



การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียน วิชาชีววิทยา
เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



พวงชมพู อยู่งาน


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวพวงชมพู อยู่งาน แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วาที ร.ต.ดร.อรัญ ชูยกระเดื่อง) (ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิลาวัลย์ พร้อมพรม) (ผู้ทรงคุณวุฒิ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ) (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา) (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวาท ทองบุ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ดีเมืองซ้าย)
คณบดีคณะครุศาสตร์ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง : การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย : พวงชมพู อยู่งาน **ปริญญา :** ค.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ไพศาล วรคำ **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**
ผศ.ดร.ปิยะธิดา ปัญญา **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยและเพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 678 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องทางการเรียนเรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 50 ข้อ สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องของโรวินสรีและแอมเบลตัน ค่าความยากโดยใช้สูตรอย่างง่าย ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ดัชนี B - Index ของแบรนแนน และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีของไลเวท

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้แบบทดสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และผลการหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง ได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 - 1.00 ค่าความยากตั้งแต่ 0.65 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 - 1.00 และค่า

ความเชื่อมั่นมีค่า 0.97 2) ผลการค้นหาคำสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีน และโครโมโซม ซึ่งพบความบกพร่อง โดยเรียงลำดับสาเหตุความบกพร่องจากมากไปน้อย คือ ด้านจดจำเนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 28.12 ด้านวิเคราะห์เนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 22.24 ด้านไม่เข้าใจเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 17.79 ด้านแยกแยะเนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 15.21 ด้านอธิบายเนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 13.70 และด้านตีความหมายไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 2.94 ตามลำดับ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

TITLE : A Construction Diagnostic Test in “Gene and Chromosome”
For Matthayom Seuksa 5 Students.

AUTHOR : Paungchompoo Yoongan **DEGREE :** M.Ed. (Educational Research and Evaluation)

Advisors : Asst. Prof. Dr. Paisarn Worakham Major advisor
Asst. Prof. Dr. Piyatida Panya Co-advisor

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY, 2016

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to construct and determine the quality of diagnostic test in biology “Gene and Chromosome” for Matthayomsueksa 5 students 2) to find the deficiency of diagnostic test in biology “Gene and Chromosome” for Matthayomsueksa 5 students, The sample of this research are 678 from the Secondary Educational Service Area Office 21 in the first semester of academic year 2015 by Multi - stage random sampling. Tool use in research and testing to explore the number 1 to number 30 items survey test, To find the content validity of Rovinelli and Hambleton. basic statistics used in. The difficulty by using a simple formula. Discrimination of Brennan. And the reliability of Lovett.

research are mean, percentage and standard deviation. Research findings can be concluded as follows 1) The diagnostic test came in 30 questions and the results for quality defects were that content validity IOC values ranged from 0.60 – 1.00, the difficulty value was 0.66 - 0.79, the discrimination indices were ranged from 0.20 - 1.00, the reliability coefficients of the diagnostic test were 0.97 2) The

defects in studying biology are found in descending order. 28.12 percent is students who failed to memorize the content. 22.24 percent is related to the incapability in analyzing the content. 17.79 percent is associated to the misunderstanding of text. 15.21 percent is related to the students who cannot differentiate the content. Lastly, there are 13.70 and 2.94 percent of the students who are unable to explain and cannot interpret the content, respectively.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้เป็นอย่างดีด้วยความช่วยเหลือให้คำปรึกษาและตรวจสอบแก้ไขอย่างใกล้ชิดจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำในทุกขั้นตอนของการทำวิทยานิพนธ์ ให้แนวคิดในการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล คอยประสิทธิ์ประสาทความรู้และอบรมสั่งสอน และเสียสละเวลาในการตรวจอ่านงานวิจัย รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่าน ขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ในสาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตลอดมา

ขอขอบคุณอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ รวมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการสร้างเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย ครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ ผู้บริหาร และคุณครู โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกอย่างยิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ตลอดจน นักศึกษาสาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษาทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกัลยาณมิตรมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุเวทย์ - คุณแม่บังอร อยู่งาน คุณลุงแบรนต์ - คุณป้า โอลัย ชูมาร์คเคอร์ คุณลุงร็อล์ฟ - คุณป้ามัณฑนา เคลเลอร์ และน้องชาย นายพิสุทธิศักดิ์ อยู่งาน ตลอดจนทุกคนที่ไม่ได้ระบุนามในที่นี้ได้ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยศึกษา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องสักการบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครู - อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

พวงชมพู อยู่งาน

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ.....	ค
ABSTRACT.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภาพ.....	ฉ
สารบัญตารางภาคผนวก.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามการวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์ในการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย.....	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	50
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	51
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	55
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	55

หัวเรื่อง	หน้า
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	67
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
กรอบขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย.....	72
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	74
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
ลำดับขั้นตอนนำเสนอผลการวิเคราะห์.....	74
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	149
สรุปผลการวิจัย.....	149
อภิปรายผล.....	150
ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการไปใช้.....	154
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	154
บรรณานุกรม.....	155
ภาคผนวก ก การหาคุณภาพเครื่องมือ.....	160
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง.....	254
ภาคผนวก ค หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ หนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูล.....	286
ประวัติผู้วิจัย.....	293

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ตารางแสดงกลุ่มตัวอย่างของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาชีววิทยาเรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	53
2 ตารางมาตรฐานและตัวชี้วัดชั้นปี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	56
3 โครงสร้างในการออกแบบทดสอบ.....	57
4 โครงสร้างของแบบทดสอบ.....	59
5 แสดงผลการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	76
6 แสดงผลการหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบเพื่อสำรวจวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและ โครโมโซม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	78
7 แสดงผลการสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	81
8 แสดงผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	99
9 แสดงค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อจากแบบทดสอบวินิจฉัย รายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	124
10 แสดงการหาค่าคุณภาพทั้งฉบับของแบบทดสอบวินิจฉัยรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและ โครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	126
11 แสดงการค้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและ โครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	128
12 ผลการหาสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนและร้อยละของนักเรียน จำนวน 378 คน จากแบบทดสอบวินิจฉัย.....	130
13 แสดงสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนซึ่งแยกตามจุดประสงค์และค่าร้อยละ ของนักเรียน จำนวน 378 คน.....	144

ตารางที่	หน้า
14 แสดงความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	147



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	50
2 แสดงการสุ่มตัวอย่าง.....	54
3 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	66
4 กรอบในการดำเนินการวิจัย.....	73



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและ โครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (จำนวน 50 ข้อ).....	161
2 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมการศึกษาของ แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและ โครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (จำนวน 50 ข้อ).....	164
3 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดของ แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและ โครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	167
4 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดของ แบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและ โครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	192
5 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแบบทดสอบ.....	260
6 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	260
7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	260
8 เวลาที่ใช้ในการทดสอบ.....	261
9 แสดงความบกพร่องของจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในแบบทดสอบ เรื่องยีนและโครโมโซม	272

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge - Based Society) ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 92) ชีวิตวิทยาเป็นการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่าง ๆ การศึกษาลักษณะรูปร่าง การดำรงชีวิต และการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต ครอบคลุมถึงการศึกษเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในระดับโมเลกุล อะตอมที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของเซลล์ เช่น โมเลกุลดีเอ็นเอ (DNA) อาร์เอ็นเอ(RNA) โมเลกุลของสารอินทรีย์ และอะตอมของ ธาตุต่าง ๆ ที่พบในสิ่งมีชีวิต รวมถึงการศึกษาเรื่องปฏิกิริยาเคมี และพลังงาน ที่เกิดขึ้นในร่างกายสิ่งมีชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556 : 12)

ในปัจจุบันนี้โลกมีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ อย่างมากมาย ทั้งเศรษฐกิจ การเมือง สังคม และ การศึกษา ส่งผลให้การใช้ชีวิตในปัจจุบันจำเป็นต้องมีความสามารถในหลาย ๆ ด้าน การจะพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพได้นั้น การจัดการเรียนรู้จะต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมให้มากขึ้น ผู้เรียนเป็นสำคัญนั่นเอง นอกจากนี้ยัง ต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงและความต้องการของสังคมด้วย นั่นคือ ผู้เรียนจะต้องสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถทำงานหรือดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข

(นันทวัน นันทวนิช, 2557 : 40 - 43) และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่จะนำไปสู่การตัดสินใจแก้ปัญหา และพัฒนาทั้งในด้านการจัดการเรียนรู้และการดำรงชีวิต

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูมักพบปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้บรรลุตามเป้าหมาย จากการสอบถามพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เรียนวิชาชีววิทยาด้วยการจำความรู้จากหนังสือ แบบเรียน เนื่องด้วยเนื้อหาวิชาที่มีมาก ระบบต่าง ๆ ที่ยากที่จะเข้าใจได้ในระยะเวลาสั้น ซึ่งทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ตั้งไว้ไม่บรรลุตามเป้าหมาย จากการรายงานผลการสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - NET) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ย้อนหลัง 3 ปี ปีการศึกษา 2554, 2555, 2556 ถ้าแยกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จะพบว่าคะแนนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2554 ระดับประเทศมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 27.90 ระดับสังกัดมีค่าเฉลี่ยละ 27.89 ระดับจังหวัดมีค่าเฉลี่ย 25.43 ระดับโรงเรียนมีค่าเฉลี่ย 32.33, ปีการศึกษา 2555 ในระดับประเทศมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 33.10 ระดับสังกัดมีค่าเฉลี่ยละ 33.26 ระดับจังหวัดมีค่าเฉลี่ย 31.42 ระดับโรงเรียนมีค่าเฉลี่ย 36.08 และในปีการศึกษา 2556 ในระดับประเทศมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 30.48 ระดับสังกัดมีค่าเฉลี่ยละ 30.60 ระดับจังหวัดมีค่าเฉลี่ย 28.48 ระดับโรงเรียนมีค่าเฉลี่ย 32.32 ถ้าแยกตามสาระการเรียนรู้จะเห็นว่าสาระการเรียนรู้ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ในปีการศึกษา 2554 ระดับประเทศมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 29.21 ระดับสังกัดมีค่าเฉลี่ยละ 29.15 ระดับจังหวัดมีค่าเฉลี่ย 25.35 ระดับโรงเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 32.33, ปีการศึกษา 2555 ในระดับประเทศมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 34.07 ระดับสังกัดมีค่าเฉลี่ยละ 34.30 ระดับจังหวัดมีค่าเฉลี่ย 31.45 ระดับโรงเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 37.87 และในปีการศึกษา 2556 ในระดับประเทศมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 32.22 ระดับสังกัดมีค่าเฉลี่ยละ 32.45 ระดับจังหวัดมีค่าเฉลี่ย 29.56 ระดับโรงเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 36.20 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยลดลงในระดับที่ต้องปรับปรุง โดยเฉพาะสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต เรื่องยีนและโครโมโซม (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. 2554, 2555, 2556)

ทั้งนี้ยังพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำในเรื่องยีนและโครโมโซม เพราะมีเนื้อหาเยอะ นักเรียนทำข้อสอบไม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาของ

กระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 11. 2559 : 9 ที่ได้กล่าวว่า ขณะนี้ประเทศไทยกำลังประสบปัญหา กับวิกฤติทางการศึกษา คือ คุณภาพการศึกษาของเด็กในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มี ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 และเมื่อประเทศไทยมีการรวมกลุ่มของประเทศในอาเซียนเพื่อก้าวสู่ การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community) ในปี พ.ศ. 2558 ซึ่งจะ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในหลายด้าน และสิ่งที่ตามมาคือความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี และการแข่งขันระหว่างประเทศที่เพิ่มขึ้น การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของ ประเทศต้องอาศัยประชากรที่มีคุณภาพ ซึ่งวิทยาศาสตร์จะเป็นรากฐานที่สำคัญของการพัฒนา คุณภาพมนุษย์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ในการจัดการเรียน การสอนที่ดีของครูเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์และค้นหาข้อบกพร่องเพื่อนำไปแก้ไขข้อบกพร่องทางการ เรียน อาจมีหลายวิธี แต่มีวิธีที่ดีอีกแบบหนึ่งคือ แบบทดสอบ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จะสามารถค้นหา ข้อบกพร่องของนักเรียนเพื่อสอนซ่อมเสริมให้ตรงจุด หากข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องยีนและ โครโมโซมเป็นปัญหา ถ้าไม่ได้รับการแก้ไขก็จะส่งผลกระทบต่อสู่ผลการสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน และนำไปสู่ประชาคมอาเซียน

จากความสำคัญและปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยพบว่าปัญหาและข้อบกพร่องทางการเรียน ทางวิชาชีววิทยาของผู้เรียนนั้น คือ เรื่องยีนและโครโมโซม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ยังมี จุดอ่อนและจุดบกพร่องที่ควรได้รับการแก้ไข ซึ่งเราจะทราบว่าผู้เรียนมีคุณภาพตามจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรหรือไม่นั้น จะต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เพราะ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีเป้าหมายหลัก คือ เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในระหว่างเรียน เครื่องมือที่ทำให้ครูผู้สอนทราบข้อบกพร่องทางการเรียนผู้เรียนที่ดี คือ แบบทดสอบวินิจฉัย แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนที่มีปัญหาว่ายังไม่เกิดการเรียนรู้ ตรงจุดใด เพื่อหาทางช่วยเหลือที่จะช่วยให้นักเรียนเจริญงอกงามบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ช่วยให้ครูสามารถจัดการสอนซ่อมเสริมได้ถูกต้อง (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 8) กล่าวว่า เครื่องมือที่สำคัญในการช่วยวินิจฉัยข้อบกพร่องคือแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อใช้เป็นเครื่องมือใน การวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 เรื่องการค้นพบสารพันธุกรรม การ สังเคราะห์โปรตีน และการเกิดมิวเทชัน ทำให้ครูทราบข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลว่า คนใดอ่อนตรงไหน และเพื่อทำให้การสอนซ่อมเสริมได้ผลดี ถ้าซ่อมเสริมได้ตรงจุดกับข้อบกพร่อง

ของนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาชีววิทยาต่อไป และประโยชน์ที่จะได้จากการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนแล้ว ยังได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพ และยังช่วยให้ครูผู้สอนได้นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนได้อีกด้วย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 เพื่อใช้ในการทดสอบหาความบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียนเพื่อให้ครูนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะตามจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาชีววิทยาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 และสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบไปใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

คำถามการวิจัย

1. แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 มีลักษณะอย่างไร
2. แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 มีคุณภาพอย่างไร
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 มีความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม อย่างไรบ้าง

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5
2. เพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 6,637 คน จาก 56 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 678 คน ได้มาโดยการโดยสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ใช้ในการทดสอบเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่อง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ในโรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร จำนวน 100 คน

1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ใช้ในการหาคุณภาพเบื้องต้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ในโรงเรียนปากคาดพิทยาคม จำนวน 100 คน

1.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ในโรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร จำนวน 50 คน และโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร จำนวน 50 คน

1.2.4 กลุ่มตัวอย่างที่ 4 ใช้ในการศึกษาข้อบกพร่องของนักเรียน เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 378 คน จาก 10 โรงเรียน โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21

2. ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบวินิจฉัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยาเรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งมีเนื้อหาดังนี้

2.1 การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม

2.2 การค้นพบสารพันธุกรรม

2.3 โครโมโซม

2.3.1 รูปร่าง ลักษณะ และจำนวนโครโมโซม

2.3.2 ส่วนประกอบของโครโมโซม

2.4 องค์ประกอบทางเคมีทาง DNA

2.5 โครงสร้างของ DNA

2.6 สมบัติของสารพันธุกรรม

2.6.1 การสังเคราะห์ DNA

2.6.2 การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA

2.6.3 DNA กับการสังเคราะห์โปรตีน

2.7 มิวเทชัน

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

3.1 คุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วย ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงตรง

3.2 สาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม

4. ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey Test) หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อรวบรวมจุดบกพร่องในการเรียน โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำ และแสดงวิธีทำ ยึดเนื้อหาความรู้พื้นฐาน และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นเกณฑ์ในการดำเนินการสร้าง

2. แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การ

ยีนและโครโมโซม มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งตัวลวงได้จากคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

3. ข้อบกพร่อง หมายถึง ความผิดพลาดที่เกิดจากไม่เข้าใจในการเรียนเรื่อง ยีนและโครโมโซม ซึ่งความผิดพลาดนี้สามารถวัดได้จากเหตุผลของนักเรียนในการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

4. คะแนนจุดตัด หมายถึง ตัวเลขที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ออกจากกันว่านักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำกว่าคะแนนจุดตัด (15 ข้อ) ถ้าคะแนนผลการสอบสูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนมีความรอบรู้แต่ถ้าคะแนนผลการสอบต่ำกว่าคะแนนจุดตัดก็แสดงว่านักเรียนไม่รอบรู้

4.1 กลุ่มรอบรู้ หมายถึง นักเรียนที่สอบได้คะแนนเท่ากับหรือมากกว่าคะแนนจุดตัดในการวินิจฉัยที่กำหนดจากแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5

4.2 กลุ่มไม่รอบรู้ หมายถึง นักเรียนที่สอบได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนจุดตัดในการวินิจฉัยที่กำหนดจากแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5

5. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง ประสิทธิภาพในการวัดของแบบทดสอบในด้านต่าง ๆ โดยพิจารณาทั้งรายข้อ คือ ค่าความยากค่าอำนาจจำแนกและทั้งฉบับ คือ ค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบดังนี้

5.1 ค่าความยาก (Difficulty) หมายถึง ประสิทธิภาพอัตราส่วนระหว่างจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .65 ถึง .80

5.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ประสิทธิภาพในการจำแนกกลุ่มรอบรู้ (หรือสอบผ่านจุดตัด) กับกลุ่มไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านจุดตัด) ทั้งนี้กลุ่มรอบรู้ คือกลุ่มที่ได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับคะแนนเกณฑ์ มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 โดยใช้สูตร B - Index

5.3 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ประสิทธิภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยวัดได้ตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และจุดประสงค์การเรียนรู้โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาพิจารณาตรวจสอบค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้แล้ว

หาค่าดัชนีความสอดคล้องตามวิธีของ Rovinelli and Hambleton โดยมีค่าตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 จึงจะถือว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

5.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ประสิทธิภาพความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง และยังคงให้ผลการวัดคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากใช้วิธีของ Lovett แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นที่ดี ควรมีค่า 0.70 ถึง 1.00

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แนวทางในการแก้ไขความบกพร่องของนักเรียนในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีน และโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นรายบุคคล
2. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนรู้ความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาย่อยที่นักเรียนไม่เข้าใจและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู
3. ทำให้นักเรียนทราบความบกพร่องในการเรียนของตนเองในแต่ละส่วนของเนื้อหา และพยายามปรับปรุง แก้ไข ให้ดียิ่งขึ้น
4. เป็นแนวทางให้คณะผู้บริหาร ผู้ปกครองทราบความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาย่อยที่นักเรียนไม่เข้าใจ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง ยีน และโครโมโซม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

1. ความสำคัญวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge - Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีหลายแขนง ชีววิทยาเป็นสาขาวิชาหนึ่งที่ว่าด้วยการศึกษาธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตที่มีคุณค่าและจำเป็นต่อสังคมต่อมวลมนุษยชาติให้ตระหนักถึงความสำคัญ

ของสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ธรรมชาติให้ยั่งยืนและนำไปสู่การพัฒนา เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต
ของมวลมนุษยชาติและสุขภาวะที่ดีของสังคม

2. สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1 สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง
และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะ
ทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่
มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์
สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.2 สารที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม
กับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหา
ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้
ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการ
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

2.3 สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ
โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ
จิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของ
สาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.4 สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.5 สารที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.6 สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.7 สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.8 สารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จากการศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะต้องได้รับเนื้อหา สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 8 สาระ เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ โดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูล แสดงความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน

3. คุณภาพของผู้เรียน จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

3.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

3.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

3.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

3.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

3.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

3.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

3.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีerkกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

3.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

3.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

3.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

3.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

3.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

3.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการ ป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

3.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือ แก้ปัญหาได้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผล ประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อ สังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4. มาตรฐานและตัวชี้วัดเรื่องยีนและโครโมโซม

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มี ผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1 ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่วนขวาแต่ละสาย ประกอบด้วย นิวคลีโอไทด์นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วย น้ำตาลเพนโตส ไนโตรจีนัส เบส ลีซินิด และหมู่ฟอสเฟต โดยที่ลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรมบันทึกอยู่

4.2 มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับยีนและโครโมโซม ซึ่ง เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ โดยมิวเทชันที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์สามารถ การถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกและหลานได้

4.3 การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกัน หลากหลายชนิดก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ

5. การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญหลักสูตรการปฏิบัติ หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ของผู้เรียน เป็นเป้าหมายในการพัฒนาเด็กและเยาวชน ในการพัฒนาผู้เรียนให้มี คุณสมบัติตามเป้าหมายของหลักสูตร ผู้สอนพยายาม คัดสรรกระบวนการเรียนรู้ การจัดการ

เรียนรู้โดยช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมาย

5.1 หลักการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่าผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างคุณภาพและพัฒนาการทางสมอง เน้นที่ความสำคัญทั้งความรู้และคุณธรรม

5.2 กระบวนการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เป็นเครื่องมือที่นำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ การเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย กระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝน พัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 การออกแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน แล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่ง

เรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

6. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องตั้งอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการคือ การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนในทุกๆ ระดับ ในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน โดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงการพัฒนา ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ มีรายละเอียดดังนี้

6.1 การประเมินระดับชั้นเรียน เป็นการวัดและประเมินผลที่อยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนดำเนินเป็นปกติและสม่ำเสมอ ในการจัดการเรียนการสอนใช้เทคนิคการประเมินอย่างหลากหลาย เช่น การซักถาม การสังเกต การตรวจการบ้านการประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน แฟ้มสะสมงาน การใช้แบบทดสอบ โดยผู้สอนเป็นประเมินหรือให้ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมินเพื่อน ผู้ปกครองร่วมประเมิน ในกรณีที่ไม่มีผ่านตัวชี้วัดให้มีการซ่อมเสริม การประเมินระดับชั้นเรียนเป็นการตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ อันเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด มีสิ่งใดที่จะต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุงและส่งเสริมในด้านใด นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลให้ผู้สอนใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนของครูด้วย โดยสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

6.2 การประเมินระดับสถานศึกษา เป็นการประเมินที่สถานศึกษาดำเนินการเพื่อตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนรายปี/รายภาค ผลการประเมินการอ่าน คติวิเคราะห์ และการเขียนคุณลักษณะอันพึงประสงค์และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัด

การศึกษาของสถานศึกษาต่อ ว่าส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายหรือไม่ ผู้เรียนมีจุดพัฒนาในด้านใด

6.3 การประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับเขตพื้นที่การศึกษาตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษา ตามภาวะความรับผิดชอบสามารถดำเนินการโดยประเมินคุณภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนของผู้เรียนด้วยข้อสอบมาตรฐานที่จัดทำและดำเนินการ โดยเขตพื้นที่การศึกษาหรือด้วยความร่วมมือจากหน่วยงานต้นสังกัดในการดำเนินการสอบ

6.4 การประเมินระดับชาติ เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับชาติ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทุกคนที่เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เข้ารับการประเมิน ผลจากการประเมินใช้เป็นข้อมูลในการเทียบเคียงคุณภาพการศึกษาในระดับต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษา ตลอดจนเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในระดับนโยบายของประเทศ

จากการศึกษาการวัดและประเมินผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการศึกษา มี 2 ประการหลัก คือ การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผล การเรียน เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งในหลักการวัดและประเมินผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขต และระดับชาติ เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน โดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลแสดงความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย

1. ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนของผู้เรียน มีนักวิจัยได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

ลักษณะมี สมจิตร (2547 : 15) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดอ่อนหรือความบกพร่องพื้นฐานของนักเรียนแต่ละคนในการเรียนวิชาต่าง ๆ และมีการค้นหาสาเหตุของความบกพร่องนั้น เพื่อเป็นสารสนเทศประกอบการแก้ไข ปรับปรุงและซ่อมเสริมนักเรียนได้ถูกต้องอย่างมีประสิทธิภาพ

ศิริเดช สุชีวะ (2550 : 258) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน หรือ จุดด้อยของผู้เรียนทั้งในทางวิชาการและทางด้านจิตใจ เพื่อแยกผู้เรียนว่ามีความสามารถดีหรือด้อยในเรื่องใด และหาสาเหตุว่าผู้เรียนมีผลการเรียนด้อยเนื่องมาจากสาเหตุใดแบบทดสอบวินิจฉัยนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการแล้ว ยังใช้เป็นประโยชน์ในการตรวจสอบความผิดปกติทางด้านร่างกายและจิตใจด้วย

สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 8) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนที่มีปัญหาว่ายังไม่เกิดการเรียนรู้ตรงจุดใด เพื่อหาทางช่วยเหลือที่จะช่วยให้นักเรียนเจริญงอกงามบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ช่วยให้ผู้ครูสามารถจัดทำการสอนซ่อมเสริมได้ถูกต้อง

ปิยะธิดา ปัญญา (2558 : 11) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดหาจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียน โดยทั่วไปจะใช้เพื่อหาข้อบกพร่องในด้านทักษะหรือความสามารถ เช่น แบบทดสอบที่ใช้สำหรับระบุปัญหาในการเรียน ส่วนใหญ่แล้วแบบทดสอบวินิจฉัยจะออกแบบมาเพื่อให้สามารถวัดคุณลักษณะนั้น ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง จนสามารถระบุต้นตอของปัญหาได้

Brown. (1970 : 225) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริมและให้การแนะแนว ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อน หรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในแต่ละส่วนย่อย ๆ ของแบบทดสอบนั้น

Singha. (1974 : 200 - 201) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียนเพื่อความช่วยเหลือนักเรียน เช่น การจัดซ่อมเสริม (Remedial) ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้จะต้องสุมเนื้อหาให้ละเอียดมากและแบบทดสอบวินิจฉัย ความเที่ยงตรงมีความจำเป็นมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ

จากความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนและในการสอนของครู ซึ่งทำให้ทราบข้อบกพร่องของนักเรียนรายบุคคลและสาเหตุของความบกพร่องซึ่งจะช่วยให้ครูได้นำไปปรับปรุงและซ่อมเสริมการเรียนการสอนให้แก่ นักเรียนได้ตรงจุด และมีประสิทธิภาพ

2. ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

สำหรับในประเทศไทย มีผู้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้หลายท่านเช่น บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 36) ได้กล่าวถึง ลักษณะโดยทั่วไปของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. มุ่งวัดผลเป็นเรื่อง ๆ หรือเป็นด้าน ๆ ไป ถ้าต้องการทดสอบทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ ตามทักษะย่อยนั้น
 2. คะแนนของแต่ละด้าน แต่ละตอน ค้นหาข้อบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้นคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์ในกรณีนั้น
 3. มีข้อสอบหลาย ๆ ข้อที่มีทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสในการทำผิดพลาดมากยิ่งขึ้น อันจะสามารถช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้เพียงพอ คือการชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างชัดเจน
 4. มักจะเป็นการไม่เร่งรัดเวลาในการทำแบบทดสอบ (Power Test) โดยจะเริ่มจากข้อสอบที่ง่ายแล้วค่อย ๆ เพิ่มความยาก และโดยส่วนรวมแล้วจะมีลักษณะค่อนข้างง่ายกว่าแบบทดสอบที่มุ่งสำรวจ
 5. การสร้างแบบทดสอบชนิดนี้ จะสร้างจากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้การเรียนรู้สำเร็จและจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน
 6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบจะขึ้นอยู่กับรูปแบบการดำเนินการใช้เครื่องมือในการสอบอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือสภาพเดียวกัน การให้คะแนนมีความเป็นปรนัย
- โชติ เพชรชื่น (2544 : 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ
2. แบ่งเป็นส่วน ๆ หรือฉบับย่อย ๆ การแบ่งเป็นส่วนหรือฉบับย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะความสามารถหรือทักษะแต่ละอย่าง ซึ่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน
3. จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วน หรือในฉบับย่อยมีจำนวนข้อสอบมากพอที่จะวัดความสามารถ หรือทักษะย่อยได้ด้วยความมั่นใจ
4. มีเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำไว้สำหรับเทียบ เพื่ออธิบายถึงความบกพร่องแต่ละความสามารถและทักษะ
5. เน้นความตรงตามเนื้อหาเป็นสำคัญ
6. ตรวจสอบคำตอบแยกเป็นส่วน ๆ หรือแยกแต่ละทักษะย่อยของนักเรียนเป็นรายบุคคล

Payne. (1968 : 167) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอน
2. ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เรื่องนั้น
3. ชี้แนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องได้ว่า ควรแก้ไข ณ จุดใด
4. ครอบคลุมลำดับขั้นในการเรียนเรื่องนั้น

Bloom, Thomas and Madaus (1973 : 91 – 92) กล่าวถึง ลักษณะของ

แบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า

1. เป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานเพื่อหาระดับการเรียนรู้ เพื่อคัดแยก เพื่อปรับปรุงวิธีสอน และเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องเรียนซ้ำ
2. ต้องใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจากวิธีสอนปกติพอสมควรแล้ว
3. ใช้ในการประเมินผลได้ทั้งพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) แบบทดสอบวินิจฉัยมีทั้งวินิจฉัยเพื่อมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น
4. แบบทดสอบวินิจฉัยมีทั้งวินิจฉัยเพื่อมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น

5. ต้องมีจำนวนมากข้อ และเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายโดยมีระดับความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป
6. การประเมินผลคะแนนจากแบบทดสอบ อาจใช้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์
7. วิธีรายงานคะแนนจากแบบทดสอบทำได้โดยการเขียนเส้นภาพ (Profile) ของแต่ละคนในทักษะย่อย

Singha. (1974 : 200 - 205) กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า

1. คำถามต้องมีจำนวนมากข้อ และจะต้องครอบคลุมจุดประสงค์ของนักเรียน
2. จะต้องมีการวิเคราะห์เนื้อหา
3. คำถามมักเป็นคำถามที่ง่าย
4. ในแบบทดสอบย่อยจะประกอบด้วยข้อสอบที่มีลักษณะเดียวกัน
5. โดยปกติจำกัดเวลาในการสอบ
6. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติเพราะต้องการที่จะค้นหาจุดอ่อนของนักเรียนมากกว่าจะเปรียบเทียบผลการเรียนกัน
7. แบบทดสอบวินิจัยตั้งอยู่บนนิยามของความรอบรู้

Gronlund. (1976 : 139) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า

1. ความบกพร่องที่วัดเป็นความบกพร่องเฉพาะอย่าง
2. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
3. สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน
4. เป็นแบบทดสอบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการวินิจฉัยเท่านั้น
5. ให้ความสำคัญในด้านคะแนนต่าง ๆ และคะแนนของข้อสอบที่วัดได้มาจากแต่ละส่วน
6. ข้อสอบส่วนใหญ่ค่อนข้างง่าย

จากการศึกษาลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้ความสามารถของตัวชี้วัดให้สอดคล้องกับเนื้อหานั้น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมทุกตัวชี้วัดที่

ต้องการทดสอบและเน้นที่ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ทั้งนี้ข้อสอบจะมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป

3 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

การสร้างแบบทดสอบวินิจัยนั้น มีนักการศึกษาหลายท่านทั้งในประเทศและต่างประเทศได้กล่าวถึงเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ดังต่อไปนี้

โชติ เพชรชื่น (2546 : 51) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจัย ดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อยความสามารถที่เป็นจุดประสงค์ของหลักสูตรรายวิชา
2. กำหนดจุดประสงค์ในการวัดและลักษณะเฉพาะข้อสอบ
3. สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านี้ให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้
4. ทดลองใช้และนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคำถาม
5. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ
6. สร้างเกณฑ์การบรรจุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ
7. จัดคู่มือการใช้แบบทดสอบ

ศิริเดช สุชีวะ (2550 : 259 - 260) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะอย่างละเอียดแล้วแบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ๆ
2. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาย่อยเหล่านั้นเพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบ
3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และข้อบกพร่องที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน

4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้าน ๆ เพื่อสะดวกในการวินิจฉัย โดยในแต่ละด้านควรมีข้อสอบค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ

5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไข

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 37) ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาทฤษฎี วิธีการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยและวิธีเขียนข้อสอบ

3. วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. กำหนดจุดประสงค์ องค์ประกอบหรือทักษะย่อย และแบบทดสอบย่อยที่จะสอบเพื่อวินิจฉัย

5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในการกำหนดรายละเอียดตามขั้นตอนที่ 4

6. เขียนข้อคำถามเพื่อสำรวจเป็นแบบเติมคำตอบ
7. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบ
8. วิเคราะห์หาค่าความยากรายข้อ
9. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ผลจากขั้นตอนที่ 8 คัดเลือก ปรับปรุงข้อสอบและสร้างตัวลวงจากคำตอบที่ผิด

10. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และกำหนดจุดตัด

11. ทดลองครั้งที่ 1

12. วิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและปรับปรุงข้อสอบ

13. ทดลองสอบครั้งที่ 2

14. วิเคราะห์หาคุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ

15. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ และจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

Singha. (1974 : 201 - 202) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Blue - Print) เนื่องจากไม่ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับวิธีการ
2. ในกรณีที่สร้างเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ หรือตอบแบบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อไม่น้อยกว่า 3 ข้อ ในแต่ละเนื้อหาย่อย
3. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Normal) ในการวินิจฉัย เพราะแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องมากกว่าการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเรียงข้อสอบตามเนื้อหา โดยจัดข้อสอบที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกันโดยไม่คำนึงค่าความยาก
5. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หรือเป็นแบบที่ครูสร้างขึ้นมักจะคุ้มค่ามากกว่าเพราะประหยัดเวลาและแรงงานมากกว่าเปรียบเทียบกับแบบทดสอบมาตรฐาน

จากการศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบ
3. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบกับพฤติกรรมบ่งชี้ของแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง คัดเลือกปรับปรุงแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 เพื่อสำรวจหาข้อบกพร่องและสาเหตุของข้อบกพร่อง โดยนำคำตอบที่ผิดมาสร้างเป็นตัวลวงของแบบทดสอบ
5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง โดยใช้ข้อความจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ และสร้างตัวเลือกจากการรวบรวมคำตอบที่ผิดของนักเรียน
6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา
7. นำแบบทดสอบเพื่อหาคุณภาพเบื้องต้นของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องกับกลุ่มตัวอย่างที่ 2

8. นำแบบทดสอบวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก
9. นำแบบทดสอบเพื่อหาคุณภาพทั้งฉบับ ของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 3 แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกเพื่อคัดเลือกข้อสอบ และปรับปรุงข้อสอบ
10. นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุง ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ 4 แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพเบื้องต้นของแบบทดสอบเป็นรายชื่อและทั้งฉบับ
11. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม ได้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องจำนวน 1 ฉบับ

4. ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่สำคัญและมีคุณค่ามากสำหรับการประเมินผลการเรียนรู้เพราะให้ประโยชน์ทั้งครูและนักเรียน จึงมีนักการศึกษาให้ความสนใจและสรุปประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

โชติ เพชรชื่น (2544 : 10 - 11) ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีประโยชน์ต่อนักเรียน ครูผู้สอนและผู้บริหารดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองโดยดูคะแนนผลการสอบแต่ละส่วนว่ามีส่วนไหนบ้าง ที่ได้คะแนนน้อยกว่าปกติ หรือต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์เมื่อรู้ข้อบกพร่องหรือจุดด้อยแล้ว ก็จะได้ปรับปรุงหรือฟื้นฟูความรู้ความเข้าใจหรือฝึกทักษะในเรื่องนั้น ๆ เป็นการเฉพาะเป็นการแก้ปัญหาในส่วนของตัวเองบางคนอาจมีข้อบกพร่องเพียงจุดเดียว ด้านเดียวแต่บางคนอาจบกพร่องหลาย ๆ จุด หลาย ๆ ด้าน ก็ได้ไม่เท่ากัน
2. ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุดทำให้ปัญหาของนักเรียนทั้งหมดไปโดยเร็วเป็นการประหยัดเวลา นอกจากนี้ยังต้องตระหนักว่าวิธีการสอนที่เคยใช้อยู่ก่อนอาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาสอนซ่อมเสริมควรแสวงหาหรือเลือกวิธีสอนใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการสอนเดิมที่เคยใช้สอนเรื่องนั้น ๆ มาก่อนแล้ว
3. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการ สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาตลอดทั้งตัวนักเรียนเองได้ตรงประเด็น หรือตรงความต้องการผลที่เกิดขึ้นก็คือผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร

Bloom. (1971 : 100) ได้กล่าวถึงหน้าที่และประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย การเรียนโดยสรุปได้ดังนี้

1. ใช้วัดพื้นฐานความรู้ก่อนเข้าเรียน
2. ใช้วัดระดับความรอบรู้
3. ใช้แยกนักเรียนเป็นกลุ่มเพื่อหาทางใช้วิธีการสอนที่เหมาะสม
4. ใช้ค้นหาสาเหตุของความคิดที่เกิดขึ้นขึ้นซ้ำซาก

Kennedy. (1980 : 23) ได้กล่าวถึงถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยในการ เรียน ไว้ดังนี้

1. ใช้ค้นหาข้อบกพร่องและปัญหาในการเรียน
2. ใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน
3. ใช้ในการวางแผนจัดการซ่อมเสริม

จากการศึกษาประโยชน์ในการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัย สามารถสรุปประโยชน์ในการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย ได้ดังนี้

1. นักเรียนได้ทราบถึงข้อบกพร่องในการเรียนแต่ละเนื้อหาวิชา
2. ผู้บริหาร ครู นักเรียน สามารถประเมินตนเองในด้านการบริหาร การเรียนการ สอน
3. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขกระบวนการเรียนการสอนที่เกิดจาก ครูผู้สอน

5. การหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยหาคุณภาพเป็นแบบทดสอบในแนวอิงเกณฑ์ ผู้วิจัยขอ เสนอการหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยตามแนวแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ดังนี้

ไพศาล วรคำ (2558 : 265) กล่าวถึง การหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัยว่า มีความสำคัญมากในกระบวนการวิจัย เพราะเป็นปัจจัยหนึ่งได้ให้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง ซึ่งส่งผล ให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือ การพิจารณาความน่าเชื่อถือ การพิจารณาคุณภาพของเครื่องมือใน กรณีที่เครื่องมือเป็นแบบทดสอบ สิ่งที่ต้องการพิจารณา คือ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความ

ยากและอำนาจจำแนก เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามก็ต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก ส่วนแบบสำรวจ สัมภาษณ์ แบบสังเกต หรือเครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยต่ำจะต้องมีความเที่ยงตรง และควรหาความเชื่อมั่นหรือความพ้องกันของผู้สังเกตหรือผู้ตรวจให้คะแนนด้วย

5.1 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (Validity)

ปิยะธิดา ปัญญา (2558 : 195) ได้ให้ความหมายความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับความรู้และทักษะตามที่หลักสูตรหรือเป็นไปตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แบบทดสอบที่ใช้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นั่นคือ ข้อคำถามในแบบทดสอบนั้นต้องเป็นตัวแทนของเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน

สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 67 - 68) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เกี่ยวกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามเนื้อหา หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หมายถึง แบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สามารถวัดได้ตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่างๆของโครงสร้างนั้น

