระยะที่ 2" จะแสดงภาพวาดและคำอธิบายของระยะที่ 2 เหมือนกรอบ 71 ซ้ำอีกครั้ง

4 กดคลิกที่ "รู้ไหมว่า" จะเปลี่ยนจอภาพ ปรากฏภาพเซลล์ 8 ภาพ แต่ละภาพมีหมายเลขกำกับ พร้อมขึ้นคำถามข้อ 1 กำหนด interaction แบบ tries limit 2 ครั้ง ให้การเสริมแรงก่อนการเฉลยคำตอบทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด กดแป้นพิมพ์ลบคำถามข้อ 1 แสดงคำถามข้อ 2 โดยคำถามทั้ง 3 ข้อใช้เงื่อนไขเหมือนกัน

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 73 ชื่อไฟล์ gene9g47

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 6/14

แสดงวีดิทัศน์เซลล์อสุจิ

ภาพวาดการแบ่งเซลล์อสุจิ (Ferl, Wallace & Sanders . 1996 : 161 Fig 10.8)

ภาพเซลล์อสุจิ (Postlethwait & Hopson. 1992 : 270 Fig 13.5)

ถ้าเป็นการแบ่งเซลล์ในอัณฑะเซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่ 2 จะเปลี่ยนแปลงต่อไปโดยมีไซโตพลาสซึมเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยเพื่อเป็นหางสำหรับเคลื่อนที่

ภาพเซลล์อสุจิ (Curtis & Barnes. 1989 : 97 Fig 4.15

← กลับเมนู ←

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพวาดการแบ่งเซลล์อสุจิและคำอธิบายแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะแสดงภาพวีดิทัศน์เซลล์อสุจิ (VC 1074) และการเคลื่อนที่

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 74 ชื่อไฟล์ gene10g48

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 6/15

ภาพวาดการแบ่งเซลล์ไข่ (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 161 Fig 10.8)	การแบ่งเซลล์ในรังไข่แบบไมโอซิสระยะแรก เซลล์ที่ได้จากการแบ่งตัวมีขนาดไม่เท่ากัน การแบ่งเซลล์จะค้างอยู่ในระยะที่โครโมโซมมาเรียงอยู่กลางเซลล์ ถ้าไม่มีการปฏิสนธิเซลล์ไข่จะสลายไป ถ้ามีการปฏิสนธิจะเกิดการแบ่งนิวเคลียสในระยะไมโอซิส 2 เกิดขึ้น ได้เซลล์ที่มีขนาดไม่เท่ากัน เซลล์ที่มีขนาดเล็กจะสลายไปเหลือเซลล์ไข่ ซึ่งมีขนาดใหญ่เพียงเซลล์เดียว



กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพวาดการแบ่งเซลล์ไข่ระยะที่ 1 และข้อความ 2 บันทัดแรกก่อนแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์แสดงภาพวาดการแบ่งเซลล์ไข่ระยะที่ 2 และข้อความที่เหลือทั้งหมด

3 ข้อความปรากฏบนภาพเซลล์ไข่ (Campbell, Mitchell & Reece. 1994 : 518 Fig b)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 75 ชื่อไฟล์ gene11g49

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : จำนวนโครโมโซม 6/16

สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม	
	เซลล์ร่างกาย	เซลล์สืบพันธุ์
มนุษย์	46	23
วัว	60	?
แมลงหวี่	?	4
ถั่วลันเตา	14	?
หัวหอม	?	8
ข้าวโพด	20	?
มะเขือเทศ	?	12

1. เซลล์สืบพันธุ์ของวัวมีจำนวนโครโมโซม = ... โครโมโซม
2. เซลล์ร่างกายของแมลงหวี่มี..... โครโมโซม
3. ละอองเรณูของถั่วลันเตามีจำนวนโครโมโซม = ... โครโมโซม
4. เซลล์รากหอมมีโครโมโซม =..... โครโมโซม
5. เซลล์ไข่อ่อนของข้าวโพดมีจำนวนโครโมโซม = ... โครโมโซม
6. เซลล์ใบของมะเขือเทศมีโครโมโซม = ... โครโมโซม



กำหนดการนำเสนอ

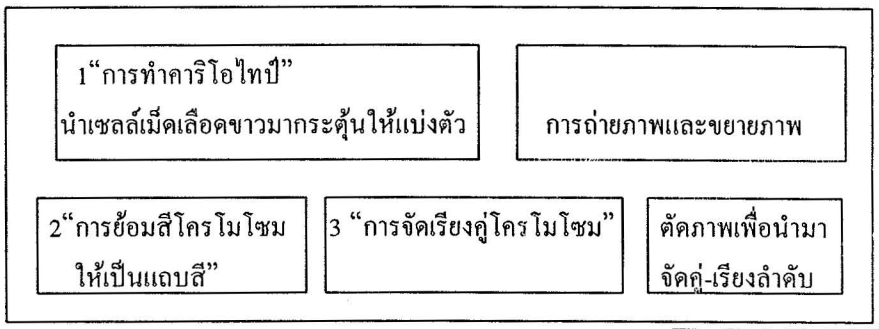
1 แสดงตารางแบบพลิกจากซ้ายไปขวา กลางจอภาพ

2 เมื่อกดคลิกที่เครื่องหมายคำถามช่องใดจะปรากฏคำถาม interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง ให้การเสริมแรงก่อนการเฉลยทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิด

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 76 ชื่อไฟล์ gene12g50

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : คาริโอไทป์ 6/17



← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 นำเซลล์เม็ดเลือดขาวมาเพาะในน้ำยาเพื่อกระตุ้นให้เซลล์แบ่งตัวจนถึงระยะที่โครโมโซมจัดเรียงตัวอยู่กลางเซลล์ ซึ่งเป็นระยะที่เห็นลักษณะของแต่ละโครโมโซมได้ชัดเจน จึงถ่ายภาพโครโมโซมผ่านกล้องจุลทรรศน์นำไปขยายให้ใหญ่ขึ้น แล้วตัดภาพโครโมโซมแต่ละอันออก นำมาเรียงเป็นคู่ โดยใช้ลำดับความยาวและลักษณะรูปร่างของโครโมโซม ซึ่งใช้ตำแหน่งของเซนโตรเมียร์เป็นหลัก เรียกวิธีการนี้ว่า การทำคาริโอไทป์

2 ภาพการย้อมสีโครโมโซมให้เป็นแถบสี ซึ่งมีลักษณะจำเพาะสำหรับโครโมโซมแต่ละคู่

3 การจัดเรียงคู่โครโมโซมนั้นยากที่จะทำได้อย่างแม่นยำ มีบางคู่เท่านั้นที่ทำได้ นักวิทยาศาสตร์จึงคิดหาวิธีเพิ่มความแม่นยำในการจัดเรียงโครโมโซม โดยย้อมสีให้เกิดแถบสีจำเพาะสำหรับโครโมโซมแต่ละคู่ เพื่อให้มองเห็นความแตกต่างระหว่างโครโมโซมได้ชัดเจนและสะดวกต่อการนำมาจัดคู่

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพแบบ mosaic

2 กดคลิกที่ "..." จะขึ้นคำอธิบายแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

3 เมื่อกดแป้นพิมพ์คำอธิบายและภาพจะถูกลบแบบ remove down

4 แสดงภาพใหม่แบบ remove up

5 ภาพ 1 จาก Mader (1993 : 216 Fig 14.1)

6 ภาพ 2 จาก Raven & Johnson (1995 b : 161 Fig 9.6) overlay เป็นภาพจาก Mader (1993 : 196)

7 ภาพ 3 จาก Postlethwait & Hopson (1992 : 250 Fig 12.8) overlay เป็นภาพจาก Passarge (1995 : 173 Fig A)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 77 ชื่อไฟล์ gene13g51

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : โครโมโซมเพศ 6/18

ภาพคาริโอไทป์ขาวดำ 46,XX และ 46,XY (Passage. 1995 : 173 Fig B)

ภาพคาริโอไทป์ย้อมสีหญิงและชาย (Raven & Johnson. 1995 a : 206 Fig 10.6)

โครโมโซมของเซลล์มนุษย์แต่ละเซลล์มี 46 โครโมโซม แบ่งเป็นโครโมโซมร่างกาย (autosome) 44 โครโมโซม และโครโมโซมเพศ 2 โครโมโซม"โครโมโซมเพศหญิง"เป็น XX "โครโมโซมเพศชาย"เป็น XY

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
1 โครโมโซมเพศของเพศหญิงเป็น XX ในเซลล์ร่างกายของเพศหญิงแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็น 44 + XX โครโมโซม หรือนิยมเรียกว่า 46,XX 2 โครโมโซมเพศของเพศชายเป็น XY ในเซลล์ร่างกายของเพศชายแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเป็น 44 + XY โครโมโซม หรือนิยมเรียกว่า 46,XY	1 แสดงภาพแบบ mosaic 2 กดคลิกที่ ".." คำอธิบายแสดงแบบพลิกจากซ้ายไปขวา เมื่อกดแป้นพิมพ์จะถูกลบออกจากจอแบบ remove down

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 78 ชื่อไฟล์ gene14g

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การกำหนดเพศ 6/19

เพศชายผลิตอสุจิที่มีโครโมโซมเพศต่างกัน 2 ชนิด คือ

46,XY → อสุจิชนิด X --------> 23,X
46,XY → อสุจิชนิด Y--------> 23,Y

เพศหญิงผลิตไข่ที่มีโครโมโซมเพศชนิดเดียว คือ

46,XX-------->ไข่ชนิด X ----------> 23,X

← กลับเมนู →

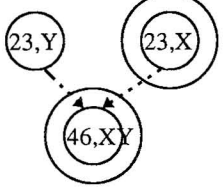
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงข้อความทีละบันทัดแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 กดแป้นพิมพ์จึงจะแสดงบันทัดต่อไปจนเต็มหน้าจอ

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 79 ชื่อไฟล์ gene14g52

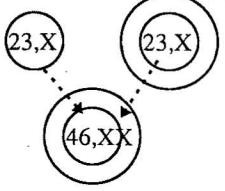
6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การกำหนดเพศ 6/20

อสุจิชนิด Y รวมกับไข่ชนิด X



ลูกชายมีโครโมโซม 46,XY

อสุจิชนิด X รวมกับไข่ชนิด X



ลูกสาวมีโครโมโซม 46,XX

โอกาสเกิดลูกชายและลูกสาวเท่ากัน คือ 1 : 1 หรือ 50 : 50

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความอสุจิและไข่แบบพลิกจากซ้ายไปขวา ภาพแบบ mosaic

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์เป็นภาพเคลื่อนไหวของอสุจิ Y เข้ารวมกับไข่ X ได้ 46,XY ตามด้วยข้อความ

3 เมื่อกดแป้นพิมพ์เป็นภาพเคลื่อนไหวของอสุจิ X เข้ารวมกับไข่ X ได้ 46,XX ตามด้วยข้อความ

4 เว้นระยะ 3 วินาทีแสดงข้อความโอกาสเกิดลูกชายและลูกสาว แบบพลิกจากซ้ายไปขวา

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 80 ชื่อไฟล์ gene14g52.1

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การกำหนดเพศ 6/21

ภาพอสุจิกับเซลล์ไข่ (Starr. 1994 : 99)	ภาพอสุจิกับเซลล์ไข่ (Campbell, Mitchell & Reece. 1994 : 528 Fig A)

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

ช่วยบอกสักนิด

1 เซลล์สืบพันธุ์ที่เห็นเป็นจำนวนมากเพศใดเป็นผู้สร้าง ?

2 เซลล์สืบพันธุ์ดังกล่าวมีชื่อเรียกว่าอะไร ?

3 ชายคนหนึ่งขอหย่าภรรยาโดยให้เหตุผลว่า ภรรยาไร้สมรรถภาพ เนื่องจากมีบุตรหญิง 10 คน โดยไม่มีบุตรชาย ถ้านักเรียนเป็นผู้ตัดสิน นักเรียนจะตัดสินว่า เป็นความผิดของเพศใด ?

กำหนดการนำเสนอ

1 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะลบภาพทั้งหมดแบบ remove down

2 แสดงภาพวีดิทัศน์อสุจิเคลื่อนที่เข้าหาไข่ (VC 1074) พร้อมถามคำถาม

3 กดแป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนคำถามข้อใหม่

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit6 กรอบที่ 81 ชื่อไฟล์ performge

6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม : การกำหนดเพศ 6/22	
พิมพ์ชื่อของคุณแล้วกด Enter : ← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 รายงานผลการเรียนเช่นเดียวกับกรอมที่ 13

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 82 ชื่อไฟล์ pedigree

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : พงศาวลี		
ภาพแว่นขยายจาก Adobe Photoshop 4.0	ภาพชุดผู้ใหญ่และเด็กทารก (Starr. 1994 : 631 Fig 38.4) ภาพคนผิวเผือกและเด็กนิโกร (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 199 Fig 13.1)	ภาพฝาแฝดชายศีรษะล้าน (Postlethwait & Hopson. 1992 : 274 Fig 19.3c)
กลับเมนู →		
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงภาพและลบภาพแบบ pattern	

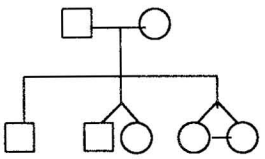
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 83 ชื่อไฟล์ bo

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : พงศาวลี 7/1	
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมในมนุษย์ได้ 2. จำแนกหมู่เลือดระบบ ABO และบอกความสำคัญของการให้และรับเลือดได้ 3. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางโครโมโซมเพศได้ กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 ข้อความแต่ละข้อใช้เวลาห่างกัน 3 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

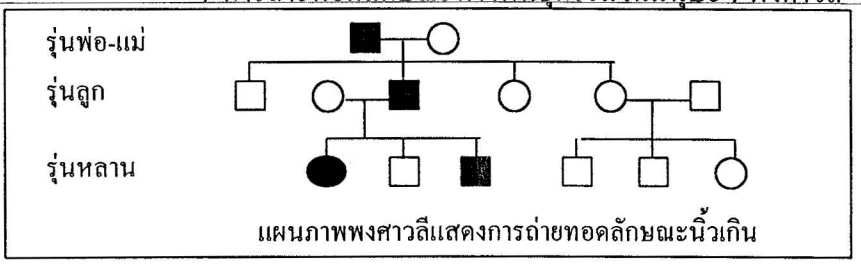
Unit7 กรอบที่ 84 ชื่อไฟล์ pedig1g53

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : พงศาวลี 7/2	
พงศาวลี (pedigree) คือ ข้อมูลพันธุประวัติของคนในครอบครัวสามารถเขียนเป็นแผนภาพการลำดับเครือญาติ โดยใช้สัญลักษณ์ดังนี้ □ หมายถึง ชายปกติ ○ หมายถึง หญิงปกติ ■ หมายถึง ชายผิดปกติ ● หมายถึง หญิงผิดปกติ  ชายหญิงปกติแต่งงานกัน มีบุตร 5 คน คนโตเป็นผู้ชาย คนที่ 2 และ 3 เป็นฝาแฝดไข่คนละใบ คนละเพศ คนที่ 4และ 5 เป็นฝาแฝดไข่ใบเดียวกัน เพศหญิง ← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงคำอธิบายพงศาวลีแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 กดแป้นพิมพ์เพื่อขอดูสัญลักษณ์แบบ remove up 3 กดแป้นพิมพ์เพื่อขอดูตัวอย่างพงศาวลีและคำอธิบายแบบ remove up

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 85 ชื่อไฟล์ pedig1.1g53

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : พงศาวลี 7/3



แผนภาพพงศาวลีแสดงการถ่ายทอดลักษณะนิ้วเกิน

แผนภาพพงศาวลีนี้แสดงการถ่ายทอดความผิดปกติที่เป็นลักษณะเด่นได้แก่ "นิ้วเกิน" "โรคท้าวแสนปม" และ "กลุ่มอาการมาร์แฟน"

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 บุคคลในภาพเป็นเพศใด ?
2 เขามีจีโนไทป์เป็นแบบโฮโมไซกัสหรือเฮเตอโรไซกัส ?
3 บุคคลในภาพมีจีโนไทป์แบบโฮโมไซกัสหรือเฮเตอโรไซกัส ?
4 แม่ของเขามีลักษณะเด่นหรือลักษณะด้อย ?
5 บุคคลในภาพได้รับลักษณะผิดปกติจากใคร ?
6 พ่อและตัวเขามีจีโนไทป์แบบพันธุ์แท้หรือพันทาง ?
กำหนดให้ F แทนลักษณะเด่น

กำหนดการนำเสนอ

1 กดคลิกที่"นิ้วเกิน" มีศรชี้จากพ่อไปยังรูปนิ้วเกิน (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 205 Fig 13.8b) และถามคำถามข้อ 1 และ 2
2 กดคลิกที่ "โรคท้าวแสนปม" ศรวิ่งมาจากลูกชายคนที่ 2 ไปยังรูป (สถาบันโรคผิวหนัง) ถามคำถามข้อ 3 และ 4
3 กดคลิกที่ "กลุ่มอาการมาร์แฟน" ศรวิ่งจากหลานชายคนที่ 3 ไปยังรูป(สสวท. 2533 : 31) ถามคำถามข้อ 5 และ 6

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 86 ชื่อไฟล์ pedig2g54

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : พงศาวลี 7/4

ผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย (สาขาโลหิตวิทยา. ม.ป.ป)	เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วย เม็ดเลือดแดงของคนปกติ	ผู้ป่วยโรคธาลัสซีเมีย (สาขาโลหิตวิทยา. ม.ป.ป)

โรคพันธุกรรมที่ถูกควบคุมโดยยีนด้อยที่พบมากในประเทศไทย คือ โรคธาลัสซีเมีย คนไทยเป็นพันทาง หรือเฮเตอโรไซกัสร้อยละ 40 ของประชากร

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงภาพและข้อความแบบ mosaic

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 87 ชื่อไฟล์ pedig3g55

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : หมู่เลือด 7/5

หมู่เลือดของมนุษย์มีหลายชนิดที่สำคัญ คือ "หมู่เลือดระบบ ABO" ซึ่งควบคุมโดย"ยีน A หรือ I^A" "ยีน B หรือ I^B" และ "ยีน O หรือ i" เนื่องจากยีนอยู่กันเป็นคู่แต่ละคนจึงมียีนกำหนดชนิดของหมู่เลือดได้เพียงสองยีนเท่านั้น คือ อาจจะเป็น AA (I^AI^A), AO (I^Ai), BB (I^BI^B), BO (I^Bi), OO (ii), หรือ AB (I^AI^B) โดยยีน A และยีน B เป็นยีนเด่น ยีน O เป็นยีนด้อย

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 กดคลิกที่ "..." จะแสดงข้อความแบบ remove up

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์ข้อความจะถูกลบแบบ remove down

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 หมู่เลือดระบบ ABO

หมู่ A มีแอนติเจน A ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงในพลาสมามีแอนติบอดี ชนิดแอนติ B

หมู่ B มีแอนติเจน B ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงในพลาสมามีแอนติบอดี ชนิดแอนติ A

หมู่ AB มีแอนติเจน A และ B ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงในพลาสมาไม่มีแอนติบอดี

หมู่ O ไม่มีแอนติเจนที่ผิวของเม็ดเลือดแดงในพลาสมามีแอนติบอดี ชนิดแอนติ A และแอนติ B

2 ยีน A จะควบคุมให้มีการสร้างโปรตีนชนิด A หรือแอนติเจน A ที่ผิวของเม็ดเลือดแดง

3 ยีน B จะควบคุมให้มีการสร้างโปรตีนชนิด B หรือแอนติเจน B ที่ผิวของเม็ดเลือดแดง

4 ยีน O จะควบคุมไม่ให้สร้างโปรตีนที่ผิวของเม็ดเลือดแดง

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 88 ชื่อไฟล์ pedig3.1g55

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : หมู่เลือด 7/6

1"หมู่เลือด" ผู้รับ	2 "จีโนไทป์"	3"แอนติบอดีในพลาสมา"	หมู่เลือดของผู้ให้			
			หมู่ O	หมู่ A	หมู่ B	หมู่ AB
4 "หมู่ O"	ii = OO	แอนติ-A แอนติ-B	8) หมู่ O หมู่ O	9) หมู่ O หมู่ A	10) หมู่ O หมู่ B	11) หมู่ O หมู่ AB
5 "หมู่ A"	I^AI^A = AA I^Ai = AO	แอนติ -B	12) หมู่ A หมู่ O	13) หมู่ A หมู่ A	14) หมู่ A หมู่ B	15) หมู่ A หมู่ AB
6 "หมู่ B"	24 I^BI^B = BB I^Bi = BO	แอนติ -A	16) หมู่ B หมู่ O	17) หมู่ B หมู่ A	18) หมู่ B หมู่ B	19) หมู่ B หมู่ AB
7 "หมู่ AB"	I^AI^B = AB	ไม่มีแอนติบอดี	20) หมู่ AB หมู่ O	21) หมู่ AB หมู่ A	22) หมู่ AB หมู่ B	23) หมู่ AB หมู่ AB

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 หมู่เลือดในระบบ ABO มีฟีโนไทป์อยู่ 4 หมู่ คือ หมู่ A หมู่ B หมู่ O และหมู่ AB

2 จีโนไทป์ คือ อักษรโรมันที่เขียนแทนยีนแต่ละยีน การเขียนจีโนไทป์ของหมู่เลือดนิยมเขียน 2 แบบ เช่น กำหนดให้อักษร A หรือ I^A และ B หรือ I^B แทนยีนเด่น และ O หรือ i แทนยีนด้อย

หมู่ A มีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ AA หรือ I^AI^A และ AO หรือ I^Ai

หมู่ B มีจีโนไทป์ 2 แบบ คือ BB หรือ I^BI^B และ BO หรือ I^Bi

หมู่ O มีจีโนไทป์แบบเดียว คือ OO หรือ ii

หมู่ AB มีจีโนไทป์แบบเดียว คือ AB หรือ I^AI^B

3 โดยปกติคนเราจะมีเลือดทั่วร่างกายประมาณ 4.5 ลิตร ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดแดงและเกล็ดเลือดกว่าครึ่งหนึ่ง และครึ่งหนึ่งเป็นของเหลวที่เรียกว่า พลาสมา ซึ่งประกอบด้วยน้ำ เกลือแร่ โปรตีน สารที่ทำให้เลือดเป็นลิ่มและอื่นๆ

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงตารางแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 กดคลิกที่หมายเลขใดจะแสดงคำอธิบายแบบ remove up

3 เมื่อกดแป้นพิมพ์จะลบคำอธิบายแบบ remove down กลับคืนหน้าจอที่แสดงตารางเหมือนเดิม

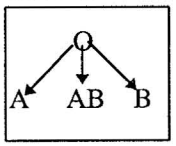
4 เลือกกดคลิกได้ 24 ตำแหน่ง

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

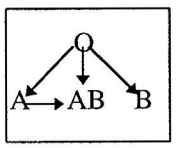
Unit7 กรอบที่ 88 (ต่อ) ชื่อไฟล์ pedig3.1g55

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง (ต่อจากกรอบ 88)

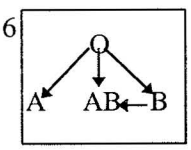
3 ในพลาสมามีโปรตีนเรียกว่า แอนติบอดี ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับแอนติเจนที่ผิวของเม็ดเลือดแดง เช่น หมู่เลือด A มีแอนติ-B ในพลาสมา ถ้าให้เลือดผิดหมู่จะทำให้แอนติบอดีทำปฏิกิริยากับแอนติเจนที่ผิวของเม็ดเลือดจะทำให้เม็ดเลือดจับกลุ่มรวมตัวเกิดการตกตะกอนเป็นผลให้เม็ดเลือดสลาย หรือเม็ดเลือดแตก

4 

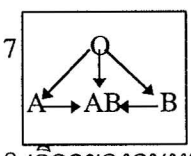
เลือดหมู่O จะตกตะกอนเมื่อผสมกับหมู่เลือด A, B และ AB คนหมู่เลือด O จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด O เท่านั้น

5 

เลือดหมู่ A จะตกตะกอนเมื่อผสมกับหมู่เลือด B และ AB คนหมู่เลือด A จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด A และหมู่เลือด O คนหมู่เลือด A ให้เลือดกับคนหมู่เลือด A และ AB ได้

6 

เลือดหมู่ B จะตกตะกอนเมื่อผสมกับหมู่เลือด A และ AB คนหมู่เลือด B จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด B และหมู่เลือด O คนหมู่เลือด B ให้เลือดกับคนหมู่เลือด B และ AB ได้

7 

เลือดหมู่ AB ไม่ตกตะกอนเมื่อผสมกับเลือดหมู่อื่นๆ จึงรับเลือดได้จากทุกหมู่ แต่ให้เลือดได้เฉพาะคนหมู่เลือด AB เท่านั้น

8 เลือดของคนหมู่ O จะตกตะกอนเมื่อได้รับเลือดจากคนหมู่เลือด A, หมู่ B และหมู่ AB คนหมู่เลือด O จึงรับเลือดได้จากคนหมู่เลือด O เพียงหมู่เดียวเท่านั้น แต่คนหมู่เลือด O สามารถบริจาคเลือดให้แก่คนหมู่เลือด A, หมู่เลือด B และหมู่เลือด AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

9 คนหมู่เลือด O รับเลือดจากคนหมู่เลือด A ไม่ได้เพราะแอนติ-A ในพลาสมาของคนหมู่เลือด O จะทำปฏิกิริยากับแอนติเจน A ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงของหมู่เลือด A ที่รับเข้าไป เม็ดเลือดแดงจึงจับกลุ่มรวมตัวกันตกตะกอน ทำให้คนหมู่เลือด O (ผู้รับเลือด) เสียชีวิตได้ คนหมู่เลือด O จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด O ได้เพียงหมู่เดียว คนหมู่เลือด O ให้เลือดกับคนหมู่เลือด A, หมู่ B และหมู่ AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

10 คนหมู่เลือด O รับเลือดจากคนหมู่เลือด B ไม่ได้เพราะแอนติ-B ในพลาสมาของคนหมู่เลือด O จะทำปฏิกิริยากับแอนติเจน B ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงของหมู่เลือด B ที่รับเข้าไป เม็ดเลือดแดง

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 88 (ต่อ) ชื่อไฟล์ pedig3.1g55

กำหนดการนำเสนอ

จับกลุ่มรวมตัวกันตกตะกอน ทำให้คนหมู่เลือด O (ผู้รับเลือด) เสียชีวิตได้ คนหมู่เลือด O จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด O ได้เพียงหมู่เดียว คนหมู่เลือด O ให้เลือดกับคนหมู่เลือด A, หมู่ B และหมู่ AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

11 คนหมู่เลือด O รับเลือดจากคนหมู่เลือด AB ไม่ได้เพราะแอนติ-A และแอนติ-B ในพลาสมาของคนหมู่เลือด O จะทำปฏิกิริยากับแอนติเจน A และ B ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงของหมู่เลือด AS ที่รับเข้าไป เม็ดเลือดแดงจึงจับกลุ่มรวมตัวกันตกตะกอน ทำให้คนหมู่เลือด O (ผู้รับเลือด) เสียชีวิตได้ คนหมู่เลือด O จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด O ได้เพียงหมู่เดียว คนหมู่เลือด O ให้เลือดกับคนหมู่เลือด A, หมู่ B และหมู่ AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

12 เลือดของคนหมู่ A จะตกตะกอนเมื่อได้รับเลือดจากคนหมู่เลือด B และหมู่เลือด AB คนหมู่เลือด A จึงรับเลือดได้จากคนหมู่เลือด A และคนหมู่เลือด O ได้ แต่คนหมู่เลือด A สามารถบริจาคเลือดให้แก่คนหมู่เลือด A และคนหมู่เลือด AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

13 คนหมู่เลือด A รับเลือดจากคนหมู่เลือด A ได้ เลือดของคนหมู่ A จะตกตะกอนเมื่อได้รับเลือดจากคนหมู่ B และหมู่AB คนหมู่เลือด A จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด A และหมู่เลือด O ได้ คนหมู่เลือด A สามารถบริจาคเลือดให้แก่คนหมู่เลือด A และคนหมู่เลือด AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

14 คนหมู่เลือด A จะรับเลือดจากคนหมู่เลือด B ไม่ได้เพราะแอนติ-B ในพลาสมาของหมู่เลือด A จะทำปฏิกิริยากับแอนติเจน B ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงของหมู่เลือด B ที่รับเข้าไป เม็ดเลือดแดงจึงจับกลุ่มรวมตัวกันตกตะกอน ทำให้คนหมู่เลือด A (ผู้รับเลือด) เสียชีวิตได้ คนหมู่เลือด A จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด A และคนหมู่เลือด O ได้ คนหมู่เลือด A ให้เลือดกับคนหมู่เลือด A และ AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

15 คนหมู่เลือด A จะรับเลือดจากคนหมู่เลือด AB ไม่ได้เพราะแอนติ-B ในพลาสมาของหมู่เลือด A จะทำปฏิกิริยากับแอนติเจน A ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงของหมู่เลือด AB (หมู่เลือด AB มีแอนติเจน A และแอนติเจน B ที่ผิวของเม็ดเลือดแดง) ที่รับเข้าไป เม็ดเลือดแดงจึงจับกลุ่มรวมตัวกัน

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 88 (ต่อ) ชื่อไฟล์ pedig3.1g55

กำหนดการนำเสนอ

ตกตะกอน ทำให้คนหมู่เลือด A (ผู้รับเลือด) เสียชีวิตได้ คนหมู่เลือด A จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด A และคนหมู่เลือด O ได้ คนหมู่เลือด A ให้เลือดกับคนหมู่เลือด A และ AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

16 คนหมู่เลือด B จะรับเลือดจากคนหมู่เลือด O ได้ เลือดของคนหมู่ B จะตกตะกอนเมื่อได้รับเลือดจากคนหมู่เลือด A และหมู่เลือด AB คนหมู่เลือด B จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด B และหมู่เลือด O ได้ คนหมู่เลือด B สามารถบริจาคเลือดให้กับคนหมู่เลือด B และหมู่ AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

17 คนหมู่เลือด B จะรับเลือดจากคนหมู่เลือด A ไม่ได้เพราะแอนติ-A ในพลาสมาของหมู่เลือด B จะทำปฏิกิริยากับแอนติเจน A ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงของหมู่เลือด A ที่รับเข้าไป เม็ดเลือดแดงจึงจับกลุ่มรวมตัวกันตกตะกอน ทำให้คนหมู่เลือด B (ผู้รับเลือด) เสียชีวิตได้ คนหมู่เลือด B จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด B และคนหมู่เลือด O ได้ คนหมู่เลือด B ให้เลือดกับคนหมู่เลือด B และ AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

18 คนหมู่เลือด B จะรับเลือดจากคนหมู่เลือด B ได้ เลือดของคนหมู่ B จะตกตะกอนเมื่อได้รับเลือดจากคนหมู่เลือด A และหมู่เลือด AB คนหมู่เลือด B จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด B และหมู่เลือด O ได้ คนหมู่เลือด B สามารถบริจาคเลือดให้กับคนหมู่เลือด B และหมู่ AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

19 คนหมู่เลือด B จะรับเลือดจากคนหมู่เลือด AB ไม่ได้เพราะแอนติ-A ในพลาสมาของหมู่เลือด B จะทำปฏิกิริยากับแอนติเจน A ที่ผิวของเม็ดเลือดแดงของหมู่เลือด AB (หมู่เลือด AB มีแอนติเจน A และแอนติเจน B ที่ผิวของเม็ดเลือดแดง) ที่รับเข้าไป เม็ดเลือดแดงจึงจับกลุ่มรวมตัวกันตกตะกอน ทำให้คนหมู่เลือด B (ผู้รับเลือด) เสียชีวิตได้ คนหมู่เลือด B จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด B และคนหมู่เลือด O ได้ คนหมู่เลือด B ให้เลือดกับคนหมู่เลือด B และ AB ได้ การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

20 คนหมู่เลือด AB รับเลือดจากคนหมู่เลือด O ได้เลือดของคนหมู่เลือด AB จะตกตะกอนเมื่อให้เลือดกับคนหมู่เลือด A คนหมู่เลือด B และคนหมู่เลือด O (คนหมู่เลือด AB ให้เลือดกับคนหมู่เลือดอื่นไม่ได้) คนหมู่เลือด AB จึงรับเลือดจากคนหมู่เลือด A หมู่ B หมู่ O และหมู่ AB

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 88 (ต่อ) ชื่อไฟล์ pedig3.1g55

กำหนดการนำเสนอ

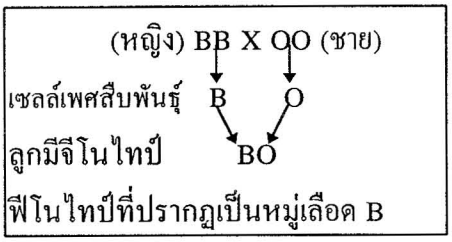
(รับเลือดได้จากคนหมู่เลือดอื่นทุกหมู่) เพราะหมู่เลือด AB ไม่มีแอนติบอดีในพลาสมา เม็ดเลือดแดงจึงไม่จับกลุ่มตกตะกอน คนหมู่เลือด AB ให้เลือดกับหมู่ AB เพียงหมู่เดียวเท่านั้น

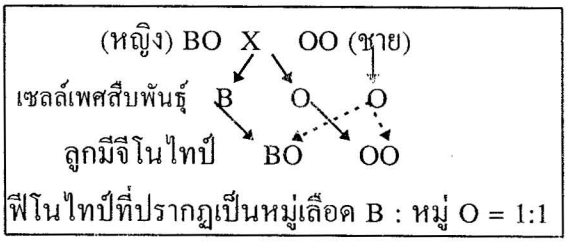
การให้เลือดมีหลักว่า เลือดของผู้ให้ต้องไม่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีในเลือดของผู้รับ

21, 22, 23 เหมือนข้อ 20 ทุกอย่างเปลี่ยนเฉพาะตัวอักษรที่ขีดเส้นใต้ในข้อ 20 เท่านั้น คือ เปลี่ยนจากคนหมู่เลือด O ในข้อ 21 เป็นหมู่เลือด A ในข้อ 22 เป็น B และข้อ 23 เป็น AB

24 หญิงหมู่เลือด B มีลูกหมู่เลือด AB ชี้ตัวชายหนุ่มหมู่เลือด O ว่าเป็นพ่อของลูกได้หรือไม่ ?