สุรวาท ทองบุ (2553 : 105) ได้ให้ความหมายความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นวิธีหาความตรงโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ความถูกต้องของแบบทดสอบที่จะสะท้อนความถูกต้องของความคิดรวบยอด (Concept) ตลอดทั้งการตรวจเฉลยหรือให้คะแนนถูกต้องเหมาะสมหรือไม่การตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญดัชนีที่บ่งบอกถึงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งคำนวณได้จากความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น ดัชนี เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item – Objective Congruence Index : IOC)

สอดคล้อง มีคะแนน +1

ไม่แน่ใจ มีคะแนน 0

ไม่สอดคล้อง มีคะแนน -1

และดัชนีความสอดคล้องหาได้จาก

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ R เป็นคะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

n เป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตรของโรวินेलลีและแอมเบลตันในการหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

5.2 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (Difficulty)

ในการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดและข้อเสนอแนะถึงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551 : 88 - 89) กล่าวว่า ความยาก คือ สัดส่วนที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก ซึ่งในแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไม่ใช้ค่าความยากเป็นเกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพเครื่องมือ ข้อสอบที่คัดเลือกมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเป็นข้อสอบที่มีความยากปานกลางคือประมาณ 0.50 แต่ในทางปฏิบัติมักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากของข้อสอบที่จะเลือกไว้ใช้ใน ช่วง 0.2 - 0.8

สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 195 - 212) ได้เสนอแนวคิดว่า ค่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง อัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด โดยกล่าวว่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นข้อสอบที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามจุดประสงค์นั้นอย่างแท้จริง แม้จะเป็นข้อสอบที่ง่ายหรือยากก็ไม่ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ค่าความยากจึงไม่ได้นำมาชี้ถึงคุณภาพและไม่ได้นำมาเป็นเกณฑ์สำคัญในการคัดข้อสอบ สิ่งสำคัญ คือค่าอำนาจจำแนก

ไพศาล วรคำ (2558 : 298) กล่าวว่า ความยากของข้อสอบ เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้น ความ

ความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยากสูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ โดยใช้สูตรในการหาความยากได้จาก

$$P = \frac{f}{n}$$

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีความยาก
	f	แทน	จำนวนผู้ตอบถูก
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ

การหาค่าความยากของข้อสอบ ที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง .20 - .80 เนื่องจากข้อสอบที่ยากเกินไป หรือง่ายเกินไป จะไม่สามารถจำแนกความสามารถของกลุ่มผู้สอบได้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สูตรการหาค่าความยากง่าย

5.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Discrimination)

ได้มีมีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดและข้อคิดเห็นเห็นถึงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 90) ได้เสนอแนวคิดเห็นว่า อำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ตามวิธีของ Brennan หมายถึง ประสิทธิภาพในการจำแนกผู้สอบออกเป็นผู้รอบรู้หรือสอบผ่านกับผู้ไม่รอบรู้ หรือสอบไม่ผ่าน เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “B”

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	=	ค่าอำนาจจำแนก
	U	=	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L	=	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	n ₁	=	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
	n ₂	=	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

สุรวาท ทองบุ (2553 : 101 - 104) กล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์ จะมุ่งเน้นการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเป็นข้อสอบที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามประสงค์นั้นอย่างแท้จริง จึงไม่จำเป็นต้องพิจารณา

ค่าความยาก ดังนั้นการหาค่าอำนาจจำแนกจึงมีอยู่หลายวิธี แต่กล่าวถึงอยู่ 2 วิธี คือ การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบสองครั้ง (ก่อนสอบและหลังสอน) และจากผลสอบครั้งเดียว (หลังสอน) เป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดย Brennan ค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้ เรียกว่า ดัชนีบี (B - Index หรือ Brennan Index) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	N_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่าน)
	N_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
	U	แทน	จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	L	แทน	จำนวนรอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ดัชนี บี

1. นำข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ไปทดสอบกับนักเรียนที่เรียนจบเรื่องที่จะวัด
2. ตรวจสอบให้คะแนนข้อสอบแต่ละข้อ และรวมคะแนนของทุกข้อ
3. ใช้จุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ตัดสินการผ่าน - ไม่ผ่าน (Minimum Pass level : MPL) แบ่งผู้สอบออกเป็นผู้รอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) กับผู้ไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
4. นับจำนวนผู้รอบรู้ (N_1) และผู้ไม่รอบรู้ (N_2)
5. แต่ละข้อนับจำนวนผู้รอบรู้ที่ตอบถูก (U) และนับจำนวนผู้ไม่รอบรู้ที่ตอบถูก (L)
6. คำนวณหาค่าอำนาจจำแนก (B) จากสูตร

ไพศาล วรรค์ (2558 : 306) ได้เสนอแนวทางการหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ว่าเป็นการจำแนกกลุ่มรอบรู้หรือผ่านเกณฑ์ออกจากกลุ่มบุคคลที่ไม่รอบรู้หรือไม่ผ่านเกณฑ์สามารถหาได้ดังนี้

ดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน (Brennan's Index : B - Index) เป็นการหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ตามแนวความคิดการสอบครั้งเดียว แล้วพิจารณาความสามารถของข้อสอบในการแยกคนกลุ่มผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์ออกจากกันโดยหาค่าอำนาจจำแนกได้จาก

ความแตกต่างระหว่างสัดส่วนของผู้ผ่านเกณฑ์ตอบถูกกับสัดส่วนของผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ ดัชนีที่นิยมเรียกว่า B - Index ดังนี้

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F}$$

เมื่อ B เป็นดัชนีอำนาจจำแนกของแบรนแนน
 f_p, f_F เป็นจำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (pass) และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (fail) ตามลำดับ
 n_p, n_F เป็นจำนวนคนในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ และไม่ผ่านเกณฑ์ตามลำดับ

สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 212 - 216) ได้กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนก คือ

ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์มีอยู่ 2 วิธี

1. การหาค่าอำนาจจำแนกจากการสอบสองครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน)

กล่าวคือ ให้ผู้สอบทำข้อสอบชุดนั้นก่อนสอนและทำข้อสอบชุดนั้นอีกครั้งหลังสอนเสร็จแล้ว เพื่อดูผลต่างของการตอบถูก ซึ่งเป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอ Kryspin and Feldhuson เรียกค่าอำนาจจำแนกดังกล่าว ดัชนีเอส (S - Index หรือ Sensitivity Index) อำนาจจำแนกของข้อสอบในที่นี้จึงหมายถึง ผลต่างระหว่างอัตราส่วนของจำนวนคนหลังสอนตอบถูกกับอัตราส่วนของจำนวนคนก่อนสอนตอบถูก ใช้สูตรดังนี้

$$S = \frac{R_{pos} - R_{pre}}{N}$$

เมื่อ S แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 R_{pos} แทน จำนวนคนก่อนสอนตอบถูก
 R_{pre} แทน จำนวนคนหลังสอนตอบถูก
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2. การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) กล่าวคือ เมื่อ

ครูสอนจบตามจุดประสงค์ที่ต้องการจึงให้ผู้สอบทำข้อสอบชุดนั้น เพียงครั้งเดียว (หลังสอน) เพื่อจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มผู้รู้ (สอบผ่านเกณฑ์) กับกลุ่มไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่านเกณฑ์) ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดยแบรนแนน (Brennan. 1974 :244 - 226) ค่า

อำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้ เรียกว่า ดัชนีบี (B - Index หรือ Brennan Index) อำนาจจำแนกของข้อสอบจึงหมายถึง ผลต่างระหว่างอัตราส่วนของจำนวนคนในกลุ่มรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูกกับส่วนของจำนวนคนในกลุ่มไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูกใช้สูตร

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนที่ตอบข้อนั้นในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
	L	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
	n_1	แทน	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
	n_2	แทน	จำนวนครั้งทั้งหมดในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สูตรของแบรนแนน ในการหาค่าอำนาจจำแนกของ

แบบทดสอบ

5.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างแบบทดสอบ เพราะ ว่าค่าความเชื่อมั่นเป็นดัชนีที่ชี้ว่าแบบทดสอบนั้นมีคุณภาพหรือไม่ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 225 - 230) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของ

แบบทดสอบตามแนวอิงเกณฑ์ จำแนกเป็น 2 แนวคิด คือ

1. ความเชื่อมั่นที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้ กลุ่มนี้มีความเชื่อว่า แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นจะสามารถจำแนกผู้สอบว่า ใครเป็นผู้รอบรู้ (สอบผ่าน) ใครเป็นผู้ไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่าน) ได้อย่างคงเดิม ซึ่งวิธีพิจารณาความสอดคล้องการจำแนกผู้รอบรู้กับผู้ไม่รอบรู้นั้น ทำได้ 2 วิธี คือ

- 1.1 โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียว

- 1.2 โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม สอบซ้ำกับนักเรียนกลุ่มเดียว

2. ความเชื่อมั่นชนิดที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องของคะแนนแต่ละคนที่แปรปรวนไปจากคะแนนจุดตัด โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียน 1 กลุ่ม ครั้งเดียว ซึ่งมีวิธีคำนวณหลายวิธี แต่กล่าวถึง 2 วิธี

2.1 วิธีลิวิงตัน (Livingston's Method) วิธีนี้นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์หนึ่งฉบับไปทดสอบนักเรียนครั้งเดียว สามารถนำผลการสอบไปคำนวณจากสูตรได้ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{r_{tt}S^2 + (\bar{X} - C)^2}{S^2 + (\bar{X} - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc} แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	r_{tt} แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซึ่งคำนวณโดยวิธี KR-20 หรือวิธี KR - 21
	S^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบ
	X แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบ
	C แทน	คะแนนเกณฑ์

2.2 วิธีของโลเวท (Lovett's Method) วิธีนี้นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ฉบับเดียวไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวเพียงครั้งเดียวสามารถนำผลมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นได้จากสูตร ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc} แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	K แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	X_i แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	C แทน	คะแนนจุดตัด

ในระหว่างสองวิธีตามแนวคิดจะเห็นว่าวิธีของลิวิงตันยังคงอาศัยค่าความเชื่อมั่นของสูตร Kuder - Richardson ซึ่งถือว่าเป็นการคำนวณค่าความเชื่อมั่นตามแนวคิดอิงกลุ่ม แต่ถ้าใช้วิธีของโลเวท จะพิจารณาเฉพาะค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละคนจากคะแนนจุดตัดเท่านั้น

ไพศาล วรคำ (2558 : 292) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ยังคงให้ผลการวัดคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง แบบวัดที่มีค่าความเชื่อมั่นแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนั้นไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด เพราะจะวัดกี่ครั้ง กี่ครั้ง ก็จะได้ผลผลการวัดที่คงที่ ความเชื่อมั่นจึงมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของคลาดเคลื่อน (Error Variance) กล่าวคือ ถ้าแบบวัดมีความเชื่อมั่นสูงความคลาดเคลื่อนของการวัดจะต่ำนั่นเอง การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทำได้หลายวิธี แต่ขอยกตัวอย่างวิธีที่ใช้ในแบบทดสอบวินิจัย ดังนี้

วิธีวิเคราะห์ความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของโลเวทท์ (Lovett's Method) เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์จากการสอบแบบทดสอบครั้งเดียว คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc} แทน	ค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์
	k แทน	จำนวนข้อสอบ
	c แทน	คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด
	X แทน	คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

จากการศึกษาข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า การหาคุณภาพของแบบทดสอบมีวิธีการหาได้หลายวิธี ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยในครั้งนี้เป็นการทดสอบเพียงครั้งเดียว และทดสอบในเนื้อหาเพียงเนื้อหาเดียวในระยะเวลาที่สั้น ผู้วิจัยจึงเลือกหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett's Method) (ไพศาล วรคำ. 2558 : 292)

5.5 ลักษณะของคะแนนจุดตัด

คะแนนจุดตัด (Cut - off Score) เป็นคะแนนที่ใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการนำผลการสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไปเปรียบเทียบกับนักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำกว่าคะแนนตัด ถ้าคะแนนผลการสอบสูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนมีความรอบรู้ (Master) สมควรที่จะผ่านไปเรียนจุดประสงค์การเรียนรู้ใหม่ต่อไป แต่ถ้าคะแนนผลการสอบต่ำกว่าคะแนนจุดตัดก็แสดง

ว่านักเรียนไม่รอบรู้ (Nonmaster) จะต้องกลับมาเรียนซ่อมเสริมในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่อีก
 ดังนั้นคะแนนจุดตัดจะเป็นจุดที่กำหนดความสามารถขั้นต่ำ (Minimum Competence) ของ
 ความต้องการในการเรียนรู้ (Minimum Requirement) บางครั้งเรียกว่า การกำหนดมาตรฐาน
 (Standard Setting) (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 226 - 295)

ในการกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบในแต่ละครั้งนั้น จะทำให้เกิดการ
 ตัดสินผู้สอบออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

		ผลการสอบ	
		ไม่รอบรู้	รอบรู้
สถานภาพจริง (True Status)	รอบรู้	ความคลาดเคลื่อน แบบไม่ยอมรับ (1)	การตัดสินใจที่ ถูกต้อง (3)
	ไม่รอบรู้	การตัดสินใจที่ถูกต้อง (4)	ความคลาดเคลื่อน แบบยอมรับ (2)

การกำหนดคะแนนจุดตัด 4 ลักษณะด้วยกัน ดังนี้

1. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่
 ผ่าน ทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกว่า ความคลาด
 เคลื่อนแบบไม่ยอมรับ (Error of Acceptance) หรือความผิดพลาดแบบลบ (False Negative)
 คือ เป็นผู้ไม่รอบรู้แบบไม่จริง

2. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่าน
 เกณฑ์ทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้ไม่มีความรู้ จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกความคลาด
 เคลื่อนแบบยอมรับ (Error of Acceptance) หรือความผิดพลาดแบบบวก (False Negative)
 คือ เป็นผู้รอบรู้แบบไม่จริง

3. ลักษณะที่เกิดจากผลการทดสอบแบบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่านเกณฑ์และสถานภาพจริงเป็นผู้มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct Decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

4. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์และสถานภาพจริงเป็นผู้ที่ไม่มีความรอบรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct Decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

จากลักษณะ 4 ประการดังกล่าวนี้ การตัดสินผลการสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หลังจากการกำหนดจุดตัดแล้ว ต้องการตัดสินที่ถูกต้องคือ แบบที่ 3 กับแบบที่ 4 ส่วนแบบที่ 1 และแบบที่ 2 นั้นไม่ต้องการให้เกิดหรือเกิดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นในการกำหนดคะแนนจุดตัดคะแนนที่เหมาะสม คือ จุดที่ทำให้ผลการตัดสินแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 (ความผิดพลาดแบบกลับกับความผิดพลาดแบบพลาดแบบบวก) มีค่าน้อยที่สุดหรือมีค่าเป็นศูนย์

5.6 วิธีการหาคะแนนจุดตัด

การกำหนดคะแนนจุดตัดนั้น แฮมเบลตันและไอก์เนอร์ (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 268 ; อ้างอิงมาจาก Berk. 1980 : 103 - 107 ; Citing Hambleton and Eignor. 1976) ได้แบ่งวิธีหาคะแนนจุดตัดออกเป็น 3 วิธี คือ การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา (Judgmental Methods) การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์ (Empirical Method) และการทำกำหนดคะแนนจุดตัดแบบผสม (Combination Method) มีวิธีการกำหนด ดังนี้

5.6.1 การกำหนดจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา

วิธีการนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินจากเนื้อหาและข้อสอบแต่ละข้อ แล้วคำนวณค่าคะแนนจุดตัด ซึ่งมีผู้เสนอหาคะแนนจุดตัดหลายวิธี ดังวิธีของเนลสกี วิธีของแองกอฟฟ์และวิธีของอีเบล ดังนี้

1) วิธีของเนลสกี (Nedelsky) เป็นวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบเลือกตอบโดยวิธีการ ดังนี้

1.1) ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณาตัวเลือกของแบบทดสอบเลือกตอบแต่ละข้อว่า ตัวเลือกใดที่คิดว่านักเรียนมีความสามารถต่ำที่สุดจะไม่เลือกตอบ

1.2) นำตัวเลือกที่เหลือมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบ เช่น ข้อสอบมี 5 ตัวเลือก และผู้เชี่ยวชาญคิดว่านักเรียนมีความสามารถต่ำที่สุดจะไม่เลือกตอบ 2 แล้วตัวเลือกที่เหลืออีก 3 ตัวเลือก มาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบมีค่า $1/3$ หรือ 0.33

1.3) คำนวณผลรวมของค่าความน่าจะเป็นของแต่ละข้อของแบบทดสอบใช้สัญลักษณ์ว่า M

1.4) เอาค่า M ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยใช้สัญลักษณ์ μ_M และค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ M ใช้สัญลักษณ์ M แล้วคำนวณจากสูตร

$$\text{คะแนนจุดตัด } (C) = \mu_M + KM$$

เมื่อ K คือค่าคงที่มีค่า -1, 0, 1 และ 2 เมื่อให้นักเรียนที่มีความรู้ต่ำสุดมีโอกาสตก 16%, 50%, 84, 98% ตามลำดับ ซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา โดยทั่วไปแล้วมักจะกำหนดค่า K อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.0

1.4.1) วิธีของแองกอฟฟ์ (Angoff) เป็นวิธีกำหนดคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิชานั้นโดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่า ผู้ที่มีความรู้มีค่าความจะเป็น (โอกาสที่จะตอบถูก) ในการตอบถูกข้อนั้นอย่างน้อยเท่าไร แล้วหาค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นเป็นคะแนนจุดตัด ดังตัวอย่างของแบบทดสอบเลือกตอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกในแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ 3 คนได้ข้อมูลดังนี้

ตารางค่าความน่าจะเป็นของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

ค่าความน่าจะเป็นของ ผู้เชี่ยวชาญ	ข้อสอบ					รวม
	1	2	3	4	5	
1	0.33	0.80	0.20	0.20	0.50	2.03

ค่าความน่าจะเป็นของ ผู้เชี่ยวชาญ	ข้อสอบ					รวม
	1	2	3	4	5	
2	0.50	0.90	0.33	0.90	0.75	3.38
3	0.40	1.00	0.20	0.33	0.50	2.47
รวม						7.84

จากข้อมูลคะแนนจุดตัดมีค่า = $7.842/3 = 2.61$ หรือเท่ากับ 3 คะแนน แสดงว่า แบบทดสอบ 5 ข้อนี้ มีคะแนนจุดตัดเท่ากับ 3

1.4.2) วิธีของอีเบล (Ebel's Technique)วิธีนี้เป็นการใช้การพิจารณาจากลักษณะความยากและความเกี่ยวข้องในเนื้อหาของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นหลักในการพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังไว้ในข้อสอบ ซึ่งอีเบลได้กำหนดไว้ ดังนี้
การพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังในข้อสอบโดยวิธีอีเบล

ตารางการพิจารณาจากลักษณะความยากและความเกี่ยวข้องในเนื้อหาของแบบทดสอบ

ลักษณะข้อสอบ	ระดับความยากของแบบทดสอบ		
	ง่าย	ปานกลาง	ยาก
ความจำเป็น	100%	-	-
ความสำคัญ	90%	70%	-
การยอมรับ	80%	60%	40%
ยังเป็นปัญหา	70%	50%	30%

จากข้อมูลดังกล่าวนี้ จะนำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ละข้อมาแจกแจงลักษณะของสิ่งที่เกี่ยวข้องในเนื้อหาแล้วคำนวณเป็นคะแนนจุดตัดหรือคะแนนการสอบผ่านของนักเรียน ดังนี้

ตัวอย่าง แบบทดสอบฉบับมี 50 ข้อ เมื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาแยกแยะลักษณะข้อสอบ
ซึ่งจะกลายเป็นมีจำนวนข้อทั้งหมด 250 ข้อ (50x5) แล้วนำไปคำนวณคะแนนจุดตัด
ดังนี้

ลักษณะข้อสอบ	จำนวนข้อสอบ	ความสำเร็จที่คาดหวัง	จำนวนข้อ x ความสำเร็จ
ความจำเป็น	47	100%	4,700
ความสำคัญ			
ง่าย	53	90%	4,700
ปานกลาง	77	70%	5,390
การยอมรับ			
ง่าย	12	80%	960
ปานกลาง	24	60%	1,440
ยาก	26	40%	1,040
ยังมีปัญหา			
ง่าย	2	70%	140
ปานกลาง	5	50%	250
ยาก	4	30%	120
รวม	250		18,810

จากข้อมูลดังกล่าว ช่องลักษณะข้อสอบจะแยกมาจากตารางที่ใช้เป็นหลักการในการ
พิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังไว้ในตารางข้างต้น ซึ่งจะแยกเป็นข้อสอบที่จำเป็น ข้อสอบที่มี
ความสำคัญ โดยจำแนกย่อยเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง ข้อสอบที่ยอมรับที่ใช้ในการเรียน โดย
จำแนกย่อยเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง และยาก ข้อสอบยังมีปัญหาว่าจำเป็นต้องเรียนหรือไม่
โดยจำแนกเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง และยาก เช่นกัน ส่วนช่องจำนวนข้อสอบนั้น เป็นตัวเลขที่
ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาข้อสอบมีลักษณะใด จำนวนกี่ข้อ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ 5 คน
แล้วจะมีจำนวนข้อสอบกี่ข้อ ดังเช่น ลักษณะของข้อสอบความจำเป็น ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาจาก

ข้อสอบ 50 ข้อ ว่าเป็นข้อสอบที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรวมทั้ง 5 คน พิจารณาแล้วมี 47 ข้อ เป็นต้น เมื่อรวมทุกลักษณะและจากจำนวนข้อสอบ 50 ข้อ ก็จะมีข้อสอบรวมทั้งสิ้น 50 ข้อ จากช่องความสำเร็จที่คาดหวังไว้เป็นเปอร์เซ็นต์ที่คาดหวังไว้ว่านักเรียนควรจะได้ จำแนกตาม ลักษณะข้อสอบจากตารางอีเบล ข้างต้น สำหรับช่องสุดท้ายนั้นจะเป็นผลมาจากการเอาช่อง จำนวนข้อมูลคูณกับช่องความสำเร็จที่คาดหวังไว้ แล้วรวมตัวเลขของช่องนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18,810 จากนั้นจึงคำนวณหาคะแนนจุดตัดจากสูตร

$$\text{คะแนนจุดตัด} = \frac{\text{ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่าง — จำนวนข้อกับความสำเร็จที่คาดหวังไว้}}{\text{ผลรวมจำนวนข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า คะแนนจุดตัด} &= \frac{18,810}{250} \\ &= 75.24 \end{aligned}$$

นั่นคือ แบบทดสอบ 50 ข้อนี้ มีจุดตัดที่ 75%

ดังนั้น จึงหมายความว่า ถ้ามีข้อสอบ 100 ข้อ ต้องทำถูกอย่างน้อย 75 ข้อ

$$\text{ถ้ามีข้อสอบ 50 ข้อ ต้องทำถูกอย่างน้อย } \frac{75 \times 50}{100} = 37.5 \text{ ข้อ}$$

แสดงว่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบนี้เท่ากับ 37.5 คะแนน หรือเท่ากับ 38 คะแนน (กรณีทำได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนในแต่ละข้อ)

1.4.3) การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์ วิธีนี้เป็นการ กำหนดคะแนนจุดตัดคะแนนจากการทดสอบนักเรียน ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีของลิวิงสตัน (Livingston. 1975,1976) วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision - Theoretic Approach) ของ แกลส (Glass. 1978) วิธีของฮวิน (Huynh. 1980) วิธีของครายวอลล์ (Krie - wall. 1972) วิธีหา ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการเดาคำตอบและการสุ่มข้อสอบ (Error Due to Guessing and Item Sampling) ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีทฤษฎีการตัดสินใจของแกลส (Glass) ดังต่อไปนี้

ทฤษฎีการตัดสินใจของแกลส วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยแกลส (Glass. 1978 : Online) เป็นวิธีการที่แบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่มโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอกซึ่งอาจจะ

เป็นการผลการเรียนโดยปกติของนักเรียน หรือผลสำเร็จในการทำงาน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มผู้ผ่านเกณฑ์ภายนอก (Pass) และกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (Fail) ในแต่ละกลุ่มเมื่อทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ต้องการหาคะแนนจุดตัดนั้นแล้วมีจำนวนคนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นในแต่ละจุดของคะแนนเกณฑ์เท่าไร ดังนี้

		เกณฑ์ภายนอก	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน
คะแนนเกณฑ์ที่กำหนด	ไม่ผ่าน	P_A	P_B
แบบทดสอบอิงเกณฑ์	ผ่าน	P_C	P_D

P_A หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False Negative)

P_B หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False Positive)

P_C หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และเกณฑ์ภายนอก

P_D หมายถึง สัดส่วนนักเรียนที่สอบผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และเกณฑ์ภายนอก

สำหรับเกณฑ์ภายนอกที่กำหนดนั้นจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง แต่คะแนนของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นจะแปรผันไปตามคะแนนแต่ละค่าของแบบทดสอบ ซึ่งจะให้ค่า P_A , P_B , P_C , และ P_D แปรผันไปตามไปด้วย และค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ก็คือค่าของฟังก์ชันของคะแนนเกณฑ์ (C) ที่มีค่าน้อยที่สุดจากสูตร ดังนี้

$$f(C_x) = \frac{P_A + P_D}{P_B + P_C}$$

ในการคำนวณคะแนนจุดตัดด้วยสมการดังกล่าวต้องยอมรับว่าโอกาสที่จะจำแนกผู้สอบผิดพลาด (False Negative) กับจำแนกผู้สอบผิดพลาดบวก (False Positive : β) มีค่าเท่ากัน ถ้า

พิสูจน์ได้ว่ามีโอกาสที่จำแนกผิดทางลบและทางบวกมีค่าเท่ากันแล้วจะต้องคำนวณคะแนนจุดตัดจากค่าฟังก์ชันที่ปรับแก้แล้วในสูตร ดังนี้

$$f(C_x) = \frac{P_A + \beta P_D}{P_B + P_C}$$

โดยกำหนดให้ค่าโอกาสที่จำแนกผิดทางลบ คือ และโอกาสที่จำแนกผิดบวก คือ β มีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 และจะมีค่าเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับผู้ประเมินการสอบจะต้องคำนึงถึงความสำคัญสองประการนี้ คือ

1. นักเรียนสอบผ่านแบบทดสอบของเกณฑ์ แต่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสอบตกหรือเรียนไม่สำเร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนด α

2. นักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ แต่สามารถสอบผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสามารถเรียนสำเร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนด β

โดยทั่วไปแล้วในทางปฏิบัติการคำนวณหาคะแนนจุดตัดโดยวิธีทฤษฎีการตัดสินใจนี้ มักจะกำหนดให้ค่าการจำแนกผิดทางลบ (α) กับการจำแนกผิดทางบวก (β) มีค่าเท่ากัน

1.4.4) การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีแบบผสม (Combination Groups) วิธีนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดที่มีทั้งวิธีพิจารณาดุลยพินิจและเชิงประจักษ์ (Judgment-Empirical) ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีกลุ่มตรงข้าม (Contrasting Group) ของไซกีและลิวิงสตัน (Zieky and Livingston) เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการหาคะแนนจุดตัดมีหลายวิธี ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้วิธีไหนหาคะแนนจุดตัดนั้น อยู่ที่ดุลยพินิจของผู้วิจัยว่ามีความสะดวกและความถูกต้องในการเก็บข้อมูลมากน้อยเพียงใด ก็ใช้วิธีนั้นหาคะแนนจุดตัดของการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้คัดเลือกวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision - Theoretic Approach) ของ แกลส (Glass, 1978 : 112 - 116) ในการคำนวณหาจุดตัด

จากที่กล่าวมาข้างต้น การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้ คือ หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton, 1977 : 69) หาค่าความยากของข้อสอบรายข้อโดยใช้สูตร

อย่างง่าย หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยใช้สูตรของแบรนแนน (Brennan. 1974 : 15) และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรไบโนเมียล (Binomial formula) ของโลเวทท์ (Lovett. 1978 : 78)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

วิยะดา เกษมसानต์ (2559 : 147 - 152) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อค้นหาสาเหตุข้อบกพร่องในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 750 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 ข้อ สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาคุณภาพแบบทดสอบโดย หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ผลการวิจัยพบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าความยากตั้งแต่ .65 ถึง .80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .21 ถึง .87 ค่า ความเชื่อมั่น .93 และผลการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พบเรียงจากมากไปหาน้อย คือ ไม่เข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 36.96 สับสนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 23.65 ขาดทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 19.74 แยกแยะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 11.34 ขาดความ

แม่นยำในการคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 6.36 และไม่สามารถคิดสิ่งที่ซับซ้อนได้ คิดเป็นร้อยละ 1.95 ตามลำดับ

นิตยาภรณ์ ศรีภาแลว (2557 : 106 - 108) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์5 เรื่องพลังงานไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 1) เพื่อสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) ค้นหาสาเหตุข้อบกพร่องของผู้เรียนในการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 21 จำนวน 433 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 เรื่อง พลังงานไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 4 ฉบับ สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้วิธีของแบรนแนน (B - Index) ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของโลเวทท์ ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ ผลการวิจัย พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ นั่นคือ ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ค่าความยากของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.68 – 0.79 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 0.29 – 1.00 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ มีค่า 0.86, 0.93, 0.90, 0.85 ตามลำดับ และข้อบกพร่องที่พบมากที่สุดคือไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาค่าไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 43.88 รองลงมา คือ ไม่เข้าใจการต่อวงจรไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 42.03 และไม่เข้าใจการหาค่าความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 38.11 ตามลำดับ

ภัชรา นางสาวอาด (2555 : 113 - 114) ได้ศึกษาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 368 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัย แบ่งออกเป็น 4 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของพืช ฉบับที่ 2 การจำแนกพืชและสัตว์ ฉบับ

ที่ 3 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์สัตว์ และฉบับที่ 4 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของโลเวทท์ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ นั่นคือ ค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 - 1.00 ค่าความยากของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 0.6 - .78 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 0.22 - 0.83 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ แต่ละตอนซึ่งมีค่านวมโดยใช้วิธีของโลเวทท์ มีค่า 0.85, 0.83, 0.81, 0.83 ตามลำดับ จุดบกพร่องของความเข้าใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่พบเรียงจากมากไปหาน้อย คือ จุดบกพร่องในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่พบมากที่สุด คือ สับสนเรื่อง การขยายพันธุ์พืช คิดเป็นร้อยละ 46.06 สับสนลักษณะของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ คิดเป็นร้อยละ 33.69 และจดจำหน้าที่ต่าง ๆ ของส่วนประกอบของดอกไม้ไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 33.25 ตามลำดับ

ยุพิน พวงจันทร์ (2557 : 112 - 113) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน รายวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 จำนวน 385 คน กำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของยามาเน่ (Taro Yamane) ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ 48 ข้อ หากคุณภาพแบบทดสอบโดย หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และคะแนนจุดตัด ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.59 ถึง 0.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.51 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79 และคะแนนจุดตัดเท่ากับ 8 แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.57 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27

ถึง 0.44 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 และคะแนนจุดตัดเท่ากับ 4 แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.60 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.46 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 และคะแนนจุดตัดเท่ากับ 3 แบบทดสอบที่ 4 มีค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.56 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.52 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77 และคะแนนจุดตัดเท่ากับ .53 ข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พบเรียงจากมากไปหาน้อย คือ จำสูตรไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 22.60 คำนวนผลคูณคิดเป็นร้อยละ 22.34 และสับสนเรื่องปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คิดเป็นร้อยละ 19.22 ตามลำดับ

สิทธิยา มณีสาย (2555 : 100 - 102) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และค้นหาข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 2 จำนวน 428 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบเพื่อสำรวจ จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 48 ข้อ และแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ วิธีดำเนินการหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัย ได้แก่ ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบ ทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ และการทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาข้อบกพร่องของนักเรียน สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ผลการวิจัยพบว่า ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับตัวชี้วัดตั้งแต่ 0.60 - 1.00 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบมีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 - 0.70 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 - 0.78 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.83 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ บกพร่องด้านการคิด

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ คิดเป็นร้อยละ 55.49 บทพร่องด้านการคิดวิเคราะห์เนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 55.21 และบทพร่องด้านการคิดวิเคราะห์หลักการคิดเป็นร้อยละ 55.12 ของกลุ่มตัวอย่าง

2. งานวิจัยต่างประเทศ

David F. Treagust and Others (2002 : 412 - A) ได้ศึกษาการพัฒนาและการประยุกต์ของเครื่องมือวัดแนวคิดวินิจัยตัวเลือกสองลำดับขั้น เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในการวิเคราะห์ เคมีอินทรีย์เชิงคุณภาพ การพัฒนาเครื่องมือวัดวินิจัยได้ถูกกำหนดแนวทางโดยการวางกรอบโครงสร้างโดยทริกัส เครื่องมือถูกนำมาใช้กับนักเรียนเกรด 10 จำนวน 915 คน (อายุ 15 - 17) จากโรงเรียน 11 แห่ง หลังจากทีนักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแล้ว ในการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดเท่ากับ 0.68 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.17 - 0.48 และอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.53 และจากการศึกษา พบว่านักเรียนเกรด 10 มีปัญหาในการทำความเข้าใจปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องในการวินิจัยไอออนประจุบวก และไอออนประจุลบ เช่น ปฏิกิริยาการแทนที่ ผลการศึกษาถูกนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

Ewing. (2003 : 368) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้กิจกรรมสื่อการสอนตามแนวคิดคอนตรัคติวิซึม เรื่อง สาร กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดกิจกรรมและจัดประสบการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียนทำให้นักเรียนได้รับความรู้ซึ่งมีจุดมุ่งหมายของหน่วยคือ 1) นักเรียนสามารถอธิบายและจัดจำแนกประเภทของสารได้ 2) นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีได้ หน่วยของการเรียนรู้คือการวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นอกจากนี้ยังมีบทเรียนอีกจำนวนมากที่เป็นการอธิบาย บทเรียนเหล่านี้เป็นพื้นฐานสำหรับปรับปรุงหน่วยการเรียนรู้ต่อไปเพื่อที่จะทำให้การสอนตามแนวคิดคอนตรัคติวิซึมประสบผลสำเร็จ

Kiliç, D., & Saglam, N. (2009 : 227 - 244) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการวิจัยในระดับชั้นที่สองการทดสอบความเข้าใจของนักเรียนในพันธุศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อมั่นใจว่านักเรียนเข้าใจอย่างสมบูรณ์และเข้าใจถูกต้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สามารถประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อมีการวัดโดยใช้ เครื่องมือในการวัดที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่า

ระหว่าง 0.34 และ 0.74 คือความยากของรายการที่ปรับตัวลดลงในช่วง 0.25 - 0.67 และความยากในการทดสอบพบว่ามี 0.43 มีค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบที่คำนวณได้เป็น 0.86 แสดงให้เห็นว่าการทดสอบอาจจะใช้ในการตรวจสอบนักเรียนการศึกษามัธยมศึกษา ความเข้าใจในแนวคิดของแนวคิดพันธุศาสตร์ในที่ถูกต้องและเชื่อถือได้

Maloolf and White. (2005 : 120 - 124) ได้ศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนที่เรียนในห้องปฏิบัติการชีววิทยาระดับวิทยาลัยโดยจัดกลุ่มแบบวิวิธพันธ์และแบบเอกพันธ์ตามสไตล์การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Student Teams Achievement Division : STAD) นิสิตหลักสูตร 2 ปี ที่จะถูกฝึกด้วยยุทธศาสตร์การเรียนรู้เป็นทีม ในปีแรกของการเข้าเรียนพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในกลุ่มนักเรียนที่จัดแบบเอกพันธ์โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มนักเรียนที่จัดแบบวิวิธพันธ์ซึ่งวัดด้วยคะแนนจากข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ต่างกันและยังพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการพัฒนาการของคะแนนระหว่างปีที่นิสิตได้รับการฝึกตามยุทธศาสตร์การเรียนรู้เป็นทีมและปีที่นักเรียนไม่ได้รับการศึกษาตามยุทธศาสตร์ดังกล่าว ในปีแรกของการเรียนนั้นขณะที่นิสิตได้รับการฝึกตามยุทธศาสตร์การเรียนรู้เป็นทีมค่าพัฒนาการของคะแนนการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน คือร้อยละ 35.5 และในปีที่ 2 นิสิตไม่ได้รับการฝึกตามยุทธศาสตร์

Taylor & Francis Group. (2010 : 103:208 – 222) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาของชั้นที่สาม การทดสอบที่ประเมินความเข้าใจผิดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอเครื่องมือที่ใช้ในการวินิจฉัยที่สามารถเชื่อถือได้โดยการพัฒนาจากการทดสอบสามชั้นในวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จากการสัมภาษณ์, คำถามปลายเปิด และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้รับการพัฒนาจากนักเรียนมัธยมศึกษา 124 โรงเรียน พบว่า คะแนนการทดสอบอาจจะเป็นตัววัดที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ของนักเรียนในความเข้าใจในเชิงคุณภาพของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

Sadler. (2003 : 2784 - Abstract) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือในวิชาชีววิทยาของนักศึกษาระดับวิทยาลัยที่ได้เรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้ห้องเรียนขนาดกลางในการทดลองจำนวน 6 ห้องเรียน ที่ไม่ได้เรียนวิชาชีววิทยาจำนวน 5 ห้องเรียน ใช้การสอนแบบบรรยายปกติ มีจำนวนนักเรียน 349 คน และอีกห้องเรียนหนึ่งใช้วิธีการสอนแบบ

ร่วมมือ เครื่องมือที่ใช้คือ ระบบเครื่องวัดประสิทธิภาพของตนเองในวิชาชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างกันในการสร้างความสำเร็จทางวิชาการและนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบร่วมมือมีความมั่นใจสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบบรรยายปกติในการประยุกต์ความรู้วิชาชีววิทยาไปสู่วิชาอื่น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนในแต่ละสาขาวิชา สามารถนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุและข้อบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และทำให้ครูผู้สอนสามารถนำความบกพร่องของผู้เรียนไปแก้ไขความบกพร่องเป็นรายบุคคลได้อย่างเหมาะสม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาชีววิทยา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องยีนและโครโมโซม ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 21 โดยผู้วิจัยได้สร้างกรอบแนวคิดดังนี้



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
7. กรอบขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรเป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 6,637 คน จาก 56 โรงเรียน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 21. 2557)

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 678 คน ได้มาด้วยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Random Sampling) แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ใช้ในการทดสอบเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่อง เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ในโรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร จำนวน 100 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ใช้ในการหาคุณภาพเบื้องต้น เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ในโรงเรียนปากคาดพิทยาคม จำนวน 100 คน

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ในโรงเรียนปทุมเทพวิทยาคารและโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร จำนวน 100 คน

2.4 กลุ่มตัวอย่างที่ 4 ใช้ในการศึกษาความบกพร่องทั้งฉบับ เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 378 คน จาก 10 โรงเรียน
ขั้นตอนการดำเนินการสุ่ม ดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มขนาดโรงเรียน ตามสัดส่วนแบบแบ่งชั้น 1 : 3 : 3 : 4 โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวน 2 โรงเรียน สุ่มมา จำนวน 1 โรงเรียน ขนาดใหญ่ จำนวน 6 โรงเรียน สุ่มมา จำนวน 3 โรงเรียน ขนาดกลาง จำนวน 9 โรงเรียน สุ่มมา จำนวน 3 โรงเรียน ขนาดเล็ก จำนวน 24 โรงเรียน สุ่มมา จำนวน 4 โรงเรียน โดยยึดจำนวนนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มีจำนวนนักเรียน 2501 ขึ้นไป