ตอบไม่ได้ เพราะคนหมู่เลือด B มีโอกาสมีจีโนไทป์ 2 แบบคือ BB และ BO คนหมู่เลือด O มีจีโนไทป์แบบเดียวคือ OO





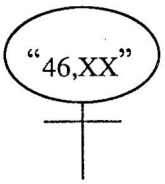
แสดงว่า ชายหนุ่มหมู่เลือด O ไม่ใช่พ่อของเด็กหมู่เลือด AB

ดังนั้นหญิงหมู่เลือด B จึงระบุว่า ชายหมู่เลือด O เป็นพ่อของเด็กหมู่เลือด AB ไม่ได้

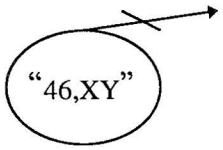
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 89 ชื่อไฟล์ pedig4g56

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : ความผิดปกติบน X โครโมโซม 7/7



ยีนที่เกี่ยวเนื่องกับโครโมโซม X คือ ยีนที่กำหนดลักษณะอื่น นอกเหนือจากยีนที่กำหนดเพศ เช่น ยีนด้อยที่กำหนดลักษณะตาบอดสี ลักษณะเลือดไหลง่ายหยุดยาก (ฮีโมฟีเลีย) ลักษณะกล้ามเนื้อลีบ



โครโมโซม Y ไม่มียีนดังกล่าว ทำให้ยีนบนโครโมโซม X ของเพศชายไม่มีคู่ ถ้ายีนนั้นเป็นยีนผิดปกติจะมีโอกาสแสดงลักษณะได้เต็มที่ ต่างกับเพศหญิงที่มีโครโมโซม X เป็นคู่ ยีนด้อยจะมีโอกาสแสดงลักษณะได้เต็มที่เมื่อยีนทั้งคู่เป็นยีนผิดปกติ

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 46,XX

○ หมายถึง หญิงปกติโฮโมไซกัสมีจีโนไทป์ X^AX^A

⊙ หมายถึง หญิงปกติเฮเตอโรไซกัสมีจีโนไทป์ X^AX^a

● หมายถึง หญิงผิดปกติโฮโมไซกัสมีจีโนไทป์ X^aX^a

2 46,XY

□ หมายถึง ชายปกติมีจีโนไทป์ X^AY

■ หมายถึง ชายผิดปกติมีจีโนไทป์ X^aY

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพและข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

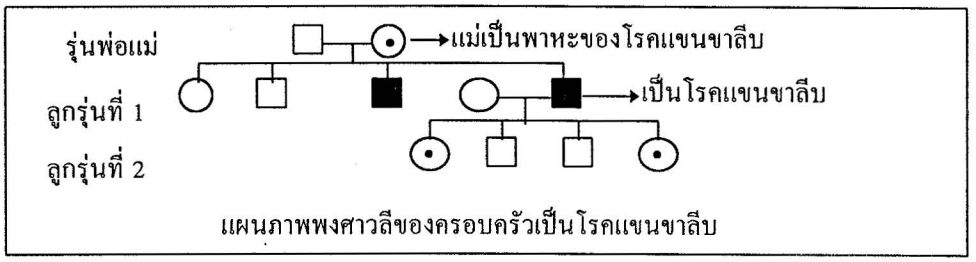
2 กดคลิกที่ ".." จะแสดงข้อความแบบ remove up

3 กดแป้นพิมพ์จะลบข้อความแบบ remove down

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 90 ชื่อไฟล์ pedig5g57

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : ความผิดปกติบน X โครโมโซม 7/8



แผนภาพพงศาวลีของครอบครัวเป็นโรคแขนขาลีบ

1. จากแผนภาพโรคแขนขาลีบเป็นมากในเพศใด ?
2. ยีนที่ควบคุมโรคแขนขาลีบเป็นยีนเด่นหรือยีนด้อย ?
3. ใครเป็นผู้ถ่ายทอดยีนผิดปกติให้กับลูกรุ่นที่ 1 ?

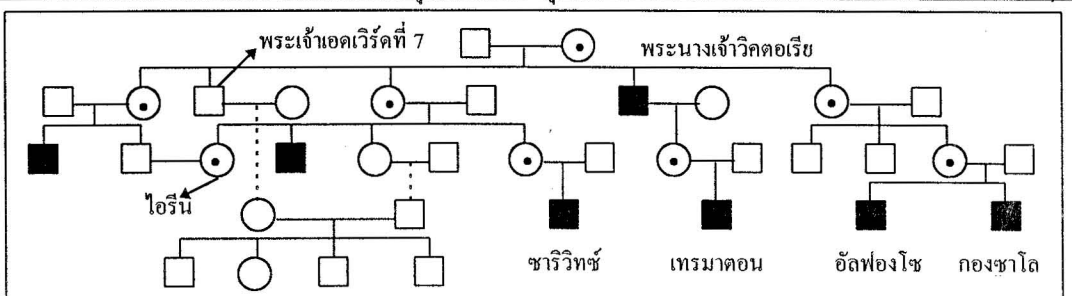
← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงแผนภาพและคำถามข้อ 1 แบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 เสริมแรงก่อนเฉลยคำตอบถูกและคำตอบผิด

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 91 ชื่อไฟล์ pedig6g58

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : ความผิดปกติบน X โครโมโซม 7/9



พงศาวลีแสดงการถ่ายทอดโรคฮีโมฟีเลียในราชวงศ์อังกฤษ

1. ใครเป็นพาหะคนแรกของโรคฮีโมฟีเลีย ?
2. ยีนที่ควบคุมโรคฮีโมฟีเลียเป็นยีนเด่นหรือยีนด้อย ?
3. ครอบครัวของใครไม่เป็นโรคฮีโมฟีเลีย ?

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงภาพและคำถามข้อ 1 แบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 ให้การเสริมแรงทั้งคำตอบถูกและคำตอบผิดก่อนเฉลย

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit7 กรอบที่ 92 ชื่อไฟล์ performped

7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ : ความผิดปกติบน X โครโมโซม 7/10	
พิมพ์ชื่อของคุณแล้วกด Enter : ← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 รายงานผลการเรียนของนักเรียนเหมือนกรอบที่ 13

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit8 กรอบที่ 93 ชื่อไฟล์ environment

8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม	
ภาพตาใส่คอนเทกซ์เลนส์ (ตามีลาย. 2540 : 7) ภาพหนูเรืองแสง (หนูพรายน้ำ. 2540 : 7) ภาพตา 3 ภาพ (Starr. 1994 : 134 Fig 9.17) กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงภาพแบบ pattern

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit8 กรอบที่ 94 ชื่อไฟล์ boen

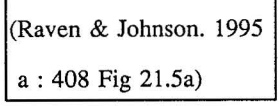
8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 8/1	
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. จำแนกลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากพันธุกรรมหรือสิ่งแวดล้อมได้ 2. วิเคราะห์ค่าความเหมือนระหว่างฝาแฝดไข่คนละใบเพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 ข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวาห่างกันข้อละ 3 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

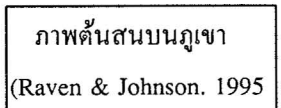
Unit8 กรอบที่ 95 ชื่อไฟล์ envi1g59

8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 8/2

ภาพต้นสนบริเวณที่ราบ
(Raven & Johnson. 1995 a : 408 Fig 21.5a)



ภาพต้นสนบนภูเขา
(Raven & Johnson. 1995 a : 408 Fig 21.5b)



สิ่งแวดล้อมจะมีบทบาทในการควบคุมฟีโนไทป์ของยีนแตกต่างกันในแต่ละลักษณะ และไม่สามารถทำให้สิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงเกินขอบเขตของพันธุกรรมที่มีอยู่ได้ และยีนไม่สามารถแสดงลักษณะออกมาได้ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม การพัฒนาฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมจะควบคุมและจำกัดซึ่งกันและกัน

ยีนทำหน้าที่กำหนดลักษณะ สิ่งแวดล้อมมีส่วนสำคัญในการควบคุมการแสดงออกของยีน



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

ลักษณะศีรษะล้านเป็นลักษณะเด่นในเพศชายเพราะฮอร์โมนเพศชายเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีน คนขาดเอนไซม์สำหรับย่อยน้ำตาลแลกโตสจะแสดงอาการผิดปกติเมื่อกินอาหารที่มีน้ำตาลแลกโตสเข้าไปจะปวดท้อง คนขาดเอนไซม์ จี 6 พีดี ถ้าได้รับยาหรือสารบางชนิด หรือติดเชื้อจะเกิดอาการซีด ตาเหลือง ปัสสาวะสีเข้มเนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตก หรือการแสดงออกของยีนเกี่ยวกับความสูง ผู้ที่ได้รับอาหารเหมาะสมและเพียงพอจะมีร่างกายเติบโตเต็มที่ความสามารถในการแสดงออกของยีนจะเกิดขึ้นได้เต็มที่

ยีนทำหน้าที่กำหนดลักษณะ สิ่งแวดล้อมมีส่วนสำคัญในการควบคุมการแสดงออกของยีน

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพและข้อความแบบ remove up

2 กดแป้นพิมพ์จะลบภาพและข้อความแบบ remove down

3 แสดงภาพคนเอาจมูกชน (Swissair. 1997 : 22.1) กัน คนศีรษะล้าน (Fineman & Isikoff. 1997 : 24-25) และข้อความใหม่แบบ remove up

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit8 กรอบที่ 96 ชื่อไฟล์ envi2g60

8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 8/3

ตาราง (10) "การเทียบค่าความเหมือนกันระหว่างแฝดไข่ใบเดียวกันและแฝดไข่คนละใบ"

ลักษณะ	ค่าความเหมือนกันในคู่แฝด (ร้อยละ)	
	11"แฝดไข่ใบเดียวกัน"	12"แฝดไข่คนละใบ"
1 "สีผม"	89.0	22.0
2 "สีตา"	99.6	28.0
3 "ความดันเลือด"	63.0	36.0
4 "ถนัดมือขวา-ซ้าย"	79.0	77.0
5 "โรคหัด"	95.0	87.0
6 "โรคเบาหวาน"	84.0	37.0
7 "ตำแหน่งที่เป็นมะเร็ง"	95.0	58.0
8 "ปัญญาอ่อนกลุ่มอาการดาวน์"	89.0	7.0
9 "ติดสุรา"	100.0	86.0



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 ค่าร้อยละของความเหมือนในแฝดไข่ใบเดียวกันสูงกว่าค่าร้อยละของความเหมือนของแฝดไข่คนละใบ (89.0 สูงกว่า 22.0) แสดงว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อลักษณะของสีผมมากกว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

2 ค่าร้อยละของความเหมือนในแฝดไข่ใบเดียวกันแตกต่างกับค่าร้อยละของความเหมือนของแฝดไข่คนละใบ (99.6 สูงกว่า 28.0) แสดงว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อลักษณะของสีตามากกว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

3 ค่าร้อยละของความเหมือนในแฝดไข่ใบเดียวกันต่างกับค่าร้อยละของความเหมือนของแฝดไข่คนละใบ (63-36 = 27) แสดงว่า สิ่งแวดล้อมและพันธุกรรมต่างก็มีอิทธิพลต่อลักษณะความดันเลือด

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงตารางแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 กดคลิกที่ ".." จะแสดงคำอธิบายแบบ remove up

3 กดแป้นพิมพ์คำอธิบายจะถูกลบแบบ remove down

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit8 กรอบที่ 96 (ต่อ) ชื่อไฟล์ envi2g60

กำหนดการนำเสนอ

4 ค่าร้อยละของความเหมือนในแฝดไข่ใบเดียวกัน มีค่าใกล้เคียงกับค่าร้อยละของความเหมือนของแฝดไข่คนละใบ (79 ใกล้เคียงกับ 77) แสดงว่า สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการถนัดมือขวาหรือมือซ้ายมากกว่าอิทธิพลของพันธุกรรม

5 ค่าร้อยละของความเหมือนในแฝดไข่ใบเดียวกันใกล้เคียงกับค่าร้อยละของความเหมือนของแฝดไข่คนละใบ (95 ใกล้เคียงกับ 87) แสดงว่า สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเกิดโรคหัดมากกว่าอิทธิพลของพันธุกรรม

6 ค่าร้อยละของความเหมือนในแฝดไข่ใบเดียวกันแตกต่างกับค่าร้อยละของความเหมือนของแฝดไข่คนละใบ (84.0 สูงกว่า 37.0) แสดงว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อการเกิดโรคเบาหวานมากกว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

7 ค่าร้อยละของความเหมือนในแฝดไข่ใบเดียวกันแตกต่างกับค่าร้อยละของความเหมือนของแฝดไข่คนละใบ (95-58 = 37) แสดงว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อการตำแหน่งที่เป็นมะเร็งมากกว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

8 ค่าร้อยละของความเหมือนในแฝดไข่ใบเดียวกันแตกต่างกับค่าร้อยละของความเหมือนของแฝดไข่คนละใบ (89.0 สูงกว่า 7.0) แสดงว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อการเกิดโรคปัญญาอ่อนกลุ่มอาการดาวน์มากกว่าอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

9 ค่าร้อยละของความเหมือนในแฝดไข่ใบเดียวกัน มีค่าใกล้เคียงกับค่าร้อยละของความเหมือนของแฝดไข่คนละใบ (100 ใกล้เคียงกับ 86) แสดงว่า สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการติดสุรามากกว่าอิทธิพลของพันธุกรรม

10 การเปรียบเทียบค่าความเหมือนกันระหว่างแฝดไข่ใบเดียวกันและแฝดไข่คนละใบ เป็นการศึกษาอิทธิพลของพันธุกรรมเปรียบเทียบกับสิ่งแวดล้อม ถ้าค่าสูงในกลุ่มแฝดไข่ใบเดียวกัน และต่ำในกลุ่มแฝดไข่คนละใบ แสดงว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อลักษณะที่แสดงออกมากกว่า อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ถ้าค่าไล่เลี่ยกันในกลุ่มคู่แฝดทั้งสองชนิดแสดงว่า สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมากกว่าพันธุกรรม

11 แฝดไข่ใบเดียว หรือฝาแฝดเหมือน (monozygotic twins) เกิดจากการปฏิสนธิของไข่และอสุจิได้ไซโกตเซลล์เดียว ไซโกตแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสครั้งที่ 1 ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ ซึ่งเซลล์ที่ได้จะแยกขาดจากกันเป็น 2 ไซโกต แต่ละไซโกตแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสจนเจริญเติบโตเป็นทารกที่มียีนเหมือนกันทุกประการ

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit8	กรอบที่ 96 (ต่อ)	ชื่อไฟล์ envi2g60

<u>กำหนดการนำเสนอ</u>

12 แฝดไข่คนละใบ หรือฝาแฝดไข่ไม่เหมือน (dizygotic twins) เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างไข่ 2 เซลล์และอสุจิ 2 เซลล์ และแต่ละไซโกตแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสเจริญเติบโตพร้อมกัน จึงมีสภาพเหมือนพี่น้องที่บังเอิญเกิดพร้อมกัน ซึ่งอาจเป็นเพศเดียวกันหรือต่างเพศก็ได้

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit8	กรอบที่ 97	ชื่อไฟล์ envi2g60.1

8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 8/4

ตอบหลายคำตอบใช้ , (จุดลูกน้ำเชื่อม)

1. ลักษณะที่พันธุกรรมมีอิทธิพลมากกว่าสิ่งแวดล้อมคือ ลักษณะข้อใด ?
2. ลักษณะในข้อใดแป็นลักษณะที่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมากกว่าพันธุกรรม ?
3. ลักษณะในข้อใด เป็นลักษณะที่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ?



<u>ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง</u>	<u>กำหนดการนำเสนอ</u>
	1 ใช้ตารางกรอบที่ 96 เปลี่ยนอักษรสีแดงเป็นสีน้ำเงิน 2 แสดงตารางและคำถามข้อ 1 แบบพลิกจากซ้ายไปขวา 3 interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง 4 ให้การเสริมแรงก่อนเฉลยคำตอบถูกและคำตอบผิด 5 กดแป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนคำถามข้อใหม่

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit8 กรอบที่ 98 ชื่อไฟล์ envi2g60.2

8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 8/5

1 ต้นตะโกดัด (ภาพถ่าย)	2 หมูสองหัว (2540 : 7)	3 ผิวลายเพราะสักผิว (Corliss. 1997 : 48)	4 เมื่อฉันถูกตัดขน (พันธุ์ดี. 2540 : 7)
5 วัวเขียนลายเพื่อเตรียมเอกซ์เรย์ (วัวลาย. 2540 : 7)	"รู้ไหมว่า ?"	6 เมื่อใส่คอนเทกซ์เลนซ์ชนิดลาย (ตามีลาย. 2540 : 7)	

1. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในภาพใดเกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรม ?
2. ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงอย่างถาวรของสิ่งมีชีวิตภาพใดเกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ?
3. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในภาพ 4 ที่มีขนสีขาว และเห็นผิวหนังที่ขาทั้ง 4 เกิดจากอะไร ?

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพแบบ pattern เมื่อกดคลิกที่ ".." จึงแสดงคำถามข้อ 1 แบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง

3 ให้การเสริมแรงก่อนเฉลยคำตอบถูกและคำตอบผิด

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit8 กรอบที่ 99 ชื่อไฟล์ performen

8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 8/6

พิมพ์ชื่อของคุณแล้วกด Enter :

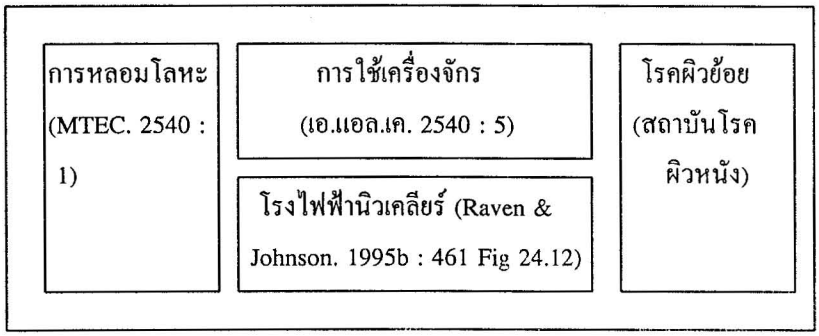
← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงข้อความและการรายงานผลการเรียน แบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 กรอบการรายงานผลการเรียนเหมือนกรอบที่ 13

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit9 กรอบที่ 100 ชื่อไฟล์ mutat

9 มิวเตชัน (Mutation)



กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงภาพแบบ pattern

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit9 กรอบที่ 101 ชื่อไฟล์ bo

9 มิวเตชัน (Mutation) 9/1

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายและอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดมิวเตชันได้
2. บอกประโยชน์และโทษของมิวเตชันได้

กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงข้อความครั้งละ 1 ข้อแบบพลิกจากซ้ายไปขวา แต่ละข้อห่างกัน 3 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit9 กรอบที่ 102 ชื่อไฟล์ mutat1g61

9 มิวเตชัน (Mutation) 9/2

1 ดอกชบาใบเขียว

2 ดอกชบาใบเขียว

3 ดอกชบาใบด่าง

4 ดอกชบาใบด่าง

"มิวเตชัน" หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับยีน ทำให้ยีนใหม่มีสมบัติผิดไปจากยีนเดิม มิวเตชันเป็นสาเหตุของความแตกต่างกันของลักษณะที่แสดงออกของสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความแตกต่างมีความผันแปรทางพันธุกรรมเกิดความหลากหลาย ทำให้เกิดวิวัฒนาการ

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
1 พืชในภาพใดเป็นผลมาจากการมิวเตชัน ? 2 ส่วนใดของพืชในภาพ 3 และ 4 เกิดการมิวเตชัน ?	1 แสดงภาพและข้อความแบบ mosaic กดคลิกที่ ".." แสดงคำถามข้อ 1 แบบพลิกจากซ้ายไปขวาแทนที่คำอธิบายเดิม 2 interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง 3 ให้การเสริมแรงก่อนการเฉลยคำตอบถูกและคำตอบผิด

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit9 กรอบที่ 103 ชื่อไฟล์ mutat2g62

9 มิวเตชัน (Mutation) 9/3

โป๊ยเซียนดอกเล็ก	โป๊ยเซียนดอกใหญ่
โป๊ยเซียนสีชมพูส้ม	โป๊ยเซียนดอกสีแดง

มิวเตชันอาจเกิดขึ้นได้กับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าเกิดขึ้นกับเซลล์ร่างกายการผันแปรของลักษณะต่างๆ จะเกิดเฉพาะตัวไม่ถ่ายทอดไปยังลูกหลาน ถ้าเกิดขึ้นกับเซลล์สืบพันธุ์การผันแปรของลักษณะจะสามารถถ่ายทอดไปรุ่นต่อไป

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
สิ่งมีชีวิตทุกชนิดเกิดการมิวเตชันได้ตามธรรมชาติ แต่เกิดในอัตราต่ำมากทำให้การผันแปรของลักษณะต่างๆ เป็นไปอย่างช้ามาก เพราะเกิดการคัดเลือกพันธุ์ขึ้น คือ ถ้าลักษณะที่ผันแปรนั้นไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจนทำให้สิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ลักษณะนั้นจะหายไป	1 ภาพและคำอธิบายแสดงแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 กดแป้นพิมพ์เปลี่ยนคำอธิบายแสดงแบบ remove up

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit9 กรอบที่ 104 ชื่อไฟล์ mutat3g63

9 มิวเตชัน (Mutation) 9/4

1 เครื่องจักร (เอ.แอล.เค. 2540 : 5)
2 เชื้อรา (สวทช. 2540 : 2)
3 ยาเม็ด (Biotec News. 1996 : 8)
4 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (Raven & Johnson. 1995b : 461 Fig 24.12)
5 ไฟไหม้ป่า (Raven & Johnson. 1988 : 458 Fig 23.15a)
6 เจลอิเลคโตรโฟริซิส (Monsanto. 2540 : 3)

มิวเตชันเกิดจาก
1. การรับรังสี เช่น รังสีเอกซ์ รังสีแกมม่า และรังสีอัลตราไวโอเลต
2. ไวรัส เชื้อรา
3. การได้รับอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป
4. การได้รับสารเคมี ยารักษาโรค สารกันบูด สารผสมอาหาร ยาเสพติดบางชนิด สารเคมีกำจัดแมลงและวัชชพืช สารจากเชื้อรา กรดไนตรัส สิ่งก่อกลายพันธุ์หรือมิวทาเจนหลายชนิด เป็นสารก่อมะเร็ง

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 แสดงภาพและข้อความแบบ mosaic

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit9 กรอบที่ 105 ชื่อไฟล์ mutat4g64

9 มิวเตชัน (Mutation) 9/5

ประโยชน์ของมิวเตชัน

ภาพมะเขือเทศ (PGEU. 2540 : 3) น้ำปลา และแหนม (สวทช. 2540 : 1-2)

1. ทำให้เกิดการคัดเลือกพันธุ์ของธรรมชาติ ซึ่งเกิดได้กับเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์
2. ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความแตกต่างผันแปรทางพันธุกรรม เกิดความหลากหลาย ซึ่งเป็นพื้นฐานของกระบวนการวิวัฒนาการ
3. การชักนำให้เกิดมิวเตชันในแมลงพาหะนำโรค หรือแมลงศัตรูพืช เพื่อควบคุมและกำจัดแมลงศัตรูพืช
4. ใช้ในการผสมพันธุ์เพื่อคัดเลือกพันธุ์พืชและสัตว์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตร ทำให้ได้พืชพันธุ์ใหม่ เช่น ข้าวพันธุ์กข 6 (พันธุ์ข้าวเหนียวเกิดจากการนำข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาอาบรังสีแกมมา)
5. ใช้ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ เช่น การหมักดอง การผลิตยาปฏิชีวนะ ฮอร์โมน เป็นต้น

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ
	1 ภาพและข้อความแสดงแบบ remove up

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit9 กรอบที่ 106 ชื่อไฟล์ mutat5g65

9 มิวเตชัน (Mutation) 9/6

1โรคผิวย้อย 2โรคท้าวแสนปม 3 ต้นไม้ผิดปกติ (Starr. 1994 : 185 Fig 13.8)	โทษของมิวเตชันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม หรือเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม ทำให้เกิดโรคพันธุกรรมในมนุษย์ ทำให้แมลงศัตรูพืชและสัตว์เกิดความต้านทานสารเคมีที่ใช้ในการทำลายแมลง แบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะ ทำให้เกิดปัญหาในการใช้สารเคมีปราบปราม หรือทำลายแมลงเพิ่มขึ้น



กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพครั้งละ 1 ภาพและข้อความแบบ remove up กดแป้นพิมพ์เปลี่ยนภาพได้ 2 ครั้ง

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit9 กรอบที่ 107 ชื่อไฟล์ mutat5g66.1

9 มิวเตชัน (Mutation) 9/7

1น้ำปลา เต้าเจี้ยว(สวทช. 2540 : 1) 2 แหนม (สวทช. 2540 : 1) 3 มะเขือเทศ (PGEU. 2540 : 3) 4 ยาเม็ด (Biotec News. 1996 : 8)	คุณรู้ไหมว่า ? 1. ภาพใด ? ทำให้เกิดการมิวเตชันในมนุษย์ได้ 2. สิ่งมีชีวิตหมายเลขใดเกิดการมิวเตชัน ? 3. พืชในภาพใดเกิดการมิวเตชัน ?



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 ภาพของคำถามข้อ 2 เป็นภาพการตัดต่อยีนทั้งหมด 6 ภาพ

2 ภาพของคำถามข้อ 3 เป็นภาพดอกอัญชัน ภาพต้นไม้ลำต้นผิดปกติ แคดอกแดงและดอกขาว ต้นตะโกดัด

กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพและคำถามข้อทุกข้อแสดงแบบ remove up ลบแบบ remove down โดยถามครั้งละ 1 ข้อ เริ่มจากข้อที่ 1 ก่อน

2 interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง ให้การเสริมแรงก่อนการเฉลยคำตอบถูกและคำตอบผิด

3 ภาพการตัดต่อยีนจาก Raven & Johnson (1995b : 271 Fig 14.3, 274 Fig 14.5) ภาพต้นไม้ผิดปกติจาก Starr (1994 : 185 Fig 13.8) ภาพแคดอกแดงและขาวจาก สมสุข มัจฉาชีพ (2534 : 55)

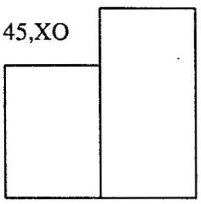
แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit9 กรอบที่ 108 ชื่อไฟล์ performmuta

9 มิวเตชัน (Mutation) 9/8	
พิมพ์ชื่อของคุณแล้วกด Enter :	
← กลับเมนู →	
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 รายงานผลการเรียนตามกรอบที่ 13

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit10 กรอบที่ 109 ชื่อไฟล์ abnormal

10 ความผิดปกติของโครโมโซม		
47,XY+21 (Mader. 1993 : 217 Fig 14.2) เด็กปัญญาอ่อนกลุ่มอาการดาวน์มีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 โครโมโซม	47,XXY 45,XO  เมื่อเปรียบเทียบความสูง (สสวท. 2533 : 42)	การตรวจดีเอ็นเอ (Mader. 1993 : 196)
กลับเมนู →		
ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงภาพแบบ pattern	

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit10 กรอบที่ 110 ชื่อไฟล์ bo

10 ความผิดปกติของโครโมโซม 10/1
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. บอกความผิดปกติที่เกิดจากโครงสร้างของโครโมโซมได้ 2. บอกความผิดปกติที่เกิดจากจำนวนโครโมโซมได้ กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงข้อความครั้งละ 1 ข้อแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit10 กรอบที่ 111 ชื่อไฟล์ abnor1g66

10 ความผิดปกติของโครโมโซม : โครงสร้างผิดปกติ 10/2

ภาพโครโมโซมคู่ที่ 7,14 และภาพนัยน์ตา (Passarge. 1995 : 339 Fig c)

ไม่มีม่านตา (Curtis & Barnes. 1989 : 387 Fig 19.7)

"โครงสร้างโครโมโซมผิดปกติ"

ชาย 3 คนมี X โครโมโซมผิดปกติ Xโครโมโซม (Postlethwait & Hopson. 1992 : 253 Fig 12.11)

โครโมโซมคู่ที่ 5 กับเด็ก (Starr. 1994 : 147 Fig 10.12)

ถ้า"โครโมโซม"ร่างกายหรือโครโมโซมเพศมีโครงสร้างผิดปกติ จะทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตผิดปกติ และอาจเกิดโรคทางพันธุกรรมได้

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพแบบ mosaic และแสดงข้อความพลิกจากซ้ายไปขวา

2 กดคลิกที่ ".." จะแสดงภาพและข้อความแบบ mosaic กดแป้นพิมพ์จะลบแบบ remove down

3 ใช้ภาพคาริโอไทป์ที่แสดง XX และ XY โครโมโซมจาก Passarge (1995 : 173 Fig A) พร้อมกับข้อความอธิบายโครโมโซม

4 ใช้ภาพเด็กและคาริโอไทป์ของโครโมโซมคู่ที่ 5 และภาพจาก Passarge (1995 : 173 Fig A) และเส้นสีน้ำเงินวงรอบโครโมโซมคู่ที่ 5 พร้อมกับข้อความอธิบายโครงสร้างของโครโมโซม

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit10 กรอบที่ 111 (ต่อ) ชื่อไฟล์ abnor1g66

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 โครโมโซมปกติของคนในแต่ละเซลล์มี 46 โครโมโซม แบ่งเป็นโครโมโซมร่างกาย (autosome) 44 โครโมโซม และโครโมโซมเพศ 2 โครโมโซม โครโมโซมเพศของเพศหญิงเป็น XX โครโมโซมเพศของเพศชายเป็น XY

2 โครงสร้างของโครโมโซมผิดปกติ

2.1 ถ้าโครโมโซมร่างกายหรือโครโมโซมเพศมีรูปร่างผิดปกติจะทำให้เกิดโรคพันธุกรรม และจะทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตผิดปกติได้ เช่น โครโมโซมคู่ที่ 5 ผิดปกติ มีแขนข้างสั้นของโครโมโซมสั้นกว่าปกติ มีส่วนของโครโมโซมขาดหายไป จะทำให้เกิดโรคกลุ่มอาการคริดูชาต์ (cri-du-chat syndrome) มีอาการปัญญาอ่อน ศีรษะเล็กกว่าปกติ เจริญเติบโตช้า หน้ากลม ใบหูอยู่ต่ำกว่าปกติ ร้องเสียงแหลมเล็กคล้ายเสียงแมวร้อง

2.2 แขนข้างยาวของโครโมโซมคู่ที่ 5, 11 และ 18 ผิดปกติจะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคจิตเภท คือ ผู้ป่วยจะมีความผิดปกติในด้านความคิด ความรู้สึกและพฤติกรรมเป็นเหตุให้สูญเสียความสามารถในการทำงาน

แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 19 ผิดปกติจะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคจิตเภท

แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 16 ผิดปกติจะทำให้เกิดโรคธาลัสซีเมีย หรือฮีโมโกลบินผิดปกติ คนไทยร้อยละ 40 เป็นเฮเตอโรไซกัส หรืออาจทำให้เกิดโรคไตเป็นถุงน้ำในผู้ใหญ่

แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 17 ผิดปกติจะทำให้เกิดโรคมะเร็ง เช่น มะเร็งรังไข่ มะเร็งเต้านม มะเร็งปอด

โครโมโซมเพศมีโครงสร้างผิดปกติ คือ โครโมโซม X มีโครงสร้างผิดปกติเนื่องจากการมิวเตชัน จะทำให้ผู้ป่วยเป็นโรคฮีโมฟีเลีย เมื่อเกิดบาดแผลเลือดจะออกง่ายและหยุดยาก ถ้าเลือดออกในอวัยวะสำคัญและให้การรักษาไม่ทันอาจถึงแก่ชีวิตได้

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit10 กรอบที่ 112 ชื่อไฟล์ abnor2g67

10 ความผิดปกติของโครโมโซม : จำนวนโครโมโซมผิดปกติ 10/3

ภาพคาริโอไทป์ของ 45,XO (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 189)	หญิง45,XO (สสวท. 2533 : 42)

ถ้าจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนไปจะมีผลกับลักษณะของสิ่งมีชีวิต เช่น โครโมโซมเพศ คือ โครโมโซม X หายไป 1 โครโมโซม มีโครโมโซมเหลือ 45 โครโมโซม (45,XO) เป็นเพศหญิง รูปร่างเตี้ย อวัยวะเพศไม่เจริญ ไม่มีประจำเดือน เนื่องจากความผิดปกติของรังไข่ พบในผู้หญิง ประมาณ 1 ใน 2,500 คน

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา ภาพแบบ mosaic และปรากฏเส้นสีน้ำเงินล้อมรอบ โครโมโซม X พร้อมกับตัวอักษร XO แบบ mosaic

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit10 กรอบที่ 113 ชื่อไฟล์ klinefelter

10 ความผิดปกติของโครโมโซม : จำนวนโครโมโซมผิดปกติ 10/4

ภาพคาริโอไทป์ของ 47,XXY (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 189)	ชาย 47,XXY (สสวท. 2533 : 42)	ภาพคาริโอไทป์ของ 47,XXY (Passarge. 1995 : 344)

คนในภาพมีโครโมโซมเพศ XXY (47,XXY) จะมีลักษณะบางอย่างที่แสดงออกคล้ายหญิง เช่น มีเต้านม สะโพกผาย อวัยวะเพศมีลักษณะเป็นชาย แต่ไม่ค่อยเจริญ เป็นหมัน ร้อยละ 75 ของผู้ป่วย มีสติปัญญาปกติ

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

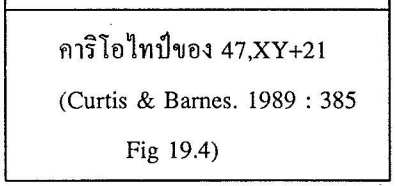
2 แสดงภาพแบบ mosaic ทีละภาพเริ่มจากภาพทางด้านซ้ายมือ และปรากฏเส้นสีน้ำเงินล้อมรอบ โครโมโซม XXY และอักษร XXY แบบ mosaic

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit10 กรอบที่ 114 ชื่อไฟล์ downsyndrome

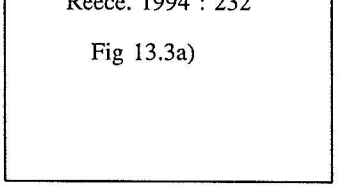
10 ความผิดปกติของโครโมโซม : จำนวนโครโมโซมผิดปกติ 10/5

ภาพเด็กกลุ่มอาการดาวน์
(Mader. 1993 : 217 Fig 14.2)



คาริโอไทป์ของ 47,XY+21
(Curtis & Barnes. 1989 : 385 Fig 19.4)

คาริโอไทป์แบบย้อมแถบสี โครโมโซมของ 47,XY+21
(Campbell, Mitchell & Reece. 1994 : 232 Fig 13.3a)



โครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1โครโมโซมทำให้มีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเป็น 47 โครโมโซม มีผลทำให้เกิดโรคพันธุกรรมปัญญาอ่อนชนิดกลุ่มอาการดาวน์ และมีความผิดปกติทางร่างกาย เช่น หางตาชี้ขึ้น ลิ้นจุกปาก ศีรษะแบน หัวใจพิการแต่กำเนิด นิ้วมือสั้น นิ้วก้อยโค้งงอเข้าด้านใน อวัยวะเพศเจริญน้อยกว่าปกติ



ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

ซึ่งพบบ่อยในลูกที่เกิดจากมารดาอายุมาก เนื่องจากเซลล์ที่เป็นไข่แบ่งตัวค้างอยู่ในระยะแรกของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นเวลานานกว่าจะแบ่งตัวต่อไปจนเป็นไข่ ทำให้การแยกตัวของโครโมโซมเกิดขึ้นผิดปกติ ได้เซลล์ไข่ที่มีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา แสดงภาพแบบ mosaic
2 กดแป้นพิมพ์เปลี่ยนข้อความแบบ remove up
3 กดแป้นพิมพ์ลบข้อความแบบ remove down

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit10 กรอบที่ 115 ชื่อไฟล์ askabnormal

10 ความผิดปกติของโครโมโซม : จำนวนโครโมโซมผิดปกติ 10/7
ช่วยคิดสักนิด 1. แม่สร้างเซลล์ไข่ผิดปกติมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 โครโมโซม เซลล์ไข่จะมีโครโมโซมเป็น 23,X หรือ 24,X หรือ 23,Y หรือ 24,Y ? 2. การทำคาริโอไทป์โดยการย้อมแถบสีโครโมโซมของภาพที่เห็น บุคคลเจ้าของภาพเป็นเพศใด ? 3. ถ้าเซลล์ไข่ของแม่ผิดปกติขาด X โครโมโซม รวมกับอสุจิชนิด X โครโมโซมของพ่อแล้ว ลูกที่เกิดมาจะมีกี่โครโมโซม 4. ลูกชายจะมีจำนวนโครโมโซมเท่าไร ถ้าจำนวนโครโมโซมร่างกายในเซลล์ไข่ของแม่เพิ่มจาก 22 โครโมโซมเป็น 23 โครโมโซม ? 5. ผลของการตรวจเซลล์ผิวหนังของทารกเพศหญิงคนหนึ่ง พบว่า โครโมโซมร่างกายคู่ที่ 21 เกินมา 1 โครโมโซม เด็กคนนี้มีโครโมโซมเท่าไร ? ← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงคำถามครั้งละ 1 ข้อแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 interaction แบบ tries limit ตอบได้ 2 ครั้ง

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit10 กรอบที่ 116 ชื่อไฟล์ performab

10 ความผิดปกติของโครโมโซม : จำนวนโครโมโซมผิดปกติ 10/7
พิมพ์ชื่อของคุณแล้วกด Enter : ← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง	กำหนดการนำเสนอ 1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา 2 แสดงผลการเรียนตามกรอบที่ 13

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 117 ชื่อไฟล์ biotech

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์

พืชที่ได้รับการตัดต่อยีน (Mader. 1993 : 288 Fig 18.7)	อุตสาหกรรม (Mader. 1993 : 279 Fig 18.1a)	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (Raven & Johnson. 1995b: 268)	การปรับปรุงพันธุ์ฝ้าย (Monsanto. 2540 : ปก)	การตรวจความผิดปกติของดีเอ็นเอ (Mader. 1993 : 278)

มะเขือเทศที่ได้รับการตัดต่อยีน (Postlethwait & Hopson. 1992 : 646)	การปลูกเพาะพันธุ์มนุษย์ (Nash. 1997 : 32-33)	มะระขี้นก (สมสุข มัจฉาชีพ. 2534 : 168)

กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงภาพแบบ mosaic พร้อมกันทุกภาพ

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 118 ชื่อไฟล์ bo

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/1

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความแตกต่างของเทคโนโลยีชีวภาพ การตัดต่อยีน พันธุวิศวกรรม การย้ายฝากตัวอ่อน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การทำโคลนนิ่งได้
2. อธิบายการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์ไปใช้ และบอกประโยชน์ของพันธุศาสตร์ได้

กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความครั้งละ 1 ข้อแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 แต่ละข้อห่างกัน 3 วินาที

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 119 ชื่อไฟล์ biotec1g68

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/2

การตรวจดีเอ็นเอ (Mader. 1993 : 278)	การเลี้ยงแบคทีเรีย (สวทช. 2540 ข : 2)	การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Monsanto. 2540 : 4)	น้ำปลาและเต้าเจี้ยว (สวทช. 2540 ข : 1)

เทคโนโลยีชีวภาพ คือ เทคโนโลยีที่ใช้กระบวนการทางชีวภาพไปสร้างผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม มีผลเชิงพาณิชย์ ใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์พื้นฐานและอณูพันธุศาสตร์ และพันธุวิศวกรรมในการปรับปรุงพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์และจุลินทรีย์ให้มีลักษณะตามต้องการ

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 แสดงภาพครั้งละ 1 ภาพแบบ mosaic เริ่มจากด้านซ้าย

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 120 ชื่อไฟล์ biotec2g69

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/3

การพัฒนาฝ้ายบีทีพันธุ์ต้านทานแมลงศัตรู (Monsanto. 2540 : 7)	การตัดยีนจากแบคทีเรียไปใส่ในเซลล์พืช (Raven & Johnson. 1995b : 271 Fig 14.3)

แบคทีเรียตัดต่อยีน (Mader. 1993 : 286 Fig 18.5)	การตรวจ DNA (Monsanto. 2540 : 3)

พันธุวิศวกรรม หมายถึง การตัดต่อยีน หรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติตามต้องการ

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 แสดงภาพครั้งละ 1 ภาพแบบ mosaic เริ่มจากด้านซ้าย

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 121 ชื่อไฟล์ biotec3g70

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/4

การตรวจไข่ก่อนที่จะฝากเข้ามดลูกของตัวรับ (Postlethwait & Hopson. 1992 : 290 Fig 14.1)	การย้ายฝากตัวอ่อน หรือการถ่ายฝากตัวอ่อนเป็นเทคโนโลยีชีวภาพด้านการขยายพันธุ์ที่ช่วยผลิตลูกโค กระบือจากแม่ลักษณะดีที่ต้องการซึ่งเป็นตัวให้ ให้มีจำนวนมากกว่าที่ผลิตได้ในธรรมชาติ โดยเอาตัวอ่อนจากตัวให้มาย้ายฝากเข้าไปยังปีกมดลูกของแม่ ซึ่งเป็นแม่ธรรมดา หรือเป็นตัวรับอุ้มท้องแทน ทำให้ตัวแม่พันธุ์สามารถผลิตตัวอ่อนได้มากกว่าปกติหลายเท่า

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความก่อนแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 แสดงภาพแบบ mosaic

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 122 ชื่อไฟล์ biotec4g71

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/5

การตรวจเซลล์ไข่ที่ปฏิสนธิ การตรวจเอมบริโอในมดลูก การตรวจสอบการเจริญของตัวอ่อนในมดลูก	การปฏิสนธิในหลอดแก้วเป็นการขยายพันธุ์สัตว์จากเซลล์ไข่ที่ไม่มีโอกาสขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ โดยเจาะดูดเอาไข่จากฟอลลิเคิลในรังไข่ของสัตว์ที่ตายแล้ว หรือจากฟอลลิเคิลที่เจริญขึ้นมาระหว่างวงรอบการเป็นสัดของสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่มาเลี้ยงให้เจริญจนถึงระยะที่จะปฏิสนธิได้ นำเอาอสุจิที่ถูกกระตุ้นให้มีความสามารถในการปฏิสนธิมาผสมกับไข่จนเกิดการปฏิสนธิ และแบ่งเซลล์เป็นระยะ 2-4 เซลล์ หลังจากนั้นย้ายไปเลี้ยงต่อในน้ำยาเลี้ยงตัวอ่อนแล้วย้ายฝากให้ตัวรับ หรือแช่แข็งเก็บไว้ใช้ต่อไป

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความก่อนแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 แสดงภาพ (พลอยแกมแพร. 2540 : 230) แบบ mosaic

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 123 ชื่อไฟล์ biotec5g72

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/6

บริเวณแสดงภาพวีดิทัศน์

ภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 4 ภาพ (Monsanto. 2540 : 4)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 4 ภาพ (PGEU. 2540 : 1)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คือ การนำเอาส่วนหนึ่งส่วนใดของพืช เช่น เนื้อเยื่อ เซลล์ มาเลี้ยงในหลอดทดลองที่ไม่มีจุลินทรีย์ในสภาพแวดล้อมที่ควบคุม เพื่อให้พืชนั้นเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ที่มีลักษณะเหมือนต้นพันธุ์

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความก่อนแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 แสดงภาพแบบ mosaic แล้วลบภาพบริเวณแสดงวีดิทัศน์แบบ remove down

3 แสดงวีดิทัศน์ (VC 1287) เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็น movie.mov

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 124 ชื่อไฟล์ biotec6g73

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/7

เอานิวเคลียสจากเซลล์เต้านมของแกะหน้าขาวไปใส่ในไข่ของแกะหน้าดำที่ดูดเอานิวเคลียสออก กระตุ้นให้แบ่งเซลล์ นำไปใส่ในท้องของแกะหน้าดำ และพบว่า ลูกแกะที่เกิดมาเป็นแกะหน้าขาว ให้ชื่อว่า ดอลลี

ภาพการโคลนนิ่งแกะดอลลี (Nash. 1997 : 34-35)

ดอลลีกับแม่แกะหน้าขาว | ดอลลีกับนักวิทยาศาสตร์ผู้ทดลอง

(Corliss. 1997 : ปก, 48)

การโคลนนิ่ง (cloning) หรือการปลูกถ่ายพันธุกรรม หรือการปลูกเพาะพันธุ์ คือ กรรมวิธีการนำเอาตัวกำหนดพันธุกรรมในเซลล์จากสัตว์ต้นแบบมากระตุ้นให้เจริญพันธุ์ เพื่อสร้างสัตว์ตัวใหม่ขึ้นมา ให้มีลักษณะและพันธุกรรมเหมือนเดิม

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 ภาพขึ้นแบบ mosaic ข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา เมื่อกดแป้นพิมพ์ลบภาพ remove down

2 ขึ้นภาพทีละภาพ ภาพเด็ก (Begley. 1997 : ปก) ภาพลิง (วิมล กิจวานิชขจร. 2540 : 9) โคลนนิ่ง (Nash. 1997 : 32-33) การดูดนิวเคลียสไข่ (Ferl, Wallace & Sanders. 1996 : 259 Fig 16.10)

3 กดแป้นพิมพ์ลบภาพแบบ remove down แสดงภาพสำเนาหมู (2540 : 7) แบบ remove up

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 125.1 ชื่อไฟล์ biotec7g74

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/8

ฝ้ายจำลองพันธุ์บีทียีน (PGEU. 2540 : 4)

สมอฝ้ายจากต้นฝ้ายบีที	สมอฝ้ายไม่มีโปรตีนบีที
(Monsanto. 2540 : 8)	

มะเขือเทศจำลองพันธุ์, พริกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (PGEU. 2540 : 3)

พันธุศาสตร์กับการเกษตรเป็นการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ให้ดีขึ้นกว่าเดิม หรือเพื่อให้ได้ลักษณะตามต้องการ มักนิยมทำการผสมข้ามพันธุ์มากกว่าที่จะทำการผสมในสายพันธุ์ใกล้ชิดระหว่างพี่น้องกัน เพราะลูกที่ได้จากการผสมข้ามพันธุ์จะมีความแข็งแรง มีผลผลิตสูง ทนทานสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าพ่อแม่

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความก่อนแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 แสดงภาพแบบ remove up เมื่อกดแป้นพิมพ์จะลบภาพทั้งหมดแบบ remove down แสดงภาพชุดใหม่แบบ remove up ภาพแต่ละชุดปรากฏทีละภาพ

3 แสดงภาพชุดที่ 2 ในตำแหน่งเดียวกับภาพชุดแรก กดแป้นพิมพ์เพื่อลบคำอธิบายและภาพชุดที่ 2

ภาพมันฝรั่งมียีนบีทีเปรียบเทียบกับต้นปกติ	
1 มะละกอ	2 พริก
3 ถั่วฝักยาว	
1, 2, 3 มีอาการโรคไวรัส	

ภาพชุดที่ 2 (125.2) ภาพมันฝรั่งมียีนบีทีจาก Monsanto (2540 : 5) ภาพมะละกอ พริกและถั่วฝักยาวจาก PGEU (2540 : 4)

4 แสดงภาพชุดที่ 3 และชุดที่ 4 จากโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน (2535)

1ฝักข้าวโพดสำหรับทำพันธุ์ (หน้า233)	พืชที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์	
	4 ดอกข้าว (หน้า 225)	5 รวงข้าว (หน้า 225)
2 ฝักข้าวโพดที่รอการเก็บเกี่ยว (หน้า 231)		

ภาพชุดที่ 3 (125.3)

1 ดอกปอกระเจา (หน้า 170)	พืชและสัตว์เศรษฐกิจที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์	
	3 ดอกปอแก้ว (หน้า 162)	4 ดอกปอแก้ว
2 เชือกปอที่เตรียมส่งโรงงาน (หน้า 184)	5 วัว (หน้า 64)	

ภาพชุดที่ 4 (125.4)

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 126.1 ชื่อไฟล์ biotec8g75

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/9	
การตัดต่อยีนเพื่อผลิตวัคซีน (Raven & Johnson. 1995 b : 279 Fig 14.9)	พันธุศาสตร์กับการแพทย์ เป็นการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ในการศึกษาความผิดปกติของโครโมโซม เพื่อศึกษาสาเหตุของโรคที่เกิดจากพันธุกรรม หรือเกิดจากการมิวเตชัน ซึ่งอาจเกิดจากการผันแปรของยีนบนโครโมโซม และใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในการรักษาผู้ป่วยที่เรียกว่า เวชพันธุศาสตร์ และใช้พันธุศาสตร์ในการรักษาโรค หรือพันธุกรรมบำบัดโรค
← กลับเมนู →	

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา แสดงภาพแบบremove up

2 กดแป้นพิมพ์ลบภาพและข้อความแบบ remove down

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 126.2 ชื่อไฟล์ biotec8g75

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/9	
ภาพซุปเปอร์หนู (Starr. 1994 : 186 Fig 13.10)	ซุปเปอร์หนู หนูตัวเล็ก คือ หนูธรรมดา ตัวใหญ่เป็นหนูที่ผ่านการทำพันธุวิศวกรรมมาแล้ว จึงมีกล้ามเนื้อใหญ่กว่าปกติ 2-3 เท่าเพื่อใช้เป็นแนวทางในการรักษากล้ามเนื้อขาดอาหารไปหล่อเลี้ยง หรือรักษาโรคมะเร็งหรือเอดส์
← กลับเมนู →	

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความและภาพหนูยักษ์เปรียบเทียบกับหนูธรรมดา

แบบ remove up บนแผ่นรองข้อความและภาพสีเทา

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 127 ชื่อไฟล์ biotec9g76

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/10

ภาพยาเม็ด
(Biotec News. 1996 : 8)

ภาพจานเพาะแบคทีเรีย
(สวทช. 2540 ข : 2)

พันธุศาสตร์กับการสาธารณสุข เป็นการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ในการผลิตยา ฮอร์โมน วัคซีน และเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความและภาพแบบ remove up

2 กดแป้นพิมพ์ลบภาพแบบ remove down และแสดงภาพการผลิตยาในโรงงานอุตสาหกรรมในตำแหน่งภาพเดิมแบบ remove up

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 128 ชื่อไฟล์ biotec10g77

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/11

ภาพแหล่งน้ำ
(Biotec. 1998 : 3)

การให้น้ำพืชในสวนผัก
(โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. 2535 : 60)

ภาพแหล่งน้ำ
(โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. 2535 : 63)

พันธุศาสตร์กับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนาสายพันธุ์จุลินทรีย์ให้กำจัดของเสีย การตัดแต่งยีนให้จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายสารพิษต่างๆ ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพของดินและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความและภาพแบบ remove up

2 กดแป้นพิมพ์ลบภาพแบบ remove down เป็นภาพป่าไม้ และการทำไร่บนภูเขาแทนที่ภาพเดิมแบบ remove up

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 129 ชื่อไฟล์ biotec11g78

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/12

อุตสาหกรรมการผลิตยา (Mader. 1993 : 279 Fig 18.1)	การฉีดยากุ้ง (Biotec. 1998 : 2)	พริกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (PGEU. 2540 : 3)
น้ำปลา เต้าเจี้ยว (สวทช. 2540 ข : 2)	พันธุศาสตร์กับการอุตสาหกรรม เช่น การผลิตต้นพันธุ์สตรอเบอรี ปลอดโรคในเชิงการค้า การทดสอบพันธุ์สตรอเบอรีเพื่อใช้ในการแปรรูประบบอุตสาหกรรม การปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักเบียร์ ไวน์ เป็นต้น	

← กลับเมนู →

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความและภาพ แบบ remove up

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 130 ชื่อไฟล์ biotec12g79

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/13

Can We Clone Humans? (Begley. 1997 : ปก)	ภาพเด็ก (วิมล กิจวานิชขจร. 2540 : 9)
ภาพทารกในครรภ์ (รัฐภูมิ. 2540 : 17)	พันธุศาสตร์กับสังคม การใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในเรื่องเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรม อณูพันธุศาสตร์ อาจมีผลกระทบต่อสังคม โดยเฉพาะทางด้านจริยธรรม

← กลับเมนู →

ข้อความเพิ่มเติมที่ปรากฏภายหลัง

1 มนุษย์ควรจะทำโคลนนิ่งสัตว์ตามใจชอบ ?

2 พืชจำลองพันธุ์อาจเป็นพิษต่อคน สัตว์และสิ่งแวดล้อมได้หรือไม่?

กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความและภาพแบบ remove up

2 เมื่อกดแป้นพิมพ์ลบข้อความและภาพแบบ remove down

3 ภาพลิง (Biotec. 1997 : ปก) กับข้อความ 1 และกดแป้นพิมพ์ลบภาพลิง เปลี่ยนเป็นภาพการตัดต่อยีน (Raven & Johnson. 1995 b : 274 Fig 14.5) พร้อมข้อความ 2

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 131 ชื่อไฟล์ biotec13g80

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/14

นักวิทยาศาสตร์กับกระโหลกศีรษะ (มนุษย์สมัยหิน. 2540 : 7)

พันธุศาสตร์กับประวัติศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้กระโหลกศีรษะของมนุษย์สมัยหินอายุ 9,000 ปีมาสกัดสารพันธุกรรม คือ ดีเอ็นเอ เป็นตัวอย่างในการตรวจสอบเทียบเคียงกับประชาชน และพบว่า มีครูหญิงอายุ 42 ปีคนหนึ่งมีสารพันธุกรรมอย่างเดียวกัน แสดงว่า เป็นลูกหลานที่สืบบรรพบุรุษจากมนุษย์สมัยหินนั้น



กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความและภาพแบบ remove up

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

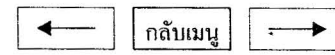
Unit11 กรอบที่ 132 ชื่อไฟล์ biotec14g81

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/15

วีดิทัศน์การทำลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ

ลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ (Campbell, Mitchell & Reece. 1994 : 247 Fig B)

พันธุศาสตร์กับนิติเวช ปัจจุบันสามารถใช้ความรู้ทางอณูพันธุศาสตร์ในการตรวจวินิจฉัยบุคคล หรือพิสูจน์บุคคลด้วยดีเอ็นเอ เช่นการตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fringer-print) เพื่อพิสูจน์ความเกี่ยวข้อง หรือใช้ในการติดตามผลการปลูกถ่ายไขกระดูกในผู้ป่วย และใช้ตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของผู้กระทำความผิดโดยการเปรียบเทียบกับลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่เป็นหลักฐานทางนิติเวช เช่น เส้นผม คราบเลือด คราบอสุจิ หรือใช้ในการพิสูจน์บุคคลเพื่อยืนยันการเสียชีวิต เป็นต้น



กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความและภาพแบบ remove up

2 หลังแสดงภาพและข้อความ 3 วินาที แสดงวีดิทัศน์ (VC 1287) (movie.mov) เรื่องลายพิมพ์ดีเอ็นเอ เพื่อพิสูจน์บุคคล

แบบกรอบเนื้อหาเดี่ยว (content frame of storyboard form)

Unit11 กรอบที่ 133 ชื่อไฟล์ performbio

11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์ 11/16

พิมพ์ชื่อของคุณแล้วกด Enter :



กำหนดการนำเสนอ

1 แสดงข้อความแบบพลิกจากซ้ายไปขวา

2 รายงานผลการเรียนตามกรอบที่ 13

บรรณานุกรม

"การขยายพันธุ์พืช," ความรู้คือประทีป. (เทปโทรทัศน์). กรุงเทพฯ : ไทยทีวีสีช่อง 9 อสมท, 2535.

การผสมเทียมในมนุษย์. (เทปโทรทัศน์). ม.ป.ท. : ม.ป.พ.

"กินนมแม่," ไทยรัฐ. 10 กรกฎาคม 2540. หน้า 7.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลและบริษัทบุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด. สมุนไพรสวนสิรีรุกขชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทสยามบุ๊คส์แอนด์พับลิเคชันส์ จำกัด, 2539.

โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 17. กรุงเทพฯ : บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, 2535.

"ดีเอ็นเอ" ความรู้คือประทีป. (เทปโทรทัศน์). กรุงเทพฯ : ไทยทีวีสีช่อง 9 อสมท, 2535.

พลอยแกมเพชร. 6(131) : 230-233 ; 15 กรกฎาคม 2540.

รัฐภูมิ. "วิทยาการเพาะพันธุ์ชีวิตใหม่," แหล่งงาน. 7(353) : 17 ; 15-21 มีนาคม 2540.

วิมล กิจวาริชขจร. "คนจาก 'โคลนนิง' ไร้จิตวิญญาณ-ไร้สิทธิ?," มติชน. 7 มีนาคม 2540. หน้า 9.

สมสุข มัจฉาชีพ. พืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แพร่พิทยา, 2534.

สวทช. ลายพิมพ์ ดีเอ็นเอ. กรุงเทพฯ : ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 2540. ก

สวทช. ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางอาหาร. กรุงเทพฯ : ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2540. ข.

สาขาวิชาโลหิตวิทยา. คำแนะนำเกี่ยวกับธาลัสซีเมีย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ และศูนย์ธาลัสซีเมีย มหาวิทยาลัยมหิดล, ม.ป.ป.

เอ.แอล.เค. งานละเอียด ผิวงานเรียบ เฉียบรูปทรง ตรงเงื่อนไข. กรุงเทพฯ : เอ.แอล.เค พรีซิชั่น เวอร์ค จำกัด, 2540.

Begley, Sharon. "Can We Clone Humans?," Newsweek. CXXIX (10) ; March, 1997.

Biotec. Biotec News. 3(4) : 1 ; April, 1997.

_____. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology. Bangkok : National Science and Technology Development Agency, 1998.

Biotec News. 2(6) : 8 ; June, 1996.

Campbell, Neil A. Lawrence G. Mitchell and Jane B. Reece. Biology : Concepts & Connections. California : The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1994.

Corliss, Richard. "I paint the body erotic," Time. 149(10) : 48 ; March, 1997.

Curtis, Helena and N. Sue Barnes. Biology of Cells : Part 1. 5th ed. Worth Publishers, Inc., 1989.

Ferl, Robert J., Robert A. Wallace and Gerald P. Sanders. Biology : The Realm of Life. 3rd ed. Florida : Harper Collins College Publishers, 1996.

Fineman, Howard and Michael Isikoff. "Strang Bedfellows," Newsweek. CXXIX(10) : 24-30 ; March, 1997.

Kluger, Jeddrey. "Will We Follow the Sheep?," Time. 149(10) : 36-40 ; March, 1997.

Maders, Sylvia S. Biology. 4th ed. Iowa : Wm.C.Brown Publishers, 1993.

Monsanto. พันธุวิศวกรรม : ทางเลือกใหม่เพื่อเพิ่มผลผลิตและสิ่งแวดล้อมที่ดีกว่า... กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2540.

MTEC. หน่วยปฏิบัติการหล่อโลหะ (Metal Casting Laboratory : MCL). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2540.

Nash, J. Madeleine. "The Age of Cloning," Time. 1490(10) : 32-35 ; March, 1997.

Passarge, Eberhard. Color Atlas of Genetics. New York : Thieme Medical Publishers, Inc., 1995.

PGEU. หน่วยปฏิบัติการพันธุวิศวกรรมด้านพืช. นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2540.

Prstlethwait, John H. and Janet L. Hopson. The Nature of Life. 2nd ed. New York : Mc Graw-Hill, Inc., 1992.

Raven, Peter H. and George B. Johnson. Biology : Update Version. 3rd ed. Iowa : Wm.C.Brown Publishers, 1995. a.

_____. Understanding Biology. Missouri : Times Mirror/Mosby College Publishing, 1988.

_____. Understanding Biology. 3rd ed. Bogota : Wm.C. Brown Publishers, 1995. b.

Starr, Cecie. Biology : Concepts and Applications. 2nd ed. California : Wadsworth Publishing Company, 1994.

Swissair. "Wherever you come from, we speak your language," Newsweek. CXXIX(10) : 22.1 ; March, 1997.

ภาคผนวก ค
แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

แผนการสอนระยะยาววิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มัธยมศึกษาปีที่ 4 - 5 - 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540
ระหว่างวันที่ 3 พฤศจิกายน 2540 ถึงวันที่ 15 มกราคม 2540

สัปดาห์ที่/วัน/เดือน/ปี	เรื่อง
1. สัปดาห์ที่ 1 3 พย.- 6 พย. 40	1. อะไรทำให้สิ่งมีชีวิตคล้ายคลึงหรือแตกต่างกัน 2. การทดลองที่ 1 ส่วนที่แตกต่างกันในสิ่งมีชีวิต
2. สัปดาห์ที่ 2 10 พย.- 13 พย. 40	1. ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 2. การทดลองที่ 2 ลักษณะทางพันธุกรรม 3. คำถาม 1
3. สัปดาห์ที่ 3 17 พย.- 20 พย. 40	1. เมนเดลบิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ 2. ลักษณะเด่นและลักษณะด้อย
4. สัปดาห์ที่ 4 24 พย.- 27 พย. 40	1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ 2. ทฤษฎีความน่าจะเป็น 3. การทดลองที่ 3 การแยกตัวและการรวมตัวของยีน 4. คำถาม 2
5. สัปดาห์ที่ 5 1 ธค.- 4 ธค. 40	1. ลักษณะทางพันธุกรรมถ่ายทอดได้อย่างไร 2. โครโมโซมและยีน 3. การทดลองที่ 4 โครโมโซมในรากหอม
6. สัปดาห์ที่ 6 8 ธค.- 11 ธค. 40	1. โครโมโซมตัวบ่งชี้ชนิดของสิ่งมีชีวิต 2. การทดลองที่ 5 การจัดเรียงคู่โครโมโซม
7. สัปดาห์ที่ 7 22 ธค.- 25 ธค. 40	1. อะไรคือสิ่งกำหนดเพศในมนุษย์ 2. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ 3. ระบบเลือด ABO
8. สัปดาห์ที่ 8* 13 มค.- 15 มค. 41	1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมทางโครโมโซมเพศ 2. การทดลองที่ 5 การจัดเรียงคู่โครโมโซม 3. พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 4. มิวเตชัน และประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์

หมายเหตุ* วันที่ 29 ธันวาคม - 31 ธันวาคม 2540 หยุดวันขึ้นปีใหม่
วันที่ 5-9 มกราคม 2541 หยุดสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ครั้งที่ 1 อะไรทำให้สิ่งมีชีวิตคล้ายคลึงหรือแตกต่างกัน เวลา 100 นาที

จุดมุ่งหมาย

1. สรุปสาเหตุสำคัญที่ทำให้สิ่งมีชีวิตเหมือนหรือแตกต่างกันได้

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน จากแหล่งต่างๆ ได้

3. สรุปสาเหตุที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความแตกต่างกันได้

เนื้อหา

1. อะไรทำให้สิ่งมีชีวิตคล้ายคลึงหรือแตกต่างกัน

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ทบทวนความรู้ว่า สิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์และพืชชั้นสูงเกิดจากการรวมตัวระหว่างนิวเคลียสของของพ่อและแม่ คือ อสุจิ (sperm) และไข่ (egg) ลูกที่เกิดมาจะได้รับหน่วยพันธุกรรมจากพ่อแม่คนละครึ่ง

2. ให้นักเรียนช่วยกันตอบปัญหาว่า สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน หรือสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากพ่อแม่เดียวกันจะมีลักษณะต่างกันหรือไม่อย่างไร ?

ขั้นการสอน

1. ให้นักเรียนสังเกตภาพของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันมาให้นักเรียนดู

2. อภิปรายซักถามถึงเรื่องความคล้ายคลึงและความแตกต่างของภาพที่สังเกต เพื่อให้นักเรียนสรุปว่า สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีรูปร่างลักษณะโครงสร้างคล้ายคลึงกัน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด แต่สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอาจมีขนาดแตกต่างกันได้

3. ให้นักเรียนสังเกตและเปรียบเทียบช่อดอกไม้ เช่น ดอกเข็มและดอกเฟื่องฟ้าหลายๆ ช่อที่มีสีต่างกัน บันทึกผลการสังเกตในแบบฝึกหัด

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงของสมาชิกในกลุ่ม บันทึกผลในแบบฝึกหัด

ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการทดลอง

2. อภิปรายเพื่อสรุปว่า สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีรูปร่างลักษณะโครงสร้างคล้ายคลึงกัน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด แต่สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอาจมีขนาดแตกต่างกันได้

3. อภิปรายว่า น้ำหนักและส่วนสูงของแต่ละคนเท่ากันหรือไม่ ? อะไรเป็นปัจจัยที่ทำให้น้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน ? เพื่อให้นักเรียนสรุปว่า น้ำหนักและความสูงของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

สื่อการเรียนการสอน

1. ภาพสิ่งมีชีวิต เช่น คน สัตว์และพืชชนิดต่างๆ
2. ดอกไม้ เช่น ดอกเข็ม ดอกเฟื่องฟ้า
3. ตาชั่ง
4. เครื่องวัดความสูง
5. แผ่นใส

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน
2. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง ความร่วมมือขณะอภิปรายสรุปการทดลอง
3. ประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ครั้งที่ 2 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม เวลา 100 นาที

จุดมุ่งหมาย

1. อธิบายลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้
2. บอกเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกสิ่งมีชีวิตมาใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้

เนื้อหา

2. ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูนำอภิปรายถึงวิธีศึกษาลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น สังเกตลักษณะที่ปรากฏแต่ละลักษณะจากสมาชิกในครอบครัว ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากการทดลองที่ 2 เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม

ขั้นการสอน

ครูอภิปรายก่อนการทดลองดังนี้

1. ให้นักเรียนเสนอข้อมูลที่ได้จากการสังเกตลักษณะที่ปรากฏแต่ละลักษณะของสมาชิกในครอบครัวของนักเรียน เช่น พ่อแม่ พี่น้อง ปู่ย่า ตายาย

2. ให้นักเรียนบันทึกผลการสังเกตลักษณะที่ปรากฏในตารางบันทึกผลการทดลองของแบบฝึกหัด ถ้านักเรียนคนใดบันทึกผลการทดลองมาแล้ว ให้เขียนผลการสังเกตลงแผ่นใส

3. ให้นักเรียนเสนอแผ่นใส ครูอธิบายจากผลการทดลอง และแสดงตัวอย่างผลการทดลอง เพื่อนำไปสู่การอภิปรายหลังการทดลองตามเนื้อหา

4. อภิปรายหลังการการเสนอแผ่นใสว่า ลักษณะต่างๆ ไม่ได้ถ่ายทอดไปยังลูกหลานทุกรุ่น ลักษณะบางลักษณะไม่ได้แสดงออกในรุ่นลูก แต่อาจไปปรากฏในรุ่นหลาน หรือรุ่นต่อๆ ไปได้ การสรุปว่า ลักษณะใดเป็นลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม จะต้องอาศัยข้อมูลจากการสังเกตลักษณะนั้นๆ หลายชั่วคน หรือสังเกตจากครอบครัวหลายๆ ครอบครัว

5. ครูให้นักเรียนตอบคำถามหลังการทดลอง และร่วมกันสรุปผลการทดลอง

ขั้นสรุปผลการทดลอง

1. นักเรียนตอบคำถาม และช่วยกันสรุปว่า ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมจะปรากฏคล้ายคลึงกันในสมาชิกครอบครัวเดียวกันมากกว่าสมาชิกต่างครอบครัว ลักษณะทุกลักษณะไม่ได้ถ่ายทอดไปยังลูกทุกลักษณะ บางลักษณะไม่ปรากฏในรุ่นลูกแต่อาจปรากฏในรุ่นหลาน หรือรุ่นต่อๆ ไปได้

2. ครูถามและอภิปรายเพื่อให้นักเรียนสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกสิ่งมีชีวิต มาใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น พิจารณาจากอายุขัย จำนวนลูก การดูแล หรือการเลี้ยงดู เป็นต้น

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นใสแสดงตัวอย่างผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

2. แบบฝึกหัด

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

2. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง ความร่วมมือขณะอภิปรายสรุปการทดลอง

3. ประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ครั้งที่ 3 เมนเดล - บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ เวลา 100 นาที

จุดมุ่งหมาย นักเรียนควรจะสามารถ

1. สรุปผลการทดลองของเมนเดล และวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางแสดงผลการทดลองได้

2. เขียนและอ่านแผนภาพแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้

3. ทำนายโอกาสที่จะเกิดลูกหลานลักษณะต่างๆ จากจีโนไทป์ของพ่อแม่ได้

4. อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ได้ พันธุ์แท้ พันทาง ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย จีโนไทป์ ฟีโนไทป์

เนื้อหา

3. เมนเดล - บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์

พันธุ์แท้ พันทาง ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย จีโนไทป์ ฟีโนไทป์

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูแสดงภาพของเมนเดล และให้นักเรียนดูภาพของเมนเดลจากหนังสือเรียนหน้า 8 รูป 3 และถามนักเรียนเกี่ยวกับบุคลิก การแต่งกายในภาพ เช่น จากภาพ เมนเดลแต่งกายเหมือนบุคคลที่มีลักษณะอาชีพใด ? และนักเรียนรู้หรือไม่ว่า เมนเดลมีความสำคัญต่อวิชาพันธุศาสตร์อย่างไร ?

ขั้นการสอน

1. ครูอธิบายผลงานของเมนเดลตามหัวข้อ 3.1 ที่ศึกษาลักษณะของถั่วลันเตา ลักษณะเด่นและลักษณะด้อย โดยใช้แผนใสรูป 4 ลักษณะดอกถั่วลันเตา และรูป 5 การผสมภายในดอกเดียวกันทำให้เกิดพันธุ์แท้ จากหนังสือเรียนหน้า 9 ประกอบการอธิบาย

2. ครูใช้แผ่นใสแผนภาพรูป 6 ต้นถั่วรุ่นต่างๆ ที่ได้จากการผสมพันธุ์ จากหนังสือเรียนหน้า 10 ประกอบการอธิบาย

3. ครูใช้แผ่นใสตาราง 1 แสดงผลการทดลองของเมนเดล จากหนังสือเรียนหน้า 11 ประกอบการอธิบายและให้นิยามของคำว่า ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย ยีน จีโนไทป์ ฟีโนไทป์ โฮโมไซกัส เฮเตอโรไซกัส พันธุ์แท้ พันทาง พร้อมกับใช้แผ่นใส รูป 7 ลักษณะต่างๆ ของต้นถั่วที่เมนเดลศึกษา จากหนังสือเรียนหน้า 10 และรูป 8 จีโนไทป์ของต้นถั่วรุ่นต่างๆ ที่ได้จากการผสมของเมนเดล จากหนังสือเรียนหน้า 13 ประกอบการอธิบาย

ขั้นสรุป

ครูให้โจทย์แบบฝึกหัดเพิ่มเติมหนึ่งตัวอย่าง เพื่ออธิบายคำนิยามต่างๆ ในโจทย์เป็นการสรุปดังนี้

ผสมถั่วเมล็ดกลมพันธุ์แท้และเมล็ดขรุขระโฮโมไซกัส จะได้ถั่วรุ่นลูกมีลักษณะจีโนไทป์และฟีโนไทป์อย่างไร? นำถั่วรุ่นลูกมาผสมกันจะได้ถั่วรุ่นหลานมีลักษณะอย่างไร? เมื่อให้เมล็ดกลมเป็นลักษณะเด่น แทนด้วย S และเมล็ดขรุขระเป็นลักษณะด้อย แทนด้วย s

ถั่วเมล็ดกลมพันธุ์แท้ มีจีโนไทป์เป็น SS

ถั่วเมล็ดขรุขระโฮโมไซกัส มีจีโนไทป์เป็น ss

ผสมถั่วเมล็ดกลมพันธุ์แท้ SS X ถั่วเมล็ดขรุขระโฮโมไซกัส ss

เซลล์สืบพันธุ์คือ S X s

ลูกรุ่นที่ 1 (F_1) มีจีโนไทป์เฮเตอโรไซกัส คือ Ss ฟีโนไทป์ที่ปรากฏคือ เมล็ดกลมทั้งหมด

นำถั่วเมล็ดกลมเฮเตอโรไซกัสรุ่น F_1 ผสมกัน Ss X Ss

เซลล์สืบพันธุ์ คือ S,s X S,s

ลูกรุ่นที่ 2 (F_2) มีจีโนไทป์ SS, Ss, Ss, ss

ฟีโนไทป์ที่ปรากฏคือ เมล็ดกลม, เมล็ดกลม, เมล็ดกลม, เมล็ดขรุขระ

เป็นอัตราส่วน เมล็ดกลม : เมล็ดขรุขระ = 3 : 1

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นใสรูป 4 - รูป 8 (รูปจากหนังสือเรียน)
2. แบบฝึกหัด

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน
2. สังเกตจากการอภิปราย ขณะใช้แผ่นใสประกอบการสอน
3. ประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ครั้งที่ 4 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ เวลา 100 นาที

จุดมุ่งหมาย นักเรียนควรจะสามารถ

1. สรุปความสำคัญของทฤษฎีความน่าจะเป็นต่อการศึกษาทางพันธุศาสตร์
2. อธิบายการแยกตัวและการรวมตัวของยีนจากตารางได้
3. อธิบายความหมายของคำว่า โฮโมไซกัสและเฮเตอโรไซกัสได้

เนื้อหา

4. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ
   ทฤษฎีความน่าจะเป็น โฮโมไซกัสและเฮเตอโรไซกัส

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูทบทวนนิยาม หรือความหมายของ จีโนไทป์ ฟีโนไทป์ โฮโมไซกัส เฮเตอโรไซกัส โดยการถามนักเรียนถึงการทำโจทย์ตัวอย่างในแบบฝึกหัด

ขั้นการสอน

1. ครูให้นักเรียนอธิบายเปรียบเทียบอัตราส่วนของจีโนไทป์ และฟีโนไทป์ในรุ่น F_2 จากการทดลองของเมนเดล

2. ครูอธิบายทฤษฎีความน่าจะเป็นตามเนื้อหา และยกตัวอย่างการโยนเหรียญหนึ่งเหรียญประกอบ

3. ครูให้นักเรียนทำการทดลองที่ 3 โดยใช้ลูกปัดและจดบันทึกผลการทดลองในแบบฝึกหัดของนักเรียน และบันทึกในตารางการทดลองหน้าชั้นเรียนที่ครูเตรียมไว้บนกระดานดำ ครูชี้แจงเหตุผลที่ต้องใช้ลูกปัดเป็นจำนวนมากแทนที่จะเป็นสีละสองเม็ด เพื่อลดข้อผิดพลาด และทำให้ลูกปัดแต่ละเม็ดมีโอกาสได้รับการคัดเลือกเท่ากัน และเตือนให้นักเรียนเขย่ากล่อง หรือใช้มือคนก่อนหยิบลูกปัดทุกครั้ง เมื่อหยิบและบันทึกสีของลูกปัดที่หยิบได้แล้วต้องใส่ลูกปัดกลับคืนในกล่อง แล้วหยิบลูกปัดใหม่ ทำเช่นนี้จนได้จำนวนครั้งตามตารางการทดลอง

4. ครูถามนักเรียนถึงโอกาสความน่าจะเป็นจากการทดลอง เพื่อนำมาเป็นข้อสรุป และร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกจากตารางหน้าชั้นเรียน

5. ครูใช้แผ่นใสตาราง 2 ตารางแสดงการแยกตัวและรวมตัวของยีนในเซลล์สืบพันธุ์ของถั่วลันเตา จากหนังสือเรียนหน้า 15

6. ครูอธิบายลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ พร้อมยกตัวอย่างการผสมจากพ่อแม่พันธุ์แท้จนถึงรุ่น F_2

ขั้นสรุป

1. สรุปผลการทดลองที่ 3 พร้อมกับตอบคำถามตามแบบฝึกหัด

2. ครูยกตัวอย่างการผสมพันธุ์ที่เป็นลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ตามเนื้อหาที่เตรียมไว้

สื่อการเรียนการสอน

1. กล่องลูกปัดกลุ่มละสองกล่อง แต่ละกล่องใส่ลูกปัดสองสี สีละ 50 เม็ด

2. แผ่นใสตาราง 2

3. ตารางบันทึกผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4. แบบฝึกหัด

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

2. สังเกตจากปฏิบัติการทดลอง ความสนใจ ความตั้งใจ ความร่วมมือ

3. สังเกตจากการอภิปราย และสรุปผลการทดลอง

3. ประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ครั้งที่ 5 ลักษณะทางพันธุกรรมถ่ายทอดได้อย่างไร? เวลา 100 นาที

จุดมุ่งหมาย นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้

2. อธิบายการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส และไมโอซิสได้

เนื้อหา

5. ลักษณะทางพันธุกรรมถ่ายทอดได้อย่างไร?

โครโมโซมและยีน การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส และไมโอซิส

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนเรื่องเซลล์ แสดงส่วนประกอบหลักของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โดยใช้แผ่นใสประกอบ

2. ครูถามนักเรียนว่า สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เริ่มต้นจากการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ เซลล์ไข่กับเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ อสุจิ ได้ไซโกตเซลล์เดียว ซึ่งไซโกตจะมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้น ทำให้มีการเจริญเติบโตได้อย่างไร?

3. การแบ่งนิวเคลียสของเซลล์เกี่ยวข้องกับการอยกตัวของโครโมโซมอย่างไร?

ขั้นการสอน

1. ครูอธิบายลักษณะของโครโมโซมโดยวาดภาพประกอบ และอธิบายตามเนื้อหา

2. ครูอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์ของเซลล์พืชแบบไมโตซิส โดยใช้ภาพจากแผ่นใส

3. ครูให้นักเรียนทำการทดลอง 4 เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมในเซลล์ปลายรากหอม และวาดภาพที่สังเกตได้ในแบบฝึกหัด

4. ครูและนักเรียนอภิปรายผลการทดลองที่ได้

5. ครูอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โดยใช้ภาพจากแผ่นใสประกอบ และเปรียบเทียบความแตกต่างของเซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์ทั้งสองแบบตามเนื้อหา

ขั้นสรุป

1. สรุปการทดลอง 4 และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนสิ่งที่เรียน

2. ให้นักเรียนอธิบายความหมายของ โครโมโซม การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นใสภาพเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

2. แผ่นใสภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสและไมโอซิส

3. แบบฝึกหัด

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

2. สังเกตจากการอภิปราย ขณะใช้แผ่นใสประกอบการสอน

3. ประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ครั้งที่ 6 โครโมโซมตัวบ่งชี้ชนิดของสิ่งมีชีวิตและสิ่งกำหนดเพศในมนุษย์ เวลา 100 นาที

จุดมุ่งหมาย นักเรียนควรจะสามารถ

1. สรุปความคล้ายคลึงและความแตกต่างกันของจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต

2. แสดงการจัดเรียงคู่โครโมโซมได้

3. บอกปัญหาในการจัดเรียงคู่โครโมโซมได้

4. สรุปการเกิดเพศหญิง เพศชายได้

5. บอกความหมายของ เซลล์ร่างกาย เซลล์สืบพันธุ์ ไมโตซิส ไมโอซิส ยีน โครโมโซม คาริโอไทป์ เซนโตรเมียร์ โครโมโซมเพศ โครโมโซมร่างกายได้

เนื้อหา

5.2 โครโมโซม : ตัวบ่งชี้ชนิดของสิ่งมีชีวิต

5.3 สิ่งกำหนดเพศในมนุษย์

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนความรู้เรื่องยีน และโครโมโซม

2. ครูใช้แผ่นใสตาราง 3 แสดงจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ พร้อมกับให้นักเรียนช่วยกันสรุปตารางที่เห็น

ขั้นการสอน

1. ครูทบทวนข้อสรุปของนักเรียน เพื่อให้เข้าใจตรงกันว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน จำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดใช้เป็นตัวบ่งชี้ชนิดของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน และเป็นเลขคู่ จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์จะเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย

2. ครูแสดงภาพโครโมโซมมนุษย์ พร้อมกับแจกภาพโครโมโซมเพื่อให้นักเรียนในกลุ่มจับคู่โครโมโซม ให้เวลานักเรียนปฏิบัติ 5 - 10 นาที

3. ครูและนักเรียนอภิปรายสรุปผลการทดลอง ถึงเกณฑ์ในการจัดเรียงคู่โครโมโซม และปัญหาที่นักเรียนพบในขณะจัดเรียงคู่โครโมโซม

4. ครูให้นักเรียนดูภาพการย้อมสีแถบจำเพาะของโครโมโซม

5. ครูซักถามนักเรียนว่า การจัดเรียงคู่โครโมโซมเป็นของเพศใด? นักเรียนรู้ได้อย่างไร? ซึ่งนักเรียนควรจะตอบได้ว่า สังเกตจากการกำหนดไว้ว่า โครโมโซมคู่ที่ 23 เป็นชนิด X และ Y โครโมโซม แสดงว่า เป็นโครโมโซมของเพศชาย เพื่อนำเข้าสู่หัวข้อสิ่งกำหนดเพศในมนุษย์

6. ครูและนักเรียนอภิปรายความหมายของคำว่า โครโมโซมเพศ โครโมโซมร่างกาย และสิ่งกำหนดเพศของมนุษย์

<u>ขั้นสรุป</u>

1. ครูซักถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสรุปว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีจำนวนโครโมโซมไม่จำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดใช้เป็นตัวบ่งชี้ชนิดของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันและเป็นเลขคู่ จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์จะเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกาย (สรุปในตอนอภิปรายตามข้อ 1 ในขั้นการสอน)

2. ครูซักถามนักเรียนถึงเกณฑ์ในการจัดเรียงคู่โครโมโซม และปัญหาที่พบในการจัดเรียงคู่โครโมโซม (สรุปในตอนอภิปรายตามข้อ 3 ในขั้นการสอน)

3. สรุปจากภาพการย้อมสีแถบจำเพาะของโครโมโซม และสรุปประโยชน์ของการทำคาริโอไทป์

4. สรุปว่า สิ่งกำหนดเพศของมนุษย์ คือ โครโมโซมเพศ ซึ่งโครโมโซมเพศมีสองชนิด คือ X โครโมโซมและ Y โครโมโซม ในเพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY โอกาสที่จะเกิดลูกเพศหญิงหรือเพศชายขึ้นอยู่กับ โครโมโซมเพศในเซลล์อสุจิของพ่อ เพราะอสุจิของพ่อมีสองชนิด คือ ชนิดมีโครโมโซมเพศเป็น X โครโมโซม และชนิดที่มีโครโมโซมเพศเป็น Y โครโมโซม เซลล์ไข่ของแม่มีโครโมโซมเพศชนิดเดียว คือ ชนิด X โครโมโซมเท่านั้น ถ้าลูกได้รับ X โครโมโซมจากพ่อ และ X โครโมโซมจากแม่จะเป็นเพศหญิง ถ้าลูกได้รับ Y โครโมโซมจากพ่อ และ X โครโมโซมจากแม่จะเป็นเพศชาย

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. แผ่นใสตาราง 3 จำนวนโครโมโซมสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ

2. แผ่นใสภาพโครโมโซมก่อนทำคาริโอไทป์ และภาพคาริโอไทป์

3. แบบฝึกหัด

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

2. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง และการอภิปรายสรุปการทดลอง

3. ประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ครั้งที่ 7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ เวลา 100 นาที

จุดมุ่งหมาย นักเรียนควรจะสามารถ

1. เขียนพงศาวลีแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้

2. ยกตัวอย่างลักษณะเด่นและลักษณะด้อยบางอย่างในมนุษย์ได้

3. จำแนกหมู่เลือดในระบบ ABO ได้

4. อธิบายหลักการให้และรับเลือดได้

5. อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมทางโครโมโซมเพศได้

เนื้อหา

6. การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมในมนุษย์

6.1 หมู่เลือดของคน

6.2 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมทางโครโมโซมเพศ

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูซักถามเกี่ยวกับปัญหา หรืออุปสรรคของการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมของคน เพื่อสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน

ขั้นการสอน

1. ครูใช้แผ่นใสรูป 21 ภาพพงศาวลีการถ่ายทอดลักษณะนิ้วเกิน จากหนังสือเรียนหน้า 30 เพื่ออภิปรายว่า การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ ทำได้โดยการเก็บข้อมูลประวัติของสมาชิกในครอบครัวหลายชั่วอายุคน สามารถเขียนแผนภาพแสดงลำดับเครือญาติที่เรียกว่า พงศาวลี และใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ตามรูป 21

2. ครูยกตัวอย่างกลุ่มอาการมาร์แฟน และโรคพันธุกรรมอื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่างยีนและลักษณะที่แสดงออกมาให้เห็นทางฟีโนไทป์นั้นไม่ได้แสดงตรงไปตรงมา ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะแวดล้อมมีส่วนสำคัญในการควบคุมการแสดงออกของยีน

3. ครูซักถามเรื่องหมู่เลือด ว่า นักเรียนรู้หรือไม่ว่า ตนเองมีเลือดหมู่ใด? มีวิธีการตรวจสอบอย่างไร? และระบบหมู่เลือดมีความสำคัญอย่างไร?

4. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบของเลือด และหมู่เลือดระบบ ABO และอธิบายถึงหลักเกณฑ์ในการแบ่งหมู่เลือดตามชนิดของแอนติเจนที่ผิวของเม็ดเลือดแดง และแอนติบอดีในพลาสมา ตามตาราง 5 ในหนังสือเรียน และอภิปรายเกี่ยวกับการให้เลือดและรับเลือด

5. ครูชี้แจงเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะที่เกี่ยวเนื่องกับเพศ ยกตัวอย่างโรคต่างๆ และอธิบายว่า ลักษณะที่ถ่ายทอดทางโครโมโซม X นอกจากเป็นยีนที่มีส่วนร่วมในการกำหนดเพศแล้ว ยังมียีนที่กำหนดลักษณะอื่นๆ เช่น ตาบอดสี การกลายเป็นลิ่มของเลือด การเจริญของกล้ามเนื้อ และอภิปรายเกี่ยวกับโอกาสการเกิดโรคว่า ระหว่างเพศหญิง หรือเพศชายใครจะมีโอกาสเป็นโรคทางพันธุกรรมนี้ได้มากกว่ากัน เพราะเหตุใด

6. ครูใช้แผ่นใสรูป 24 พงศาวลีแสดงการถ่ายทอดโรคฮีโมฟีเลียในราชวงศ์อังกฤษ เพื่อให้ความรู้เรื่องการเขียนจีโนไทป์เพื่อแสดงยีนด้อยบนโครโมโซม X

7. ให้นักเรียนทดสอบตาบอดสี โดยใช้แผ่นทดสอบตาบอดสี

<u>ขั้นสรุป</u>

1. ครูให้นักเรียนเขียนแผนภาพพงศาวลี แสดงการถ่ายทอดลักษณะนิ้วเกินตามที่กำหนดให้ในแบบฝึกหัด เพื่อสรุปการใช้สัญลักษณ์

2. สรุปเรื่องหมู่เลือด โดยเริ่มจากประเภทของหมู่เลือด การให้เลือดหรือการถ่ายเลือด ประโยชน์ของหมู่เลือด การเขียนจีโนไทป์แสดงหมู่เลือด

3. ครูทบทวนการเขียนจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของชายหญิงที่เป็นตาบอดสี หรือโรคเกี่ยวเนื่องกับโครโมโซมเพศ X โครโมโซมอีกครั้ง และสรุปเรื่องตาบอดสีที่นักเรียนทดสอบ

<u>สื่อการเรียนการสอน</u>

1. แผ่นใสรูป 21 - 24 จากหนังสือเรียนหน้า 30 - 35

2. แผ่นทดสอบตาบอดสีชุดละ 12 แผ่น

3. แบบฝึกหัด

<u>การวัดผลและประเมินผล</u>

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

2. สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง และการอภิปรายสรุปการทดลอง

3. ประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ครั้งที่ 8 พันธุกรรม-สิ่งแวดล้อม-มิวเตชัน-ความผิดปกติของโครโมโซม เวลา 100 นาที

จุดมุ่งหมาย นักเรียนควรจะสามารถ

1. จำแนกลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากพันธุกรรมหรือสิ่งแวดล้อมได้

2. วิเคราะห์ค่าความเหมือนกันระหว่างฝาแฝดไข่ใบเดียวกัน และฝาแฝดไข่คนละใบ เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมได้

3. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดมิวเตชันรวมทั้งประโยชน์และโทษของมิวเตชันได้

4. ยกตัวอย่างและอธิบายความผิดปกติของร่างกาย สติปัญญาที่เกิดขึ้นเนื่องจากความผิดปกติของโครโมโซมได้

เนื้อหา

7. พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมเกี่ยวข้องกันอย่างไร

8. มิวเตชัน

9. ความผิดปกติของโครโมโซม

10. ประโยชน์ของความรู้ด้านพันธุศาสตร์

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูซักถามเกี่ยวกับฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น อะไรมีผลต่อการแสดงออกของฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิต? อะไรเป็นสาเหตุทำให้การแสดงฟีโนไท์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันแตกต่างกัน?

2. ครูใช้คำถามว่า ลักษณะทางพันธุกรรมมีการเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่? ทำไมชาวสวนจึงไม่นิยมปลูกไม้ผลโดยใช้เมล็ด แต่นิยมใช้การติดตา หรือต่อกิ่งกับพันธุ์พื้นเมืองแทน การกลายพันธุ์คืออะไร?

3. ครูใช้คำถามว่า ลักษณะที่เรียกว่า ปัญญาอ่อนเกิดขึ้นได้จากสาเหตุใด? อาการปัญญาอ่อนดังกล่าว โครโมโซมมีส่วนเกี่ยวข้องด้วยหรือไม่?

4. ครูถามนักเรียนว่า มนุษย์นำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง?

ขั้นสอน

1. ครูสอนตามเนื้อหาว่า สิ่งแวดล้อมมีบทบาทในการควบคุมฟีโนไทป์ของยีนแตกต่างกันในแต่ละลักษณะ และยกตัวอย่างที่แสดงให้เห็นอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการแสดงออกของยีน ให้นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกหัด

2. ใช้แผ่นใสตาราง 7 การเปรียบเทียบค่าความเหมือนกันระหว่างแฝดไข่ใบเดียวกันและ

แฝดไข่คนละใบ ให้นักเรียนตอบคำถามในแบบฝึกหัด

3. ครูให้ความรู้เรื่องมิวเตชันตามเนื้อหา

4. ครูอธิบายความผิดปกติของโครโมโซมที่เป็นผลมาจากการมิวเตชันของยีน ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะผิดปกติ ความผิดปกติของโครโมโซมแบ่งเป็น ความผิดปกติด้านโครงสร้างของโครโมโซม และจำนวนโครโมโซมผิดปกติ พร้อมทั้งยกตัวอย่างและให้ดูภาพประกอบ

5. อภิปรายถึงการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน

ขั้นสรุป

1. ครูสรุปว่า ลักษณะของสิ่งมีชีวิต หรือฟีโนไทป์ส่วนใหญ่เป็นผลร่วมกันระหว่างพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม ใช้ตาราง 7 เพื่อให้นักเรียนสรุปว่า ลักษณะบางลักษณะสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมากกว่าพันธุกรรม ลักษณะบางลักษณะพันธุกรรมมีอิทธิพลมากกว่าสิ่งแวดล้อม

2. ครูสรุปว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดมิวเตชันได้แก่ รังสี สารเคมี อุณหภูมิ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ มิวเตชันมีทั้งข้อดีและข้อเสีย คือ มีทั้งประโยชน์และโทษ และมิวเตชันเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตได้ทุกชนิด

3. ครูสรุปว่า ถ้าโครงสร้างของโครโมโซมเกิดมิวเตชัน หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงจะมีผลทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม หรือจำนวนของโครโมโซมในเซลล์เปลี่ยนแปลงไป จะมีผลทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรมขึ้น เช่น ปัญญาอ่อนกลุ่มอาการดาวน์ อาการเทอร์เนอร์ อาการคลายน์เฟลเตอร์ เป็นต้น

4. ครูสรุปว่า ประโยชน์ของการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้มีมากมายในปัจจุบัน ทั้งทางด้านการแพทย์ การเกษตร การอุตสาหกรรม ทางนิติเวช ฯลฯ

สื่อการเรียนการสอน

1. แผ่นใสตาราง 7

2. แผ่นใสรูป 25 - 28

3. แบบฝึกหัด

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน

2. ประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด

ใบประเมินแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ประเมินครั้งที่.....เรื่อง.....
วันที่ประเมิน.....เวลา.....ชั้นที่ประเมิน.....

รายการประเมิน	ผลการประเมิน	
	ปฏิบัติได้	ปฏิบัติไม่ได้
1. จุดมุ่งหมายการสอน	.....	.....
2. เนื้อหาที่กำหนดในแผนการสอน	.....	.....
3. กิจกรรมการเรียนการสอน		
3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	.....	.....
3.2 .....ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง /.....ขั้นอภิปรายขณะเรียน	.....	.....
3.3 .....ขั้นทดลอง /.....ขั้นนำเสนอเนื้อหา	.....	.....
3.4 .....ขั้นสรุปผลการทดลอง /.....ขั้นสรุปผล	.....	.....
3.5 ขั้นทำแบบฝึกหัด	.....	.....
4. การใช้สื่อการสอน	.....	.....
5. การประเมินผล	.....	.....

สรุปผล การประเมินการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ครั้งนี้ปฏิบัติได้ตามแผนการสอนที่วางไว้คิดเป็นร้อยละ.....

.....ผู้ประเมิน

ภาคผนวก ง

1. แบบฝึกหัดสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. แบบฝึกหัดสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

แบบฝึกหัดวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม (กลุ่มทดลอง)

ชื่อ..... เลขที่..... ห้อง..... กลุ่มที่.....

เรียนที่ห้องคอมพิวเตอร์..... หมายเลขเครื่องคอมพิวเตอร์.....

****

หน่วยที่ 1 กำเนิดชีวิต

1. การปฏิสนธิคือ.....
2. เซลล์สืบพันธุ์ของสุนัข คือ.....
3. เซลล์สืบพันธุ์ของข้าวโพด คือ.....
4. ไซโกต คือ.....
5. เขียนแผนภาพวัฏจักรชีวิตของมะม่วง และมะพร้าว โดยระบุช่วงต่างๆ ดังนี้ 1) การปฏิสนธิ 2) การเจริญเติบโต 3) เซลล์สืบพันธุ์

6. เขียนแผนภาพวัฏจักรชีวิตของไก่และลิง โดยระบุช่วงต่างๆ ดังนี้ 1) การปฏิสนธิ 2) การเจริญเติบโต 3) เซลล์สืบพันธุ์

7. สิ่งมีชีวิตเกิดจาก.....
   ลูกที่เกิดมาจะรับหน่วยพันธุกรรมจาก.....
8. เด็กทารกเกิดขึ้นได้อย่างไร?..... .....
9. ชีวิตของคุณเริ่มต้นเมื่อไร? .....
10. วัฏจักรชีวิตของตัวนักเรียน เขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้

หน่วยที่ 2 ความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต

1. นักเรียนมีลักษณะเหมือนใครในครอบครัว? .....

นักเรียนมีลักษณะแตกต่างจากคนในครอบครัวหรือไม่? เพราะเหตุใด? .....

.....

2. ตารางบันทึกผล การทดลองวัดความสูงและน้ำหนักของนักเรียนกลุ่มหนึ่งปรากฏผลดังนี้

คนที่	อายุ(ปี)	เพศ	ความสูง(ซม.)	น้ำหนัก(กก.)
1	15	ชาย	176	55
2	15	ชาย	180	80
3	15	ชาย	178	67
4	15	หญิง	154	45
5	15	หญิง	160	58
6	15	หญิง	159	63

สรุปผลการทดลองได้ดังนี้.....

.....

.....

3. สิ่งที่ทำให้น้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกันคือ

.....