โรงเรียนขนาดใหญ่ มีจำนวนนักเรียน 1500-2500 คน

โรงเรียนขนาดกลาง มีจำนวนนักเรียน 500-1499 คน

โรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวนนักเรียน 1-499 คน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนร้อยละ 30 ของโรงเรียนแต่ละขนาด จากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ มี 16 ห้องเรียน สุ่มมา 3 ห้องเรียน ได้นักเรียน 150 คน โรงเรียนขนาดใหญ่ 20 ห้องเรียน สุ่มมา 7 ห้องเรียน ได้นักเรียน 377 คน โรงเรียนขนาดกลาง 8 ห้อง สุ่มมา 3 ห้องเรียน ได้นักเรียน 81 คน และโรงเรียนขนาดเล็ก 6 ห้องเรียน สุ่มมา 4 ห้องเรียน ได้นักเรียน 70 คน รวมทั้งหมด 17 ห้องเรียน จาก 50 ห้องเรียน

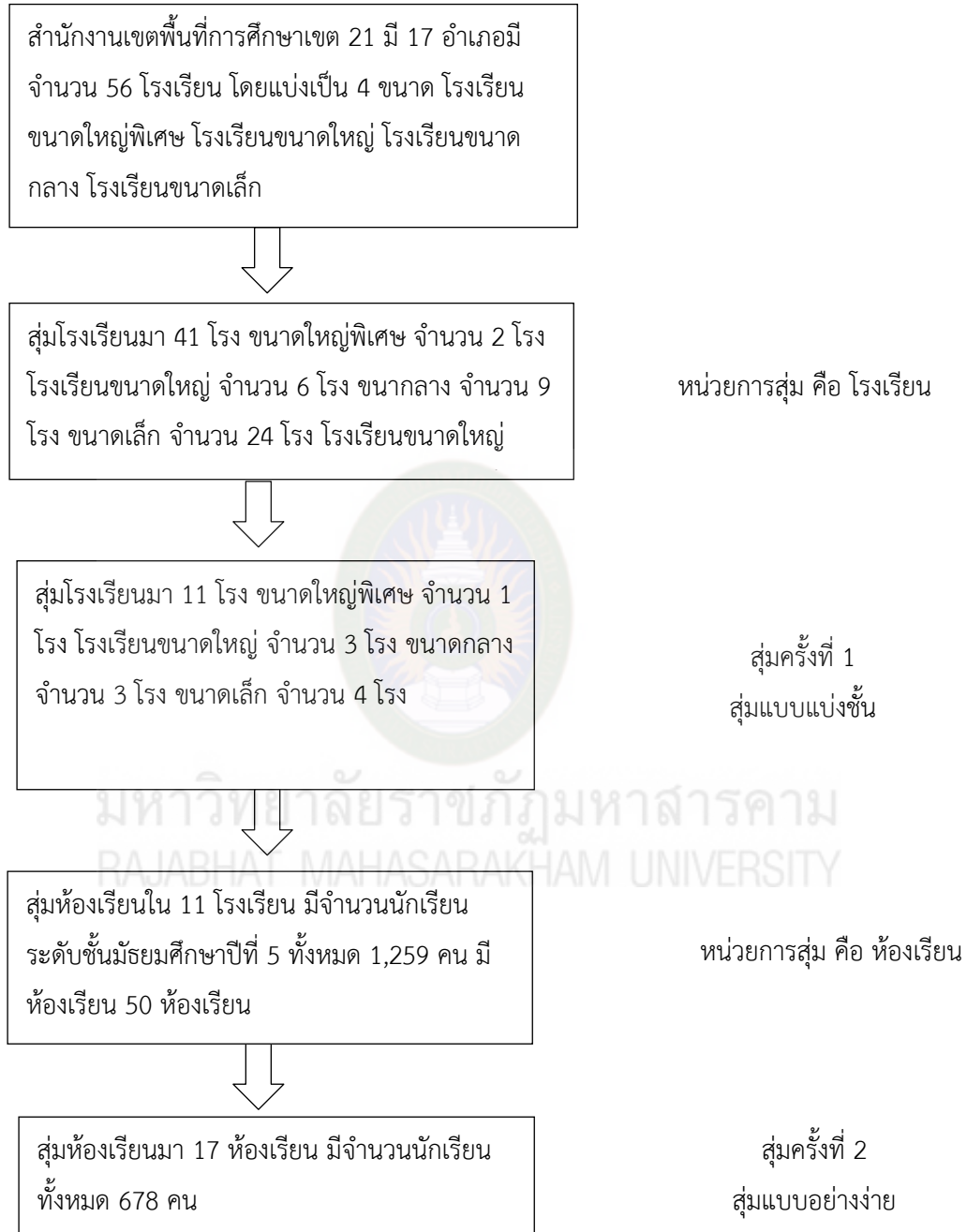
รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 678 คน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงกลุ่มตัวอย่างของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการ

เรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขนาด	โรงเรียน	จำนวนห้อง	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง				รวม
				เพื่อสำรวจ	เพื่อหาคุณภาพเบื้องต้น	เพื่อหาคุณภาพทั้งฉบับ	เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่อง	
ใหญ่พิเศษ	โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร	16	3	100	-	50	-	150
ใหญ่	โรงเรียนปากคาดพิทยาคม	7	2	-	100	-	77	177
	โรงเรียนศรีวิไลวิทยา	7	2	-	-	-	75	75
	โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร	6	3	-	-	50	75	125
กลาง	น้ำสวยวิทยา	3	1	-	-	-	30	30
	โรงเรียนปากสวยพิทยาคม	3	1	-	-	-	30	30
	โรงเรียนพานพร้าว	2	1	-	-	-	21	21
เล็ก	โรงเรียนหินโงมพิทยาคม	1	1	-	-	-	17	17
	โรงเรียนพระธาตุบังพวนวิทยา	2	1	-	-	-	18	18
	โรงเรียนเวียงคำวิทยาคาร	1	1	-	-	-	18	18
	โรงเรียนวราลาโกอนุสรณ์	2	1	-	-	-	17	17
รวม		50	17	100	100	100	378	678

จากขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างดังกล่าว สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพที่ 2 ดังนี้



แผนภาพที่ 2 แสดงการสุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องยีนและโครโมโซม แบบอัตโนมัติจำนวน 1 ฉบับ เพื่อสำรวจข้อบกพร่องของนักเรียน จำนวน 50 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อสำรวจความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน
2. ศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง/หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์/คู่มือวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 4 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตร คู่มือ และแบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อประมวลความสอดคล้องในการสร้างแบบทดสอบระหว่างเนื้อหาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
3. นำสาระการเรียนรู้มาเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 3.1 ผู้วิจัยเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดเพื่อให้ได้พฤติกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางมาตรฐานและตัวชี้วัดชั้นปี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
<p>ว1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม</p> <p>วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>1. ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกันเป็นเกลียวคู่วนขวาแต่ละสายประกอบด้วย นิวคลีโอไทด์นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วย น้ำตาลเพนโตส ไนโตรจีนัสเบส สีชนิด และหมู่ฟอสเฟต โดยที่ลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรมบันทึกอยู่</p> <p>2. มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในระดับยีนและโครโมโซม ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอโดยมิวเทชันที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกและหลานได้</p> <p>3. การแปรผันทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นใหม่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลากหลายชนิดก่อให้เกิดเป็นความหลากหลายทางชีวภาพ</p>

3.2 จากนั้นผู้วิจัยได้นำสาระการเรียนรู้มาวิเคราะห์โครงสร้างในการออกแบบทดสอบ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 โครงสร้างในการออกแบบทดสอบ


สาระการเรียนรู้	เนื้อหา	ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้						จำนวนข้อสอบ	
			ความรู้	ความจำ	ความเข้าใจ	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมิน	สร้าง	นำไปใช้
1.สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและหน้าที่ของสารพันธุกรรม	1.การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม	1.อธิบายลักษณะและความสำคัญของยีนและโครโมโซม			√				3	2
	2.การค้นพบสารพันธุกรรม	2.อธิบายการค้นพบสารพันธุกรรมได้				√			6	3
	3.โครโมโซม	3.อธิบายรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมได้	√						3	2
	3.1 รูปร่างลักษณะ จำนวนโครโมโซม	4.อธิบายส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมได้	√						3	2
	3.2 ส่วนประกอบของโครโมโซม	5.อธิบายองค์ประกอบของ DNA			√				8	4
	4.องค์ประกอบทางเคมีของ DNA	6.อธิบายโครงสร้างของ DNA			√				4	2

สาระการเรียนรู้	เนื้อหา	ตัวชี้วัด	พฤติกรรมพึงมี						จำนวนข้อสอบ	
			ความรู้	ความจำ	ความเข้าใจ	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมิน	สร้าง	นำไปใช้
2.สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ สมบัติของสาร พันธกรรม	6.สมบัติของสาร พันธกรรม การสังเคราะห์ DNA การควบคุม ลักษณะทาง พันธกรรมของ DNA DNA กับการสังเคราะห์โปรตีน	7.อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของ พันธกรรม และการสังเคราะห์ DNA ได้			√				8	5
		8.วิเคราะห์และอธิบายการ ควบคุม ลักษณะทาง พันธกรรมของ DNA				√			4	2
		9.อธิบายและสรุปการ ควบคุมลักษณะ ทางพันธกรรมได้					√			3
3.สืบค้น ข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุป การเกิดมิวเทชัน และผลของการเกิด มิวเทชันได้	7.มิวเทชัน	10.อธิบายการเกิดมิวเทชัน ได้			√				3	2
		11.อภิปรายและสรุปการ เกิดมิวเทชันได้						√		5
รวมทั้งสิ้น								50	30	

ตารางที่ 4 โครงสร้างของแบบทดสอบ

เนื้อหา	ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	เลือก
1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบาย เกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและหน้าที่ ของสารพันธุกรรม	1. อธิบายลักษณะและความสำคัญของยีนและโครโมโซม	1. การรวมของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกต จะเหมือนกับการ รวมกันของแอลลีลอย่างไร 2. ข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการพัฒนาของ เซลล์ลูกที่ได้รับ โครโมโซมจากพ่อแม่ 3. จากทฤษฎี Chromosome Theory of Inheritance กล่าวว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซม เพราะยีนและโครโมโซมมีความ สอดคล้องกันอย่างไร	3	2
	2. อธิบายการค้นพบสาร พันธุกรรมได้	4. หลักฐานที่ใช้สนับสนุนว่า DNA เป็นสาร พันธุกรรม ศึกษาจาก อะไร 5. จากการทดลองของแอมวอรี่ แมคคลอยด์ และแมคคาร์ทีเพราะ เหตุใดจึงเติมเอนไซม์ RNase DNase และโปรตีเอส ลงไปในสาร สกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S 6. ไนกรตนิวคลีอิก มีธาตุใดเป็นองค์ประกอบ หลัก 7. การตั้งชื่อสารพันธุกรรม นิวคลีอีน เพราะ เหตุผลใด	6	3

เนื้อหา	ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	เลือก
1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบาย เกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและหน้าที่ ของสารพันธุกรรม (ต่อ)	2. อธิบายการค้นพบสาร พันธุกรรมได้ (ต่อ)	8. "DNA อยู่ที่โครโมโซม" อาศัยหลักฐานใด 9. DNA ของแบคทีเรียมีลักษณะอย่างไร		
	3. อธิบายรูปร่างและ ลักษณะของโครโมโซมได้	10. เกล็ดที่ใช้ในการแบ่งรูปร่างของโครโมโซม คือ 11. การแบ่งเซลล์ในระยะใดที่มองเห็น โครโมโซมชัดเจนที่สุด 12. ถ้าต้องการจะศึกษาการเปลี่ยนแปลง ของโครโมโซม ควรเลือกศึกษาจากกระบวนการ ใด และใช้วิธีการใด	3	2
	4. อธิบายส่วนประกอบ ของยีนและโครโมโซมได้	13. ส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม เรียกว่าอะไร 14. โปรตีนที่พบอยู่ในโครโมโซม คือ 15. สาย DNA ที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตน ซึ่ง มีลักษณะคล้ายเม็ดลูกปัด เรียกว่าโครงสร้างนี้ ว่าอะไร	3	2
5. อธิบายองค์ประกอบ ทางเคมีของ DNA	16. องค์ประกอบของ (DNA) มีอะไรบ้าง 17. การเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็นสาย ยาว เกิดจากพันธะชนิดใด 18. ไนโตรจีนัสเบสที่ยึดเกาะกับน้ำตาลที่ คาร์บอนอะตอมตำแหน่งใด	8	4	

เนื้อหา	ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	เลือก
1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบาย เกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและหน้าที่ ของสารพันธุกรรม (ต่อ)	5. อธิบายองค์ประกอบ ทางเคมีของ DNA (ต่อ)	19. โมเลกุลของ DNA เป็นเกลียวคู่ มีลักษณะ คล้ายบันไดเวียน โดยมีสารใดที่ทำหน้าที่เป็นราว บันได 20. สารประกอบหลักที่ทำให้เกิดเป็นนิวคลีโอ ไทด์ คือ สารชนิดใด 21. กรดนิวคลีอิก มีเบสกี่ชนิด 22. ชนิดนิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วย อะไรบ้าง 23. DNA เป็นกรดชนิดใด		
	6. อธิบายโครงสร้างของ สารพันธุกรรม	24. กฎของชาร์กาฟ มีสาระสำคัญอย่างไร 25. การจับคู่เบสระหว่างเบส G กับ เบส C เกิด จากพันธะชนิดใด 26. นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่เสนอโครงสร้างของ DNA 27. แรงแย้งเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T คือ แรงแย้งใด	4	2
. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและ สรุเกี่ยวกับสมบัติของ สารพันธุกรรม	7. อธิบายการสังเคราะห์ DNA ได้	28. tRNA มีหน้าที่อย่างไร 29. mRNA มีหน้าที่อย่างไร 30. อธิบายการจำลองดีเอ็นเอ (DNA replication)  31. DNA \longrightarrow mRNA \longrightarrow พอลินิวคลีโอไทด์ ลูกศรหมายเลข 1 และ 2 เป็นกระบวนการอะไร ตามลำดับ	8	5

เนื้อหา	ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	เลือก
2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม (ต่อ)	7. อธิบายการสังเคราะห์ DNA ได้ (ต่อ)	32. สารที่เป็นตัวกลางระหว่าง DNA กับ ไรโบโซม คือ 33. การจำลองดีเอ็นเอเกิดในลักษณะใด 34. เอนไซม์ชนิดใดที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA) 35. การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นที่ใด		
	8. อธิบายการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA	36. กรดอะมิโนที่เป็นรหัสพันธุกรรมชนิดแรก คือ 37. รหัสพันธุกรรมตัวใดที่เป็นรหัสหยุด 38. สารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์ 39. นิวคลีโอไทด์ที่ต่อกันเป็นสายยาว เรียกว่าอะไร	4	2
	9. อธิบาย DNA กับการสังเคราะห์โปรตีน	ใช้ DNA template ตอบคำถามข้อ 40-41 3' TACAAAGGCTTTCCTATT 5' 40. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีนแล้ว จงลำดับนิวคลีโอไทด์บนสาย tRNA ของกรดอะมิโนตัวที่ 2 และ 3 41. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีนแล้วสิ้นสุดกระบวนการนี้จะได้กรดอะมิโนทั้งหมดกี่โมเลกุล	3	3

เนื้อหา	ตัวชี้วัด	ข้อสอบ	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	เลือก
2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบายและสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม (ต่อ)	9. อธิบาย DNA กับการสังเคราะห์โปรตีน	42. ถ้าโคดอนของ mRNA โมเลกุลหนึ่งมีลำดับเบสดังนี้ 5' AUGCACGGUAUA 3' จงหา DNA Template		
3. สืบค้น ข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปการเกิดมิวเทชัน และผลของการเกิดมิวเทชันได้	10. อธิบายการเกิดมิวเทชันได้	43. การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมที่เรียกว่า นอนดิสจังก์ชัน เกิดขึ้นในระยะใด 44. การเพิ่มหรือการขาดหายของนิวคลีโอไทด์ เรียกการเกิดมิวเทชันนี้ว่าอะไร 45. คาร์ิโอไทป์ หมายถึง อะไร	3	2
	11. อภิปรายและสรุปการเกิดมิวเทชันได้	46. อาการครีดูชาต์เป็นความผิดปกติของโครโมโซมที่เท่าใด 47. ลักษณะของอาการดาวน์เป็นอย่างไร 48. สาเหตุที่ก่อให้เกิดการมิวเทชัน 49. ลักษณะของอาการครีดูชาต์เป็นอย่างไร 50. เด็กชายที่แสดงอาการดาวน์ (Down's syndrome) เกิดขึ้นที่โครโมโซมที่เท่าไร	5	3
รวมทั้งสิ้น			50	30

3.3 นำโครงสร้างในการออกแบบทดสอบ ขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำเพื่อปรับปรุงข้อสอบ

4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ เรื่อง ยีนและโครโมโซม เป็นแบบอัตนัยชนิดแบบเติมคำตอบสั้น ๆ ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จำนวน 1 ฉบับ และกำหนดจำนวนข้อสอบตามกลุ่มสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 50 ข้อ นำแบบทดสอบไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ

5. นำข้อสอบแบบสำรวจไปเสนอต่ออาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและภาษา การวิจัยจำนวน 3 ท่าน และอาจารย์ผู้ จำนวน 2 ท่าน เพื่อขอคำปรึกษาและคำแนะนำ

5.1 ผศ.ดร.วรรณชัย ชาแทน วุฒิ วท.ด.วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ตำแหน่ง
อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านด้านเนื้อหา ภาษาการ
วิจัย

5.2 นายกฤษฎา โสมดำ วุฒิ กศ.ม.วิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่ง ครู คศ.2
โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ผู้เชี่ยวชาญ
ทางด้านด้านเนื้อหาและภาษาการวิจัย

5.3 นางอัญชลี ทิพย์สุทธิ ครูชำนาญการพิเศษ วุฒิ วท.ม. ชีววิทยาศึกษา
ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต
21 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย

5.4 นางนิตยาภรณ์ ศรีภาแลว ครูชำนาญการพิเศษ วุฒิ ค.ม.วิจัยและ
ประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนปากสวายพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดและประเมินผล

5.5 นายอนุวัตร เทศศรีเมือง วุฒิ ค.ม.วิจัยและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง
ครูชำนาญการ โรงเรียนปากสวายพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21
ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดและประเมินผล

คำชี้แจง พิจารณาว่าพฤติกรรมบ่งชี้ต่อไปนี้อยู่สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดไว้หรือไม่
แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนประเมิน” ตามความ
คิดเห็นของท่าน ดังนี้

กา ✓ ในช่องแน่ใจ ถ้าแน่ใจว่าพฤติกรรมบ่งชี้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนด

กา ✓ ในช่องไม่แน่ใจ ถ้าไม่แน่ใจว่าพฤติกรรมบ่งชี้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนด

กา ✓ ในช่องไม่สอดคล้อง ถ้าไม่แน่ใจว่าพฤติกรรมบ่งชี้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่

กำหนด

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับพฤติกรรมบ่งชี้

เนื้อหา	พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		สอดคล้อง +1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่สอดคล้อง -1	
1.การถ่ายทอดยีนและโครโมโซม	1.อธิบายลักษณะและความสำคัญของยีนและโครโมโซม				

พิจารณาดูตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมบ่งชี้กับเนื้อหาในหลักสูตรว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ตามวิธีของโรวินELLI และแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hammbletion) (ไพศาล วรรคํา. 2558 : 268) พร้อมให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นผู้วิจัยนำมาแก้ไขปรับปรุงให้เรียบร้อยก่อนนำไปทดสอบ

6. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อสำรวจหาจุดบกพร่อง จำนวน 100 คน ของโรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร ที่เคยเรียน เรื่องยีนและโครโมโซมมาแล้ว เพื่อรวบรวมคำตอบที่นักเรียนตอบผิดเพื่อนำไปสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบ

7. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยปรับปรุงข้อสอบจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจแล้วสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยตัวลวงนำมาจากคำตอบที่นักเรียนตอบในแบบทดสอบเพื่อสำรวจ เมื่อตอบถูกจะได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบเลยได้ 0 คะแนน จำนวน 50 ข้อ ต้องการนำไปใช้จริงในการวิจัย จำนวน 30 ข้อ

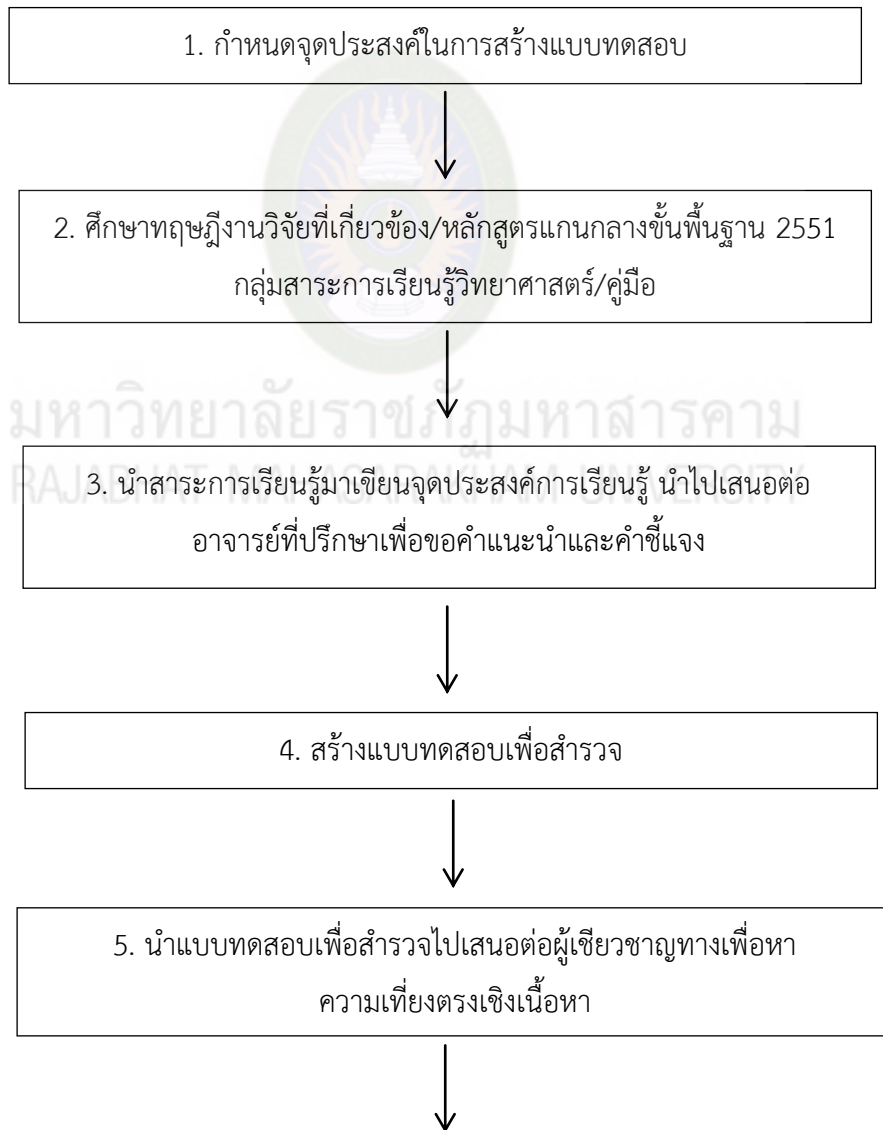
8. นำแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซมไปทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ในโรงเรียนปากคาดพิทยาคม ที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพเบื้องต้น จำนวน 50 ข้อ

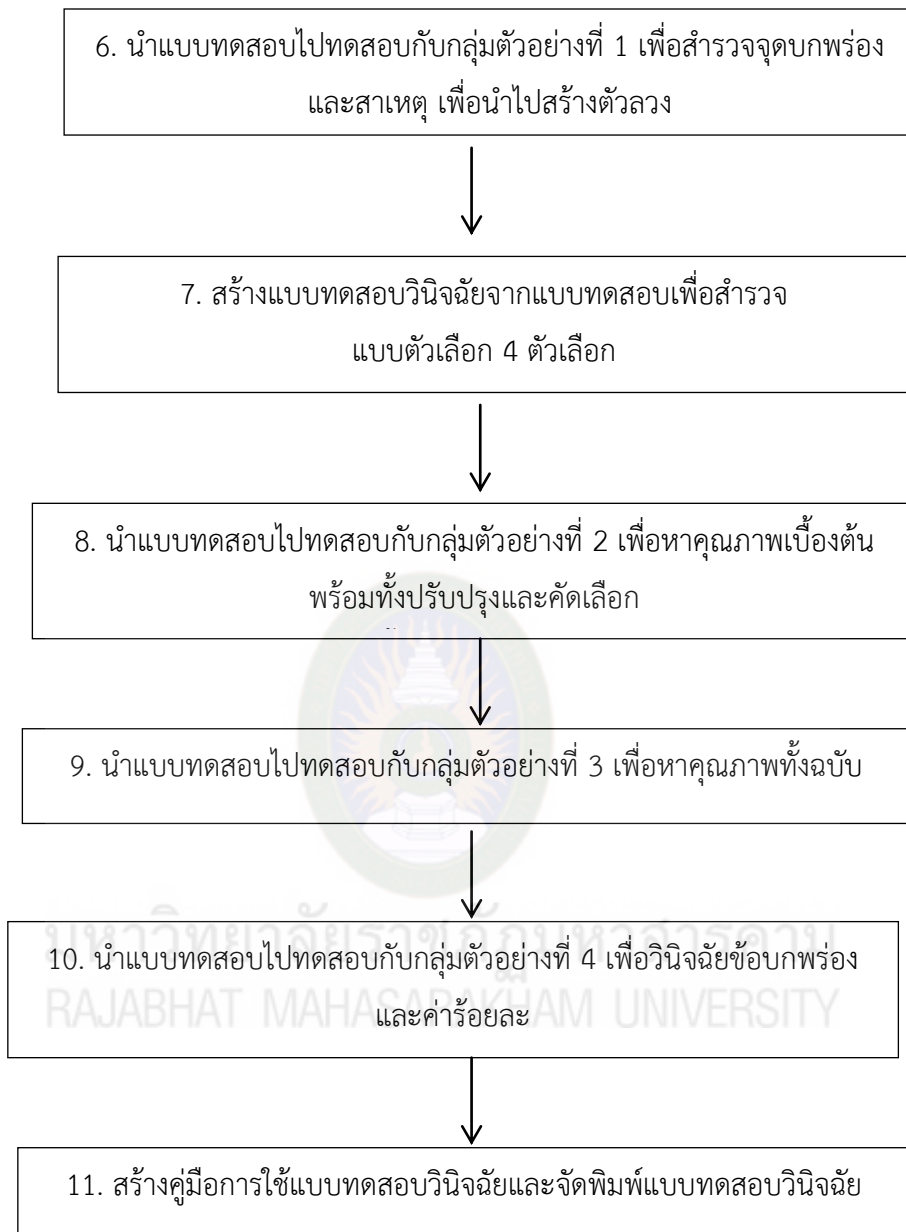
9. นำแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ไปทดลองครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างที่ 3 ในโรงเรียนปทุมเทพวิทยาคารและโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ที่เคยเรียนมาแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพทั้งฉบับ จำนวน 30 ข้อ พร้อมทั้งคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ

10. นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม กับกลุ่มตัวอย่างที่ 4 เพื่อวินิจฉัยความบกพร่องและค่าร้อยละในการเลือกตอบในโรงเรียนสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ที่เคยได้เรียน เรื่องยีนและโครโมโซม จำนวน 378 คน โดยวิเคราะห์หาค่าร้อยละ

11. สร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยและจัดพิมพ์แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นรูปเพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการดำเนินงาน ดังแผนภาพที่ 3





แผนภาพที่ 3 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยดำเนินการดังนี้

1. ขอนหนังสือแนะนำตัวจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อนำไปใช้ในการติดต่อกับโรงเรียนที่ผู้วิจัยเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล แหล่งข้อมูลสำคัญ

2. ติดต่อขอนัดหมายผู้ให้ข้อมูลสำคัญทุกคนเพื่อนัดแนะวันเวลาและสถานที่สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ล่วงหน้า

3. ดำเนินการสอบโดยแจ้งวัตถุประสงค์ในการสอบ และคำอธิบาย คำชี้แจงในการสอบให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ แล้วดำเนินการสอบ ซึ่งการทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

3.1 นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบเพื่อสำรวจหาความบกพร่อง กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 100 คน ที่อยู่ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้อง เพื่อวิเคราะห์หาความบกพร่องและรวบรวมคำตอบที่ผิดมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัย

3.2 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 100 คน ที่อยู่ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนปากคาดพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้อง เพื่อหาคุณภาพเบื้องต้นในแบบทดสอบวินิจฉัย

3.3 นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 3 จำนวน 100 คน ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคารและโรงเรียนปากคาดพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้อง เพื่อหาคุณภาพทั้งฉบับในแบบทดสอบวินิจฉัย ด้านค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน

3.4 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 4 จำนวน 378 คนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 10 โรงเรียน เพื่อวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม และค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การสำรวจหาความบกพร่องจากแบบทดสอบ โดยการหาค่าร้อยละและความถี่ของนักเรียนที่เลือกตอบในแต่ละตัวเลือกของแบบทดสอบ

2. การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาจาก

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัด โดยมีค่าตั้งแต่ .60 ถึง 1.00 จึงจะถือว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาแบบทดสอบ

2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบ พิจารณาจากสัดส่วนในการทำข้อสอบของข้อนี้ นั้นถูกต้องผู้เข้าสอบทั้งหมด โดยใช้สูตรอย่างง่าย โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ .65 ถึง .80 จึงจะถือว่ามีความยากของแบบทดสอบ

2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ หาโดยใช้ค่าดัชนีบี (B - Index) ของแบรนแนน มีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 จึงจะถือว่ามีความอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หาโดยใช้วิธีของโลเวทท์ (Lovett Method) โดยมีค่าตั้งแต่ 0.70 ถึง 1.00 จึงจะถือว่ามีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ มีดังต่อไปนี้

1. สถิติที่ใช้ในการสำรวจหาความบกพร่องจากแบบทดสอบ โดยการหาค่าร้อยละของนักเรียนที่เลือกตอบในแต่ละตัวเลือกของแบบทดสอบ

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage : %) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ. 2558 : 321)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ

f

เป็นความถี่ที่ต้องการแปลงให้ร้อยละ

N เป็นจำนวนความถี่ทั้งหมด

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (ปิยะธิดา ปัญญา. 2558 : 89)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียน จำนวนคะแนน

2.2 วิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้ (ปิยะธิดา ปัญญา. 2558 : 92)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X_i แทน ค่าของคะแนน หรือข้อมูลแต่ละตัว

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n แทน จำนวนคะแนนหรือข้อมูลทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

3.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ(Content Validity) โดยใช้วิธี ดัชนีความสอดคล้องของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton) (ปิยะธิดา ปัญญา. 2558 : 195)

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC แทน เป็นดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ วัตถุประสงค์

$\sum R$	แทน	เป็นคะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินแต่ละข้อ
n	แทน	เป็นจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

3.2 ค่าความยากของข้อสอบ (Difficulty) แต่ละข้อโดยใช้สูตรการหาค่าความยาก (ไพศาล วรคำ. 2558 : 298)

$$P = \frac{f}{n}$$

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีความยาก
	f	แทน	จำนวนผู้ตอบถูก
	n	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ

3.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) เป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของแบรนแนน (Brennan) ค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้เรียกว่า ดัชนีบี (B - Index หรือ Brennan Index) มีสูตรดังนี้ (สุรวาท ทองบุ. 2554 : 103)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2} \quad (\text{สำหรับตัวถูก})$$

$$B = \frac{L}{N_1} - \frac{U}{N_2} \quad (\text{สำหรับตัวลวง})$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	N_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	N_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
	U	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

3.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) แต่ละฉบับ โดยใช้สูตรของโลเวทท์ (Lovett Method) (ปิยะธิดา ปัญญา. 2558 : 147)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
-------	----------	-----	----------------------------------

k แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
x_i แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
C แทน	คะแนนเกณฑ์ หรือ คะแนนจุดตัด

กรอบขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องและหาสาเหตุของบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โดยมีกรอบในการดำเนินการวิจัย ดังแผนภาพที่ 3



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แผนภาพที่ 4 กรอบในการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายจากการวิเคราะห์ข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- N แทน จำนวนข้อสอบ
- P แทน ค่าความยากของข้อสอบ
- B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
- r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- C แทน คะแนนจุดตัด
- IOC แทน ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
- \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
- S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- % แทน ร้อยละ

ลำดับขั้นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

1.1 ผลการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1.1 ผลการหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบเพื่อสำรวจวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1.2 ผลการสำรวจความบกพร่องตามแนวคำตอบของนักเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 ผลการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.2 การหาคุณภาพเบื้องต้นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.3 การหาคุณภาพทั้งฉบับของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อสำรวจและแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1.1 ผลการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 ผลการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะเป็นชนิดเติมคำ จำนวน 50 ข้อ จาก 11 จุดประสงค์ ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงผลการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จุดประสงค์ ที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ
1	อธิบายลักษณะและความสำคัญของยีนและโครโมโซม	3
2	อธิบายการค้นพบสารพันธุกรรมได้	6
3	อธิบายรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมได้	3
4	อธิบายส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมได้	3
5	อธิบายองค์ประกอบของ DNA	8
6	อธิบายโครงสร้างของ DNA	4
7	อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของพันธุกรรมและการสังเคราะห์ DNA ได้	8
8	วิเคราะห์และอธิบายการควบคุม ลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA	4
9	ได้	3
10	อธิบายและสรุปการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้	3
11	อธิบายการเกิดมิวเทชันได้	5
	อภิปรายและสรุปการเกิดมิวเทชันได้	
	รวม	50

จากตารางที่ 5 ผลการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชา
ชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่ามีข้อสอบจำนวน 50 ข้อ 11
จุดประสงค์

1.2.1 ผลการหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบเพื่อสำรวจวิชาชีววิทยา
เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน
ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อ
คำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ผลดังตารางที่ 6



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อที่	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อ					ค่า IOC	แปล ผล
		คำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. อธิบายองค์ประกอบของ DNA (ต่อ)	21	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	22	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	23	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6. อธิบายโครงสร้างของ DNA	24	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	25	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้
	26	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
	27	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
7. อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของพันธูกรรมและการสังเคราะห์ DNA ได้	28	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	29	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	30	-1	1	1	1	1	0.6	ใช้ได้
	31	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	32	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
	33	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
	34	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
	35	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
8. วิเคราะห์และอธิบายการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA ได้	36	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
	37	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้
	38	-1	1	1	1	1	0.6	ใช้ได้
	39	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
9. อธิบายและสรุปการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้	40	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	41	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
	42	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อที่	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อ คำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้					ค่า IOC	แปล ผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
		10. อธิบายการเกิดมิว เทชันได้	43	1	1	0	1	1
	44	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
	45	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
11. อธิบายและสรุป การเกิดมิวเทชันได้	46	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
	47	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
	48	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
	49	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
	50	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้

จากตารางที่ 6 ผลการหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบเพื่อสำรวจวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 50 ข้อ มีอยู่ระหว่าง 0.6 - 1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ (มีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป) แสดงว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1.2.2 ผลการสำรวจความบกพร่องตามแนวคำตอบของนักเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำจำนวน 100 คน พบความบกพร่องของนักเรียนดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1. การรวมของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกต จะเหมือนกับ การรวมกันของ แอลลีนอย่างไร	-รวมกันแบบเจาะจง	-ไม่เข้าใจลักษณะความสำคัญของยีนและโครโมโซม	22	29.73
	-รวมกันแบบไม่เจาะจง	-จดจำลักษณะความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้	17	22.97
	-รวมกันเป็นแบบคู่เหมือน	-แยกแยะหลักการลักษณะความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้	35	47.30
2. ข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่	-ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อครึ่งหนึ่งเหมือนแม่ครึ่งหนึ่ง	-จดจำเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ไม่ได้	57	60.64
	-ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ทุกประการ	-วิเคราะห์เกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ไม่ได้	15	15.96
	-ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อหรือเหมือนแม่	-ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่	22	23.40
3. จากทฤษฎี chromosome theory of inheritance กล่าวว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซม เพราะยีนและโครโมโซมมีความ	-ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน	-วิเคราะห์หลักการสำคัญของ การถ่ายทอดยีนและโครโมโซมไม่ได้	44	61.11
	-ยีนและโครโมโซมมีการแยกตัวไป	-จดจำการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมไม่ได้	22	30.56
	ยังเซลล์สืบพันธุ์			
	-ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมมี 2 ชุด	-ไม่เข้าใจทฤษฎีการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมไม่ได้	6	8.33

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
สอดคล้องกัน อย่างไร				
4. หลักฐานที่ใช้ สนับสนุนว่า DNA เป็นสาร พันธุกรรม ศึกษา จากอะไร	-เพื่อให้แน่ใจว่า RNA ถูกย่อยสลายแล้วก็ไม่ มี RNA ไปเปลี่ยน แบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นสายพันธุ์ S -เพื่อให้แน่ใจว่า DNA เปลี่ยนแบคทีเรีย สายพันธุ์ R ให้เป็น สายพันธุ์ S -เพื่อให้แน่ใจว่า RNA เปลี่ยนแบคทีเรีย สายพันธุ์ R ให้เป็น สายพันธุ์ S	-จดจำผลการทดลองของแอ เวอรี่ แมคคลอยด์ และ แมคคาร์ทีไม่ได้ -ไม่เข้าใจผลการทดลองของ แอเวอรี่ แมคคลอยด์ และ แมคคาร์ที -วิเคราะห์ผลการทดลองของ แอเวอรี่ แมคคลอยด์ และแมคคาร์ทีไม่ได้	38 20 12	54.29 28.57 17.14
5. จากการ ทดลองของแอเวอ รี่ แมคคลอยด์ และแมคคาร์ที เพราะ เหตุใดจึงเติม เอนไซม์ RNase DNase และโปรตี เอส ลงไปในสาร สกัดจาก	-โครโมโซม -ใน DNA ที่อยู่ในลูกที่ ได้รับการถ่ายทอด มีจากรุ่นพ่อแม่ จะมีลักษณะที่ลูก แสดงออกมามีส่วน คล้ายพ่อแม่ -การนำเอาเลือดของ	-อธิบายผลการทดลองที่ใช้ อธิบายการค้นพบสาร พันธุกรรมไม่ได้ -จดจำผลการทดลองที่ใช้ อธิบายการค้นพบสาร พันธุกรรมระหว่างการนำสี ฟุคซินมาย้อมเซลล์ติดที่ นิวเคลียสและการทดลอง ต่างๆ ไม่ได้ -วิเคราะห์ผลการทดลองที่ใช้	23 43 12	29.49 55.13 15.38

ข้อความ	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
แบบที่เรียงสายพันธุ์ S	คน 2 คน มาตรวจหา คู่ที่มีสปีชีเหมือนกัน	อธิบายการค้นพบสาร พันธุกรรมไม่ได้		
6. ในกรดนิวคลีอิก มีธาตุใดเป็นองค์ประกอบ	-โปรตีน -ไนโตรจีนัสเบส -ออกซิเจน, ไฮโดรเจน	-ไม่เข้าใจความสำคัญธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของกรดนิวคลีอิก -วิเคราะห์ความสำคัญธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของกรดนิวคลีอิกไม่ได้ -แยกแยะธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของกรดนิวคลีอิกระหว่างธาตุฟอสฟอรัส, ธาตุไนโตรเจนกับธาตุต่าง ๆ	28 27 12	41.79 40.30 17.91
7. การตั้งชื่อสารพันธุกรรม นิวคลีโออิน เพราะเหตุผลใด	-เกิดจากชื่อของนักวิทยาศาสตร์ -เพราะในสารพันธุกรรมมีโปรตีนชนิดหนึ่งอาศัยอยู่ เรียก กรดนิวคลีอิก -เพราะมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักและสามารถย้อมสีติดสีได้	-ตีความหมายของสารพันธุกรรมไม่ได้ -จดจำความสำคัญของสารพันธุกรรมไม่ได้ -วิเคราะห์ความหมายของสารพันธุกรรมไม่ได้	17 45 16	20.24 53.57 19.05
8. "DNA อยู่ที่โครโมโซม" อาศัยหลักฐานใด	-DNA จับตัวกันเป็นคู่ๆและเรียงตัวจนกลายเป็นโครโมโซม	-จดจำหลักการของ DNA อยู่บนโครโมโซม	38	57.58

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	-โครโมโซมมีกรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบ	-วิเคราะห์หลักการของ DNA อยู่บนโครโมโซมไม่ได้	14	21.21
	-DNA มักพบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด	-อธิบายหลักการของ DNA อยู่บนโครโมโซมไม่ได้	14	21.21
9. DNA ของแบคทีเรียมีลักษณะอย่างไร	-เป็นสายตรงไม่บิดเกลียว	-จดจำลักษณะ DNA ระหว่างแบคทีเรียกับ DNA ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ	14	25.93
	-เป็น DNA ที่ไม่สมบูรณ์ขาดๆ แหว่งๆ	-ไม่เข้าใจลักษณะ DNA ของแบคทีเรีย และลักษณะ DNA ของมนุษย์	17	31.48
	-มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิส	-อธิบายลักษณะ DNA ของแบคทีเรียไม่ได้	27	50.00
10. เกล็ดที่ใช้ในการแบ่งรูปร่างของโครโมโซม คือ	-ลักษณะของแท่งโครโมโซม	-อธิบายเกล็ดแบ่งรูปร่างของโครโมโซมระหว่างตำแหน่งเซนโทรเมียร์กับลักษณะต่าง ๆ ของโครโมโซมไม่ได้	39	57.35
	-ชนิดของเบส	-ไม่เข้าใจเกล็ดที่ใช้ในการแบ่งรูปร่างของโครโมโซม	22	32.35
	-การแบ่งเป็นคู่	-วิเคราะห์หลักการที่ใช้ในการแบ่งรูปร่างของ โครโมโซมไม่ได้	7	10.29
11. การแบ่งเซลล์ในระยะใดที่มองเห็น	-ระยะอินเตอร์เฟส	-วิเคราะห์ระยะการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะไม่ได้	29	39.73
	-ระยะไมโอซิส	-ไม่เข้าใจการแบ่งเซลล์ในแต่ละ	29	39.73

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
โครโมโซมชัดเจนที่สุด	-ระยะเอ็มบริโอ	ลักษณะและระยะต่าง ๆ -จดจำการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะและระยะต่าง ๆ ไม่ได้	15	20.55
12. ถ้าต้องการจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม ควรเลือกศึกษาจากกระบวนการใด และใช้วิธีการใด	-กระบวนการแบ่งเซลล์, ย่อยด้วยเอนไซม์ -กระบวนการ DNA replication, โดยวิธีการจำลองสาย DNA ขึ้นมาใหม่ -การวิจัย, การวิจัยตรวจสอบ	-จดจำวิธีการศึกษาการแบ่งเซลล์และวิธีการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ -วิเคราะห์วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมและกระบวนการจำลองดีเอ็นเอไม่ได้ -อธิบายวิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมไม่ได้	19 52 8	24.05 65.82 10.13
13. ส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเรียกว่าอะไร	- DNA - RNA - จีโนมไทป์	-จดจำส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างยีนและดีเอ็นเอไม่ได้ -แยกแยะส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างยีนและส่วนประกอบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต -ไม่เข้าใจส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม	27 4 9	67.50 10.00 22.50
14. โปรตีนที่พบอยู่ในโครโมโซมคือ	-โปรตีนนอนฮิสโตน	-จดจำชื่อโปรตีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างโปรตีนฮิสโตนและสารชนิดอื่น ๆ ไม่ได้	19	50.00

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	-น้ำตาลเพนโตส	-ไม่เข้าใจชื่อโปรตีนที่พบอยู่บนโครโมโซมไม่ได้	18	47.37
	-เพปทิโดไกลแคน	-วิเคราะห์ข้อสารที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมและสารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต	1	2.63
15. สาย DNA ที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตน ซึ่งมีลักษณะคล้ายเม็ดลูกปัด เรียกว่าโครงสร้างนี้ว่าอะไร	-DNA pump	-แยกแยะชื่อโครงสร้างสายดีเอ็นเอที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตนและข้อสารชนิดต่าง ๆ	29	50.00
	-นิวคลีโอไทด์	-จดจำชื่อโครงสร้างสายดีเอ็นเอที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตนและข้อสารชนิดต่าง ๆ ไม่ได้	46	56.10
	-นิวคลีอิก	-ไม่เข้าใจชื่อโครงสร้างสายดีเอ็นเอที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตนและข้อสารชนิดต่าง ๆ	7	8.54
16. องค์ประกอบของ (DNA) มีอะไรบ้าง	-กรดอะมิโน, น้ำตาลเพนโตส, หมู่ฟอสเฟต	-อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ที่ประกอบด้วย น้ำตาลโพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟต ไม่ได้	24	64.86
	-ไนโตรจีนัสเบส, น้ำตาลเพนโตส, ลิพิด	-วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ DNA ที่ประกอบด้วย น้ำตาลโพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟตและ	10	27.03

ข้อความ	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	-น้ำตาลเพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, กรดอะมิโน	ธาตุต่าง ๆ ไม่ได้ -ไม่เข้าใจองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟตไม่ได้	3	8.11
17. การเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็นสายยาวเกิดจากพันธะชนิดใด	-พันธะโควาเลนต์ -พันธะสายคู่ -โปรตีนฮีสโตน	-จดจำการเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ระหว่างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์และพันธะต่างๆ -แยกแยะการเชื่อมสายนิวคลีโอไทด์จากพันธะชนิดต่าง ๆ ไม่ได้ -วิเคราะห์การเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ไม่ได้	20 15 9	45.45 34.09 20.45
18. ไนโตรจีนัสเบสที่ยึดเกาะกับน้ำตาลที่คาร์บอนอะตอมตำแหน่งใด	-ตำแหน่งที่ 3 -น้ำตาลเพนโตส -ตำแหน่งที่ 10	-จดจำตำแหน่งที่เบสยึดเกาะกับคาร์บอนของน้ำตาลในแต่ละตำแหน่งไม่ได้ -วิเคราะห์ความสำคัญของตำแหน่งที่เบสยึดเกาะกับคาร์บอนของน้ำตาลในแต่ละตำแหน่งไม่ได้ -อธิบายตำแหน่งที่เบสยึดเกาะกับคาร์บอนของน้ำตาลไม่ได้	50 16 3	72.46 23.19 4.35
19. โมเลกุลของ DNA เป็นเกลียวคู่มีลักษณะคล้าย	-เบสกับน้ำตาลเพนโตส	-จดจำการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสที่ทำหน้าที่	18	24.00

ข้อความ	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
บันไดเวียน โดยมี สารใดที่ทำหน้าที่ เป็นราวบันได	-เบสกับหมุ่ฟอสเฟต	เป็นราวบันไดไม่ได้ -แยกแยะการเชื่อมต่อของ สารระหว่างหมุ่ฟอสเฟตกับ น้ำตาลเพนโตสที่ทำหน้าที่ เป็นราวบันได	49	65.33
	-หมุ่ฟอสเฟตกับกรดอะ มิโน	-ไม่เข้าใจการการเชื่อมต่อ ของสารระหว่างหมุ่ฟอสเฟต กับน้ำตาลเพนโตสและโครง สร้างต่างๆที่ทำหน้าที่เป็น ราวบันได	8	10.67
20. สารประกอบ หลักที่ทำให้เกิด เป็นนิวคลีโอไทด์ คือ สารชนิดใด	-หมุ่ฟอสเฟต	-จดจำหน้าที่ของ สารประกอบหลักที่ทำให้เกิด เป็นนิวคลีโอไทด์ไม่ได้	58	72.50
	-กรดอะมิโน	-แยกแยะหน้าที่ของ สารประกอบหลักที่ทำให้เกิด เป็นนิวคลีโอไทด์	16	20.00
	-ธาตุฟอสฟอรัส	-อธิบายหน้าที่ของ สารประกอบหลักที่ทำให้เกิด เป็นนิวคลีโอไทด์ไม่ได้	6	7.50
21. กรดนิวคลีอิก มีเบสกี่ชนิด	-2 ชนิด	-จดจำชนิดเบสของกรด นิวคลีอิกที่เป็นสาร พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้	31	46.97
	-3 ชนิด	-อธิบายชนิดเบสของกรด นิวคลีอิกที่เป็นสาร พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้	26	39.39
	-10 ชนิด	-ไม่เข้าใจชนิดเบสของกรด	9	13.64

ข้อคำถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
		นิวคลีอิกของสิ่งมีชีวิตไม่ได้		
22. ชนิดนิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วยอะไรบ้าง	- tRNA และ mRNA	-วิเคราะห์องค์ประกอบนิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วย อะดีนีน, ยูราซิล,ไซโทซีน,กวานีน ไม่ได้	33	55.93
	-อะดีนีน, ยูราซิล, กวานีน, ไทมีน	-จดจำองค์ประกอบนิวคลีโอไทด์ของ RNA และ DNA ไม่ได้	16	27.12
	-น้ำตาลเพนโตส, เบส, หมู่ฟอสเฟต	-ไม่เข้าใจองค์ประกอบระหว่างนิวคลีโอไทด์ของ RNA และ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของสารพันธุกรรมไม่ได้	10	16.95
23. DNA เป็นกรดชนิดใด	-กรดดีออกซีไรโบส	-จดจำชนิดของ DNA กับชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบของ RNA ไม่ได้	23	43.40
	-กรดอะมิโน	-แยกแยะชนิดของ DNA กับรหัสพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	18	33.96
	-กรดนิวคลีโอไทด์	-อธิบายชนิดของ DNA ที่เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้	12	22.64
24. กฎของชาร์กาฟ มีสาระสำคัญอย่างไร	-ปริมาณเบส A เท่ากับเบส T, ปริมาณเบส C เท่ากับ G	-วิเคราะห์ผลการทดลองของชาร์กาฟที่สรุปอัตราส่วนระหว่างเบส A=T และ เบส G=C ที่อยู่สาย DNA ไม่ได้	61	72.62
	-เป็นการศึกษา	-ไม่เข้าใจผลการทดลองของ	15	17.86

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	<p>โครงสร้างรูปร่าง โครโมโซม</p> <p>-เมื่อสิ่งแวดล้อม เปลี่ยนแปลง สิ่งมีชีวิต ก็จะเปลี่ยนแปลงตาม ไปด้วยเพื่อความอยู่ รอด</p>	<p>ชาร์กาฟสรุปอัตราส่วน ระหว่างเบส A=T และ เบส G=C ที่อยู่สาย DNA ไม่ได้</p> <p>-จดจำผลการทดลองระหว่าง การทดลองของชาร์กาฟ และผลการศึกษาของ สิ่งมีชีวิตไม่ได้</p>	8	9.52
25. การจับคู่เบส ระหว่างเบส G กับ เบส C เกิด จากพันธะชนิดใด	<p>-พันธะไฮโดรเจน</p> <p>-พันธะโควาเลนต์</p> <p>-พันธะคาร์บอน</p>	<p>-จดจำโครงสร้างการจับคู่เบส ระหว่างเบส A=T และ เบส G=Cที่เป็นอัตราส่วน ของสิ่งมีชีวิต ไม่ได้</p> <p>-วิเคราะห์การจับคู่ระหว่าง เบส G กับ เบส C ไม่ได้</p> <p>-อธิบายโครงสร้างการจับคู่ เบสระหว่างระหว่างเบส G กับ เบส C ไม่ได้</p>	27 19 6	51.92 36.54 11.54
26. นักวิทยาศาสตร์ ท่านใดที่เสนอ โครงสร้างของ DNA	<p>-ชาร์กาฟ</p> <p>-รัทเทอร์ฟอร์ด</p> <p>-เกรเกอร์ เมนเดล</p>	<p>-จดจำผลการทดลองของวัต สัน-คริก และ นักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ท่าน ไม่ได้</p> <p>-ไม่เข้าใจผลการทดลองต่างๆ ของนักวิทยาศาสตร์ไม่ได้</p> <p>-วิเคราะห์ผลการทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ที่เสนอ โครงสร้างของ DNA ไม่ได้</p>	27 4 7	71.05 10.53 18.42

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
27. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T คือแรงยึดใด	-พันธะไฮโดรเจน	-จดจำแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T และเบส C กับ เบส G ไม่ได้	23	42.59
	-แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล	-แยกแยะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T ไม่ได้	30	55.56
	-แรงเปปไทด์	-ไม่เข้าใจแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T ไม่ได้	1	1.85
28. tRNA มีหน้าที่อย่างไร	-แปลรหัสที่เกิดจากการสังเคราะห์ RNA	-จดจำหน้าที่ระหว่าง tRNA กับ mRNA ที่ทำหน้าที่คัดลอกรหัสพันธุกรรม ไม่ได้	47	63.51
	-สังเคราะห์โปรตีน	-แยกแยะหน้าที่ของ tRNA และ mRNA ไม่ได้	23	31.08
	-นำกรดอะมิโนไปยังไรโบโซม	-ไม่เข้าใจหน้าที่ของ tRNA ที่ทำหน้าที่แปลรหัสพันธุกรรมและ mRNA ที่ทำหน้าที่คัดลอกรหัสพันธุกรรม ไม่ได้	4	5.41
29. mRNA มีหน้าที่อย่างไร	-เป็นแม่แบบสำหรับการสังเคราะห์โปรตีน	-จดจำหน้าที่ระหว่าง mRNA กับ tRNA ที่ทำหน้าที่แปลรหัสพันธุกรรม ไม่ได้	34	43.04
	-แปลรหัสพันธุกรรม	-วิเคราะห์หน้าที่ของ mRNA และ tRNA ไม่ได้	38	48.10
	-กำหนดสารพันธุกรรม	-อธิบายหน้าที่ของ mRNA และ DNA ที่เป็นรหัส	7	8.86

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
		พันธุกรรมสลับกัน		
30. อธิบายการจำลองดีเอ็นเอ DNA replication	-DNA แม่แบบ แยกเป็น 2 สาย -DNA สายเก่าและสายใหม่จับคู่กัน -จำลองโดยสายให้สายใหม่ใกล้เคียงกับสายเก่า	-จดจำการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์และการสังเคราะห์ mRNA จาก DNA แม่แบบ ไม่ได้ -ไม่เข้าใจการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์ -อธิบายการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์ไม่ได้	16 35 18	23.19 50.72 44.93
31. DNA นิวคลีโอไทด์	1.กระบวนการถอดรหัส, 2.กระบวนการจำลอง DNA -1กระบวนการแตกสลาย, 2.กระบวนการสังเคราะห์ -1.กระบวนการคลายเกลียว, 2.กระบวนการถอดรหัส	-จดจำกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการต่าง ๆ ไม่ได้ -วิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการต่าง ๆ -ไม่เข้าใจกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน	12 15 15	28.57 35.71 35.71
32. สารที่เป็นตัวกลางระหว่าง DNA กับ ไรโบโซม คือ	- tRNA -น้ำ	-จดจำสารที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่าง DNA กับ ไรโบโซมไม่ได้ -วิเคราะห์สารที่ทำหน้าที่เป็น	25 17	38.46 26.15

ข้อความ	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	-ไซโทพลาซึม	ตัวกลางระหว่าง DNA กับโรโบโซมไม่ได้ -แยกแยะสารที่เป็นตัวกลางระหว่าง DNA กับโรโบโซมไม่ได้	23	35.38
33. การจำลองดีเอ็นเอเกิดในลักษณะใด	-สร้าง DNA สายใหม่ -แบบวงกลม -แบบเกลียวสายยาว	-จดจำกระบวนการจำลองดีเอ็นเอไม่ได้ -แยกแยะกระบวนการจำลองดีเอ็นเอไม่ได้ -ไม่เข้าใจกระบวนการจำลองดีเอ็นเอ	25 14 24	39.68 22.22 38.10
34. เอนไซม์ชนิดใดที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA)	-mRNA -เอนไซม์พอลิเมอเรส	-แยกแยะเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบระหว่างเอนไซม์เฮลิเคสและ RNA ไม่ได้ -วิเคราะห์ความสำคัญของเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบระหว่างเอนไซม์เฮลิเคสและเอนไซม์ต่าง ๆ ไม่ได้	24 34	35.29 50.00
35. การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นที่ใด	-เซลล์ -DNA แม่แบบ	-จดจำบริเวณสังเคราะห์โปรตีนระหว่างไซโทพลาสซึมกับเซลล์ไม่ได้ -แยกแยะความสำคัญบริเวณ	13 16	22.81 28.07

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	-นิวเคลียส	ที่ใช้สังเคราะห์โปรตีน ไม่ได้ -อธิบายบริเวณที่ใช้ สังเคราะห์โปรตีนไม่ได้	28	49.12
36. กรดอะมิโนที่เป็นรหัสพันธุกรรมชนิดแรก คือ	- AUG - UAG - UAA	-จดจำรหัสพันธุกรรมของ กรดอะมิโนตัวแรกกับรหัส เริ่มต้นในการสังเคราะห์ กรดอะมิโน -แยกแยะความสำคัญของ รหัสพันธุกรรมกรดอะมิโน ตัวแรกและตัวหยุดไม่ได้ -ไม่เข้าใจรหัสพันธุกรรม กรดอะมิโนตัวแรก	80 11 5	83.33 11.46 5.21
37. รหัสพันธุกรรมตัวใดที่เป็นรหัสหยุด	- AUG, UAG, UGA - UUU, UAG, UGA - mRNA	-แยกแยะรหัสพันธุกรรมที่ เป็นรหัสหยุดและรหัส เริ่มต้นไม่ได้ -จดจำระหว่างรหัสพันธุกรรม ที่เป็นรหัสหยุดและรหัส ต่างๆที่เป็นรหัสพันธุกรรม ไม่ได้ -ไม่เข้าใจหน้าที่รหัสที่เป็น รหัสหยุดและหน้าที่ของ mRNA และ tRNA	21 7 4	65.63 21.88 12.50
38. สารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์	- นิวคลีโอไทด์	-ไม่เข้าใจสารที่เป็น องค์ประกอบของเซลล์สัตว์ และนิวคลีโอไทด์	26	40.00

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	- โพรตีน	-อธิบายที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์และสารต่าง ๆ ไม่ได้	23	35.38
	-เซลล์โลส	-วิเคราะห์สารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ไม่ได้	16	24.62
39. นิวคลีโอไทด์ที่ต่อกันเป็นสายยาว เรียกว่าอะไร	-นิวคลีโอไทด์	-แยกแยะการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ไม่ได้	6	12.77
	- DNA แม่แบบ	-ไม่เข้าใจหลักการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์และ DNA แม่แบบ	28	59.57
	-ลีดดิ้งสแตนด์	-อธิบายการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์กับกระบวนการต่าง ๆ สลับกัน	13	27.66
ใช้ DNA template ตอบคำถามข้อ 40-42	- UUU,CCG	-จดจำรหัสกรดอะมิโนที่อยู่บนสาย tRNA และ DNA ไม่ได้	35	42.17
3' TACAAAGGC	- TTT,CCG	-แยกแยะรหัสกรดอะมิโนที่อยู่บนสาย tRNA และ DNA ไม่ได้	31	37.35
TTTCCTATT 5'	- AAG,CTA	-ไม่เข้าใจความสำคัญของรหัสกรดอะมิโน	16	19.28
40. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีนแล้ว จงหาลำดับนิวคลีโอไทด์บนสาย tRNA ของกรดอะมิโนตัวที่ 2				

ข้อความ	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
และ 3				
41. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีนแล้วสิ้นสุดกระบวนการนี้จะได้กรดอะมิโนทั้งหมดกี่โมเลกุล	-7 โมเลกุล -9 โมเลกุล -6 โมเลกุล	-จดจำกระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโนเมื่อเจอรหัสหยุดและรหัสเริ่มต้นไม่ได้ -ไม่เข้าใจรหัสหยุดและรหัสเริ่มต้นในการสังเคราะห์โปรตีน -วิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโนไม่ได้	14 24 31	20.29 34.78 44.93
42. ถ้าโคดอนของ mRNA โมเลกุลหนึ่งมีลำดับเบสดังนี้ 5' AUGCAC GGUAUA 3' จงหา DNA Template	-5'TACGTG CCATAT3' -5'UACGUG CCAUAU3' -3'TUGCTC GGUTUT5'	-จดจำระหว่างปลายเส้นของสาย DNA และ DNA ที่มีชนิดนิวคลีโอไทด์แตกต่างกันไม่ได้ -อธิบายการเข้าสู่ชนิดนิวคลีโอไทด์ของ DNA และ RNA ไม่ได้ -วิเคราะห์เข้าสู่เบสเบสระหว่าง A กับ T และ A กับ U ไม่ได้	26 21 17	40.63 32.81 26.56
43. การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมที่เรียกว่า นอนดิสจังก์ชัน เกิดขึ้นใน ระยะใด	-ระยะเมตาเฟส I,II -ระยะไมโอซิส II	-จดจำการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะการแบ่งเซลล์ไม่ได้ -ไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม ที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะการแบ่งเซลล์	20 44	24.39 53.66

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	-ระยะไซโกต	-อธิบายการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม ที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะการแบ่งเซลล์ไม่ได้	18	21.95
44. การเพิ่มหรือการขาดหายของนิวคลีโอไทด์เรียกการเกิดมิวเทชันนี้ว่าอะไร	-การขาดหรือเกินของโครโมโซม -นอนดิสจังชัน -มิวเทชันเพิ่ม - ขาด	-จดจำการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้ -วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้ -อธิบายการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมไม่ได้	21 36 9	31.82 54.55 13.64
45. คาร์ิโอไทป์หมายถึง อะไร	-ลักษณะพันธุกรรม -ความผิดปกติของโครโมโซม -นิวคลีโอไทด์แต่ละตัว	-จดจำความหมายของคาร์ิโอไทป์ไม่ได้ -ตีความหมายของคาร์ิโอไทป์ไม่ได้ -ไม่เข้าใจความหมายของคาร์ิโอไทป์	15 38 10	23.81 60.32 15.87
46. อาการครีดูชาต์เป็นความผิดปกติของโครโมโซมที่เท่าใด	-โครโมโซมคู่ที่ 21 -โครโมโซมคู่ที่ 18 -โครโมโซมคู่ที่ 13	-จดจำจดจำกับความผิดปกติของโครโมโซมระหว่างอาการดาวน์และอาการครีดูชาร์ไม่ได้ -ไม่เข้าใจกับความผิดปกติของโครโมโซม -วิเคราะห์ความผิดปกติของโครโมโซมไม่ได้	25 15 12	48.08 28.85 23.08
47. ลักษณะของอาการดาวน์เป็นอย่างไร	-ปัญญาอ่อน -ปัญญาอ่อน เพดาน	-แยกแยะลักษณะอาการดาวน์ได้บางลักษณะ -อธิบายลักษณะอาการดาวน์	14 20	34.15 48.78

ข้อความถาม	ความบกพร่อง	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	โหว่ -ลิ้นคัมปาก ศรีษะแบน	ได้บางลักษณะ -จดจำลักษณะอาการดาวน์	7	17.07
48. สาเหตุที่ก่อให้เกิดการมีวเทชั่น	-ความผิดปกติของร่างกาย -การกลายพันธุ์ -ควันบู่หรี	-อธิบายการเกิดมีวเทชั่นไม่ได้ -จดจำสาเหตุและความหมายที่ก่อให้เกิดการมีวเทชั่นไม่ได้ -วิเคราะห์สาเหตุที่ก่อให้เกิดการมีวเทชั่นได้ไม่ครบถ้วน	30 27 4	49.18 44.26 6.56
49. ลักษณะของอาการครีดูชาติเป็นอย่างไร	-หูกาง ลิ้นจุกปาก จมูกแบน -จมูกแบน หางตาชี้ขึ้น ลิ้นจุกปาก -ตัวพอม ร่างกายอ่อนแอ	-แยกแยะความผิดปกติของอาการครีดูชาติได้บางประการ -จดจำลักษณะอาการครีดูชาติกับอาการดาวน์ไม่ได้ -ไม่เข้าใจความผิดปกติโครโมโซม	16 12 10	42.11 31.58 26.32
50. เด็กชายที่แสดงอาการดาวน์ (Down's syndrome) เกิดขึ้นที่โครโมโซมที่เท่าไร	-โครโมโซมคู่ที่ 5 -โครโมโซมคู่ที่ 18 -โครโมโซมคู่ที่ 23	-จดจำกับความผิดปกติของโครโมโซมระหว่างอาการดาวน์และครีดูชาติไม่ได้ -ไม่เข้าใจความสำคัญความผิดปกติของโครโมโซมอาการดาวน์และครีดูชาติ -แยกแยะความผิดปกติที่เกิดขึ้นบนโครโมโซมเพศและโครโมโซมร่างกาย	9 15 19	20.93 34.88 44.19

จากตารางที่ 7 ผลการสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม จากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบสาเหตุความบกพร่องตามแนวคำตอบของนักเรียนในแบบทดสอบเพื่อสำรวจมี 6 ด้าน คือ ด้านจดจำเนื้อหาไม่ได้ด้านวิเคราะห์เนื้อหาไม่ได้ ด้านไม่เข้าใจเนื้อหา ด้านแยกแยะเนื้อหาไม่ได้ ด้านอธิบายเนื้อหาไม่ได้ และด้านตีความหมายไม่ได้ ตามลำดับ

1.3. ผลการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้นำความบกพร่องจากการสำรวจความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม มาสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจำนวน 1 ฉบับ 50 ข้อ ดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
1.อธิบายลักษณะและความสำคัญของยีนและโครโมโซม	1. การรวมของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกต จะเหมือนกับการรวมกันของแอลลีลอย่างไร	ก. รวมกันแบบเจาะจง	ไม่เข้าใจลักษณะความสำคัญของยีนและโครโมโซม
		ข. รวมกันเป็นแบบสุ่ม	คำตอบถูกต้อง
		ค. รวมกันแบบไม่เจาะจง	จดจำลักษณะความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้
		ง. รวมกันเป็นแบบคู่เหมือน	แยกแยะหลักการลักษณะความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
	2. ข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่	ก. ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อครึ่งหนึ่งเหมือนแม่ครึ่งหนึ่ง	จดจำเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ไม่ได้
		ข. ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ทุกประการ	วิเคราะห์เกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ไม่ได้
		ค. ลูกที่เกิดมามีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่	คำตอบถูกต้อง
		ง. ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อ หรือเหมือนแม่	ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่
3. จากทฤษฎี chromosome theory of inheritance กล่าวว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซม เพราะยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกันอย่างไร		ก. ขณะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสยีนและโครโมโซมเข้าคู่กันและรวมตัวกัน	คำตอบถูกต้อง
		ข. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน	วิเคราะห์หลักการสำคัญของการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมไม่ได้
		ค. ยีนและโครโมโซมมีการแยกตัวไปยังเซลล์สืบพันธุ์	จดจำการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมไม่ได้
		ง. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมมี 2 ชุด	ไม่เข้าใจทฤษฎีการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมไม่ได้

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
2.อธิบายการค้นพบสารพันธุกรรมได้	4. จากการทดลองของแอเวอรี แมคคลอยด์ และแมคคาร์ทีเพราะเหตุใดจึงเติมเอนไซม์ RNase DNase และโปรตีเอส ลงไปในสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S	ก. เพื่อให้แน่ใจว่า DNA ถูกย่อยสลายแล้วก็ไม่ มี DNA ไปเปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นสายพันธุ์ S	คำตอบถูกต้อง
		ข. เพื่อให้แน่ใจว่า RNA ถูกย่อยสลายแล้วก็ไม่ มี RNA ไปเปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นสายพันธุ์ S	จดจำผลการทดลองของแอเวอรี แมคคลอยด์ และแมคคาร์ทีไม่ได้
		ค. เพื่อให้แน่ใจว่า DNA เปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นสายพันธุ์ S	ไม่เข้าใจผลการทดลองของแอเวอรี แมคคลอยด์ และแมคคาร์ที
		ง. เพื่อให้แน่ใจว่า RNA เปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นสายพันธุ์ S	วิเคราะห์ผลการทดลองของแอเวอรี แมคคลอยด์ และแมคคาร์ทีไม่ได้
5.หลักฐานที่ใช้สนับสนุนว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม ศึกษาจากอะไร		ก. โคโรโมโซม	อธิบายผลการทดลองที่ใช้อธิบายการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้
		ข. การนำสีฟุคซินมาย้อมเซลล์ติดที่นิวเคลียสและหนาแน่นที่โครโมโซม	คำตอบถูกต้อง
		ค. ใน DNA ที่อยู่ในลูกที่	จดจำผลการทดลองที่ใช้

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
		ได้รับการถ่ายทอดมี จากรุ่นพ่อแม่ นั้น จะมี ลักษณะที่ลูกแสดง ออกมามีส่วนคล้ายพ่อ แม่	อธิบายการค้นพบสาร พันธุกรรมระหว่างการ นำสีฟุคซิมมาย้อมเซลล์ ติดที่นิวเคลียสและการ ทดลองต่างๆ ไม่ได้
		ง. การนำเอาเลือดของคน 2 คน มาตรวจหาคู่ที่ มีสปีซีเหมือนกัน	จำผลการทดลองที่ใช้ อธิบายการค้นพบสาร พันธุกรรมไม่ได้
	6. ในกรดนิวคลีอิก มีธาตุ ใดเป็นองค์ประกอบหลัก	ก. โปรตีน	ไม่เข้าใจความสำคัญ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ หลักของกรดนิวคลีอิก
		ข. ธาตุฟอสฟอรัส, ธาตุ ไนโตรเจน	คำตอบถูกต้อง
		ค. ไนโตรจีนัสเบส	วิเคราะห์ความสำคัญ ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ หลักของกรดนิวคลีอิก ไม่ได้
		ง. ออกซิเจน, ไฮโดรเจน	แยกแยะธาตุที่เป็น องค์ประกอบหลักของ กรดนิวคลีอิกระหว่าง ธาตุฟอสฟอรัส, ธาตุ ไนโตรเจน กับธาตุต่างๆ ไม่ได้
	7. การตั้งชื่อสาร พันธุกรรม นิวคลีอีน	ก. เกิดจากชื่อของ นักวิทยาศาสตร์	ตีความหมายของสาร พันธุกรรมไม่ได้

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
	เพราะเหตุผลใด	ข. เพราะในสารพันธุกรรมมีโปรตีนชนิดหนึ่งอาศัยอยู่เรียก กรดนิวคลีอิก	จดจำความสำคัญของสารพันธุกรรมไม่ได้
		ค. เพราะมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก และสามารถย้อมสีติดสีได้	วิเคราะห์ความหมายของสารพันธุกรรมไม่ได้
		ง. เป็นสารที่พบอยู่ภายในนิวเคลียส (Nucleus)	คำตอบถูกต้อง
8. "DNA อยู่ที่โครโมโซม" อาศัยหลักฐานใด		ก. DNA จับตัวกันเป็นคู่ ๆ และเรียงตัวจนกลายเป็นโครโมโซม	จดจำหลักการของ DNA อยู่บนโครโมโซมไม่ได้
		ข. โครโมโซมมีกรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบ	วิเคราะห์หลักการของ DNA อยู่บนโครโมโซมไม่ได้
		ค. DNA มักพบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด	อธิบายหลักการของ DNA อยู่บนโครโมโซมไม่ได้
		ง. การเข้าคู่กันและการแยกกันของยีนและโครโมโซม	คำตอบถูกต้อง
9. DNA ของแบคทีเรียมีลักษณะอย่างไร		ก. เป็นสายตรงไม่บิดเกลียว	จดจำลักษณะ DNA ระหว่างแบคทีเรียกับ DNA ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ไม่ได้

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
		ข. เป็น DNA ที่ไม่ สมบูรณ์ขาด ๆ แหว่ง ๆ	ไม่เข้าใจลักษณะ DNA ของแบคทีเรีย และ ลักษณะ DNA ของ มนุษย์
		ค. มีการแบ่งตัวแบบไมโท ซิส	อธิบายลักษณะ DNA ของแบคทีเรียไม่ได้
		ง. เป็นวงกลม	คำตอบถูกต้อง
3.อธิบาย รูปร่างและ ลักษณะของ โครโมโซมได้	10. เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง รูปร่างของโครโมโซม คือ 10. เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง รูปร่างของโครโมโซม คือ (ต่อ)	ก. ลักษณะของแท่ง โครโมโซม	อธิบายเกณฑ์แบ่ง รูปร่างของโครโมโซม ระหว่างตำแหน่งเซน โทรเมียร์กับลักษณะ ต่างๆของโครโมโซม ไม่ได้
		ข. ชนิดของเบส	ไม่เข้าใจเกณฑ์ที่ใช้ใน การแบ่งรูปร่างของ โครโมโซม
		ค. ตำแหน่งของเซนโทร เมียร์	คำตอบถูกต้องแล้ว
		ง. การแบ่งเป็นคู่	วิเคราะห์หลักการที่ใช้ ในการแบ่งรูปร่างของ โครโมโซมไม่ได้
	11. การแบ่งเซลล์ในระยะ ใดที่มองเห็นโครโมโซม ชัดเจนที่สุด	ก. ระยะอินเทอร์เฟส	วิเคราะห์ระยะการแบ่ง เซลล์ในแต่ละระยะ ไม่ได้
		ข. ระยะไมโอซิส	ไม่เข้าใจการแบ่งเซลล์ ในแต่ละระยะและระยะ

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
			ต่างๆ
		ค. ระยะเมตาเฟส	คำตอบถูกต้อง
		ง. ระยะเอ็มบริโอ	จดจำการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะและระยะต่างๆไม่ได้
	12. ถ้าต้องการจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม ควรเลือกศึกษาจากกระบวนการใด และใช้วิธีการใด	ก. การแบ่งเซลล์, ย้อมสี	คำตอบถูกต้อง
		ข. กระบวนการแบ่งเซลล์, ย้อมด้วยแอนไฮม์	จดจำวิธีการศึกษาการแบ่งเซลล์และวิธีการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้
		ค. กระบวนการ DNA replication, โดยวิธีการจำลองสาย DNA ขึ้นมาใหม่	วิเคราะห์วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมและกระบวนการจำลองดีเอ็นเอไม่ได้
		ง. การวิจัย, การวิจัยตรวจสอบ	อธิบายวิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมไม่ได้
4.อธิบายส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมได้	13. ส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม เรียกว่าอะไร	ก. ยีน	คำตอบถูกต้อง
		ข. DNA	จดจำส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างยีนและดีเอ็นเอไม่ได้
		ค. RNA	แยกแยะส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างยีนและส่วนประกอบต่าง ๆ ของ

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
			สิ่งมีชีวิต
		ง. จีโนไทป์	ไม่เข้าใจส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
	14. โปรตีนที่พบอยู่ในโครโมโซม คือ	ก. โปรตีนนอนฮิสโตน	จดจำชื่อโปรตีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างโปรตีนฮิสโตนและสารชนิดอื่น ๆ ไม่ได้
		ข. น้ำตาลเพนโตส	ไม่เข้าใจชื่อโปรตีนที่พบอยู่บนโครโมโซมไม่ได้
		ค. โปรตีนฮิสโตน	คำตอบถูกต้อง
		ง. เพปติโดไกลแคน	วิเคราะห์ชื่อสารที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมและสารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต
	15. สาย DNA ที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตน ซึ่งมีลักษณะคล้ายเม็ดลูกบิด เรียกว่าโครงสร้างนี้ว่าอะไร	ก. DNA pump	แยกแยะชื่อโครงสร้างสายดีเอ็นเอที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตนและชื่อสารชนิดต่าง ๆ
		ข. นิวคลีโอโซม	คำตอบถูกต้อง
		ค. นิวคลีโอไทด์	จดจำชื่อโครงสร้างสายดีเอ็นเอที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตนและชื่อสารชนิดต่าง ๆ ไม่ได้

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
		ง. นิวคลีอิก	ไม่เข้าใจชื่อโครงสร้างสายดีเอ็นเอที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตนและชื่อสารชนิดต่าง ๆ
5.อธิบายองค์ประกอบของ DNA	16. อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA	ก. กรดอะมิโน, น้ำตาลเพนโตส, หมู่ฟอสเฟต	อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ที่ประกอบด้วยน้ำตาลโพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟต ไม่ได้
		ข. ไนโตรจีนัสเบส, น้ำตาลเพนโตสลิพิด	วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ DNA ที่ประกอบด้วย น้ำตาลโพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟตและธาตุต่าง ๆ ไม่ได้
		ค. ไนโตรจีนัสเบส, น้ำตาลเพนโตส, หมู่ฟอสเฟต	คำตอบถูกต้อง
		ง. น้ำตาลเพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, กรดอะมิโน	ไม่เข้าใจองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ประกอบด้วย น้ำตาลโพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟตไม่ได้
	17. การเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็นสายยาวเกิดจากพันธะชนิดใด	ก. พันธะโควาเลนต์	จดจำการเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ระหว่างพันธะฟอสโฟไดเอส

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
			เทอร์และพันธะต่าง ๆ ไม่ได้
		ข. พันธะสายคู่	แยกแยะการเชื่อมสาย นิวคลีโอไทด์จากพันธะ ชนิดต่าง ๆ ไม่ได้
		ค. โปริตินฮีสโตน	วิเคราะห์การเชื่อมต่อ สายนิวคลีโอไทด์ไม่ได้
		ง. พันธะฟอสโฟไดเอส เทอร์	คำตอบถูกต้อง
	18. ไนโตรจีนัสเบสที่ยึด เกาะกับน้ำตาลที่คาร์บอน อะตอมตำแหน่งใด	ก. ตำแหน่งที่ 1	คำตอบถูกต้อง
		ข. ตำแหน่งที่ 3	จดจำตำแหน่งที่เบสยึด เกาะกับคาร์บอนของ น้ำตาลในแต่ละ ตำแหน่งไม่ได้
		ค. น้ำตาลเพนโตส	วิเคราะห์ความสำคัญ ของตำแหน่งที่เบสยึด เกาะกับคาร์บอนของ น้ำตาลในแต่ละ ตำแหน่งไม่ได้
		ง. ตำแหน่งที่ 10	อธิบายตำแหน่งที่เบส ยึดเกาะกับคาร์บอนของ น้ำตาลไม่ได้
	19. โมเลกุลของ DNA เป็นเกลียวคู่ มีลักษณะ คล้ายบันไดเวียน โดยมี สารใดที่ทำหน้าที่เป็นราว	ก. เบสกับน้ำตาลเพนโตส	จดจำการเชื่อมต่อของ สารระหว่างหมู่ฟอสเฟต กับน้ำตาลเพนโตสที่ทำ หน้าที่เป็นราวบันได