4. ศึกษาตารางบันทึกผลการทดลอง

สิ่งมีชีวิตที่สังเกต	รูปร่าง/ลักษณะ	ขนาด/น้ำหนัก	สี	กลิ่น/รสชาติ
1. ส้มโอ 3 ผล	กลมแป้น	ผลหนัก 750 กรัม	เนื้อสีเขียว	หวานอมเปรี้ยว
	กลม	ผลหนัก 900 กรัม	เนื้อเหลือง	หวาน
	กลมแป้น	ผลหนัก 875 กรัม	เนื้อสีชมพู	หวาน
2. กุหลาบ 3 ดอก	กลีบใหญ่ หนา	ดอกหนัก 100 กรัม	แดง	หอมมาก
	กลีบใหญ่ บาง	ดอกหนัก 80 กรัม	ขาว	หอม
	กลีบเล็ก บาง	ดอกหนัก 50 กรัม	ส้ม	ไม่มีกลิ่น
3. ดอกเข็ม 3 ช่อ	ช่อใหญ่	มีดอก 40 ดอก	แดงส้ม	ไม่มีกลิ่น
	ช่อขนาดกลาง	มีดอก 30 ดอก	แดงส้ม	ไม่มีกลิ่น
	ช่อเล็ก	มีดอก 19 ดอก	แดงส้ม	ไม่มีกลิ่น

สรุปผลการทดลองได้ดังนี้.....

.....

5. เมื่อศึกษาตารางข้อ 4 สามารถบอกได้ว่า สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายกันมากที่สุด คือ.....

และสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่างกันมากที่สุด คือ.....

.....

หน่วยที่ 3 ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม

1. ตารางบันทึกผลการศึกษาลักษณะต่างๆ ของสมาชิกในครอบครัวของนัด

ลักษณะที่ศึกษา	นัด	พี่	น้อง	พ่อ	แม่	ปู่	ย่า	ตา	ยาย
1. ติ่งหู	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	มี
2. รอยหยักริมหู	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	มี	มี
3. ลักษณะเส้นผม	หยักศก	หยิก	หยักศก	หยิก	ตรง	หยิก	ตรง	ตรง	ตรง
4. ลักษณะใบหน้า	กลม	รูปไข่	กลม	กลม	รูปไข่	เหลี่ยม	กลม	รูปไข่	กลม
5. การห่อลิ้น	ได้	ไม่ได้	ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้

สรุปผลการทดลองครั้งนี้ได้ดังนี้.....

.....

.....

2. พี่ของนัดได้รับลักษณะการห่อลิ้นไม่ได้มาจาก.....

3. ลักษณะต่างๆ ที่นัดได้รับมาจากพ่อแม่ สามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้ทุกรุ่นหรือไม่.....
เพราะ.....

4. ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของ ช้าง นกกระจอกเทศ ม้า จิงโจ้ วัว คือ .....

.....

5. ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของพืชได้แก่.....

6. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า รูปร่างลักษณะของฝักมะขาม เป็นลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม

.....

7. นักเรียนมีความคิดเห็นทางพันธุศาสตร์อย่างไร กับคำกล่าวที่ว่า

" ฝูงชนกำเนิดคล้าย คลึงกัน
ใหญ่ย่อมเพศผิวพรรณ แผกบ้าง
ความรู้อาจเรียนทัน กันหมด
เว้นแต่ชั่วดีกระด้าง อ่อนแก้ ฤาไหว" (จากโคลงโลกนิติ)

.....

.....

8. มะม่วงต้นหนึ่งมีผลแตกต่างกัน แบ่งได้เป็นสองพวก คือ พวกแรกผลยาวเรียวปลายตรง อีกพวกหนึ่งผลยาวเรียวปลายผลโค้ง นักเรียนมีความคิดเห็นว่า.....

.....

ลักษณะของผลมะม่วงในต้นเดียวกันแต่มีความแตกต่างกันนี้ เป็นลักษณะที่เกิดจาก.....

.....

9. ลักษณะขนหยิกในสุนัขพันธุ์หนึ่งไม่เคยปรากฏมาก่อนเลย แต่มาปรากฏเฉพาะในรุ่นหลานเท่านั้น ลักษณะขนหยิกเกิดจาก.....เพราะ.....

.....

หน่วยที่ 4 บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์

1. บิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ คือ.....

   สิ่งมีชีวิตที่เขานำมาศึกษา คือ.....

2. ลักษณะของดอกถั่วและความเหมาะสมของต้นถั่วลันเตา ที่นำมาใช้ศึกษาทางพันธุกรรม คือ

   1. ดอก.....

   2. การถ่ายละอองเรณูของถั่วลันเตาเป็นแบบ.....

3. เมนเดลนำถั่วต้นสูงพันธุ์แท้ และต้นเตี้ยพันธุ์แท้ผสมกัน พบว่า ลูกรุ่นที่ 1 สูงหมด เมื่อนำลูกรุ่นที่ 1 ผสมกันนำเมล็ดมาปลูก แล้วศึกษาลักษณะความสูง-เตี้ยของลูกรุ่นที่ 2 พบว่า มีลักษณะสูง 787 ต้น และลักษณะเตี้ย 277 ต้น เมนเดลเรียกลักษณะที่ปรากฏได้มากว่า ..... และเรียกลักษณะที่ปรากฏได้น้อยว่า ..... ซึ่งลักษณะที่แสดงออกได้น้อยจะแสดงออกในลูกรุ่นที่..... ลักษณะที่แสดงออกในลูกรุ่นที่ 1 คือ..... เรียกลูกรุ่นที่ 1 หรือ F_1 อีกอย่างหนึ่งว่า.....

4. ลักษณะเด่นของถั่วลันเตาที่เมนเดลศึกษา คือ.....

   .....

   ลักษณะด้อยของถั่วลันเตาที่เมนเดลศึกษา คือ.....

   .....

5. จีโนไทป์(genotype) คือ .....

   เขียนจีโนไทป์ได้.....แบบ คือ.....

6. ฟีโนไทป์(phenotype) คือ.....

7. เมนเดลตั้งสมมุติฐาน.....ข้อ คือ.....

   .....

8. เขียนจีโนไทป์ของการผสมถั่วฝักอวบพันธุ์แท้กับถั่วฝักแฟบลักษณะด้อย จะได้ลูกมีลักษณะฝักอย่างไร? กำหนดให้ B = ฝักอวบ b = ฝักแฟบ

9. ผสมหนูสีดำลักษณะเด่นพันธุ์แท้ กับหนูสีขาวลักษณะด้อย ลูก F_1 ที่ได้จะมีสีอะไร นำหนูรุ่น F_1 ผสมกัน จะได้ลูกรุ่น F_2 สีอะไร เป็นอัตราส่วนเท่าไร?

หน่วยที่ 5 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ

1. นำกระต่ายตัวผู้สีน้ำตาลผสมกับกระต่ายตัวเมียสีดำสองตัว ได้ลูกดังนี้ ตัวเมียสีดำตัวที่หนึ่งให้ลูกสีน้ำตาล 4 ตัว สีดำ 4 ตัว ตัวเมียสีดำตัวที่สองให้ลูกสีดำล้วน แสดงว่าสี.....เป็นลักษณะเด่น เพราะ..... .....ส่วนสี.....เป็นลักษณะด้อย เพราะ ..... จีโนไทป์ของกระต่ายสีน้ำตาลตัวผู้ คือ..... จีโนไทป์ของกระต่ายสีดำตัวเมียตัวที่หนึ่ง คือ..... จีโนไทป์ของกระต่ายสีดำตัวเมียตัวที่สอง คือ..... กำหนดให้ D แทนลักษณะเด่น d แทนลักษณะด้อย
2. โฮโมไซกัส(homozygous) คือ..... เฮเตอโรไซกัส(heterozygous) คือ.....
3. จีโนไทป์ GG และ Gg แสดงฟีโนไทป์เหมือนกันเพราะ.....
4. ถ้านักเรียนมีถั่วเมล็ดกลม 1 ถุง อยากรู้ว่า ถั่วเมล็ดกลมนั้นมีจีโนไทป์แบบโฮโมไซกัส หรือเฮเตอโรไซกัส นักเรียนจะมีวิธีทดสอบง่ายๆ คือ..... .....
5. ลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ คือ.....
6. โยนเหรียญบาท 2 เหรียญพร้อมกัน 12 ครั้ง มีโอกาสที่จะเกิด หัว-หัว =.....ครั้ง ก้อย-ก้อย = ... ครั้ง หัว-ก้อย = ... ครั้ง
7. ผสมดอกลิ้นมังกรสีแดงและสีขาวพันธุ์แท้ ได้ลูกรุ่นที่หนึ่งสีชมพู ผสมดอกลิ้นมังกรสีชมพูกับสีชมพู จะได้ลูกสี..... เป็นอัตราส่วนเท่ากับ.....เขียนแผนภาพได้ดังนี้ กำหนดให้.....แทนลักษณะเด่น คือสี..... และ.....แทนลักษณะด้อยคือสี.....
8. ผสมดอกลิ้นมังกรสีชมพู กับดอกลิ้นมังกรสีแดง ลูกที่ได้จะมีสี..... จีโนไทป์ คือ..... เป็นอัตราส่วนเท่ากับ.....
9. นาย ก และนาง ข มีผิวปกติ มีลูกคนแรกผิวเผือก ถ้าสีผิวปกติเป็นลักษณะเด่นแทนด้วย..... และผิวเผือกเป็นลักษณะด้อยแทนด้วย.....จีโนไทป์ของนาย ก คือ..... จีโนไทป์ของนาง ข คือ..... ลูกคนต่อไปมีโอกาสผิวเผือกในอัตราส่วน.....
10. สิ่งมีชีวิตที่มีฟีโนไทป์เหมือนกันอาจมีจีโนไทป์ต่างกันได้เพราะ..... .....
11. แตงชนิดหนึ่งผลสีขาวเป็นลักษณะเด่น ผลสีเหลืองเป็นลักษณะด้อย นำแตงโฮโมไซกัสผลสีขาวผสมกับแตงโฮโมไซกัสผลสีเหลือง แล้วนำลูกรุ่น F_1 ที่ได้มาผสมกับต้นแม่ที่มีผลสีขาว จะได้ลูกจีโนไทป์..... เป็นอัตราส่วน..... และฟีโนไทป์.....
12. ผู้หญิงจมูกแบนทำศัลยกรรมตกแต่งให้จมูกโด่ง แต่งงานกับผู้ชายจมูกแบนซึ่งเป็นลักษณะด้อย เขาทั้งสองจะมีลูกจมูกโด่งหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

หน่วยที่ 6 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

1. ยีน คือ.....

2. การแบ่งเซลล์ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ..... กระบวนการ คือ.....

.....

3. การแบ่งเซลล์ที่จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่ได้มีจำนวนโครโมโซมเท่าเซลล์เดิมเรียกว่า การแบ่งเซลล์แบบ..... เป็นการแบ่งเซลล์..... เช่น.....

4. การแบ่งเซลล์ที่มีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งเรียกว่า การแบ่งเซลล์แบบ..... เป็นการแบ่งเซลล์..... เช่น.....

5. ศึกษาตารางแสดงจำนวนโครโมโซมในเซลล์กล้ามเนื้อของสัตว์ และโครโมโซมในเซลล์ใบของพืชต่อไปนี้

สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม	จำนวนโครโมโซมที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบ	
		ไมโตซิส	ไมโอซิส
กบ	26	.....	.....
แมว	38	.....	.....
หมู	40	.....	.....
สุนัข	78	.....	.....
มะเขือเทศ	24	.....	.....
แตงโม	22	.....	.....

สรุป.....

.....

6. พืชและสัตว์ชั้นสูงต้องมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อ.....

.....

7. เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ผิวหนัง ของมนุษย์มีจำนวนโครโมโซม.....
อสุจิมี.....โครโมโซม ไข่มี.....โครโมโซม

8. สุนัขป่าเพศผู้มีจำนวนโครโมโซมเป็น 34 โครโมโซม ผสมกับสุนัขป่าเพศเมียแถบขั้วโลกเหนือซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น 52 ลูกที่เกิดมาจะมีกี่โครโมโซม.....

9. คาริโอไทป์ คือ.....

.....

10. สิ่งกำหนดเพศของมนุษย์ คือ..... มี.....ชนิด คือ.....

.....

สิ่งที่กำหนดเพศของนักเรียนคือ..... เพราะ.....

11. ถ้าโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งเป็น 46,XX สิ่งมีชีวิตชนิดนี้ คือ..... เพศ.....
ถ้าโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งเป็น 46,XY สิ่งมีชีวิตชนิดนี้ คือ..... เพศ.....

12. ถ้าเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 14 โครโมโซม เซลล์ร่างกายจะเท่ากับ...

.....

หน่วยที่ 7 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์

1. การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในคนทำได้ยากกว่าพืชและสัตว์ จึงต้องทำการสืบประวัติครอบครัวที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา เก็บข้อมูลคนในครอบครัวหลายๆ ชั่วอายุคนแล้วนำมาเขียนแผนภาพแสดงลำดับเครือญาติ เรียกว่า.....
2. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแผนภาพแสดงลำดับเครือญาติของมนุษย์

   การแต่งงานระหว่างญาติ ..... การแต่งงานของผู้ชายและผู้หญิง.....

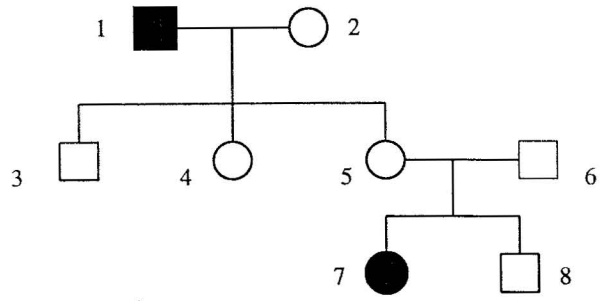
   แฝดไข่ใบเดียวกัน..... แฝดไข่คนละใบ.....

   ชายปกติ.....หญิงปกติ.....

   ชายผิดปกติ.....หญิงผิดปกติ.....
3. เขียนพงศาวลีของครอบครัวที่มีลูก 3 คน คนที่ 1 และ 2 เป็นผู้หญิง คนที่ 3 เป็นผู้ชาย ลูกผู้หญิงคนแรกแต่งงานมีลูก 2 คน คนโตเป็นผู้ชาย คนเล็กเป็นผู้หญิง

4. เขียนพงศาวลีของครอบครัวนักเรียน โดยเริ่มจากรุ่นปู่-ย่า ตา-ยาย รุ่นพ่อ-แม่ และรุ่นนักเรียน ว่าในแต่ละรุ่นประกอบด้วยสมาชิกกี่คน เป็นเพศใดบ้าง

5. ศึกษาแผนภาพพงศาวลีต่อไปนี้เพื่อสรุปว่า ลักษณะผิดปกติเป็นลักษณะเด่นหรือลักษณะด้อย สังเกตจากอะไร

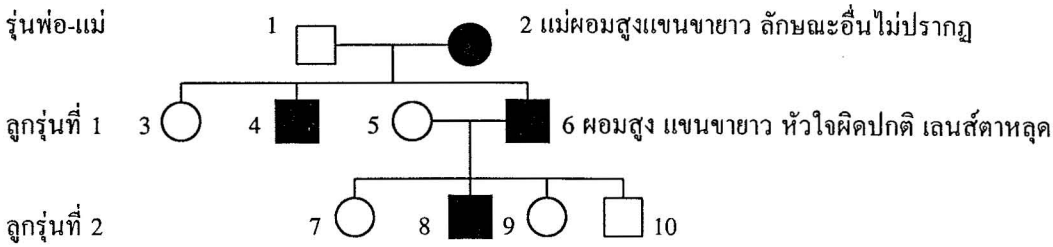


สมาชิกของครอบครัวนี้ แบ่งได้เป็น.....รุ่น ถ้าให้หมายเลข 1 และ 2 เป็นรุ่นพ่อ-แม่ มีสมาชิกที่เป็นเพศชายปกติ.....คน ผิดปกติ.....คน สมาชิกเพศหญิงปกติ.....คน ผิดปกติ.....คน และลักษณะที่แสดงด้วยสีทึบเป็นลักษณะเด่น หรือลักษณะด้อย สังเกตจากบุคคลหมายเลข.....

หมายเลขที่เป็นพาหะของโรค มีลักษณะความผิดปกติแฝงอยู่ คือ หมายเลข.....

หมายเลขที่เป็นลักษณะด้อย คือ หมายเลข.....

6. โรคทางพันธุกรรมที่เรียกว่า กลุ่มอาการมาร์แฟนเป็นโรคที่เกิดจาก การถ่ายทอดความผิดปกติของยีนที่กำหนดลักษณะเด่น ความผิดปกติที่พบในโรคนี้มีหลายอย่าง เช่น ผู้เป็นโรคจะมีรูปร่างผอมสูง แขนขายาว หัวใจผิดปกติ เลนส์ตาหลุด ถ้าครอบครัวมีแม่เป็นโรคนี้ คือ มีลักษณะผอมสูง แขนขายาว ลูกหลานที่ได้รับการถ่ายทอดโรคนี้มีลักษณะ ดังแสดงในพงศาวลี



ลักษณะของโรคกลุ่มอาการมาร์แฟนที่เกิดขึ้นกับสมาชิกแต่ละคนมีลักษณะเหมือนกัน หรือต่างกันอย่างไร

..... ลักษณะผิดปกติพบมากในเพศ.....

คือ หมายเลข.....หมายเลขที่ถ่ายทอดลักษณะผิดปกตินี้ คือ หมายเลข.....

หมายเลขที่เป็นลักษณะด้อย คือ หมายเลข.....

7. โรคที่ถ่ายทอดความผิดปกติเนื่องจากยีนที่กำหนดลักษณะเด่นได้แก่.....

.....

8. ยีนที่กำหนดลักษณะด้อย สามารถทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม หรือลักษณะผิดปกติได้ แต่จะไม่แสดงออกในผู้เป็นเฮเตอโรไซกัส เพราะ.....

โรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากยีนกำหนดลักษณะด้อยที่พบมากในประเทศไทยได้แก่ โรคธาลัสซีเมีย ถ้าคู่สามีภรรยามีลักษณะปกติไม่เป็นโรค มีลูกเป็นโรคธาลัสซีเมียคนหนึ่งโอกาสที่ลูกคนต่อไปของเขาจะผิดปกติเป็นโรคธาลัสซีเมียร้อยละ..... และมีโอกาสมีลูกลักษณะปกติร้อยละ.....

ถ้าผู้เป็นเฮเตอโรไซกัสของโรคธาลัสซีเมีย แต่งงานกับผู้มียีนปกติไม่เป็นโรคนี้ ลูกของเขาจะมีโอกาสเป็นโรคร้อยละ.....

9. หมู่เลือดของคนแบ่งเป็น.....หมู่ คือ.....

ถูกควบคุมโดยยีน..... การแบ่งหมู่เลือดพิจารณาจาก.....

.....

การให้เลือดมีหลักว่า.....

10. ผู้ป่วยเลือดหมู่ B เสียเลือดมากต้องการเลือดจะรับเลือดจากหมู่.....ได้เพราะ..

.....

ผู้มีหมู่เลือด B มีจีโนไทป์.....แบบ คือ .....

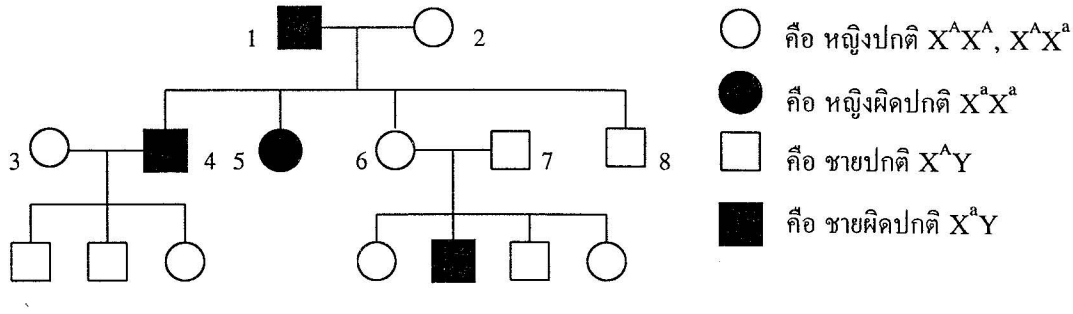
11. หญิงคนหนึ่งมีเลือดหมู่ B คลอดลูกซึ่งมีเลือดหมู่ AB และชี้ตัวชายหนุ่มที่มีเลือดหมู่ O ว่าเป็นพ่อของเด็กคนนี้ นักเรียนคิดว่า ชายหนุ่มคนนี้เป็นพ่อที่แท้จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

.....

.....

12. พ่อแม่หมู่เลือด AB มีโอกาสมีลูกหมู่เลือดใดบ้าง มีจีโนไทป์อย่างไร

13. ศึกษาพงศาวลีของครอบครัวที่เป็นโรคตาบอดสี



จากแผนภาพพงศาวลี มีผู้ชายตาบอดสี.....คน มีผู้หญิงตาบอดสี.....คน ให้นักเรียนเขียนจีโนไทป์ของบุคคลหมายเลข 1..... 2..... 3.....4.....

5.....6.....7.....8.....

หมายเลข 4 ได้รับยีนตาบอดสีจากหมายเลข..... ผู้หญิงที่เป็นเฮเตอโรไซกัส หรือเป็นพาหะของโรคตาบอดสี จะมีฟีโนไทป์เป็น.....แสดงว่า ยีนที่ควบคุมลักษณะตาบอดสีเป็นยีน..... ..... เพราะ.....

.....

ถ้าลูกชายของหมายเลข 4 ไปแต่งงานกับหญิงปกติที่สมาชิกในครอบครัวไม่มีใครเป็นโรคตาบอดสีเลย หลานของหมายเลข 4 จะมีโอกาสเป็นโรคตาบอดสีหรือไม่ มีจีโนไทป์อย่างไร

14. ผู้ชายที่เป็นโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดทางโครโมโซมเพศ คือ Y โครโมโซมจะไม่ถ่ายทอดความผิดปกตินี้ให้กับลูกเพศ..... แต่จะถ่ายทอดความผิดปกติบน Y โครโมโซมนี้ให้กับลูกเพศ..... เพราะลูกเพศ.....จะรับโครโมโซม Y จาก..... และรับ X โครโมโซมจาก.....

หน่วยที่ 8 พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม

1. สิ่งที่มีผลต่อการแสดงออกของยีน คือ.....
   เช่น.....
2. ให้นักเรียนจำแนกลักษณะที่ปรากฏ(ฟีโนไทป์) ของนักเรียนต่อไปนี้ว่า เป็นลักษณะที่เกิดจากพันธุกรรม หรือสิ่งแวดล้อม โดยทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ให้ไว้ ถ้านักเรียนคิดว่า ลักษณะที่ปรากฏนั้นสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมาก ให้นักเรียนระบุรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมด้วย

	พันธุกรรม	สิ่งแวดล้อม	รายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม
1. ความแห้ง/มันของผิว	.....	.....	.....
2. ลักษณะเส้นผม	.....	.....	.....
3. น้ำหนัก	.....	.....	.....
4. ความสูง	.....	.....	.....
5. ความแข็งของกล้ามเนื้อ	.....	.....	.....
6. สายตาสั้น/สายตายาว	.....	.....	.....
7. โรคเอดส์	.....	.....	.....
8. เพศชาย/เพศหญิง	.....	.....	.....
9. นิ้วเกิน	.....	.....	.....

สรุปลักษณะภายนอกที่ปรากฏ ซึ่งเป็นผลจากพันธุกรรมได้แก่.....
.....
ลักษณะที่สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลได้แก่.....
.....
ลักษณะที่ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมได้แก่.....
.....

3. พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมต่างก็มีอิทธิพลต่อลักษณะของสิ่งมีชีวิต โดยยีน(สารพันธุกรรม หรือพันธุกรรม) ทำหน้าที่.....
   และสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่.....
4. ภาวะตาบอดสีนอกจากเป็นลักษณะทางพันธุกรรมแล้ว อาจจะเกิดจากสิ่งแวดล้อมได้หรือไม่ เพราะเหตุใด.....
   .....
   .....
5. ยีนในการสร้างเขามีอยู่ในแกะทั้งตัวผู้และตัวเมีย แต่แกะตัวผู้เท่านั้นที่มีการสร้างเขา นักเรียนคิดว่า อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมอะไร ที่ทำให้การแสดงออกของยีนในแกะตัวผู้ และตัวเมียแตกต่างกัน.....
   .....
   .....
   .....

หน่วยที่ 9 มิวเตชัน(Mutation)

1. มิวเตชัน คือ.....
2. สิ่งมีชีวิตที่เกิดการมิวเตชันได้ เช่น.....
3. มิวเตชันมีความสำคัญเพราะ.....
.....
.....
4. ถ้าสิ่งมีชีวิตเกิดการมิวเตชันขึ้น แต่ลักษณะที่ผันแปรไปนั้นเกิดขึ้นเฉพาะตัวไม่ถ่ายทอดไปยังลูกหลาน เช่น การเกิดมะเร็งที่ผิวหนัง แสดงว่า สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นเกิดการมิวเตชันขึ้นที่..... แต่ถ้าลักษณะเกิดมิวเตชันนั้น สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้แสดงว่า เกิดการมิวเตชันขึ้นที่.....
.....
5. การมิวเตชันเกิดจาก.....
.....
.....
6. ประโยชน์ของมิวเตชัน คือ.....
.....
.....
.....
.....
7. โทษของมิวเตชัน คือ.....
.....
.....
.....
.....
8. นาย ก ทำงานในโรงงานพลังงานนิวเคลียร์แห่งหนึ่ง ต่อมา นาย ก แต่งงานกับนาง ข เมื่อนาง ข คลอดบุตรที่มีนิ้วเหมือนก้ามปู โดยที่ประวัติครอบครัวทั้งสองไม่มีลักษณะเช่นนี้มาก่อน นาย ก จึงฟ้องต่อศาลเรียกค่าเสียหายจากโรงงานว่า การที่บุตรมีลักษณะผิดปกตินี้ เป็นผลจากยีนมิวเตชัน ซึ่งเกิดจากโรงงานที่ตนทำงานอยู่ นักเรียนมีความเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าวหาของนาย ก อย่างไร.....
.....
.....
.....
.....
.....

หน่วยที่ 10 ความผิดปกติของโครโมโซม

1. ความผิดปกติของโครโมโซมมี.....ชนิด คือ.....

.....

2. โครโมโซมของคนปัญญาอ่อนกลุ่มอาการดาวน์มีความผิดปกติอย่างไร.....

.....

เกิดจากสาเหตุใด.....

.....

3. พืชที่มีความผิดปกติของโครโมโซม อาจตายไปหรือถ้ามีชีวิตอยู่ก็อาจเป็นหมันไม่สามารถสืบพันธุ์ได้ พืชพวกที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็นหลายๆ ชุด มักจะมีลักษณะดีขึ้นเช่น ไม่มีเมล็ด ไม่มีหนาม มีขนาดใหญ่ขึ้น คุณภาพดีขึ้น ผลผลิตมากขึ้น มีรสดี สีสันงดงามกว่าเดิม ซึ่งได้แก่ อ้อย มะม่วง กล้วยไม้ กุหลาบ ปัจจุบันนิยมปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมในพืชบางชนิด เช่น ส้ม แตงโม และองุ่นที่ไม่มีเมล็ด นักเรียนคิดว่า พืชที่ไม่มีเมล็ดเหล่านี้จะมีปัญหาในการแพร่พันธุ์หรือไม่อย่างไร?.....

.....

.....

.....

หน่วยที่ 11 ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์และประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์

1. นักเรียนคิดว่า ปัจจุบันนี้ พันธุศาสตร์มีความสำคัญหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

.....

2. นักเรียนสามารถนำความรู้ทางพันธุศาสตร์ ที่นักเรียนได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้หรือไม่ .....

.....

3. นักเรียนคิดว่า ตัวนักเรียนสามารถช่วยสังคมและประเทศชาติโดยการเผยแพร่ความรู้ เพื่อช่วยป้องกัน หรือลดจำนวนผู้มีความผิดปกติทางพันธุกรรม หรือโรคทางพันธุกรรมได้หรือไม่ โดยนักเรียนจะใช้วิธีใด.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม (กลุ่มควบคุม)

ชื่อ..... เลขที่..... ห้อง..... กลุ่มที่.....

****

1. สิ่งมีชีวิตเกิดจาก.....

2. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน หรือเกิดจากพ่อแม่เดียวกันจะมีลักษณะ.....

   สิ่งที่ทำให้ลูกหลานมีความคล้ายคลึง หรือแตกต่างจากพ่อแม่ คือ.....

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่าง ลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน เช่น.....

   สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น.....

   <u>การทดลองที่ 1</u> ส่วนที่แตกต่างกันในสิ่งมีชีวิต

   จุดประสงค์ .....

   วิธีทำตอน 1 1. วัดส่วนสูงและชั่งน้ำหนักของนักเรียนแต่ละคน แล้วบันทึกผล

   2. เปรียบเทียบความสูงและน้ำหนักของนักเรียน โดยใช้อายุเป็นเกณฑ์แล้วบันทึกผล

   3. เปรียบเทียบความสูงและน้ำหนักของนักเรียน โดยใช้เพศเป็นเกณฑ์แล้วบันทึกผล

   ตารางบันทึกผลการทดลองตอน 1

คนที่ / ชื่อ	อายุ	เพศ	ความสูง (ซม.)	น้ำหนัก (กก.)
1.....	.....	.....	.....	.....
2.....	.....	.....	.....	.....
3.....	.....	.....	.....	.....
4.....	.....	.....	.....	.....
5.....	.....	.....	.....	.....

   สรุป.....

4. น้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนในกลุ่มแต่ละคนเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

5. สัดส่วนระหว่างน้ำหนักกับส่วนสูงของนักเรียนที่อายุเท่ากัน และเพศเดียวกันแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

   .....

6. นอกจากเพศและอายุแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้ส่วนสูงและน้ำหนักของนักเรียนแตกต่างกันได้อีกหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

   วิธีทำตอน 2 1. ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของดอกไม้แต่ละชนิด

   2. เปรียบเทียบสี รูปร่างลักษณะของดอกไม้ชนิดเดียวกันที่มาจากต้นเดียวกันแล้วบันทึกผล

   3. เปรียบเทียบสี รูปร่างลักษณะของดอกไม้ชนิดเดียวกันที่มาจากที่ต่างแหล่งแล้วบันทึกผล

รายการ	รูปร่าง	ขนาด	สี	กลิ่น
1. ดอกไม้ต่างชนิดกัน	.....	.....	.....	.....
2. ดอกไม้ชนิดเดียวกันต้นเดียวกัน	.....	.....	.....	.....
3. ดอกไม้ชนิดเดียวกันจากที่ต่างกัน	.....	.....	.....	.....

   สรุป.....

7. ดอกไม้ชนิดเดียวกันที่มาจากแหล่งต่างๆ มีลักษณะเหมือนกัน คือ.....

ดอกไม้ชนิดเดียวกันที่มาจากแหล่งต่างๆ มีลักษณะต่างกัน คือ.....

ลักษณะของดอกไม้ที่มาจากต้นเดียวกันมีลักษณะ.....

สาเหตุสำคัญที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน มีลักษณะแตกต่างกัน คือ.....

.....

ลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งปรากฏในสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่เป็นผลจาก.....

<u>การทดลอง 2</u> ลักษณะทางพันธุกรรม

วิธีทำ ให้นักเรียนศึกษาลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏในตัวนักเรียน ในครอบครัว เช่น พ่อแม่ พี่น้อง ปู่ย่า ตายาย ตามรายการในตารางแล้วบันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา	ตัวเรา	พี่	น้อง	พ่อ	แม่	ปู่	ย่า	ตา	ยาย
1. ติ่งหู									
ก. มี	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ข. ไม่มี	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2. รอยหยักริมหู									
ก. มี	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ข. ไม่มี	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3. ลักษณะผม									
ก. ตรง	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ข. หยักศก	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4. ลักษณะใบหน้า									
ก. กลม	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ข. รูปไข่	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ค. เหลี่ยม	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5. ลักษณะตา									
ก. ชั้นเดียว	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ข. สองชั้น	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6. การห่อลิ้น									
ก. ได้	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ข. ไม่ได้	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

สรุป.....

.....

8. ลักษณะต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการถ่ายทอดมาจากพ่อแม่ สามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้ทุกรุ่นหรือไม่.....

.....

ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของช้าง นกกระจอกเทศ ม้า จิงโจ้ วัว คือ.....

จำนวนลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันในสัตว์ชนิดเดียวกันจะเพิ่มขึ้นได้หรือไม่.....

ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมในพืชได้แก่.....