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
	บันได		ไม่ได้
		ข. เบสกับหมู่ฟอสเฟต	แยกแยะการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสที่ทำหน้าที่เป็นราวบันได
		ค. หมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตส	คำตอบถูกต้อง
		ง. หมู่ฟอสเฟตกับกรดอะมิโน	ไม่เข้าใจการการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสและโครงสร้างต่างๆที่ทำหน้าที่เป็นราวบันได
	20. สารประกอบหลักที่ทำให้เกิดเป็นนิวคลีโอไทด์คือ สารชนิดใด	ก. หมู่ฟอสเฟต	จดจำหน้าที่ของสารประกอบหลักที่ทำให้เกิดเป็นนิวคลีโอไทด์ไม่ได้
		ข. น้ำตาลเพนโตส	คำตอบถูกต้อง
		ค. กรดอะมิโน	แยกแยะหน้าที่ของสารประกอบหลักที่ทำให้เกิดเป็นนิวคลีโอไทด์
		ง. ธาตุฟอสฟอรัส	อธิบายหน้าที่ของสารประกอบหลักที่ทำให้เกิดเป็นนิวคลีโอไทด์ไม่ได้

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
	21. กรดนิวคลีอิก มีเบสกี่ชนิด	ก. 2 ชนิด	จดจำชนิดกรดนิวคลีอิกที่เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้
		ข. 3 ชนิด	อธิบายชนิดของกรดนิวคลีอิกที่เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้
		ค. 10 ชนิด	ไม่เข้าใจชนิดกรดนิวคลีอิกของสิ่งมีชีวิตไม่ได้
		ง. 5 ชนิด	คำตอบถูกต้อง
	22. ชนิดนิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วยอะไรบ้าง	ก. tRNA และ mRNA	วิเคราะห์องค์ประกอบนิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วย อะดีนีน, ยูราซิล, ไซโทซีน, กวานีน ไม่ได้
		ข. อะดีนีน, ยูราซิล, กวานีน, ไทมีน	จดจำองค์ประกอบนิวคลีโอไทด์ของ RNA และ DNA ไม่ได้
		ค. อะดีนีน, ยูราซิล, ไซโทซีน, กวานีน	คำตอบถูกต้อง
		ง. น้ำตาลเพนโตส, เบส, หมู่ฟอสเฟต	ไม่เข้าใจองค์ประกอบระหว่างนิวคลีโอไทด์ของ RNA และส่วนประกอบต่าง ๆ ของสารพันธุกรรมไม่ได้

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
	23. DNA เป็นกรดชนิดใด	ก. กรดนิวคลีอิก	คำตอบถูกต้อง
		ข. กรดดีออกซีไรโบส	จดจำชนิดของ DNA กับชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบของ RNA
		ค. กรดอะมิโน	แยกแยะชนิดของ DNA กับรหัสพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
		ง. กรดนิวคลีโอไทด์	อธิบายชนิดของ DNA ที่เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้
6.อธิบายโครงสร้างของ DNA	24. กฎของชาร์กาฟ มีสาระสำคัญอย่างไร	ก. ปริมาณเบส A เท่ากับเบส T, ปริมาณเบส C เท่ากับ G	วิเคราะห์ผลการทดลองของชาร์กาฟที่สรุปอัตราส่วนระหว่างเบส A=T และ เบส G=C ที่อยู่สาย DNA ไม่ได้
		ข. ปริมาณเบส A ไกล่เคียงกับ T และเบส C ไกล่เคียงกับ G	คำตอบถูกต้อง
	24. กฎของชาร์กาฟ มีสาระสำคัญอย่างไร (ต่อ)	ค. เป็นการศึกษาโครงสร้างรูปร่างโครโมโซม	ไม่เข้าใจผลการทดลองของชาร์กาฟสรุปอัตราส่วนระหว่างเบส A=T และ เบส G=C ที่อยู่สาย DNA ไม่ได้
		ง. เมื่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลง สิ่งมีชีวิต	จดจำผลการทดลองระหว่างการทดลองของ

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
		ก็จะเปลี่ยนแปลงตาม ไปด้วยเพื่อความอยู่ รอด	ชาร์กาฟและผล การศึกษาของสิ่งมีชีวิต ไม่ได้
	25. การจับคู่เบสระหว่าง เบส G กับ เบส C เกิดจาก พันธะชนิดใด	ก. พันธะไฮโดรเจน	จดจำโครงสร้างการ จับคู่เบสระหว่างเบส A=T และเบส G=Cที่ เป็นอัตราส่วนของ สิ่งมีชีวิตไม่ได้
		ข. พันธะโควาเลนต์	วิเคราะห์การจับคู่ ระหว่างเบส G กับ เบส C ไม่ได้
		ค. พันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ	คำตอบถูกต้อง
		ง. พันธะคาร์บอน	อธิบายโครงสร้างการ จับคู่เบสระหว่าง ระหว่างเบส G กับ เบส C ไม่ได้
	26. นักวิทยาศาสตร์ท่าน ใดที่เสนอโครงสร้างของ DNA	ก.ชาร์กาฟ	จดจำผลการทดลองของ วัตสัน-คริก และ นักวิทยาศาสตร์หลายๆ ท่าน ไม่ได้
		ข.วัตสัน-คริก	คำตอบถูกต้อง
		ค.รัทเทอร์ฟอร์ด	ไม่เข้าใจผลการทดลอง ต่าง ๆ ของ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้
	26. นักวิทยาศาสตร์ท่าน ใดที่เสนอโครงสร้างของ	ง. เกรเกอร์ เมนเดล	วิเคราะห์ผลการทดลอง

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
	DNA (ต่อ)		ของนักวิทยาศาสตร์ที่ เสนอโครงสร้างของ DNA ไม่ได้
	27. แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง เบส A กับ เบส T ให้ต่อ เป็นสายยาว คือแรงยึดใด	ก. พันธะไฮโดรเจน	จดจำแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างเบส A กับ เบส T และเบส C กับ เบส G ไม่ได้
	ข	ข. แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุล	-แยกแยะแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างเบส A กับ เบส T ไม่ได้
		ค. พันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ	คำตอบถูกต้อง
		ง. แรงแปปไทด์	ไม่เข้าใจแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างเบส A กับ เบส T ไม่ได้
7.อธิบาย เกี่ยวกับ สมบัติของ พันธกรรม และการ สังเคราะห์ DNA ได้	28. tRNA มีหน้าที่อย่างไร	ก. แปรรหัสที่เกิดจากการ สังเคราะห์ RNA	จดจำหน้าที่ระหว่าง tRNA กับ mRNA ที่ทำ หน้าที่คัดลอกรหัส พันธกรรมไม่ได้
		ข. สังเคราะห์โปรตีน	แยกแยะหน้าที่ของ tRNA และ mRNA ไม่ได้
		ค. จัดเรียงกรดอะมิโนให้ ตรงกับโคดอน(codon)	คำตอบถูกต้อง
		ง. นำกรดอะมิโนไปยัง ไรโบโซม	ไม่เข้าใจหน้าที่ของ tRNA ที่ทำหน้าที่แปล

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
			รหัสพันธุกรรมและ mRNA ที่ทำหน้าที่ คัดลอกรหัสพันธุกรรม ไม่ได้
	29. mRNA มีหน้าที่อย่างไร	ก. เป็นแม่แบบสำหรับการสังเคราะห์โปรตีน	จดจำหน้าที่ระหว่าง mRNA กับ tRNA ที่ทำหน้าที่แปลรหัส พันธุกรรมไม่ได้
		ข. คัดลอกรหัสพันธุกรรม	คำตอบถูกต้อง
		ค. แปลรหัสพันธุกรรม	วิเคราะห์หน้าที่ของ mRNA และ tRNA ไม่ได้
		ง. กำหนดสารพันธุกรรม	อธิบายหน้าที่ของ mRNA และ DNA ที่เป็นรหัสพันธุกรรม สลับกัน
	30. อธิบายการจำลองดีเอ็นเอ (DNA replication) แบบกึ่งอนุรักษ์	ก. DNA แม่แบบ แยกเป็น 2 สาย	จดจำการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์และการสังเคราะห์ mRNA จาก DNA แม่แบบ
		ข. DNA สายเก่าและสายใหม่จับคู่กัน	ไม่เข้าใจการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์
		ค. จำลองโดยสายให้สายใหม่ใกล้เคียงกับสายเก่า	อธิบายการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์ไม่ได้
		ง. DNA แม่แบบ แยกเป็น	คำตอบถูกต้อง

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
		2 สาย คือ สายลีดติง สแตนด์และแลก กิงสแตนด์	
	31. DNA $\xrightarrow{1}$ mRNA $\xrightarrow{2}$ พอลิเปปไทด์ ไทด์ ลูกศรหมายเลข 1 และ 2 เป็นกระบวนการอะไร ตามลำดับ	ก. 1.กระบวนการ ถอดรหัส, 2.กระบวนการจำลอง DNA ข. 1 กระบวนการแตก สลาย, 2.กระบวนการ สังเคราะห์ ค. 1.กระบวนการ เกลียว, 2.กระบวนการ ถอดรหัส ง. 1. กระบวนการ ถอดรหัส, 2. กระบวนการแปล รหัส	จดจำกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนและ กระบวนการต่าง ๆ ไม่ได้ วิเคราะห์กระบวนการ สังเคราะห์โปรตีนและ กระบวนการต่าง ๆ ไม่เข้าใจกระบวนการ สังเคราะห์โปรตีน คำตอบถูกต้อง
	32. สารที่เป็นตัวกลาง ระหว่าง DNA กับ ไรโบ โซม คือ	ก. mRNA ข. tRNA ค. น้ำ	คำตอบถูกต้อง จดจำสารที่ทำหน้าที่ เป็นตัวกลางระหว่าง DNA กับไรโบโซมไม่ได้ วิเคราะห์สารที่ทำหน้าที่ เป็นตัวกลางระหว่าง DNA กับไรโบโซมไม่ได้

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
		ง. ไซโทพลาซึม	แยกแยะสารที่เป็น ตัวกลางระหว่าง DNA กับโรโบโซมไม่ได้
	33. การจำลองดีเอ็นเอเกิด ในลักษณะใด	ก. สร้าง DNA สายใหม่	จดจำกระบวนการ จำลองดีเอ็นเอไม่ได้
		ข. แบบวงกลม	แยกแยะกระบวนการ จำลองดีเอ็นเอไม่ได้
		ค. แบบกึ่งอนุรักษ์	คำตอบถูกต้อง
		ง. แบบเกลียวสายยาว	ไม่เข้าใจกระบวนการ จำลองดีเอ็นเอ
	34. เอนไซม์ชนิดใดที่ใช้ แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA)	ก. mRNA	แยกแยะเอนไซม์ที่ใช้ แยกสายดีเอ็นเอ แม่แบบระหว่างเอนไซม์ เฮลิเคส
		ก. mRNA	และRNAไม่ได้
		ข. เอนไซม์เฮลิเคส	คำตอบถูกต้อง
		ค. เอนไซม์พอลิเมอไรเซส	วิเคราะห์ความสำคัญ ของเอนไซม์ที่ใช้แยก สายดีเอ็นเอแม่แบบ ระหว่างเอนไซม์เฮลิเคส และเอนไซม์ต่าง ๆ ไม่ได้
		ง. พอลิเมอไร	ไม่เข้าใจเอนไซม์ที่ใช้ แยกสายดีเอ็นเอ แม่แบบไม่ได้
	35. การสังเคราะห์โปรตีน เกิดขึ้นที่ใด	ก. เซลล์	จดจำบริเวณสังเคราะห์ โปรตีนระหว่างไซ

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
			โทพลาซิมกับเซลล์ไม่ได้
		ข. DNA แม่แบบ	แยกแยะความสำคัญ บริเวณที่ใช้สังเคราะห์ โปรตีนไม่ได้
		ค. ไฮโทพลาซิม	คำตอบถูกต้อง
		ง. นิวเคลียส	อธิบายบริเวณที่ใช้ สังเคราะห์โปรตีนไม่ได้
8. วิเคราะห์ และอธิบาย การควบคุม ลักษณะทาง พันธุกรรม ของ DNA ได้	36. กรดอะมิโนที่เป็นรหัส พันธุกรรมชนิดแรก คือ 36. กรดอะมิโนที่เป็นรหัส พันธุกรรมชนิดแรก คือ (ต่อ)	ก. AUG	จดจำรหัสพันธุกรรม ของกรดอะมิโนตัวแรก กับรหัสเริ่มต้นในการ สังเคราะห์กรดอะมิโน ไม่ได้
		ข. UAG	แยกแยะความสำคัญ ของรหัสพันธุกรรม กรดอะมิโนตัวแรกและ ตัวหยุดไม่ได้
		ค. UUU	คำตอบถูกต้อง
		ง. UAA	ไม่เข้าใจรหัสพันธุกรรม กรดอะมิโนตัวแรก
	37. รหัสพันธุกรรมตัวใดที่ เป็นรหัสหยุด	ก. UAA, UAG, UGA	คำตอบถูกต้อง
		ข. AUG, UAG, UGA	แยกแยะรหัสพันธุกรรม ที่เป็นรหัสหยุดและรหัส เริ่มต้นไม่ได้
		ค. UUU, UAG, UGA	จดจำระหว่างรหัส พันธุกรรมที่เป็นรหัส หยุดและรหัสต่างๆที่

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
			เป็นรหัสพันธุกรรมไม่ได้
		ง. mRNA	ไม่เข้าใจหน้าที่รหัสที่เป็นรหัสหยุดและหน้าที่ของ mRNA และ tRNA
	38. สารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์	ก. นิวคลีโอไทด์	ไม่เข้าใจสารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์และนิวคลีโอไทด์
		ข. คอลลาเจน	คำตอบถูกต้อง
		ค. โปรตีน	อธิบายที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์และสารต่าง ๆ ไม่ได้
		ง. เซลลูโลส	วิเคราะห์สารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ไม่ได้
	39. นิวคลีโอไทด์ที่ต่อกันเป็นสายยาว เรียกว่าอะไร	ก. นิวคลีโอไทด์	แยกแยะการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็น
		ก. นิวคลีโอไทด์	สายพอลินิวคลีโอไทด์ไม่ได้
		ข. DNA แม่แบบ	ไม่เข้าใจหลักการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์และ DNA แม่แบบ
		ค. พอลินิวโอไทด์	คำตอบถูกต้อง
		ง. ลีตติงสแตนด์	อธิบายการเชื่อมต่อของ

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
			สายนิวคลีโอไทด์กับ กระบวนการการต่าง ๆ สลับกันไม่ได้
9.อธิบายและ สรุปการ ควบคุม ลักษณะทาง พันธุกรรมได้	ใช้ DNA template ตอบ คำถามข้อ 40-41 3' TACAAAGGC TTTCCTATT 5' 40. เมื่อมีการเริ่ม สังเคราะห์โปรตีนแล้ว จง หาลำดับนิวคลีโอไทด์บน สาย tRNAของกรดอะมิโน ตัวที่ 2 และ 3	ก. AAA, GGC ข. UUU,CCG ค. TTT,CCG ง. AAG,CTA	คำตอบถูกต้องแล้ว จดจำรหัสกรดอะมิโนที่ อยู่บนสาย tRNA และ DNA ไม่ได้ แยกแยะรหัสกรดอะมิ โนที่อยู่บนสาย tRNA และ DNA ไม่ได้ ไม่เข้าใจความสำคัญ ของรหัสกรดอะมิโน
	41. เมื่อมีการเริ่ม สังเคราะห์โปรตีนแล้ว สิ้นสุดกระบวนการนี้จะได้ กรดอะมิโนทั้งหมดกี่ โมเลกุล	ก. 4 โมเลกุล	จดจำกระบวนการ สังเคราะห์กรด อะมิโนเมื่อเจอรหัสหยุด และรหัสเริ่มต้นไม่ได้
		ข. 5 โมเลกุล	คำตอบถูกต้อง
		ค. 6 โมเลกุล	ไม่เข้าใจรหัสหยุดและ รหัสเริ่มต้นในการ สังเคราะห์โปรตีน
	ง. 7 โมเลกุล	วิเคราะห์กระบวนการ สังเคราะห์กรด อะมิโนไม่ได้	
	42. ถ้าโคดอนของ mRNA โมเลกุลหนึ่งมีลำดับเบส	ก. 3'TACGTG CCATAT5'	คำตอบถูกต้องแล้ว

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
	<p>ดังนี้</p> <p>5' AUGCAC</p> <p>GGUAUA 3'</p> <p>3' จงหา DNA Template</p>	<p>ข. 5'TACGTG</p> <p>CCATAT3'</p>	<p>จดจำระหว่างปลายเส้น</p> <p>ของสาย DNA และ</p> <p>DNA ที่มีชนิดนิวคลีโอ</p> <p>ไทด์แตกต่างกันไม่ได้</p>
		<p>ค. 5'UACGUG</p> <p>CCAUAU3'</p>	<p>อธิบายการเข้าสู่ชนิด</p> <p>นิวคลีโอไทด์ของ DNA</p> <p>และ RNA ไม่ได้</p>
		<p>ง. 3'TUGCTC</p> <p>GGUTUT5'</p>	<p>วิเคราะห์เข้าสู่เบสเบส</p> <p>ระหว่าง A กับ T และ</p> <p>A กับ U ไม่ได้</p>
<p>10.อธิบาย</p> <p>การเกิดมิวเท</p> <p>ชันได้</p>	<p>43. การเปลี่ยนแปลง</p> <p>โครโมโซมที่เรียกว่า</p> <p>นอนดิสจังก์ชัน เกิดขึ้นใน</p> <p>ระยะใด</p>	<p>ก. ระยะเมตาเฟส I,II</p>	<p>จดจำการเปลี่ยนแปลง</p> <p>ของโครโมโซมที่เกิดขึ้น</p> <p>ในแต่ละระยะการแบ่ง</p> <p>เซลล์ไม่ได้</p>
		<p>ข. ระยะไมโอซิส II</p>	<p>ไม่เข้าใจการ</p> <p>เปลี่ยนแปลงของ</p> <p>โครโมโซม ที่เกิดขึ้นใน</p> <p>แต่ละระยะการแบ่ง</p> <p>เซลล์</p>
		<p>ค. ระยะไซโกต</p>	<p>อธิบายการเปลี่ยนแปลง</p> <p>ของโครโมโซม ที่เกิดขึ้น</p> <p>ในแต่ละระยะการแบ่ง</p> <p>เซลล์ไม่ได้</p>
		<p>ง.ระยะแอนาเฟส I,II</p>	<p>คำตอบถูกต้อง</p>
	<p>44. การเพิ่มหรือการขาด</p> <p>หายของนิวคลีโอไทด์</p>	<p>ก. เฟรมชิฟมิวเทชัน</p>	<p>คำตอบถูกต้อง</p>
		<p>ข. การขาดหรือเกินของ</p>	<p>จดจำการเปลี่ยนแปลง</p>

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
	เรียกรวมการเกิดมิวเทชันนี้ว่าอะไร 44. การเพิ่มหรือการขาดหายของนิวคลีโอไทด์	โครโมโซม	ของโครโมโซมไม่ได้
		ค. นอนดิสจังก์ชัน	วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้
	เรียกรวมการเกิดมิวเทชันนี้ว่าอะไร	ง. มิวเทชันเพิ่ม - ขาด	อธิบายการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมไม่ได้
	45. คาร์ิโอไทป์ หมายถึงอะไร	ก. ลักษณะพันธุกรรม	จดจำความหมายของคาร์ิโอไทป์ไม่ได้
		ข. การจัดเรียงโครโมโซม	คำตอบถูกต้อง
		ค. ความผิดปกติของโครโมโซม	ตีความหมายของคาร์ิโอไทป์ไม่ได้
		ง. นิวคลีโอไทด์แต่ละตัว	ไม่เข้าใจความหมายของคาร์ิโอไทป์
11. อภิปรายและสรุปการเกิดมิวเทชันได้	46. อาการครีดูชาต์เป็นความผิดปกติของโครโมโซมที่เท่าใด	ก. โครโมโซมคู่ที่ 5	คำตอบถูกต้อง
		ข. โครโมโซมคู่ที่ 21	จดจำจดจำกับความผิดปกติของโครโมโซมระหว่างอาการดาวน์และอาการครีดูชาต์ไม่ได้
		ค. โครโมโซมคู่ที่ 18	ไม่เข้าใจกับความผิดปกติของโครโมโซม
		ง. โครโมโซมคู่ที่ 13	วิเคราะห์ความผิดปกติของโครโมโซมไม่ได้
	47. ลักษณะของอาการดาวน์เป็นอย่างไร	ก. ปัญญาอ่อน	แยกแยะลักษณะอาการดาวน์นี้ได้บางลักษณะ
ข. ปัญญาอ่อน เพดาน		อธิบายลักษณะอาการ	

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ตัวเลือก	ความบกพร่อง
		โหว่	ดาวนั้ได้บางลักษณะ
		ค. ลิ้นค้บปาก ศรีษะ แบน	จดจำลักษณะอาการ ดาวนั้ไม่ได้
		ง. ปัญญาอ่อน หางตาชี้ ขึ้น ลิ้นโตค้บปาก	คำตอบถูกต้อง
48. สาเหตุที่ก่อให้เกิดการ มิวเทชัน		ก. ความผิดปกติของ ร่างกาย	อธิบายการเกิดมิวเทชัน ไม่ได้
		ข. การเปลี่ยนแปลงชนิด ของเบสใน DNA	คำตอบถูกต้อง
		ค. การกลายพันธุ์	จดจำสาเหตุและ ความหมายที่ก่อให้เกิด การมิวเทชันไม่ได้
		ง. ควันบุหรี	วิเคราะห์สาเหตุที่ ก่อให้เกิดการมิวเทชัน ได้ไม่ครบถ้วน
49. ลักษณะของอาการ ครีดูชาติเป็นอย่างไร		ก. มีเสียงร้องเหมือนแมว ใบหูอยู่ต่ำกว่าปกติ ปัญญาอ่อน	คำตอบถูกต้อง
		ข. หูกาง ลิ้นจุกปาก จมูก แบน	แยกแยะความผิดปกติ ของอาการครีดูชาติได้ บางประการ
		ค. จมูกแบน หางตาชี้ขึ้น ลิ้นจุกปาก	จดจำลักษณะอาการครี ดูชาติกับอาการดาวนั้ ไม่ได้
		ง. ตัวพอม ร่างกาย อ่อนแอ	ไม่เข้าใจความผิดปกติ โครโมโซม

50. เด็กชายที่แสดงอาการดาวน์ (Down's syndrome) เกิดขึ้นที่โครโมโซมที่เท่าไร	ก. โครโมโซมคู่ที่ 5	จดจำกับความผิดปกติของโครโมโซมระหว่างอาการดาวน์และครีดูชาร์ไม่ได้
	ข. โครโมโซมคู่ที่ 18	ไม่เข้าใจความสำคัญของความผิดปกติของโครโมโซมอาการดาวน์และครีดูชาร์
	ค. โครโมโซมคู่ที่ 21	คำตอบถูกต้อง
	ง. โครโมโซมคู่ที่ 23	แยกแยะความผิดปกติที่เกิดขึ้นบนโครโมโซมเพศและโครโมโซมร่างกาย

จากตารางที่ 8 ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า แบบทดสอบมีจำนวน 11 จุดประสงค์ 50 ข้อ เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีความบกพร่องทั้งหมด 6 ด้าน คือ ด้านจดจำเนื้อหาไม่ได้ ด้านวิเคราะห์เนื้อหาไม่ได้ ด้านไม่เข้าใจเนื้อหา ด้านแยกแยะเนื้อหาไม่ได้ ด้านอธิบายเนื้อหาไม่ได้ และด้านตีความหมายไม่ได้

1.3.2 การหาคุณภาพเบื้องต้นของแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อนำแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 50 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ หาค่าความยากจากสัดส่วนคนตอบถูก และหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกปี จากการทดสอบครั้งที่ 1 ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อจากแบบทดสอบ

วิจัยรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จุดประสงค์	ข้อที่	คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ (ครั้งที่ 1)		แปลผล
		ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	
1	1	0.69	0.69	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 1
	2	0.79	0.50	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 2
	3	0.23	0.27	ตัดออก
2	4	0.21	0.08	ตัดออก
	5	0.12	0.10	ตัดออก
	6	0.71	0.74	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 3
	7	0.69	0.84	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 4
2	8	0.69	0.84	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 5
	9	0.27	0.30	ตัดออก
3	10	0.77	0.97	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 6
	11	0.79	1.00	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 7
	12	0.25	0.17	ตัดออก
4	13	0.66	0.60	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 8
	14	0.74	0.50	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 9
	15	0.54	0.39	ตัดออก
5	16	0.79	0.48	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 10
	17	0.68	0.65	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 11
	18	0.41	0.18	ตัดออก
	19	0.75	0.55	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 12
	20	0.16	0.21	ตัดออก

จุดประสงค์	ข้อที่	คุณภาพรายข้อของแบบทดสอบ (ครั้งที่ 1)		แปลผล
		ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	
5	21	0.69	0.71	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 13
	22	0.32	0.25	ตัดออก
	23	0.25	0.10	ตัดออก
6	24	0.27	0.22	ตัดออก
	25	0.79	0.37	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 14
	26	0.64	0.80	ตัดออก
	27	0.34	0.47	ตัดออก
7	28	0.77	0.49	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 15
	29	0.72	0.65	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 16
	30	0.32	0.24	ตัดออก
	31	0.68	0.72	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 17
	32	0.22	0.19	ตัดออก
	33	0.32	0.15	ตัดออก
	34	0.68	0.68	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 18
	35	0.75	0.41	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 19
8	36	0.32	0.40	ตัดออก
	37	0.65	0.67	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 20
	38	0.36	0.41	ตัดออก
	39	0.75	0.33	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 21
9	40	0.65	1.00	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 22
	41	0.71	0.20	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 23
	42	0.66	0.94	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 24
10	43	0.42	0.25	ตัดออก
	44	0.66	0.21	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 25

จุดประสงค์	ข้อที่	คุณภาพรายชื่อของแบบทดสอบ (ครั้งที่ 1)		แปลผล
		ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	
11	45	0.67	0.86	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 26
	46	0.65	0.28	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 27
	47	0.68	0.87	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 28
	48	0.54	0.23	ตัดออก
	49	0.69	0.36	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 29
	50	0.79	0.26	ใช้ได้ เลือกไว้เป็นข้อ 30

จากตารางที่ 9 การหาคุณภาพเบื้องต้นของแบบทดสอบวินิจัยวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์มีจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 .ถึง 0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00 คัดเลือกไว้เป็นข้อสอบวินิจัย ส่วนข้อสอบที่มีค่าความยากไม่ถึง 0.65 และมีค่าอำนาจจำแนกไม่ถึง 0.20 ถือว่าข้อสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงตัดทิ้งไป จำนวน 20 ข้อ

1.3.3 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยทั้งฉบับ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องทางการเรียน รายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความยาก และอำนาจจำแนก รายข้อ ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงการหาคุณภาพทั้งฉบับของแบบสอบวินิจัยรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาที่ 5

1	ค่าความยาก	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
1.	0.68	ปานกลาง	0.71	จำแนกดี
2.	0.79	ค่อนข้างง่าย	0.52	จำแนกดี

ข้อที่	ค่าความยาก	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
3.	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.88	จำแนกดีมาก
4.	0.68	ปานกลาง	0.97	จำแนกดีมาก
5.	0.68	ปานกลาง	0.65	จำแนกดีมาก
6.	0.79	ค่อนข้างง่าย	1.00	จำแนกดีมาก
7.	0.79	ค่อนข้างง่าย	1.00	จำแนกดีมาก
8.	0.65	ปานกลาง	0.41	จำแนกดี
9.	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.63	จำแนกดี
10.	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.59	จำแนกดี
11.	0.69	ปานกลาง	0.68	จำแนกดี
12.	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.64	จำแนกดี
13.	0.69	ปานกลาง	0.21	จำแนกดีมาก
14.	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.88	จำแนกใช้ได้
15.	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.60	จำแนกดี
16.	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.58	จำแนกดี
17.	0.68	ปานกลาง	0.51	จำแนกดีมาก
18.	0.71	ปานกลาง	0.50	จำแนกดี
19.	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.68	จำแนกดี
20.	0.69	ปานกลาง	0.41	จำแนกดี
21.	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.84	จำแนกใช้ได้
22.	0.65	ปานกลาง	1.00	จำแนกดีมาก
23.	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.32	จำแนกใช้ได้
24.	0.66	ปานกลาง	0.94	จำแนกดีมาก
25.	0.67	ปานกลาง	0.63	จำแนกใช้ได้
26.	0.70	ปานกลาง	0.66	จำแนกดีมาก
27.	0.66	ปานกลาง	0.32	จำแนกใช้ได้
28.	0.67	ปานกลาง	0.71	จำแนกดีมาก

ข้อที่	ค่าความยาก	ความหมาย	ค่าอำนาจจำแนก	ความหมาย
29.	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.28	จำแนกใช้ได้
30.	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.32	จำแนกใช้ได้

จากตารางที่ 10 การหาคุณภาพทั้งฉบับของแบบสอบวินิจฉัยรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์มีจำนวน 30 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 - 0.79 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 ผู้วิจัยได้คัดเลือกไว้เป็นข้อสอบ ซึ่งทำให้ได้แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00 มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทุกข้อ

1.3.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบทดสอบ	N	k	c	\bar{X}	S.D.	r_{cc}
ฉบับที่ 1	100	30	15	8.17	3.23	0.97

จากตารางที่ 11 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งฉบับ จำนวน 1 ฉบับ มี 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 เมื่อพิจารณาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้และเหมาะสมที่จะใช้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง

2. ผลการค้นหาค่าความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่อง จำนวน 30 ข้อ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์แต่ละข้อมาทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 378 คน เพื่อวิเคราะห์หาความบกพร่องทางการเรียน รายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในแต่ละตัวเลือกของแบบทดสอบ รายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการค้นหาค่าสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนและร้อยละของนักเรียนที่เลือกตอบในแบบทดสอบวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ จากการเลือกตอบข้อผิดในการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 378 คน มีความบกพร่องที่ระบุ จำนวน 30 ข้อ ดังตารางที่ 12



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 12 ผลการค้นหาสาเหตุความพร้อมทางการเรียนและร้อยละของนักเรียน

จำนวน 378 คน จากแบบทดสอบวินิจฉัย

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
1	1	ก	ไม่เข้าใจลักษณะความสำคัญของยีน และโครโมโซม	111	29.37
		ข	คำตอบถูกต้อง	108	28.57
		ค	จดจำลักษณะความสำคัญของยีน และโครโมโซมไม่ได้	51	13.49
		ง	แยกแยะหลักการลักษณะ ความสำคัญของยีนและโครโมโซม ไม่ได้	108	28.57
	2	ก	จดจำเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ไม่ได้	139	36.77
		ข	วิเคราะห์เกี่ยวกับการพัฒนาของ เซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ ไม่ได้	28	7.41
		ค	คำตอบถูกต้อง	63	16.67
		ง	ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่	148	39.15
2	3	ก	ไม่เข้าใจความสำคัญธาตุที่เป็น องค์ประกอบหลักของกรดนิวคลีอิก	133	35.19

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ	
	3	ข	คำตอบถูกต้อง	136	35.98	
		ค	วิเคราะห์ความหมายของสาร พันธุกรรมไม่ได้	84	22.22	
		ง	แยกแยะธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก ของกรดนิวคลีอิกระหว่างธาตุ ฟอสฟอรัส, ธาตุไนโตรเจน กับธาตุ ต่าง ๆ	25	6.61	
	4	ก	ตีความหมายของสารพันธุกรรมไม่ได้	65	17.2	
		ข	วิเคราะห์ความหมายของสาร พันธุกรรมไม่ได้	175	46.30	
		ค	จดจำความสำคัญของสารพันธุกรรม ไม่ได้	52	13.75	
		ง	คำตอบถูกต้อง	86	22.75	
	5	ก	จดจำหลักการของ DNA อยู่บน โครโมโซมไม่ได้	174	46.03	
		ข	วิเคราะห์หลักการของ DNA อยู่บน โครโมโซมไม่ได้	44	11.64	
		ค	อธิบายหลักการของ DNA อยู่บน โครโมโซมไม่ได้	74	19.58	
		ง	คำตอบถูกต้อง	86	22.75	
	3	6	ก	อธิบายเกณฑ์แบ่งรูปร่างของ โครโมโซมระหว่างตำแหน่งเซนโทร เมียร์กับลักษณะต่างๆของโครโมโซม ไม่ได้	138	36.51

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
		ข	ไม่เข้าใจเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งรูปร่าง ของโครโมโซม	41	10.85
		ค	คำตอบถูกต้องแล้ว	139	36.77
		ง	วิเคราะห์หลักการที่ใช้ในการแบ่ง รูปร่างของโครโมโซมไม่ได้	60	15.83
	7	ก	วิเคราะห์ระยะการแบ่งเซลล์ในแต่ละ ระยะไม่ได้	79	20.9
		ข	ไม่เข้าใจการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะ และระยะต่าง ๆ	83	21.96
		ค	คำตอบถูกต้อง	144	38.1
		ง	จดจำการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะและ ระยะต่าง ๆ ไม่ได้	71	18.78
4	8	ก	คำตอบถูกต้อง	237	62.70
		ข	อธิบายส่วนที่ควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรมระหว่างยีนและดีเอ็นเอ	90	23.81
		ค	แยกแยะส่วนที่ควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรมระหว่างยีนและ ส่วนประกอบต่างๆของสิ่งมีชีวิต	20	5.29
		ง	ไม่เข้าใจส่วนที่ควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรม	31	8.2
	9	ก	จดจำชื่อโปรตีนที่ควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรมระหว่างโปรตีนฮิสโตนและ สารชนิดอื่น ๆ ไม่ได้	45	11.90
		ข	ไม่เข้าใจชื่อโปรตีนที่พบอยู่บนโครโมโซมไม่ได้	96	25.40

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
		ค	คำตอบถูกต้อง	184	48.68
		ง	วิเคราะห์ข้อสารที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมและสารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต	53	14.02
5	10	ก	อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ที่ประกอบด้วยน้ำตาลโพลีโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟต ไม่ได้	95	25.13
		ข	วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ DNA ที่ประกอบด้วย น้ำตาลโพลีโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟตและธาตุต่าง ๆ ไม่ได้	29	7.67
		ค	คำตอบถูกต้อง	211	55.82
		ง	ไม่เข้าใจองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ประกอบด้วย น้ำตาลโพลีโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟตไม่ได้	43	11.38
	11	ก	วิเคราะห์การเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ไม่ได้	145	38.36
		ข	แยกแยะการเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์จากพันธะชนิดต่าง ๆ ไม่ได้	94	24.87
		ค	จดจำการเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ระหว่างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์และพันธะต่าง ๆ ไม่ได้	42	11.11
		ง	คำตอบถูกต้อง	97	25.66

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
	12	ก	จดจำการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสที่ทำ หน้าที่เป็นราวบันไดไม่ได้	66	17.46
		ข	แยกแยะการเชื่อมต่อของสารระหว่าง หมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสที่ทำ หน้าที่เป็นราวบันได	132	34.92
		ค	คำตอบถูกต้อง	131	34.66
		ง	ไม่เข้าใจการการเชื่อมต่อของสาร ระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพน โตสและโครงสร้างต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ เป็นราวบันได	49	12.96
	13	ก	จดจำชนิดกรดนิวคลีอิกที่เป็นสาร พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้	97	25.66
		ข	อธิบายชนิดของกรดนิวคลีอิกที่เป็น สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้	76	20.11
		ค	ไม่เข้าใจชนิดกรดนิวคลีอิกของ สิ่งมีชีวิตไม่ได้	148	39.15
		ง	คำตอบถูกต้อง	57	15.08
6	14	ก	ไม่เข้าใจโครงสร้างการจับคู่เบส ระหว่างเบส A=T และเบส G=C ที่ เป็นอัตราส่วนของสิ่งมีชีวิต	129	34.12
		ข	วิเคราะห์การจับคู่ระหว่างเบส G กับ เบส C ไม่ได้	86	22.75
		ค	คำตอบถูกต้อง	132	34.92

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
		ง	อธิบายโครงสร้างการจับคู่เบส ระหว่างระหว่างเบสGกับเบสCไม่ได้	31	8.20
	15	ก	จดจำผลการทดลองของวัตสัน-คริก และนักวิทยาศาสตร์หลายๆท่านไม่ได้	59	15.61
		ข	คำตอบถูกต้อง	132	34.92
		ค	ไม่เข้าใจผลการทดลองต่าง ๆ ของ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้	105	27.78
		ง	วิเคราะห์ผลการทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ที่เสนอโครงสร้างของ DNA ไม่ได้	82	21.69
7	16	ก	จดจำหน้าที่ระหว่าง tRNA กับ mRNA ที่ทำหน้าที่คัดลอกรหัส พันธุกรรมไม่ได้	158	41.80
		ข	แยกแยะหน้าที่ของ tRNA และ mRNA ไม่ได้	99	26.19
		ค	คำตอบถูกต้อง	78	20.60
		ง	ไม่เข้าใจหน้าที่ของ tRNA ที่ทำหน้าที่ แปลรหัสพันธุกรรมและmRNA ที่ทำ หน้าที่คัดลอกรหัสพันธุกรรมไม่ได้	43	11.38
	17	ก	จดจำหน้าที่ระหว่าง mRNA กับ tRNA ที่ทำหน้าที่แปลรหัสพันธุกรรม ไม่ได้	115	30.42
		ข	คำตอบถูกต้อง	106	28.04

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
		ค	วิเคราะห์หน้าที่ของ mRNA และ tRNA ไม่ได้	127	33.6
		ง	อธิบายหน้าที่ของ mRNA และ DNA ที่เป็นรหัสพันธุกรรมสลับกัน	30	7.94
	18	ก	จดจำกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน และกระบวนการต่าง ๆ ไม่ได้	60	15.87
		ข	วิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการต่าง ๆ	48	12.70
		ค	ไม่เข้าใจกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน	73	19.31
		ง	คำตอบถูกต้อง	197	52.12
	19	ก	แยกแยะเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอ แม่แบบระหว่างเอนไซม์เฮลิเคสและ RNA ไม่ได้	73	19.31
		ข	คำตอบถูกต้อง	106	28.04
		ค	วิเคราะห์ความสำคัญของเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบระหว่างเอนไซม์เฮลิเคสและเอนไซม์ต่าง ๆ ไม่ได้	149	39.42
		ง	ไม่เข้าใจเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบไม่ได้	50	13.23
	20	ก	จดจำบริเวณสังเคราะห์โปรตีนระหว่างไซโทพลาสซึมกับเซลล์ไม่ได้	35	9.26
		ข	แยกแยะความสำคัญบริเวณที่ใช้สังเคราะห์โปรตีนไม่ได้	85	22.49

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
		ค	คำตอบถูกต้อง	184	48.68
		ง	อธิบายบริเวณที่ใช้สังเคราะห์โปรตีน ไม่ได้	74	19.58
8	21	ก	คำตอบถูกต้อง	162	42.68
		ข	แยกแยะรหัสพันธุกรรมที่เป็นรหัส หยุดและรหัสเริ่มต้นไม่ได้	125	33.07
		ค	จดจำระหว่างรหัสพันธุกรรมที่เป็น รหัสหยุดและรหัสต่าง ๆ ที่เป็นรหัส พันธุกรรมไม่ได้	48	12.70
		ง	ไม่เข้าใจหน้าที่รหัสที่เป็นรหัสหยุด และหน้าที่ของ mRNA และ tRNA	43	11.37
	22	ก	แยกแยะการเชื่อมต่อของสายนิวคลี โอไทด์ให้เป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ไม่ได้	58	15.34
		ข	ไม่เข้าใจหลักการเชื่อมต่อของ สายนิวคลีโอไทด์และ DNA แม่แบบ	71	18.73
		ค	คำตอบถูกต้อง	170	44.97
		ง	อธิบายการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอ ไทด์กับกระบวนการต่าง ๆ สลับกันไม่ได้	78	20.63
9	23	ก	คำตอบถูกต้องแล้ว	103	27.25
		ข	จดจำรหัสกรดอะมิโนที่อยู่บนสาย tRNA และ DNA ไม่ได้	116	30.69
		ค	แยกแยะรหัสกรดอะมิโนที่อยู่บนสาย tRNA และ DNA ไม่ได้	102	26.98