9. ปัจจัยที่ทำให้การแสดงออกของสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันคือ.....

10. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า รูปร่างลักษณะของฝักมะขามเป็นลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม.....

.....

11. ให้อภิปรายความหมายของข้อความจากโคลงโลกนิติ โดยใช้หลักวิชาพันธุศาสตร์

ฝูงชนกำเนิดคล้าย	คลึงกัน	.....
ใหญ่ย่อมเพศผิวพรรณ	แผกบ้าง	.....
ความรู้อาจเทียมทัน	กันหมด	.....
เว้นแต่ชั่วดีกระด้าง	อ่อนแก้ ฤาไหว	.....

12. มะม่วงต้นหนึ่งมีผลที่แตกต่างกันแบ่งได้ 2 พวกคือ พวกแรกผลยาวเรียวปลายผลตรง พวกที่สองผลยาวเรียวปลายผลโค้ง นักเรียนคิดว่า ลักษณะทั้งสองพวกนี้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมหรือไม่จงอภิปราย.....

.....

.....

13. ถ้าลักษณะขนหยิกในสุนัขพันธุ์หนึ่งไม่เคยปรากฏมาก่อนเลย แต่มาปรากฏเฉพาะในรุ่นหลานเท่านั้น นักเรียนคิดว่า ลักษณะขนหยิกนี้เป็นลักษณะทางพันธุกรรมหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

.....

14. ใบมะยมกับใบกุหลาบมีส่วนที่เหมือนกันคือ.....

มีส่วนที่แตกต่างกันคือ.....เพราะ.....

.....

15. เกรเกอร์ เมนเดล ได้รับการยกย่องให้เป็นบิดาแห่งวิชาพันธุศาสตร์ได้ เพราะ.....

.....

16. ถั่วลันเตามีลักษณะ.....

เมนเดลเลือกใช้ถั่วลันเตาในการทดลองเพราะ.....

.....

17. พันธุ์แท้คือ.....

พันทางคือ.....

18. เมลเดลนำถั่วพันธุ์สูงแท้ผสมกับพันธุ์เตี้ยแท้มาผสมกัน แล้วศึกษาลักษณะความสูง-ความเตี้ยของลูกรุ่นที่ 1 หรือเรียกย่อว่า F_1 ลูกที่ได้จะมีลักษณะ..... นำถั่วรุ่น F_1 ผสมกันได้ลูกรุ่นที่ 2 หรือเรียกย่อว่า F_2 ลูกที่ได้จะมีลักษณะ.....

ลักษณะของ F_1 ต่างจากลักษณะของ F_2 คือ.....

19. ลักษณะที่ปรากฏในลูกรุ่น F_1 เรียกว่า..... ลักษณะที่ถ่ายทอดไปยังรุ่น F_2 แต่ไม่ปรากฏในรุ่น F_1 เรียกว่า..... ลักษณะของลูกรุ่น F_2 แบ่งได้เป็น.....แบบคือ.....

20. นำถั่วเมล็ดกลมลักษณะเด่นพันธุ์แท้ผสมกับถั่วเมล็ดขรุขระลักษณะด้อย จะได้ลูก F_1 มีลักษณะ..... เรียก.....เมื่อนำ F_1 ผสมกันจะได้ลูก F_2 มีลักษณะ..... มีอัตราส่วนของลักษณะ..... : ลักษณะ.....ของลูก F_2 = ...

21. ลักษณะเด่นของถั่วที่เมนเดลศึกษามี.....ลักษณะคือ.....
.....
ลักษณะด้อยของถั่วที่เมนเดลศึกษามี.....ลักษณะคือ.....
.....

22. การวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์จำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางสถิติเป็นจำนวนมากเพราะ.....
.....

23. สมมติฐานของเมนเดลมี.....ข้อคือ.....
.....
.....

24. จีโนไทป์ (genotype) คือ.....
เขียนจีโนไทป์ได้.....แบบคือ.....

25. ฟีโนไทป์ (phenotype) คือ.....
ตัวอย่างฟีโนไทป์ เช่น.....

26. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการผสมถั่วต้นสูงรุ่น F_1 กับถั่วต้นเตี้ยจะได้ลูกมีลักษณะอย่างไร มีอัตราส่วนของฟีโนไทป์และจีโนไทป์เป็นอย่างไร

27. ผสมถั่วดอกสีม่วงลักษณะเด่นพันธุ์แท้ กับดอกสีขาวลักษณะด้อย ลูกที่ได้จะมีดอกสีอะไร นำลูกรุ่น F_1 ผสมกันจะได้ถั่วรุ่น F_2 สีอะไรบ้าง มีจีโนไทป์และฟีโนไทป์เป็นอย่างไร ถ้าให้ P แทนสีม่วง และ p แทนสีขาว

28. สมมติให้หูตั้งเป็นลักษณะเด่นของสุนัข หูตูบเป็นลักษณะด้อย ถ้าสุนัขตัวเมียหูตูบผสมกับสุนัขตัวผู้หูตั้ง ซึ่งมีพ่อหูตูบ นักเรียนคิดว่า โอกาสที่จะมีลูกหูตั้งเป็นเท่าไร.....

29. นาย ก และนาง ข มีสีผิวปกติ มีลูกคนแรกผิวเผือก ถ้าสีผิวปกติเป็นลักษณะเด่นและผิวเผือกเป็นลักษณะด้อย จีโนไทป์ของนาย ก คือ..... จีโนไทป์ของนาง ข คือ..... ลูกคนต่อไปจะมีโอกาสผิวเผือกในอัตราส่วน..... แสดงวิธีคิดได้ดังนี้ ถ้าให้..... แทนผิวปกติ และ.....แทนผิวเผือก

นาย ก..... x นาง ข.....

อสุจิของนาย ก มี.....ชนิดคือ..... ไข่ของนาง ข มี..... ชนิดคือ.....

จีโนไทป์ของลูกของนาย ก และนาง ข มี.....แบบคือ.....

ฟีโนไทป์ของลูกมี.....แบบคือ.....คิดเป็นอัตราส่วน.....

30. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีฟีโนไทป์เหมือนกัน อาจมีจีโนไทป์ต่างกันได้หรือไม่.....
เพราะ.....

31. แตงชนิดหนึ่งผลสีขาวเป็นลักษณะเด่น ผลสีเหลืองเป็นลักษณะด้อย ถ้าเอาแตงต้นที่เป็นโฮโมไซกัสผลสีขาวผสมกับต้นที่เป็นโฮโมไซกัสผลสีเหลือง แล้วนำลูกรุ่น F_1 ที่ได้ผสมกับต้นแม่ที่มีผลสีขาวจะได้ลูกมีลักษณะอย่างไร

32. ถ้าโยนเหรียญ 1 เหรียญโอกาสที่จะได้เหรียญด้านหัว = ... % ได้ด้านก้อย = ...%
ถ้าโยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อมกัน 1 ครั้ง โอกาสที่เหรียญทั้งสองจะเป็นด้านหัว-หัว = ...% หัว-ก้อย =.....% ก้อย-ก้อย = ...% ถ้าโยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อมกันและโยนทั้งหมด 12 ครั้งโอกาสที่เหรียญทั้งสองจะเป็นด้านหัว-หัว =.....ครั้งหรือ.....% หัว-ก้อย =.....ครั้งหรือ.....% ก้อย-ก้อย = ...ครั้งหรือ.....%

<u>การทดลองที่ 3</u> การแยกและการรวมตัวของยีน

วิธีทำ 1. นับลูกปัดสีแดงและสีเหลืองอย่างละ 50 เม็ด ใส่ลงในกระป๋องใบที่ 1 และ 2

2. เขย่ากระป๋องทั้งสองใบ แล้วหยิบลูกปัดขึ้นมากระป๋องละ 1 เม็ดพร้อมกับบันทึกสีของลูกปัดไว้ แล้วใส่กลับคืนกระป๋องเดิม

3. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 2 โดยเพิ่มจำนวนครั้งที่หยิบลูกปัดเป็น 5, 10, 15 และ 20 ครั้ง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สีของลูกปัดที่หยิบได้	จำนวนครั้ง				
	1	5	10	15	20
แดง-แดง	.....	.....	.....	.....	.....
แดง-เหลือง	.....	.....	.....	.....	.....
เหลือง-เหลือง	.....	.....	.....	.....	.....

สรุป.....

.....

33. อัตราส่วนของลูกปัดที่หยิบได้คือ แดง-แดง : แดง-เหลือง : เหลือง-เหลือง เป็น.....
จำนวนครั้งที่ทดลองมีผลต่ออัตราส่วนที่เกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร.....
ถ้าลูกปัดสีแดงแทนยีนที่กำหนดลักษณะเด่น เช่น ความสูงของต้นถั่วแทนด้วย T ลูกปัดสีเหลืองแทนยีนที่กำหนดลักษณะด้อย เช่น ความเตี้ยของต้นถั่วแทนด้วย t จงบอกอัตราส่วนฟีโนไทป์และจีโนไทป์ของลูกและลูกที่ได้เป็นโฮโมไซกัสหรือเฮเตอโรไซกัส.....
34. ลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์คือ.....
ตัวอย่างเช่น.....
35. นำดอกบานเย็นสีแดง (RR) ผสมกับดอกบานเย็นสีขาว (WW) ได้ลูก F_1 สีชมพู (.....) หมด เซลล์สืบพันธุ์ของดอกบานเย็นสีแดงมี.....ชนิดคือ..... เซลล์สืบพันธุ์ของดอกบานเย็นสีขาวมี.....ชนิดคือ.....
นำดอกบานเย็นสีชมพูผสมกัน จะได้ลูกสี.....ในอัตราส่วน.....
มีจีโนไทป์ของลูกรุ่น F_2 คือ.....อัตราส่วน.....
มีฟีโนไทป์ของลูกรุ่น F_2 คือ.....อัตราส่วน.....
เซลล์สืบพันธุ์ของดอกบานเย็นสีชมพูมี.....ชนิด คือ.....
36. ถ้าผสมวัวสีขาวลักษณะด้อยกับวัวสีแดงลักษณะเด่น จะได้ลูกวัวสี..... นำลูกวัวที่ได้ผสมกันจะได้ลูกวัวรุ่น F_2 สี.....ในอัตราส่วน.....
มีจีโนไทป์ของลูกรุ่น F_2 คือ.....อัตราส่วน.....
มีฟีโนไทป์ของลูกรุ่น F_2 คือ.....อัตราส่วน.....
37. หน่วยพื้นฐานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตคือ..... ประกอบด้วย.....
.....
ยีนคือ.....
โครโมโซมคือ.....
การศึกษาโครโมโซมภายในเซลล์จำเป็นต้องใช้สีย้อมเพราะ.....
ใส่สีอะซิโตคาร์มีนลงไปบนปลายรากหอมที่ตัดมาวางบนสไลด์เพื่อ.....
โครโมโซมที่อยู่ในรากหอมมีการเปลี่ยนแปลงคือ.....
จำนวนโครโมโซมในเซลล์ใหม่และเซลล์เดิมต่างกันหรือไม่ อย่างไร.....
38. การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสคือ.....
ประกอบด้วย.....
ถ้าเซลล์ผิวหนังของคนมี 46 โครโมโซม เซลล์ผิวหนังใหม่ที่แบ่งเซลล์แบบไมโตซิสจะมี.....โครโมโซม
39. การแบ่งเซลล์ที่จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เดิม เรียกการแบ่งเซลล์แบบนี้ว่า ..... เป็นการแบ่งเซลล์..... เช่น.....
40. การแบ่งเซลล์ที่จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ลดลงเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิมเรียกว่า.....
เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อ.....เช่น.....
41. ในร่างกายของสุนัขประกอบด้วยเซลล์.....ประเภทคือ.....
ถ้าสุนัขมี 78 โครโมโซม เซลล์ตาของสุนัขจะมี..... โครโมโซม เซลล์อสุจิจะมี..... โครโมโซม

42. ศึกษาตารางแสดงจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ

สิ่งมีชีวิต	จำนวนโครโมโซม	
	ในเซลล์ร่างกาย	ในเซลล์สืบพันธ์
1. ถั่วลันเตา	.....	7
2. ข้าวโพด	20	.....
3. แตงโม	.....	11
4. แมลงหวี่	8	.....
5. หนู	.....	20
6. กบ	26	.....
7. ม้า	.....	33

สรุปได้ว่า.....

43. การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส และไมโอซิส มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตคือ.....

.....

44. ถ้าเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 14 เซลล์ร่างกายจะมีจำนวนโครโมโซมเป็น.....โครโมโซม เพราะ.....

45. กระต่ายภูเขาชนิดหนึ่งมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 38 เมื่อผสมพันธุ์กันแล้ว ลูกจะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ .....โครโมโซม เพราะ.....

<u>การทดลอง</u> 5 การจัดเรียงคู่โครโมโซม

วิธีทำ 1. ตัดภาพโครโมโซมของมนุษย์ นำมาจัดลำดับให้เข้าคู่กัน โดยเริ่มจากคู่ที่ใหญ่ที่สุดเรียงตามลำดับ

2. ติดภาพโครโมโซมในตารางบันทึกผล

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	

สรุปได้ว่า.....

.....

46. การตรวจโครโมโซมมีประโยชน์ในทางการแพทย์เพราะ.....

47. สิ่งกำหนดเพศของมนุษย์คือ.....

เซลล์สืบพันธุ์เพศชายแบ่งตามโครโมโซมเพศได้.....ชนิดคือ .....

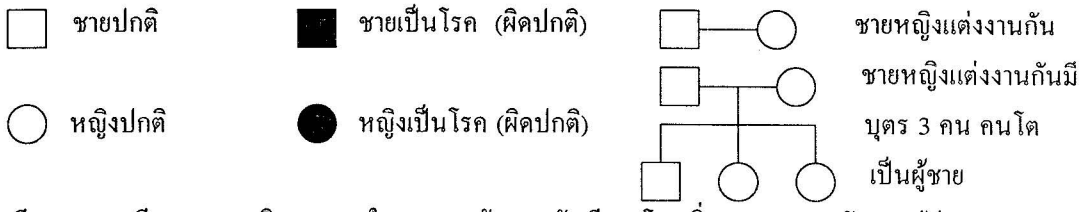
เซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิงแบ่งตามโครโมโซมเพศได้.....ชนิดคือ.....

48. ถ้าผู้ชายฟ้องหย่าภรรยา โดยอ้างเหตุผลว่า เพราะภรรยาไม่สามารถมีบุตรชายได้ นักเรียนคิดว่า เป็นเหตุผลที่ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

49. ถ้าผู้ชายคนหนึ่งเป็นโรคทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดทาง X โครโมโซม โรคนี้จะถ่ายทอดให้ลูกชาย และหลานชายหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

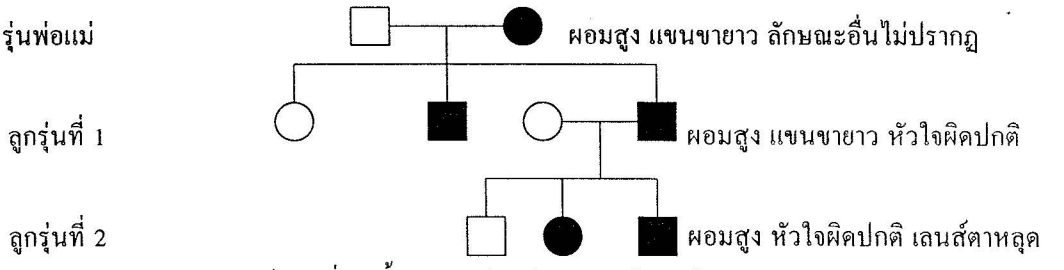
50. พงศาวลีคือ.....

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนพงศาวลี



เขียนพงศาวลีแสดงสมาชิกของคนในครอบครัวของนักเรียน โดยเริ่มจากครอบครัวของปู่ย่า ตายาย และครอบครัวของนักเรียน

51. โรคทางพันธุกรรมที่เรียกว่า กลุ่มอาการมาร์แฟนเป็นโรคที่เกิดจากการถ่ายทอดความผิดปกติของยีนที่กำหนดลักษณะเด่น ความผิดปกติที่พบในโรคนี้มีหลายอย่าง เช่น รูปร่างผอมสูง แขนขายาว หัวใจผิดปกติ เลนส์ตาหลุด ถ้าครอบครัวหนึ่งมีแม่เป็นกลุ่มอาการมาร์แฟนคือ มีลักษณะผอมสูงแขนขายาว ลูกหลานที่ได้รับการถ่ายทอดโรคนี้มีลักษณะ ดังแสดงในพงศาวลี



ลักษณะของกลุ่มอาการมาร์แฟนที่เกิดขึ้นกับสมาชิกแต่ละคนเหมือนหรือต่างกัน.....

จีโนไทป์พ่อ.....จีโนไทป์ของแม่.....จีโนไทป์ของลูกสาว.....

52. การแต่งงานในหมู่ญาติทำให้ลูกมีโอกาสผิดปกติเพราะ.....

.....

53. ในประเทศไทยมีโรคพันธุกรรมชนิดหนึ่งที่พบมาก และเป็นโรคที่มาจากการถ่ายทอดยีนที่กำหนดลักษณะด้อยคือ โรคธาลัสซีเมีย ถ้าพ่อแม่ปกติ มีลูกเป็นโรคธาลัสซีเมีย แสดงว่า พ่อแม่มีจีโนไทป์เป็น.....
ซึ่งมีโอกาสมีลูกคนต่อไปจะเป็นโรคธาลัสซีเมียอีก..... % หรือคิดเป็นอัตราส่วน.....

54. ศึกษาตารางแอนติเจนและแอนติบอดีในหมู่เลือด ABO ชนิดต่างๆ

หมู่เลือด	แอนติเจนที่ผิวเม็ดเลือด	แอนติบอดีในพลาสมา
A	A	แอนติ -A
B	B	แอนติ -B
O	ไม่มีแอนติเจน	มีทั้งแอนติ -A และแอนติ -B
AB	A และ B	ไม่มีแอนติบอดี

สรุปได้ว่า.....

55. คนหมู่เลือด B มีจีโนไทป์ได้.....แบบคือ.....
คนหมู่เลือด A มีจีโนไทป์ได้.....แบบคือ.....
คนหมู่เลือด AB มีจีโนไทป์ได้.....แบบคือ.....
คนหมู่เลือด O มีจีโนไทป์ได้.....แบบคือ.....

56. การให้เลือดมีหลักว่า.....

57. ยีนเกี่ยวเนื่องกับโครโมโซม X คือ.....
ตัวอย่างเช่น.....

58. นักเรียนคิดว่า ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการสืบประวัติมีความถูกต้องเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

.....

59. ทำไมจึงนิยมใช้แมลงหวี่และหนูเป็นสัตว์ทดลองในการศึกษาพันธุกรรม.....

.....

60. หญิงปกติคนหนึ่งมีพ่อเป็นโรคฮีโมฟีเลีย เมื่อหญิงคนนี้แต่งงานกับชายปกติ ลูกของเขาทั้งสองจะปกติหรือเป็นโรคฮีโมฟีเลีย ..... เขียนจีโนไทป์ของครอบครัวนี้ได้ดังนี้

61. ถ้าผู้รับเลือดมีหมู่เลือด B ผู้ให้เลือดจะต้องมีหมู่เลือดใดบ้าง จึงจะไม่เกิดอันตรายต่อผู้รับเลือด.....

62. หญิงคนหนึ่งมีเลือดหมู่ B คลอดลูกซึ่งมีหมู่เลือด AB และชี้ตัวชายหนุ่มที่มีหมู่เลือด O ว่าเป็นพ่อของเด็ก นักเรียนคิดว่า ชายหนุ่มหมู่เลือด O เป็นพ่อของเด็กได้หรือไม่ เพราะเหตุใด.....

.....

.....

63. ให้นักเรียนจำแนกลักษณะฟีโนไทป์ต่อไปนี้ว่า เกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรม หรือสิ่งแวดล้อม

1. สีผม..... 2. สีผิว.....
3. สีตา..... 4. ความแห้ง/มันของผิว.....
5. ลักษณะเส้นผม..... 6. น้ำหนัก.....
7. เพศชาย/เพศหญิง..... 8. หมู่เลือด.....
9. ความดันโลหิต..... 10. นิ้วเกิน.....
11. สายตาสั้น/ยาว..... 12. สติปัญญา.....
13. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ..... 14. ความสามารถทางดนตรี.....

สรุปได้ว่า.....

.....

64. ฝาแฝดเหมือนเกิดจาก.....

ฝาแฝดคล้ายเกิดจาก.....

65. มิวเตชันคือ.....

มิวเตชันเกิดจาก.....

ประโยชน์ของมิวเตชันได้แก่.....

โทษของมิวเตชันได้แก่.....

66. สตรีมีครรภ์จำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการถ่ายภาพรังสีของส่วนท้องเพราะ.....

.....

67. มิวเตชันชนิดที่ทำให้เกิดผิวเผือก หรือคนเผือกเป็นมิวเตชันที่ดีหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

.....

68. คนป่วยปัญญาอ่อนกลุ่มอาการดาวน์ มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างจากโครโมโซมของคนปกติหรือไม่.....

เพราะ.....

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุของมารดากับการเกิดกลุ่มอาการดาวน์ในลูก สรุปได้ว่า.....

.....

69. ผู้หญิงที่มีโครโมโซม X เพียงโครโมโซมเดียว จะมีจำนวนโครโมโซมร่างกายเป็น.....โครโมโซม

ผู้ชายที่มีโครโมโซม X สองโครโมโซม จะมีจำนวนโครโมโซมร่างกายเป็น.....โครโมโซม

.....

70. ภาวะตาบอดสีนอกจากเป็นลักษณะทางพันธุกรรมแล้ว อาจเกิดจากสิ่งแวดล้อมได้หรือไม่ เพราะเหตุใด.....

.....

.....

71. ยีนในการสร้างเขามีอยู่ในแกะทั้งตัวผู้และตัวเมีย แต่แกะตัวผู้เท่านั้นที่มีการสร้างเขา นักเรียนคิดว่า อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมอะไร ที่ทำให้การแสดงออกของยีนในแกะตัวผู้ และแกะตัวเมียต่างกัน.....

.....

72. นาย ก ทำงานในโรงงานพลังงานนิวเคลียร์แห่งหนึ่ง ต่อมานาย ก แต่งงานกับนาง ข เมื่อนาง ข คลอดบุตรที่มีนิ้วเหมือนก้ามปู โดยที่ประวัติครอบครัวทั้งสองไม่มีลักษณะเช่นนี้มาก่อน นาย ก จึงฟ้องต่อศาลเรียกค่าเสียหายจากโรงงานว่า การที่บุตรมีลักษณะผิดปกตินี้ เป็นผลจากยีนมิวเตชัน ซึ่งเกิดจากโรงงานที่ตนทำงานอยู่ นักเรียนมีความเห็นเกี่ยวกับข้อกล่าวหาของนาย ก อย่างไร จงอภิปราย.....

.....

.....

.....

73. ผลิตผลทางการเกษตรบางชนิด เช่น ส้มและแตงโมที่ไม่มีเมล็ด เกิดจากการนำความรู้ทางพันธุศาสตร์เข้ามาช่วยปรับปรุงพันธุ์ นักเรียนคิดว่า ส้ม และแตงโมที่ไม่มีเมล็ดนี้จะมีปัญหาในการแพร่พันธุ์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

74. การนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ประโยชน์ เช่น.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

75. ให้นักเรียนยกตัวอย่าง การนำความรู้ทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนมาใช้ประโยชน์ 3 ตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

****

ภาคผนวก จ

เครื่องมือวัดตัวแปรตาม

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 40 ข้อ
2. แบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม 23 ข้อ

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม (40 ข้อ)

1. ข้อใดถูก สำหรับกระบวนการเกิดชีวิตใหม่ของสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์และมนุษย์
   ก. เกิดชีวิตใหม่คล้ายกันคือ ชีวิตใหม่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์เพศเดียวกัน
   ข. เกิดชีวิตใหม่คล้ายกันคือ ชีวิตใหม่เกิดจากการรวมนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์ต่างเพศกัน
   ค. เกิดชีวิตใหม่ต่างกันคือ พืชสร้างเซลล์สืบพันธุ์สองเพศในดอกเดียวกัน แต่คนและสัตว์สร้างเซลล์สืบพันธุ์แยกเพศกัน
   ง. เกิดชีวิตใหม่ต่างกันคือ พืชสร้างชีวิตใหม่ได้จำนวนมากมาย แต่คนและสัตว์สร้างชีวิตใหม่ได้น้อยกว่า
2. ข้อใดหมายถึงการปฏิสนธิ
   ก. การงอกของละอองเรณู ข. การเจริญเติบโตของต้นอ่อน
   ค. การรวมนิวเคลียสของไข่และอสุจิ ง. การสร้างเซลล์ละอองเรณูและไข่อ่อน
3. ข้อใดคือลักษณะเฉพาะของมนุษย์ที่ได้รับจากพ่อและแม่โดยตรง
   ก. สีผิว ข. เพศ ค. ขนาดตัว ง. ความสูง
4. ข้อใด คือ ลักษณะทางพันธุกรรมของพืชที่ได้รับการถ่ายทอดมาจากละอองเรณูและไข่อ่อนโดยตรง
   ก. ความยาวของผล ข. จำนวนเมล็ด ค. รูปร่างของใบ ง. ขนาดของลำต้น
5. ข้อใด คือ สาเหตุที่ทำให้นักเรียนแต่ละคนมีลักษณะแตกต่างกัน
   ก. สีตาแตกต่างกันเนื่องจากพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม
   ข. สีผิวแตกต่างกันเนื่องจากพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อม
   ค. รูปร่างแตกต่างกันเนื่องจากอาหาร และสภาพแวดล้อมต่างกัน
   ง. สภาพแวดล้อม เช่น ที่อาศัย การเลี้ยงดูของนักเรียนแต่ละคนต่างกัน
6. ข้อใดเป็นลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม
   ก. ผิวด่างดำ ข. ผมแตกปลาย ค. ผดผื่นคันที่หน้า ง. ขากรรไกรล่างยื่น
7. ลักษณะใดเกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมภายนอกเท่านั้น
   ก. ปัญญาอ่อน ข. อีสุกอีใส ค. สายตาสั้น ง. เตี้ยแคระแกรน
8. ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

   เมนเดลนำถั่วดอกสีขาวพันธุ์แท้ผสมกับต้นถั่วดอกสีม่วงพันธุ์แท้ แล้วศึกษาลักษณะสีดอก ของลูกรุ่นที่ 1 (F_1) พบว่า มีดอกสีม่วงทั้งหมด เมนเดลนำถั่วดอกสีม่วงรุ่น F_1 ผสมกันแล้ว ศึกษาลักษณะสีของดอกในรุ่นที่ 2 (F_2) ได้ผลดังนี้ มีต้นถั่วดอกสีขาวจำนวน 180 ต้น ต้นถั่วดอกสีม่วงจำนวน 540 ต้น

   ลักษณะดอกสีขาวของต้นถั่วในลูกรุ่นที่ 2 ที่เมนเดลศึกษามีลักษณะเป็นอย่างไร
   ก. มีลักษณะเหมือนดอกสีขาวพันธุ์แท้ในรุ่นพ่อแม่
   ข. มีดอกสีขาวนวลไม่เหมือนดอกสีขาวพันธุ์แท้ในรุ่นพ่อแม่
   ค. มีดอกสีขาวสว่างกว่าดอกสีขาวพันธุ์แท้ในรุ่นพ่อแม่
   ง. ข้อมูลที่มีไม่เพียงพอ จึงไม่สามารถสรุปผลการทดลองในครั้งนี้ได้

9. ถั่วลันเตาพันธุ์แท้ มีความหมายตรงกับข้อใด

ก. ลูกหลานมีลักษณะเหมือนกับพ่อแม่ ข. ลูกหลานแตกต่างจากพ่อแม่เล็กน้อย

ค. ลูกหลานมีความแปรผันทางพันธุกรรม ง. ลูกหลานมีทั้งเหมือนและแตกต่างจากพ่อแม่

10. ถั่วลันเตาที่เมนเดลศึกษามีข้อดีดังนี้

1. อายุสั้น ปลูกง่าย 2. มีหลายพันธุ์และมีลักษณะแตกต่างกันชัดเจน

3. มีผลดก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ 4. หาถั่วลันเตาพันธุ์แท้สำหรับทดลองได้ง่าย

ข้อใดถูกต้อง

ก. 1 และ 2 ถูก ข. 1, 2 และ 3 ถูก ค. 2, 3 และ 4 ถูก ง. ถูกทุกข้อ

11. ปลูกถั่วในแปลงทดลอง เมื่อออกฝักพบว่า มีทั้งถั่วฝักอวบ และถั่วฝักแฟบปนอยู่ในแปลงเดียวกันทั้งๆ ที่นำเมล็ดมาจากต้นฝักอวบเท่านั้น ข้อมูลดังกล่าวบอกให้รู้ว่า ต้นถั่วที่เก็บเมล็ดมาเพาะนั้น มีลักษณะเป็นอย่างไร

ก. เป็นฝักอวบพันธุ์แท้ ข. เป็นฝักแฟบพันธุ์แท้

ค. เป็นฝักอวบที่มีลักษณะฝักแฟบแฝงอยู่ด้วย ง. เป็นฝักอวบที่กลายพันธุ์เพราะได้รับสารเคมี

12. ถั่วรุ่น F_1 มีลักษณะฝักสีเขียว ถ้าปล่อยให้เกิดการถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน แล้วนำเมล็ดถั่วที่ได้มาเพาะดูผลผลิตแล้วพบว่า ถั่วรุ่น F_2 ทุกต้นเป็นฝักสีเขียวหมด ข้อสรุปใดถูกต้อง

ก. ถั่วรุ่นพ่อแม่มีลักษณะฝักสีเหลือง

ข. ถั่วรุ่นที่ 1 เป็นฝักสีเขียวพันธุ์แท้

ค. ถั่วรุ่นที่ 1 เป็นฝักสีเขียว มีลักษณะฝักสีเหลืองปนอยู่

ง. ถั่วรุ่นที่ 2 เป็นฝักสีเขียว มีลักษณะฝักสีเหลืองปนอยู่

13. ข้อใดเป็นลูกพันทาง

ก. ลูกแมวสีเทา มีพ่อและแม่แมวสีสวาทพันธุ์แท้

ข. ลูกสุนัขขนสีขาว มีพ่อแม่ขนสีขาวทั้งสองตัว

ค. ลูกครึ่งไทยอเมริกัน จะมีตาสีน้ำตาลเหมือนพ่อหรือแม่ที่เป็นคนไทย

ง. ลูกวัวพันธุ์พื้นเมือง ที่ได้จากพ่อและแม่พันธุ์พื้นเมืองครอกเดียวกัน

14. ศึกษาตารางแสดงข้อมูลการทดลองของเมนเดลแล้วตอบคำถาม

ลักษณะที่ศึกษา	รุ่นพ่อแม่	ลูกรุ่นที่1 (F_1)	ลูกรุ่นที่ 2 (F_2)	อัตราส่วนรุ่นที่ 2
1.รูปร่างของเมล็ด	กลม X ขรุขระ	กลมทั้งหมด	กลม 5,474 ขรุขระ 1,850	2.96 : 1
2.สีของเนื้อเมล็ด	เหลือง X เขียว	เหลืองทั้งหมด	เหลือง 6,022 เขียว 2,001	3.01 : 1
3.สีของเปลือกหุ้มเมล็ด	มีสี X สีขาว	มีสีทั้งหมด	มีสี 705 สีขาว 224	3.15 : 1

ข้อใดคือ ลักษณะเด่น

ก. เมล็ดขรุขระ เนื้อเมล็ดสีเขียว เปลือกหุ้มเมล็ดสีขาว

ข. เมล็ดขรุขระ เนื้อเมล็ดสีเหลือง เปลือกหุ้มเมล็ดมีสี

ค. เมล็ดกลม เนื้อเมล็ดสีเหลือง เปลือกหุ้มเมล็ดมีสี

ง. เมล็ดกลม เนื้อเมล็ดสีเขียว เปลือกหุ้มเมล็ดมีสี

15. ข้อใดคือ พันธุ์แท้

ก. TtRR ข. ttRr ค. TtRr ง. TTrr

16. ข้อใด เป็นโฮโมไซกัสของลักษณะด้อย และโฮโมไซกัสของลักษณะเด่น

ก. FfGg ข. FfGG ค. FFGg ง. ffGG

17. สุนัขขนสั้นตัวผู้ผสมกับสุนัขขนยาวตัวเมีย ได้ลูกสุนัขขนยาวทั้งครอก นำสุนัขขนยาวรุ่นลูกผสมกันจะมีโอกาสได้ลูกสุนัขตามข้อใด