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
		ง	ไม่เข้าใจความสำคัญของรหัสกรดอะมิโน	57	15.08
	24.	ก	จดจำกระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโนเมื่อเจอรหัสหยุดและรหัสเริ่มต้นไม่ได้	97	25.66
		ข	คำตอบถูกต้อง	127	33.60
		ค	ไม่เข้าใจรหัสหยุดและรหัสเริ่มต้นในการสังเคราะห์โปรตีน	128	33.86
		ง	วิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโนไม่ได้	26	6.88
	25	ก	คำตอบถูกต้องแล้ว	179	47.35
		ข	จดจำระหว่างปลายเส้นของสาย DNA และ DNA ที่มีชนิดนิวคลีโอไทด์แตกต่างกันไม่ได้	66	17.46
		ค	อธิบายการเข้าคู่ชนิดนิวคลีโอไทด์ของ DNA และ RNA ไม่ได้	99	34.13
		ง	วิเคราะห์เข้าคู่เบสเบสระหว่าง A กับ T และ A กับ U ไม่ได้	34	8.99
10	26	ก	คำตอบถูกต้อง	134	35.45
		ข	อธิบายการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้	88	23.28
		ค	วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้	86	22.75
		ง	อธิบายการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมไม่ได้	70	18.52

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
	27	ก	จดจำความหมายของคาร์โบไฮเดรตไม่ได้	48	12.70
		ข	คำตอบถูกต้อง	111	29.37
		ค	ตีความหมายของคาร์โบไฮเดรตไม่ได้	124	32.80
		ง	ไม่เข้าใจความหมายของคาร์โบไฮเดรต	95	25.13
11	28	ก	คำตอบถูกต้อง	114	30.15
		ข	จดจำจดจำกับความผิดปกติของ โครโมโซมระหว่างอาการดาวน์และ อาการครีดูชาร์ไม่ได้	115	30.42
		ค	ไม่เข้าใจกับความผิดปกติของ โครโมโซม	59	15.61
		ง	วิเคราะห์ความผิดปกติของโครโมโซม ไม่ได้	90	23.81
	29	ก	แยกแยะลักษณะอาการดาวน์ได้บาง ลักษณะ	21	5.56
		ข	อธิบายลักษณะอาการดาวน์ได้บาง ลักษณะ	97	25.66
		ค	จดจำลักษณะอาการดาวน์ไม่ได้	29	7.67
		ง	คำตอบถูกต้อง	231	61.11
30	ก	จดจำกับความผิดปกติของโครโมโซม ระหว่างอาการดาวน์และครีดูชาร์ ไม่ได้	34	8.99	
	ข	ไม่เข้าใจความสำคัญความผิดปกติ ของโครโมโซมอาการดาวน์และครีดู ชาร์	50	13.23	

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวนที่ นักเรียน เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
		ค	คำตอบถูกต้อง	219	57.93
		ง	แยกแยะความผิดปกติที่เกิดขึ้นบน โครโมโซมเพศและโครโมโซมร่างกาย	75	19.84

จากตารางที่ 12 ผลการค้นหาสาเหตุความพร่องทางการเรียนและร้อยละของนักเรียนจำนวน 378 คน จากแบบทดสอบวินิจฉัย พบว่ามีความบกพร่องทางการเรียน และจำนวนร้อยละของนักเรียนที่เลือกตอบในการทำแบบทดสอบวินิจฉัยรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเรียงลำดับความบกพร่องจากมากไปน้อยในแต่ละจุดประสงค์ ดังนี้

จุดประสงค์ที่ 1 อธิบายลักษณะและความสำคัญของยีนและโครโมโซม จำนวน 2 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องไม่เข้าใจความสำคัญของยีนและโครโมโซมมากที่สุด โดยมีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 259 คน คิดเป็นร้อยละ 44.27 รองลงมาคือจดจำความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 32.48 รองลงมาคือแยกแยะความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 108 คน คิดเป็นร้อยละ 18.46 และสุดท้ายคือ วิเคราะห์ความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 4.79 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 2 อธิบายการค้นพบสารพันธุกรรมได้ จำนวน 3 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องวิเคราะห์ผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้มากที่สุด โดยมีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 303 คน คิดเป็นร้อยละ 36.68 รองลงมาคือจดจำผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 226 คน คิดเป็นร้อยละ 27.36 รองลงมาคือไม่เข้าใจผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรม มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 133 คน คิดเป็นร้อยละ 16.10 รองลงมาคืออธิบายผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 8.96 รองลงมาคือตีความหมายผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 7.87 และสุดท้าย

คือ แยกแยะผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 3.03 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 3 อธิบายรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมได้ จำนวน 2 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของโครโมโซมไม่ได้มากที่สุด มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 139 คน คิดเป็นร้อยละ 29.45 รองลงมาคืออธิบายองค์ประกอบของโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 138 คน คิดเป็นร้อยละ 29.24 รองลงมาคือไม่เข้าใจองค์ประกอบของโครโมโซม มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 124 คน คิดเป็นร้อยละ 26.27 และสุดท้ายคือจดจำองค์ประกอบของโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 15.04 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 4 อธิบายส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมได้ จำนวน 2 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องไม่เข้าใจรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมมากที่สุด มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 127 คน คิดเป็นร้อยละ 37.91 รองลงมาคืออธิบายรูปร่างและลักษณะของโครโมโซม มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 26.87 รองลงมาคือวิเคราะห์รูปร่างและลักษณะของโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 15.28 รองลงมาคือจดจำรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 13.43 และสุดท้ายคือแยกแยะรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 5.97 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 5 อธิบายองค์ประกอบของ DNA จำนวน 4 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องไม่เข้าใจส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมมากที่สุด มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 240 คน คิดเป็นร้อยละ 23.62 รองลงมาคือแยกแยะส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 226 คน คิดเป็นร้อยละ 22.24 รองลงมาคือจดจำส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 205 คน คิดเป็นร้อยละ 20.81 รองลงมาคือวิเคราะห์ส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 174 คน คิดเป็นร้อยละ 17.13 และสุดท้ายคืออธิบายส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 171 คน คิดเป็นร้อยละ 16.83 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 6 อธิบายโครงสร้างของ DNA จำนวน 2 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องไม่เข้าใจองค์ประกอบทางเคมีของ DNA มากที่สุด มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 234 คน คิดเป็นร้อยละ 47.56 รองลงมาคือวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ DNA ไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 168 คน คิดเป็นร้อยละ 34.15 รองลงมาคือจดจำองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 11.99 และสุดท้ายคืออธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 6.30 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 7 อธิบายเกี่ยวกับสมบัติของพันธูกรรมและการสังเคราะห์ DNA ได้ จำนวน 5 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องจดจำโครงสร้างของสารพันธุกรรมไม่ได้มากที่สุด มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 368 คน คิดเป็นร้อยละ 30.19 รองลงมาคือวิเคราะห์โครงสร้างของสารพันธุกรรมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 324 คน คิดเป็นร้อยละ 26.58 รองลงมาคือแยกแยะโครงสร้างของสารพันธุกรรมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 257 คน คิดเป็นร้อยละ 21.08 รองลงมาคือไม่เข้าใจโครงสร้างของสารพันธุกรรม มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 166 คิดเป็นร้อยละ 13.62 และสุดท้ายคืออธิบายโครงสร้างของสารพันธุกรรมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 104 คน คิดเป็นร้อยละ 8.53 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 8 วิเคราะห์และอธิบายการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA จำนวน 2 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องแยกแยะการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA ไม่ได้มากที่สุด มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 183 คน คิดเป็นร้อยละ 43.26 รองลงมาคือไม่เข้าใจการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA ไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 114 คน คิดเป็นร้อยละ 26.95 รองลงมาคืออธิบายการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA ไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 18.44 และสุดท้ายคือจดจำการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA ไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 11.35 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 9 อธิบายและสรุปการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้ จำนวน 3 คน พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องจดจำการสังเคราะห์ DNA ไม่ได้มากที่สุด มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 279 คน คิดเป็นร้อยละ 38.48 รองลงมาคือไม่เข้าใจการสังเคราะห์ DNA มี

นักเรียนเลือกตอบ จำนวน 185 คน คิดเป็นร้อยละ 25.52 รองลงมาคือแยกแยะการสังเคราะห์ DNA ไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 14.07 รองลงมาคืออธิบายการสังเคราะห์ DNA ไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 13.66 และสุดท้ายคือวิเคราะห์การสังเคราะห์ DNA ไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 8.28 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 10 อธิบายการเกิดมิวเทชันได้ จำนวน 2 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมมากที่สุด มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 32.29 รองลงมาคือตีความหมายการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 124 คน คิดเป็นร้อยละ 24.27 รองลงมาคืออธิบายการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 17.22 รองลงมาคือวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 16.83 และสุดท้ายคือจดจำการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 9.39 ตามลำดับ

จุดประสงค์ที่ 11 อธิบายการเกิดมิวเทชันได้ จำนวน 3 ข้อ พบว่านักเรียนมีความบกพร่องในเรื่องจดจำเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชันไม่ได้มากที่สุด มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 178 คน คิดเป็นร้อยละ 31.23 รองลงมาคือไม่เข้าใจเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชัน มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 109 คน คิดเป็นร้อยละ 19.21 รองลงมาคืออธิบายเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชันไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 97 คน คิดเป็นร้อยละ 17.02 รองลงมาคือแยกแยะเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชันไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 16.84 และสุดท้ายคือวิเคราะห์เกี่ยวกับการเกิดมิวเทชันไม่ได้ มีนักเรียนเลือกตอบ จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 15.79 ตามลำดับ

จากการค้นหาสาเหตุความพร่องทางการเรียนและร้อยละของนักเรียน จำนวน 378 คน จากแบบทดสอบวินิจฉัยรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่ามีความบกพร่องทางการเรียนในแต่ละรายจุดประสงค์ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนซึ่งแยกตามจุดประสงค์และคำร้อยละ
ของนักเรียน จำนวน 378 คน

จุดประสงค์ การเรียนรู้	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1.	ไม่เข้าใจความสำคัญของยีนและโครโมโซม	259	44.27
	จดจำความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้	190	32.48
	แยกแยะความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้	108	18.46
1	วิเคราะห์ความสำคัญของยีนและโครโมโซมไม่ได้	28	4.79
	รวม	585	100.00
2.	วิเคราะห์ผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้	303	36.68
	จดจำผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้	226	27.36
	ไม่เข้าใจผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรม	133	16.10
	อธิบายผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้	74	8.96
	ตีความหมายผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้	65	7.87
	แยกแยะผลการทดลองการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้	25	3.03
	รวม	826	100.00
3	วิเคราะห์องค์ประกอบของโครโมโซมไม่ได้	139	29.45
	อธิบายองค์ประกอบของโครโมโซมไม่ได้	138	29.24
	ไม่เข้าใจองค์ประกอบของโครโมโซม	124	26.27
	จดจำองค์ประกอบของโครโมโซมไม่ได้	71	15.04
	รวม	472	100.00
4	ไม่เข้าใจรูปร่างและลักษณะของโครโมโซม	127	37.91
	อธิบายรูปร่างและลักษณะของโครโมโซม	90	26.87
	วิเคราะห์รูปร่างและลักษณะของโครโมโซมไม่ได้	53	15.82
	จดจำรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมไม่ได้	45	13.43
	แยกแยะรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมไม่ได้	20	5.97
	รวม	335	100.00

จุดประสงค์ การเรียนรู้	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
5	ไม่เข้าใจส่วนประกอบของยีนและโครโมโซม	240	23.62
	แยกแยะส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมไม่ได้	226	22.24
	จดจำส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมไม่ได้	205	20.18
	วิเคราะห์ส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมไม่ได้	174	17.13
	อธิบายส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมไม่ได้	171	16.83
	รวม	1016	100.00
6	ไม่เข้าใจองค์ประกอบทางเคมีของ DNA	234	47.56
	วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ DNA ไม่ได้	168	34.15
	จดจำองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ไม่ได้	59	11.99
	อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ไม่ได้	31	6.30
	รวม	492	100.00
7	จดจำโครงสร้างของสารพันธุกรรมไม่ได้	368	30.19
	วิเคราะห์โครงสร้างของสารพันธุกรรมไม่ได้	324	26.58
	แยกแยะโครงสร้างของสารพันธุกรรมไม่ได้	257	21.08
	ไม่เข้าใจโครงสร้างของสารพันธุกรรม	166	13.62

จุดประสงค์ การเรียนรู้	สาเหตุความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
	อธิบายโครงสร้างของสารพันธุกรรมไม่ได้	104	8.53
	รวม	1219	100.00
8	แยกแยะการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA ไม่ได้	183	43.26
	ไม่เข้าใจการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA ไม่ได้	114	26.95
	อธิบายการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA ไม่ได้	78	18.44
	จดจำการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA ไม่ได้	48	11.35
	รวม	423	100.00
9	จดจำการสังเคราะห์ DNA ไม่ได้	279	38.48
	ไม่เข้าใจการสังเคราะห์ DNA	185	25.52
	แยกแยะการสังเคราะห์ DNA ไม่ได้	102	14.07
	อธิบายการสังเคราะห์ DNA ไม่ได้	99	13.66
	วิเคราะห์การสังเคราะห์ DNA ไม่ได้	60	8.28
	รวม	725	100.00
10	ไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม	165	32.29
	ตีความหมายการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้	124	24.27
	อธิบายการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้	88	17.22
	วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้	86	16.83
	จดจำการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมไม่ได้	48	9.39
	รวม	511	100.00
11	จดจำเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชันไม่ได้	178	31.23
	ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชัน	109	19.12
	อธิบายเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชันไม่ได้	97	17.02
	แยกแยะเกี่ยวกับการเกิดมิวเทชันไม่ได้	96	16.84
	วิเคราะห์เกี่ยวกับการเกิดมิวเทชันไม่ได้	90	15.79
	รวม	570	100.00

จากตารางที่ 13 แสดงสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนซึ่งแยกตามจุดประสงค์และค่าร้อยละของนักเรียน จำนวน 378 คน พบสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มากที่สุดในแต่ละจุดประสงค์ทั้งหมด 6 ลักษณะ โดยเรียงจากความบกพร่องมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้

1. จดจำเนื้อหาไม่ได้ จำนวนนักเรียน 1,807 คิดเป็นร้อยละ 28.12
2. วิเคราะห์เนื้อหาไม่ได้ จำนวนนักเรียน 1,429 คิดเป็นร้อยละ 22.24
3. ไม่เข้าใจเนื้อหา จำนวนนักเรียน 1,143 คิดเป็นร้อยละ 17.79
4. แยกแยะเนื้อหาไม่ได้ จำนวนนักเรียน 977 คิดเป็นร้อยละ 15.21
5. อธิบายเนื้อหาไม่ได้ จำนวนนักเรียน 880 คิดเป็นร้อยละ 13.70
6. ตีความหมายเนื้อหาไม่ได้ จำนวนนักเรียน 189 คิดเป็นร้อยละ 2.94

จากการหาค้นสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนซึ่งแยกตามจุดประสงค์และค่าร้อยละของนักเรียน จำนวน 378 คน พบสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ที่	ลักษณะความบกพร่อง	ความถี่	ร้อยละ
1.	จดจำเนื้อหาไม่ได้	1,807	28.12
2.	วิเคราะห์เนื้อหาไม่ได้	1,429	22.24
3.	ไม่เข้าใจเนื้อหา	1,143	17.79
4.	แยกแยะเนื้อหาไม่ได้	977	15.21
5.	อธิบายเนื้อหาไม่ได้	880	13.70
6.	ตีความหมายเนื้อหาไม่ได้	189	2.94
	รวม	6,425	100

จากตารางที่ 14 แสดงความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม โดยเรียงลำดับความบกพร่องจากมากไปน้อย คือ ด้านจดจำเนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 28.12 ด้านวิเคราะห์เนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 22.24 ด้านไม่เข้าใจเนื้อหา คิดเป็นร้อยละ 17.79 ด้านแยกแยะเนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 15.21 ด้านอธิบายเนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 13.70 และด้านตีความหมายเนื้อหาไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 2.94 ตามลำดับ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 21 ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้
4. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

สรุปผลการวิจัย

1. แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มี 30 ข้อ ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบวินิจฉัย โดยใช้ชุดลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 - 1.00 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.97

2. สาเหตุความบกพร่องทางการเรียนรู้ของนักเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 มี 6 ลักษณะ คือ ด้านความจดจำเนื้อหาไม่ได้ ร้อยละ 28.12 ด้านวิเคราะห์เนื้อหาไม่ได้ ร้อยละ 22.24 ด้านไม่เข้าใจเนื้อหา ร้อยละ 17.79 ด้านแยกแยะเนื้อหาไม่ได้ ร้อยละ 15.21 ด้านอธิบายเนื้อหาไม่ได้ ร้อยละ 13.70 และด้านตีความหมายเนื้อหาไม่ได้ จำนวน 189 คน ร้อยละ 2.94 ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลของการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการสร้างแบบทดสอบ ได้แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ การสร้างแบบทดสอบมีการ ออกแบบอย่างรอบคอบตามวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ผ่านการตรวจสอบคุณภาพตาม ขั้นตอนตั้งแต่

2. การหาคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ยีนและโครโมโซม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 1 ฉบับ

จากการตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัย รายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบประเมินความ สอดคล้องตามวิธีของโรวินอลลีและแฮมเบิลตัน ปรากฏว่า แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียน มี ดัชนีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหาสูง ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดและสอดคล้องกับหลักสูตร จึงทำให้ผู้เชี่ยวชาญมี ความเห็นสอดคล้องกัน สอดคล้องกับแนวคิดของ ปิยะธิดา ปัญญา (2558 : 195) ได้กล่าวไว้ว่า ความตรงเชิงเนื้อหาเป็นวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับความรู้และทักษะตามที่ หลักสูตรหรือเป็นไปตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 36) ที่ กล่าวไว้ว่าข้อสอบวินิจฉัยมุ่งวัดผลเป็นเรื่อง ๆ หรือเป็นด้าน ๆ ไป ถ้าต้องการทดสอบทักษะย่อย หลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ ตามทักษะย่อยนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัชรา นางสะอาด (2557 : 115 - 116) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 ผลการศึกษาพบว่าความ เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.00 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิทธิ

ยา มณีฉาย (2555 : 100 - 102) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และค้นหาข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.00 แสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อมีคุณภาพสามารถวัดในเรื่องนั้นได้จริง

2.2 ความยากของแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 1 ฉบับ

จากการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ พบว่าความยากของแบบทดสอบเพื่อหาคุณภาพเบื้องต้น เพื่อหาคุณภาพข้อสอบรายข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 - 0.79 โดยภาพรวมข้อสอบมีค่าเข้าเกณฑ์กำหนดไว้คือ 0.65 ขึ้นไป ทั้งนี้เป็นเพราะมีข้อสอบหลายข้อที่คุณภาพไม่ได้ตามเกณฑ์เนื่องจากคำถามอาจมีข้อบกพร่อง เช่น การใช้ภาษากำกวมในเนื้อหา ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบซึ่งมีทั้งข้อคำถาม, ตัวถูก, ตัวลวง ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น และนำไปทำการทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพทั้งฉบับ ปรากฏว่า แบบทดสอบวินิจฉัย มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.65 ถึง 0.79 ข้อสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนที่สร้างขึ้นมีค่าความยากตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือมีค่าตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป สอดคล้องกับแนวคิดของไพศาล วรคำ (2558 : 298) ความยากของข้อสอบ เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง .20 - 80 เนื่องจากข้อสอบที่ยากเกินไป หรือง่ายเกินไป จะไม่สามารถจำแนกความสามารถของกลุ่มผู้สอบได้ สอดคล้องกับแนวคิดของสมบัติ ท้ายเรือคำ (2551 : 88 - 89) ที่กล่าวไว้ว่าสัดส่วนที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก มักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากของข้อสอบที่จะเลือกไว้ใช้ในช่วง 0.2 - 0.8 สอดคล้องกับงานวิจัยของนิตยาภรณ์ ศรีภาแลว (2557 : 106 - 108) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 เรื่องพลังงานไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่ามีค่าความยากของแบบทดสอบ ตั้งแต่ 0.68 - 0.79 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kiliç, D., & Saglam, N. (2009 : 227 - 244) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการวิจัยในระดับชั้นที่สองการทดสอบความเข้าใจของ

นักเรียนในพันธุศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่ามีความยากของแบบทดสอบ ตั้งแต่ 0.25 - 0.67 ดังนั้นจึงถือได้ว่าแบบทดสอบวินิจัยที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมามีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ตั้งไว้

2.3 ค่าอำนาจของแบบทดสอบวินิจัย จำนวน 1 ฉบับ

จากการทดสอบแบบทดสอบวินิจัยความบกพร่องทางการเรียนเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 - 1.00 สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรวาท ทองบุ (2553 : 101 - 104) กล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์ จะมุ่งเน้นการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเป็นข้อสอบที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามประสงค์นั้นอย่างแท้จริง สอดคล้องกับแนวคิดของ สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 212 - 216) ได้กล่าวว่า ความสามารถของข้อสอบม่นการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ สอดคล้องกับงานวิจัย ภัชรา นางสะอาด (2555 : 113 - 114) ได้ศึกษาแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 มีผลการวิจัยค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 0.22 - 0.83 สอดคล้องกับงานวิจัยของ David F. Treagust and others (2002 : 412 - A) ได้ศึกษาการพัฒนาและการประยุกต์ของเครื่องมือวัดแนวคิดวินิจัยตัวเลือกสองลำดับชั้น เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในการวิเคราะห์เคมีอินทรีย์เชิงคุณภาพ พบว่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.53 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าเท่ากับ 0.97

2.4 ค่าความเชื่อมั่น จำนวน 1 ฉบับ

จากการทดสอบหาคุณภาพ ครั้งที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจัยความบกพร่องทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.97 นั่นคือแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูง อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้สร้างความตระหนักในการทำ แบบทดสอบโดยแจ้งวัตถุประสงค์ของการสอบให้ นักเรียนเข้าใจ และเห็นถึงความสำคัญในการสอบ ทำให้นักเรียนส่วนมากตั้งใจทำข้อสอบซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของ ไพศาล วรคำ (2558 : 292) กล่าวว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.85 - 1.00 สอดคล้องกับแนวคิดของ สมนึก ภัททิยธนี (2553 : 225 - 230) กล่าวว่าแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นจะสามารถจำแนกผู้สอบว่า ใครเป็นผู้รอบรู้ (สอบผ่าน) ใครเป็นผู้ไม่

รอบรู้ (สอบไม่ผ่าน) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุพิน พวงจันทร์ (2557 : 112 – 113) ได้ศึกษา การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่ามีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ เท่ากับ 0.79, 0.84, 0.83, 0.77 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริธยา มณีสาย (2555 : 100 - 102) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าแบบทดสอบ มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

3. ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุความบกพร่องทางการเรียนรู้ของนักเรียน จากการ ทดสอบเพื่อวินิจฉัยหาสาเหตุความบกพร่องมี 6 ลักษณะ คือ ด้านความจดจำเนื้อหาไม่ได้ จำนวน 1,807 คน คิดเป็นร้อยละ 28.12 ด้านวิเคราะห์เนื้อหาไม่ได้ จำนวน 1,429 คน คิดเป็นร้อยละ 22.24 ด้านไม่เข้าใจเนื้อหา จำนวน 1,143 คน คิดเป็นร้อยละ 17.79 ด้านแยกแยะเนื้อหาไม่ได้ จำนวน 977 คน คิดเป็นร้อยละ 15.21 ด้านอธิบายเนื้อหาไม่ได้ จำนวน 880 คน คิดเป็นร้อยละ 13.70 และด้านตีความหมายเนื้อหาไม่ได้ จำนวน 189 คน คิดเป็นร้อยละ 2.94 ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นเพราะเนื้อหาวิชาที่มีมาก นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการทบทวนเนื้อหา และความ คงทนในความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจากหลังกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้เวลาทำ แบบทดสอบ นักเรียนเกิดความสับสนในเนื้อหาวิชา ขาดการคิดวิเคราะห์เนื้อหาวิชา ทำโจทย์ ปัญหาไม่ได้ ส่งผลให้นักเรียนมีความบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ซึ่ง สอดคล้องกับแนวคิดของ ปิยะธิดา ปัญญา (2558 : 11) ที่กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็น แบบทดสอบที่ใช้หาจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียน โดยทั่วไปจะใช้หาข้อบกพร่องในด้านทักษะ หรือความสามารถ สำหรับระบุปัญหาในการเรียน สอดคล้องกับแนวคิด บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 36) ที่กล่าวไว้ว่าข้อสอบวินิจฉัยมุ่งวัดผลเป็นเรื่อง ๆ หรือเป็นด้าน ๆ ไป ถ้าต้องการ ทดสอบทักษะย่อยหลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ ตามทักษะย่อยนั้น สอดคล้อง กับแนวคิดของ Brown (1970 : 225) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหา จุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริมและให้การ แนะนำ ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อน หรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในแต่ละ ส่วนย่อย ๆ ของแบบทดสอบนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิยะดา เกษมสานต์ (2559 : 147 -

152) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบข้อบกพร่องในการเรียน คือ ไม่เข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 36.96 สับสนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 23.65 ขาดทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 19.74 แยกแยะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 11.34 ขาดความแม่นยำในการคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 6.36 และไม่สามารถคิดสิ่งที่ซับซ้อนได้ คิดเป็นร้อยละ 1.95 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิตยาภรณ์ ศรีภาแลว (2557 : 106 -108) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 5 เรื่องพลังงานไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบข้อบกพร่องในการเรียน คือ ไม่เข้าใจวิธีการคำนวณหาค่าไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 43.88 ไม่เข้าใจหลักการต่อวงจรไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 42.03 และไม่เข้าใจการหาค่าความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 38.11 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เหมาะสำหรับการสอบรายบุคคลมากกว่าเป็นกลุ่ม เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องได้ตรงจุด
2. ควรนำไปใช้ทดสอบกับนักเรียนหลังจากที่ทำการสอนเนื้อหาแต่ละตอนเสร็จสิ้น
3. ควรให้นักเรียนทราบผลการทดสอบในช่วงเวลาเรียนต่อไป เมื่อครูผู้สอนทราบข้อบกพร่องของนักเรียนในเนื้อหาใด ๆ ควรจัดสอนซ่อมเสริมให้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหารายวิชาอื่น ๆ หรือสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนให้มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น
2. เมื่อพบความบกพร่องในแต่ละจุดของนักเรียน ครูควรสร้างชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนของนักเรียนในส่วนที่บกพร่อง



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- โชติ เพชรชื่น. (2544). **แบบทดสอบวินิจฉัย**. สารานุกรมศึกษาศาสตร์. ฉบับที่ 23 : 7 - 11.
- ทองหล่อ วิภาวิน. (ม.ป.ป.). **ข้อสอบวินิจฉัย**. พัฒนาวัดผล ฉบับที่ 14 : 50 - 51
- นันทวัน นันทวนิช. (2557). **การประเมินรู้การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015** นิตยสาร
สสวท. ปีที่ 42 ฉบับที่ 186 : 40 - 43
- นิตยาภรณ์ ศรีภาแลว. (2557). **การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์เรื่อง พลังงานไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม**.
- เดือนฉาย ดลไพโร. (2557). **การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์เรื่องการบวกลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต วิจัยและประเมินผล
การศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2553). **การวิจัยเพื่อการแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุ
วีริยาสาส์น.
- ปิยะธิดา ปัญญา. (2558). **การวัดและการทดสอบแบบอิงกลุ่ม** มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.
- ไพศาล วรคำ. (2558). **การวิจัยทางการศึกษา**. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.
- ภักชนา นางสะอาด. (2555). **การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**

- ยุพิน พวงจันทร์. (2557). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์
เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สรีรียาศาสตร์.
ลักษณะ สมจิตร. (2547). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์
ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วิยะดา เกษมสานต์. (2559). สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องของผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2550). การวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของผู้เรียน. ในหนังสือชุดปฏิรูป
การศึกษา “การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่” บรรณาธิการโดย สุวิมล ว่องวานิช.
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 154 - 176.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือ
เรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ :
องค์การค้ำของ สกสศ. จัดพิมพ์ จำหน่าย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). วิวัฒนาการของการรับเสียงใน
สัตว์มีกระดูกสันหลัง นิตยสาร สสวท. กันยายน – ตุลาคม.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2544). การวัดการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กทม. : ประสานการพิมพ์.
_____. (2551). การวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม : ประสานการพิมพ์.
_____. (ม.ป.ป.). การวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา
สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2546). เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยการศึกษาเบื้องต้น.
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- _____. (2551). **ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กาทสินธุ์ : ประสาน
การพิมพ์.
- สุดสวาท หน่อแก้ว. (2557). **การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง เรื่องการบวก การลบ
การคูณ และการหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**.วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์
มหาบัณฑิตสาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุรวาท ทองบุ. (2550). **การวิจัยทางการศึกษา**. มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์.
- _____. (2553). **การวิจัยทางการศึกษา**. มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์.
- _____. (2554). **การวิจัยทางการศึกษา**. มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์.
- Bloom, Benjamin S. Thomas J. Hastings and Georg F. Madaus. (1973). **Handbook
on Formative and Summative Evaluation of student Learning**. New
Yoke : McGraw Hill.
- Bloom, Benjamin S. and Other. (1971). **Handbook on Farmative and Summative
Evaluation of Student Learning**. New York : McGraw – Hill.
- Brown, Frederick G. (1970). **Principles of Educational and Psychological Testing**.
New York. Holt, Rinehart and Winston.
- Ebel, Robert L. (1965). **Measurement Education Achievement**. New Jersey :
Prentice Hall.
- Ewing, P. A. (2003). “A Conructivist Approach to Teaching a 7th Grade Matter
Unit,” **Abstract Abstracts Internation** 41(2) : 368 ; April.
- Kennedy,Eddie C. (1980). **classroom Approaches to Remedial Reading**. 3th ed.
Itasca : F.E. Peacock Publishers.
- Kiliç, D., & Saglam, N. **Development of a Two - Tier Diagnostic Test to
Determine Students’ Understanding of Concepts in
Genetics**. 2009 : 227 - 244.
- Gronlund, Norman E. (1976). **Measurement and Evaluation in Teaching**. New
York: Macmillan.

- Kopsovich, Rosasallind Donna. "A Study of Correlation Between Learning Styles of Students and Thesis Mathematics Scores on the Texas Assessment of Academic Skills Test," **Dissertation Abstracts International**. 63 : 3100 - A ; march
- Lovett. H.T. (1978). "The Effect to Violating the Assumption of Equal Item Means in Estimating the Livingston Coefficient," **Educational and Psychological Measurement**. 38 : 239 – 251.
- Maloof, J. and V. K.B. White. (2005). "Team Study Training in the College Biology Laboratory," **Journal of Biological Education**. 39(3) : 120 - 124 ; Summer.
- Payne, Davis A. (1973). *The Specification and Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. New York : Rinehart and Winston.
- Sadler, K. C. (1970). **"The Effectiveness of Learning"**. New York : Holt Rinehart and Winston.
- Singha, H.S. (1974). **Modern Education Teaching**. New Delhi : Sterling pub. Taylor & Francis Group. **Development of a Three - Tier Test to Assess Misconceptions About Simple Electric Circuits**. 2010 : 103:208 – 222.
- Rovinelli and Hambleton. (1977). **Educational Testing and Measurement : Classroom Application and Practice**. Glenview, Ill., Scott, Foresman and Company.



ภาคผนวก ก

การหาคุณภาพเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อที่	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ จุดประสงค์การเรียนรู้					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
20	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
25	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้
26	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
27	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
30	-1	1	1	1	1	0.6	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
32	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
33	0	1	1	1	1	0.8	ใช้ได้
34	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
35	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
36	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
37	1	1	0	0	1	0.6	ใช้ได้
38	-1	1	1	1	1	0.6	ใช้ได้
39	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
41	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
42	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
43	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้
44	1	1	0	1	1	0.8	ใช้ได้

ข้อที่	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม จุดประสงค์ การเรียนรู้					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	45	1	1	0	1		
46	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
47	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
48	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
49	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้
50	1	1	-1	1	1	0.6	ใช้ได้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อที่	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้ กับข้อคำถาม					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
44	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
45	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
46	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
47	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
48	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
49	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดของแบบทดสอบเพื่อสำรวจหา

ข้อบกพร่องในการเรียน

วิชาชีววิทยา 5 เรื่อง ยีนและโครโมโซมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง ขอให้ท่านโปรดพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อที่แสดงในแบบทดสอบเพื่อสำรวจหา ข้อบกพร่องในการเรียน วิชาชีววิทยา 5 เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ว่าสอดคล้องกับตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้ และพฤติกรรมการศึกษาที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่าง ที่ตรงกับความคิดเห็น ดังนี้

1. ถ้าท่านพิจารณาเห็นว่าข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้องกับตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้ และพฤติกรรมการศึกษาจริงให้กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง สอดคล้อง
2. ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้องกับตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้ และพฤติกรรมการศึกษาจริงให้กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ไม่แน่ใจ
3. ถ้าท่านพิจารณาเห็นว่าข้อคำถามแต่ละข้อไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้ และพฤติกรรมการศึกษาจริงให้กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ไม่สอดคล้อง

หากท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขข้อคำถามให้ชัดเจนยิ่งขึ้น กรุณาเติมข้อความลงในช่องข้อเสนอแนะ เพื่อผู้วิจัยจะได้นำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่องในการเรียน วิชาชีววิทยา 5 เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
1.สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และ อธิบายเกี่ยวกับ โครโมโซม โครงสร้างและ หน้าที่ของสาร พันธุกรรม	1. อธิบายลักษณะ ความสำคัญของยีน และโครโมโซมได้	1. การรวมของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิด เป็นไซโกตจะเหมือนกับการรวมกันของ แอลลีลอย่างไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
		2.ข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการ พัฒนาของเซลล์ลูก ที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
1.สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และ อธิบายเกี่ยวกับ โครโมโซม โครงสร้างและ หน้าที่ของสาร พันธุกรรม(ต่อ)		3. จากทฤษฎี chromosome theory of inheritance กล่าวว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซมเพราะยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกันอย่างไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
	2. อธิบายการ ค้นพบสาร พันธุกรรมได้	4. จากการทดลองของแอมบรอส แมคคลอยด์และแมคคาร์ทีเพราะเหตุใดจึงเติมเอนไซม์ RNaseDNaseและโปรตีนเอส				คิดวิเคราะห์				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		ลงไปในสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....								
		5. หลักฐานที่ใช้สนับสนุนว่า DNA เป็น สารพันธุกรรมศึกษาจากอะไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				คิดวิเคราะห์				
		6. ในกรดนิวคลีอิก มีธาตุใดเป็น องค์ประกอบหลัก				คิดวิเคราะห์				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....								
		7. การตั้งชื่อสารพันธุกรรมนิวคลีอิน เพราะเหตุผลใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				คิดวิเคราะห์				
		8. "DNA อยู่ที่โครโมโซม"อาศัยหลักฐาน ใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				คิดวิเคราะห์				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		9. DNA ของแบคทีเรียมีลักษณะอย่างไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				คิดวิเคราะห์				
	3. อธิบายรูปร่าง และลักษณะของ โครโมโซมได้	10. เคมพ์ที่ใช้ในการแบ่งรูปร่างของ โครโมโซม คือ ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความรู้				
		11. การแบ่งเซลล์ในระยะใดที่มองเห็น โครโมโซมชัดเจนที่สุด ตอบ.....				ความรู้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		เหตุผลที่ตอบ.....								
		12. ถ้าต้องการจะศึกษาการการ เปลี่ยนแปลงของโครโมโซมควรเลือก ศึกษาจากกระบวนการใด และใช้วิธีการ ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความรู้				
	4. อธิบาย ส่วนประกอบของ ยีนและโครโมโซม ได้	13. ส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม เรียกว่าอะไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความรู้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		14. โปรตีนที่พบอยู่ในโครโมโซม ตอบ.....เหตุผลที่ ตอบ.....				ความรู้				
		15. สาย DNA ที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิส โตน ซึ่งมีลักษณะ คล้ายเม็ดลูกปัด เรียกว่าโครงสร้างนี้ว่า อะไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความรู้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรมการศึกษา	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอแนะ
			สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		16. อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความจำ				
	5. อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA	17. การเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็นสายยาวเกิดจากพันธะชนิดใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความจำ				
		18. ไนโตรเจนีสเบสที่ยึดเกาะกับน้ำตาลที่คาร์บอนอะตอม				ความจำ				




ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		ตำแหน่งใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....								
		19. โมเลกุลของ DNA เป็นเกลียวคู่ มี ลักษณะคล้ายบันไดเวียน โดยมีสารใดที่ ทำหน้าที่เป็นราวบันได ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความจำ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		20. สารประกอบหลักที่ทำให้เกิดเป็น นิวคลีโอไทด์ คือ สารชนิดใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความจำ				
		21. กรดนิวคลีอิก มีเบสกี่ชนิด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความจำ				
		22. ชนิดนิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วยอะไรบ้าง ตอบ.....				ความจำ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		เหตุผลที่ตอบ.....								
		23. DNA เป็นกรดชนิดใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความจำ				
	6. อธิบาย โครงสร้างของสาร พันธุกรรม	24. กฎของชาร์กาฟ มีสาระสำคัญ อย่างไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความจำ				
		25. การจับคู่เบสระหว่างเบส G กับ เบส C เกิดจากพันธะชนิดใด				ความเข้าใจ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....								
		26. นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่เสนอ โครงสร้างของ DNA ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
		27. แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T คือแรงแยัดใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และ อธิบายเกี่ยวกับ โครโมโซม และ	7. อธิบายการ สังเคราะห์ DNA ได้	28. tRNAมีหน้าที่อย่างไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
		29. mRNA มีหน้าที่อย่างไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
		30. อธิบายการจำลองดีเอ็นเอ (DNA replication) ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		<p>31. DNA  mRNA</p> <p>  พอลินิวคลีโอไทด์</p> <p>ลูกศรหมายเลข 1 และ 2 เป็น กระบวนการอะไร ตามลำดับ ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....</p>				ความเข้าใจ				
		<p>32. สารที่เป็นตัวกลางระหว่าง DNA กับ ไรโบโซม คือ ตอบ.....</p>				ความเข้าใจ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		เหตุผลที่ตอบ.....								
		33. การจำลองดีเอ็นเอเกิดในลักษณะใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
		34. เอนไซม์ชนิดใดที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอ แม่แบบ (DNA) ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
		35. การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นที่ใด				ความเข้าใจ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		ตอบ..... เหตุผลที่ ตอบ.....								
	8. อธิบายการ ควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรมของ DNA	36. กรดอะมิโนที่เป็นรหัสพันธุกรรมชนิด แรก คือ ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				คิดวิเคราะห์				
		37. รหัสพันธุกรรมตัวใดที่เป็นรหัสหยุด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				คิดวิเคราะห์				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		38. สารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ สัตว์ ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				คิด วิเคราะห์				
		39. นิวคลีโอไทด์ที่ต่อกันเป็นสายยาว เรียกว่าอะไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				คิด วิเคราะห์				
	9. อธิบาย DNA กับ การสังเคราะห์ โปรตีน	ใช้ DNA template ตอบคำถามข้อ 40 - 42 3'CGTACAAAGGCTTTCC								

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		TATT TACCCCTGTACT 5' 40. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีนแล้ว จงหาลำดับนิวคลีโอไทด์บนสาย tRNA ของกรดอะมิโนตัวที่ 2 และ 3 ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				การ สังเคราะห์				
		41. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีนแล้ว สิ้นสุดกระบวนการนี้จะได้กรดอะมิโนทั้งหมด กี่โมเลกุล ตอบ.....				การ สังเคราะห์				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		เหตุผลที่ตอบ.....								
		42. ถ้าโคดอนของ mRNA โมเลกุลหนึ่งมีลำดับเบสดังนี้ 5'AUGCACGGUAUAUCUAA 3' จงหา DNA Template ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				การ สังเคราะห์				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ การเกิดมิวเทชัน และผลของการ เกิดมิวเทชัน	10. อธิบายการเกิด มิวเทชันได้	43. การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมที่เรียกว่า นอนดิสจังก์ชัน เกิดขึ้นในระยะใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
		44. การเพิ่มหรือการขาดหายของนิวคลี โอไทด์ เรียกการเกิดมิวเทชันนี้ว่าอะไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		43. การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมที่เรียกว่า นอนดิสจังก์ชัน เกิดขึ้นในระยะใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
		44. การเพิ่มหรือการขาดหายของนิวคลี โอไทด์ เรียกการเกิดมิวเทชันนี้ว่าอะไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		45. คาร์โบไฮเดรต หมายถึง อะไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				ความเข้าใจ				
11. อภิปรายและ สรุปการเกิดมิวเท ชันได้		46. อาการครีดูชาต์เป็นความผิดปกติ ของโครโมโซมที่เท่าใด ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....								
		47. ลักษณะของอาการดาวน์เป็นอย่างไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				การประเมิน				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/ พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรม การศึกษา	ผลการพิจารณาความ สอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอ แนะ
			สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
3. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับ การเกิดมิวเทชัน และผลของการ เกิดมิวเทชัน(ต่อ)	11. อธิบายการเกิด มิวเทชันได้ (ต่อ)	48. สาเหตุที่ก่อให้เกิดการมิวเทชัน ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				การประเมิน				
		49. ลักษณะของอาการครีดูซาร์ดเป็น อย่างไร ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....				การประเมิน				
		50. เด็กชายที่แสดงอาการดาวน์ (Down's syndrome) เกิดขึ้นที่ โครโมโซมที่เท่าไร				การประเมิน				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้กับข้อคำถาม			พฤติกรรมการศึกษา	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมการศึกษา			ข้อเสนอแนะ
			สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง		สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		ตอบ..... เหตุผลที่ตอบ.....								

ข้อเสนอแนะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

ตำแหน่ง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดของแบบทดสอบเพื่อสำรวจหา

ข้อบกพร่องในการเรียน

วิชาชีววิทยา 5 เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง ขอให้ท่านโปรดพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อที่แสดงในแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่องในการเรียน วิชาชีววิทยา 5 เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ว่าสอดคล้องกับตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้ และพฤติกรรมการศึกษาที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็น ดังนี้

1. ถ้าท่านพิจารณาเห็นว่าข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้องกับตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้ และพฤติกรรมการศึกษาจริงให้กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง สอดคล้อง
2. ถ้าท่านไม่แน่ใจว่าข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้องกับตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้ และพฤติกรรมการศึกษาจริงให้กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ไม่แน่ใจ
3. ถ้าท่านพิจารณาเห็นว่าข้อคำถามแต่ละข้อไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/พฤติกรรมบ่งชี้ และพฤติกรรมการศึกษาจริงให้กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ไม่สอดคล้อง

หากท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขข้อคำถามให้ชัดเจนยิ่งขึ้น กรุณาเติมข้อความลงในช่องข้อเสนอแนะ เพื่อผู้วิจัยจะได้นำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่องในการเรียน วิชาชีววิทยา 5 เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอ แนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
1. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และ อธิบายเกี่ยวกับ โครโมโซม โครงสร้างและ หน้าที่ของสาร พันธุกรรม	1. อธิบายลักษณะ ความสำคัญของยีน และโครโมโซมได้	1.การรวมของเซลล์ไข่ และสเปิร์มเกิดเป็นไซ โกตจะเหมือนกับการ รวมกันของแอลลิน อย่างไร	ก.รวมกันแบบ เจาะจง	ไม่เข้าใจลักษณะ ความสำคัญของยีนและ โครโมโซม				
			ข.รวมกันเป็นแบบสุ่ม	คำตอบถูกต้อง				
			ค.รวมกันแบบไม่ เจาะจง	จดจำลักษณะความสำคัญ ของยีนและโครโมโซม ไม่ได้				
			ง.รวมกันเป็นแบบ คู่เหมือน	แยกแยะหลักการลักษณะ ความสำคัญของยีนและ โครโมโซมไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		2. ข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่	ก. ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อครึ่งหนึ่งเหมือนแม่ครึ่งหนึ่ง	จดจำเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ไม่ได้				
	ข. ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อและแม่ทุกประการ		วิเคราะห์เกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ไม่ได้					
	ค. ลูกที่เกิดมามีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่		คำตอบถูกต้อง					
	ง. ลูกเกิดมามี		ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการ					

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
			ลักษณะเหมือนพ่อหรือเหมือนแม่	พัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่				
		3. จากทฤษฎี chromosome theory of inheritance กล่าวว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซมเพราะยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกันอย่างไร	ก. ขณะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสยีนและโครโมโซมเข้าคู่กันและรวมตัวกัน	คำตอบถูกต้อง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		3. จากทฤษฎี chromosome theory of inheritance กล่าวว่า ยีนน่าจะอยู่บนโครโมโซมเพราะยีนและโครโมโซมมีความสอดคล้องกันอย่างไร	ข. ยีนและโครโมโซมสามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกหลาน	วิเคราะห์หลักการสำคัญของการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมไม่ได้				
			ค. ยีนและโครโมโซมมีการแยกตัวไปยังเซลล์สืบพันธุ์	จดจำการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมไม่ได้				
			ง. ยีนมี 2 ชุด และโครโมโซมมี 2 ชุด	ไม่เข้าใจทฤษฎีการถ่ายทอดยีนและโครโมโซมไม่ได้				
		2. อธิบายการค้นพบสารพันธุกรรมได้	4. จากการทดลองของ แอเวอรี แมค	ก. เพื่อให้แน่ใจว่า DNA ถูกย่อย	คำตอบถูกต้อง			

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอ แนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		คลอยด์และแมคคาร์ที เพราะเหตุใดจึงเติม เอนไซม์ RNaseDNase และโปรตีนเอสลงไปใน สารสกัดจากแบคทีเรีย สายพันธุ์ S	สลาย แล้วก็ไม่มี DNA ไป เปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นสายพันธุ์ S					
			ข. เพื่อให้แน่ใจว่า RNA ถูกย่อยสลายแล้วก็ไม่มี RNA ไปเปลี่ยนแบคทีเรีย สายพันธุ์ R ให้เป็นสาย พันธุ์ S	จดจำผลการทดลองของ แอเวอรี่ แมคคลอยด์และ แมคคาร์ทีไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		4. จากการทดลองของแอเวอรี แมคคลอยด์ และแมคคาร์ทีเพราะเหตุใดจึงเติมเอนไซม์ RNaseDNaseและโปรตีนเอสไปในการสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S	ค.เพื่อให้แน่ใจว่า DNA เปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นสายพันธุ์ S	ไม่เข้าใจผลการทดลองของแอเวอรี แมคคลอยด์ และแมคคาร์ที				
		จากแบคทีเรียสายพันธุ์ S	ง.เพื่อให้แน่ใจว่า RNA เปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นสายพันธุ์ S	วิเคราะห์ผลการทดลองของแอเวอรี แมคคลอยด์ และแมคคาร์ทีไม่ได้				
		5. หลักฐานที่ใช้สนับสนุนว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม	ก.โครโมโซม	อธิบายผลการทดลองที่ใช้ อธิบายการค้นพบสาร				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		ศึกษาจากอะไร	ข.การนำสีฟุค ซินมาย้อมเซลล์ ติดที่นิวเคลียส และหนาแน่นที่ โครโมโซม	คำตอบถูกต้อง				
			ค.ใน DNA ที่อยู่ใน ลูกที่ได้รับการ ถ่ายทอดมีจากรุ่น พ่อแม่ นั้น จะมี ลักษณะที่ลูก แสดงออกมามี ส่วนคล้ายพ่อแม่	วิเคราะห์ผลการทดลองที่ ใช้อธิบายการค้นพบสาร พันธุกรรมระหว่างการนำ สีฟุคซินมาย้อมเซลล์ติดที่ นิวเคลียสและการ ทดลองต่าง ๆ ไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		5. หลักฐานที่ใช้สนับสนุนว่า DNA เป็นสารพันธุกรรมศึกษาจากอะไร (ต่อ)	ง.การนำเอาเลือดของคน 2 คน มาตรวจหาคู่ที่มีสปีซีเหมือนกัน	จำผลการทดลองที่ใช้อธิบายการค้นพบสารพันธุกรรมไม่ได้				
		6. ในกรดนิวคลีอิกมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบหลัก	ก.โปรตีน	ไม่เข้าใจความสำคัญธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักของกรดนิวคลีอิก				
			ข. ธาตุฟอสฟอรัส, ธาตุไนโตรเจน	คำตอบถูกต้อง				
			ค. ไนโตรจีนัสเบส	วิเคราะห์ความสำคัญธาตุที่เป็นองค์ประกอบ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอ แนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		6. ในกรณีนิวคลีอิก มีธาตุใดเป็น องค์ประกอบหลัก (ต่อ)	ง. ออกซิเจน, ไฮโดรเจน	หลักของกรดนิวคลีอิก ไม่ได้ แยกแยะธาตุที่เป็น องค์ประกอบหลักของ กรดนิวคลีอิกระหว่างธาตุ ฟอสฟอรัส, ธาตุ ไนโตรเจน กับธาตุต่าง ๆ				
		7. การตั้งชื่อสาร พันธูกรรมนิวคลีอิก เพราะเหตุผลใด	ก. เกิดจากชื่อของ นักวิทยาศาสตร์ ข. เพราะในสาร พันธูกรรมมี	ตีความหมายของสาร พันธูกรรมไม่ได้ จดจำความสำคัญของสาร พันธูกรรม				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		7. การตั้งชื่อสารพันธุกรรมนิวคลีอิน เพราะเหตุผลใด (ต่อ)	โพรตีนชนิดหนึ่งอาศัยอยู่ เรียกรวดนิวคลีอิก	ไม่ได้				
			ค. เพราะมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักและสามารถย้อมสีติดสีได้	วิเคราะห์ความหมายของสารพันธุกรรมไม่ได้				
			ง. เป็นสารที่พบอยู่ภายในนิวเคลียส (Nucleus)	คำตอบถูกต้อง				
		8. "DNA อยู่ที่โครโมโซม"อาศัย	ก. DNA จับตัวกันเป็นคู่ ๆ และเรียง	จดจำหลักการของ DNA อยู่บน				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		หลักฐานใด	ตัวจนกลายเป็นโครโมโซม	จดจำหลักการของ DNA อยู่บนโครโมโซมไม่ได้				
			ข.โครโมโซมมีกรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบ	วิเคราะห์หลักการของ DNA อยู่บนโครโมโซมไม่ได้				
			ค.DNA มักพบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด	อธิบายหลักการของ DNA อยู่บนโครโมโซมไม่ได้				
			ง.การเข้าคู่กันและการแยกกันของยีนและโครโมโซม	คำตอบถูกต้อง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		9. DNA ของแบคทีเรียมีลักษณะอย่างไร	ก. เป็นสายตรงไม่บิดเกลียว	จดจำลักษณะ DNA ระหว่างแบคทีเรียกับ DNA ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ไม่ได้				
			ข. เป็น DNA ที่ไม่สมบูรณ์ขาด ๆ แหว่ง ๆ	ไม่เข้าใจลักษณะ DNA ของแบคทีเรีย และลักษณะ DNA ของมนุษย์				
			ค. มีการแบ่งตัวแบบไมโทซิส	อธิบายลักษณะ DNA ของแบคทีเรียไม่ได้				
			ง. เป็นวงกลม	คำตอบถูกต้อง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
3. อธิบายรูปร่างและลักษณะของโครโมโซมได้	10. เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งรูปร่างของโครโมโซมคือ	ก. ลักษณะของแท่งโครโมโซม	ก. ลักษณะของแท่งโครโมโซม	อธิบายเกณฑ์แบ่งรูปร่างของโครโมโซมระหว่างตำแหน่งเซนโทรเมียร์กับลักษณะต่าง ๆ ของโครโมโซมไม่ได้				
			ข. ชนิดของเบส	ไม่เข้าใจเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งรูปร่างของโครโมโซม				
			ค. ตำแหน่งของเซนโทรเมียร์	คำตอบถูกต้องแล้ว				
			ง. การแบ่งเป็นคู่	วิเคราะห์หลักการที่ใช้ในการแบ่งรูปร่าง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอ แนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
				ของโครโมโซมไม่ได้				
		11. การแบ่งเซลล์ใน ระยะใดที่มองเห็น โครโมโซมชัดเจนที่สุด	ก. ระยะ อินเตอร์เฟส	วิเคราะห์ระยะการแบ่ง เซลล์ในแต่ละระยะไม่ได้				
			ข. ระยะไมโอซิส	ไม่เข้าใจการแบ่งเซลล์ใน แต่ละระยะและระยะต่าง ๆ				
			ค. ระยะเมตาเฟส	คำตอบถูกต้อง				
			ง. ระยะเอ็มบริโอ	จดจำการแบ่งเซลล์ในแต่ละ ระยะและระยะต่าง ๆ ไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		12. ถ้าต้องการจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมควรเลือกศึกษาจากกระบวนการใด และใช้วิธีการใด	ก.การแบ่งเซลล์, ย้อมสี	คำตอบถูกต้อง				
			ข.กระบวนการแบ่งเซลล์,ย้อมด้วยเอนไซม์	จดจำวิธีการศึกษาการแบ่งเซลล์และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้				
			ค.กระบวนการ DNA replication, โดยวิธีการจำลองสาย DNA ขึ้นมาใหม่	วิเคราะห์วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมและกระบวนการจำลองดี				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		12. ถ้าต้องการจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมควรเลือกศึกษาจากกระบวนการใด และใช้วิธีการใด	ง.การวิจัย, การวิจัยตรวจสอบ	เอ็นเอไม่ได้ อธิบายวิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมไม่ได้				
		13. ส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเรียกว่าอะไร	ก. ยีน	คำตอบถูกต้อง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
4. อธิบายส่วนประกอบของยีนและโครโมโซมได้	13. ส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเรียกว่าอะไร(ต่อ)	ข. DNA	จดจำส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างยีนและดีเอ็นเอไม่ได้					
		ค. RNA	แยกแยะส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างยีนและส่วนประกอบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต					
		ง. จีโนมไทป์	ไม่เข้าใจส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม					

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอ แนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		14.โปรตีนที่พบอยู่ใน โครโมโซม คือ (ต่อ)	ก. โปรตีนนอนฮิสโตน	จดจำชื่อโปรตีนที่ควบคุม ลักษณะทางพันธุกรรม ระหว่าง โปรตีนฮิสโตนและสาร ชนิดอื่น ๆ				
			ข. น้ำตาลเพนโตส	ไม่เข้าใจชื่อโปรตีนที่พบ อยู่บนโครโมโซมไม่ได้				
			ค. โปรตีนฮิสโตน	คำตอบถูกต้อง				
			ง. เพปติโดไกลแคน	วิเคราะห์ชื่อสารที่ควบคุม ลักษณะทางพันธุกรรม และสารที่เป็น องค์ประกอบ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
				ของสิ่งมีชีวิต				
		15. สาย DNA ที่พัน รอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตน ซึ่งมีลักษณะคล้ายเม็ด ลูกปัด เรียกว่า โครงสร้างนี้ว่าอะไร	ก.DNA pump	แยกแยะชื่อโครงสร้าง สายดีเอ็นเอที่พันรอบ กลุ่มโปรตีนฮิสโตนและ ชื่อสารชนิดต่าง ๆ				
			ข.นิวคลีโอโซม	คำตอบถูกต้อง				
			ค.นิวคลีโอไทด์	จดจำชื่อโครงสร้างสายดี เอ็นเอที่พันรอบกลุ่ม โปรตีนฮิสโตนและชื่อสาร ชนิด ต่าง ๆ ไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
			ง. นิวคลีอิก	ไม่เข้าใจชื่อโครงสร้างสายดีเอ็นเอที่พันรอบกลุ่มโปรตีนฮิสโตนและชื่อสารชนิดต่าง ๆ				
	5. อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA	16. อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA	ก. กรดอะมิโน, น้ำตาลเพนโตส, หมู่ฟอสเฟต	อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ที่ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟต ไม่ได้				
			ข. ไนโตรจีนัสเบส, น้ำตาลเพนโตส	วิเคราะห์องค์ประกอบทาง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		16. อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA	ลิพิด	เคมีของ DNA ที่ประกอบด้วย น้ำตาลโพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟตและธาตุต่าง ๆ ไม่ได้				
			ค. ไนโตรจีนัสเบส, น้ำตาลเพนโตส หมู่ฟอสเฟต	คำตอบถูกต้อง				
			ง. น้ำตาลเพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส กรดอะมิโน	ไม่เข้าใจองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ประกอบด้วย				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
				น้ำตาลโตนโดส,ไนโตรจีนัสเบส,หมู่ฟอสเฟต ไม่ได้				
		17. การเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็นสายยาวเกิดจากพันธะชนิดใด	ก.พันธะโควาเลนต์	จดจำการเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ระหว่างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์และพันธะต่าง ๆ				
			ข.พันธะสายคู่	แยกแยะการเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์จากพันธะชนิดต่าง ๆ ไม่ได้				
			ค.โปรตีนฮีสโตน	วิเคราะห์การ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอ แนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		17. การเชื่อมต่อสายนิ วคลีโอไทด์ให้เป็นสาย ยาวเกิดจากพันธะชนิด ใด(ต่อ)	ง.พันธะฟอสโฟไดเอส เทอร์	เชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ ไม่ได้ คำตอบถูกต้อง				
		18. ไนโตรจีนัสเบสที่ ยึดเกาะกับน้ำตาลที่ คาร์บอนอะตอม ตำแหน่งใด	ก.ตำแหน่งที่ 1 ข.ตำแหน่งที่ 3	คำตอบถูกต้อง จดจำตำแหน่งที่เบสยึด เกาะกับคาร์บอนของ น้ำตาลในแต่ละตำแหน่ง				
			ค. น้ำตาลเพนโตส	วิเคราะห์ความสำคัญของ ตำแหน่งที่เบสยึด เกาะกับคาร์บอน				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		18. ไนโตรจีนัสเบสที่ยึดเกาะกับน้ำตาลที่คาร์บอนอะตอมตำแหน่งใด	ง. ตำแหน่งที่ 10	ของน้ำตาลในแต่ละตำแหน่งไม่ได้อธิบายตำแหน่งที่เบสยึดเกาะกับคาร์บอนของน้ำตาลไม่ได้				
		19. โมเลกุลของ DNA เป็นเกลียวคู่ มีลักษณะคล้ายบันไดเวียน โดยมีสารใดทำหน้าที่เป็นราวบันได	ก. เบสกับน้ำตาลเพนโตส	จดจำการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสที่ทำหน้าที่เป็นราวบันได				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		19. โมเลกุลของ DNA เป็นเกลียวคู่ มีลักษณะคล้ายบันไดเวียน โดยมีสารใดที่ทำหน้าที่เป็นราวบันได	ข. เบสกับหมู่ฟอสเฟต	แยกแยะการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสที่ทำหน้าที่เป็นราวบันได				
			ค. หมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตส	คำตอบถูกต้อง				
			ง. หมู่ฟอสเฟตกับกรดอะมิโน	ไม่เข้าใจการการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสและโครงสร้างต่าง ๆ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
				ที่ทำหน้าที่เป็นราวบันได				
		20. สารประกอบหลัก ที่ทำให้เกิดเป็นนิวคลิ โอไทด์ คือ สารชนิดใด	ก. หมู่ฟอสเฟต	จดจำหน้าที่ของ สารประกอบหลักที่ทำให้ เกิดเป็นนิวคลิโอไทด์				
			ข. น้ำตาลเพนโตส	คำตอบถูกต้อง				
			ค. กรดอะมิโน	แยกแยะหน้าที่ของ สารประกอบหลักที่ทำให้ เกิดเป็นนิวคลิโอไทด์				
			ง. ธาตุฟอสฟอรัส	อธิบายหน้าที่ของ สารประกอบหลักที่				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
				ทำให้เกิดเป็นนิวคลีโอไทด์ไม่ได้				
		21. กรดนิวคลีอิก มีเบสกี่ชนิด	ก. 2 ชนิด	จดจำชนิดกรดนิวคลีอิกที่เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต				
			ข. 3 ชนิด	อธิบายชนิดของกรดนิวคลีอิกที่เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้				
			ค.10 ชนิด	ไม่เข้าใจชนิดกรดนิวคลีอิกของสิ่งมีชีวิตไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		21. กรดนิวคลีอิก มีเบสกี่ชนิด(ต่อ)	ง. 5 ชนิด	คำตอบถูกต้อง				
		22. ชนิดนิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วยอะไรบ้าง	ก.tRNAและ mRNA	วิเคราะห์องค์ประกอบนิวคลีโอไทด์ของ RNA ประกอบด้วยอะดีนีน,ยูราซิล,ไซโทซีน,กวานีน ไม่ได้				
			ข.อะดีนีน,ยูราซิล,กวานีน,ไทมีน	จดจำองค์ประกอบนิวคลีโอไทด์ของ RNA และ DNA				
			ค.อะดีนีน,ยูราซิล,ไซโทซีน,กวานีน	คำตอบถูกต้อง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		22. ชนิดนิวคลีโอไทด์ ของ RNA ประกอบด้วยอะไรบ้าง (ต่อ)	ง.น้ำตาลเพนโตส,เบส,หมู่ ฟอสเฟต	ไม่เข้าใจองค์ประกอบ ระหว่างนิวคลีโอไทด์ของ RNA และ ส่วนประกอบ ต่าง ๆของสารพันธุกรรม ไม่ได้				
		23. DNA เป็นกรดชนิด ใด	ก.กรดนิวคลีอิก ข.กรดดีออกซีไรโบส	คำตอบถูกต้อง จดจำชนิดของ DNAกับ ชนิดของน้ำตาลที่เป็น องค์ประกอบของ RNA				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		23. DNA เป็นกรดชนิดใด(ต่อ)	ค.กรดอะมิโน	แยกแยะชนิดของ DNA กับรหัสพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต				
			ง.กรดนิวคลีโอไทด์	อธิบายชนิดของ DNA ที่เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้				
	6. อธิบายโครงสร้างของสารพันธุกรรม	24. กฎของชาร์กาฟ มีสาระสำคัญอย่างไร	ก.ปริมาณเบส A เท่ากับเบส T, ปริมาณเบส C เท่ากับ G	วิเคราะห์ผลการทดลองของชาร์กาฟที่สรุปอัตราส่วนระหว่างเบส A=T และ เบส G=C ที่อยู่				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		24. กฎของชาร์กาฟ มี สาระสำคัญอย่างไร		สาย DNA ไม่ได้				
			ข. ปริมาณเบส A ใกล้เคียงกับ T และ เบส C ใกล้เคียงกับ G	คำตอบถูกต้อง				
			ค. เป็นการศึกษา โครงสร้างรูปร่าง โครโมโซม	ไม่เข้าใจผลการทดลอง ของชาร์กาฟสรุป อัตราส่วนระหว่างเบส A=T และ เบส G=C ที่อยู่ สาย DNA ไม่ได้				
			ง. เมื่อสิ่งแวดล้อม เปลี่ยนแปลง	จดจำผลการทดลอง ระหว่างการทดลอง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		24. กฎของชาร์กาฟ มีสาระสำคัญอย่างไร (ต่อ)	สิ่งมีชีวิตก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเพื่อความอยู่รอด	ของชาร์กาฟและผลการศึกษาของสิ่งมีชีวิตไม่ได้				
		25. การจับคู่เบสระหว่างเบส G กับ เบส C เกิดจากพันธะชนิดใด	ก.พันธะไฮโดรเจน	จดจำโครงสร้างการจับคู่เบสระหว่างเบส A=T และเบส G=Cที่เป็นอัตราส่วนของสิ่งมีชีวิต				
			ข.พันธะโควาเลนต์	วิเคราะห์การจับคู่ระหว่างเบส G กับ เบส C ไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		25. การจับคู่เบส ระหว่างเบส G กับ เบส C เกิดจากพันธะชนิด ใด	ค. พันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ	คำตอบถูกต้อง				
			ง.พันธะคาร์บอน	อธิบายโครงสร้างการจับคู่ เบสระหว่างระหว่างเบส G กับ เบส C ไม่ได้				
		26. นักวิทยาศาสตร์ ท่านใดที่เสนอ โครงสร้างของ DNA	ก.ชาร์กาฟ	จดจำผลการทดลองของ วัตสัน-คริก และ นักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ ท่าน				
			ข.วัตสัน-คริก	คำตอบถูกต้อง				
			ค.รัทเทอร์ฟอร์ด	ไม่เข้าใจผลการทดลอง ต่าง ๆ ของ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		26. นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่เสนอโครงสร้างของ DNA	ก.เกรเกอร์ เมนเดล	นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้วิเคราะห์ผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เสนอโครงสร้างของ DNA ไม่ได้				
		27. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T ให้ต่อเป็นสายยาวคือแรงยึดใด	ก.พันธะไฮโดรเจน	จดจำแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T และเบส C กับ เบส G				
			ข.แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล	-แยกแยะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T ไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		27. แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T ให้ต่อเป็นสายยาวคือแรงแยัดใด	ค.พันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ	คำตอบถูกต้อง				
			ง.แรงแปเปไทด์	ไม่เข้าใจแรงแยัดเหนี่ยวระหว่างเบส A กับ เบส T ไม่ได้ T				
2.สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ อธิบายและสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม	7. อธิบายการสังเคราะห์ DNA ได้	28. tRNA มีหน้าที่อย่างไร	ก.แปลรหัสที่เกิดจากการสังเคราะห์ RNA	จดจำหน้าที่ระหว่าง tRNA กับ mRNA ที่ทำหน้าที่คัดลอกรหัสพันธุกรรม				
			ข.สังเคราะห์โปรตีน	แยกแยะหน้าที่ของ tRNA และ mRNA				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		28. tRNA มีหน้าที่อย่างไร(ต่อ)	ค.จัดเรียงกรดอะมิโนให้ตรงกับโคดอน (codon)	ไม่ได้				
		ง.นำกรดอะมิโนไปยังไรโบโซม	ก.เป็นแม่แบบสำหรับการสังเคราะห์	ไม่เข้าใจหน้าที่ของ tRNA ที่ทำหน้าที่แปลรหัส พันธุกรรมและ mRNA ที่ทำหน้าที่คัดลอกรหัส พันธุกรรมไม่ได้				
		29. mRNA มีหน้าที่อย่างไร	ค.เป็นแม่แบบสำหรับการสังเคราะห์	จดจำหน้าที่ระหว่าง mRNA กับ tRNA ที่ทำหน้าที่แปลรหัส				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		29. mRNA มีหน้าที่ อย่างไร	สังเคราะห์ โปรตีน	พันธุกรรม				
			ข. คัดลอกรหัส พันธุกรรม	คำตอบถูกต้อง				
			ค. แปลรหัส พันธุกรรม	วิเคราะห์หน้าที่ของ mRNA และ tRNA ไม่ได้				
			ง. กำหนดสาร พันธุกรรม	อธิบายหน้าที่ของ mRNA และ DNA ที่เป็นรหัส พันธุกรรมสลับกัน				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		30. อธิบายการจำลองดีเอ็นเอ (DNA replication) แบบกึ่งอนุรักษ์	ก. DNA แม่แบบ แยกเป็น 2 สาย	จดจำการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์และการสังเคราะห์ mRNA จาก DNA แม่แบบ				
			ข. DNA สายเก่าและสายใหม่จับคู่กัน	ไม่เข้าใจการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์				
			ค. จำลองโดยสายใหม่ให้สายใหม่ใกล้เคียงกับสายเก่า	อธิบายการจำลองดีเอ็นเอแบบกึ่งอนุรักษ์ไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		30. อธิบายการจำลองดีเอ็นเอ (DNA replication)แบบกึ่งอนุรักษ์	ง. DNA แม่แบบแยกเป็น 2 สาย คือ สายลี้ตติงสแตนต์และ แลกกิงสแตนต์	คำตอบถูกต้อง				
		31. DNA <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 5px;">1</div> <div style="margin-left: 5px;">→ mRNA</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-right: 5px;">2</div> <div style="margin-left: 5px;">→ พอลินิวคลีโอไทด์</div> </div> โอลิโกนิวคลีโอไทด์หมายเลข 1 และ 2 เป็นกระบวนการ	ก.1.กระบวนการถอดรหัส, 2.กระบวนการจำลอง DNA	จดจำกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการต่าง ๆ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		อะไร ตามลำดับ	ข.1.กระบวนการแตกสลาย, 2.กระบวนการสังเคราะห์	วิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการต่าง ๆ				
			ค.1.กระบวนการเกลียว, 2.กระบวนการถอดรหัส	ไม่เข้าใจกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน				
			ง.1.กระบวนการถอดรหัส, 2.กระบวนการแปลรหัส	คำตอบถูกต้อง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอ แนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		32. สารที่เป็นตัวกลาง ระหว่าง DNA กับ ไร โบโซม คือ	ก. mRNA	คำตอบถูกต้อง				
			ข.tRNA	จดจำสารที่ทำหน้าที่เป็น ตัวกลางระหว่าง DNAกับ ไรโบโซม				
			ค.น้ำ	วิเคราะห์สารที่ทำหน้าที่ เป็นตัวกลางระหว่าง DNAกับไรโบโซมไม่ได้				
			ง.ไซโทพลาซึม	แยกแยะสารที่เป็น ตัวกลางระหว่าง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
				DNA กับโรโบโซมไม่ได้				
		33. การจำลองดีเอ็นเอเกิดในลักษณะใด	ก.สร้าง DNA สายใหม่	จดจำกระบวนการจำลองดีเอ็นเอ				
			ข.แบบวงกลม	แยกแยะกระบวนการจำลองดีเอ็นเอไม่ได้				
			ค.แบบกึ่งอนุรักษ์	คำตอบถูกต้อง				
			ง.แบบเกลียวสายยาว	ไม่เข้าใจกระบวนการจำลองดีเอ็นเอ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		34. เอนไซม์ชนิดใดที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA)	ก. mRNA	แยกแยะเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบระหว่างเอนไซม์เฮลิเคสและRNAไม่ได้				
			ข. เอนไซม์เฮลิเคส	คำตอบถูกต้อง				
			ค. เอนไซม์พอลิเมอร์เรต	วิเคราะห์ความสำคัญของเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบระหว่างเอนไซม์เฮลิเคสและเอนไซม์ต่าง ๆ ไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		34. เอนไซม์ชนิดใดที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA)	ง.พอลิเมอรั	ไม่เข้าใจเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบไม่ได้				
		35. การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นที่ใด	ก. เซลล์	จดจำบริเวณสังเคราะห์โปรตีนระหว่างไซโทพลาซึมกับเซลล์				
			ข.DNA แม่แบบ	แยกแยะความสำคัญบริเวณที่ใช้สังเคราะห์โปรตีนไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		35. การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นที่ใด (ต่อ)	ค.ไซโทพลาซึม	คำตอบถูกต้อง				
			ง.นิวเคลียส	อธิบายบริเวณที่ใช้สังเคราะห์โปรตีนไม่ได้				
	8. อธิบายการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA	36. กรดอะมิโนที่เป็นรหัสพันธุกรรมชนิดแรก คือ	ก.AUG	จดจำรหัสพันธุกรรมของกรดอะมิโนตัวแรกกับรหัสเริ่มต้นในการสังเคราะห์กรดอะมิโน				
			ข. UAG	แยกแยะความสำคัญของรหัสพันธุกรรมกรดอะมิโนตัวแรกและตัวหยุดไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		36. กรดอะมิโนที่เป็นรหัสพันธุกรรมชนิดแรก คือ(ต่อ)	ค. UUU	คำตอบถูกต้อง				
			ง. UAA	ไม่เข้าใจรหัสพันธุกรรมกรดอะมิโนตัวแรก				
		37. รหัสพันธุกรรมตัวใดที่เป็นรหัสหยุด	ก. UAA, UAG, UGA	คำตอบถูกต้อง				
			ข. AUG, UAG, UGA	แยกแยะรหัสพันธุกรรมที่เป็นรหัสหยุดและรหัสเริ่มต้นไม่ได้				
			ค. UUU, UAG, UGA	จดจำระหว่างรหัสพันธุกรรมที่เป็นรหัส				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		37. รหัสพันธุกรรมตัวใดที่เป็นรหัสหยุด		หยุดและรหัสต่างๆที่เป็นรหัสพันธุกรรม				
		(ต่อ)	ง.mRNA	ไม่เข้าใจหน้าที่รหัสที่เป็นรหัสหยุดและหน้าที่ของ mRNA และ tRNA				
		38. สารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์	ก.นิวคลีโอไทด์	ไม่เข้าใจสารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์และนิวคลีโอไทด์				
			ข.คอแลลาเจน	คำตอบถูกต้อง				
			ค.โปรตีน	อธิบายที่เป็นองค์ประกอบของ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		38. สารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์สัตว์(ต่อ)	ง.เซลล์ลูโลส	เซลล์สัตว์และสารต่าง ๆ ไม่ได้				
		39. นิวคลีโอไทด์ที่ต่อกันเป็นสายยาวเรียกว่าอะไร	ก.นิวคลีโอไทด์	แยกแยะการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ไม่ได้				
			ข.DNA แม่แบบ	ไม่เข้าใจหลักการเชื่อมต่อของ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		39. นิวคลีโอไทด์ที่ต่อกันเป็นสายยาวเรียกว่าอะไร(ต่อ)		สายนิวคลีโอไทด์และ DNA แม่แบบ				
			ค.พอลินิวโอไทด์	คำตอบถูกต้อง				
			ง.ลีดดิ้งสแตนด์	อธิบายการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์กับกระบวนการต่าง ๆ สลับกันไม่ได้				
9. อธิบาย DNA กับการสังเคราะห์โปรตีน	ใช้ DNA template ตอบคำถามข้อ 40 3' TACAAAGGC TTTCCTATT 5' 40. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีน							

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		แล้ว จงหาลำดับ	ก. AAA, GGC	คำตอบถูกต้องแล้ว				
		นิวคลีโอไทด์บนสาย tRNAของกรดอะมิโนตัวที่ 2 และ 3	ข. UUU,CCG	จดจำรหัสกรดอะมิโนที่อยู่บนสายtRNAและ DNA ไม่ได้				
			ค. TTT,CCG	แยกแยะรหัสกรดอะมิโนที่อยู่บนสายtRNAและ DNA ไม่ได้				
			ง.AAG,CTA	ไม่เข้าใจความสำคัญของรหัสกรดอะมิโน				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		41. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีนแล้วสิ้นสุดกระบวนการนี้จะได้กรดอะมิโนทั้งหมดกี่โมเลกุล	ก. 4 โมเลกุล	จดจำกระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโนเมื่อเจอรหัสหยุดและรหัสเริ่มต้น				
			ข. 5 โมเลกุล	คำตอบถูกต้อง				
			ค. 6 โมเลกุล	ไม่เข้าใจรหัสหยุดและรหัสเริ่มต้นในการสังเคราะห์โปรตีน				
			ง. 7 โมเลกุล	วิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโนไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		42. ถ้าโคดอนของ mRNA ไม่เลกุลหนึ่งมีลำดับเบสดังนี้ 5' AUGCAC GGUAUA 3' จงหา DNA Template	ก. 3'TACGTG CCATAT5'	คำตอบถูกต้องแล้ว				
			ข. 5'TACGTG CCATAT3'	จัดจําระหว่างปลายเส้นของสาย DNA และ DNA ที่มีชนิดนิวคลีโอไทด์แตกต่างกัน				
			ค. 5'UACGUG CCAUAU3'	อธิบายการเข้าคู่ชนิดนิวคลีโอไทด์ของ DNA และ RNA ไม่ได้				
			ง. 3'TUGCTC GGUTUT5'	วิเคราะห์เข้าคู่เบสเบสระหว่าง A กับ T และ A กับ U ไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอ แนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
3.สืบค้น ข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปการเกิด มิวเทชัน และผล ของการเกิดมิวเท ชันได้	10. อธิบายการเกิด มิวเทชันได้	43. การเปลี่ยนแปลง โครโมโซมที่เรียกว่า นอนดิสจังก์ชัน เกิดขึ้น ในระยะใด	ก.ระยะเมตาเฟส,II	จดจำการเปลี่ยนแปลง ของโครโมโซมที่เกิดขึ้นใน แต่ละระยะการแบ่งเซลล์				
			ข.ระยะไมโอซิสII	ไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลง ของโครโมโซม ที่เกิดขึ้น ในแต่ละระยะการแบ่ง เซลล์				
			ค.ระยะไซโทต	อธิบายการเปลี่ยนแปลง ของ				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
				โครโมโซม ที่เกิดขึ้นในแต่ ละระยะการแบ่งเซลล์ ไม่ได้				
		44. การเพิ่มหรือการ ขาดหายของนิวคลีโอ ไทด์เรียกการเกิดมิวเท ชันนี้ว่าอะไร	ก.เฟรมชิฟมิวเทชัน	คำตอบถูกต้อง				
			ข.การขาดหรือเกินของ โครโมโซม	จดจำการเปลี่ยนแปลง ของโครโมโซมไม่ได้				
			ค.นอนดิสจังก์ชัน	วิเคราะห์การ เปลี่ยนแปลงของ โครโมโซมไม่ได้				
			ง.มิวเทชันเพิ่ม - ขาด	อธิบายการเปลี่ยนแปลง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอ แนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
				โครโมโซมไม่ได้				
		45. คาร์ิโอไทป์ หมายถึง อะไร	ก.ลักษณะ พันธุกรรม	จดจำความหมายของคาร์รี โอไทป์				
			ข.การจัดเรียง โครโมโซม	คำตอบถูกต้อง				
			ค.ความผิดปกติ ของโครโมโซม	ตีความหมายของคาร์รีโอ ไทป์ไม่ได้				
			ง.นิวคลีโอไทด์แต่ ละตัว	ไม่เข้าใจความหมายของ คาร์รีโอไทป์				
11. อภิปรายและ สรุปการเกิดมิวเท ชันได้		46. อาการครีดูซาร์ด เป็นความผิดปกติของ โครโมโซมที่เท่าใด	ก.โครโมโซมคู่ที่ 5	คำตอบถูกต้อง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		46. อาการครีดูชาติเป็นความผิดปกติของโครโมโซมที่เท่าใด	ข.โครโมโซมคู่ที่ 21	จดจำจดจำกับความผิดปกติของโครโมโซมระหว่างอาการดาวน์และอาการครีดูชาติ				
			ค.โครโมโซมคู่ที่ 18	ไม่เข้าใจกับความผิดปกติของโครโมโซม				
			ง.โครโมโซมคู่ที่ 13	วิเคราะห์ความผิดปกติของโครโมโซมไม่ได้				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		47. ลักษณะของอาการดาวน์เป็นอย่างไร	ก.ปัญญาอ่อน	แยกแยะลักษณะอาการดาวน์ได้บางลักษณะ				
			ข.ปัญญาอ่อน เพดานโหว่	อธิบายลักษณะอาการดาวน์ได้บางลักษณะ				
			ค.ลิ้นคับปาก ศรีษะแบน	จดจำลักษณะอาการดาวน์				
			ง. ปัญญาอ่อน หางตาขึ้น ลิ้นโตคับปาก	คำตอบถูกต้อง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		48. สาเหตุที่ก่อให้เกิดการมีวุ้น	ก.ความผิดปกติของร่างกาย	อธิบายการเกิดมีวุ้นไม่ได้				
			ข.การเปลี่ยนแปลงชนิดของเบสใน DNA	คำตอบถูกต้อง				
			ค.การกลายพันธุ์	จดจำสาเหตุและความหมายที่ก่อให้เกิดการมีวุ้น				
			ง.ควีนบูทรี	วิเคราะห์สาเหตุที่ก่อให้เกิดการมีวุ้นได้ไม่ครบถ้วน				
		49. ลักษณะของอาการครีดูชาต์เป็น	ก.มีเสียงร้องเหมือนแมว ใบหู	คำตอบถูกต้อง				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
		อย่างไร	อยู่ต่ำกว่าปกติ ปัญญอ่อน	แยกแยะความผิดปกติ ของอาการครีดูชาต์ได้ บางประการ				
			ข.หูกาง ลิ้นจุกปาก จมูกแบน	จดจำลักษณะอาการครีดู ชาต์กับอาการดาวน์				
			ค.จมูกแบน หางตา ชี้ขึ้น ลิ้นจุกปาก	ไม่เข้าใจความผิดปกติ โครโมโซม				
			ง.ตัวผอม ร่างกาย อ่อนแอ	ไม่เข้าใจความผิดปกติ โครโมโซม				