ก. ขนยาวทุกตัว ข. ขนยาว 1 ใน 4 ค. ขนยาว 2 ใน 4 ง. ขนยาว 3 ใน 4

18. โยนเหรียญ 2 เหรียญพร้อมกัน โอกาสที่จะได้หัวและก้อยเป็นตามลักษณะใดมากที่สุด

ก. หัว-หัว มากกว่า หัว-ก้อย ข. ก้อย-ก้อย มากกว่า ก้อย-หัว

ค. หัว-ก้อย น้อยกว่า ก้อย-หัว ง. หัว-ก้อย เท่ากับ ก้อย-หัว

19. ศึกษาตารางการหยิบลูกปัดสองสีแล้วตอบคำถาม

สีของลูกปัด	เขียว	น้ำเงิน
เขียว	เขียว-เขียว	เขียว-น้ำเงิน
น้ำเงิน	A	B

ถ้าตารางดังกล่าว แสดงการแยกตัวและรวมตัวของยีนแล้ว ข้อใดหมายถึง A

ก. MM ข. mm ค. Mm ง. MM และ Mm

20. เส้นขอบใบหยักมากของต้นฤษีผสมเป็นลักษณะเด่น ขอบใบหยักน้อยเป็นลักษณะด้อย นำเมล็ดจากต้นฤษีผสมขอบใบหยักมากมาเพาะ พบว่า ต้นใหม่ที่ได้มีลักษณะขอบใบหยักมาก 20 ต้น ขอบใบหยักน้อย 40 ต้น ข้อใดคือ จีโนไทป์ของต้นฤษีผสมขอบใบหยักมากรุ่นพ่อแม่

ก. NN ข. Nn ค. nn ง. NN หรือ Nn

21. ลักษณะมีติ่งหูเป็นลักษณะเด่น ถ้าต้องการบุตรจีโนไทป์ GG : Gg : gg พ่อแม่จะต้องมีจีโนไทป์ตรงกับข้อใด

ก. GG x gg ข. Gg x gg ค. Gg x GG ง. Gg x Gg

22. เมื่อดอกลิ้นมังกรสีส้มถ่ายละอองเรณูในดอกเดียว ได้ลูกดอกสีแดง 10 ต้นสีเหลือง 7 ต้น และสีส้ม 23 ต้น ข้อใดคือ จีโนไทป์และอัตราส่วนของดอกลิ้นมังกรทั้งสามสี

ก. SS:ST:TT = 2:1:1 ข. SS:TT:ST = 1:2:1 ค. SS:TT:ST = 1:1:2 ง. SS:ST:TT = 1:1:1

23. ลิงขนยาวพันธุ์แท้ ซึ่งเป็นลักษณะเด่นตัวผู้ผสมกับลิงขนสั้นพันธุ์แท้ ซึ่งเป็นลักษณะด้อยตัวเมียได้ลูกลิงที่มีขนสั้นกว่าพ่อ แต่ขนยาวกว่าแม่แล้ว ข้อใดถูก

ก. ขนยาวเป็นลักษณะเด่นสมบูรณ์ ข. ขนสั้นพันทางเป็นลักษณะด้อย

ค. ความยาวของขนเป็นเด่นสมบูรณ์ ง. ความยาวของขนเป็นลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์

24. คำกล่าวที่ว่า "ลูกเปรียบเสมือนผู้รับมรดกทางพันธุกรรมจากพ่อและแม่ โดยรับจากพ่อครึ่งหนึ่งและแม่ครึ่งหนึ่ง" มรดกทางพันธุกรรม มีความหมายใกล้เคียงกับข้อใด

ก. กรดอะมิโน ข. ดีเอ็นเอ ค. นิวเคลียส ง. ไตรกลีเซอไรด์

25. ข้อใด พบในขณะเกิดการแบ่งเซลล์เท่านั้น

ก. โครโมโซม ข. โครมาติน ค. สารพันธุกรรม ง. ไซโตพลาสซึม

26. ม้ามีโครโมโซมของเซลล์กล้ามเนื้อเป็น 64 โครโมโซม เมื่อผสมกับลาซึ่งมีโครโมโซมของเซลล์กล้ามเนื้อเป็น 62 โครโมโซม ได้ลูกคือ ล่อ ข้อใดคือโครโมโซมร่างกายของล่อ

ก. 126 โครโมโซม ข. 63 โครโมโซม ค. 64 โครโมโซม ง. 62 โครโมโซม

27. ข้อใดคือ สิ่งกำหนดเพศของลูก

ก. โครโมโซม X หรือโครโมโซม Y จากเซลล์ร่างกายของพ่อ

ข. โครโมโซม X หรือโครโมโซม Y จากเซลล์ร่างกายของแม่

ค. โครโมโซม X หรือโครโมโซม Y จากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อ

ง. โครโมโซม X หรือโครโมโซม Y จากเซลล์สืบพันธุ์ของแม่

28. นายลีและนางมาแต่งงานมีบุตร 4 คน เป็นบุตรสาว 2 คน บุตรชาย 2 คน ขณะนี้นางมากำลัง ตั้งครรภ์บุตรคนที่ 5 บุตรคนนี้จะมีโอกาสเป็นเพศชายร้อยละเท่าไร

ก. 25 ข. 50 ค. 75 ง. 100

29. ข้อใด ใช้จำแนกชนิดของหมู่เลือด

ก. ชนิดของแอนติบอดีในน้ำเลือด ข. ชนิดของโปรตีนในพลาสมา

ค. ชนิดของแอนติเจนที่ผิวของเม็ดเลือดแดง ง. ชนิดของยีนที่อยู่ในเม็ดเลือดแดง

30. พ่อแม่มีจีโนไทป์อย่างไร ถ้าเขาทั้งสองมีบุตรหมู่เลือด A, B, AB และ O

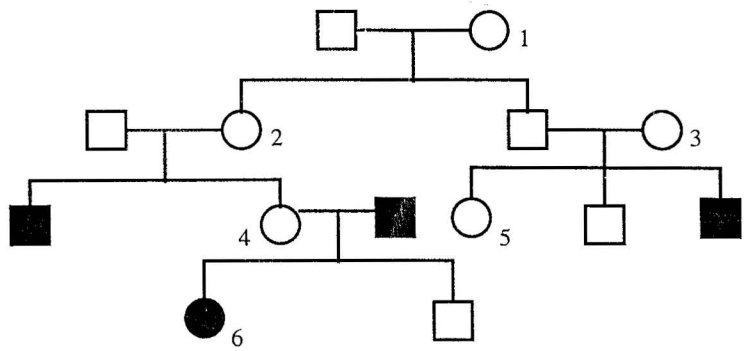
ก. ii x I^Ai ข. ii x I^Bi ค. I^Ai x I^Bi ง. I^AI^B x I^Bi

31. ผู้ชายที่มีหมู่เลือด AB จะต้องแต่งงานกับผู้หญิงหมู่เลือดใด จึงจะมีโอกาสมีบุตรหมู่เลือด AB เหมือนกัน

1. I^AI^B x ii 2. I^AI^B x I^AI^B 3. I^AI^B x I^Ai 4. I^AI^B x I^Bi

ก. 1, 2 และ 3 ข. 1, 3 และ 4 ค. 2, 3 และ 4 ง. 1, 2, 3 และ 4

ศึกษาแผนภาพแสดงการถ่ายทอดลักษณะยีนที่เกี่ยวเนื่องกับเพศ แล้วตอบคำถามข้อ 103-104



32. หมายเลข 6 รับยีนที่เป็นโรคมาจากหมายเลขใด

ก. 1, 2, 4 ข. 1, 3, 5 ค. 2, 3, 4 ง. 2, 4, 5

33. ครอบครัวของหมายเลขใด มีโอกาสมีบุตรเพศหญิงที่มีโครโมโซม X เป็นคู่ยีนด้อย มีโอกาส แสดงลักษณะผิดปกติได้เต็มที่ เมื่อยีนทั้งคู่เป็นยีนผิดปกติ

ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4

34. สามีภรรยาคู่ใด มีโอกาสที่บุตรชายเป็นโรคฮีโมฟีเลียทุกคน บุตรสาวเป็นปกติแบบเฮเตอโรไซกัสทุกคน

ก. X^HY x X^HX^H ข. X^hY x X^HX^H ค. X^HY x X^hX^h ง. X^hY x X^hX^h

35. ลักษณะใด เกิดจากสิ่งแวดล้อมเท่านั้น

ก. สติปัญญา ข. สายตาสั้น ค. ตัวซีด ม้ามโต ง. น้ำกัดเท้า

36. ลักษณะที่พันธุกรรมมีอิทธิพลมากกว่าสิ่งแวดล้อม ได้แก่ลักษณะในข้อใด

ก. สีผม ข. ความเครียด ค. เล่นดนตรีเก่ง ง. ลักษณะเป็นผู้นำ

37. สิ่งก่อกลายพันธุ์ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดการมิวเตชันนั้น จะมีผลโดยตรงกับข้อใด

ก. สารพันธุกรรม ข. เซลล์ร่างกาย ค. เซลล์สืบพันธุ์ ง. โครงสร้างเซลล์

38. ศึกษาตารางอุบัติการณ์ ของโรคจิตเภทในประชากรเฉพาะ

ประชากรเฉพาะ	อุบัติการณ์ (%)
ก. เด็กที่พ่อแม่คนใดคนหนึ่งป่วย	12.0
ข. เด็กที่คู่แฝดเทียมป่วย	12.0
ค. เด็กที่พ่อแม่ป่วยทั้งสองคน	40.0
ง. เด็กที่คู่แฝดแท้ป่วย	47.0

ข้อใดทำให้สรุปได้ว่า พันธุกรรมมีอิทธิพลมากกว่าสิ่งแวดล้อมในการเกิดโรคจิตเภท

39. ถ้าความผิดปกติเป็นยีนด้อยบนโครโมโซม พ่อแม่ที่เป็นเฮเตอโรไซกัสของยีนด้อยดังกล่าวจะมีโอกาสมีลูกผิดปกติร้อยละเท่าไร

ก. 12.5 ข. 25 ค. 50 ง. 75

40. ข้อใดคือ วิธีปฏิบัติเพื่อป้องกัน และแก้ไขปัญหาโรคพันธุกรรมที่อาจเกิดขึ้นในครอบครัว

1. หลีกเลี่ยงการแต่งงานระหว่างญาติ
2. ขอคำแนะนำทางพันธุกรรม
3. หลีกเลี่ยงสิ่งก่อกลายพันธุ์
4. ทำการตรวจวินิจฉัยก่อนคลอดทุกครั้ง

ก. 1 และ 4 ข. 2 และ 3 ค. 1, 3 และ 4 ง. 1, 2, 3 และ 4

****

แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมฉบับนี้ มุ่งสำรวจความคิดเห็น ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม ซึ่งไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น หรือแสดงความรู้สึกได้อย่างเสรี และขอให้ตอบให้ตรงกับความรู้สึกจริงของนักเรียนมากที่สุด
2. ผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ จะนำไปใช้ในการปรับปรุงการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอนเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรม และพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯให้มีประสิทธิภาพ
3. แบบวัดเจตคติฉบับนี้มีข้อความทั้งหมด 23 ข้อความ ขอให้นักเรียนอ่านข้อความให้เข้าใจเสียก่อนแล้วจึงตอบตามความรู้สึกจริงของนักเรียนที่มีต่อข้อความนั้น

ขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในครั้งนี้

1. เมื่อเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรม นักเรียนรู้สึกชอบเนื้อหาวิชานี้มากน้อยเพียงใด ?

   ก. ชอบมากที่สุด ข. ชอบมาก ค. ชอบพอประมาณ
   ง. ชอบน้อย จ. ชอบน้อยที่สุด

2. นักเรียนอยากค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม เกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรมมากน้อยเพียงใด ?

   ก. น้อยที่สุด ข. น้อย ค. พอประมาณ
   ง. มาก จ. มากที่สุด

3. นักเรียนสนใจเรื่องมรดกทางพันธุกรรมเพียงใด ?

   ก. สนใจน้อยที่สุด ข. สนใจน้อย ค. สนใจพอประมาณ
   ง. สนใจมาก จ. สนใจมากที่สุด

4. นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความที่ว่า "การนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ ทำให้มนุษย์เป็นโรคร้ายแรงเพิ่มมากขึ้น" อย่างไร ?

   ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข. เห็นด้วย ค. เห็นด้วยพอประมาณ
   ง. ไม่เห็นด้วย จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5. นักเรียนพูดคุยในครอบครัวเกี่ยวกับเรื่องพันธุกรรมบ่อยครั้งเพียงใด ?

   ก. บ่อยที่สุด ข. บ่อยมาก ค. บ่อย
   ง. นานๆ ครั้ง จ. ไม่เคยเลย

6. นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวที่ว่า "การเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรมเป็นเรื่องไม่มีประโยชน์" เพียงใด ?

   ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข. เห็นด้วย ค. เห็นด้วยพอประมาณ
   ง. ไม่เห็นด้วย จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

7. นักเรียนคิดว่า ผู้คนโดยทั่วไปควรมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องมรดกทางพันธุกรรมมากน้อยเพียงไร ?

ก. น้อยที่สุด ข. น้อย ค. ปานกลาง

ง. มาก จ. มากที่สุด

8. นักเรียนเห็นด้วยเพียงไร เมื่อมีผู้กล่าวว่า "เรื่องมรดกทางพันธุกรรมเป็นเรื่องน่าเบื่อ" ?

ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข. เห็นด้วย ค. เห็นด้วยพอประมาณ

ง. ไม่เห็นด้วย จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

9. นักเรียนเห็นด้วยเพียงไร เมื่อมีผู้กล่าวว่า นักเรียนควรมีความรู้เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ?

ก. เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข. เห็นด้วย ค. เห็นด้วยพอประมาณ

ง. ไม่เห็นด้วย จ. ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

10. นักเรียนพอใจที่จะใช้ความรู้ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในการพูดคุยกับเพื่อนมากน้อยเพียงไร ?

ก. มากที่สุด ข. มาก ค. พอประมาณ

ง. น้อย จ. น้อยที่สุด

11. จากสำนวนที่ว่า “ดูช้างให้ดูหาง ดูนางให้ดูแม่” นั้น นักเรียนเห็นว่า เป็นข้อความที่อธิบายเรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะ” ได้เหมาะสมเพียงไร ?

ก. น้อยที่สุด ข. น้อย ค. พอประมาณ

ง. มาก จ. มากที่สุด

12. การตรวจความผิดปกติของโครโมโซมของคู่สมรส ก่อนแต่งงานเป็นเรื่องควรทำมากน้อยเพียงใด ?

ก. ควรทำมากที่สุด ข. ควรทำมาก ค. ควรทำพอประมาณ

ง. ควรทำน้อย จ. ควรทำน้อยที่สุด

13. นักเรียนคิดว่า การตรวจวินิจฉัยโครโมโซมของลูกในครรภ์จะช่วยแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมที่อาจเกิดขึ้นได้ในระดับใด ?

ก. น้อยที่สุด ข. น้อย ค. พอประมาณ

ง. มาก จ. มากที่สุด

14. ผู้ที่จะแต่งงานมีครอบครัวนั้นนักเรียนเห็นว่า จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรมมากน้อยเพียงใด ?

ก. มากที่สุด ข. มาก ค. ปานกลาง

ง. น้อย จ. น้อยที่สุด

15. นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวที่ว่า "ความรู้ทางพันธุศาสตร์เป็นพื้นฐานของการศึกษาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ" มากน้อยเพียงไร ?

ก. มากที่สุด ข. มาก ค. ปานกลาง

ง. น้อย จ. น้อยที่สุด

16. นักเรียนใช้ความรู้เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในการสังเกตสิ่งรอบตัว และบุคคลรอบข้างเพียงใด?

ก. น้อยที่สุด ข. น้อย ค. พอประมาณ

ง. มาก จ. มากที่สุด

17. นักเรียนสนใจที่จะนำความรู้ เรื่องพันธุกรรมมาใช้อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากปู่ย่าตายายมาสู่ตัวนักเรียนในระดับใด ?

ก. มากที่สุด ข. มาก ค. พอประมาณ

ง. น้อย จ. น้อยที่สุด

18. นักเรียนติดตามข่าวเกี่ยวกับการใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในการพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูก มากน้อยเพียงไร ?

ก. น้อยที่สุด ข. น้อย ค. พอประมาณ

ง. มาก จ. มากที่สุด

19. นักเรียนเคยใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในการทำนายลักษณะของสัตว์ หรือพืชที่พบเห็นบ่อยครั้งเพียงไร ?

ก. บ่อยที่สุด ข. บ่อยมาก ค. บ่อย

ง. นานๆ ครั้ง จ. ไม่เคยใช้เลย

20. นักเรียนสนใจเรื่องโครโมโซมมากน้อยเพียงใด ?

ก. น้อยที่สุด ข. น้อย ค. พอประมาณ

ง. มาก จ. มากที่สุด

21. ถ้ามีเวลามากพอ นักเรียนสนใจที่จะเขียนพงศาวลีแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของบุคคล (ที่นักเรียนรู้จัก) มากน้อยเพียงใด ?

ก. มากที่สุด ข. มาก ค. พอประมาณ

ง. น้อย จ. น้อยที่สุด

22. เมื่อทราบว่า "นายแดงมีหมู่เลือด AB" นักเรียนสนใจที่จะ “ทำนายหมู่เลือด” ของบิดา-มารดาของนายแดงมากน้อยเพียงไร ?

ก. มากที่สุด ข. มาก ค. พอประมาณ

ง. น้อย จ. น้อยที่สุด

23. เมื่ออยู่ในกลุ่มเพื่อน นักเรียนพูดคุยกันถึงเรื่อง "รูปร่างลักษณะของคน" มากน้อยเพียงไร ?

ก. น้อยที่สุด ข. น้อย ค. พอประมาณ

ง. มาก จ. มากที่สุด

****

ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม
3. ค่าดัชนีความสอดคล้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์
4 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม
6. ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมรายข้อ 23 ข้อ
7. ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

ตาราง 24 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Consistency หรือ IOC) จากการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้-ความจำ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมจำนวน 13 ข้อของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ความรู้-ความจำ							ความรู้-ความจำ						
ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
27	1	1	1	1	1	1.0	126	1	1	1	1	1	1.0
28	1	1	1	1	1	1.0	127	1	1	1	1	1	1.0
77	1	1	1	1	1	1.0	130	1	1	1	1	1	1.0
78	1	1	1	1	1	1.0	136	1	1	1	1	1	1.0
79	1	1	1	1	1	1.0	137	1	1	1	1	1	1.0
124	1	1	1	1	1	1.0	138	1	1	1	1	1	1.0
125	1	1	1	1	1	1.0							

ตาราง 25 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมจำนวน 79 ข้อของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ความเข้าใจ							ความเข้าใจ						
ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
1	1	1	1	0	0	0.6	35	1	0	1	1	1	0.8
2	0	1	1	0	1	0.6	36	1	1	1	1	1	1.0
3	1	1	1	1	1	1.0	37	1	1	1	1	1	1.0
4	0	1	1	-1	1	0.4	38	1	1	1	1	1	1.0
5	0	1	1	1	1	0.8	51	0	1	1	1	0	0.6
6	1	1	1	1	1	1.0	52	1	1	0	1	1	0.8
7	0	0	1	1	1	0.6	53	1	1	0	1	1	0.8
8	1	1	1	1	0	0.8	54	1	1	0	1	1	0.8
9	0	1	1	1	1	0.8	55	1	1	0	1	1	0.8
10	0	1	1	1	0	0.6	56	1	1	1	1	1	1.0
14	0	0	1	1	1	0.6	57	1	1	0	1	1	0.8
15	1	0	1	1	1	0.8	58	1	1	1	1	1	1.0
20	0	1	1	1	1	0.8	59	1	1	1	1	1	1.0
21	1	1	1	1	1	1.0	60	1	1	1	1	1	1.0
22	1	1	1	1	1	1.0	61	1	1	1	1	1	1.0
23	1	1	1	1	1	1.0	67	1	1	1	1	1	1.0
24	1	1	1	1	0	0.8	68	1	1	1	1	1	1.0
25	1	1	1	1	1	1.0	69	1	1	1	1	1	1.0
26	1	1	-1	1	1	0.6	70	1	1	1	1	1	1.0
34	0	1	1	-1	1	0.4	71	1	1	1	1	1	1.0

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อ	ความเข้าใจ ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ข้อ	ความเข้าใจ ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
72	1	1	1	1	1	1.0	107	1	1	1	1	1	1.0
73	1	1	1	1	1	1.0	113	1	1	1	1	1	1.0
74	1	1	1	1	1	1.0	114	1	1	1	1	1	1.0
75	1	1	1	1	1	1.0	115	1	1	1	1	1	1.0
76	1	1	1	1	1	1.0	116	1	1	1	1	1	1.0
80	1	1	-1	1	1	0.6	117	0	-1	1	1	1	0.4*
81	1	1	-1	1	1	0.6	118	1	1	1	1	1	1.0
82	1	1	1	1	1	1.0	119	1	1	1	1	1	1.0
83	1	1	1	1	1	1.0	120	1	1	1	1	1	1.0
84	0	1	-1	1	1	0.4	121	1	1	1	1	1	1.0
85	0	1	-1	1	1	0.4	122	1	1	1	1	1	1.0
86	1	1	1	1	1	1.0	123	1	1	-1	1	1	0.6
87	0	1	1	1	1	0.8	128	1	1	1	1	1	1.0
95	1	1	1	1	1	1.0	129	1	1	1	1	1	1.0
96	1	1	1	1	1	1.0	131	1	1	1	0	1	0.8
97	1	1	1	1	1	1.0	132	1	1	1	1	1	1.0
103	1	1	1	1	1	1.0	133	1	1	1	1	1	1.0
104	1	1	1	1	1	1.0	134	1	1	1	1	1	1.0
105	1	1	1	1	1	1.0	135	1	1	1	1	1	1.0
106	1	1	1	1	1	1.0							

หมายเหตุ * คือ ข้อที่ตัดทิ้ง

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จำนวน 46 ข้อของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

การนำความรู้และกระบวนการฯไปใช้							การนำความรู้และกระบวนการฯไปใช้						
ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
11	1	0	0	1	1	0.6	50	1	1	1	1	1	1.0
12	1	1	1	1	1	1.0	62	1	1	1	1	1	1.0
13	1	0	0	0	-1	0*	63	1	1	1	1	1	1.0
16	1	1	1	1	0	0.8	64	1	1	1	1	1	1.0
17	1	1	1	1	1	1.0	65	1	1	-1	1	1	0.6
18	1	0	0	1	0	0.4*	66	1	1	-1	1	1	0.6
19	1	0	0	1	1	0.6	88	1	1	1	1	1	1.0
29	1	1	-1	1	1	0.6	89	1	1	1	1	1	1.0
30	1	1	1	1	1	1.0	90	1	1	1	1	1	1.0
31	1	1	-1	1	1	0.6	91	1	1	1	1	1	1.0
32	1	1	-1	1	1	0.6	92	1	1	-1	1	1	0.6
33	0	1	-1	1	1	0.4	93	1	1	1	1	1	1.0
39	1	1	-1	1	1	0.6	94	1	1	1	1	1	1.0
40	1	1	-1	1	1	0.6	98	1	1	1	1	1	1.0
41	1	0	-1	1	1	0.4	99	1	1	-1	1	1	0.6
42	1	0	-1	1	1	0.4	100	1	1	-1	1	1	0.6
43	1	0	-1	1	1	0.4	101	1	1	-1	1	1	0.6
44	1	0	-1	1	1	0.4	102	1	1	-1	1	1	0.6
45	1	1	-1	1	1	0.6	108	1	1	1	1	1	1.0
46	1	1	1	1	1	1.0	109	1	1	1	1	1	1.0
47	1	1	1	1	1	1.0	110	1	1	1	1	1	1.0
48	0	1	1	-1	1	0.4	111	1	1	1	1	1	1.0
49	1	1	-1	1	1	0.6	112	1	1	0	1	1	0.8

หมายเหตุ * คือ ข้อที่ตัดทิ้ง

ตาราง 27 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมจำนวน 30 ข้อของผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ				IOC	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ				IOC
	1	2	3	4			1	2	3	4	
1	1	1	1	0	0.8	16	0	1	1	1	0.8
2	1	1	1	0	0.8	17	0	1	1	1	0.8
3	1	1	1	1	1.0	18	1	1	1	1	1.0
4	0	1	1	1	0.8	19	1	1	1	1	1.0
5	1	1	0	1	0.8	20	1	1	1	1	1.0
6	0	1	1	1	0.8	21	1	1	1	1	1.0
7	1	1	1	1	1.0	22	1	1	1	1	1.0
8	1	0	1	1	0.8	23	0	0	1	1	0.5
9	1	1	1	1	1.0	24	1	1	1	1	1.0
10	1	1	1	1	1.0	25	1	1	1	1	1.0
11	0	1	1	1	0.8	26	1	1	1	1	1.0
12	1	1	1	1	1.0	27	1	1	1	1	1.0
13	1	1	1	1	1.0	28	1	1	1	1	1.0
14	1	1	1	1	1.0	29	1	1	1	1	1.0
15	0	1	1	1	0.8	30	1	1	1	1	1.0

ตาราง 28 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ด้านเนื้อหา และด้านการประเมินผลของบทเรียน 11 หน่วยจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

รายการประเมิน	หน่วยที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ				หน่วยที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญ				หน่วยที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญ			
	1	2	3	IOC	1	2	3	IOC	1	2	3	IOC
1. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1.0	0	1	1	0.7	1	1	1	1.0
2. เนื้อหาถูกต้อง	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
3. เนื้อหาสั้น ง่าย ได้ใจความ	0	1	1	0.7	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
4. เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	0	1	1	0.7	0	1	0	0.3	0	1	1	0.7
5. เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	0	1	1	0.7
6. ภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	0	1	1	0.7	1	1	1	1.0	0	1	1	0.7
7. มีจุดประสงค์ที่ประเมินผลได้	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
8. คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1.0	0	1	1	0.7	1	1	1	1.0
9. คำถามไม่ง่ายหรือยากเกินไป	0	1	0	0.3	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
10. เฉลยคำตอบชัดเจนไม่คลุมเครือ	1	1	-1	0.3	1	1	-1	0.3	1	1	1	1.0

รายการประเมิน	หน่วยที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญ				หน่วยที่ 5 ผู้เชี่ยวชาญ				หน่วยที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญ			
	1	2	3	IOC	1	2	3	IOC	1	2	3	IOC
1. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1.0	1	1	0	0.7	1	1	1	1.0
2. เนื้อหาถูกต้อง	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
3. เนื้อหาสั้น ง่าย ได้ใจความ	0	1	0	0.3	0	1	1	0.7	1	1	1	1.0
4. เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
5. เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
6. ภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	1	1	1	1.0	1	1	0	0.7	1	1	1	1.0
7. มีจุดประสงค์ที่ประเมินผลได้	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
8. คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	0	1	1	0.7	0	1	-1	0	1	1	1	1.0
9. คำถามไม่ง่ายหรือยากเกินไป	1	1	0	0.7	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
10. เฉลยคำตอบชัดเจนไม่คลุมเครือ	1	1	1	1.0	1	1	0	0.7	1	1	0	0.7

ตารางที่ 28 (ต่อ)

รายการประเมิน	หน่วยที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญ				หน่วยที่ 8 ผู้เชี่ยวชาญ				หน่วยที่ 9 ผู้เชี่ยวชาญ			
	1	2	3	IOC	1	2	3	IOC	1	2	3	IOC
1. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
2. เนื้อหาถูกต้อง	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
3. เนื้อหาสั้น ง่าย ได้ใจความ	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
4. เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
5. เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
6. ภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	0	1	1	0.7
7. มีจุดประสงค์ที่ประเมินผลได้	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
8. คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
9. คำถามไม่ง่ายหรือยากเกินไป	0	1	1	0.7	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
10. เฉลยคำตอบชัดเจนไม่คลุมเครือ	1	1	1	1.0	0	1	1	0.7	0	1	1	0.7

รายการประเมิน	หน่วยที่ 10 ผู้เชี่ยวชาญ				หน่วยที่ 11 ผู้เชี่ยวชาญ			
	1	2	3	IOC	1	2	3	IOC
1. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
2. เนื้อหาถูกต้อง	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
3. เนื้อหาสั้น ง่าย ได้ใจความ	1	1	1	1.0	0	1	1	0.7
4. เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
5. เนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
6. ภาพประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
7. มีจุดประสงค์ที่ประเมินผลได้	1	1	1	1.0	1	1	1	1.0
8. คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	1	1	1	1.0	-	-	-	-
9. คำถามไม่ง่ายหรือยากเกินไป	1	1	1	1.0	-	-	-	-
10. เฉลยคำตอบชัดเจนไม่คลุมเครือ	0	1	1	0.7	-	-	-	-

ตาราง 29 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ด้านโครงสร้างและการออกแบบบทเรียน 11 หน่วยจากผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน

รายการประเมิน	หน่วยที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 เรียงลำดับหน่วยการเรียนเหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
2 เรียนซ้ำได้ถ้าต้องการเรียน	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
3 แต่ละหน่วยสมบูรณ์ เป็นอิสระ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
4 มีเมนูหลักควบคุมการเข้าออก	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
5 การดำเนินบทเรียนมีความกระชับ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
6 ออกแบบจอภาพชัดเจน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
7 จัดพื้นที่และตำแหน่งข้อมูลที่โต้ตอบกับผู้เรียนได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 จัดวางองค์ประกอบได้เหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
9 สีพื้นหน้าจอเหมาะสม	1	1	1	1	1	0	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
10 สีเน้นข้อความเหมาะสม	0	1	0	1	1	1	0.7	0	1	0	1	1	1	0.7
11 ขนาดสี รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม	0	0	1	1	1	1	0.7	1	0	1	1	1	1	0.8
รายการประเมิน	หน่วยที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 เรียงลำดับหน่วยการเรียนเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
2 เรียนซ้ำได้ถ้าต้องการเรียน	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
3 แต่ละหน่วยสมบูรณ์ เป็นอิสระ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
4 มีเมนูหลักควบคุมการเข้าออก	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
5 การดำเนินบทเรียนมีความกระชับ	1	1	1	1	1	1	1.0	0	1	1	1	1	1	0.8
6 ออกแบบจอภาพชัดเจน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
7 จัดพื้นที่และตำแหน่งข้อมูลที่โต้ตอบกับผู้เรียนได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 จัดวางองค์ประกอบได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
9 สีพื้นหน้าจอเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	0	0.8
10 สีเน้นข้อความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
11 ขนาดสี รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม	1	0	1	1	1	1	0.8	1	0	0	1	1	1	0.7

ตาราง 29 (ต่อ)

รายการประเมิน	หน่วยที่ 5 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 เรียงลำดับหน่วยการเรียนเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
2 เรียนซ้ำได้ถ้าต้องการเรียน	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
3 แต่ละหน่วยสมบูรณ์ เป็นอิสระ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
4 มีเมนูหลักควบคุมการเข้าออก	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
5 การดำเนินบทเรียนมีความกระชับ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
6 ออกแบบจอภาพชัดเจน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
7 จัดพื้นที่และตำแหน่งข้อมูลที่โต้ตอบกับผู้เรียนได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 จัดวางองค์ประกอบได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	0	1	1	1	1	1	0.8
9 สีพื้นหน้าจอเหมาะสม	1	1	1	1	1	0	0.8	1	1	1	1	1	0	0.8
10 สีเน้นข้อความเหมาะสม	1	1	1	1	0	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
11 ขนาดสี รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม	1	0	1	1	1	1	0.8	1	0	1	1	1	1	0.8
รายการประเมิน	หน่วยที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 8 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 เรียงลำดับหน่วยการเรียนเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
2 เรียนซ้ำได้ถ้าต้องการเรียน	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
3 แต่ละหน่วยสมบูรณ์ เป็นอิสระ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
4 มีเมนูหลักควบคุมการเข้าออก	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
5 การดำเนินบทเรียนมีความกระชับ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
6 ออกแบบจอภาพชัดเจน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
7 จัดพื้นที่และตำแหน่งข้อมูลที่โต้ตอบกับผู้เรียนได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 จัดวางองค์ประกอบได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
9 สีพื้นหน้าจอเหมาะสม	1	1	1	1	1	0	0.8	1	1	1	1	1	0	0.8
10 สีเน้นข้อความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
11 ขนาดสี รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม	1	0	1	1	1	1	0.8	1	0	1	1	1	1	0.8

ตาราง 29 (ต่อ)

รายการประเมิน	หน่วยที่ 9 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 10 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 เรียงลำดับหน่วยการเรียนเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
2 เรียนซ้ำได้ถ้าต้องการเรียน	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
3 แต่ละหน่วยสมบูรณ์ เป็นอิสระ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
4 มีเมนูหลักควบคุมการเข้าออก	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
5 การดำเนินบทเรียนมีความกระชับ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
6 ออกแบบจอภาพชัดเจน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
7 จัดพื้นที่และตำแหน่งข้อมูลที่โต้ตอบกับผู้เรียนได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 จัดวางองค์ประกอบได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
9 สีพื้นหน้าจอเหมาะสม	1	1	1	1	1	0	0.8	1	1	1	1	1	0	0.8
10 สีเน้นข้อความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
11 ขนาดสี รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม	1	0	1	1	1	1	0.8	1	0	1	1	1	1	0.8

รายการประเมิน	หน่วยที่ 11 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC
1 เรียงลำดับหน่วยการเรียนเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0
2 เรียนซ้ำได้ถ้าต้องการเรียน	1	1	1	1	1	1	1.0
3 แต่ละหน่วยสมบูรณ์ เป็นอิสระ	1	1	1	1	1	1	1.0
4 มีเมนูหลักควบคุมการเข้าออก	1	1	1	1	1	1	1.0
5 การดำเนินบทเรียนมีความกระชับ	1	1	1	1	1	1	1.0
6 ออกแบบจอภาพชัดเจน สวยงาม ดึงดูดความสนใจ	1	1	1	1	1	1	1.0
7 จัดพื้นที่และตำแหน่งข้อมูลที่โต้ตอบกับผู้เรียนได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0
8 จัดวางองค์ประกอบได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0
9 สีพื้นหน้าจอเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0
10 สีเน้นข้อความเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0
11 ขนาดสี รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม	1	0	1	1	1	1	0.8

ตาราง 30 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ด้านการนำเสนอบทเรียน 11 หน่วย จากผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน

รายการประเมิน	หน่วยที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 วิธีการเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องกัน	0	1	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	1	0.8
2 วิธีเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	1	0.8
3 คำสั่งควบคุมบทเรียนแสดงชัดเจน	0	1	0	1	0	1	0.5	0	1	0	1	0	1	0.5
4 ผู้เรียนควบคุมบทเรียนได้เอง	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
5 ใช้ภาพเคลื่อนไหวได้เหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	1	0.8
6 รูปแบบการนำเสนอเหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	1	0.8
7 ออกจากบทเรียนได้ตลอดเวลา	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 ใช้ง่าย สะดวกต่อการใช้	0	1	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	1	0.8
9 น่าสนใจ ชวนติดตาม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
10 มีรายงานผลการเรียนของผู้เรียนที่รายงานผลการเรียนทันที	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0

รายการประเมิน	หน่วยที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 4 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 วิธีการเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องกัน	0	1	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	1	0.8
2 วิธีเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
3 คำสั่งควบคุมบทเรียนแสดงชัดเจน	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
4 ผู้เรียนควบคุมบทเรียนได้เอง	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
5 ใช้ภาพเคลื่อนไหวได้เหมาะสม	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1.0
6 รูปแบบการนำเสนอเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	0	1	1	1	1	1	0.8
7 ออกจากบทเรียนได้ตลอดเวลา	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 ใช้ง่าย สะดวกต่อการใช้	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
9 น่าสนใจ ชวนติดตาม	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
10 มีรายงานผลการเรียนของผู้เรียนที่รายงานผลการเรียนทันที	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0

ตาราง 30 (ต่อ)

รายการประเมิน	หน่วยที่ 5 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 6 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 วิธีการเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องกัน	0	1	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	1	0.8
2 วิธีเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
3 คำสั่งควบคุมบทเรียนแสดงชัดเจน	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
4 ผู้เรียนควบคุมบทเรียนได้เอง	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
5 ใช้ภาพเคลื่อนไหวได้เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
6 รูปแบบการนำเสนอเหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
7 ออกจากบทเรียนได้ตลอดเวลา	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 ใช้ง่าย สะดวกต่อการใช้	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
9 น่าสนใจ ชวนติดตาม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
10 มีรายงานผลการเรียนของผู้เรียนที่รายงานผลการเรียนทันที	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0

รายการประเมิน	หน่วยที่ 7 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 8 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 วิธีการเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องกัน	0	1	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	1	0.8
2 วิธีเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
3 คำสั่งควบคุมบทเรียนแสดงชัดเจน	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
4 ผู้เรียนควบคุมบทเรียนได้เอง	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
5 ใช้ภาพเคลื่อนไหวได้เหมาะสม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 รูปแบบการนำเสนอเหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
7 ออกจากบทเรียนได้ตลอดเวลา	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 ใช้ง่าย สะดวกต่อการใช้	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
9 น่าสนใจ ชวนติดตาม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
10 มีรายงานผลการเรียนของผู้เรียนที่รายงานผลการเรียนทันที	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0

ตาราง 30 (ต่อ)

รายการประเมิน	หน่วยที่ 9 ผู้เชี่ยวชาญ							หน่วยที่ 10 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC	1	2	3	4	5	6	IOC
1 วิธีการเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องกัน	0	1	1	1	1	1	0.8	0	1	1	1	1	1	0.8
2 วิธีเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
3 คำสั่งควบคุมบทเรียนแสดงชัดเจน	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
4 ผู้เรียนควบคุมบทเรียนได้เอง	0	1	1	1	1	1	0.8	1	1	1	1	1	1	1.0
5 ใช้ภาพเคลื่อนไหวได้เหมาะสม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 รูปแบบการนำเสนอเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
7 ออกจากบทเรียนได้ตลอดเวลา	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
8 ใช้ง่าย สะดวกต่อการใช้	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
9 น่าสนใจ ชวนติดตาม	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0
10 มีรายงานผลการเรียนของผู้เรียนที่รายงานผลการเรียนทันที	1	1	1	1	1	1	1.0	1	1	1	1	1	1	1.0

รายการประเมิน	หน่วยที่ 11 ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5	6	IOC
1 วิธีการเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องกัน	0	1	1	1	1	1	0.8
2 วิธีเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม	1	1	1	1	1	1	1.0
3 คำสั่งควบคุมบทเรียนแสดงชัดเจน	1	1	1	1	1	1	1.0
4 ผู้เรียนควบคุมบทเรียนได้เอง	1	1	1	1	1	1	1.0
5 ใช้ภาพเคลื่อนไหวได้เหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8
6 รูปแบบการนำเสนอเหมาะสม	0	1	1	1	1	1	0.8
7 ออกจากบทเรียนได้ตลอดเวลา	1	1	1	1	1	1	1.0
8 ใช้ง่าย สะดวกต่อการใช้	1	1	1	1	1	1	1.0
9 น่าสนใจ ชวนติดตาม	1	1	1	1	1	1	1.0
10 มีรายงานผลการเรียนของผู้เรียนที่รายงานผลการเรียนทันที	1	1	1	1	1	1	1.0

ตาราง 31 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อ	ครั้งที่ 1		ข้อที่เลือก	ครั้งที่ 2		ข้อ	ครั้งที่ 1		ข้อที่เลือก	ครั้งที่ 2	
	p	r		p	r		p	r		p	r
1	.49	.28	✓	.30	.62	26	.63	.26	✓	.42	.48
2	.89	.35				27	.65	.14			
3	.46	.26	✓	.70	.56	28	.78	.33	✓	.53	.70
4	.87	.02				29	.51	.18			
5	.34	.08				30	.73	.40	✓	.49	.61
6	.30	.07				31	.16	.20			
7	.25	.22	✓	.23	.33	32	.62	.17			
8	.26	.12				33	.59	.23	✓	.40	.46
9	.52	.23	✓	.24	.33	34	.57	.22			
10	.56	.28	✓	.29	.51	35	.71	.39	✓	.60	.35
11	.29	.18				36	.54	.29			
12	.91	.21				37	.47	.30			
13	.47	.28	✓	.40	.51	38	.44	.26			
14	.60	.32	✓	.66	.33	39	.63	.42			
15	.79	.10				40	.63	.19			
16	.71	.27				41	.57	.32	✓	.40	.54
17	.90	.30				42	.46	.21			
18	.71	.29				43	.52	.36	✓	.50	.30
19	.32	.30	✓	.24	.44	44	.28	.30			
20	.28	.07				45	.53	.33	✓	.45	.34
21	.74	.32	✓	.52	.53	46	.26	.01			
22	.74	.30				47	.31	.35			
23	.10	-.02				48	.29	.37			
24	.44	.03				49	.61	.32			
25	.17	-.15				50	.59	.22			

ตาราง 31 (ต่อ)

ข้อ	ครั้งที่ 1		ข้อที่เลือก	ครั้งที่ 2		ข้อ	ครั้งที่ 1		ข้อที่เลือก	ครั้งที่ 2	
	p	r		p	r		p	r		p	r
51	.43	.20				76	.42	.16	✓	.31	.33
52	.20	.22				77	.18	.08			
53	.76	.37	✓	.57	.44	78	.13	-.03			
54	.41	.37				79	.42	.19			
55	.20	-.06				80	.40	.27	✓	.35	.46
56	.39	.23				81	.24	.13			
57	.27	.32				82	.14	-.05			
58	.34	.16				83	.42	.05			
59	.46	.35				84	.57	.23	✓	.49	.29
60	.46	.21	✓	.36	.40	85	.09	-.06			
61	.36	.24				86	.41	.33	✓	.38	.47
62	.09	.02				87	.30	.10			
63	.36	.23	✓	.29	.34	88	.32	.24			
64	.27	.26				89	.43	.14			
65	.35	.33				90	.22	.08			
66	.34	.44	✓	.39	.30	91	.52	.09			
67	.36	.17				92	.37	.15			
68	.26	.31				93	.28	.21			
69	.21	.28				94	.36	.16	✓	.40	.20
70	.40	.23				95	.27	.02			
71	.61	.44				96	.20	.25			
72	.53	.33	✓	.40	.34	97	.18	.16			
73	.19	.18				98	.37	.11			
74	.32	.36	✓	.27	.44	99	.43	.24	✓	.36	.27
75	.70	.37	✓	.55	.48	100	.32	.35	✓	.29	.32

ตาราง 31 (ต่อ)

ข้อ	ครั้งที่ 1		ข้อที่เลือก	ครั้งที่ 2		ข้อ	ครั้งที่ 1		ข้อที่เลือก	ครั้งที่ 2	
	p	r		p	r		p	r		p	r
101	.18	.13				119	.28	.22			
102	.41	.15				120	.38	.20			
103	.30	.15				121	.21	.16			
104	.46	.27	✓	.29	.16	122	.28	.13			
105	.37	.30	✓	.59	.34	123	.34	.09			
106	.30	.22				124	.46	.33	✓	.44	.05
107	.24	.25				125	.22	-.01			
108	.22	.23	✓	.39	.60	126	.29	.23			
109	.15	.10				127	.35	.04			
110	.28	.13				128	.24	.11			
111	.29	.18				129	.37	.29	✓	.33	.29
112	.60	.38				130	.41	.26			
113	.72	.28	✓	.33	.44	131	.46	.26	✓	.34	.32
114	.61	.23				132	.43	.29			
115	.55	.38				133	.55	.20			
116	.22	.23				134	.61	.23	✓	.42	.45
117	.63	.39	✓	.27	.39	135	.12	.07			
118	.58	.17									

ตาราง 32 ค่าสถิติที่เกี่ยวข้องกับการหาค่าอำนานจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 30 ข้อและเลือกไว้จำนวน 23 ข้อ

ข้อ	X_H	X_L	SD_H	SD_L	t	ข้อที่ตัดออก
1	3.40	3.13	0.43	0.3	2.58	
2	3.04	2.69	0.74	0.82	2.34	
3	3.88	3.37	0.56	0.48	4.04	
4	3.58	3.06	0.34	0.54	4.56	
5	3.70	3.28	0.73	0.99	2.61	
6	3.51	3.19	1.19	1.16	1.67	✗
7	3.57	3.25	0.73	0.68	2.16	
8	2.46	2.21	0.49	0.50	2.08	
9	4.33	3.79	0.59	1.11	3.38	
10	3.64	3.03	0.96	0.97	3.61	
11	4.00	3.61	0.39	0.54	3.28	
12	4.25	3.76	0.37	0.78	3.79	
13	4.66	4.27	0.29	0.74	3.12	
14	3.81	3.25	0.98	0.96	3.26	
15	4.19	3.90	0.61	0.56	2.24	
16	3.63	2.97	0.63	0.76	4.58	
17	3.18	2.42	0.82	0.97	4.66	
18	3.42	3.15	0.49	0.52	2.19	
19	2.58	2.28	0.88	1.15	1.72	
20	3.13	3.24	0.69	0.73	-0.70	✗
21	2.30	2.12	0.73	0.83	1.17	✗
22	2.48	2.60	0.89	0.76	-0.80	✗
23	3.36	3.00	0.84	0.61	2.44	
24	2.88	2.40	1.20	0.46	3.04	
25	2.99	2.76	0.59	0.76	1.58	✗
26	2.03	2.15	1.00	0.55	-0.80	✗
27	4.00	3.79	0.82	0.71	1.38	✗
28	3.36	2.96	0.48	0.53	3.29	
29	3.40	2.93	0.40	0.52	4.07	
30	4.03	3.61	0.51	0.60	3.23	

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์เจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม รายข้อจำนวน 23 ข้อ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ข้อคำถาม	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
1 เมื่อเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรมนักเรียนรู้สึกชอบเนื้อหาวิชานี้มากน้อยเพียงใด ?	2.848	0.791	3.072	0.780
2 นักเรียนอยากค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องมรดกทางพันธุกรรมมากน้อยเพียงใด ?	2.645	0.790	3.051	0.728
3 นักเรียนสนใจเรื่องมรดกทางพันธุกรรมเพียงใด ?	2.913	0.769	3.043	0.772
4 นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความที่ว่า "การนำความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ทำให้มนุษย์เป็นโรคร้ายแรงเพิ่มขึ้น" อย่างไร ?	2.754	1.010	2.500	1.185
5 นักเรียนพูดคุยในครอบครัวเกี่ยวกับเรื่องพันธุกรรมบ่อยครั้งเพียงใด ?	2.152	0.903	2.109	0.780
6 นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวที่ว่า "การเรียนเรื่องมรดกทางพันธุกรรมเป็นเรื่องไม่มีประโยชน์" เพียงใด ?	2.203	0.975	2.014	1.032
7 นักเรียนคิดว่า ผู้คนโดยทั่วไปควรมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องมรดกทางพันธุกรรมมากน้อยเพียงไร ?	2.841	0.938	2.928	0.901
8 นักเรียนเห็นด้วยเพียงไร เมื่อมีผู้กล่าวว่า "เรื่องมรดกทางพันธุกรรมเป็นเรื่องน่าเบื่อ"	2.746	0.913	2.601	0.932
9 นักเรียนเห็นด้วยเพียงไร เมื่อมีผู้กล่าวว่า "นักเรียนควรมีความรู้เรื่องมรดกทางพันธุกรรม"	3.703	0.768	3.761	0.824
10 นักเรียนพอใจที่จะใช้ความรู้เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในการพูดคุยกับเพื่อนมากน้อยเพียงไร ?	2.623	0.937	2.652	0.789
11 จากสำนวนที่ว่า "ดูช้างให้ดูหาง ดูนางให้ดูแม่" นั้น นักเรียนเห็นว่าเป็นข้อความที่อธิบายเรื่องการถ่ายทอดลักษณะได้เหมาะสมเพียงไร ?	3.196	0.973	3.370	0.913
12 การตรวจความผิดปกติของโครโมโซมของคู่สมรสก่อนแต่งงาน เป็นเรื่องควรทำมากน้อยเพียงไร ?	4.203	0.983	4.138	0.945
13 นักเรียนคิดว่า การตรวจวินิจฉัยโครโมโซมของลูกในครรภ์จะช่วยแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมที่อาจเกิดขึ้นในระดับใด ?	3.587	0.835	3.507	0.938
14 ผู้ที่จะแต่งงานมีครอบครัวนั้น นักเรียนเห็นว่า จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรมมากน้อยเพียงใด ?	3.942	0.852	3.819	0.865
15 นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวที่ว่า "ความรู้ทางพันธุศาสตร์เป็นพื้นฐานของการศึกษาวิทยาศาสตร์ชีวภาพมากน้อยเพียงไร ?	3.587	0.771	3.775	0.802

ตาราง 33 (ต่อ)

ข้อคำถาม	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD
16 นักเรียนใช้ความรู้เรื่องมรดกทางพันธุกรรมในการสังเกตสิ่งรอบตัวและบุคคลรอบข้างเพียงใด ?	2.826	0.774	2.887	0.719
17 นักเรียนสนใจที่จะนำความรู้เรื่องพันธุกรรมมาใช้อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากปู่ย่า ตายายมาสู่ตัวนักเรียนในระดับใด ?	3.000	0.863	3.022	0.815
18 นักเรียนติดตามข่าวเกี่ยวกับการใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ในการพิสูจน์ความเป็นพ่อ-ลูก มากน้อยเพียงไร ?	3.246	0.958	3.043	0.862
19 นักเรียนเคยใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ในการทำนายลักษณะของสัตว์หรือพืชที่พบเห็นบ่อยครั้งเพียงไร ?	2.159	0.938	2.152	0.879
20 นักเรียนสนใจเรื่องโครโมโซมมากน้อยเพียงใด ?	2.645	0.800	2.833	0.917
21 ถ้ามีเวลามากพอ นักเรียนสนใจที่จะเขียนพงศาวลีแสดงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของบุคคล (ที่นักเรียนรู้จัก) มากน้อยเพียงใด ?	2.594	0.893	2.667	0.999
22 เมื่อทราบว่า "นายแดงมีหมู่เลือด AB" นักเรียนสนใจที่จะทำนายหมู่เลือดของบิดา-มารดา ของนายแดงมากน้อยเพียงใด ?	2.804	1.003	2.812	1.015
23 เมื่ออยู่ในกลุ่มเพื่อนนักเรียนพูดคุยกันถึงเรื่อง "รูปร่างลักษณะของคน" มากน้อยเพียงไร ?	3.131	0.976	3.225	0.888

กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย (X) ของคำตอบเป็นรายข้อ ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2534 : 85)

ช่วงค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	มากที่สุด
3.51-4.50	มาก
2.51-3.50	ปานกลาง
1.51-2.50	น้อย
1.00-1.50	น้อยที่สุด

ตาราง 34 ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง 138 คนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

ข้อความ	$\overline{X}$	SD
1 ความชอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์	3.824	.621
2 ความสำคัญของจุดประสงค์	4.012	.475
3 ประเมินว่า ผ่านจุดประสงค์	3.882	.523
4 ออกแบบจอภาพได้น่าสนใจ และดึงดูดใจ	4.138	.439
5 การควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง	3.984	.549
6 บทเรียนใช้ง่าย สะดวกต่อการใช้	3.985	.495
7 เรียนแบบนี้เหมือนเรียนกับอาจารย์ในห้องเรียน	3.293	.776
8 ชอบการเรียนที่อธิบายโดยใช้แผนภาพ	3.923	.581
9 วิธีเรียนแบบนี้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหา	3.610	.529
10 ภาพจากวีดิทัศน์ทำให้เข้าใจเนื้อหา	3.722	.543
11 ภาพเคลื่อนไหวทำให้เนื้อหา	4.033	.723
12 ชอบการเฉลยคำตอบ ทั้งเมื่อตอบคำถามถูกและตอบคำถามผิด	4.075	.494
13 คำถามที่ถามง่ายมาก	3.496	.583
14 แบบฝึกหัดช่วยทดสอบความเข้าใจได้ดี	3.778	.520
15 รู้สึกพอใจผลการเรียน	3.774	.470
16 สิ่งที่ขอดูเพิ่ม (คลิกที่อักษรสีแดง) น่าสนใจ	3.988	.548

ภาคผนวก ซ

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญ
2. ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ด้านแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย

1.1 รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านเนื้อหา

1. ผศ.ดร. อนันต์ พู่พิทยาสถาพร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. พันเอกหญิง ดร. ยุพา ผลโภค ภาควิชาชีววิทยา วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
3. รศ. สมจิต สมัตถพันธุ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านการวัดผลการศึกษา

1. รศ.ดร. สมสรร วงษ์อยู่น้อย สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ดร. ชูศักดิ์ ขัมภลิขิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ด้านแบบวัดเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวเลือก

1. รศ.ดร. ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รศ.ดร. สมสรร วงษ์อยู่น้อย สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. รศ.ดร. ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ดร. ชูศักดิ์ ขัมภลิขิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. ด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์

3.1 รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านเนื้อหา และการประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

1. ผศ.ดร. อนันต์ พู่พิทยาสถาพร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผศ. กรองแก้ว พู่พิทยาสถาพร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ผศ. สุภาพร สุกสีเหลือง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.2 ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น และพิจารณ์เกี่ยวกับเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม คือ ดร. จีรศักดิ์ เกศร์สุวรรณ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3.3 รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านโครงสร้าง ด้านการออกแบบ และด้านการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

1. ผศ.ดร. อนันต์ พู่พิทยาสถาพร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผศ. กรองแก้ว พู่พิทยาสถาพร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ผศ. สุภาพร สุกสีเหลือง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. รศ.ดร. สมสรร วงษ์อยู่น้อย สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. รศ.ดร. ณสรรค์ ผลโภค คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
6. ดร. วเรศ วีระสัย ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว ประสานมิตร โทร. 268

ที่ ทม 1007/ ๑๙๖ **วันที่** ๑๙ เมษายน 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสุนันทา มนัสมงคล เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมของ

รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์	ประธาน
รศ.ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต	กรรมการ
ผศ.ดร.อนันต์ ผู่พิทยาสถาพร	กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ รศ.ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว ประสานมิตร โทร. 268

ที่ ทม 1007/ ๑๑๑๑ **วันที่** ๒๑ เมษายน 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ดร.ชูศักดิ์ ขัมภลิขิต

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสุนันทา มนัสมงคล เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมของ

รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน

รศ.ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ

ผศ.ดร.อนันต์ ผู้พิทยาสถาพร กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1007/ 1161

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

14 เมษายน 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน รศ.สมจิต สมรรถพันธุ์

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสุนันทา มนัสมงคล เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมของ

รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน
รศ.ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ
ผศ.ดร.อนันต์ ผู่พิทยาสถาพร กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 1116



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

14 เมษายน 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสุนันทา มนัสมงคล เป็นนิสิตระดับบริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำบริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมของ

รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์	ประธาน
รศ.ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต	กรรมการ
ผศ.ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร	กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ พันเอกหญิง ดร.ยุพา ผลรภค ภาควิชาจุลชีววิทยา เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบ สำหรับนำไปใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะรีบรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 1955



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

12 พฤษภาคม 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันโรคผิวหนัง

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสุนันทา มนัสมงคล เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมของ

รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์	ประธาน
รศ.ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต	กรรมการ
ผศ.ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร	กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอถ่ายรูปขนาด 3"x 5" เกี่ยวกับโรคสะเก็ดเงิน (Psoriasis) โรคผิวย้อย โรคท้าวแสนปม และโรค Systemic Lupus Erythematosus (SLE) สำหรับประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ ง115



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

13 พฤษภาคม 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสุนันทา มนัสมงคล เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์	ประธาน
รศ.ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต	กรรมการ
ผศ.ดร.อนันต์ ผู่พิทยาสถาพร	กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ ดร.จีรศักดิ์ เกศร์สุวรรณ เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมในด้านเนื้อหา และการออกแบบสื่อ

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 1015



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

13 พฤษภาคม 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสุนันทา มนัสมงคล เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมของ

รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์	ประธาน
รศ.ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต	กรรมการ
ผศ.ดร.อนันต์ ผู่พิทยาสถาพร	กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ ดร.วเรศ วีระสัย เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ ง(๗)

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๗ มิถุนายน 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย ในพระราชูปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวสุนันทา มนัสมงคล เป็นนิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์	ประธาน
รศ.ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต	กรรมการ
ผศ.ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร	กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอใช้แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมศิลป์-ฝรั่งเศส และศิลป์-คณิต จำนวน 4 ห้องเรียน ในระหว่างเดือนมิถุนายน - กรกฎาคม 2540 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวศิริยุภา พูลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5644

ที่ ทม 1007/ ๖๙๑๐ วันที่ ๑๕ ธันวาคม 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องจาก นางสาวสุนันทา มนัสมงคล นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุม ดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร กรรมการ

มีความประสงค์จะขอเชิญ รศ.ดร.ณสรรค์ ผลโภค เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลือ อนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่นิสิตผู้นี้

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1007/ 5441

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

17 ธันวาคม 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย ในพระราชูปถัมภ์

เนื่องจาก นางสาวสุนันทา มนัสมงคล นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร กรรมการ

มีความประสงค์จะขอใช้แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมศิลป์-คณิต และโปรแกรมศิลป์-ฝรั่งเศส จำนวน 4 ห้องเรียน ในระหว่างเดือนธันวาคม 2540 - มกราคม 2541 เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่นิสิตผู้นี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5644

ที่ ทม 1007/ 6041 วันที่ ๑๖ ธันวาคม 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อาจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ขัมภลิขิต

เนื่องจาก นางสาวสุนันทา มนัสมงคล นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร กรรมการ

มีความประสงค์จะขอเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่นิสิตผู้นี้

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5644

ที่ ทม 1007/ 1641 วันที่ 11 ธันวาคม 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

เนื่องจาก นางสาวสุนันทา มนัสมงคล นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร กรรมการ

มีความประสงค์จะขอเชิญ รศ.ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม และ เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม และ รศ.ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่นิสิตผู้นี้

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5644

ที่ ทม 1007/ 6044 วันที่ ๑๑ ธันวาคม 2540

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องจาก นางสาวสุนันทา มนัสมงคล นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ พู่พิทยาสถาพร กรรมการ

มีความประสงค์จะขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรองแก้ว พู่พิทยาสถาพร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาภรณ์ สุกสีเหลือง เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอเนกทัศน์ เรื่อง มรดกทางพันธุกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่นิสิตผู้นี้

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสุนันทา	ชื่อสกุล มนัสมงคล
เกิดวันที่ 9 เดือนมีนาคม	พุทธศักราช 2494
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 2/13 ซอยอุดมยศ 3
	ถนนรามคำแหง 8 แขวงหัวหมาก
	เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
	(ฝ่ายมัธยม) สุขุมวิท 23 คลองเตยเหนือ เขตวัฒนา
	กรุงเทพฯ 10110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2511	ป.กศ. ต้น (วิชาเอกวิทยาศาสตร์) จากวิทยาลัยครูเชียงใหม่
พ.ศ. 2513	ป.กศ. สูง (วิชาเอกชีววิทยา วิชาโทภาษาอังกฤษ และศิลปะ) จากวิทยาลัยครูเชียงใหม่
พ.ศ. 2515	กศ.บ. (วิชาเอกชีววิทยา วิชาโทเคมี) จากวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร
พ.ศ. 2517	กศ.ม. (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2541	กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทคัดย่อ

ของ

สุนันทา มนัสมงคล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2542

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายหลักเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรม สำหรับใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนด้วยตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และมีความมุ่งหมายรอง 3 ประการ คือ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลตามตัวแปร แผนการเรียน ชั้นเรียน และเพศ ผลการเรียนที่ศึกษาประกอบด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และผลสัมฤทธิ์รวม) และเจตคติต่อเนื้อหาเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ที่พัฒนาขึ้นเป็นบทเรียนโปรแกรมเชิงเส้นที่พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Authorware 3.5 ตัวบทเรียนแบ่งเป็น 11 หน่วย คือ 1) วัฏจักรชีวิตของพืชและสัตว์ 2) ความคล้ายคลึงและความแตกต่าง 3) ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม 4) บิดาแห่งพันธุศาสตร์ 5) ลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะ 6) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 7) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในมนุษย์ 8) พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม 9) มิวเตชัน 10) ความผิดปกติของโครโมโซม 11) ความก้าวหน้าของพันธุศาสตร์ : ประโยชน์ของความรู้ทางพันธุศาสตร์

ในการทดลองเรียนใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 276 คนเป็นกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างนี้ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบจัดระดับชั้น (stratified random sampling) ตามตัวแปร แผนการเรียน ชั้นเรียน และเพศ แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มควบคุม 3 กลุ่มและกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 46 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียน 3 แผนการเรียน คือ แผนการเรียนศิลป์-ภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลป์-คณิต1 และแผนการเรียนศิลป์-คณิต 2 กลุ่มควบคุมเรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มทดลองเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ ใช้เวลาในการทดลองเรียนกลุ่มละ 16 คาบ คาบละ 50 นาที ตามแบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Posttest-Only Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติโดยการคำนวณค่าร้อยละ ค่าประสิทธิภาพทางการเรียน (effect size) การทดสอบค่าที (t-test) การทดสอบค่าเอฟ (F-test) และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของเชฟเฟ่ (Scheffe´ method)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 92.9/88.6, 96.4/88.6, 91.8/88.6, 82.4/88.6, 88.4/88.6, 84.5/88.6, 93.0/88.6, 84.4/88.6, 88.8/88.6, 86.7/88.6

2. การเรียนรายบุคคลด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม มีประสิทธิภาพทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ผลสัมฤทธิ์รวม และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม เป็น 0.2132, 0.3592, 0.2239, 0.3505 และ 0.0874 ตามลำดับ

3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ และผลสัมฤทธิ์รวมแตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่ไม่พบความแตกต่างในด้านความรู้-ความจำ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรม

4. นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล มีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกันตามตัวแปรแผนการเรียน

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล มีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมแตกต่างกันกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยไม่แตกต่างกัน

6. นักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกด้านสูงกว่านักเรียนชาย แต่นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีเจตคติต่อเรื่องมรดกทางพันธุกรรมไม่แตกต่างกัน

A DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON THE GENETICS UNIT FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

SUNUNTA MANUSMONGKOL

Presented in partial fulfillment of the requirements for the

Doctor of Education degree in Science Education

at Srinakharinwirot University

March 1999

This research was conducted under its main objective ; to develop a Multimedia Computer-Assisted Instruction (CAI) software on Genetics Unit for high school science student's self-pace learning, with three sub-objectives ; to investigate effectiveness of the self-pace learning, to compare learning outcomes between students studied with the self-pace approach and those taught by the common IPST's approach, to compare the learning outcomes of the students ; of the self-pace approach ; by variables on educational stream, class grade level, and gender. The learning outcomes understudied comprised cognitive achievement (memory, comprehension, application of knowledge and process, and over-all) and attitude towards the content on Genetics.

The CAI software developed was a linear type, utilizing the Macromedia Authorware 3.5 program. The lesson comprised 11 units ; 1) Life Cycle of Plants and Animals 2) Similarity and Variation of Characteristics 3) Hereditary Characteristics 4) The Father of Genetics 5) Probability and Monohybrid 6) Mitosis, Meiosis and Human Karyotype 7) Human Pedigree and ABO Blood Group 8) Genetics and Environment 9) Mutation 10) Chromosomal Aberration and 11) Benefit of Genetics.

For the phase of experimental instruction, 276 Demonstration SWU's high school students of the 1997 second semester, randomly selected by the stratified technique (on class grade level) were used as sample. The sample students were assigned into three groups, 46 students for each, for the control and other three ones for the experimental. Each group comprised students of the three educational streams ; the Arts-French, the Arts-Mathematics I, and the Arts-Mathematics II. The control group was taught by the IPST's approach while the experimental group studied by the self-pace CAI prepared. Time allotment for experimental instruction was 16 fifty minute periods. The Randomized Control Group Posttest-Only Design was the experimental design used. Data analysis was accomplished by utilizing statistical techniques ; computations of the percentage, the Effect Size (ES), the t-test, the F-test, and the Scheffe' method follow-up test.

The findings were as follows :

1. The CAI software on Genetics constructed attained the 92.9/88.6, 96.4/88.6, 91.8/88.6, 82.4/88.6, 88.4/88.6, 84.5/88.6, 93.0/88.6, 84.4/88.6, 88.8/88.6, 86.7/88.6 criteria.

2. The self-pace approach, utilizing the CAI constructed, yielded the ES values of 0.2132, 0.3592, 0.2239, 0.3505 and 0.0874 for memory, comprehension, application of knowledge and process, the over-all, and attitude towards the content, respectively.

3. The experimental group had the achievement on comprehension and the over-all different from the control group, but not on memory, application of knowledge and process, and attitude towards the content.

4. The students studied by the self-pace approach had no differences on the learning outcomes when compared by the educational streams.

5. The M.S.VI (grade 12) and M.S.V (grade 11) students studied by the self-pace approach were different on the attitude towards the content, but not on the achievement.

6. The female students had higher achievement than the male. Both genders had no difference on the attitude towards the content.