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความ	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความ บกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่ แน่ใจ	ไม่ สอดคล้อง	
		50. เด็กชายที่แสดง อาการดาวน์ (Down's syndrome) เกิดขึ้นที่ โครโมโซมที่เท่าไร	ก.โครโมโซมคู่ที่ 5	จดจำกับความผิดปกติ ของโครโมโซมระหว่าง อาการดาวน์และครีดูซาร์				
	ข.โครโมโซมคู่ที่ 18		ไม่เข้าใจความสำคัญ ความผิดปกติของ โครโมโซมอาการดาวน์ และครีดูซาร์					
	ค.โครโมโซมคู่ที่ 21		คำตอบถูกต้อง					
	ง.โครโมโซมคู่ที่ 23		แยกแยะความผิดปกติที่ เกิดขึ้นบน					


ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้	ข้อความคำถาม	ตัวเลือกตอบ	เหตุผล/ความบกพร่อง	ผลการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวเลือกตอบกับเหตุผล/ความบกพร่อง			ข้อเสนอแนะ
					สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง	
				โครโมโซมเพศและโครโมโซมร่างกาย				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ข

คู่มือดำเนินการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องรายวิชาชีววิทยา

เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คู่มือดำเนินการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา
เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นางสาวพวงชมพู อยู่งาน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เอกสารประกอบวิทยานิพนธ์เรื่องการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการ
เรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2559

คำนำ

คู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่องการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ศึกษาวิทยานิพนธ์เล่มนี้ และผู้ที่สนใจทั่วไปที่ต้องการนำแบบทดสอบไปใช้ในการทดสอบวัดความบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการนำแบบทดสอบไปใช้ อันจะส่งผลต่อการทดสอบและการแปลความหมาย ทั้งนี้จึงควรมีการศึกษารายละเอียดคู่มือฉบับนี้อย่างถี่ถ้วน และปฏิบัติตามแนวทางการดำเนินการอย่างเคร่งครัด เพื่อให้ผลการทดสอบเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

ผู้จัดทำหวังว่า คู่มือการใช้แบบทดสอบฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจทุกท่าน หากมีคำแนะนำหรือข้อบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขอน้อมรับและขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ และ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบข้อบกพร่องและให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างยิ่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พวงชมพู อยู่งาน

สารบัญ

หัวข้อเรื่อง	หน้า
บทนำ.....	245
ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย.....	245
วัตถุประสงค์.....	245
คุณภาพของแบบทดสอบ.....	246
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ.....	247
วิธีดำเนินการทดสอบ.....	247
การตรวจให้คะแนนและการวินิจฉัย.....	248



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทนำ

แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบหาความบกพร่องในการเรียนเรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 21 การนำแบบทดสอบนี้ไปใช้ จะต้องใช้หลังจากที่จัดการเรียนการสอนในเรื่องนั้นๆ แล้ว ดังนั้นผู้ดำเนินการสอบต้องทำการศึกษาและปฏิบัติตามคำชี้แจงที่ระบุไว้ในคู่มือฉบับนี้จึงจะบรรลุวัตถุประสงค์

ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความบกพร่องในการเรียนของผู้เรียน ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องจากกระบวนการเรียนการสอน เพราะการวินิจฉัยจะกระทำหลังที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งจบไปแล้ว เพื่อจะได้เป็นข้อมูลย้อนกลับไปยังครูผู้สอนและนักเรียน ทำให้ทราบถึงส่วนที่เป็นที่เป็จุดเด่นและส่วนที่เป็นความบกพร่อง ซึ่งจะช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สร้างขึ้นเพื่อค้นหาความบกพร่องในการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริม และจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน แบบทดสอบวินิจฉัยมีจำนวน 30 ข้อ จำนวน 11 จุดประสงค์

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม วัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุว่านักเรียนมีความบกพร่องจุดใด มาจากสาเหตุใดในวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมให้ถูกต้องและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน

แต่ละคนทำได้โดยการตรวจสอบที่นักเรียนแต่ละคนทำผิดข้อใดแสดงว่านักเรียนมีความบกพร่องในแต่ละสาเหตุของการเลือกตอบของนักเรียนดูได้จากตารางวินิจฉัยการพัฒนาแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม เริ่มจากผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลักสูตร คู่มือและแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ทำการวิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัด ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล และด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้อง (IOC) แล้วสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจความบกพร่องทางการเรียน แบบเติมคำตอบและให้เหตุผลในการตอบข้อนั้น โดยยึดเนื้อหาสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัด ที่วิเคราะห์ได้มาสร้าง จำนวน 4 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบ จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 50 ข้อ นำไปทดสอบกับเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 100 คน เพื่อรวบรวมจุดบกพร่องและสาเหตุ จากนั้นนำแบบทดสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งปรับปรุงจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ โดยตัวลวงของข้อสอบแต่ละข้อพิจารณาจากความถี่ของจุดบกพร่องที่มากที่สุดรองลงมาตามลำดับ หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินความสอดคล้อง (IOC) และนำไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพเบื้องต้นกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 100 คน เพื่อหาความเหมาะสม ถูกต้อง ชัดเจนของข้อคำถาม และเวลา มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด และวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ นำไปทดสอบหาคุณภาพครั้งที่ 2 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ 3 จำนวน 100 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และหาคุณภาพทั้งฉบับ จากนั้นนำไปทดสอบเพื่อวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 378 คน เพื่อรวบรวมเป็นข้อมูล ในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

คุณภาพของแบบทดสอบ

1. ค่าสถิติพื้นฐาน หมายถึง คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในการทดสอบวินิจฉัย ดังตารางที่ 1

ตารางภาคผนวกที่ 5 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	N	k	f(c)	\bar{x}	S.D.	r_{cc}
ฉบับที่ 1	100	30	15	8.17	3.23	0.97

2. คุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายชื่อ หมายถึง ค่าความยากของแบบทดสอบซึ่งคำนวณจากสัดส่วนของคนตอบถูกและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรดัชนีอำนาจจำแนกปี ของแบรนแนน ได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ดังตารางที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบ	ค่าความยากของข้อสอบ	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
1	0.65 – 0.79	0.2 – 1.00

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ค่าคงที่ในการได้ค่าคะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากแบบทดสอบ ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังตารางที่ 3

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบ	ค่าความเชื่อมั่น
1	0.97

เวลาที่ใช้ในการสอบ

โดยทั่วไปแล้วแบบทดสอบวินิจฉัยไม่กำหนดเวลาที่ใช้ในการสอบ เพื่อให้ได้ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ความสามารถในการทำข้อสอบให้ครบทุกข้อ ทุกพฤติกรรมบ่งชี้ แต่เนื่องจากแบบทดสอบมีจำนวนข้อสอบมากข้อ ถ้าไม่กำหนดเวลาในการสอบอาจใช้เวลามากเกินไป ดังนั้น

ในการทดสอบ ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการทำข้อสอบของนักเรียนที่ทำเสร็จเป็นส่วนใหญ่มาเป็นเกณฑ์ในการกำหนดเวลา ดังตารางที่ 4

ตารางภาคผนวกที่ 8 เวลาที่ใช้ในการทดสอบ

แบบทดสอบ	ชี้แจง	เวลาทำข้อสอบ (นาที)	รวม
1	10	90	100

วิธีดำเนินการสอบ

1. การเตรียมตัวก่อนทำการสอบ

1.1 เตรียมแบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้มีจำนวนเพียงพอกับจำนวนผู้เข้าสอบ และสำรองสำหรับแบบทดสอบหรือกระดาษคำตอบที่ไม่ชัดเจน ประมาณ 5 ชุด ของผู้เข้าสอบ

1.2 ผู้ดำเนินการสอบต้องศึกษาค่าชี้แจงรายละเอียดของแบบทดสอบ รวมทั้งตัวอย่างคำถามและวิธีการตอบคำถามที่ถูกต้อง ให้ชัดเจนอย่างน้อย 1 ครั้งเพื่อให้การดำเนินการสอบเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

2. วิธีดำเนินการสอบ

2.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการสอบ

2.2 แจกแบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้นักเรียนทุกคน และให้นักเรียนเขียนรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับตนเองให้สมบูรณ์ลงในหัวกระดาษคำตอบและใบแจ้งผลการวินิจฉัย

2.3 ผู้ดำเนินการสอบอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบตามชี้แจง

การตรวจให้คะแนน

1. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาตรวจให้คะแนน โดยถ้านักเรียนตอบถูก ให้ 1 คะแนน แต่ถ้านักเรียนตอบผิดให้ 0 คะแนน

2. รวมคะแนนของนักเรียนแต่ละคน พร้อมทั้งหาสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ของนักเรียนแต่ละคน

3. บันทึกผลการวินิจฉัยของนักเรียนแต่ละคนในแบบบันทึกผลการวินิจฉัย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับครูผู้สอนในการปรับปรุงการเรียนการสอน และนำไปวิเคราะห์เพื่อใช้ในการส่งเสริมต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบบันทึกผลการวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา

เรื่องยื่นและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ.....เลขที่.....ห้อง.....

โรงเรียน.....อำเภอ.....จังหวัด.....

ทดสอบเมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ฉบับที่	คะแนนที่ได้ ในแต่ละ พฤติกรรม บ่งชี้	คะแนนเกณฑ์	คะแนนที่ได้ ในแต่ละ พฤติกรรม บ่งชี้	ข้อที่ผิด	จุดบกพร่อง

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

(.....)

...../...../.....

แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยา

เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำอธิบายเกี่ยวกับแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม ประกอบด้วย
แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ จำนวนข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ
เรื่องยีนและโครโมโซม

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง ให้เลือก
คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง คำตอบเดียวโดย X ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
(00)				X

3. เมื่อต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดทับคำตอบเดิมให้ชัดเจนแล้วกาบาทในคำตอบ
จาก ง เป็น ก

ข้อ	ก	ข	ค	ง
(00)				X

4. ห้ามขีดเขียนข้อความใดๆ ลงในแบบทดสอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยา

เรื่อง ยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ
2. เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ หากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเครื่องหมาย (=) ทับลงไปที่ยังมีเครื่องหมาย X ในช่องที่เป็นตัวเลือก แล้วเลือกคำตอบใหม่
3. ห้ามขีดเขียนข้อความใดๆ ลงในแบบทดสอบ

1. การรวมของเซลล์ไข่และสเปิร์มเกิดเป็นไซโกต จะเหมือนกับการรวมกันของแอลลีลอย่างไร
 - ก. รวมกันแบบเจาะจง
 - ข. รวมกันเป็นแบบสุ่ม
 - ค. รวมกันแบบไม่เจาะจง
 - ง. รวมกันเป็นแบบคู่เหมือน
2. ข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่
 - ก. ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อครึ่งหนึ่งเหมือนแม่ครึ่งหนึ่ง
 - ข. ลูกเกิดมามีลักษณะไม่เหมือนพ่อและแม่ทุกประการ
 - ค. ลูกที่เกิดมามีลักษณะแปรผันไปจากพ่อและแม่
 - ง. ลูกเกิดมามีลักษณะเหมือนพ่อหรือเหมือนแม่
3. ในกรดนิวคลีอิก มีธาตุใดเป็นองค์ประกอบหลัก
 - ก. โปรตีน
 - ข. ธาตุฟอสฟอรัส, ธาตุไนโตรเจน
 - ค. ไนโตรจีนัสเบส
 - ง. ออกซิเจน, ไฮโดรเจน
4. การตั้งชื่อสารพันธุกรรม นิวคลีอีน เพราะเหตุผลใด
 - ก. เกิดจากชื่อของนักวิทยาศาสตร์

- ข. เพราะในสารพันธุกรรมมีโปรตีนชนิดหนึ่ง อาศัยอยู่ เรียก กรดนิวคลีอิก
- ค. เพราะมีคุณสมบัติเป็นกรด
- ง. เป็นสารที่พบอยู่ภายในนิวเคลียส (Nucleus)
5. "DNA อยู่ที่โครโมโซม" อาศัยหลักฐานใด
- ก. DNA จับตัวกันเป็นคู่ๆและเรียงตัวจนกลายเป็นโครโมโซม
- ข. โครโมโซมมีกรดนิวคลีอิกเป็นองค์ประกอบ
- ค. DNA มักพบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด
- ง. การเข้าคู่กันและการแยกกันของยีนและโครโมโซม
6. เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งรูปร่างของโครโมโซม คือ
- ก. ลักษณะของแท่งโครโมโซม
- ข. ชนิดของเบส
- ค. ตำแหน่งของเซนโทรเมียร์
- ง. การแบ่งเป็นคู่
7. การแบ่งเซลล์ในระยะใดที่มองเห็นโครโมโซมชัดเจนที่สุด
- ก. ระยะอินเตอร์เฟส
- ข. ระยะไมโอซิส
- ค. ระยะเมตาเฟส
- ง. ระยะเอนโดเฟส
8. ส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม เรียกว่าอะไร
- ก. ยีน
- ข. DNA
- ค. RNA
- ง. จีโนมไทป์
9. โปรตีนที่พบอยู่ในโครโมโซม คือ
- ก. โปรตีนฮิสโตน
- ข. น้ำตาลเพนโตส

ค. โปรตีนฮิสโตน

ง. เพปทิโดไกลแคน

10. ข้อใดคือ องค์ประกอบทางเคมีของ DNA

ก. กรดอะมิโน, น้ำตาลเพนโตส, หมู่ฟอสเฟต

ข. ไนโตรจีนัสเบส, น้ำตาลเพนโตส, ลิพิด

ค. ไนโตรจีนัสเบส, น้ำตาลเพนโตส, หมู่ฟอสเฟต

ง. น้ำตาลเพนโตส, ไนโตรจีนัสเบส, กรดอะมิโน

11. การเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็นสายยาวเกิดจากพันธะชนิดใด

ก. พันธะโควาเลนต์

ข. พันธะสายคู่

ค. โปรตีนฮิสโตน

ง. พันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์

12. โมเลกุลของ DNA เป็นเกลียวคู่ มีลักษณะคล้ายบันไดเวียน โดยมีสารใดที่ทำหน้าที่เป็นราวบันได

ก. เบสกับน้ำตาลเพนโตส

ข. เบสกับหมู่ฟอสเฟต

ค. หมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตส

ง. หมู่ฟอสเฟตกับกรดอะมิโน

13. กรดนิวคลีอิก มีเบสกี่ชนิด

ก. 2 ชนิด

ข. 3 ชนิด

ค. 4 ชนิด

ง. 5 ชนิด

14. การจับคู่เบสระหว่างเบส G กับ เบส C เกิดจากพันธะชนิดใด

ก. พันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ

ข. พันธะโควาเลนต์

ค. พันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ

ง. พันธะคาร์บอน

15. นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่เสนอโครงสร้างของ DNA

ก. ชาร์กาฟ

ข. วัตสัน-คริก

ค. ชาร์ล ดาร์วิน

ง. เกรเกอร์ เมนเดล

16. tRNA มีหน้าที่อย่างไร

ก. แปลรหัสที่เกิดจากการสังเคราะห์ RNA

ข. สังเคราะห์โปรตีน

ค. จัดเรียงกรดอะมิโนให้ตรงกับโคดอน (codon)

ง. นำกรดอะมิโนไปยังไรโบโซม

17. mRNA มีหน้าที่อย่างไร

ก. เป็นแม่แบบสำหรับการสังเคราะห์ RNA

ข. คัดลอกรหัสพันธุกรรม

ค. แปลรหัสพันธุกรรม

ง. กำหนดสารพันธุกรรม

1

2

18. DNA $\xrightarrow{1}$ mRNA $\xrightarrow{2}$ พอลินิวคลีโอไทด์

ลูกศรหมายเลข 1 และ 2 เป็นกระบวนการอะไร

ก. 1. กระบวนการถอดรหัส,

2. กระบวนการคลายเกลียว

ข. 1. กระบวนการแตกสลาย,

2. กระบวนการสังเคราะห์

ค. 1. กระบวนการคลายเกลียว,

2. กระบวนการถอดรหัส

- ง. 1. กระบวนการถอดรหัส,
- 2. กระบวนการแปลรหัส

19. เอนไซม์ชนิดใดที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA)

- ก. mRNA
- ข. เอนไซม์เฮลิเคส
- ค. เอนไซม์พอลิเมอร์เรต
- ง. พอลิเมอร์

20. การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นที่ใด

- ก. เซลล์
- ข. DNA แม่แบบ
- ค. ไซโทพลาซึม
- ง. นิวเคลียส

21. รหัสพันธุกรรมตัวใดที่เป็นรหัสหยุด

- ก. UAA, UAG, UGA
- ข. AUG, UAG, UGA
- ค. UUU, UAG, UGA
- ง. mRNA

22. นิวคลีโอไทด์ที่ต่อกันเป็นสายยาว เรียกว่าอะไร

- ก. นิวคลีโอไทด์
- ข. DNA แม่แบบ
- ค. พอลินิวโอไทด์
- ง. ลีดดิ้งสแตนด์

จงใช้ DNA template ตอบคำถามข้อ 23-25

3'TACAAAGGCTTTCCTATT 5'

23. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีนแล้ว จงหาลำดับนิวคลีโอไทด์บนสาย tRNA ของกรดอะมิโนตัวที่ 2 และ 3

- ก. AAA, GGC
- ข. UUU, CCG
- ค. TTT, CCG
- ง. AAG, CTA

24. เมื่อมีการเริ่มสังเคราะห์โปรตีนแล้วสิ้นสุดกระบวนการนี้จะได้กรดอะมิโนทั้งหมดกี่โมเลกุล

- ก. 4 โมเลกุล
- ข. 5 โมเลกุล
- ค. 6 โมเลกุล
- ง. 7 โมเลกุล

25. ถ้าโคดอนของ mRNA โมเลกุลหนึ่งมีลำดับเบสดังนี้

5' AUGCACGGUAUA 3' จงหา DNA Template

- ก. 3'TACGTGCCATAT5'
- ข. 5'TACGTGCCATAT3'
- ค. 5'UACGUGCCAUAU3'
- ง. 3'TUGCTCGGUTUT5'

26. การเพิ่มหรือการขาดหายของนิวคลีโอไทด์ เรียกรวมการเกิดมิวเทชันนี้ว่าอะไร

- ก. เฟรมชิฟมิวเทชัน
- ข. การขาดหรือเกินของโครโมโซม
- ค. นอนดิสจังก์ชัน
- ง. มิวเทชันเพิ่ม - ขาด

27. คาร์ิโอไทป์ หมายถึง อะไร

- ก. ลักษณะพันธุกรรม
- ข. การจัดเรียงโครโมโซม
- ค. ความผิดปกติของโครโมโซม
- ง. การเรียงตัวของนิวคลีโอไทด์

28. อาการครีดูชาติต์เป็นความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่เท่าใด

ก. โครโมโซมคู่ที่ 5

ข. โครโมโซมคู่ที่ 21

ค. โครโมโซมคู่ที่ 8

ง. โครโมโซมคู่ที่ 13

29. ลักษณะของอาการดาวน์เป็นอย่างไร

ก. เพดานโหว่

ข. ปัญญาอ่อน เพดานโหว่

ค. ลิ้นคับปาก ศรีษะแบน

ง. ปัญญาอ่อน หางตาชี้ขึ้น ลิ้นโตคับปาก

30. เด็กชายที่แสดงอาการดาวน์ (Down's syndrome) เกิดขึ้นที่โครโมโซมที่เท่าไร

ก. โครโมโซมคู่ที่ 5

ข. โครโมโซมคู่ที่ 18

ค. โครโมโซมคู่ที่ 21

ง. โครโมโซมคู่ที่ 23

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การวิเคราะห์ความบกพร่องในแบบทดสอบวินิจฉัย

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงความบกพร่องของจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในแบบทดสอบ
เรื่องยีนและโครโมโซม

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
1	1	ก	ไม่เข้าใจลักษณะความสำคัญของยีน และโครโมโซม	111	29.37
		ข	คำตอบถูกต้อง	108	28.57
		ค	จดจำลักษณะความสำคัญของยีน และโครโมโซมไม่ได้	51	13.49
		ง	แยกแยะหลักการลักษณะ ความสำคัญของยีนและโครโมโซม ไม่ได้	108	28.57
2	2	ก	จดจำเกี่ยวกับการพัฒนาของเซลล์ ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อแม่ไม่ได้	139	36.77
		ข	วิเคราะห์เกี่ยวกับการพัฒนาของ เซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อ แม่ไม่ได้	28	7.41
		ค	คำตอบถูกต้อง	63	16.67
		ง	ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาของ เซลล์ลูกที่ได้รับโครโมโซมจากพ่อ แม่	148	39.15
2	3	ก	ไม่เข้าใจความสำคัญธาตุที่เป็น	133	35.19

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
2			องค์ประกอบหลักของกรดนิวคลีอิก		
		ข	คำตอบถูกต้อง	136	35.98
		ค	วิเคราะห์ความหมายของสาร พันธุกรรมไม่ได้	84	22.22
		ง	แยกแยะธาตุที่เป็นองค์ประกอบ หลักของกรดนิวคลีอิกระหว่างธาตุ ฟอสฟอรัส, ธาตุไนโตรเจน กับธาตุ ต่างๆ	25	6.61
	4	ก	ตีความหมายของสารพันธุกรรม ไม่ได้	65	17.2
		ข	วิเคราะห์ความหมายของสาร พันธุกรรมไม่ได้	175	46.30
		ค	จดจำความสำคัญของสาร พันธุกรรมไม่ได้	52	13.75
		ง	คำตอบถูกต้อง	86	22.75
	5	ก	จดจำหลักการของ DNA อยู่บน โครโมโซม	174	46.03
		ข	วิเคราะห์หลักการของ DNA อยู่บน โครโมโซมไม่ได้	44	11.64
		ค	อธิบายหลักการของ DNA อยู่บน โครโมโซมไม่ได้	74	19.58
		ง	คำตอบถูกต้อง	86	22.75

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
3	6	ก	อธิบายเกณฑ์แบ่งรูปร่างของ โครโมโซมระหว่างตำแหน่งเซนโทร เมียร์กับลักษณะต่างๆของ โครโมโซมไม่ได้	138	36.51
		ข	ไม่เข้าใจเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง รูปร่างของโครโมโซม	41	10.85
		ค	คำตอบถูกต้องแล้ว	139	36.77
3	7	ง	วิเคราะห์หลักการที่ใช้ในการแบ่ง รูปร่างของโครโมโซมไม่ได้	60	15.83
		ก	วิเคราะห์ระยะการแบ่งเซลล์ในแต่ละ ระยะไม่ได้	79	20.9
		ข	ไม่เข้าใจการแบ่งเซลล์ในแต่ละ ระยะและระยะต่างๆ	83	21.96
		ค	คำตอบถูกต้อง	144	38.1
		ง	จดจำการแบ่งเซลล์ในแต่ละระยะ และระยะต่างๆ ไม่ได้	71	18.78
		ค	คำตอบถูกต้อง	144	38.1
4	8	ก	คำตอบถูกต้อง	237	62.70
		ข	อธิบายส่วนที่ควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรมระหว่างยีนและดีเอ็นเอ	90	23.81
		ค	แยกแยะส่วนที่ควบคุมลักษณะทาง พันธุกรรมระหว่างยีนและ ส่วนประกอบต่างๆของสิ่งมีชีวิต	20	5.29

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
		ง	ไม่เข้าใจส่วนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม	31	8.2
	9	ก	จดจำชื่อโปรตีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมระหว่างโปรตีนฮิสโตนและสารชนิดอื่นๆ ไม่ได้	45	11.90
		ข	ไม่เข้าใจชื่อโปรตีนที่พบอยู่บนโครโมโซมไม่ได้	96	25.40
		ค	คำตอบถูกต้อง	184	48.68
		ง	วิเคราะห์ข้อสารที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมและสารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต	53	14.02
5	10	ก	อธิบายองค์ประกอบทางเคมีของ DNA ที่ประกอบด้วยน้ำตาลโพสไฟเฟต, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟต ไม่ได้	95	25.13
		ข	วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ DNA ที่ประกอบด้วย น้ำตาลโพสไฟเฟต, ไนโตรจีนัสเบส, หมู่ฟอสเฟต และธาตุต่างๆไม่ได้	29	7.67
		ค	คำตอบถูกต้อง	211	55.82
		ง	ไม่เข้าใจองค์ประกอบทางเคมีของ	43	11.38

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
5			DNA ประกอบด้วย น้ำตาลโพนโตส ,ไนโตรจีนัสเบส,หมู่ฟอสเฟตไม่ได้		
	11.	ก	วิเคราะห์การเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ไม่ได้	145	38.36
		ข	แยกแยะการเชื่อมสายนิวคลีโอไทด์จากพันธะชนิดต่างๆไม่ได้	94	24.87
		ค	จดจำการเชื่อมต่อสายนิวคลีโอไทด์ระหว่างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์และพันธะต่างๆ ไม่ได้	42	11.11
		ง	คำตอบถูกต้อง	97	25.66
	12	ก	จดจำการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสที่ทำหน้าที่เป็นราวบันไดไม่ได้	66	17.46
		ข	แยกแยะการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสที่ทำหน้าที่เป็นราวบันได	132	34.92
		ค	คำตอบถูกต้อง	131	34.66
		ง	ไม่เข้าใจการการเชื่อมต่อของสารระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับน้ำตาลเพนโตสและโครงสร้างต่างๆที่ทำหน้าที่เป็นราวบันได	49	12.96
	13	ก	จดจำชนิดกรดนิวคลีอิกที่เป็นสาร	97	25.66

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
			พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้		
		ข	อธิบายชนิดของกรดนิวคลีอิกที่เป็น สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตไม่ได้	76	20.11
		ค	ไม่เข้าใจชนิดกรดนิวคลีอิกของ สิ่งมีชีวิตไม่ได้	148	39.15
		ง	คำตอบถูกต้อง	57	15.08
6	14	ก	ไม่เข้าใจโครงสร้างการจับคู่เบส ระหว่างเบส A=T และเบส G=Cที่ เป็นอัตราส่วนของสิ่งมีชีวิต	129	34.12
		ข	วิเคราะห์การจับคู่ระหว่างเบส G กับ เบส C ไม่ได้	86	22.75
		ค	คำตอบถูกต้อง	132	34.92
		ง	อธิบายโครงสร้างการจับคู่เบส ระหว่างระหว่างเบสGกับเบสCไม่ได้	31	8.20
	15	ก	จดจำผลการทดลองของวัตสัน-คริก และนักวิทยาศาสตร์หลายๆท่าน ไม่ได้	59	15.61
		ข	คำตอบถูกต้อง	132	34.92
		ค	ไม่เข้าใจผลการทดลองต่างๆของ นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้	105	27.78
6		ง	วิเคราะห์ผลการทดลองของ นักวิทยาศาสตร์ที่เสนอโครงสร้าง	82	21.69

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
			ของ DNA ไม่ได้		
7	16	ก	จดจำหน้าที่ระหว่าง tRNA กับ mRNA ที่ทำหน้าที่คัดลอกรหัสพันธุกรรมไม่ได้	158	41.80
		ข	แยกแยะหน้าที่ของ tRNA และ mRNA ไม่ได้	99	26.19
		ค	คำตอบถูกต้อง	78	20.60
		ง	ไม่เข้าใจหน้าที่ของ tRNA ที่ทำหน้าที่แปลรหัสพันธุกรรมและ mRNA ที่ทำหน้าที่คัดลอกรหัสพันธุกรรมไม่ได้	43	11.38
	17	ก	จดจำหน้าที่ระหว่าง mRNA กับ tRNA ที่ทำหน้าที่แปลรหัสพันธุกรรมไม่ได้	115	30.42
		ข	คำตอบถูกต้อง	106	28.04
		ค	วิเคราะห์หน้าที่ของ mRNA และ tRNA ไม่ได้	127	33.6
		ง	อธิบายหน้าที่ของ mRNA และ DNA ที่เป็นรหัสพันธุกรรมสลับกัน	30	7.94
	18	ก	จดจำกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการต่างๆไม่ได้	60	15.87
		ข	วิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์	48	12.70

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
7			โปรตีนและกระบวนการต่างๆ		
		ค	ไม่เข้าใจกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน	73	19.31
		ง	คำตอบถูกต้อง	197	52.12
	19	ก	แยกแยะเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบระหว่างเอนไซม์เฮลิเคสและRNAไม่ได้	73	19.31
		ข	คำตอบถูกต้อง	106	28.04
		ค	วิเคราะห์ความสำคัญของเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบระหว่างเอนไซม์เฮลิเคสและเอนไซม์ต่างๆไม่ได้	149	39.42
		ง	ไม่เข้าใจเอนไซม์ที่ใช้แยกสายดีเอ็นเอแม่แบบไม่ได้	50	13.23
	20	ก	จดจำบริเวณสังเคราะห์โปรตีนระหว่างไซโทพลาซึมกับเซลล์	35	9.26
		ข	แยกแยะความสำคัญบริเวณที่ใช้สังเคราะห์โปรตีนไม่ได้	85	22.49
		ค	คำตอบถูกต้อง	184	48.68
		ง	อธิบายบริเวณที่ใช้สังเคราะห์โปรตีนไม่ได้	74	19.58
8	21	ก	คำตอบถูกต้อง	162	42.68

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
8		ข	แยกแยะรหัสพันธุกรรมที่เป็นรหัสหยุดและรหัสเริ่มต้นไม่ได้	125	33.07
		ค	จดจำระหว่างรหัสพันธุกรรมที่เป็นรหัสหยุดและรหัสต่างๆที่เป็นรหัสพันธุกรรม	48	12.70
		ง	ไม่เข้าใจหน้าที่รหัสที่เป็นรหัสหยุดและหน้าที่ของ mRNA และ tRNA	43	11.37
	22	ก	แยกแยะการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์ให้เป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ไม่ได้	58	15.34
		ข	ไม่เข้าใจหลักการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์และ DNA แม่แบบ	71	18.73
		ค	คำตอบถูกต้อง	170	44.97
		ง	อธิบายการเชื่อมต่อของสายนิวคลีโอไทด์กับกระบวนการต่างๆสลับกันไม่ได้	78	20.63
	9	23	ก	คำตอบถูกต้องแล้ว	103
ข			จดจำรหัสกรดอะมิโนที่อยู่บนสาย tRNA และ DNA ไม่ได้	116	30.69
ค			แยกแยะรหัสกรดอะมิโนที่อยู่บนสาย tRNA และ DNA ไม่ได้	102	26.98

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
9		ง	ไม่เข้าใจความสำคัญของรหัส กรดอะมิโน	57	15.08
	24.	ก	จดจำกระบวนการสังเคราะห์กรด อะมิโนเมื่อเจอรหัสหยุดและรหัส เริ่มต้นไม่ได้	97	25.66
		ข	คำตอบถูกต้อง	127	33.60
		ค	ไม่เข้าใจรหัสหยุดและรหัสเริ่มต้นใน การสังเคราะห์โปรตีน	128	33.86
		ง	วิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์ กรดอะมิโนไม่ได้	26	6.88
	25	ก	คำตอบถูกต้องแล้ว	179	47.35
		ข	จดจำระหว่างปลายเส้นของสาย DNA และ DNA ที่มีชนิดนิวคลีโอ ไทด์แตกต่างกันไม่ได้	66	17.46
		ค	อธิบายการเข้าสู่ชนิดนิวคลีโอไทด์ ของ DNA และ RNA ไม่ได้	99	34.13
		ง	วิเคราะห์เข้าสู่เบสเบสระหว่าง A กับ T และ A กับ U ไม่ได้	34	8.99
	10	26	ก	คำตอบถูกต้อง	134
ข			อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ โครโมโซมไม่ได้	88	23.28
ค			วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของ	86	22.75

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
			โครโมโซมไม่ได้		
		ง	อธิบายการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม ไม่ได้	70	18.52
	27	ก	จดจำความหมายของคาร์ิโอไทป์ ไม่ได้	48	12.70
		ข	คำตอบถูกต้อง	111	29.37
		ค	ตีความหมายของคาร์ิโอไทป์ไม่ได้	124	32.80
		ง	ไม่เข้าใจความหมายของคาร์ิโอไทป์	95	25.13
11	28	ก	คำตอบถูกต้อง	114	30.15
		ข	จดจำจดจำกับความผิดปกติของ โครโมโซมระหว่างอาการดาวน์และ อาการครีดูซาร์ไม่ได้	115	30.42
		ค	ไม่เข้าใจกับความผิดปกติของ	59	15.61

จุดประสงค์ การเรียนรู้ ข้อที่	ข้อที่	ตัวเลือก	สาเหตุความบกพร่อง	จำนวน นักเรียนที่ เลือกตอบ	ร้อยละของ นักเรียนที่ เลือกตอบ
11			โครโมโซม		
		ง	วิเคราะห์ความผิดปกติของ โครโมโซมไม่ได้	90	23.81
	29	ก	แยกแยะลักษณะอาการดาวน์ได้ บางลักษณะ	21	5.56
		ข	อธิบายลักษณะอาการดาวน์ได้บาง ลักษณะ	97	25.66
		ค	จดจำลักษณะอาการดาวน์ไม่ได้	29	7.67
		ง	คำตอบถูกต้อง	231	61.11
	30	ก	จดจำกับความผิดปกติของ โครโมโซมระหว่างอาการดาวน์ และครีดูซาร์ไม่ได้	34	8.99
		ข	ไม่เข้าใจความสำคัญความผิดปกติ ของโครโมโซมอาการดาวน์และครี ดูซาร์	50	13.23
		ค	คำตอบถูกต้อง	219	57.93
		ง	แยกแยะความผิดปกติที่เกิดขึ้นบน โครโมโซมเพศและโครโมโซม ร่างกาย	75	19.84

กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม

สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					16				
2					17				
3					18				
4					19				
5					20				
6					21				
7					22				
8					23				
9					24				
10					25				
11					26				
12					27				
13					28				
14					29				
15					30				

เฉลยแบบทดสอบวินิจฉัย

- | | |
|-------|-------|
| 1. ข | 16. ค |
| 2. ค | 17. ข |
| 3. ข | 18. ง |
| 4. ง | 19. ค |
| 5. ง | 20. ค |
| 6. ค | 21. ค |
| 7. ค | 22. ค |
| 8. ก | 23. ก |
| 9. ค | 24. ค |
| 10. ค | 25. ก |
| 11. ง | 26. ก |
| 12. ข | 27. ข |
| 13. ง | 28. ก |
| 14. ค | 29. ง |
| 15. ข | 30. ค |





ภาคผนวก ค

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ หนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูล
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ ศธ 0540.02/ว 5104

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

44000

19 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์**เรียน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณชัย ชาแท่น

ด้วย นางสาวพวงชมพู อยู่ง่าน นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการการศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 - ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบด้านเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 - อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดี

สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร 0-4374 - 2622 www.edurmu.ac.th



ที่ ศธ 0540.02/ว 5104

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

44000

19 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางอัญชลี ทิพย์สุทธิ

ด้วย นางสาวพวงชมพู อยู่ถ่าน นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 - ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบด้านเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 - อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดี

สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร 0 - 4374 - 2622 www.edurmu.ac.th



ที่ ศธ 0540.02/ว5104

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

44000

19 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางนิตยาภรณ์ ศรีภาแลว

ด้วย นางสาวพวงชมพู อยู่ง่าน นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 - ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบด้านเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 - อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดี

สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร 0 - 4374 - 2622 www.edummu.ac.th



ที่ ศธ 0540.02/ว 5104

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

44000

19 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นายอนุวัตร เทศศรีเมือง

ด้วย นางสาวพวงชมพู อยู่ถ่าน นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 - ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบด้านเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 - อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดี

สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร 0-4374 - 2622 www.edurmu.ac.th



ศธ 0540.02/ว 5104

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

44000

19 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นายกฤษฎา โสมดำ

ด้วย นางสาวพวงชมพู อยู่ถ่าน นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษาการวิจัย
 - ตรวจสอบด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบด้านเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 - อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดี

สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร 0-๔๓๗๔-๒๖๒๒ www.edurmu.ac.th



ที่ ศธ 0540.02/ว 5104

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

44000

19 สิงหาคม 2558

เรื่อง ขออนุญาตให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

ด้วย นางสาวพวงชมพู อยู่ง่าน นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องยีนและโครโมโซม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุญาตให้นักศึกษา ทำการทดลองใช้ เครื่องมือ และเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปดำเนินการทำ วิทยานิพนธ์ โดยคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จะควบคุมดูแลนักศึกษาให้ทดลองใช้ เครื่องมือและเก็บข้อมูลโดยมิให้ส่งผลกระทบต่อนักเรียน และโรงเรียน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รักษาการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดี

สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

www.edurmu.ac.th

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาว พวงชมพู อยู่งาน
วัน เดือน ปีเกิด	26 กุมภาพันธ์ 2532
สถานที่เกิด	ตำบลศรีวิไล อำเภอศรีวิไล จังหวัดหนองคาย
ที่อยู่ปัจจุบัน	14 หมู่ 5 ตำบลศรีวิไล อำเภอศรีวิไล จังหวัดบึงกาฬ 38210
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร ตำบลโพธิ์ชัย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย 43000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2556	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิทยาศาสตร์(ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
พ.ศ. 2559	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2559

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY