

การเปรียบเทียบผลการวิจัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ



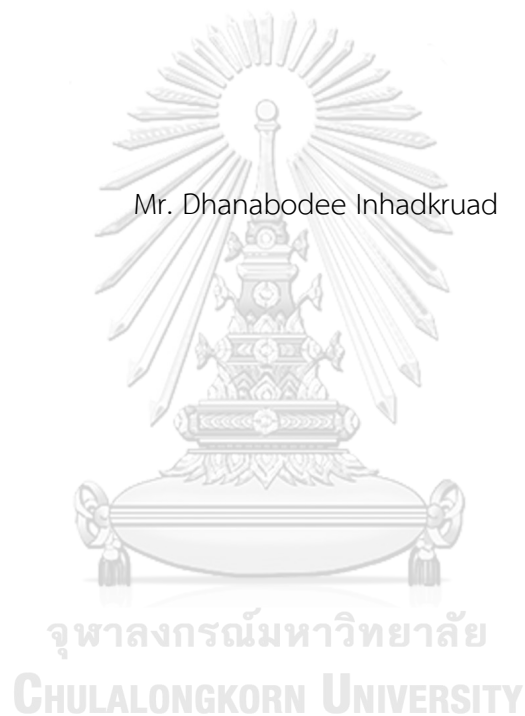
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF MISCONCEPTIONS DIAGNOSTIC RESULTS BETWEEN TREE-
TIER AND FOUR-TIER DIAGNOSTIC TESTS IN BIOLOGY FOR SECONDARY STUDENTS

Mr. Dhanabodee Inhadkrud



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Educational Measurement and
Evaluation

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน
วิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถจับกับสี่
ระดับ

โดย

นายธนบดี อินทาดกรวด

สาขาวิชา

การวัดและประเมินผลการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุขชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ดังธนานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษณะหาสน์)

ธนบดี อินทาคกรวด : การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ (A COMPARISON OF MISCONCEPTIONS DIAGNOSTIC RESULTS BETWEEN TREE-TIER AND FOUR-TIER DIAGNOSTIC TESTS IN BIOLOGY FOR SECONDARY STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง, 192 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 62 คน เครื่องมือวิจัยได้แก่ 1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ 2) แบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับพบว่า มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูง (r มีค่า 0.723) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นพบว่า แบบสอบทั้งสองฉบับมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูง (r มีค่า 0.841) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า แบบสอบทั้งสองฉบับมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์พบว่า ในรายมโนทัศน์หลักมีความสอดคล้องในระดับต่ำถึงปานกลาง (V มีค่าระหว่าง 0.322 ถึง 0.489) เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่ามี ความสอดคล้องในระดับปานกลาง (V มีค่า 0.536) แสดงว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบทั้งสองฉบับให้ผลการวินิจฉัยที่แตกต่างกันในระดับปานกลาง

2) ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับกับข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่า เมื่อพิจารณาเป็นรายมโนทัศน์และในภาพรวมทั้งฉบับแล้วแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงไม่แตกต่างกัน

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ปลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา ปลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2560

5883822327 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORDS: THREE-TIER DIAGNOSTIC TESTS / FOUR-TIER DIAGNOSTIC TESTS /
DIAGNOSTIC RESULT

DHANABODEE INHADKRUAD: A COMPARISON OF MISCONCEPTIONS
DIAGNOSTIC RESULTS BETWEEN TREE-TIER AND FOUR-TIER DIAGNOSTIC TESTS
IN BIOLOGY FOR SECONDARY STUDENTS. ADVISOR: ASST. PROF. NUTTAPORN
LAWTHONG, Ph.D., 192 pp.

The purposes of this study were 1) to compare diagnostic results between three-tier and four-tier diagnostic tests in biology for secondary school students and 2) to analyze the congruence among diagnostic results from three-tier, four-tier diagnostic tests and think aloud interview. The participants were 62 upper secondary students of 2017 academic year. The instruments used in this research were 1) Three-tier and four-tier diagnostic tests, and 2) think aloud interview. The data were analyzed by descriptive statistics, Pearson's correlation, Cronbach's alpha coefficient and Cramer's V correlation coefficient. The research findings were as follows:

1) The results of study showed both high correlation level of Pearson correlation coefficient ($r = 0.723$) and intraclass correlation ($r = 0.841$) between three-tier and four-tier diagnostic tests statistical significant at .01 level. It showed that both of diagnostic tests could measure in same attribute of students. Correlation of diagnostic results between three-tier and four-tier diagnostic tests were not only average correlation level in major concepts (Cramer's V range 0.322 to 0.489), but also overview diagnostic results (Cramer's V = 0.536).

2) Correlation between diagnostic result of four-tier diagnostic test and think aloud interview was not different to those of three-tier diagnostic test and think aloud interview.

Department: Educational Research and Student's Signature

Psychology

Advisor's Signature

Field of Study: Educational Measurement
and Evaluation

Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาให้ความดูแลเอาใจใส่ ติดตาม ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือ แก่ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้คำปรึกษาและ กำลังใจ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังชันกานนท์ ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ด.สุวิมล กฤษณกุลหาสน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณา ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาชีผล และผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาจารย์ ดร.ชนะวัฒน์ บุณนาค อาจารย์ประจำวิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดาและโรงเรียนจิตรลดา คุณครูสุขเกษม พุกจรรยา และคุณครูชุตินา ศรีไกรสิทธิ์ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชวินิต มัธยม ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ให้คำแนะนำเกี่ยวกับ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา รวมทั้งคำแนะนำเพื่อปรับแก้ไขให้เครื่องมือวิจัยมีคุณภาพ

ขอขอบคุณโรงเรียนราชวินิต มัธยม และนักเรียนกลุ่มที่เป็นตัวอย่างในการวิจัย ที่ให้ ความอนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูล ในการวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ และขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ สาขาวิชาการวัดและ ประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์- มหาวิทยาลัย ที่คอยให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่รัชนีวรรณ อินทาทกรวด และคุณพ่อพูนศักดิ์ อินทาทกรวด พี่ ๆ และเพื่อนร่วมงาน ตลอดจนทุก ๆ คน ที่คอยให้ความรักความเข้าใจ ห่วงใย และสนับสนุน เป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยสามารถทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จ ผู้วิจัยขอมอบความดีที่ วิทยานิพนธ์นี้จะประโยชน์ต่อผู้ศึกษาต่อในอนาคต ไว้ให้ท่านทั้งหลายที่กล่าวข้างต้นด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญแผนภาพ.....	ฅ
บทที่ 1.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา.....	1
คำถามวิจัย.....	5
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
นิยามเชิงปฏิบัติการ.....	10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	16
บทที่ 2.....	17
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยทางการศึกษา.....	18
1.1 ความหมายของการวินิจฉัย.....	18
1.2 รูปแบบและระดับการวินิจฉัยทางการศึกษา.....	19
1.3 วิธีวินิจฉัยและเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัย.....	21
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ.....	23
2.1 ลักษณะทั่วไปของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ.....	23
2.2 ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ.....	24

2.3 การวัดระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ	25
2.4 การแปลความหมายของรูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ.....	29
2.5 การกำหนดคะแนนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ.....	34
2.6 การเปรียบเทียบการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ	35
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ.....	39
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย	42
3.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย.....	42
3.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย.....	44
ตอนที่ 4 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน.....	48
4.1 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	48
4.2 องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	48
4.3 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	50
4.4 การระบุเนื้อหาที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา.....	50
ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการคิดออกเสียง	54
5.1 ความหมายของเทคนิคการคิดออกเสียง	54
5.2 ประเภทของการคิดออกเสียง	54
5.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการคิดออกเสียง	55
5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดออกเสียง	56
ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย	57
บทที่ 3.....	59
ประชากรและตัวอย่าง	59
1) ประชากร.....	59

2) ตัวอย่าง.....	59
เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล	60
1) แบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย	61
2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย	61
3) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย	61
4) แบบสัมภาษณ์.....	62
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	62
ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่ต้องการวัด.....	63
ขั้นที่ 2 การสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	64
ขั้นที่ 3 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ	67
1) ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	71
2) คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	72
ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัย	75
บทที่ 4.....	81
ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ.....	81
1) ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ.....	81
2) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบสี่ระดับ	84

3) ผลการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ	86
4) การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ.....	95
ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์.....	101
1) ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน.....	103
2) ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์	104
3) ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์	108
4) การเปรียบเทียบความสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ	111
บทที่ 5	113
สรุปผลการวิจัย	115
ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ.....	115
ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์.....	117
การอภิปรายผล.....	119
ส่วนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ	119
ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ	124
ส่วนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์	126

ข้อเสนอแนะ	127
1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	127
2) ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป	128
รายการอ้างอิง.....	130
ภาคผนวก ก.....	136
ภาคผนวก ข.....	138
ภาคผนวก ค.....	142
ภาคผนวก ง.....	145
ภาคผนวก จ.....	147
ภาคผนวก ฉ.....	171
ภาคผนวก ช.....	175
ภาคผนวก ซ.....	179
ภาคผนวก ฌ.....	186
ภาคผนวก ญ.....	189
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	192

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 การแปลผลรูปแบบการตอบจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและ ...	12
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการวัดระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบและการตอบระดับ เหตุผล.....	26
ตารางที่ 2.2 การแปลความหมายของรูปการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ	30
ตารางที่ 2.3 การแปลความหมายของรูปการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ.....	31
ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบการแปลความหมายการตอบระดับความมั่นใจของแบบสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในกรณีที่ตอบด้วยสาเหตุที่ไม่มีความรู้.....	33
ตารางที่ 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการวินิจฉัยแบบต่าง ๆ.....	36
ตารางที่ 2.6 การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัย	44
ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศชั้นพื้นฐานจำแนกรายมาตรฐานในปี การศึกษา 2551 ถึง 2558.....	50
ตารางที่ 2.8 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางตามมาตรฐาน ว1.2 ในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	52
ตารางที่ 3.1 จำนวนตัวอย่างในการวิจัยที่แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย.....	60
ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หมโนทัศน์เรื่องพันธกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	63
ตารางที่ 3.3 แผนผังแบบทดสอบเพื่อสำรวจรูปแบบหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	64
ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การพิจารณาค่า IOC.....	66
ตารางที่ 3.5 แผนผังแบบทดสอบวินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	68
ตารางที่ 3.6 ค่าเฉลี่ยของค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสาม ระดับและสี่ระดับ	72
ตารางที่ 3.7 เกณฑ์พิจารณาความเที่ยง	73

ตารางที่ 3.8 ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับด้วยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient)	74
ตารางที่ 3.9 เกณฑ์พิจารณาการแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	77
ตารางที่ 3.10 รูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ จำแนกตามผลการวินิจฉัย ..	78
ตารางที่ 4. 1 ความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) และการตอบระดับความมั่นใจ (C tier) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ	82
ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) การตอบระดับความมั่นใจของ ระดับคำตอบ (CA tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) และการตอบระดับความมั่นใจของการ ตอบระดับเหตุผล (CR tier) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ	83
ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบสี่ระดับ	84
ตารางที่ 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation) ระหว่างแบบสอบ วินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ	85
ตารางที่ 4.5 รูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ จำแนกตามผลการวินิจฉัย.....	86
ตารางที่ 4.6 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบ เลือกตอบสามระดับ จำแนกตามมโนทัศน์หลักและผลสรุปในภาพรวม.....	88
ตารางที่ 4.7 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	91
ตารางที่ 4.8 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบ เลือกตอบสี่ระดับ จำแนกตามมโนทัศน์หลักและผลสรุปในภาพรวม	92
ตารางที่ 4.9 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	95
ตารางที่ 4.10 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลักระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบ เลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ	96
ตารางที่ 4.11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ระหว่างผลทดสอบจากแบบสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ	100

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบการจัดหมวดหมู่ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยกับผลการ สัมภาษณ์.....	101
ตารางที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน.....	104
ตารางที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบ เลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์.....	104
ตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์.....	108
ตารางที่ 4.16 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์จากการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยด้วยแบบ สอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์.....	111



สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ 1.1 เปรียบเทียบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหลายระดับ.....	4
แผนภาพที่ 2.1 การกำหนดคะแนนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ	35
แผนภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	58
แผนภาพที่ 3.1 การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ	70



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

ปัจจุบันรัฐบาลมีวิสัยทัศน์ในการบริหารประเทศเพื่อให้ประเทศไทย “มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” ทั้งนี้เพื่อให้สามารถรับมือกับโอกาสและการเปลี่ยนแปลงทางสังคมอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21 ตามเป้าหมายที่เรียกว่า “ประเทศไทย 4.0” ซึ่งมุ่งเน้นพัฒนาประเทศให้เป็นประเทศเศรษฐกิจใหม่ (New Engines of Growth) มีรายได้สูง ทั้งนี้เป็นการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยการสร้างนวัตกรรม โดยเปลี่ยนสินค้าโภคภัณฑ์ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม ในการพัฒนาประเทศเพื่อเป้าหมายดังกล่าว จำเป็นต้องพัฒนาในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการศึกษาเพื่อสร้างคนให้มีความสามารถพื้นฐานสามด้านคือ ความสามารถในการรู้หนังสือ (Literacy ability) ความสามารถในการคิดคำนวณ (Numeracy ability) และความสามารถด้านการให้เหตุผล (Reasoning ability) นอกจากนี้ยังต้องมีทักษะในการแสวงหาความรู้และสร้างนวัตกรรม และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ในสภาพสังคมพหุวัฒนธรรม การเตรียมคนให้มีลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางของวิทยาศาสตร์ศึกษาที่เน้นพัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพตรวจสอบได้ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) เข้าใจธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่าง มีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เป็นการเน้นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ขึ้นมาด้วยตนเอง ตามแนวทางปรัชญาการศึกษากลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ บทบาทของนักเรียนเป็นผู้สืบสอบ ค้นคว้าหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ และเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่มีอยู่เข้ากับความรู้เดิมของนักเรียน จัดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ส่วนบทบาทของครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือเป็นผู้สร้างบรรยากาศของการเรียนรู้ และกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2558) จากแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวอาจทำให้นักเรียนมีการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ของเรื่องราวที่ได้เรียนรู้คลาดเคลื่อนไปจากข้อเท็จจริง ครูจึงจำเป็นต้องคอยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอยู่เสมอเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) ที่อาจเกิดขึ้นระหว่าง การเรียนรู้ของนักเรียน

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ซึ่งเป็นการวัดและประเมินผลความรู้ตามหลักสูตรแกนการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยสำนักทดสอบทางการศึกษาพบว่า ในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานที่จำแนกเป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยาทั้งหมด 4 มาตรฐานได้แก่ ว1.1 ว1.2 ว2.1 และ ว2.2 เมื่อพิจารณาผลทดสอบตั้งแต่ปีการศึกษา 2551 ถึง 2558 พบว่า ในทุก ๆ ปีจะมีผลการทดสอบต่ำกว่าร้อยละ 50 ทุกมาตรฐาน โดยส่วนใหญ่แล้วมาตรฐาน ว1.2 มีผลคะแนนเฉลี่ยต่ำในหลายปีการศึกษา เนื้อหาตามมาตรฐาน ว1.2 แบ่งออกเป็น 5 โมโนทัศน์หลักที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ 1) กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การแปรผันทางพันธุกรรม 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 5) วิวัฒนาการ

ธรรมชาติของการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เพื่อศึกษาความเป็นไปของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นด้วยเหตุและผล ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่สะท้อนความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนได้ในทางหนึ่ง สำหรับเนื้อหาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยความรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น เพื่ออธิบายกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เป็นสิ่งที่สะท้อนความสามารถด้านการใช้ตัวเลข ส่วนเนื้อหาเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการจำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งสะท้อนทักษะด้านความสามารถในด้านการรู้หนังสือของนักเรียนได้ การที่นักเรียนมีผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานในเนื้อหาสาระดังกล่าวต่ำกว่าร้อยละ 50 สะท้อนว่านักเรียนอาจมีข้อบกพร่อง หรือมีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเนื้อหาดังกล่าว ถ้าหากครูผู้สอนสามารถหาวิธีเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน ก็จะสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถนำพาประเทศไทยไปสู่เป้าหมายของการพัฒนาตามแนวทางประเทศไทย 4.0 ได้

แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่ใช้ค้นหาความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการตอบแบบสอบสามารถบอกได้ว่านักเรียนบกพร่องในทักษะใดและบกพร่องในจุดใด ผู้พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยพยายามให้แบบสอบวินิจฉัยสามารถระบุสาเหตุของความบกพร่องนั้นได้อย่างถูกต้อง ข้อบกพร่องของนักเรียนอาจเป็นความบกพร่องที่เกิดจากนักเรียนเอง หรือเป็นข้อบกพร่องที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนก็ได้ หรือในบางโอกาสอาจพบจุดเด่นหรือความสามารถพิเศษของผู้เรียนจากการใช้แบบสอบวินิจฉัย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2539) ซึ่งผลการวินิจฉัยนำมาเพื่อการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนที่ผ่านมาทั้งการวินิจฉัยข้อบกพร่องทักษะด้านภาษา ทักษะด้านตัวเลข หรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การวินิจฉัยที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ของ ครูมีทั้งที่เป็นการวินิจฉัยแบบไม่เป็นทางการโดยใช้การสังเกต สอบถาม หรือการตรวจผลงานของ นักเรียน เป็นต้น และการวินิจฉัยแบบเป็นทางการซึ่งเป็นการหาข้อบกพร่องของนักเรียนโดยใช้วิธีการ และเครื่องมือที่เป็นระบบ มีแบบแผน คือการใช้แบบสอบวินิจฉัยซึ่งสร้างจากแนวคิดต่าง ๆ เช่น แบบ สอบวินิจฉัยโดยใช้ดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนการตอบข้อสอบ แบบสอบวินิจฉัยโดยการ วินิจฉัยทางพุทธิปัญญาด้วยโมเดล DINA และ แบบสอบวินิจฉัยหลายระดับ เป็นต้น

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย เริ่มจากการใช้การสัมภาษณ์ซึ่งเป็น วิธีการที่ให้ความถูกต้องมากที่สุดแต่ใช้เวลานาน ในสภาพการณ์ปัจจุบันที่ครูมีภาระงานมากขึ้นและ จำนวนนักเรียนต่อห้องเพิ่มมากขึ้น จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้วิธีการสัมภาษณ์ จึงเกิดการสร้างแบบสอบ วินิจฉัยขึ้นโดยเป็นการใช้คำถามปลายเปิด วิธีการดังกล่าวใช้เวลาน้อยกว่าการสัมภาษณ์แต่มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถวินิจฉัยนักเรียนที่ขาดทักษะทางการเขียนได้ ทำให้มีผู้พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบ เลือกตอบขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว แต่แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบก็ยังมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถวัด เหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการตอบคำตอบแต่ละตัวเลือกได้ จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงเกิดการพัฒนาระบบ สอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหลายระดับขึ้นเพื่อลดเวลาสอบและการตรวจให้คะแนนรวมทั้งทราบ เหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการตอบคำตอบแต่ละตัวเลือก มีการตรวจให้คะแนนอย่างเป็นปรนัย รวมทั้งมี การเพิ่มระดับความมั่นใจของการตอบเพื่อให้ทราบว่านักเรียนตอบด้วยความรู้ที่แท้จริง ตอบด้วยการ เต่า ตอบด้วยมโนทัศน์หรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Gurel, Eryilmaz, & McDermott, 2015) ทำให้ครูได้สารสนเทศเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียนเพื่อที่จะให้ผลสะท้อนกลับ ปรับปรุงการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ หรือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องอย่างทันที่

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหลายระดับ เริ่มพัฒนา จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ ด้วยการสำรวจหารูปแบบของข้อบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนที่อยู่เบื้องหลังการเลือกตอบตัวเลือกที่ผิดในระดับคำตอบ (Answer tier) จากนั้นจัดทำ เป็นการตอบในระดับเหตุผล (Reason tier) กลายเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ ต่อมามีการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับโดยการเพิ่มระดับความมั่นใจในการตอบ เข้ามา เพื่อแก้ปัญหาที่แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับยังจำแนกนักเรียนที่ตอบผิดด้วย ความเข้าใจหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกจากนักเรียนที่ตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ออกจากกันได้ ชัดเจน (Gurel et al., 2015) การเพิ่มระดับความมั่นใจในการตอบนี้มีการเพิ่มเข้ามาในแบบสอบ วินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับใน 2 รูปแบบคือ 1) เป็นระดับความมั่นใจโดยรวมของการตอบทั้ง ระดับคำตอบและระดับเหตุผล ได้เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ และ 2) เป็นระดับ ความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบและระดับความมั่นใจระดับเหตุผล ได้เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบ

เลือกตอบสี่ระดับ (Caleon & Subramaniam, 2010; Chandrasegaran, Treagust, & Mocerino, 2007; Lin Sheau-Wen, 2004; Sia Ding Teng, Treagust, & Chandrasegaran, 2012; Sreenivasulu & Subramaniam, 2013; Wang Jing-Ru, 2004; Yang Der-Ching & Lin Yung-Chi, 2015) ดังแผนภาพที่ 1.1

แบบสองระดับ	แบบสามระดับ	แบบสี่ระดับ
<ul style="list-style-type: none"> • 1. การตอบระดับคำตอบ • 2. การตอบระดับเหตุผล 	<ul style="list-style-type: none"> • 1. การตอบระดับคำตอบ • 2. การตอบระดับเหตุผล • 3. ระดับความมั่นใจในการตอบ 	<ul style="list-style-type: none"> • 1. การตอบระดับคำตอบ • 2. ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ • 3. การตอบระดับเหตุผล • 4. ระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล

แผนภาพที่ 1.1 เปรียบเทียบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหลายระดับ

จากแผนภาพที่ 1.1 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหลายระดับ เริ่มพัฒนาจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ เมื่อเพิ่มการวัดระดับความมั่นใจในการตอบ จะได้เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเป็นการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบในวิชาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่สองระดับถึงสี่ระดับ ส่วนใหญ่จะมีเพียงการพัฒนาและหาคุณภาพเครื่องมือทั้งคุณภาพรายข้อและคุณภาพรายฉบับ เช่น งานวิจัยของ Caleon และ Subramaniam (2010) ที่พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องคลื่น และงานวิจัยของ Sreenivasulu และ Subramaniam (2013) ที่พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์เรื่องเทอร์โมไดนามิกในนิสิตนักศึกษา แบบสอบวินิจฉัยในงานวิจัยดังกล่าวมีการหาค่าความตรงตามเนื้อหาด้วยการพิจารณาดัชนีความสอดคล้องจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Index of item-objective congruence) และพิจารณาคุณภาพรายฉบับด้วยการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ของ Gurel, Eryilmaz และ McDermott (2015) กล่าวว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสี่ระดับจะให้ผลการวินิจฉัยที่มีความตรงมากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับ เนื่องจากมีการจำแนกกลุ่มที่ตอบผิดเพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกจากกลุ่มที่ตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ชัดเจนกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับ นอกจากนี้ยังพบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสี่ระดับถึงแม้จะมีจำแนกกลุ่มนักเรียน

ที่ตอบผิดได้ดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับแต่ก็มีการสร้างที่ซับซ้อนและใช้เวลาทำข้อสอบมากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ (Gurel et al., 2015)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าไม่มีแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ ซึ่งมีข้อดีสอดคล้องกันคือประหยัดเวลาในการวินิจฉัย การตรวจให้คะแนนเป็นปรนัย มีหลักฐานน่าเชื่อถือเกี่ยวกับความตรง และสามารถใช้สอบกับนักเรียนจำนวนมากได้พร้อม ๆ กัน ซึ่งสอดคล้องกับสภาพการทำงานของครูในปัจจุบัน แต่แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับมีข้อจำกัดคือไม่สามารถระบุกลุ่มนักเรียนที่ตอบผิดเพราะขาดความรู้ได้อย่างชัดเจน (Gurel et al., 2015) ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่ตอบผิดออกเป็นตอบผิดเพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ออกจากกันได้ แต่แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับสามารถจำแนกกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่ตอบด้วยมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ และตอบผิดด้วยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกจากกันได้ชัดเจนกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เนื่องจากการตอบความมั่นใจในการตอบของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับเป็นการตอบความมั่นใจในภาพรวมของการตอบในระดับคำตอบและระดับเหตุผล ส่วนการตอบระดับความมั่นใจในการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเป็นการตอบแยกกันระหว่างความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบ และความมั่นใจในการตอบระดับเหตุผล ทำให้ได้ข้อมูลการวินิจฉัยที่ละเอียดกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ แต่แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับใช้เวลาสอบนานกว่าแบบสามระดับ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะเปรียบเทียบการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับสามระดับ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยและผลการวินิจฉัยของแบบสอบดังกล่าว และให้เกิดการนำไปใช้เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำถามวิจัย

- 1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายให้ผลการวินิจสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร
- 2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายให้ผลการวินิจสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
- 2) เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการวิจัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบวินิจฉัยที่มีชุดของคำถามและตัวเลือกในระดับคำตอบและระดับเหตุผลเป็นชุดเดียวกัน มนัสสิริ อินทร์สวาท (2559) ระบุว่าแบบสอบวินิจฉัยที่มีชุดคำถามและตัวเลือกเป็นชุดเดียวกันแต่มีการวัดระดับความมั่นใจในภาพรวมด้วยมาตรวัดต่างระดับกัน ให้ผลการวิจัยที่ไม่แตกต่างกัน (มนัสสิริ อินทร์สวาท, 2559) และจากการศึกษาของ Gurel และคณะ (2015) ให้ข้อเสนอแนะว่าแบบสอบวินิจฉัยสี่ระดับ มีการแบ่งการตอบระดับความมั่นใจออกเป็นสองตอนคือ ความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ กับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล ซึ่งเป็นการตอบระดับความมั่นใจที่ละเอียดกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับที่ตอบระดับความมั่นใจในภาพรวม (Gurel et al., 2015) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีสมมติฐานว่า 1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับที่จะให้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกัน และ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์แล้ว แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับน่าจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้มีขอบเขตการวิจัยในประเด็นดังต่อไปนี้

1) เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาเนื้อหาตามมาตรฐาน ว1.2 แบ่งออกเป็น 5 มโนทัศน์หลักที่สัมพันธ์กันได้แก่ 1) กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การแปรผันทางพันธุกรรม 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 5) วิวัฒนาการ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ระหว่างปีการศึกษา 2551 – 2558 พบว่ามีผลการทดสอบต่ำกว่าร้อยละ 50 เป็นส่วนใหญ่ โดยที่มโนทัศน์หลักแต่ละข้อมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังนี้

- 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมคือ
 - 1.1) อธิบายความหมายของลักษณะทางพันธุกรรมและกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้
 - 1.2) อธิบายเกี่ยวกับจำนวน โครงสร้าง และหน้าที่ของดีเอ็นเอและโครโมโซมได้
 - 1.3) อธิบายความหมายและหน้าที่ของยีนได้
- 2) การแปรผันทางพันธุกรรม มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมคือ
 - 2.1) อธิบายความหมายของการเกิดมิวเทชันและผลของมิวเทชันต่อสิ่งมีชีวิตได้
 - 2.2) อธิบายความหมายของความแปรผันทางพันธุกรรมและผลของความแปรผันทางพันธุกรรมได้
- 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมคือ
 - 3.1) อธิบายความหมายและหลักการของพันธุวิศวกรรม รวมทั้งผลกระทบของพันธุวิศวกรรมต่อชีวิตประจำวันได้
 - 3.2) อธิบายความหมายและหลักการของการโคลนได้
 - 3.3) อธิบายความหมายและหลักการของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชรวมทั้งประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้
- 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมคือ
 - 4.1) อธิบายความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละระดับได้
 - 4.2) อธิบายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อสมดุลของระบบนิเวศ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้เพื่อแก้ไขปัญหาของระบบนิเวศได้
- 5) วิวัฒนาการ มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมคือ
 - 5.1) อธิบายความหมายของสปีชีส์ได้
 - 5.2) อธิบายความหมายของวิวัฒนาการได้
 - 5.3) อธิบายหลักการของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ และความสัมพันธ์ของการคัดเลือกโดยธรรมชาติกับการเกิดสปีชีส์ใหม่ได้

2) การสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากการสร้างแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ ข้อมูลที่ได้จาก

คำตอบของนักเรียนนำไปใช้เพื่อสร้างตัวเลือกในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ ในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น ข้อสอบแต่ละข้อแบ่งการตอบเป็น 3 ระดับได้แก่ ระดับคำตอบ (Answer tier: A tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก การตอบระดับคำตอบนี้ เป็นการวัดเนื้อหาสาระตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ระดับเหตุผล (Reason tier: R tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก การตอบระดับเหตุผลนี้เป็นการวัดความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการตอบระดับคำตอบ (A tier) และระดับความมั่นใจ (Confidence tier: C tier) คือ การตอบระดับความมั่นใจในภาพรวมของการตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ ว่านักเรียนมั่นใจมากน้อยเพียงใดว่าการตอบระดับคำตอบ และการตอบระดับเหตุผลเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยเป็นมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ท (Chabalengula, Saders, & Mumba, 2012; Chandrasegaran et al., 2007; Erdal, 2016; Fisher, William, & Lineback, 2011; Gurel et al., 2015; Lin Sheau-Wen, 2004; Sia Ding Teng et al., 2012; Tsui & Treagust, 2009; Wang Jing-Ru, 2004; มนัสสิริ อินทร์สวาท, 2559; เลิศบุษยา ไทยเจริญ, 2558)

แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่ละข้อแบ่งการตอบเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับคำตอบ (A tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (Confidence of answer tier: CA tier) เป็นการระบุระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบของนักเรียนว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยเป็นมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ท ระดับเหตุผล (R tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (Confidence of reason tier: CR tier) เป็นการระบุระดับความมั่นใจในการตอบระดับเหตุผลของนักเรียนว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยเป็นมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ท (Caleon & Subramaniam, 2010; Chabalengula et al., 2012; Chandrasegaran et al., 2007; Derkaya, 2012; Fisher et al., 2011; Gurel et al., 2015; Lin Sheau-Wen, 2004; Sia Ding Teng et al., 2012; Tsui & Treagust, 2009; Wang Jing-Ru, 2004; Yang Der-Ching & Lin Yung-Chi, 2015; มนัสสิริ อินทร์สวาท, 2559; เลิศบุษยา ไทยเจริญ, 2558)

สำหรับคำถามและตัวเลือกในระดับคำตอบและระดับเหตุผลของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ เป็นคำถามและตัวเลือกชุดเดียวกัน แตกต่างกันที่แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวัดความมั่นใจของการตอบในภาพรวม ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีการวัดความมั่นใจของการตอบแยกเป็น ความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบกับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล

3) ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ

แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มได้แก่ 1) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Correct concept: CC) 2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (False positive: FP) 3) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (False negative: FN) 4) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (Misconception: MC) 5) นักเรียนที่ตอบถูกเพราะการเดา (Lucky guess: LG) และ 6) ไม่มีความรู้ (Lack of knowledge: LK) (Caleon & Subramaniam, 2010; Gurel et al., 2015; Sreenivasulu & Subramaniam, 2013; Yang Der-Ching & Lin Yung-Chi, 2015; มนัสสิริ อินทร์สวาท, 2559)

4) ตัวแปรที่ศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรที่ศึกษาดังต่อไปนี้

1) ตัวแปรอิสระ ตัวแปรอิสระในงานวิจัยนี้คือประเภทของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหลายระดับวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบ่งเป็น

1.1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

1.2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

2) ตัวแปรตาม ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

2.1) ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ

2.2) ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบแบบสามระดับและแบบสามระดับวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3) ตัวแปรควบคุม ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

3.1) ลำดับในการทำข้อสอบ การสอบในครั้งนี้ต้องมีการสอบสองครั้ง โดยการสอบครั้งที่ 1 กลุ่มที่ 1 สอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ กลุ่มที่ 2 สอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ การสอบครั้งที่ 2 กลุ่มที่ 1 สอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กลุ่มที่ 2 สอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

3.2) ข้อคำถามในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับต้องเป็นคำถามเดียวกัน

นียมเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีนียมเชิงปฏิบัติการดังนี้

แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ และแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ หมายถึง แบบสอบวินิจฉัยที่เป็นแบบสอบแบบเลือกตอบหลายระดับ ใช้เพื่อค้นหาความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการตอบแบบสอบสามารถบอกได้ว่านักเรียนบกพร่องในทักษะใดจุดประสงค์การเรียนรู้ใด และสาเหตุของความบกพร่องนั้น ข้อบกพร่องอาจเป็นความเข้าใจผิดของนักเรียน หรือของครูผู้สอนก็ได้ บางโอกาสอาจเจอจุดเด่นหรือความสามารถพิเศษของนักเรียนก็ได้ ผลการวินิจฉัยนำมาเพื่อการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเป็นแบบสอบแบบเลือกตอบ มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในมาตรฐาน ว1.2 แบ่งเป็นประเภทดังต่อไปนี้

1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ หมายถึง แบบสอบวินิจฉัยที่แต่ละข้อนักเรียนต้องตอบ 1) ระดับคำตอบ 2) ระดับเหตุผล และ 3) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบและระดับเหตุผล

2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ หมายถึง แบบสอบวินิจฉัยที่แต่ละข้อนักเรียนต้องตอบ 1) ระดับคำตอบ 2) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ 3) ระดับเหตุผล และ 4) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล

ระดับการตอบในข้อสอบแต่ละข้อของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมีการตอบหลายระดับ แบ่งเป็น ระดับคำตอบ (Answer tier) คือ คำตอบด้านความรู้ของนักเรียนสำหรับคำถามในข้อนั้น ระดับเหตุผล (Reason tier) คือ เหตุผลในการตอบระดับคำตอบ และระดับความมั่นใจ (Confidence tier) คือระดับความมั่นใจ (Confidence level) ในการตอบว่าคำตอบข้อนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ในการวิจัยในครั้งนี้มีระดับการตอบได้แก่

1) ระดับคำตอบ (Answer tier: A tier) หมายถึงการตอบคำถามส่วนของข้อสอบที่มุ่งวัดข้อความรู้ (Content knowledge) ของนักเรียน

2) ระดับเหตุผล (Reason tier: R tier) หมายถึงการตอบคำถามส่วนของเหตุผลของนักเรียนที่อยู่เบื้องหลังการเลือกตัวเลือกในระดับคำตอบในแต่ละข้อ

3) ระดับความมั่นใจ (Confidence tier: C tier) หมายถึง ความมั่นใจในการเลือกตัวเลือกที่นักเรียนเข้าใจว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องในคำถามแต่ละข้อ โดยวัดจากมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ท หากนักเรียนเชื่อมั่นว่าตัวเลือกที่นักเรียนเลือกเป็นคำตอบที่ถูกต้องการตอบระดับความมั่นใจก็จะสูงตามไปด้วย (Arslan, Cigdemoglu, & Moseley, 2012; Sia, Treagust, & Chandrasegaran, 2012) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับจะวัดระดับความมั่นใจในภาพรวมของการตอบระดับคำตอบและระดับเหตุผล ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับจะแยกวัดระดับความมั่นใจออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (Confidence of answer tier: CA tier) และ 2) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (Confidence of reason tier: CR tier)

คุณภาพของแบบสอบ หมายถึง ลักษณะของแบบสอบที่สามารถวัดคุณลักษณะของนักเรียนได้ตามความเป็นจริง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เป็นลักษณะของแบบสอบที่สามารถวัดได้ครอบคลุมตามขอบข่ายเนื้อหาและมโนทัศน์หลักที่มุ่งวัด โดยมุ่งตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาในระดับคำตอบและระดับเหตุผล ด้วยการพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องของความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (Index of item-objective congruence: IOC)

2) ความยาก (Difficulty) เป็นลักษณะของข้อสอบที่บ่งบอกสัดส่วนระหว่างจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้นกับจำนวนนักเรียนทั้งหมด ในการวิจัยครั้งนี้การหาค่าความยากเป็นการพิจารณาความยากเฉลี่ยในภาพรวมของแบบสอบทั้งฉบับ

3) อำนาจจำแนก (Discriminant) เป็นลักษณะของข้อสอบที่บ่งบอกความสามารถของข้อสอบขั้นนั้นว่าสามารถจำแนกนักเรียนกลุ่มเก่งออกจากนักเรียนกลุ่มอ่อนได้ดีหรือไม่เพียงใด ในการวิจัยครั้งนี้การหาค่าอำนาจจำแนกเป็นการพิจารณาค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยในภาพรวมของแบบสอบทั้งฉบับ

4) ความเที่ยง (Reliability) ในการวิจัยนี้พิจารณาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ซึ่งหมายถึงความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อ หรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัด (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) โดยใช้วิธีการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ในงานวิจัยนี้พิจารณาความเที่ยงเป็นรายมโนทัศน์และพิจารณาในภาพรวมของแบบสอบทั้งฉบับ

ผลการวินิจฉัย หมายถึง ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มที่ถูกจัดกลุ่มเป็นกลุ่มตามรูปแบบการตอบแต่ละข้อแล้วนำมาหาฐานนิยมเพื่อเป็นผลวินิจฉัยในรายมโนทัศน์หลัก ส่วนผลวินิจฉัยใน

ภาพรวมของแบบสอบทั้งฉบับเกิดจากการนำผลวินิจฉัยจากทั้ง 5 มิโนทัศน์หลักมาหาฐานนิยม หากไม่สามารถหาค่าฐานนิยมจากผลวินิจฉัยทั้ง 5 มิโนทัศน์หลักได้ให้นำฐานนิยมจากผลการวินิจฉัยด้วยข้อสอบทั้งหมดในแบบสอบวินิจฉัยมาประกอบการตัดสินใจผลการวินิจฉัยในภาพรวม ซึ่งถ้าหากพิจารณารูปแบบการตอบจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับจะเป็นดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 การแปลผลรูปแบบการตอบจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ผลการวินิจฉัย	แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ			แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ			
	A tier	R tier	C tier	A tier	CA tier	R tier	CR tier
1. CC	ตอบถูก	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
2. FP	ตอบถูก	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
3. FN	ตอบผิด	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
4. MC	ตอบผิด	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
5. LG	ตอบถูก	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
6. LK	ตอบถูก	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
	ตอบผิด	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
	ตอบผิด	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ
				ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
				ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
				ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
			ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	

จากตารางที่ 1.1 จากรูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับสามารถจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ 1) มีมิโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Correct concept: CC)

2) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (False positive: FP) 3) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (False negative: FN) 4) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (Misconception: MC) 5) ตอบถูกเพราะการเดา (Lucky guess: LG) 6) ไม่มีความรู้ (Lack of knowledge: LK) จากนั้นจะพิจารณาการจัดกลุ่มของนักเรียนตามการวัดด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบทั้งสามระดับและสี่ระดับว่าสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือความเป็นจริงของนักเรียนโดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง (Think aloud)

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Correct concept หรือ Scientific knowledge) หมายถึงความเข้าใจเรื่องหนึ่ง ๆ หรือการมีมโนทัศน์ในเรื่องหนึ่ง ๆ ในมวลงเนื้อหา ได้แก่ 1) พันธุกรรมและกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) เทคโนโลยีชีวภาพ และ 3) ความหลากหลายทางชีวภาพและการคัดเลือกตามธรรมชาติซึ่งแบ่งออกเป็น 5 มโนทัศน์หลักได้แก่ 1) กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การแปรผันทางพันธุกรรม 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 5) วิวัฒนาการ ถูกต้องตามความเป็นจริงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สุทธิณี เพชรทองคำ, 2556; อัจฉรา ปานรอด, 2555) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ หมายถึงนักเรียนที่ตอบถูกในระดับคำตอบ ตอบถูกในระดับเหตุผล และมั่นใจ ส่วนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึงนักเรียนที่ตอบถูกในระดับคำตอบ มั่นใจ ตอบถูกในระดับเหตุผล และมั่นใจ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) หมายถึงนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา ได้แก่ 1) พันธุกรรมและกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) เทคโนโลยีชีวภาพ และ 3) ความหลากหลายทางชีวภาพและการคัดเลือกตามธรรมชาติซึ่งแบ่งออกเป็น 5 มโนทัศน์หลักได้แก่ 1) กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การแปรผันทางพันธุกรรม 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 5) วิวัฒนาการ ผิดไปจากมโนทัศน์หรือความรู้ที่ถูกต้อง หรือผิดไปจากความเป็นจริงตามความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556) การวิจัยในครั้งนี้แบ่งรูปแบบของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกเป็น 3 รูปแบบคือ

1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (False positive) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบถูกในระดับคำตอบ ตอบผิดในระดับเหตุผล และมั่นใจ ส่วนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบถูกในระดับความรู้ มั่นใจ ตอบผิดในระดับเหตุผล และมั่นใจ

2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (False negative) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับคำตอบ มั่นใจ ตอบถูกในระดับเหตุผล และ

มั่นใจ ส่วนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับคำตอบ
มั่นใจ ตอบถูกในระดับเหตุผล และมั่นใจ

3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (Misconception) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบ
เลือกตอบสามระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับคำตอบ ตอบผิดในระดับความรู้ และมั่นใจ
ส่วนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับความรู้ มั่นใจ ตอบ
ผิดในระดับเหตุผล และมั่นใจ

การตอบถูกด้วยการเดา (Lucky guess) หรือ การตอบที่ขาดความมั่นใจ (Lack of confidence) หมายถึงการตอบถูกต้องทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผล แต่ในระดับความมั่นใจ
นักเรียนเลือกตอบว่า ไม่มั่นใจ

การตอบโดยไม่มีความรู้ (Lack of knowledge) หมายถึงการตอบด้วยความไม่มั่นใจของ
นักเรียนในระดับความมั่นใจ และการตอบในระดับอื่น ๆ เป็นการตอบที่ไม่ถูกต้อง อาจเป็นการตอบที่
ไม่ถูกต้องเฉพาะระดับคำตอบหรือระดับเหตุผล หรือตอบไม่ถูกต้องทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผล

ข้อมูลเชิงประจักษ์ หมายถึงสภาพความเป็นจริงของนักเรียน ว่านักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มที่มี
มโนทัศน์ที่ถูกต้อง มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ไม่มีความรู้ หรือขาดความมั่นใจ ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์
ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง (Think-aloud)

ความสัมพันธ์ (Correlation) หมายถึงวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษา
ความสอดคล้องสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยวิเคราะห์ว่าตัวแปรที่ศึกษามีความสัมพันธ์กันหรือไม่
ทิศทางความสัมพันธ์เป็นแบบใด ขนาดของความสัมพันธ์เป็นเท่าใด (วรณี แกมเกตุ, 2555) ขนาด
ของความสัมพันธ์ที่คำนวณได้เรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) โดยใน
งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาความสัมพันธ์ เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัย
แบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ เป็น
การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับการตอบระดับต่าง ๆ ว่านักเรียนมีการตอบระดับต่าง ๆ ในข้อ
เดียวกันสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยใช้การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's
product moment correlation coefficient) โดยนักเรียนที่มีความรู้จะมีคะแนนสูงในระดับคำตอบ
และระดับเหตุผล และมีระดับความมั่นใจสูง ส่วนนักเรียนที่ไม่มีความรู้จะมีคะแนนในระดับคำตอบ
และระดับความรู้ และมีระดับความมั่นใจต่ำด้วย (Arslan et al., 2012; Sia et al., 2012)

2) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการศึกษาว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเป็นแบบสอบที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกันของนักเรียนหรือไม่ หากมุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน ผลจากแบบสอบทั้งสองฉบับจะมีความสัมพันธ์กันสูง ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบทั้งสองฉบับด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation)

3) การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษาว่า แบบสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับมีความสอดคล้องในการจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่ 1) มีมิโนทัศน์ถูกต้อง (CC) 2) มีมิโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) 3) มีมิโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) 4) มีมิโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) 5) ตอบถูกต้องด้วยการเดา (LG) และ 6) ไม่มีความรู้ (LK) ได้เหมือนกันหรือไม่ ซึ่งพิจารณาทั้งในการวินิจฉัยรายมิโนทัศน์หลัก 5 มิโนทัศน์ และการวินิจฉัยในภาพรวมทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการคำนวณค่าไคสแควร์ (Chi-square) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) เนื่องจากผลการวินิจฉัยจัดเป็นตัวแปรที่อยู่ในมาตรวัดระดับนามบัญญัติ (Nominal scale) และแบ่งเป็นประเภทย่อยได้มากกว่า 2 กลุ่ม (มนัสสิริ อินทร์สวาท, 2559; วรณณี แกมเกต, 2555)

4) ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน เพื่อเป็นการศึกษาความสอดคล้องของข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสัมภาษณ์กับผลการเรียนของนักเรียน โดยใช้วิธีการคำนวณค่าไคสแควร์ (Chi-square) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient)

5) การเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อศึกษาว่า แบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับมีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์อยู่ในระดับใด ซึ่งในการวิจัยนี้พิจารณาทั้งความสัมพันธ์ระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทั้งในรายมิโนทัศน์หลักและในภาพรวมทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการคำนวณค่าไคสแควร์ (Chi-square) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient)

การเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์ หมายถึงการนำผลการวินิจฉัยที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัย

แบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมาเปรียบเทียบเพื่อศึกษาความสอดคล้อง และตัดสินว่าผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยฉบับใดสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์มากกว่ากัน โดยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ของแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับและสี่ระดับ กับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์ ด้วยการเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์ด้วยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่างที่ทับซ้อนกัน (Comparing correlation coefficients of overlapping samples)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยทำให้ได้ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติและเชิงวิชาการดังนี้

1) ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติ

1.1) ได้วิธีการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีพวิทยา

1.2) ทำให้ได้รูปแบบและเครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีพวิทยา

2) ประโยชน์ในเชิงวิชาการ

ทำให้ทราบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับให้ข้อมูลการวินิจฉัยแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยและเป็นข้อมูลในการพัฒนา แบบสอบวินิจฉัยเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในอนาคตต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีพวิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีพวิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีพวิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็น 6 ตอนได้แก่

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยทางการศึกษา

- 1.1) ความหมายของการวินิจฉัย
- 1.2) รูปแบบและระดับการวินิจฉัยทางการศึกษา
- 1.3) วิธีวินิจฉัยและเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัย

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

- 2.1) ลักษณะทั่วไปของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ
- 2.2) ลักษณะของแบบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ
- 2.3) การวัดระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ
- 2.4) การแปลความหมายของรูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ
- 2.5) การกำหนดคะแนนในแบบสอบวินิจฉัย
- 2.6) การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ
- 2.7) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย

- 3.1) ขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ
- 3.2) การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางชีววิทยา

- 4.1) ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 4.2) องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4.3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

4.4) การระบุเนื้อหาที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการคิดออกเสียง

5.1) ความหมายของการคิดออกเสียง

5.2) ประเภทของการคิดออกเสียง

5.3) ข้อดีและข้อจำกัดของการคิดออกเสียง

5.4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดออกเสียง

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยทางการศึกษา

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับในครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในตอนที่ 1 นี้ เป็นการค้นหาความหมายของการวินิจฉัย รูปแบบและระดับของการวินิจฉัย ตลอดจนวิธีการและเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ความหมายของการวินิจฉัย

การวินิจฉัย ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Diagnostic หรือ Diagnosis ซึ่งพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ให้ความหมายของการวินิจฉัยว่า ตัดสิน ชี้ขาด (ราชบัณฑิตยสถาน, 2554) ซึ่งส่วนใหญ่เราจะพบคำว่าวินิจฉัยในทางการแพทย์ เช่น การวินิจฉัยโรค หรือในทางพฤติกรรมศาสตร์เพื่อศึกษาพฤติกรรม แก้ไขหรือปรับปรุงพฤติกรรม เป็นต้น

ในทางการศึกษาเป็นการมุ่งเน้นการศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนที่ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้เดียวกันอาจไม่เกิดการเรียนรู้เหมือนกัน เนื่องจากความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งทำให้นักเรียนที่ผ่านกระบวนการดังกล่าวมีพฤติกรรมแตกต่างออกไปจากคุณลักษณะที่ต้องการ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือนักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้ หรือเรียนรู้ได้น้อยกว่าวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งจะต้องมีกระบวนการวินิจฉัยทางการศึกษา เพื่อคัดกรองนักเรียนกลุ่มดังกล่าวแล้วหาวิธีการจัดการเรียนรู้หรือซ่อมเสริมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างถูกต้อง ในทางการศึกษานั้นมีผู้ให้ความหมายของการวินิจฉัยมีไว้ดังนี้

Hopkins & Antes (1990) อธิบายว่าการวินิจฉัยเป็นการตัดสินจุดอ่อน จุดแข็ง ของนักเรียน หรือข้อบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการเรียนรู้

อมรรัตน์ สร้อยสังวาล (2551) การวินิจฉัยหมายถึงการใช้วิธีการหรือกระบวนการเพื่อจำแนก ระบุ กำหนด เปรียบเทียบ ค้นหา ทดสอบหรือตรวจพิจารณาให้เห็นจุดเด่น จุดด้อย ปัญหา อุปสรรค และสาเหตุที่เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของบุคคล รวมทั้งกระบวนการดำเนินงานของโรงเรียน โดยมีเป้าหมายเพื่อการปรับปรุง แก้ไข และพัฒนา

ปรารธนา พลอภิชาติ (2556) กล่าวว่า การวินิจฉัยเป็นการระบุข้อบกพร่องของพฤติกรรม ความคิดหรือสิ่งผิดปกติในตัวบุคคล ด้วยวิธีการทดสอบที่เหมาะสม เพื่อแก้ไขหรือปรับปรุงพฤติกรรมที่ผิดปกตินั้น

จากความหมายของการวินิจฉัยที่กล่าวมาข้างต้น (Hopkins & Antes, 1990; ปรารธนา พลอภิชาติ, 2556; อมรรัตน์ สร้อยสังวาล, 2551) สามารถสรุปความหมายของการวินิจฉัยได้ว่า การวินิจฉัยหมายถึง กระบวนการเพื่อการค้นหาและตัดสินข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งในพฤติกรรมการเรียนของผู้มีความสามารถทั่วไป และผู้มีปัญหาทางการเรียน เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่ค้นพบจากการวินิจฉัยนั้นต่อไป การวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรู้ เช่น ข้อบกพร่องทางภาษา เช่น การอ่าน การเขียน เพื่อวัดความสามารถในการรู้หนังสือ (Literacy) ข้อบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เพื่อวัดความสามารถทางด้านตัวเลข (Numeracy) หรือบางครั้งก็นิยมใช้เพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) เป็นต้น

1.2 รูปแบบและระดับการวินิจฉัยทางการศึกษา

การวินิจฉัยทางการศึกษาเป็นกระบวนการตัดสินข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ของนักเรียน สำหรับวิธีการที่ใช้วินิจฉัยทางการศึกษานั้น มีผู้ศึกษารูปแบบและระดับการวินิจฉัยไว้ดังนี้

ศิริเดช สุชีวะ (2538) แบ่งรูปแบบและวิธีการวินิจฉัยทางการศึกษา (ศิริเดช สุชีวะ, 2538) ออกเป็น 2 แบบดังนี้

1) รูปแบบการวินิจฉัยที่ไม่เป็นทางการ (Informal diagnostic) การวินิจฉัยที่ไม่เป็นทางการเป็นการค้นหาข้อบกพร่องด้วยวิธีง่าย ๆ ไม่มีแบบแผนที่แน่นอน ใช้วิธีการเช่น การสังเกต การสอบถาม การสัมภาษณ์ การตรวจผลงานหรือแบบฝึกหัด การตรวจการแสดงวิธีทำของนักเรียน เป็นต้น

2) รูปแบบการวินิจฉัยที่เป็นทางการ (Formal diagnostic) เป็นการหาข้อบกพร่องของนักเรียนโดยใช้วิธีการและเครื่องมือที่เป็นระบบ มีแบบแผน เช่น 1) การใช้แบบสอบ

วินิจฉัย หรือการวินิจฉัยจากการตอบข้อสอบ 2) การใช้ดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนการตอบข้อสอบ 3) การใช้วิธีการ Rule space ของ Tatsuoka 3) การย้อนรอยการคิด 4) การวินิจฉัยลำดับขั้นของ Leighton และคณะ หรือ 5) การวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาด้วยโมเดล DINA ของ Heartel เป็นต้น

Underhill (1972) (อ้างถึงในสุปราณี บุระ, 2557) ได้แบ่งระดับของการวินิจฉัยไว้ 3 ระดับ ซึ่งสอดคล้องกับการแบ่งระดับของการวินิจฉัยของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2539) ดังนี้

1) การวินิจฉัยระดับทั่วไป (General diagnostic) การวินิจฉัยระดับทั่วไป เป็นการวินิจฉัย เพื่อสำรวจระดับความสามารถทั่ว ๆ ไปของนักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแบบสอบ ทั้งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นและแบบสอบมาตรฐาน การวินิจฉัยอาจเทียบเกณฑ์ปกติ (Norm) ทำให้ทราบข้อบกพร่องในภาพกว้าง ๆ

2) การวินิจฉัยระดับวิเคราะห์ (Analytical diagnostic) การวินิจฉัยระดับวิเคราะห์เป็นการวินิจฉัยระดับเฉพาะ (Specific level) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียน เพื่อให้ทราบข้อบกพร่องของนักเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์มักดำเนินการภายหลังจากการวินิจฉัยแบบทั่วไป เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดลึกซึ้งมากขึ้น

3) การวินิจฉัยระดับคลินิก (Clinical diagnostic) การวินิจฉัยระดับคลินิกเป็นการวินิจฉัยระดับละเอียดลึกซึ้ง (Intensive level) เพื่อหาสาเหตุของปัญหา หรือข้อบกพร่องที่ซับซ้อนในตัวนักเรียน ดังนั้นการใช้ข้อมูลจากแหล่งใดแหล่งหนึ่งเพียงแหล่งเดียวจึงไม่พอ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งประกอบกัน เช่น การใช้ข้อมูลจากการทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การศึกษาสภาพครอบครัว เป็นต้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวว่า การประเมินเพื่อวินิจฉัยเป็นการเก็บข้อมูลเพื่อค้นคว้าหาว่า ผู้เรียนรู้อะไรมาแล้วบ้างเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียน สิ่งที่อยู่มาก่อนถูกต้องหรือไม่ เป็นการประเมินในลักษณะการประเมินก่อนเรียน ประเมินเป็นรายบุคคล และประเมินเฉพาะเรื่อง เช่น ปัญหาการออกเสียงไม่ชัด แล้วหาวิธีปรับปรุงเพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาและเรียนรู้ขั้นต่อไป วิธีการประเมินใช้ได้ทั้งการสังเกต การสนทนา การสอบถาม หรือการใช้แบบสอบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552) ให้ความหมายของการประเมินเพื่อการวินิจฉัยว่า เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยหาสาเหตุของปัญหาการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน เช่น ปัญหาเกี่ยวกับผู้เรียน สิ่งแวดล้อม เนื้อหาวิชา เป็นต้น เพื่อที่จะได้แก้ไขให้ถูกต้องตรงประเด็น เครื่องมือในการวินิจฉัยอาจจะเป็นแบบสอบถามมาตรฐานเพื่อวินิจฉัย แบบสอบวินิจฉัยที่ครูสร้างขึ้น หรือเทคนิคการสังเกต (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

กล่าวโดยสรุป การวินิจฉัยทางการศึกษาเป็นกระบวนการประเมินอย่างหนึ่ง มีเป้าหมายเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ และประเมินสิ่งที่นักเรียนรู้ว่าถูกต้องหรือไม่แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ 1) การวินิจฉัยแบบไม่เป็นทางการ ทำได้ด้วยการสังเกต การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การตรวจแบบฝึกหัด 2) การประเมินแบบเป็นทางการด้วยการใช้เครื่องมือวินิจฉัยต่าง ๆ 3) การประเมินแบบผสมผสานคือ ใช้วิธีผสมผสานระหว่างการประเมินแบบเป็นทางการกับการประเมินแบบไม่เป็นทางการ ส่วนระดับของการประเมินจำแนกตามระดับของข้อมูลที่ได้รับจากการวินิจฉัยแบ่งออกเป็น 1) การวินิจฉัย แบบทั่วไป เป็นการวินิจฉัยด้วยการประเมินเพื่อให้ทราบข้อมูลการวินิจฉัยอย่างคร่าว ๆ เช่น การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ ทำให้ทราบว่านักเรียนคนใดอยู่ในกลุ่มผลการเรียนผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านเกณฑ์ แต่ยังไม่สามารถระบุสาเหตุของปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ 2) การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ เป็นการวินิจฉัยเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน 3) การวินิจฉัยแบบคลินิกเป็นการวินิจฉัยเพื่อหาสาเหตุที่ซับซ้อนของปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน ต้องใช้การรวบรวมข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งเพื่อการวินิจฉัย เช่น การใช้ข้อมูลจากแบบสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การศึกษาสภาพครอบครัว เป็นต้น

1.3 วิธีวินิจฉัยและเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัย

การวินิจฉัยทางการศึกษาทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ หรือทั้งระดับทั่วไป ระดับวิเคราะห์ และระดับคลินิก เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาตัดสินผลการวินิจฉัยทางการศึกษา ซึ่งมีวิธีการวินิจฉัยและเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลดังรายละเอียดต่อไปนี้

Gurel, Eryilimaz และ McDermott (2015) จำแนกวิธีการวินิจฉัยทางการศึกษาทั้งในรูปแบบที่ไม่เป็นทางการและรูปแบบที่เป็นทางการ ออกเป็น 4 วิธีการ ได้แก่ 1) การสัมภาษณ์ 2) การทดสอบด้วยแบบสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended tests) 3) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ (Ordinary multiple-choice tests) 4) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบระดับต่าง ๆ (Multiple-tier multiple-choice tests)

1) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวินิจฉัยแบบไม่เป็นทางการ แต่เป็นวิธีการที่มีความสำคัญเนื่องจากการสัมภาษณ์จะให้ข้อมูลในเชิงลึก การสัมภาษณ์ในการวินิจฉัยทางคลินิกอาจได้ข้อมูลที่เป็นโครงสร้างทางความคิดของนักเรียน การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ทำได้ง่ายและยืดหยุ่นไปตามสภาพการณ์ อาจจะเป็นการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลหรือสัมภาษณ์พร้อมกันเป็นกลุ่มก็ได้ แต่การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ใช้เวลานาน หากใช้ผู้สัมภาษณ์จำนวนมากก็ต้องเสียเวลาอบรมผู้สัมภาษณ์เพื่อให้ได้ผลการสัมภาษณ์ ที่มีความตรงตามสภาพ นอกจากนี้ผลการสัมภาษณ์ยังประมวลผลได้ยากและมีอคติจากการสัมภาษณ์ด้วย

2) การทดสอบด้วยแบบสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด วิธีการนี้นิยมใช้ทั่วไปในการวินิจฉัยในทางการศึกษาของสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา นักเรียนผู้เข้าทดสอบจะต้องใช้เวลามากเพื่อคิดและเขียนอธิบาย สามารถตอบได้อย่างอิสระตามความคิดของนักเรียน แต่การตรวจคำตอบเพื่อประเมินผลหรือวินิจฉัยข้อบกพร่องทำได้ยากเนื่องจากบางครั้งนักเรียนขาดความกระตือรือร้นที่จะเขียนตอบ

3) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ การวินิจฉัยด้วยวิธีการนี้เป็น การวินิจฉัยในมุมมองกว้าง ถ้าจะใช้เพื่อให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกอาจใช้การสัมภาษณ์ภายหลังจากที่ได้ใช้การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบร่วมด้วย ข้อดีของการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบมีดังนี้ 1) สามารถทดสอบเนื้อหาหลาย ๆ ประเด็นได้ในเวลาที่รวดเร็ว 2) สามารถใช้วัดทักษะทางพุทธิพิสัยและทักษะการเรียนรู้ในหลาย ๆ ระดับ 3) การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัย และมีความเที่ยงสูง 4) ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและรวดเร็ว 5) เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน ที่มีทักษะการเขียนต่ำ 6) มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อเมื่อมีการกำหนดคุณลักษณะในการวัดหลายคุณลักษณะ และ 7) ได้ข้อมูลผลการวินิจฉัยที่มีคุณค่าและทันท่วงทีเพื่อที่สามารถนำไปใช้สัมภาษณ์เพื่อค้นหาข้อมูลการวินิจฉัยในเชิงลึก ส่วนข้อจำกัดของการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบได้แก่ 1) คำตอบที่นักเรียนตอบถูกอาจเกิดจากการเดา 2) แบบสอบแบบเลือกตอบเพียงอย่างเดียวไม่สามารถอธิบายความเข้าใจในเชิงลึกของนักเรียนได้ 3) นักเรียนถูกบังคับให้เลือกตอบในตัวเลือกที่มี ซึ่งนักเรียนอาจไม่ได้มีความคิดตรงกับตัวเลือกที่มีให้ และ 4) การสร้างแบบสอบแบบเลือกตอบให้มีคุณภาพดีทำได้ยาก

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ในการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับในครั้งนี้ มีเครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบซึ่งมีลักษณะของเครื่องมือดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ลักษณะทั่วไปของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ

กรมวิชาการ (2539) ให้ความหมายว่า แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่ใช้ค้นหาความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการตอบแบบสอบสามารถบอกได้ว่านักเรียนบกพร่องในทักษะใดจุดใด และสาเหตุของความบกพร่องนั้น ซึ่งข้อบกพร่องอาจเป็นความบกพร่องของนักเรียน หรือของครูผู้สอนก็ได้ บางโอกาสอาจเจอจุดเด่นหรือความสามารถพิเศษของผู้เรียนก็ได้ ผลการวินิจฉัยนำมาเพื่อการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งนี้เราจะใช้แบบสอบนี้ในระหว่างการเรียนการสอนในหน่วยบทเรียนนั้น ๆ จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา มีผู้เสนอลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

วนิดา ภูเอี่ยม (2550) อธิบายลักษณะโดยทั่วไปของแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

- 1) มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 2) สร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้นักเรียนสำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาด หรือความบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน
- 3) ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องในเนื้อหา ทักษะพื้นฐานที่จำเป็น เพื่อคัดแยกผู้เรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน
- 4) มีการวิเคราะห์เนื้อหาว่าเนื้อหาที่มุ่งวัดประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อยใดบ้าง
- 5) ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบ (ระบุสาเหตุที่เลือกตอบ) ของนักเรียนแล้วรวบรวมส่วนที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมาก ๆ ไว้เพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่าง ๆ ต่อไป

วิดา ช่อนขำ (2551) อธิบายลักษณะโดยทั่วไปของแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

- 1) เป็นแบบสอบที่แยกออกเป็นฉบับย่อย ๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อวัดความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นรายด้านของแต่ละวิชา
- 2) เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร
- 3) เป็นแบบสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity)
- 4) เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมาก ในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการทดสอบ

- 5) เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย มีค่าความยากประมาณ 0.65 ขึ้นไป
- 6) เป็นแบบสอบสอบที่ให้เวลาเต็มที่ในการทำข้อสอบ
- 7) ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ใช้วินิจฉัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องหรือไม่
- 8) คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนจะมีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ

กล่าวโดยสรุปจากงานวิจัยทั้งสอง (วนิดา ภู่อี่ยม, 2550; วิยดา ซ่อนขำ, 2551) มีความสอดคล้องกันดังต่อไปนี้ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยมีลักษณะเป็นดังนี้

- 1) เป็นแบบสอบที่สร้างให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 2) มีการวิเคราะห์เนื้อหา ดำเนินการสร้างจากผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อบกพร่องของนักเรียนในเนื้อหาหนึ่ง ๆ
- 3) เป็นแบบสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความตรงตามสภาพ (Concurrent validity)
- 4) เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย และไม่จำกัดเวลาการสอบ (Power tests)
- 5) มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล จึงไม่ให้ความสำคัญกับคะแนนรวมเท่าใดนัก แต่เน้นไปที่ลักษณะการตอบข้อสอบแต่ละข้อของนักเรียนมากกว่า

2.2 ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้ 1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหนึ่งระดับ 2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ 3) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ 4) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ Gurel, Eryilimaz และ McDermott (2015) ได้อธิบายลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบไว้ดังนี้

1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหนึ่งระดับ (Ordinary multiple-choice tests) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Classical diagnostic tests) หรือแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบระดับเดียว (First-tier multiple-choice diagnostic tests) เป็นแบบสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ตัวเลือกที่เป็นตัวลวงแต่ละตัวเลือกมาจากการวิเคราะห์ลักษณะความบกพร่องหรือความผิดพลาดของนักเรียน

2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ (Two-tier multiple-choice tests)

เป็นการปรับปรุงแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบโดยการเพิ่มระดับการตอบเป็น 2 ระดับ ระดับที่ 1 ระดับคำตอบ (Answer tier: A tier) เป็นระดับที่มุ่งวัดความรู้ของนักเรียน ส่วนระดับที่ 2 ระดับเหตุผล (Reason tier: R tier) เป็นระดับที่มุ่งวัดการอธิบายเหตุผลการตอบในระดับคำตอบ

3) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ (Three-tier multiple-choice tests)

เป็นการปรับปรุงแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ โดยเพิ่มระดับความมั่นใจ (Confidence tier: C tier) ในการการตอบเพิ่มเข้ามาเป็นการตอบระดับที่สาม การตอบระดับความมั่นใจนี้เป็นการตอบในภาพรวมของระดับคำตอบและระดับเหตุผล

4) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ (Four-tier multiple-choice tests)

เป็นการปรับปรุงแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ โดยการแยกระดับความมั่นใจในการตอบเป็นระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบ (Confidence of answer tier: CA tier) และระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (Confidence of reason tier: CR tier) ออกจากกัน ทำให้การตอบระดับความมั่นใจมี 2 ครั้ง

2.3 การวัดระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ

ระดับความมั่นใจเป็นสิ่งสะท้อนระดับการประเมินตนเองหรือระดับการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพการปฏิบัติ หรือคุณภาพของผลงาน (Stankov and Dolph, 2000 cited in Caleon and Subramaniam, 2010) ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ.1930 ระดับความมั่นใจถูกนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการวัดทางจิตวิทยา เพื่อวัดข้อมูลเสริมจากการวัดตามวัตถุประสงค์ จากนั้นจึงมีการนำมาปรับใช้ในการวัดทางพุทธิพิสัยในภายหลัง ผลการวัดระดับความมั่นใจจะสอดคล้องกับการตอบ คือระดับความมั่นใจจะสูงเมื่อคำตอบนั้นถูกต้อง และระดับความมั่นใจจะต่ำเมื่อคำตอบนั้นผิด (Caleon & Subramaniam, 2010)

การวัดระดับคำตอบของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบในระดับคำตอบในงานวิจัยต่าง ๆ มีทั้งเป็นการตอบแบบถูกผิด หรือแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ส่วนในระดับเหตุผลมีทั้งที่เป็นการวัดด้วยคำถามปลายเปิด หรือเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ซึ่งในบางครั้งสำหรับกรวัดระดับเหตุผลที่เป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกแล้วยังมีทางเลือกให้นักเรียนเขียนตอบหากนักเรียนพิจารณาแล้วว่า เหตุผลสนับสนุนการตอบที่กำหนดไว้ในแบบสอบไม่ตรงกับเหตุผลของนักเรียน ส่วนการวัดระดับความมั่นใจ มีทั้งที่เป็นการวัดแบบ 2 ระดับคือ มั่นใจกับไม่มั่นใจ และวัดด้วยมาตร

ประมาณค่าของลิเคิร์ท จากงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัย มีการออกแบบการวัดการตอบระดับต่าง ๆ เป็นดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการวัดระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบและการตอบระดับเหตุผล

ชื่องานวิจัย	จำนวนข้อ	วิธีวัดระดับคำตอบ (Answer tier)	วิธีการวัดความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ	วิธีวัดระดับเหตุผล (Reason tier)	วิธีการวัดความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล
1. การพัฒนาและการนำไปใช้ของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการเติบโตและการเจริญของพืชดอก (Lin Sheau-Wen, 2004)	13	คำถามแบบถูก-ผิด	-	ข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกและให้เขียนตอบ	-
2. การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับสำหรับนักเรียนประถมศึกษา เพื่อวัดการอธิบายและบรรยายเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี (Chandrasegaran et al., 2007)	15	ข้อสอบแบบเลือกตอบ 3 ถึง 4 ตัวเลือก	-	ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	-

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการวัดระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบและการตอบระดับเหตุผล (ต่อ)

ชื่องานวิจัย	จำนวน ชื่อ	วิธีวัดระดับ	วิธีการวัด	วิธีวัดระดับ	วิธีการวัด
		คำตอบ (Answer tier)	ความมั่นใจ ของการตอบ ระดับคำตอบ	เหตุผล (Reason tier)	ความมั่นใจ ของการตอบ ระดับเหตุผล
3. การพัฒนาและ ความตรงของแบบ สอบวินิจฉัยสองระดับ เพื่อวัดความเข้าใจ เกี่ยวกับการลำเลียงไน ฟอส และระบบ หมุนเวียนเลือดใน มนุษย์ (Wang Jing-Ru, 2004)	23	ข้อสอบแบบ เลือกตอบ 2 ตัวเลือก	-	ข้อสอบแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	-
4. ระดับความ เชี่ยวชาญและระดับ ความมั่นใจของ นักเรียนมัธยมศึกษา ตอนปลายเกี่ยวกับ มโนทัศน์เบื้องต้น ของอิเล็กทรอนิกส์ (Sia Ding Teng et al., 2012)	17	คำถามแบบ ถูก-ผิด	-	ข้อสอบแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	มาตร ประมาณค่า ของลิเคิร์ท แบบ 5 ระดับ

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการวัดระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบและการตอบระดับเหตุผล (ต่อ)

ชื่องานวิจัย	จำนวน ข้อ	วิธีวัดระดับ	วิธีการวัด	วิธีวัดระดับ	วิธีการวัด
		คำตอบ (Answer tier)	ความมั่นใจ ของการตอบ ระดับคำตอบ	เหตุผล (Reason tier)	ความมั่นใจ ของการตอบ ระดับเหตุผล
5. การใช้แบบสอบ วินิจฉัยสี่ระดับเพื่อวัด ธรรมชาติของมีโน ทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ของนักเรียนในเรื่อง คลื่น (Caleon & Subramaniam, 2010)	12	ข้อสอบแบบ เลือกตอบ 3 - 4 ตัวเลือก	มาตรฐาน ประมาณค่า ของลิเคิร์ต แบบ 6 ระดับ	ข้อสอบแบบ เลือกตอบ หลาย ตัวเลือกและ มีทางเลือก ให้เขียนตอบ	มาตรฐาน ประมาณค่า ของลิเคิร์ต แบบ 6 ระดับ
6. ความเข้าใจของ นิสิตนักศึกษาเกี่ยวกับ เทอร์โมไดนามิก (Sreenivasulu & Subramaniam, 2013)	30	ข้อสอบแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	มาตรฐาน ประมาณค่า ของลิเคิร์ต แบบ 6 ระดับ	ข้อสอบแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	มาตรฐาน ประมาณค่า ของลิเคิร์ต แบบ 6 ระดับ

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการวัดระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบและการตอบระดับเหตุผล (ต่อ)

ชื่องานวิจัย	จำนวน ข้อ	วิธีวัดระดับ	วิธีการวัด	วิธีวัดระดับ	วิธีการวัด
		คำตอบ (Answer tier)	ความมั่นใจ ของการตอบ ระดับคำตอบ	เหตุผล (Reason tier)	ความมั่นใจ ของการตอบ ระดับเหตุผล
7. การประเมิน ภาคปฏิบัติในเด็กอายุ 10 – 11 ปี และมโน ทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับสำนักด้าน ตัวเลขโดยใช้แบบ สอบวินิจฉัยสี่ระดับ (Yang Der-Ching & Lin Yung-Chi, 2015)	40	ข้อสอบแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	มาตร ประมาณค่า ของลิเคิร์ท แบบ 4 ระดับ	ข้อสอบแบบ เลือกตอบ หลาย ตัวเลือก	มาตร ประมาณค่า ของลิเคิร์ท แบบ 4 ระดับ

จากตารางที่ 2.1 พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มีการวัดระดับคำตอบและระดับเหตุผลส่วนใหญ่วัดด้วยแบบสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก ส่วนการวัดระดับความมั่นใจในการตอบนิยมวัดด้วยมาตรประมาณค่าของลิเคิร์ท ตั้งแต่ 4 ถึง 6 ระดับ

2.4 การแปลความหมายของรูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ

การแปลความหมายของรูปแบบการตอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับของ Arslan, Cigdemoglu, & Moseley (2012) และ Derkaya (2012) มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การแปลความหมายของรูปการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ
(Arslan et al., 2012; Derkaya, 2012)

ระดับคำตอบ	ระดับเหตุผล	ระดับความมั่นใจ	การแปลความหมาย
ตอบถูก	ตอบถูก	มั่นใจ	มีมีโนทัศน์ที่ถูกต้อง
ตอบถูก	ตอบผิด	มั่นใจ	มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (ผิดพลาดเชิงบวก)
ตอบผิด	ตอบถูก	มั่นใจ	มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (ผิดพลาดเชิงลบ)
ตอบผิด	ตอบผิด	มั่นใจ	มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
ตอบถูก	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูกเพราะเดา หรือขาดความมั่นใจ
ตอบถูก	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบผิด	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบผิด	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้

สำหรับการแปลความหมายของรูปแบบการตอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับของ Gurel, Erylimaz และ Mcdermott (2015) เป็นดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การแปลความหมายของรูปการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ
(Gurel, Eryilimaz และ McDermott, 2015)

รูปแบบการตอบ				การแปลความหมาย
ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3	ระดับที่ 4	
ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	มีมีโนทัศน์ที่ถูกต้อง
ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูกเพราะเดา หรือขาดความมั่นใจ
ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	ผิดพลาดในเชิงบวก หรือ อาจมีมีโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน
ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ผิดพลาดในเชิงลบ หรืออาจ มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้

จากตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.3 การแปลผลสำหรับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับสามารถแปลผลรูปแบบการตอบออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1) การตอบด้วยมีโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Scientific knowledge) หมายถึงการตอบของนักเรียนที่ถูกต้องทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผล เป็นการตอบที่มั่นใจในระดับความมั่นใจ

2) การตอบด้วยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) หมายถึงการตอบผิดในระดับต่าง ๆ ดังนี้

2.1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (False positive) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบถูกในระดับคำตอบ ตอบผิดในระดับเหตุผล และมั่นใจ ส่วนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบถูกในระดับความรู้ มั่นใจ ตอบผิดในระดับเหตุผล และมั่นใจ

2.2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (False negative) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับคำตอบ มั่นใจ ตอบถูกในระดับเหตุผล และมั่นใจ ส่วนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับคำตอบ มั่นใจ ตอบถูกในระดับเหตุผล และมั่นใจ

2.3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (Misconception) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับคำตอบ ตอบผิดในระดับความรู้ และมั่นใจ ส่วนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับความรู้ มั่นใจ ตอบผิดในระดับเหตุผล และมั่นใจ

การตอบแบบผิดพลาดเชิงบวกและผิดพลาดเชิงลบนี้เป็นความคลาดเคลื่อนของการวัด และเป็นหลักฐานแสดงถึงความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัย แบบสอบที่มีค่าการตอบแบบผิดพลาดเชิงบวกและผิดพลาดเชิงลบน้อยแสดงว่าแบบสอบนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหาสูง ความน่าจะเป็นของการตอบแบบผิดพลาดเชิงบวกและแบบผิดพลาดเชิงลบควรจะน้อยกว่าร้อยละ 10 (Hestenes & Halloun, 1995 cited in Arslan, 2012)

3) การตอบที่ขาดความมั่นใจ (Lack of confidence) หมายถึงการตอบถูกต้องทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผล แต่ในระดับความเชื่อมั่นนักเรียนเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจ อีกนัยหนึ่งอาจหมายถึงนักเรียนตอบถูกต้องด้วยการเดา (Lucky guess) ถึงแม้จะมีนักวิจัยหลายคนที่ทำการศึกษาเรื่องแบบสอบวินิจฉัยแต่ก็ยังไม่มีความชัดเจนว่าคำตอบในลักษณะนี้เกิดขึ้นจากการตอบที่ขาดความมั่นใจหรือเกิดจากการเดา แต่การตอบถูกในระดับคำตอบอาจนำไปสู่การเดาคำตอบที่ถูกต้องในการตอบระดับเหตุผล เพราะในความเป็นจริงแล้ว ตัวเลือกในระดับเหตุผลมีความสัมพันธ์กับตัวเลือกในระดับคำตอบอยู่แล้ว จึงน่าจะเป็นไปได้ว่าเกิดจากการตอบที่เกิดจากการขาดความมั่นใจมากกว่าการตอบถูกต้องด้วยการเดา (Arslan et al., 2012)

4) การตอบโดยไม่มีความรู้ (Lack of knowledge) หมายถึงการตอบด้วยความไม่มั่นใจของนักเรียนในระดับความมั่นใจ และการตอบในระดับอื่น ๆ เป็นการตอบที่ไม่ถูกต้อง อาจ

เป็นการตอบที่ไม่ถูกต้องเฉพาะระดับคำตอบหรือระดับเหตุผล หรือตอบไม่ถูกต้องทั้งระดับคำตอบ และระดับเหตุผล

รูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับนี้จะให้การแปลผลที่ชัดเจนกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เนื่องจากในการตอบระดับความมั่นใจของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับเป็นการตอบระดับความมั่นใจในภาพรวมของการตอบส่วนของระดับคำตอบและส่วนของระดับเหตุผล แต่การตอบระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเป็นการตอบระดับความมั่นใจที่แยกกันชัดเจนระหว่างการตอบระดับคำตอบและการตอบระดับเหตุผล ทำให้มีการแปลผลรูปแบบการตอบในกรณีที่ตอบด้วยสาเหตุที่ไม่มีความรู้ (Lack of knowledge) ที่แตกต่างกันตามที่ Gurel, Eryilimaz และ McDermott (2015) ได้เสนอไว้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบการแปลความหมายการตอบระดับความมั่นใจของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในกรณีที่ตอบด้วยสาเหตุที่ไม่มีความรู้ (Gurel, Eryilimaz, and McDermott, 2015)

แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ			แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ	
การแปล			การแปล	
การตอบระดับความมั่นใจในระดับคำตอบ	การตอบระดับความมั่นใจในระดับเหตุผล	ความหมายในกรณีที่เป็นการตอบโดยไม่มีความรู้	การตอบระดับความมั่นใจ	ความหมายในกรณีที่เป็นการตอบโดยไม่มีความรู้
มั่นใจ	มั่นใจ	มีความรู้	มั่นใจ	มีความรู้
มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้		
ไม่มั่นใจ	มั่นใจ	ไม่มีความรู้	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้
ไม่มั่นใจ	ไม่มั่นใจ	ไม่มีความรู้		

จากตารางที่ 2.4 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับจะให้ผลการตัดสินที่ละเอียดมากกว่า เนื่องจากแยกการตอบความมั่นใจในระดับคำตอบกับระดับเหตุผลออกจากกัน

2.5 การกำหนดคะแนนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ

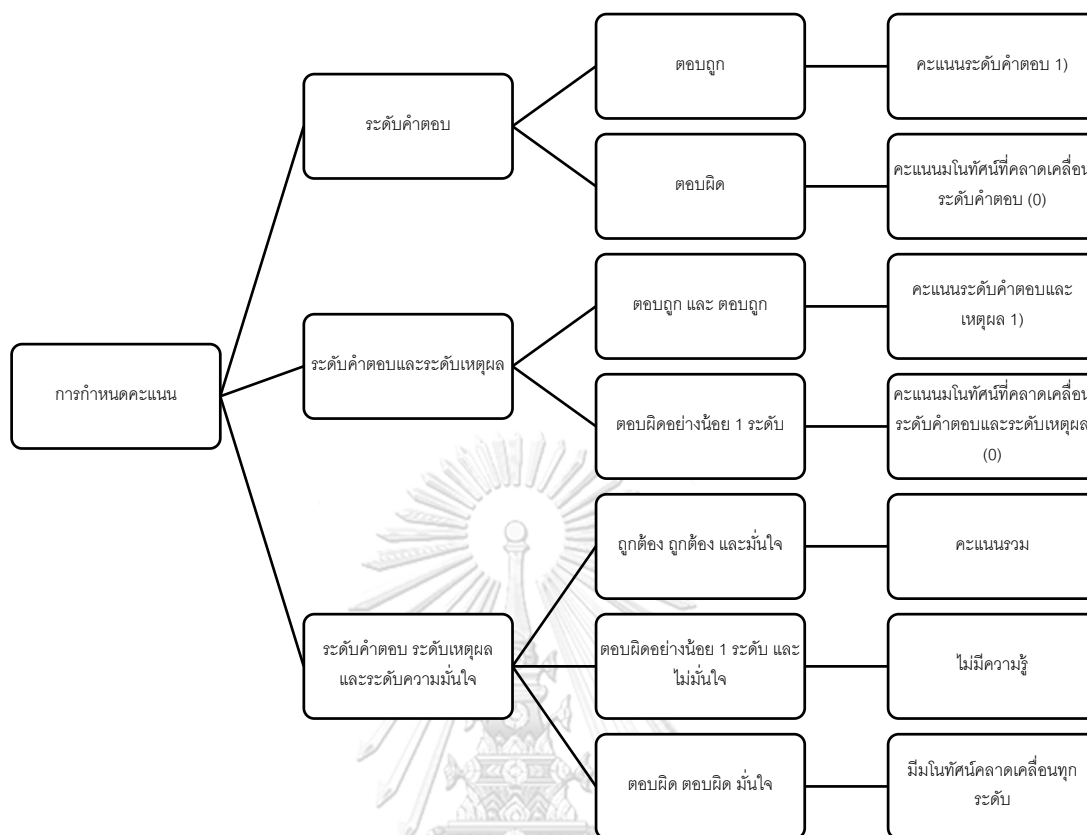
แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ โดยเฉพาะแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหลายระดับนั้น ในหนึ่งข้อนักเรียนจะต้องตอบคำตอบในหลายระดับ จึงมีรูปแบบการกำหนดคะแนนสำหรับการตอบของนักเรียนดังนี้ (Arslan et al., 2012; Erdal, 2016)

1) การกำหนดคะแนนในระดับคำตอบ (Score based on answer tier) เมื่อพิจารณาคำตอบแต่ละข้อในระดับคำตอบ นักเรียนตอบคำตอบที่ถูกต้องได้คะแนน 1 คะแนน แต่ถ้าตอบผิดได้ 0 คะแนน คะแนนในระดับคำตอบ หรือคะแนนในระดับที่หนึ่ง (First-tier score) นี้ ใช้เพื่อคำนวณหาค่าความยาก (Difficulty level) ของข้อสอบเมื่อพิจารณาเฉพาะระดับคำตอบของข้อสอบข้อนั้น ๆ

2) การให้คะแนนในระดับคำตอบและระดับเหตุผล (Score based on answer and reason tiers) เมื่อพิจารณาการตอบแต่ละข้อควบคู่กันทั้ง 2 ระดับแล้ว ถ้านักเรียนตอบถูกทั้ง 2 ระดับ คือทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผลได้คะแนน 1 คะแนน ถ้าไม่ใช่ได้ 0 คะแนน คะแนนในระดับคำตอบและระดับเหตุผล หรือคะแนนในระดับทั้งคู่ (Both-tier score) นี้ ใช้เพื่อคำนวณหาค่าความยาก (Difficulty level) ของข้อสอบเมื่อพิจารณาพร้อมกันทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผลของข้อสอบข้อนั้น ๆ

3) การให้คะแนนในระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ (Score based on all content, reason, and confidence tiers) เมื่อพิจารณาพร้อมกันในการตอบทั้ง 3 ระดับในการตอบข้อสอบแต่ละข้อ ถ้านักเรียนตอบถูกในระดับคำตอบ ตอบถูกในระดับเหตุผล และตอบว่ามั่นใจในระดับความมั่นใจ ได้คะแนน 1 คะแนน ถ้าไม่ใช่ได้ 0 คะแนน การพิจารณาเพื่อให้คะแนนลักษณะนี้เรียกว่าคะแนนทั้งหมด (Total score) นักเรียนที่มีคะแนนทั้งหมดสูงจะมีโมทศน์ที่ถูกต้องมากกว่านักเรียนที่มีคะแนนทั้งหมดต่ำ

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้เป็นแผนภาพดังแผนภาพที่ 2.1



แผนภาพที่ 2.1 การกำหนดคะแนนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ

2.6 การเปรียบเทียบการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ

ในอดีตที่ผ่านมา มีนักวิชาการได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ และสามระดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ (Two-tier multiple-choice tests) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับนอกจากจะเป็นการพิจารณาคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วยังเป็นการพิจารณาเหตุผลในระดับที่สองที่อยู่เบื้องหลังคำตอบในระดับที่หนึ่งด้วย แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับคือ ความตรงของแบบสอบ และตัวเลือกในระดับที่สองอาจเป็นแนวทางสำหรับการตอบในระดับที่หนึ่งได้ นอกจากนี้ผลการทดสอบยังไม่สามารถจำแนกระหว่างการตอบโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นกับการตอบด้วยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกจากกันได้

2) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ (Three-tier multiple-choice tests) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับนี้ เป็นการแก้ไขข้อจำกัดของการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสองระดับที่ไม่สามารถจำแนกการตอบโดยไม่มีความรู้กับการตอบด้วยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกจากกันได้ ทำให้ความตรงในการวินิจัยเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดสอบด้วยแบบสอบแบบเลือกตอบและการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสองระดับ ข้อจำกัดของการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับคือ มีการประมาณค่าต่ำกว่าความเป็นจริงสำหรับนักเรียนที่ตอบโดยไม่มีความรู้ และประมาณค่าคะแนนที่นักเรียนทำได้สูงกว่าความเป็นจริง เนื่องจากระดับความมั่นใจในการตอบระดับที่สามเป็นการพิจารณาความมั่นใจในการตอบทั้งระดับที่หนึ่งและระดับที่สอง

3) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ (Four-tier multiple-choice tests) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ เป็นการแก้ไขข้อจำกัดของการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ เนื่องจากแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ แยกระดับความมั่นใจในการตอบระดับที่หนึ่งและระดับที่สองในแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับออกจากกัน รวมทั้งทำให้การตัดสินใจตอบโดยไม่มีความรู้กับการตอบด้วยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนชัดเจนยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับก็ยังมีข้อจำกัดคือ 1) ใช้เวลาสอบมากกว่าแบบสอบวินิจัยอื่น ๆ 2) ไม่ควรใช้เพื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ และ 3) ตัวเลือกในระดับที่หนึ่งมีอิทธิพลต่อตัวเลือกในระดับการให้เหตุผล

กล่าวโดยสรุปแล้ว วิธีวินิจัยต่าง ๆ มีข้อดีและข้อจำกัดต่างกัน การจะเลือกวินิจัยด้วยวิธีใดนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และการนำไปใช้ Gurel, Eryilimaz, & McDermott (2015) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการวินิจัยด้วยวิธีการต่าง ๆ ไว้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการวินิจัยแบบต่าง ๆ

(Gurel et al., 2015)

วิธีการวินิจัย	ข้อดี	ข้อจำกัด
1. การสัมภาษณ์	1. ให้ข้อมูลในเชิงลึก 2. มีความยืดหยุ่นในการถาม	1. การสัมภาษณ์และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้เวลานาน 2. ต้องสัมภาษณ์นักเรียนจำนวนมากเพื่อให้ได้ผลสรุปอ้างอิงที่ดี 3. ต้องมีการฝึกอบรมผู้สัมภาษณ์

ตารางที่ 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการวินิจฉัยแบบต่าง ๆ

(Gurel et al., 2015) (ต่อ)

วิธีการวินิจฉัย	ข้อดี	ข้อจำกัด
		4. การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้ยากและ ไม่เป็นปรนัย 5. นักเรียนอาจรู้สึกไม่ เป็นอิสระในการตอบถ้าหาก นักเรียนรู้สึกไม่ไว้วางใจผู้สัมภาษณ์
2. การทดสอบด้วย แบบสอบที่เป็น คำถามปลายเปิด	1. เป็นโอกาสที่นักเรียนได้ตอบด้วย ถ้อยคำสำนวนของนักเรียนเอง 2. นักเรียนอาจตอบคำตอบที่มี คุณค่าซึ่งผู้วิจัยไม่ได้คาดคิดมาก่อน	1. การวิเคราะห์คำตอบใช้เวลานาน 2. การให้คะแนนยุ่งยาก 3. นักเรียนเขียนตอบน้อยเนื่องจาก ขาดทักษะในการเขียน
3. การทดสอบด้วย แบบสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบ	1. ประหยัดเวลา 2. ตรวจสอบให้คะแนนได้รวดเร็ว 3. ตรวจสอบให้คะแนนได้อย่างเป็น ปรนัย 4. มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือสูงเกี่ยวกับ ความตรง 5. ใช้ได้กับผู้เข้าสอบพร้อม ๆ กัน จำนวนมาก	1. ใช้ได้ไม่ดีสำหรับการวัดทักษะ ด้านจิตพิสัย 2. ไม่สามารถวัดความคิดในเชิงลึก ของนักเรียน 3. นักเรียนอาจจะตอบถูกทั้ง ๆ ที่ เข้าใจผิด (เกิดจากการเดาหรือความ ผิดพลาดในการตอบ) หรือนักเรียน อาจจะตอบผิดทั้ง ๆ ที่มีความเข้าใจ ที่ถูกต้อง (เกิดจากความผิดพลาดใน การตอบ) 4. การตีความของนักเรียนผิดพลาด หากข้อสอบถูกสร้างอย่างไม่ รอบคอบ 5. เกิดการเดา 6. การสร้างข้อสอบให้มีคุณภาพทำ ได้ยาก

ตารางที่ 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการวินิจฉัยแบบต่าง ๆ

(Gurel et al., 2015) (ต่อ)

วิธีการวินิจฉัย	ข้อดี	ข้อจำกัด
4. การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ	<p>1. มีข้อดีเหมือนกับการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ</p> <p>2. มีโอกาสที่จะตัดสินสัดส่วนของนักเรียนตอบผิดแบบผิดพลาดเชิงบวกและผิดพลาดเชิงลบ (False positive and false negative)</p>	<p>1. มีการประมาณค่าที่เกินความเป็นจริงเมื่อไม่สามารถระบุกลุ่มที่ตอบผิดเพราะขาดความรู้ได้อย่างแน่นอน</p>
5. การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ	<p>1. มีข้อดีเหมือนกับการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ</p> <p>2. มีการจำแนกการตอบที่ผิดออกเป็นกลุ่มที่ตอบผิดเพราะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือเพราะความผิดพลาดในการตอบ หรือเพราะไม่มีความรู้</p>	<p>1. มีการประมาณค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริง เพราะไม่สามารถตัดสินได้แน่ชัดในกลุ่มนักเรียนที่ตอบผิด เพราะไม่มีความรู้ ในกรณีที่มีการตอบว่ามั่นใจ เพราะไม่สามารถระบุแน่ชัดว่านักเรียนมั่นใจเฉพาะในระดับแรก หรือระดับที่สอง หรือมั่นใจทั้งสองระดับ</p> <p>2. มีการประมาณค่าคะแนนที่ได้มากกว่าความเป็นจริง</p>
6. การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ	<p>1. มีข้อดีเหมือนกับการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ</p> <p>2. เป็นการประเมินที่แยกกลุ่มที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนออกจากกลุ่มที่ตอบเพราะความคลาดเคลื่อนของการตอบและกลุ่มที่ตอบเพราะไม่มีความรู้ได้อย่างชัดเจน</p>	<p>1. ใช้เวลาทดสอบนาน</p> <p>2. ความมีประโยชน์อาจถูกจำกัดด้วยวัตถุประสงค์ของการวินิจฉัย</p>

จากตารางที่ 2.5 จะพบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบมีข้อดีคือประหยัดเวลาสอบ สามารถตรวจให้คะแนนและให้ข้อมูลป้อนกลับนักเรียนได้ทันทั่วทั้งที่มีความตรง และใช้กับผู้สอบคราวละมาก ๆ พร้อมกันได้ ถ้าหากเพิ่มระดับความมั่นใจในการตอบก็จะกลายเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหลายระดับ ซึ่งจะสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีมีโนทัศน์ถูกต้อง มีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน และกลุ่มที่ไม่มีความรู้ ส่วนข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ และแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหลายระดับคือสร้างให้มีคุณภาพได้ยาก

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบมีดังนี้

1) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

Arslan (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน ภาวะเรือนกระจก ภาวะการบางลงชั้นโอโซน และภาวะฝนกรด ของครูก่อนประจำการด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับความมั่นใจที่มีต่อลักษณะของการตอบโดยไม่มีความรู้และลักษณะการตอบที่เกิดจากมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในมีโนทัศน์เกี่ยวกับปัญหาสภาพแวดล้อมในบรรยากาศได้แก่ ภาวะโลกร้อน ภาวะเรือนกระจก ภาวะการบางลงของชั้นโอโซน และภาวะฝนกรด ของครูก่อนประจำการในประเทศตุรกี ขนาดตัวอย่างในงานวิจัยนี้มีจำนวน 157 คน เครื่องมือวิจัยคือแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับเกี่ยวกับปัญหาสภาพแวดล้อมในบรรยากาศ ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยนี้พัฒนามาจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ ผลการวิจัยพบว่า ค่าความเที่ยงจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของของครอนบาค (Cronbach alpha reliability coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.74 เป็นค่าความเที่ยงในระดับสูง และจากการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิมีผลพิจารณาว่ามีความตรงเชิงเนื้อหา เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตอบถูกในระดับคำตอบและระดับเหตุผล (Both-tier score) กับระดับความมั่นใจของข้อสอบแต่ละข้อปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงบวกในระดับปานกลาง และสามารถแยกความแตกต่างของการตอบด้วยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนอกจากการตอบโดยไม่มีความรู้ การวิจัยนี้ยังพบว่าครูก่อนประจำการมีความเข้าใจที่จำกัดเกี่ยวกับปัญหาสภาพแวดล้อมในบรรยากาศ และมีรูปแบบมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนร่วมกัน 6 รูปแบบ

Taslidere (2016) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาและการใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา การหาคุณภาพด้านความตรง และการนำไปใช้ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 243 คน จาก 6 โรงเรียน ในประเทศตุรกี การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกนี้ เริ่มจากการสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยคำถามปลายเปิดและการสัมภาษณ์ จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ผลการศึกษาปรากฏว่า ค่าความเที่ยงเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.83 เป็นความเที่ยงในระดับสูง การพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้วว่ามี ความตรง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่จำกัดเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 5 มโนทัศน์ ได้แก่ 1) การเพิ่มขึ้นของความเข้มแสงจะทำให้โฟตอนมีพลังงานมากพอที่จะปลดปล่อยอิเล็กตรอน 2) ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเกิดจากการเกิดเป็นประจุของอะตอมซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กับแสง 3) ลำแสงที่โฟตอนมีพลังงานน้อยกว่ารูปแบบการทำงานจะปลดปล่อยอิเล็กตรอนพร้อมกับช่วยเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้า 4) จำนวนของโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับพลังงานของโฟตอน และ 5) โฟตอนมีพลังงานจลน์และพลังงานจลน์นี้ขึ้นอยู่กับสีของแสง

จากงานวิจัยของ Arslan (2012) และ Taslidere (2016) มีความสอดคล้องกันในเรื่องของการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบด้วยการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ การพิจารณาความเที่ยงด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และสามารถระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เข้าสอบได้

2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

Caleon (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การใช้แบบสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อวัดธรรมชาติของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องคลื่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับและการนำไปใช้ ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับนี้พัฒนาจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ ซึ่งประกอบด้วยการวัดในระดับคำตอบหรือการวัดระดับความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาและการวัดระดับเหตุผลหรือการวัดความรู้เกี่ยวกับการอธิบาย จากนั้นเพิ่มการวัดระดับความเชื่อมั่น เข้าไปในการตอบระดับคำตอบและการตอบระดับเหตุผล ตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 598 คน ในประเทศสิงคโปร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยระดับความเชื่อมั่นสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยของการตอบ

ระดับคำตอบมากกว่าคะแนนเฉลี่ยของการตอบระดับเหตุผล แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถที่จะแยกแยะระหว่างสิ่งที่นักเรียนรู้กับสิ่งที่นักเรียนไม่รู้ออกจากกันอย่างชัดเจน สำหรับหัวข้อการทดสอบที่นักเรียนคุ้นเคยนักเรียนจะมีการตอบที่ถูกต้องและมีระดับความมั่นใจสูง และท้ายสุดพบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องคลื่น 9 มโนทัศน์

Sreenivasulu (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจของนิสิตนักศึกษาเกี่ยวกับเทอร์โมไดนามิก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความเข้าใจของนิสิตนักศึกษาเกี่ยวกับเทอร์โมไดนามิกด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ และเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวัดด้วยแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ ตัวอย่างในการวิจัยนี้คือนิสิตนักศึกษาจำนวน 296 คน ที่ศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยในประเทศสิงคโปร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ 1 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นิสิตนักศึกษามีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเทอร์โมไดนามิกจำนวน 34 มโนทัศน์ นอกจากนี้ยังพบว่าข้อที่ตอบถูกไม่ได้มีระดับความมั่นใจที่สูงมาก สะท้อนให้เห็นว่าเนื้อหาเรื่องเทอร์โมไดนามิกเป็นเรื่องที่ยากที่จะทำความเข้าใจและเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสูง เห็นได้จากผลการทดสอบที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับที่นักเรียนมีคะแนนต่ำ

Der-Ching Yang (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การประเมินภาคปฏิบัติในเด็กอายุ 10 ถึง 11 ปี และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสำนักด้านตัวเลขโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสี่ระดับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปฏิบัติของนักเรียนและมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความเข้าใจเกี่ยวกับสำนักด้านตัวเลขด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ ตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนอายุ 10 ถึง 11 ปี จำนวน 195 คน ในสาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) เครื่องมือในการวิจัยคือแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ 1 ฉบับ จำนวน 40 ข้อ ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบสูงกว่าระดับเหตุผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนร้อยละ 68 มีแนวโน้มที่ความมั่นใจระดับคำตอบมีค่าเท่ากับระดับเหตุผล นักเรียน ที่เลือกคำตอบถูกต้องหรือเหตุผลถูกต้องมีค่าเฉลี่ยความมั่นใจสูงกว่านักเรียนที่ตอบผิด และพบว่า มี 16 มโนทัศน์ที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในระดับรุนแรง

งานวิจัยของ Caleon (2005), Sreenivasulu (2013) และ Der-Ching Yang (2015) มีความสอดคล้องกันในประเด็นของการวัดระดับคำตอบและระดับเหตุผลด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก การวัดระดับความมั่นใจด้วยมาตรประมาณค่าของลิเคิร์ต ระดับความมั่นใจของข้อสอบที่นักเรียนตอบถูกจะมีค่าสูง การพิจารณาความเที่ยงด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และสามารถระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เข้าสอบได้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีการนำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมาใช้เป็น

เครื่องมือเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ผลการวินิจฉัยพบว่ามโนทัศน์ที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมักมีระดับความมั่นใจที่ต่ำ นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องมีค่าเฉลี่ยของระดับความมั่นใจสูงกว่านักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน กล่าวโดยสรุปคือ ระดับความมั่นใจเป็นอีกหนึ่งหลักฐานที่สะท้อนระดับความสามารถของนักเรียน

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย

แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่มุ่งเน้นความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อมุ่งวินิจฉัยนักเรียนว่ามีปัญหาการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งมีแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์โดยสุวิมล เสวกสุริยวงศ์ (2553) พบว่า แบบสอบวินิจฉัยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

- 1) การกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบวินิจฉัย เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายว่าจะสร้างแบบสอบวินิจฉัยในระดับชั้นใด และสาระการเรียนรู้เรื่องใด
- 2) ศึกษาทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบวินิจฉัย เป็นการศึกษาทั้งทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คู่มือครู หลักสูตร แบบเรียน ตลอดจนวิธีการเขียนข้อสอบ เพื่อให้ทราบขอบเขตเนื้อหา จุดมุ่งหมายของแบบสอบวินิจฉัย และเพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างแบบสอบวินิจฉัย
- 3) วิเคราะห์เนื้อหา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อเป็นแบบแผนในการสร้างแบบสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาหลักสูตร
- 4) สร้างแบบสอบเพื่อสำรวจ การเขียนข้อสอบในแบบสอบเพื่อสำรวจควรเขียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งแบบสอบเพื่อสำรวจที่พบมีหลายประเภท เช่น แบบเติมคำ แบบเลือกตอบแบบสัมภาษณ์ และแบบความเรียง
- 5) การตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นของแบบสอบเพื่อสำรวจโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6) การทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องและรวบรวมคำตอบที่ผิด ขั้นตอนนี้เป็นกรนำแบบสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบนักเรียนเพื่อสำรวจจุดบกพร่องและรวบรวมคำตอบที่ผิด โดยรวบรวมคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดมาเป็นตัวลงในกรสร้างแบบสอบวินิจฉัย

7) สร้างแบบสอบวินิจฉัย เป็นการสร้างแบบสอบวินิจฉัยโดยดัดแปลงมาจากแบบสอบเพื่อสำรวจ และนำคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิดในแบบสอบเพื่อสำรวจมาเป็นตัวลงในกรสร้างแบบสอบวินิจฉัย ซึ่งตัวลวงแต่ละตัวสามารถค้นหาสาเหตุของความบกพร่องของนักเรียนในลักษณะต่าง ๆ ได้

8) การตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นของแบบสอบวินิจฉัยโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการตรวจสอบความตรง เชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

9) การทดลองใช้แบบสอบ เป็นการนำแบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียน

10) การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ คัดเลือก และปรับปรุงข้อสอบ ขั้นตอนนี้เป็นกรคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบเพื่อให้ได้ค่าความยากและอำนาจจำแนกที่ต้องการ หลักเกณฑ์ในการเลือกข้อสอบคือ ข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป และมีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก

11) การหาคุณภาพแบบสอบและวิเคราะห์จุดบกพร่อง ขั้นตอนนี้เป็นกรหาคุณภาพแบบสอบโดยการหาค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง และค่าความตรงของแบบสอบ และทำการวิเคราะห์จุดบกพร่องของตัวลวง ในแบบสอบวินิจฉัยแต่ละข้อที่นักเรียนตอบผิดว่าบกพร่องจุดใด

12) จัดทำคู่มือและพิมพ์เป็นรูปเล่ม หลังจากการหาคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแล้วจึงจัดทำคู่มือการใช้แบบสอบ และจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

จากขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัยดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้เป็น 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) กระบวนการวางแผนการวินิจฉัย โดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการวินิจฉัย 2) กระบวนการสำรวจมโนทัศน์ เป็นกระบวนการเพื่อค้นหารูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสามารถรวบรวมข้อมูลได้ทั้งการสังเกต สัมภาษณ์ หรือการทดสอบด้วยแบบสอบนำร่องที่ได้สร้างขึ้น แบบสอบนำร่องอาจเป็นแบบสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด หรือแบบสอบแบบเลือกตอบที่ให้นักเรียนให้เหตุผลการตอบด้วยการเขียนอย่างอิสระ เป็นต้น 3) กระบวนการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย เป็นกระบวนการที่นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาเป็นฐานในการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ทดลองใช้ ศึกษาคุณภาพของแบบสอบ และพัฒนาให้เป็นแบบสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์

3.2 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัย

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัย แบ่งออกเป็น 1) การตรวจสอบคุณภาพรายฉบับ ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความเที่ยง (Reliability) และ 2) การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discriminant)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า แบบสอบวินิจัยมีจุดเน้นที่แบบสอบต้องมีความตรงเชิงเนื้อหา แบบสอบที่สร้างขึ้นต้องมีเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2539; วนิดา ภู่อี่ยม, 2550; วิทยา ซ่อนขำ, 2551) ทั้งนี้เพื่อให้ทราบว่าแบบสอบที่สร้างขึ้นสามารถวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสอดคล้องกับมวลเนื้อหาที่มุ่งวัด จากงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับแบบสอบวินิจัย มีการตรวจสอบคุณภาพคุณภาพของแบบสอบวินิจัยด้วยวิธีการดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจัย

ชื่องานวิจัย	จำนวนผู้สอบ	จำนวนข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การตรวจสอบคุณภาพรายฉบับ
1. การพัฒนาและการนำไปใช้ของแบบสอบวินิจัยแบบสองระดับสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการเติบโตและการเจริญของพืชดอก (Lin Sheau-Wen, 2004)	165	13	0.53	0.47	- การหาความตรงเชิงเนื้อหาเป็นการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ - การหาค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่า 0.75
2. การพัฒนาแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสองระดับสำหรับนักเรียนประถมศึกษาเพื่อวัดการอธิบายและบรรยายเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี (Chandrasegaran et al., 2007)	65	15	0.35 ถึง 0.94	0.35 ถึง 0.59	- การหาความตรงเชิงเนื้อหาเป็นการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 คน

ตารางที่ 2.6 การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัย (ต่อ)

ชื่องานวิจัย	จำนวนผู้สอบ	จำนวนข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การตรวจสอบคุณภาพรายฉบับ
					- การหาค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.65
3. การพัฒนาและความตรงของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับเพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการลำเลียงไนฟิชและระบบหมุนเวียนเลือดในมนุษย์ (Wang Jing-Ru, 2004)	279	23	0.40	0.37	- ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน ประกอบด้วยครูที่สอนในโรงเรียน และอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัย - การหาค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.79 - การหาค่าความเที่ยงด้วยวิธีทดสอบซ้ำ แล้วหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันมีค่าเท่ากับ 0.75

ตารางที่ 2.6 การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามวิจัย (ต่อ)

ชื่องานวิจัย	จำนวนผู้สอบ	จำนวนข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การตรวจสอบคุณภาพรายฉบับ
4. ระดับความเชี่ยวชาญและระดับความมั่นใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับมโนทัศน์เบื้องต้นของอิเล็กทรอนิกส์ (Sia Ding Teng et al., 2012)	330	17	-	-	- การหาค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.85
5. การใช้แบบสอบถามวิจัยระดับเพื่อวัดธรรมชาติของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องคลื่น (Caleon & Subramaniam, 2010)	598	12	0.07 ถึง 0.51 เฉลี่ย	0.38	- ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 8 คน โดยเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัย 4 คน และครูสอนฟิสิกส์ในโรงเรียน 4 คน - การหาค่าความเที่ยงด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.40 - การหาค่าความเที่ยงด้วยวิธีทดสอบซ้ำแล้วหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีค่าเท่ากับ 0.53

ตารางที่ 2.6 การตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจัย (ต่อ)

ชื่องานวิจัย	จำนวนผู้สอบ	จำนวนข้อ	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	การตรวจสอบคุณภาพรายฉบับ
6. ความเข้าใจของนิสิตนักศึกษาเกี่ยวกับเทอร์โมไดนามิก (Sreenivasulu & Subramaniam, 2013)	106	30	-	-	- การหาค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.40 - การหาค่าความเที่ยงด้วยวิธีแบ่งครึ่งแบบสอบมีค่าเท่ากับ 0.43
7. การประเมินภาคปฏิบัติในเด็กอายุ 10 – 11 ปี และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสำนักด้านตัวเลขโดยใช้แบบสอบวินิจัยสี่ระดับ (Yang Der-Ching & Lin Yung-Chi, 2015)	195	40	-	-	- ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นครูนักวิจัย และนักการศึกษา - การหาค่าความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าเท่ากับ 0.98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 2.6 พบว่า จำนวนข้อของแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบหลายระดับ มีจำนวนข้อตั้งแต่ 12 ข้อ จนถึง 40 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.07 ถึง 0.94 แสดงให้เห็นว่าแบบสอบวินิจัยมีค่าความยากตั้งแต่ยากมากจนถึงง่ายมาก ส่วนค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.35 ถึง 0.59 แสดงให้เห็นว่ามีความสามารถในการจำแนกตั้งแต่จำแนกได้บ้างจนถึงจำแนกได้ปานกลาง การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นการตรวจสอบความตรงด้วยการทบทวนโดยผู้เชี่ยวชาญ ส่วนวิธีการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบวินิจัยส่วนใหญ่ใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่าตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.98 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคระดับที่ยอมรับได้ว่ามีค่าความเที่ยงที่น่าเชื่อถือคือมีค่าตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป นอกจากนี้ยังมี การหาค่าความเที่ยงของแบบสอบด้วยวิธีการสอบซ้ำและการใช้เทคนิคการแบ่งครึ่งแบบสอบแล้วหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ตอนที่ 4 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) ให้ความหมายมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่รอบตัว ซึ่งอาจเป็นวัตถุ หรือสถานการณ์ที่เกิดจากการสังเกต ศึกษา สืบค้น ผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย แล้วนำมาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมจนเกิดเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น

สุทธิณี เพชรทองคำ (2556) ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงความคิดหลัก หรือความคิดสำคัญเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการสังเกตและนำมาจำแนกประเภทลักษณะเฉพาะร่วมของสิ่งนั้น ๆ

วิญฉัตร พูนพิพัฒน์ (2556) ให้ความหมายมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึงความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่ได้จากการนำข้อเท็จจริงมาประมวลอย่างมีเหตุผล เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

กล่าวโดยสรุป มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจ หรือหลักการสำคัญเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งในเชิงรูปธรรมและนามธรรม ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์แล้วนำมาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

4.2 องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

สำหรับองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีผู้กำหนดองค์ประกอบไว้ เช่น พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) อธิบายองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ว่ามีองค์ประกอบได้แก่

- 1) ชื่อมโนทัศน์ ซึ่งเป็นคำ หรือกลุ่มคำ ที่ใช้แทนกลุ่มประสบการณ์ในมโนทัศน์นั้น ๆ โดยใช้ลักษณะร่วมในการจำแนกหมวดหมู่ของประสบการณ์นั้น ๆ
- 2) คำนิยาม เป็นการอธิบายลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ เกิดจากการพิจารณา ลักษณะร่วมหลาย ๆ อย่าง แล้วประมวลเป็นคำนิยาม
- 3) ลักษณะ คือเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกัน แต่ละมโนทัศน์จะมีลักษณะแตกต่างกัน
- 4) โครงสร้างทางความคิด เป็นองค์ความรู้ที่มีเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ

5) ตัวอย่าง คือความทรงจำเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ เกิดจากประสบการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้เกิดตัวแบบทางความคิดที่สามารถใช้ระบุว่ามีสิ่งใดคือมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง (พงศพรหม พรเพิ่มพูน, 2556)

สอดคล้องกับวิจัยฉัตร พูนพิพัฒน์ (2556) ซึ่งได้อธิบายว่า องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น มีองค์ประกอบได้แก่

1) ชื่อมโนทัศน์ มีประโยชน์คือทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าสิ่งที่กำลังเรียนรู้อยู่เรียกว่าอย่างไร และสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้

2) คำนิยามของมโนทัศน์ เป็นข้อความที่บ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่จำเป็นหรือคุณลักษณะที่ร่วมกันเป็นมโนทัศน์นั้น

3) คุณลักษณะ เป็นลักษณะที่ใช้ในการให้คำนิยามของมโนทัศน์

4) คุณค่า เป็นลักษณะของคุณภาพหรือปริมาณที่จะทำให้มโนทัศน์แปรเปลี่ยนไป เช่น ขนของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่มีลักษณะแตกต่างจากขนของสัตว์จำพวกนก เป็นต้น

5) ตัวอย่าง ในการสอนเพื่อให้เข้าใจมโนทัศน์จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างที่ดีที่มีลักษณะตรงกับมโนทัศน์ และตัวอย่างที่ไม่ดีที่มีลักษณะไม่ตรงกับมโนทัศน์เป็นตัวอย่างประกอบ ทั้งนี้เพื่อให้เข้าใจคุณลักษณะที่สำคัญที่เด่นชัดของมโนทัศน์นั้น ๆ (วิจัยฉัตร พูนพิพัฒน์, 2556)

กล่าวโดยสรุปองค์ประกอบของมโนทัศน์ได้แก่ 1) ชื่อมโนทัศน์ เกิดจากการนำลักษณะสำคัญของมโนทัศน์มากำหนด ทั้งนี้เพื่อไม่ทำให้เกิดความสับสนของผู้เรียน และสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ถูกต้อง 2) คำอธิบายมโนทัศน์ ซึ่งอาจเป็นลักษณะทั้งเชิงคุณภาพหรือปริมาณ อาจมีการกำหนดตัวอย่างที่หลากหลายเพื่อให้สามารถเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ได้ถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น ความเข้าใจคำอธิบายมโนทัศน์ทำให้สามารถระบุความแตกต่างของประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบเพื่อจำแนกประสบการณ์เหล่านั้นเป็นหมวดหมู่ตามมโนทัศน์ที่เคยเรียนรู้มาก่อนหน้าได้

Jacobsen et al. (1985) (อ้างถึงในสุทธิณี เพชรทองคำ, 2556) อธิบายเพิ่มเติมอีกว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 1) มโนทัศน์หลัก (Super-ordinate concept) หมายถึงมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์จัดอยู่ในลำดับสูงสุด เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และนก เป็นมโนทัศน์ 2) มโนทัศน์ที่มีมโนทัศน์หลักคือสัตว์ 2) มโนทัศน์ร่วม (Co-ordinate concept) คือมโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน แม้จะจัดให้อยู่ในกลุ่มที่ต่างกันแต่ มีลักษณะบางอย่างร่วมกัน เช่น ค้างคาวกับนกกแก้ว ค้างคาวเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ส่วนนกกแก้วเป็นสัตว์จำพวกนก สัตว์ทั้งสองอยู่คนละกลุ่มกัน แต่มีลักษณะร่วมคือมีปีกบินได้ เป็นต้น 3) มโนทัศน์รอง (Sub-ordinate concept) คือมโนทัศน์ที่รองลงมาจากมโนทัศน์หลัก เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สัตว์เลี้ยงคลาน เป็นมโนทัศน์รองของมโนทัศน์หลักคือสัตว์

4.3 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Misconception ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีดังนี้

วนิดา ภูเอี่ยม (2550) อธิบายว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ความคิด ความเชื่อ และความเข้าใจผิด เกิดจากแนวคิดซึ่งมาจากประสบการณ์หรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง แตกต่างจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับ และไม่มีเหตุผลเพียงพอ ปรากฏจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

Caleon และ Subramaniam (2009) อธิบายว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหมายถึง มโนทัศน์ที่ถูกสร้างขึ้นซึ่งแตกต่างไปจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความเข้าใจเรื่องหนึ่ง ๆ หรือการมีมโนทัศน์ในเรื่องหนึ่ง ๆ ผิดไปจากมโนทัศน์หรือความรู้ที่ถูกต้อง หรือผิดไปจากความเป็นจริงตามความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจมีสาเหตุมาจากประสบการณ์เดิมที่มีจำกัด มีการรับรู้ที่ผิดพลาด ความจำคลาดเคลื่อน มีการหาเหตุผลที่ผิดพลาดที่เกิดจากลักษณะส่วนตัวของผู้นั้น เช่น อคติ หรือการลงข้อสรุปที่ไม่ได้พิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ให้ถี่ถ้วนรอบด้าน เป็นต้น

4.4 การระบุเนื้อหาที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา

จากการศึกษาผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ซึ่งจัดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ ระหว่างปีการศึกษา 2551 ถึง 2558 จำแนกตามมาตรฐานการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ว1.1 และ ว1.2 และสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐาน ว2.1 และ ว2.2 รวมทั้งสิ้น 4 มาตรฐาน ปรากฏผลดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศชั้นพื้นฐานจำแนก ราย มาตรฐานในปีการศึกษา 2551 ถึง 2558

ปีการศึกษา	มาตรฐาน ว1.1		มาตรฐาน ว1.2		มาตรฐาน ว2.1		มาตรฐาน ว2.2	
	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
2551 (N=337,996)	26.30	16.72	42.40	18.24	34.40	26.75	44.53	30.10
2552 (N=349,778)	35.97	17.93	25.23	17.37	40.21	28.28	36.63	27.92

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานจำแนกรายมาตรฐานในปีการศึกษา 2551 ถึง 2558 (ต่อ)

ปีการศึกษา	มาตรฐาน ว1.1		มาตรฐาน ว1.2		มาตรฐาน ว2.1		มาตรฐาน ว2.2	
	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
2553 (N=349,210)	35.53	21.48	29.45	17.67	32.61	19.85	44.90	23.04
2554 (N=366,744)	31.05	26.15	28.40	18.86	40.28	24.29	38.37	25.29
2555 (N=391,524)	37.67	22.24	28.07	27.14	39.00	21.49	44.02	22.13
2556 (N=413,839)	31.48	18.48	33.40	23.02	35.25	24.31	40.76	25.08
2557 (N=429,876)	43.65	17.96	54.17	25.28	38.08	23.10	25.43	20.97
2558 (N=422,718)	34.52	18.71	36.71	18.17	35.51	20.96	60.28	33.21

จากตารางที่ 2.7 พบว่าสาระการเรียนรู้ที่มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศต่ำกว่าสาระการเรียนรู้อื่นคือสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต เมื่อพิจารณารายมาตรฐานพบว่า มาตรฐานที่มีคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำในทุก ๆ ปีการศึกษาคือมาตรฐาน ว1.2

เมื่อศึกษาสาระสำคัญในมาตรฐาน ว1.2 ตัวชีวิต และสาระการเรียนรู้แกนกลางตามมาตรฐาน ว1.2 ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรากฏผลดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางตามมาตรฐาน ว1.2 ในหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว1.2 เข้าใจ กระบวนการและ ความสำคัญของ การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต ความ หลากหลายทาง ชีวภาพ การใช้ เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผลกระทบต่อ มนุษย์และ สิ่งแวดล้อม มี กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	1. อธิบาย กระบวนการถ่ายทอด สารพันธุกรรม การแปรผันทาง พันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความ หลากหลายทาง ชีวภาพ	- สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจาก พ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลานได้ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะที่ ปรากฏ - ดีเอ็นเอเป็นนิวคลีโอไทด์สายยาวสองสายพันกัน เป็นเกลียวคู่วนขวา แต่ละสายประกอบด้วย นิวคลีโอไทด์นับล้านหน่วย ซึ่งมีโครงสร้าง ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทส ไนโตรเจนเบสสี่ชนิด และหมู่ฟอสเฟต โดยลำดับเบสของนิวคลีโอไทด์จะมี ข้อมูลทางพันธุกรรมบันทึกอยู่ - มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมใน ระดับยีนหรือโครโมโซม ซึ่งเป็นผลมาจากการ เปลี่ยนแปลงที่เกิด
	2. สืบค้นข้อมูลและ อภิปรายผลของ เทคโนโลยีชีวภาพที่มี ต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม และนำ ความรู้ไปใช้ ประโยชน์	- มนุษย์นำความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านพันธุ- วิศวกรรม การโคลน และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มา ใช้ในการพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ มากขึ้นและแพร่หลาย - การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่สร้างสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้น หรือสิ่งมีชีวิตที่มีการดัดแปรพันธุกรรมส่งผลกระทบต่อ ทั้งทางด้านที่เป็นประโยชน์และโทษ

ตารางที่ 2.8 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางตามมาตรฐาน ว1.2 ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม	- โลกมีความหลากหลายของระบบนิเวศ ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่มากมายหลายสปีชีส์ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันก็ยังมี ความหลากหลายทางพันธุกรรม - ความหลากหลายทางชีวภาพส่งผลทำให้มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้ใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธุ์และขยายพันธุ์ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ - สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีความต้องการปัจจัยต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตแตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศ
	4. อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	- สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีความหลากหลายที่แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตในสปีชีส์เดียวกันจะผสมพันธุ์และสืบลูกหลานต่อไปได้ - การคัดเลือกตามธรรมชาติจะส่งผลทำให้ลักษณะพันธุกรรมของประชากรในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มแตกต่างกันไป จนกลายเป็นสปีชีส์ใหม่ ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

จากตารางที่ 2.8 สามารถจัดกลุ่มเนื้อหาออกเป็นเรื่องต่าง ๆ ได้แก่ 1) พันธุกรรมและกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) เทคโนโลยีชีวภาพ และ 3) ความหลากหลายทางชีวภาพและการคัดเลือกตามธรรมชาติ

ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการคิดออกเสียง

ในการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้ทราบข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับความเป็นจริงของนักเรียน ว่านักเรียนแต่ละคนเป็นนักเรียนกลุ่มที่มีมีโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Scientific knowledge) มีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) ไม่มีความรู้ (Lack of knowledge) หรือไม่มีความมั่นใจ (Lack of confidence) วัตถุประสงค์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง (Think aloud) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ความหมายของเทคนิคการคิดออกเสียง

การคิดออกเสียง (Think aloud) เป็นวิธีการเชิงประจักษ์ที่ช่วยให้เข้าใจความคิดซึ่งเป็นลักษณะภายใน ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง เทคนิคการคิดออกเสียงใช้ในการศึกษาความคิดหรือกระบวนการคิดของผู้ถูกสัมภาษณ์ ตลอดจนพฤติกรรมทางด้านจิตใจ โดยอาศัยการรายงานด้วยคำพูดในสิ่งที่ผู้ถูกสัมภาษณ์คิดออกมาตามธรรมชาติ ปราศจากการวิเคราะห์หรือตีความพฤติกรรมทางด้านจิตใจของตน เทคนิคการคิดออกเสียง เป็นวิธีการที่เรื่อนำมาใช้ในการวิจัยทางจิตวิทยาเป็นลำดับแรก ก่อนจะแพร่หลายในการวิจัยทางการศึกษา และการวิจัยในสาขาอื่น ๆ ในเวลาต่อมา (Jaspers, Steen, & Bos, 2004; Joe, Chaudhuri, Le, Thompson, & Demiris, 2015; บุษยรัตน์ จันทร์ประเสริฐ, 2550; สุดารัตน์ มนต์นิมิตร, 2545)

5.2 ประเภทของการคิดออกเสียง

เทคนิคการคิดออกเสียง เป็นวิธีการเชิงประจักษ์ที่ให้สังเกตลักษณะภายในของผู้ถูกสัมภาษณ์ ประเภทของการคิดออกเสียงจำแนกตามเวลาในการสัมภาษณ์ได้ดังนี้

1) การคิดออกเสียงขณะปฏิบัติ หมายถึงขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติงานใด ๆ อยู่ ให้นักเรียนพูดสิ่งที่นักเรียนคิดออกไปพร้อม ๆ กัน เช่น ออกเสียงขณะที่กำลังแสดงวิธีทำโจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ออกเสียงขณะที่กำลังทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2) การคิดออกเสียงหลังจากปฏิบัติ หมายถึงหลังจากนักเรียนปฏิบัติงานใด ๆ เสร็จแล้ว จึงให้นักเรียนพูดสิ่งที่นักเรียนคิดในระหว่างที่นักเรียนได้ปฏิบัติงานนั้น ๆ เช่น เมื่อนักเรียนวาดภาพระบายสีน้ำเสร็จแล้ว ให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการวาดภาพ การผสมสี และการระบายสี ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งวาดภาพเสร็จ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการคิดออกเสียงขณะปฏิบัติจะให้ข้อมูลที่ตรงกับความคิดของนักเรียนมากกว่า การคิดออกเสียงหลังจากปฏิบัติ เนื่องจากเป็นการพูดโดยไม่มีสติหรือไตร่ตรองพฤติกรรม ภายในของตนก่อนที่จะพูดออกมา อีกทั้งการคิดออกเสียงหลังจากปฏิบัตินักเรียนอาจจะลืมสิ่งที่นักเรียนคิดขณะที่กำลังปฏิบัติ ถึงกระนั้น การคิดออกเสียงหลังจากการปฏิบัติเป็นวิธีการที่ตรงกับสถานการณ์จริงมากกว่า เนื่องจากการปฏิบัติงานใด ๆ ส่วนใหญ่จะไม่มีกรออกเสียงขณะปฏิบัติงาน (บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ, 2550; สุदारัตน์ มนต์นิมิตร, 2545)

5.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการคิดออกเสียง

การคิดออกเสียงมีข้อดีและข้อจำกัดดังต่อไปนี้

1) ข้อดีของการคิดออกเสียง

การคิดออกเสียงเป็นเทคนิคการรวบรวมข้อมูลที่สามารถให้ข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้ให้ข้อมูลจำนวนมาก ซึ่งวิธีการรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคอื่น ๆ ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลได้เช่นเดียวกันกับการคิดออกเสียง กล่าวคือการคิดออกเสียงนอกจากจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับปฏิกริยาตอบกลับแล้ว ยังให้ข้อมูลเกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึกของผู้ให้ข้อมูลได้ด้วย นอกจากนี้การดำเนินการรวบรวมข้อมูลสามารถทำได้ง่าย ตรงไปตรงมา ไม่จำเป็นต้องมีทักษะขั้นสูงใด ๆ เนื่องจากผู้ให้ข้อมูลสามารถพูดสิ่งที่ตนกำลังคิดไปพร้อม ๆ กับการปฏิบัติได้ตามปกติ

2) ข้อจำกัดของการคิดออกเสียง

ข้อจำกัดของการคิดออกเสียงคือ ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลที่เป็นการตอบสนองโดยอัตโนมัติของผู้ให้ข้อมูล เนื่องจากระหว่างที่ผู้ให้ข้อมูลคิดออกเสียงจะพูดเฉพาะสิ่งที่นักเรียนติดแต่ไม่ได้พูดสิ่งที่เป็นการตอบสนองโดยอัตโนมัติของผู้ให้ข้อมูล ในบางกรณีความคิดหรือการกระทำที่ซับซ้อนก็แปลงออกมาเป็นคำพูดได้ยาก ทำให้ผู้ให้ข้อมูลไม่พูดออกมา หรือในบางครั้งเนื่องจากไม่ไว้วางใจผู้สัมภาษณ์ ผู้ให้ข้อมูลจึงอาจไม่พูดสิ่งที่คิดหรืออาจให้ข้อมูลที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง นอกจากนี้การคิดออกเสียงยังใช้เวลาเก็บรวบรวมข้อมูลมาก ทำให้จำนวนตัวอย่างมีจำกัด ข้อมูลที่รวบรวมได้อาจไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดออกเสียง

สุภารัตน์ มนต์นิมิต (2545) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เพื่อจัดสอนซ่อมเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการคิดและวิธีคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ วิเคราะห์วิธีคิดของนักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด วินิจฉัยข้อบกพร่องในวิธีคิด และศึกษาผลของการสอนซ่อมเสริมตามวิธีคิดที่บกพร่องที่ค้นพบจากการทดสอบโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมาบอำมฤตวิทยา จังหวัดชุมพร จำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ ผลวิจัยปรากฏว่าวิธีคิดของนักเรียนในการนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์มี 6 วิธีการ คือ 1) วิธีการกำหนดตัวแปรไม่ทราบค่า 2) วิธีการสร้างภาพ 3) วิธีการสร้างตาราง 4) วิธีการให้เหตุผล 5) วิธีการทำย้อนกลับ และ 6) วิธีการคาดคะเนและตรวจสอบ โดยมีนักเรียนบางคนใช้วิธีคิด 2 วิธีในการแก้ปัญหา 1 ข้อ วิธีคิดที่นักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์นำมาใช้เรียงจากมากไปน้อยได้แก่ 1) วิธีการคาดคะเนและตรวจสอบ 2) วิธีการให้เหตุผล 3) วิธีการสร้างภาพ 4) วิธีการสร้างตาราง และ 5) วิธีการสร้างภาพหรือวิธีการทำย้อนกลับวิธีใดวิธีหนึ่ง ก่อนการสอนซ่อมเสริมพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในวิธีคิดโดยมีสาเหตุมาจากการไม่รู้จักวิธีคิดมากที่สุด หลังจากการสอนซ่อมเสริมแล้วพบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในวิธีคิดมาจากการใช้วิธีคิดไม่ถูกวิธีมากที่สุด หลังการสอนซ่อมเสริมแล้วพบว่านักเรียนยังใช้วิธีการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ด้วยวิธีเดิมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.7 รองลงมาคือ การเปลี่ยนวิธีคิด คิดเป็นร้อยละ 33.3 และไม่เกิดวิธีคิด คิดเป็นร้อยละ 16.7 ส่วนการใช้วิธีเดิมเสริมวิธีคิดใหม่มีจำนวนน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 9.3 การเปลี่ยนวิธีคิดทำให้มีจำนวนนักเรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือการใช้วิธีเดิม และการใช้วิธีเดิมเสริมวิธีใหม่ตามลำดับ ผลของการสอนซ่อมเสริมทำให้มีนักเรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 40.0 มีนักเรียนได้คะแนนลดลง คิดเป็นร้อยละ 12.0 และมีนักเรียนได้คะแนนคงเดิม คิดเป็นร้อยละ 48.0

บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบประสิทธิผลของเทคนิคการคิดออกเสียงในการพัฒนาความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5: การทดลองแบบอนุกรมเวลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจหลังการทดลองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกอ่านโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกอ่านปกติ ศึกษาและเปรียบเทียบพัฒนาการความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกอ่านโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกอ่านแบบปกติ และตรวจสอบประสิทธิผลของวิธีการพัฒนาความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความ

เข้าใจด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง ตัวอย่างในการวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัด ฉะเชิงเทราจำนวน 52 คน เครื่องมือในการวิจัยคือ แบบวัดความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อ ความเข้าใจจำนวน 7 ฉบับ ที่เป็นแบบวัดคู่ขนาน วิเคราะห์ผลการวิจัยด้วยการวิเคราะห์ความ แปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeat measure ANOVA) และสถิติทดสอบ z (z-test) ผลการวิจัยปรากฏ ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกอ่านด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงมีความสามารถในการอ่าน ภาษาไทยเพื่อความเข้าใจสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่อ่านปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองที่ฝึกอ่านโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงและนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ฝึกอ่านแบบปกติ มีพัฒนาการความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจเพิ่มขึ้นทั้งสองกลุ่ม กลุ่มทดลองมี พัฒนาการของค่าเฉลี่ยคะแนนเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 60.71 ส่วนกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการของ ค่าเฉลี่ยคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.27 เมื่อเปรียบเทียบพัฒนาการระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีร้อยละของพัฒนาการของค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 และวิธีการพัฒนาความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจด้วยเทคนิค การคิดออกเสียงมีประสิทธิภาพที่ดี เนื่องจากนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกอ่านโดยใช้เทคนิคการ คิดออกเสียงมีพัฒนาการความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจและความสามารถในการ คิดออกเสียงขณะอ่านเพิ่มขึ้นจากเดิมมากกว่าร้อยละ 25 และมีความพึงพอใจในการฝึกอ่านโดยใช้ เทคนิคการคิดออกเสียงในระดับมาก เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิผลที่กำหนดไว้

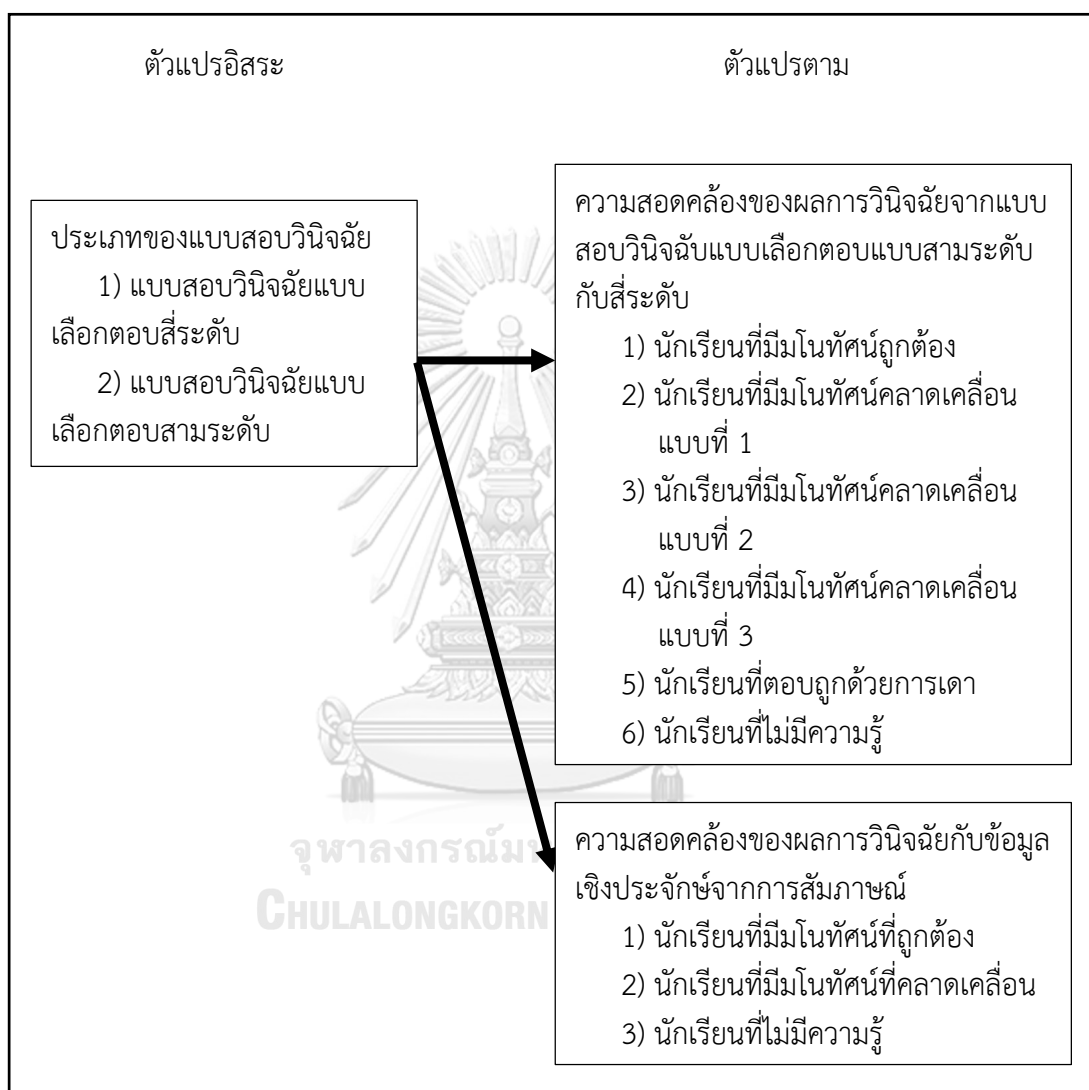
จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดออกเสียงมีความสอดคล้องกันคือ เทคนิคการคิดออกเสียง เป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อศึกษาวิธีการคิดของนักเรียน เป็นวิธีที่ใช้ระบุความบกพร่องทางการเรียนของ นักเรียน เพื่อการซ่อมเสริมหรือพัฒนานักเรียนให้มีการเรียนรู้เต็มตามศักยภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 6 กรอบแนวคิดการวิจัย

แบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำแนกนักเรียนที่ตอบผิดว่าเป็นการ ตอบผิดเพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ ในการได้สารสนเทศที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือเพื่อซ่อมเสริมนักเรียนที่มี มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง แต่แบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับยังไม่เป็นที่ แพร่หลาย อีกทั้งยังใช้เวลาสอบนานกว่าแบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะ ศึกษาความสอดคล้องของผลวินิจฉัยระหว่างแบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับว่ามี ความสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร และศึกษาว่าผลวินิจฉัยจากแบบสอบถามวิจัยแบบใดที่ให้ผล สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่ากัน ทั้งนี้กรอบแนวคิดการวิจัยมีตัวแปรอิสระได้แก่ ประเภท ของแบบสอบถามวิจัย แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ 1) แบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับและ 2) แบบ

สอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ตัวแปรตามได้แก่ 1) ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ และ 2) ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ กับผลการสัมภาษณ์ ดังแผนภาพที่ 2.2



แผนภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 1) ประชากรและตัวอย่าง
- 2) เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย
- 4) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5) การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและตัวอย่าง

1) ประชากร

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 12,875 คน จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร ที่มีผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน จำนวน 12 โรงเรียน (ข้อมูลจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2560)

2) ตัวอย่าง

ตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายชั้นปีที่ 5 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 67 คนจากโรงเรียนราชวินิต มัธยม ได้มาด้วยวิธีการเลือกอย่างเจาะจง สาเหตุที่จำเป็นต้องเลือกตัวอย่างอย่างเจาะจงเนื่องจาก โรงเรียนราชวินิต มัธยมเป็นโรงเรียนที่มีผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) อยู่ในระดับปานกลาง อีกทั้งงานวิจัยนี้จำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากนักเรียนที่ผ่านการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาแล้ว ซึ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชวินิต มัธยมทั้ง 67 คน เรียนวิชาชีววิทยา

พื้นฐานในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาแล้วจึงเป็นนักเรียนที่มีลักษณะตามที่ผู้วิจัยต้องการ แต่เนื่องจาก ระหว่างการวิจัยมีนักเรียนให้ข้อมูลในการวินิจฉัยไม่ครบถ้วนจึงตัดนักเรียนออกจากการวิจัยจำนวน 5 คน เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 3 คน และแผนการเรียนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ 2 คน คงเหลือนักเรียนที่เป็นตัวอย่างในการวิจัยจำนวน 62 คน อนึ่งเนื่องจากขอบเขตของเนื้อหาในการวิจัย นี้เป็นเนื้อหาที่นักเรียนทั้งแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และแผนการเรียนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ต้องเรียน เหมือนกัน ตัวอย่างทั้ง 62 คน จึงมาจาก 1) นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 30 คน และ 2) นักเรียนที่ไม่ใช่แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 32 คน เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยแบบกึ่งทดลอง จึง สุ่มนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มย่อย 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน และสุ่มนักเรียนที่ไม่ใช่ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มย่อย 2 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน ซึ่งทำให้กลุ่มย่อยที่ 1 และกลุ่มย่อยที่ 2 มีลักษณะเหมือนกัน คือแต่ละกลุ่มย่อยจะประกอบด้วยนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 15 คน และนักเรียนที่ไม่ใช่แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 16 คน รวมสมาชิกในแต่ละกลุ่มย่อย 31 คน ดังตาราง ที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนตัวอย่างในการวิจัยที่แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย

กลุ่ม ย่อย	แผนการเรียนวิทยาศาสตร์			แผนการเรียนที่ไม่ใช่ วิทยาศาสตร์			รวม
	อ่อน	ปานกลาง	เก่ง	อ่อน	ปานกลาง	เก่ง	
2	5	6	6	6	4	4	31

การเก็บข้อมูลพื้นฐานของตัวอย่างได้แก่ข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม และผลการเรียนรายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

นอกจากนี้ยังมีกลุ่มนักเรียนที่ใช้พัฒนาเครื่องมือแบ่งเป็น 1) กลุ่มนักเรียนที่ให้ผลการสำรวจ รูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จำนวน 59 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มอ่อน 21 คน กลุ่มปานกลาง 20 คน และกลุ่มเก่ง 18 คน และ 2) กลุ่มนักเรียนเพื่อทดลองใช้เครื่องมือวิจัย จำนวน 35 คน แบ่งออกเป็น กลุ่มอ่อน 12 คน กลุ่มปานกลาง 12 คน และกลุ่มเก่ง 11 คน

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่มุ่งวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนใน มโนทัศน์หลัก 5 มโนทัศน์ ได้แก่ 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การแปรผันทางพันธุกรรม

3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 5) วิวัฒนาการ โดยมีเครื่องมือวิจัยดังนี้

1) แบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 36 ข้อ ดังตัวอย่างในภาคผนวก ง ข้อมูลที่ได้จากคำตอบของนักเรียนนำไปสู่การสร้างตัวเลือกและตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับนี้ ในแบบสอบประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 33 ข้อ แต่ละข้อแบ่งการตอบเป็น 3 ระดับได้แก่ ระดับคำตอบ (Answer tier: A tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ระดับเหตุผล (Reason tier: R tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และ ระดับความมั่นใจ (Confidence tier: C tier) คือ การตอบระดับความมั่นใจในภาพรวมของการตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ เป็นมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ต 6 ระดับ ดังตัวอย่างในภาคผนวก ซ

3) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับนี้ ในแบบสอบประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 33 ข้อ แต่ละข้อแบ่งการตอบเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับคำตอบ (A tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (Confidence of answer tier: CA tier) เป็นมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ต 6 ระดับ ระดับเหตุผล (R tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และ ระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (Confidence of reason tier: CR tier) เป็นมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ต 6 ระดับ ดังตัวอย่างในภาคผนวก ซ

สำหรับคำถามและตัวเลือกในระดับคำตอบและระดับเหตุผลของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับเป็นคำถามและตัวเลือกชุดเดียวกัน แตกต่างกันที่ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวัดความมั่นใจของการตอบในภาพรวม (C tier) ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบ

เลือกตอบสี่ระดับมีการวัดความมั่นใจของการตอบแยกเป็นความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (CA tier) กับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (CR tier)

4) แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์นี้เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ประยุกต์เทคนิคการคิดออกเสียงมาประกอบการสัมภาษณ์ ในแบบสัมภาษณ์มีคำถาม 23 ข้อ ที่ให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์หลักทั้ง 5 มโนทัศน์ แล้ววินิจฉัยว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ ดังตัวอย่างในภาคผนวก ญ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินการ 4 ขั้นตอนหลัก ซึ่งแต่ละขั้นก็มีการดำเนินการในส่วนย่อย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 2 การสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ส่วนที่ 1 การสร้างแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ส่วนที่ 3 การนำแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปใช้เก็บข้อมูล

ขั้นที่ 3 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ส่วนที่ 1 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ส่วนที่ 3 การทดลองใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ส่วนที่ 4 คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัย

ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่ต้องการวัด

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) เพื่อศึกษาว่าเนื้อหาตามมาตรฐานใดในวิชาชีววิทยาที่มักมีผลการทดสอบอยู่ในระดับต่ำ จากนั้นศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานที่ระบุไว้ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่สอดคล้องกับมาตรฐานที่มีผลการทดสอบต่ำ อีกทั้งศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยของ พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) วิยฉัตร พูนพิพัฒน์ (2556) และสุทธิณี เพชรทองคำ (2556) เพื่อกำหนดมโนทัศน์จากสาระการเรียนรู้แกนกลาง รายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์มโนทัศน์เรื่องพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ชื่อเรื่อง	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์รอง
พันธุกรรม	1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. ความหมายของลักษณะทางพันธุกรรม
	2. การแปรผันทางพันธุกรรม	2. กลไกการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
	3. เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม	3. สารพันธุกรรม
พันธุกรรม	1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. มิวเทชัน
	2. การแปรผันทางพันธุกรรม	2. ความแปรผันทางพันธุกรรม
	3. เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม	3. พันธุวิศวกรรม
พันธุกรรม	1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	2. การโคลน
	2. การแปรผันทางพันธุกรรม	3. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
	3. เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม	
ความหลากหลายทางชีวภาพ	4. ความหลากหลายทางชีวภาพ	1. ความหมายและระดับของความหลากหลายทางชีวภาพ
		2. สมดุลของระบบนิเวศ

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หมโนทัศน์เรื่องพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์รอง
วิวัฒนาการ	5. วิวัฒนาการ	1. ความหมายของสปีชีส์ได้ 2. ความหมายของวิวัฒนาการได้ 3. หลักการของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

จากตารางที่ 3.2 เนื้อเรื่องทั้งสามได้แก่ 1) พันธุกรรม ประกอบด้วยมโนทัศน์หลัก 3 มโนทัศน์ ได้แก่ 1.1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 1.2) การแปรผันทางพันธุกรรม 1.3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม เรื่องที่ 2) ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วยมโนทัศน์หลักคือ 2.1) ความหลากหลายทางชีวภาพ และเรื่องที่ 3) วิวัฒนาการ ประกอบด้วยมโนทัศน์หลักคือ 3.1) วิวัฒนาการ รวมมโนทัศน์หลักทั้งสิ้น 5 มโนทัศน์ และแต่ละมโนทัศน์ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง

ขั้นที่ 2 การสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

เมื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่ต้องการวัดแล้ว นำไปสู่การสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้และสร้างแผนผังแบบสอบวินิจฉัย ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แผนผังแบบทดสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. อธิบายความหมายของลักษณะทางพันธุกรรม และกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	1-3	3	9.09
	2. อธิบายเกี่ยวกับจำนวน โครงสร้าง และหน้าที่ของดีเอ็นเอและโครโมโซมได้	4-5	2	6.06
	3. อธิบายความหมายและหน้าที่ของยีนได้	6-7	2	6.06

ตารางที่ 3.3 แผนผังแบบทดสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
2. การแปรผัน ทางพันธุกรรม	4. อธิบายความหมายของการเกิดมิวเทชันและผล ของมิวเทชันต่อสิ่งมีชีวิตได้	8-9	2	6.06
	5. อธิบายความหมายของความแปรผันทาง พันธุกรรมและผลของความแปรผันทางพันธุกรรม ได้	10-11	2	6.06
3. เทคโนโลยี- ชีวภาพทาง พันธุกรรม	6. อธิบายความหมายและหลักการของพันธุ- วิศวกรรม รวมทั้งผลกระทบของพันธุวิศวกรรมต่อ ชีวิตประจำวันได้	12-13	2	6.06
	7. อธิบายความหมายและหลักการของการโคลน ได้	14-15	2	6.06
	8. อธิบายความหมายและหลักการของการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชรวมทั้งประโยชน์ของการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้	16-17	2	6.06
4. ความ หลากหลายทาง ชีวภาพ	9. อธิบายความหมายของความหลากหลายทาง ชีวภาพในแต่ละระดับได้	18-24	7	21.21
	10. อธิบายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่ มีต่อสมดุลของระบบนิเวศ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาของระบบนิเวศได้	25-26	2	6.06
5. วิวัฒนาการ	11. อธิบายความหมายของสปีชีส์ได้	27-28	2	6.06
	12. อธิบายความหมายของวิวัฒนาการได้	29-30	2	6.06
	13. อธิบายหลักการของทฤษฎีการคัดเลือกโดย ธรรมชาติ และความสัมพันธ์ของการคัดเลือกโดย ธรรมชาติกับการเกิดสปีชีส์ใหม่ได้	31-33	3	9.09
รวม		1-33	33	100

จากนั้นเป็นขั้นตอนของการเขียนข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 33 ข้อตามที่ได้กำหนดไว้ใน
แผนผังแบบสอบ จากนั้นเป็นการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบ

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบ
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ข้อคำถามแต่ละข้อในแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน
วิชาชีววิทยาถูกตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน เป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้าน
การสอนวิชาชีววิทยาจำนวน 4 ท่าน และเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน
รายนามของผู้ทรงคุณวุฒิ การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นการหาค่าดัชนีความ
สอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม (Index of item-objective congruence:
IOC) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) ดังสมการ

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับ
ข้อคำถาม
R คือ คะแนนผลการตัดสินความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ
แต่ละท่าน โดยมีค่าเป็น 1 เมื่อเห็นว่าสอดคล้อง
มีค่าเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง
และมีค่าเป็น -1 เมื่อเห็นว่าไม่สอดคล้อง
N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ค่า IOC เป็นดัชนีที่มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 มีเกณฑ์การแปลความหมาย (ศิริชัย
กาญจนวาสี, 2550) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การพิจารณาค่า IOC

ค่า IOC	ความหมาย
น้อยกว่า 0.5	คำถามข้อนั้นไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5	คำถามข้อนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ตัวอย่างแบบตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และผลการตรวจสอบความตรงเชิง
เนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังปรากฏในภาคผนวก ค โดยมีค่า
ดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0 มีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.82 (n = 36)
รายละเอียดดังปรากฏในภาคผนวก ค เมื่อปรับปรุงข้อคำถามในแบบสอบให้ตรงกับความเห็นของ
ผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำแบบสอบไปใช้ต่อไป

ส่วนที่ 3 การนำแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปใช้เก็บข้อมูล โดยเก็บข้อมูลกับกลุ่มนักเรียนจำนวน 59 คน ที่เป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มนักเรียนตัวอย่างในการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัย กลุ่มนักเรียนในการสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้แบ่งออกเป็นกลุ่มอ่อน 21 คน กลุ่มปานกลาง 20 คน และกลุ่มเก่ง 18 คน ปรากฏผลการสังเคราะห์ผลการสำรวจในภาคผนวก จ

ขั้นที่ 3 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ โดยใช้ผลการสังเคราะห์คำตอบของนักเรียนในแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แล้วนำไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา นำแบบสอบไปทดลองใช้ ปรับปรุงแบบสอบให้มีคุณภาพ แล้วจึงนำไปใช้เก็บข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ ขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับนี้ ได้ศึกษางานวิจัยของผู้วิจัยหลายท่าน เช่น Arslan, Cigdemoglu, & Moseley (2012), Caleon, & Subramaniam (2010), Derkaya (2012), Erdal (2016) และ Gurel, Eryilmaz, & McDermott, (2015) เป็นต้น เพื่อศึกษารูปแบบของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ ซึ่งพบว่าในข้อสอบแต่ละข้อของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับแบ่งการตอบเป็น 3 ระดับได้แก่ 1) ระดับคำตอบ (A tier) 2) ระดับเหตุผล (R tier) และ 3) ระดับความมั่นใจ (C tier) ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ แต่ละข้อแบ่งการตอบเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับคำตอบ (A tier) 2) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (CA tier) 3) ระดับเหตุผล (R tier) และ 4) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (CR tier) การเขียนข้อสอบแต่ละข้อ ได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาใช้สร้างตัวเลือกในระดับคำตอบและระดับเหตุผล ตัวอย่างของแบบสอบดังปรากฏในภาคผนวก ฉ โดยมีแผนผังแบบสอบดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แผนผังแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	รวม	น้ำหนัก (%)
1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	1. อธิบายความหมายของลักษณะทางพันธุกรรม และกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	1-3	3	9.09
	2. อธิบายเกี่ยวกับจำนวน โครงสร้าง และหน้าที่ของดีเอ็นเอและโครโมโซมได้	4-5	2	6.06
	3. อธิบายความหมายและหน้าที่ของยีนได้	6-7	2	6.06
2. การแปรผันทางพันธุกรรม	4. อธิบายความหมายของการเกิดมิวเทชันและผลของ มิวเทชันต่อสิ่งมีชีวิตได้	8-9	2	6.06
	5. อธิบายความหมายของความแปรผันทางพันธุกรรมและผลของความแปรผันทางพันธุกรรมได้	10-11	2	6.06
3. เทคโนโลยี-ชีวภาพทางพันธุกรรม	6. อธิบายความหมายและหลักการของพันธุวิศวกรรม รวมทั้งผลกระทบของพันธุวิศวกรรมต่อชีวิตประจำวันได้	12-13	2	6.06
	7. อธิบายความหมายและหลักการของการโคลนได้	14-15	2	6.06
	8. อธิบายความหมายและหลักการของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชรวมทั้งประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้	16-17	2	6.06
4. ความหลากหลายทางชีวภาพ	9. อธิบายความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละระดับได้	18-24	7	21.21
	10. อธิบายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อสมดุลของระบบนิเวศ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้เพื่อแก้ไขปัญหาของระบบนิเวศได้	25-26	2	6.06
5. วิวัฒนาการ	11. อธิบายความหมายของสปีชีส์ได้	27-28	2	6.06
	12. อธิบายความหมายของวิวัฒนาการได้	29-30	2	6.06

ตารางที่ 3.5 แผนผังแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (ต่อ)

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	รวม	น้ำหนัก (%)
	13. อธิบายหลักการของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ และความสัมพันธ์ของการคัดเลือกโดยธรรมชาติกับการเกิดสปีชีส์ใหม่ได้	31-33	3	9.09
	รวม	1-33	33	100

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหา การตรวจสอบความตรงในส่วนนี้ เป็นการตรวจสอบคำถามและตัวเลือกเฉพาะในระดับความรู้และระดับเหตุผล โดยที่ข้อคำถามและตัวเลือกในระดับความรู้และระดับเหตุผลในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับเป็นข้อคำถามชุดเดียวกัน โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ที่เคยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามเช่นกันกับแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า มีค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0 ค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.91 (n = 33) รายละเอียดดังปรากฏในภาคผนวก ข

ส่วนที่ 3 การทดลองใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ ตัวอย่างเพื่อทดลองเครื่องมือวิจัยมีจำนวน 35 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มอ่อน 12 คน กลุ่มปานกลาง 12 คน และกลุ่มเก่ง 11 คน การทดลองในครั้งนี้เป็นการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ค่าความยากและอำนาจจำแนกในระดับคำตอบและระดับเหตุผลของแบบสอบ ปรากฏว่า ค่าความยากในระดับคำตอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 ค่าความยากของระดับเหตุผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 ทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผลมีค่าความยากเฉลี่ยเป็นไปตามเกณฑ์ สำหรับค่าอำนาจจำแนกในระดับคำตอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.26 ค่าอำนาจจำแนกระดับเหตุผลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.23 ทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผลมีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยในระดับพอใช้ และค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ระดับคำตอบมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.57 และระดับ

เหตุผลมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.48 ทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผลมีความเที่ยงอยู่ในระดับปานกลาง

ส่วนที่ 4 คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ การวินิจฉัยด้วยแบบสอบมีการสอบทั้งหมด 2 ครั้ง แต่ละครั้งแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มย่อย การสอบครั้งที่หนึ่ง กลุ่มย่อยที่ 1 สอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ กลุ่มย่อยที่ 2 สอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ การสอบครั้งที่สอง กลุ่มย่อยที่ 1 สอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กลุ่มย่อยที่ 2 สอบแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ โดยที่การสอบครั้งที่สองทิ้งระยะห่างจากการสอบครั้งที่หนึ่งประมาณสองสัปดาห์ (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) ดังแผนภาพที่ 3.1

กลุ่มย่อย	การสอบครั้งที่ 1	วัน ระยะเวลา	การสอบครั้งที่ 2
กลุ่มที่ 1	แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ	2 สัปดาห์	แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ
กลุ่มที่ 2	แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ		แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

แผนภาพที่ 3.1 การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

จากนั้นเป็นการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง เป็นการสัมภาษณ์หลังจากดำเนินการสอบแล้ว เพื่อรวบรวมข้อมูลการตอบของนักเรียนแต่ละคนว่า มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือไม่มีความรู้

ในส่วนนี้ยังแบ่งออกเป็น 1) ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1) ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 2 แบบคือ 1.1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ และ 1.2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ มีโครงสร้างดังรายละเอียดดังนี้

1.1) แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาแบบเลือกตอบสามระดับ มีจำนวน 33 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้

1.1.1) คำถามระดับคำตอบ (A tier) เป็นการวัดความรู้ของนักเรียนด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

1.1.2) คำถามระดับเหตุผล (R tier) เป็นการวัดเหตุผลหรือความคิดของนักเรียนที่อยู่เบื้องหลังการตอบคำถามระดับคำตอบ ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

1.1.3) ระดับความมั่นใจ (C tier) เป็นการวัดระดับความมั่นใจภาพรวมของนักเรียนในการตอบระดับคำตอบและระดับเหตุผล ด้วยมาตรประมาณค่า (Rating scale) แบบ 6 ระดับ คือ มั่นใจมากที่สุด มั่นใจมาก มั่นใจค่อนข้างมาก มั่นใจค่อนข้างน้อย มั่นใจน้อยมาก และไม่มั่นใจเลยหรือตอบด้วยการเดา

1.2) แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาแบบเลือกตอบสี่ระดับ มีจำนวน 33 ข้อ แต่ละข้อประกอบด้วยส่วนประกอบดังนี้

1.2.1) คำถามระดับคำตอบ (A tier) เป็นการวัดความรู้ของนักเรียนด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

1.2.2) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (CA tier) เป็นการวัดระดับความมั่นใจนักเรียนในการตอบระดับคำตอบ ด้วยมาตรประมาณค่า (Rating scale) แบบ 6 ระดับ คือ มั่นใจมากที่สุด มั่นใจมาก มั่นใจค่อนข้างมาก มั่นใจค่อนข้างน้อย มั่นใจน้อยมาก และไม่มั่นใจเลยหรือตอบด้วยการเดา

1.2.3) คำถามระดับเหตุผล (R tier) เป็นการวัดเหตุผลหรือความคิดของนักเรียนที่อยู่เบื้องหลังการตอบคำถามระดับคำตอบ ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

1.2.4) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (CR tier) เป็นการวัดระดับความมั่นใจนักเรียนในการตอบระดับเหตุผล ด้วยมาตรประมาณค่า (Rating scale) แบบ 6 ระดับ คือ มั่นใจมากที่สุด มั่นใจมาก มั่นใจค่อนข้างมาก มั่นใจค่อนข้างน้อย มั่นใจน้อยมาก และไม่มั่นใจเลยหรือตอบด้วยการเดา

แบบสอบวินิจฉัยทั้ง 2 แบบมีคำถามและตัวเลือกในระดับคำตอบ (A tier) และระดับเหตุผล (R tier) เป็นชุดเดียวกัน

2) คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยโมดูลที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยโมดูลที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยโมดูลที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาในครั้งนี้แบ่งเป็น 2.1) การตรวจสอบค่าความยากและอำนาจจำแนก และ 2.2) การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ

2.1) การตรวจสอบค่าความยาก (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discriminant) เป็นการตรวจสอบในการตอบระดับคำตอบ (A tier) และระดับเหตุผล (R tier) ซึ่งค่าความยากที่ยอมรับได้คือมีค่าระหว่าง 0.2 – 0.8 ส่วนค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบควรมีค่าเป็นบวก และมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และหากมีค่าตั้งแต่ 0.4 ขึ้นไปถือว่าอำนาจจำแนกที่ดีมาก

ในการวิจัยครั้งนี้ผลการตรวจสอบค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อทั้งในระดับคำตอบและในระดับเหตุผล โดยรวมมีค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ค่าเฉลี่ยของค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ชนิดของแบบสอบ	ค่าความยากเฉลี่ย		ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย	
	A tier	R tier	A tier	R tier
แบบสอบวินิจฉัย				
แบบเลือกตอบ	0.46	0.43	0.37	0.32
สามระดับ				
แบบสอบวินิจฉัย				
แบบเลือกตอบ	0.44	0.44	0.35	0.34
สี่ระดับ				

จากตารางที่ 3.6 พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าความยากระดับคำตอบ (A tier) ในแบบสอบแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีค่า 0.46 และ 0.44 ตามลำดับ แสดงว่าในภาพรวมแบบวินิจฉัยทั้งสองแบบ มีค่าความยากของระดับคำตอบในระดับปานกลาง ส่วนค่าเฉลี่ยของค่าความยากระดับ

เหตุผล (R tier) ใน แบบสอบแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ มีค่า 0.43 และ 0.44 ตามลำดับ แสดงว่าในภาพรวมของแบบสอบวินิจัยทั้งสองแบบมีความยากระดับเหตุผลในระดับปานกลาง สำหรับค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกระดับคำตอบในแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ มีค่า 0.37 และ 0.35 ตามลำดับ แสดงว่าในภาพรวมแบบสอบมีอำนาจจำแนกระดับคำตอบในระดับพอใช้ ส่วนค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกระดับเหตุผลในแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ มีค่า 0.32 และ 0.34 ตามลำดับ แสดงว่าในภาพรวมแบบสอบวินิจัยทั้งสองแบบมีอำนาจจำแนกระดับเหตุผลในระดับพอใช้

2.2) การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) ของแบบสอบ เป็นการตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) ดังสมการ

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบสอบ
 k คือ จำนวนข้อสอบ
 S_i^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
 S_x^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวม

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาค่าความเที่ยงคือ ค่าที่เข้าใกล้ 1 หมายถึงมีความเที่ยงสูง ซึ่งค่าความเที่ยงไม่ควรต่ำกว่า 0.5 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) สำหรับการแปลความหมายของความเที่ยงโดยละเอียด ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์พิจารณาความเที่ยง

ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค	ความหมาย
ต่ำกว่า 0.29	มีความเที่ยงต่ำมาก หรือไม่มีเลย
0.30 – 0.49	มีความเที่ยงต่ำ
0.50 – 0.69	มีความเที่ยงปานกลาง
0.70 – 0.89	มีความเที่ยงสูง
0.90 – 1.00	มีความเที่ยงสูงมาก

ในการวิจัยครั้งนี้การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ พิจารณาความเที่ยง (Reliability) แบบความสอดคล้องภายในด้วยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ

ครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) (วรรณิ์ แกมเกตุ, 2555; ศิริชัย กาญจนวาสิ, 2552) ปรากฏผลดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับด้วยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient)

มโนทัศน์หลัก	Cronbach's alpha coefficient						
	แบบเลือกตอบสามระดับ			แบบเลือกตอบสี่ระดับ			
	A tier	R tier	C tier	A tier	R tier	CA tier	CR tier
1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	0.321	0.260	0.676	0.417	0.376	0.720	0.711
2. การแปรผันทางพันธุกรรม	0.265	0.153	0.786	0.392	0.029	0.584	0.656
3. เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม	0.148	0.305	0.831	0.380	0.440	0.857	0.803
4. ความหลากหลายทางชีวภาพ	0.616	0.516	0.818	0.566	0.453	0.800	0.814
5. วิวัฒนาการ	0.367	0.367	0.775	0.104	0.133	0.789	0.813
ในภาพรวมทั้งฉบับ	0.733	0.635	0.925	0.723	0.698	0.930	0.933

จากตารางที่ 3.8 พบว่า ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เมื่อพิจารณาเป็นรายมโนทัศน์ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ระดับคำตอบ (A tier) มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคอยู่ระหว่าง 0.148 – 0.616 ซึ่งส่วนใหญ่มีความเที่ยงในระดับต่ำมากและต่ำ โดยมโนทัศน์ที่มีความเที่ยงน้อยที่สุดคือเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม มโนทัศน์ที่มีความเที่ยงสูงสุดคือความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับเหตุผล (R tier) มีความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.153 – 0.516 ซึ่งโดยส่วนใหญ่มีความเที่ยงในระดับต่ำมากและต่ำ โดยมโนทัศน์ที่มีความเที่ยงต่ำสุดคือเรื่องความแปรผันทางพันธุกรรม มโนทัศน์ที่มีความเที่ยงสูงสุดคือความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับความมั่นใจ (C tier) มีความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.676 – 0.831 ซึ่งส่วนใหญ่มีความเที่ยงอยู่ในระดับสูง โดยมโนทัศน์ที่มีความเที่ยงต่ำสุดคือการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มโนทัศน์ที่มีความเที่ยงสูงสุดคือเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม

สำหรับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ ระดับคำตอบ (A tier) มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคอยู่ระหว่าง 0.104 – 0.566 ซึ่งส่วนใหญ่มีความเที่ยงในระดับต่ำ โดยมีโน้ตส์ที่มีความเที่ยงต่ำสุดคือวิวัฒนาการ มีโน้ตส์ที่มีความเที่ยงสูงสุดคือความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับเหตุผล (R tier) มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคอยู่ระหว่าง 0.029 – 0.453 ซึ่งส่วนใหญ่มีความเที่ยงในระดับต่ำมากและต่ำ โดยมีโน้ตส์ที่มีความเที่ยงต่ำสุดคือการแปรผันทางพันธุกรรม มีโน้ตส์ที่มีความเที่ยงสูงสุดคือความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (CA tier) มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคระหว่าง 0.584 – 0.857 ซึ่งส่วนใหญ่มีความเที่ยงระดับสูง โดยมีโน้ตส์ที่มีความเที่ยงต่ำสุดคือการแปรผันทางพันธุกรรม มีโน้ตส์ที่มีความเที่ยงสูงสุดคือเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม ระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (CR tier) มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคระหว่าง 0.656 – 0.814 ซึ่งส่วนใหญ่มีความเที่ยงระดับสูง โดยมีโน้ตส์ที่มีความเที่ยงต่ำสุดคือการแปรผันทางพันธุกรรม มีโน้ตส์ที่มีความเที่ยงสูงสุดคือความหลากหลายทางชีวภาพ เมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้งฉบับพบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ระดับคำตอบมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.733 เป็นความเที่ยงระดับสูง ระดับเหตุผลมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.635 เป็นความเที่ยงระดับปานกลาง ระดับความมั่นใจมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.925 เป็นความเที่ยงระดับสูงมาก ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ ระดับคำตอบมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.723 เป็นความเที่ยงระดับสูง ระดับเหตุผลมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.698 เป็นความเที่ยงระดับปานกลาง ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.930 เป็นความเที่ยงระดับสูงมาก และระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผลมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.933 เป็นความเที่ยงระดับสูงมาก (วรรณิแกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัย

การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ ในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามารถกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่วนที่ 2 นี้ ยังออกเป็น 4 ส่วนย่อยได้แก่ 1) ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามารถกับ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 3) ผลการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 4) การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1) ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ เป็นการวิเคราะห์ว่า การวัดในระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจในแบบสอบสามารถวัดได้สอดคล้องกันหรือไม่ ซึ่งพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนระดับคำตอบ คะแนนระดับเหตุผล และคะแนนระดับความมั่นใจ โดยใช้การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) (วรรรณี แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553) ดังสมการ

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

n คือ จำนวนข้อมูล

X คือ ตัวแปรที่ต้องศึกษาตัวที่ 1

Y คือ ตัวแปรที่ต้องศึกษาตัวที่ 2

สำหรับเกณฑ์ในการแปลผลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Salkind, Neil J., 2000 อ้างถึงใน อวยพร เรื่องตระกูล, 2553) เป็นดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์พิจารณาการแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ขนาดความสัมพันธ์	การแปลความหมาย
0.00 – 0.19	มีความสัมพันธ์กันต่ำมาก
0.20 – 0.39	มีความสัมพันธ์กันต่ำ
0.40 – 0.59	มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
0.60 – 0.79	มีความสัมพันธ์กันสูง
0.80 – 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก

2) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิเคราะห์ว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับสามารถวัดคุณลักษณะเดียวกันของผู้เรียนหรือไม่ ด้วยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) ของคะแนนรวมระดับคำตอบ คะแนนรวมระดับเหตุผล คะแนนรวมระดับความมั่นใจ ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับ มีเกณฑ์การพิจารณาตารางที่ 3.9 นอกจากนี้ยังพิจารณาความสอดคล้องของแบบสอบทั้งสองด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation) มีเกณฑ์การพิจารณาตารางที่ 3.9

3) ผลการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษารูปแบบการจำแนกนักเรียนจากการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ ผลจากการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม (Arslan et al., 2012; Caleon & Subramaniam, 2010; Gurel et al., 2015; Sreenivasulu & Subramaniam, 2013; มนัสสิริ อินทร์สวาท, 2559) ดังนี้

- 1) มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Correct concept: CC)
- 2) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (False positive: FP)
- 3) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (False negative: FN)
- 4) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (Misconception: MC)
- 5) ตอบถูกเพราะการเดา (Lucky guess: LG)
- 6) ไม่มีความรู้ (Lack of knowledge: LK)

ซึ่งแต่ละกลุ่มมีรูปแบบการตอบดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 รูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ จำแนกตามผลการวินิจฉัย

ผลการ วินิจฉัย	แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามระดับ			แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ			
	A tier	R tier	C tier	A tier	CA tier	R tier	CR tier
1. CC	ตอบถูก	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
2. FP	ตอบถูก	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
3. FN	ตอบผิด	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
4. MC	ตอบผิด	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
5. LG	ตอบถูก	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
6. LK	ตอบถูก	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
	ตอบผิด	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
	ตอบผิด	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ
				ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
				ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
				ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ
			ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	

การจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ วินิจฉัยเป็นรายชื่อ จากนั้นนำผลวินิจฉัยรายชื่อมาหาฐานนิยมเพื่อเป็นผลวินิจฉัยในรายมโนทัศน์หลัก และนำผลวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลักมาหาฐานนิยมเพื่อเป็นผลวินิจฉัยในภาพรวมทั้งฉบับ แล้วรายงานจำนวนและร้อยละของนักเรียนในกลุ่มต่าง ๆ

4) การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการศึกษาว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับให้ผลการวินิจฉัยจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มได้ตรงกันหรือไม่ทั้งในรายมโนทัศน์หลักและในภาพรวม เนื่องจากผลการวินิจฉัยจัดเป็นตัวแปรระดับนามบัญญัติ (Nominal scale) และมีมากกว่า 1 กลุ่ม (Polytomous) จึงศึกษาด้วยการวิเคราะห์ค่าไคสแควร์ (Chi-square) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์

(Cramer's V correlation coefficient) (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553) ดัง
สมการ

4.1) Chi-square (χ^2)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

เมื่อ	χ^2	คือ ค่า Chi-square ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา
	O_{ij}	คือ ความถี่ที่สังเกตได้ในเซลล์ (i,j)
	E_{ij}	คือ ความถี่ที่คาดหวังในเซลล์ (i,j)
	r	คือ แถว
	c	คือ คอลัมน์

หากผลทดสอบจากไคสแควร์พบว่า มีเซลล์ที่มีค่าน้อยกว่า 5 หลายเซลล์ ให้ใช้การทดสอบ
ของฟิชเชอร์ (Fisher's exact test) เพื่อปรับแก้ค่าไคสแควร์

4.2) Cramer's V correlation coefficient

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(q-1)}}$$

เมื่อ	V	คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์
	χ^2	คือ ค่า Chi-square ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา
	q	คือ จำนวนกลุ่มของในแปรตัวใดตัวหนึ่ง ที่มีค่าน้อยกว่า
	n	คือ จำนวนข้อมูล หรือขนาดกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์เป็นดังตารางที่ 3.9

**ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบ
วินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์** เป็นการศึกษาว่าแบบสอบวินิจฉัย
ฉบับใดให้ผลตรงกับข้อมูล เชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์มากกว่า ด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์
สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) ระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบ
สอบกับผลการสัมภาษณ์ โดยศึกษาทั้งในรายมโนทัศน์หลักและในภาพรวม ด้วยการเปรียบเทียบค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่างที่ทับซ้อนกัน (Comparing correlation coefficients of overlapping samples: t) ดังสมการ

$$t = (V_{12} - V_{13}) \sqrt{\frac{(n-1)(1+V_{23})}{2 \frac{(n-1)}{(n-3)} |S| + \frac{(V_{12} + V_{13})}{4} (1 - V_{23})^3}}$$

เมื่อ	t	คือ ความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่างที่ทับซ้อนกัน
	V_{12}	คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์
	V_{13}	คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์
	V_{23}	คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ
	n	คือ จำนวนนักเรียน
	S	คือ เมทริกซ์ของค่าสหสัมพันธ์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งจะได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่ 1 นี้ แบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ส่วนย่อยได้แก่ 1) ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ 2) ความสัมพันธ์ระหว่าง แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 3) ผลการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยา และ 4) การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

1) ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ

สำหรับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อยได้แก่ 1.1) การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) และการตอบระดับความมั่นใจ (C tier) ของ

แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ และ 1.2) การพิจารณาความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ (A tier) การตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบ (CA tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) และการตอบระดับความมั่นใจของระดับเหตุผล (CR tier) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

1.1) การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) และการตอบระดับความมั่นใจ (C tier) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ โดยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) และการตอบระดับความมั่นใจ (C tier) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

	A tier	R tier	C tier
A tier	1.00		
R tier	0.782**	1.00	
C tier	0.316*	0.471**	1.00

N = 62, *p<.05, **p<.01

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับเหตุผล (R tier) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.782 หมายความว่า การตอบระดับคำตอบกับการตอบระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับความมั่นใจ (C tier) พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.316 หมายความว่า การตอบระดับคำตอบกับการตอบระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับเหตุผล (R tier) กับการตอบระดับความมั่นใจ (C tier) พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.471 หมายความว่า การตอบระดับคำตอบกับการตอบระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

1.2) การพิจารณาความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ (A tier) การตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบ (CA tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) และการตอบระดับความมั่นใจ

ของระดับเหตุผล (CR tier) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ โดยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) การตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบ (CA tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) และการตอบระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (CR tier) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

	A tier	CA tier	R tier	CR tier
A tier	1.00			
CA tier	0.509**	1.00		
R tier	0.816**	0.394**	1.00	
CR tier	0.491**	0.947**	0.417**	1.00

N = 62, *p<.05, **p<.01

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับเหตุผล (R tier) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.816 หมายความว่า การตอบระดับคำตอบกับการตอบระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบ (CA tier) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.509 หมายความว่า การตอบระดับคำตอบกับการตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบของนักเรียนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการตอบระดับเหตุผล (R tier) กับการตอบระดับความมั่นใจของระดับเหตุผล (CR tier) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.417 หมายความว่า การตอบระดับเหตุผลกับการตอบระดับความมั่นใจของระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบ (CA tier) กับการตอบระดับความมั่นใจของระดับเหตุผล (CR tier) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.947 หมายความว่า การตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบกับการตอบระดับความมั่นใจของระดับเหตุผลมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

2) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

เมื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับด้วยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) ของแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

		แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ				แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ					
		A tier	R tier	C tier	ทั้งฉบับ	A tier	R tier	CA tier	CR tier	ทั้งฉบับ	
แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสาม	A tier	1.00									
	R tier	0.782**	1.00								
	C tier	0.316*	0.417**	1.00							
	ทั้งฉบับ	0.544**	0.626**	0.964**	1.00						
แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ	A tier	0.698**	0.707**	0.336**	0.502**	1.00					
	R tier	0.595**	0.649**	0.241	0.395**	0.816**	1.00				
	CA tier	0.280*	0.427**	0.619**	0.635**	0.509**	0.394**	1.00			
	CR tier	0.306*	0.444**	0.670**	0.685**	0.491**	0.417**	0.947**	1.00		
	ทั้งฉบับ	0.379**	0.516**	0.646**	0.686**	0.614**	0.526**	0.977**	0.978**	1.00	

N = 62, *p<.05, **p<.01

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระดับคำตอบ (A tier) ของแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับมีค่าเท่ากับ 0.698 หมายความว่าในระดับคำตอบ แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับมีความสอดคล้องในทิศทางเดียวกันกับแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระดับเหตุ (R tier) ของแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับมีค่าเท่ากับ 0.649 หมายความว่าในระดับเหตุผลแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับมีความสอดคล้องสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสัมพันธ์

ของการตอบระดับความมั่นใจของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ (C tier) กับระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ (CA tier) มีค่าเท่ากับ 0.619 หมายความว่า การตอบระดับความมั่นใจของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีความสอดคล้องสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับการตอบระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสัมพันธ์ของการตอบระดับความมั่นใจของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ (C tier) กับระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผลในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ (CR tier) มีค่าเท่ากับ 0.670 หมายความว่า การตอบระดับความมั่นใจของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีความสอดคล้องสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับการตอบระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผลในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้งฉบับพบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีค่าเท่ากับ 0.686 หมายความว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีความสอดคล้องในทิศทางเดียวกันกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

เมื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation) ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

	Intraclass correlation	Sig.
Average measure	0.841	.000

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ในภาพรวมแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นเท่ากับ 0.841 หมายความว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (วรณีย์ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

3) ผลการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

การวินิจฉัยตามรูปแบบของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 6 ลักษณะดังนี้

- 1) มีมีโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Correct concept: CC)
- 2) มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (False positive: FP)
- 3) มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (False negative: FN)
- 4) มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (Misconception: MC)
- 5) ตอบถูกเพราะการเดา (Lucky guess: LG)
- 6) ไม่มีความรู้ (Lack of knowledge: LK)

แต่ละกลุ่มมีรูปแบบการตอบดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 รูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ จำแนกตามผลการวินิจฉัย

ผลการวินิจฉัย	แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ			แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ			
	A tier	R tier	C tier	A tier	CA tier	R tier	CR tier
1. CC	ตอบถูก	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
2. FP	ตอบถูก	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
3. FN	ตอบผิด	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
4. MC	ตอบผิด	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
5. LG	ตอบถูก	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ

ตารางที่ 4.5 รูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ จำแนกตามผลการวินิจฉัย (ต่อ)

ผลการ วินิจฉัย	แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามระดับ			แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ			
	A tier	R tier	C tier	A tier	CA tier	R tier	CR tier
6. LK	ตอบถูก	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
	ตอบผิด	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
	ตอบผิด	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ
				ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
				ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบถูก	มั่นใจ
				ตอบผิด	มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ
				ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	มั่นใจ
				ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ

สำหรับการวินิจฉัยแบ่งออกเป็นการวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก 5 มโนทัศน์ได้แก่ 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การแปรผันทางพันธุกรรม 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 5) วิวัฒนาการ รวมทั้งการวินิจฉัยในภาพรวมจากแบบสอบทั้งฉบับ ปรากฏผลดังนี้

3.1) การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวินิจฉัยเริ่มจากการวินิจฉัยเป็นรายข้อ แล้วนำมาหาฐานนิยมเพื่อเป็นผลวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก และเมื่อหาฐานนิยมของผลการวินิจฉัยรายมโนทัศน์จะได้เป็นผลวินิจฉัยในภาพรวม หากเกิดกรณีมีฐานนิยม 2 ค่า จะเปรียบเทียบผลวินิจฉัยกับฐานนิยมที่พิจารณาจากข้อสอบทั้งหมดทุกข้อในแบบสอบ เพื่อตัดสินผลการวินิจฉัยให้ได้ฐานนิยมเพียงค่าเดียว จากการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 62 คน ได้ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรายมโนทัศน์หลัก และผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในภาพรวมของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในวิชาชีววิทยาปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบ
เลือกตอบสามระดับ จำแนกตามมโนทัศน์หลักและผลสรุปในภาพรวม

คนที่	แผนการ เรียน	ระดับความ สามารถ	ผลวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก					ผลวินิจฉัยใน ภาพรวม
			1	2	3	4	5	
1	0	2	LK	LK	CC	MC	LK	LK
2	0	2	MC	MC	LK	LK	LK	LK
3	0	2	LK	MC	LK	LK	LK	LK
4	0	3	CC	MC	CC	MC	MC	MC
5	0	1	MC	MC	MC	MC	FP	MC
6	0	1	MC	LK	MC	MC	LK	MC
7	0	1	LK	LK	LK	LK	LK	LK
8	0	1	LK	LK	CC	LK	LK	LK
9	0	1	LK	LK	LK	LK	LK	LK
10	0	1	LK	LK	LK	LK	LK	LK
11	0	1	LK	MC	LK	LK	MC	LK
12	0	1	LK	LK	LK	LK	LK	LK
13	0	3	CC	LK	CC	CC	FP	CC
14	0	1	CC	MC	MC	MC	MC	MC
15	0	1	CC	MC	MC	FP	MC	MC
16	0	3	CC	MC	MC	CC	MC	MC
17	0	2	CC	LK	LK	LK	LK	LK
18	0	1	CC	CC	CC	MC	MC	CC
19	0	2	CC	LK	FP	CC	MC	CC
20	0	2	LK	FN	LK	FP	LK	LK
21	0	3	CC	LK	LK	CC	CC	CC
22	0	2	FP	MC	FN	CC	MC	MC
23	0	1	MC	LK	FN	MC	MC	MC
24	0	3	LK	CC	MC	LK	LK	LK
25	0	3	LK	LK	LK	CC	MC	LK
26	0	3	LK	FN	CC	LK	MC	LK

ตารางที่ 4.6 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ จำแนกตามมโนทัศน์หลักและผลสรุปในภาพรวม (ต่อ)

คนที่	แผนการเรียน	ระดับความสามารถ	ผลวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก					ผลวินิจฉัยในภาพรวม
			1	2	3	4	5	
27	0	3	LK	LK	CC	LK	LG	LK
28	0	3	CC	CC	CC	MC	MC	CC
29	0	1	CC	MC	MC	MC	MC	MC
30	0	2	LK	MC	LK	LK	MC	LK
31	0	2	CC	MC	MC	FN	MC	MC
32	0	2	LK	LK	LK	FP	LK	LK
33	1	3	LK	LK	LK	LK	LK	LK
34	1	2	FP	LK	FN	MC	LK	LK
35	1	2	CC	LK	MC	FN	LG	LK
36	1	3	CC	LK	CC	CC	CC	CC
37	1	2	CC	LK	LK	MC	MC	MC
38	1	2	CC	CC	MC	CC	CC	CC
39	1	1	CC	LK	MC	CC	CC	CC
40	1	1	MC	MC	MC	MC	FP	MC
41	1	2	FN	LK	CC	LK	MC	LK
42	1	1	CC	CC	CC	CC	MC	CC
43	1	3	MC	LG	FP	CC	FP	FP
44	1	1	CC	CC	CC	CC	MC	CC
45	1	1	CC	CC	CC	CC	FP	CC
46	1	3	LK	LK	LK	CC	MC	LK
47	1	3	LK	CC	FN	CC	LG	CC
48	1	1	CC	MC	FN	CC	CC	CC
49	1	1	CC	MC	CC	MC	CC	CC
50	1	3	CC	LK	CC	CC	CC	CC
51	1	3	FP	MC	MC	CC	FP	MC
52	1	2	LK	LK	LK	LK	LK	LK

ตารางที่ 4.6 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ จำแนกตามมโนทัศน์หลักและผลสรุปในภาพรวม (ต่อ)

คนที่	แผนการเรียน	ระดับความสามารถ	ผลวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก					ผลวินิจฉัยในภาพรวม
			1	2	3	4	5	
53	1	3	FN	FN	MC	FP	FN	FN
54	1	2	LK	LK	MC	MC	LK	LK
55	1	2	FP	MC	MC	MC	CC	MC
56	1	3	CC	LG	LG	LG	LK	LG
57	1	1	CC	FN	MC	MC	MC	MC
58	1	3	MC	FN	MC	MC	MC	MC
59	1	2	LK	LK	LK	MC	LK	LK
60	1	3	FP	LK	LG	LK	LK	LK
61	1	2	CC	CC	CC	CC	CC	CC
62	1	1	FP	CC	MC	CC	LK	CC

แผนการเรียน 0: ไม่ใช้วิทยาศาสตร์, 1: วิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถ 1: อ่อน, 2: ปานกลาง, 3: เก่ง

จากตารางที่ 4.6 เมื่อนำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปใช้ปรากฏว่า เมื่อพิจารณาผลการวินิจฉัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มได้แก่ 1) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) 2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) 3) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) 4) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) 5) นักเรียนที่ตอบถูกต้องด้วยการเดา และ 6) นักเรียนที่ไม่มีความรู้รายละเอียดดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ
สามระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการวินิจฉัย	จำนวน	ร้อยละ
1) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ ที่ถูกต้อง (CC)	17	27.43
2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP)	1	1.61
3) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN)	1	1.61
4) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC)	16	25.81
5) นักเรียนที่ตอบถูกต้องด้วย การเดา (LG)	1	1.61
6) นักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK)	26	40.94
รวม	62	100.00

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ร้อยละของผลทดสอบที่มากที่สุดคือ นักเรียนที่ไม่มีความรู้ร้อยละ 40.94 รองลงมาคือนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องร้อยละ 28.42 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 ร้อยละ 25.81 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 แบบที่ 2 และตอบถูกต้องด้วยการเดา แต่ละกลุ่มคิดเป็นร้อยละ 1.61 ทั้งสามกลุ่ม

2.2) การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวินิจฉัยเริ่มจากการวินิจฉัยเป็นรายข้อ แล้วนำมาหาฐานนิยมเพื่อเป็นผลวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก และเมื่อหาฐานนิยมของผลการวินิจฉัยรายมโนทัศน์จะได้เป็นผลวินิจฉัยในภาพรวม หากเกิดกรณีมีฐานนิยม 2 ค่า จะเปรียบเทียบผลวินิจฉัยกับฐานนิยมที่พิจารณาจากข้อสอบทั้งหมดทุกข้อในแบบสอบ เพื่อตัดสินผลการวินิจฉัยให้ได้ฐานนิยมเพียงค่าเดียว จากการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 62 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับนักเรียนที่ถูกทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนรายมโนทัศน์ และผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในภาพรวมของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาปรากฏผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ จำแนกตามมโนทัศน์หลักและผลสรุปในภาพรวม

คนที่	แผนการเรียน	ระดับความสามารถ	ผลวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก					ผลวินิจฉัยในภาพรวม
			1	2	3	4	5	
1	0	2	LK	LK	LK	LK	LK	LK
2	0	2	LK	MC	LK	MC	LK	LK
3	0	2	LK	LK	MC	MC	LK	LK
4	0	3	FP	CC	LK	LK	LK	LK
5	0	1	LK	LK	LK	LK	LK	LK
6	0	1	CC	MC	MC	MC	LK	MC
7	0	1	LK	MC	MC	LK	LK	LK
8	0	1	LK	LK	FP	LK	LK	LK
9	0	1	LK	LK	LK	LK	LK	LK
10	0	1	LK	LK	FN	LK	LK	LK
11	0	1	LK	LK	LK	LK	LK	LK
12	0	1	LK	LK	LK	LK	LK	LK
13	0	3	LK	LK	CC	CC	CC	CC
14	0	1	FN	FP	MC	MC	MC	MC
15	0	1	LK	LK	MC	LK	MC	LK
16	0	3	CC	FN	CC	CC	MC	CC
17	0	2	CC	LK	LK	MC	LK	LK
18	0	1	LK	MC	MC	MC	LK	MC
19	0	2	FN	MC	FN	CC	FP	FN
20	0	2	LK	LK	LK	LK	LK	LK
21	0	3	CC	LK	LK	LK	LK	LK
22	0	2	LK	FP	MC	CC	MC	MC
23	0	1	LK	LK	FN	MC	LK	LK
24	0	3	MC	LK	FN	FP	MC	MC
25	0	3	LK	LK	FP	MC	LK	LK
26	0	3	LK	FN	LK	LK	LK	LK

ตารางที่ 4.8 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ จำแนกตามมโนทัศน์หลักและผลสรุปในภาพรวม (ต่อ)

คนที่	แผนการเรียน	ระดับความสามารถ	ผลวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก					ผลวินิจฉัยในภาพรวม
			1	2	3	4	5	
27	0	3	LK	LK	LK	FP	LK	LK
28	0	3	FN	MC	MC	MC	MC	MC
29	0	1	FP	MC	MC	MC	MC	MC
30	0	2	LK	LK	LK	LK	LK	LK
31	0	2	MC	LK	MC	LK	LK	LK
32	0	2	LK	LK	LK	LK	LK	LK
33	1	3	LK	LK	LK	LK	LK	LK
34	1	2	CC	LK	CC	CC	LK	CC
35	1	2	LK	LK	LK	LK	CC	LK
36	1	3	FP	FN	CC	CC	CC	CC
37	1	2	LK	LK	MC	MC	MC	MC
38	1	2	CC	CC	FN	CC	CC	CC
39	1	1	CC	CC	MC	CC	FN	CC
40	1	1	LK	LK	CC	CC	LK	LK
41	1	2	CC	FN	MC	FP	MC	MC
42	1	1	CC	CC	FN	CC	LK	CC
43	1	3	CC	LK	MC	CC	CC	CC
44	1	1	LK	LK	LK	CC	LK	LK
45	1	1	CC	CC	CC	CC	CC	CC
46	1	3	LK	LK	LK	LK	LK	LK
47	1	3	CC	FP	CC	CC	MC	CC
48	1	1	LK	CC	CC	CC	CC	CC
49	1	1	CC	MC	CC	CC	FP	CC
50	1	3	CC	LK	CC	MC	CC	CC
51	1	3	FP	MC	MC	CC	MC	MC
52	1	2	LK	MC	MC	LK	LK	LK

ตารางที่ 4.8 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ จำแนกตามมโนทัศน์หลักและผลสรุปในภาพรวม (ต่อ)

คนที่	แผนการเรียน	ระดับความสามารถ	ผลวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก					ผลวินิจฉัยในภาพรวม
			1	2	3	4	5	
53	1	3	MC	CC	CC	CC	LK	CC
54	1	2	LK	LK	LK	LK	LK	LK
55	1	2	LK	LK	LK	LK	LK	LK
56	1	3	CC	CC	CC	CC	CC	CC
57	1	1	LK	CC	LK	LK	LK	LK
58	1	3	MC	MC	MC	MC	MC	MC
59	1	2	LK	LK	LK	LK	LK	LK
60	1	3	CC	LK	LK	LK	MC	LK
61	1	2	LK	CC	FN	CC	FP	CC
62	1	1	CC	CC	CC	CC	MC	CC

แผนการเรียน 0: ไม่ใช้วิทยาศาสตร์, 1: วิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถ 1: อ่อน, 2: ปานกลาง, 3: เก่ง

จากตารางที่ 4.8 เมื่อนำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปใช้ปรากฏว่า เมื่อพิจารณาผลการวินิจฉัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มได้แก่ 1) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) 2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) 3) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) 4) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) 5) นักเรียนที่ตอบถูกต้องด้วยการเดา และ 6) นักเรียนที่ไม่มีความรู้รายละเอียดดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการวินิจฉัย	จำนวน	ร้อยละ
1) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC)	17	27.43
2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP)	0	0.00
3) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN)	1	1.61
4) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC)	11	17.73
5) นักเรียนที่ตอบถูกด้วยการเดา (LG)	0	0.00
6) นักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK)	33	53.23
รวม	62	100.00

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ร้อยละของผลทดสอบที่มากที่สุดคือ นักเรียนที่ไม่มีความรู้คิดเป็นร้อยละ 53.23 รองลงมาคือนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องร้อยละ 27.24 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 ร้อยละ 17.74 นักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 ร้อยละ 1.61 ส่วนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และนักเรียนที่ตอบถูกด้วยการเดา ไม่พบผลทดสอบสำหรับนักเรียน 2 กลุ่มนี้

4) การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลัก 5 มโนทัศน์ได้แก่ 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การแปรผันทางพันธุกรรม 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 5) วิวัฒนาการ และผลการวินิจฉัยในภาพรวม จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พิจารณาผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกันระหว่างผลจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยา

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) (วรรรณี แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553) ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเป็นราย มโนทัศน์หลัก ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลักระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ

มโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม										
		4 - tier							ค่าสถิติ	p
3 - tier		CC	FP	FN	MC	LG	LK	รวม	Chi-square = 28.546 Cramer's V = 0.339	.002
	CC	10	3	3	1	0	9	26		
	FP	3	1	0	0	0	2	6		
	FN	1	0	0	1	0	0	2		
	MC	2	0	0	1	0	4	7		
	LG	0	0	0	0	0	0	0		
	LK	1	0	0	1	0	19	21		
รวม	17	4	3	4	0	34	62			
มโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม										
		4 - tier							ค่าสถิติ	p
3 - tier		CC	FP	FN	MC	LG	LK	รวม	Chi-square = 25.743 Cramer's V = 0.322	.009
	CC	5	1	0	2	0	2	10		
	FP	0	0	0	0	0	0	0		
	FN	2	0	1	1	0	1	5		
	MC	2	2	1	4	0	8	17		
	LG	1	0	0	0	0	0	1		
	LK	1	0	2	4	0	21	28		
รวม	11	3	4	11	0	33	62			

ตารางที่ 4.10 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลักระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ (ต่อ)

มโนทัศน์หลักเรื่องการเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม										
	4 - tier								ค่าสถิติ	p
3 - tier		CC	FP	FN	MC	LG	LK	รวม	Chi-square = 28.020 Cramer's V = 0.336	.027
	CC	5	1	2	3	0	5	16		
	FP	0	0	1	1	0	0	2		
	FN	3	0	1	1	0	0	5		
	MC	4	0	2	8	0	5	19		
	LG	1	0	0	0	0	1	2		
	LK	0	1	1	4	0	12	18		
รวม					0					
มโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ										
	4 - tier								ค่าสถิติ	p
3 - tier		CC	FP	FN	MC	LG	LK	รวม	Chi-square = 44.488 Cramer's V = 0.489	.000
	CC	16	0	0	2	0	2	20		
	FP	1	0	0	0	0	3	4		
	FN	0	0	0	0	0	2	2		
	MC	3	0	0	8	0	7	18		
	LG	1	0	0	0	0	0	1		
	LK	0	3	0	3	0	11	17		
รวม	21	3	0	13	0	25	62			

ตารางที่ 4.10 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลักระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ (ต่อ)

มโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ										
	4 - tier								ค่าสถิติ	p
3 - tier		CC	FP	FN	MC	LG	LK	รวม	Chi-square = 40.698 Cramer's V = 0.405	.000
	CC	4	2	1	0	0	2	9		
	FP	3	0	0	1	0	2	6		
	FN	0	0	0	0	0	1	1		
	MC	0	1	0	9	0	12	22		
	LG	1	0	0	1	0	1	3		
	LK	1	0	0	3	0	17	21		
รวม	9	3	1	14	0	35	62			
ในภาพรวมทั้งฉบับ										
	4 - tier								ค่าสถิติ	p
3 - tier		CC	FP	FN	MC	LG	LK	รวม	Chi-square = 53.464 Cramer's V = 0.536	.000
	CC	12	0	1	2	0	2	17		
	FP	1	0	0	0	0	0	1		
	FN	1	0	0	0	0	0	1		
	MC	1	0	0	7	0	8	16		
	LG	1	0	0	0	0	0	1		
	LK	1	0	0	2	0	23	26		
รวม	17	0	1	11	0	33	62			

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 31 คนคิดเป็นร้อยละ 50.00 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 16.13 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.61 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.61 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 30.65 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.339 หมายความว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอด

ลักษณะทางพันธุกรรม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 31 คนคิดเป็นร้อยละ 50.00 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.07 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 6.45 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 33.87 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.322 หมายความว่าในมโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 26 คนคิดเป็นร้อยละ 41.94 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.06 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.61 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 12.90 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 19.35 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.336 หมายความว่าในมโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 35 คนคิดเป็นร้อยละ 56.45 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 25.81 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 12.90 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 17.47 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.489 หมายความว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 30 คนคิดเป็นร้อยละ 48.39 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 6.45 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 14.52 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 27.42 ส่วนค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.405 หมายความว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามารถบ่งชี้ระดับ มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

ในภาพรวมทั้งฉบับพบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถบ่งชี้ระดับมีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 67.74 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 19.35 นักเรียนที่มี มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 11.29 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 37.10 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.536 หมายความว่า ในภาพรวม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถบ่งชี้ระดับมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ระหว่างผลทดสอบจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถบ่งชี้ระดับ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ระหว่างผลทดสอบจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถบ่งชี้ระดับ

หัวข้อที่พิจารณา	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์	การแปลผล
มโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	0.339	สัมพันธ์กันระดับต่ำ
มโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม	0.322	สัมพันธ์กันระดับต่ำ
มโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม	0.336	สัมพันธ์กันระดับต่ำ
มโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ	0.489	สัมพันธ์กันระดับปานกลาง
มโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ	0.405	สัมพันธ์กันระดับปานกลาง
ในภาพรวมทั้งฉบับ	0.536	สัมพันธ์กันระดับปานกลาง
เฉลี่ย	0.405	สัมพันธ์กันระดับปานกลาง

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของครามาเออร์อยู่ระหว่าง 0.316 ถึง 0.536 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.405 หมายความว่าส่วนใหญ่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กันในระดับต่ำถึงปานกลาง

ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การทดสอบนักเรียนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลการวินิจฉัยดังที่ได้รายงานแล้วในส่วนที่ 2 สำหรับในส่วนที่ 3 นี้เป็นการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยทั้งแบบสามระดับและสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อหาความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) โดยข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ผ่านการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยทั้งแบบสามระดับและสี่ระดับมาแล้ว ผลการสัมภาษณ์สามารถแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) 2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) และ 3) นักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) ผู้วิจัยจึงปรับการจัดกลุ่มของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบการจัดหมวดหมู่ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์

ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ		ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ		ผลการสัมภาษณ์	
1. มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง	CC	1. มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง	CC	1. มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง	CC
A tier = ตอบถูก		A tier = ตอบถูก			
R tier = ตอบถูก		CA tier = มั่นใจ			
C tier = มั่นใจ		R tier = ตอบถูก			
		CR tier = มั่นใจ			

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบการจัดหมวดหมู่ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ (ต่อ)

ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบ วินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ		ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบ วินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ		ผลการสัมภาษณ์	
2. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 A tier = ตอบถูก R tier = ตอบผิด C tier = มั่นใจ	FP	2. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 A tier = ตอบถูก CA tier = มั่นใจ R tier = ตอบผิด CR tier = มั่นใจ	FP	2. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน	MC
3. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 A tier = ตอบผิด R tier = ตอบถูก C tier = มั่นใจ	FN	3. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 A tier = ตอบผิด CA tier = มั่นใจ R tier = ตอบถูก CR tier = มั่นใจ	FP		
4. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 A tier = ตอบผิด R tier = ตอบผิด C tier = มั่นใจ	MC	4. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 A tier = ตอบผิด CA tier = มั่นใจ R tier = ตอบผิด CR tier = มั่นใจ	MC		
5. ตอบถูกด้วยการเดา A tier = ตอบถูก R tier = ตอบถูก C tier = ไม่มั่นใจ	LG	5. ตอบถูกด้วยการเดา A tier = ตอบถูก CA tier = ไม่มั่นใจ R tier = ตอบถูก CR tier = ไม่มั่นใจ	LG	3. ไม่มีความรู้	LK
6. ไม่มีความรู้ มีรูปแบบการตอบที่ไม่ตรงกับ กับกลุ่มที่ 1 - 5	LK	6. ไม่มีความรู้ มีรูปแบบการตอบที่ไม่ตรงกับ กับกลุ่มที่ 1 - 5	LK		

A tier หมายถึงการตอบระดับคำตอบ

R tier หมายถึงการตอบระดับเหตุผล

C tier หมายถึงการตอบระดับความมั่นใจในภาพรวมของระดับคำตอบและระดับเหตุผลในแบบสอบ

วินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

CA tier หมายถึงการตอบระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

CR tier หมายถึงการตอบระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผลในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 1) ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน 2) ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์ 3) ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์ และ 4) การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

การหาความสัมพันธ์ของผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานของตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ทำได้โดยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐานของนักเรียนซึ่งมาจากร้อยละของผลคะแนนการสอบกลางภาคเรียนรวมกับผลคะแนนการสอบปลายภาคเรียนของนักเรียน โดยผลการสัมภาษณ์แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับคือ 1) มีมีโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) 2) มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) และ 3) ไม่มีความรู้ (LK) ส่วนผลการเรียนของนักเรียนแบ่งนักเรียนออกเป็น 8 ระดับ ได้แก่ 4 หมายถึงมีผลการเรียนดีเยี่ยม 3.5 หมายถึงมีผลการเรียนค่อนข้างดีเยี่ยม 3 หมายถึงมีผลการเรียนดี 2.5 หมายถึงมีผลการเรียนค่อนข้างดี 2 หมายถึงมีผลการเรียนพอใช้ 1.5 หมายถึงมีผลการเรียนค่อนข้างพอใช้ 1 หมายถึงมีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ และ 0 หมายถึงมีผลการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ปราบกฎผลดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

ผลการเรียน	ผลการเรียน						ค่าสถิติ	p
		3	2.5	2	1	รวม		
ผลสัมภาษณ์		3	2.5	2	1	รวม	Chi-square = 19.987 Cramer's V = 0.401	0.003
	CC	6	1	9	5	33		
	MC	0	2	0	6	8		
	LK	1	3	8	21	21		
	รวม	7	6	17	32	62		

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.401 หมายความว่า ผลสัมภาษณ์กับระดับผลการเรียนของนักเรียนมีความตรงตามสภาพในระดับปานกลาง (วรรณณี แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

2) ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลการสัมภาษณ์ เพื่อพิจารณาความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ โดยแยกพิจารณาเป็นรายมิติหลักและในภาพรวม ปรากฏผลดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์

มโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม								
ผลการสัมภาษณ์	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p	
		CC	MC	LK	รวม			
3-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 46.655 Cramer's V = 0.613	.000	
	CC	23	2	1	26			
	MC	7	2	6	15			
	LK	0	2	19	26			
	รวม	30	6	26	62			

ตารางที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์ (ต่อ)

มโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
3-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 25.763 Cramer's V = 0.456	.000
	CC	7	1	2	10		
	MC	4	9	11	24		
	LK	2	1	25	28		
	รวม	13	11	38	62		
มโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
3-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 22.264 Cramer's V = 0.424	.000
	CC	10	4	2	16		
	MC	9	11	8	28		
	LK	2	1	15	18		
	รวม	21	16	25	62		
มโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
3-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 32.885 Cramer's V = 0.515	.000
	CC	18	2	0	20		
	MC	7	6	12	25		
	LK	2	2	13	17		
	รวม	27	10	25	62		
มโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
3-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 16.694 Cramer's V = 0.320	.008
	CC	5	3	1	9		
	MC	3	15	14	32		
	LK	1	7	13	21		
	รวม	9	25	28	62		

ตารางที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์ (ต่อ)

ในภาพรวมทั้งฉบับ							
		ผลการสัมภาษณ์				ค่าสถิติ	p
3-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 40.194 Cramer's V = 0.569	.000
	CC	14	1	2	17		
	MC	5	7	7	19		
	LK	2	0	24	26		
	รวม	21	8	33	62		

จากตารางที่ 4.14 พบว่า มโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 70.97 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 37.10 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 3.23 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 30.65 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.613 หมายความว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (วรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 41 คน คิดเป็น ร้อยละ 66.13 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 11.29 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 14.52 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 40.32 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.456 หมายความว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 58.06 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 16.13 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 17.74 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 15

คน คิดเป็นร้อยละ 24.19 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.424 หมายความว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรรณี แกมเกตู, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 59.68 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 29.03 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 9.68 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 20.97 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.515 หมายความว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรรณี แกมเกตู, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 53.23 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.06 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 24.19 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 20.97 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.320 หมายความว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ (วรรรณี แกมเกตู, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

การวินิจฉัยในภาพรวมทั้งฉบับ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 67.16 โดยแบ่งนักเรียน ที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 22.58 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 11.29 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 38.71 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.569 หมายความว่า ในภาพรวมผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรรณี แกมเกตู, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

3) ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลการสัมภาษณ์ เพื่อพิจารณาความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ โดยแยกพิจารณาเป็นรายมโนทัศน์หลักและในภาพรวม ปรากฏผลดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์

มโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
4-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 42.911 Cramer's V = 0.588	.000
	CC	16	1	0	17		
	MC	5	5	1	11		
	LK	9	0	25	34		
	รวม	30	6	26	62		
มโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
4-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 30.095 Cramer's V = 0.493	.000
	CC	8	2	1	11		
	MC	4	6	8	18		
	LK	1	3	29	33		
	รวม	13	11	38	62		
มโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
4-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 46.002 Cramer's V = 0.609	.000
	CC	12	1	0	13		
	MC	4	15	7	26		
	LK	5	0	18	23		
	รวม	21	16	25	62		

ตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์ (ต่อ)

มโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
4-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 40.576 Cramer's V = 0.572	.000
	CC	20	0	1	21		
	MC	2	7	7	16		
	LK	5	3	17	25		
	รวม	27	10	25	62		
มโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
4-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 29.197 Cramer's V = 0.485	.000
	CC	5	2	2	9		
	MC	4	12	2	18		
	LK	0	11	24	35		
	รวม	9	25	28	62		
ในภาพรวมทั้งฉบับ							
	ผลการสัมภาษณ์					ค่าสถิติ	p
4-tier		CC	MC	LK	รวม	Chi-square = 38.548 Cramer's V = 0.558	.000
	CC	15	1	1	17		
	MC	2	5	5	12		
	LK	4	2	27	33		
	รวม	21	8	33	62		

จากตารางที่ 4.15 พบว่า มโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 74.19 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 25.81 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.06 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 40.32 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.588 หมายความว่า มโนทัศน์หลักเรื่อง การ

ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 69.35 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 12.90 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 9.68 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 29 คน คิดเป็น ร้อยละ 46.77 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.493 หมายความว่า มโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 72.58 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 19.35 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 29.03 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 46.77 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.609 หมายความว่า มโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 70.97 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 32.26 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 11.29 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 27.42 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.572 หมายความว่า มโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรณิ แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

มโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ แบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 66.13 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.07 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 19.36 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 38.71 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.485

หมายความว่า มโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรณิ แกมเกต, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

ในภาพรวมทั้งฉบับ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์มีผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 75.81 โดยแบ่งนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 24.19 นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 8.07 และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 43.55 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.558 หมายความว่า ในภาพรวม ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับการสัมภาษณ์มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง (วรรณิ แกมเกต, 2555; อวยพร เรื่องตระกูล, 2553)

4) การเปรียบเทียบความสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนต้นที่ 2) ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์ และตอนต้นที่ 3) ความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์ ปรากฏผลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์จากการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์

การเปรียบเทียบ	Cramer's V				ความแตกต่างของค่า Cramer's V
	สามระดับ	ระดับความสัมพันธ์	สี่ระดับ	ระดับความสัมพันธ์	
1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	0.613	สูง	0.588	ปานกลาง	0.025 (p=.801)
2. การแปรผันทางพันธุกรรม	0.456	ปานกลาง	0.493	ปานกลาง	0.037 (p=.772)
3. เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม	0.424	ปานกลาง	0.609	สูง	0.185 (p=.121)

ตารางที่ 4.16 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์จากการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ (ต่อ)

การเปรียบเทียบ	Cramer's V				ความแตกต่าง ของค่า Cramer's V
	สาม ระดับ	ระดับ ความสัมพันธ์	สี่ระดับ	ระดับ ความสัมพันธ์	
4. ความหลากหลาย ทางชีวภาพ	0.515	ปานกลาง	0.572	ปานกลาง	0.057 (p=.585)
5. วิวัฒนาการ	0.320	ต่ำ	0.485	ปานกลาง	0.165 (p=.189)
6. ในภาพรวมทั้ง ฉบับ	0.569	ปานกลาง	0.558	ปานกลาง	0.011 (p=.905)

จากตารางที่ 4.16 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์แล้ว ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีค่าระหว่าง 0.320 ถึง 0.613 มีระดับความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์ในระดับต่ำถึงสูง ส่วนใหญ่สัมพันธ์ในระดับปานกลาง ส่วนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีค่าระหว่าง 0.485 ถึง 0.609 มีระดับความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์ในระดับปานกลางถึงสูง ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ในรายมน็อตศน์หลักและในภาพรวมทั้งฉบับพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 12,875 คน จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร ที่มีผลทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 12 โรงเรียน ตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนราชวินิต มัธยม ได้มาด้วยวิธีการเลือกอย่างเจาะจง จำนวน 62 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่มุ่งวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในโมโนทัศน์หลัก 5 โมโนทัศน์ ได้แก่ 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2) การแปรผันทางพันธุกรรม 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 5) วิวัฒนาการ โดยมีเครื่องมือวิจัยได้แก่ 1) แบบสอบเพื่อสำรวจโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบจำนวน 36 ข้อ ข้อมูลที่ได้จากคำตอบของนักเรียนนำไปสู่การสร้างตัวเลือกและตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ ในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบสอบนี้ประกอบด้วยข้อสอบ 33 ข้อ แต่ละข้อแบ่งการตอบเป็น 3 ระดับได้แก่ ระดับคำตอบ (A tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ระดับเหตุผล (R tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และ ระดับความมั่นใจ (C tier) คือ การตอบระดับความมั่นใจในภาพรวมของการตอบข้อสอบข้อนั้น ๆ เป็นมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ท 6 ระดับ 3) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบสอบนี้ประกอบด้วยข้อสอบ 33 ข้อ แต่ละข้อแบ่งการตอบเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับคำตอบ (A tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (CA tier) เป็นมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ท 6 ระดับ ระดับเหตุผล (R tier) เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และ ระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (CR tier) เป็นมาตรฐานค่าแบบลิเคิร์ท 6 ระดับ

สำหรับคำถามและตัวเลือกในระดับคำตอบและระดับเหตุผลของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับเป็นคำถามและตัวเลือกชุดเดียวกัน แตกต่างกันในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ วัดความมั่นใจของการตอบในภาพรวม ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวัดความมั่นใจของการตอบแยกเป็น 1) ความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ และ 2) ความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นนักเรียนที่มีมีโน้ตส์ที่ถูกต้อง นักเรียนที่มีมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อน นักเรียนที่ตอบถูกด้วยการเดา และนักเรียนที่ไม่มีความรู้ และ 4) แบบสัมภาษณ์ประกอบด้วยคำถาม 15 ข้อที่ให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับมีโน้ตส์หลักทั้ง 5 มีโน้ตส์ แล้ววินิจฉัยว่านักเรียนมีมีโน้ตส์ที่ถูกต้อง นักเรียนที่มีมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อน และนักเรียนที่ไม่มีความรู้

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีกระบวนการทั้งสิ้น 3 ขั้นตอนหลักได้แก่ 1) การสำรวจมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อน 2) การดำเนินการวินิจฉัยมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อน 3) การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัย สำหรับขั้นที่ 1 การสำรวจมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อน เริ่มจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับมีโน้ตส์ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาของการวิจัย จากนั้นศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด และสร้างแบบสอบเพื่อสำรวจมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ของแบบสอบเพื่อสำรวจมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นปรับปรุงแบบสอบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำแบบสอบไปใช้สำรวจมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ขั้นที่ 2 การดำเนินการวินิจฉัยมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนเริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและ สี่ระดับ แล้วนำคำตอบที่ได้จากแบบสอบเพื่อสำรวจมีโน้ตส์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนมาสร้างเป็นคำถามและตัวเลือกในระดับคำตอบและระดับเหตุผล ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ จากนั้นตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไป ทดลองใช้ เพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนก แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงให้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมีคุณภาพมากขึ้น จากนั้นจึงนำไปใช้วินิจฉัยกับนักเรียนตัวอย่างในการวิจัย ส่วนขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยคือการวิเคราะห์ผลการวินิจฉัยเปรียบเทียบระหว่างแบบสอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ และเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ สามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ 2 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ แบ่งเป็นส่วนย่อยได้ 4 ส่วน ได้แก่ 1.1) ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ 1.2) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ 1.3) ผลการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ และ 1.4) ผลการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1) ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับด้วยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) สำหรับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับนั้น ทั้งระดับคำตอบ (A tier) ระดับเหตุผล (R tier) และระดับความมั่นใจ (C tier) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน หมายความว่า ในการตอบของนักเรียนทั้งสามระดับเป็นการวัดที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน สำหรับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับนั้น มีความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) ระดับความมั่นใจของระดับคำตอบ (CA tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) และระดับความมั่นใจของระดับเหตุผล (CR tier) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน หมายความว่า ในการตอบของนักเรียนทั้งสี่ระดับเป็นการวัดที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน เช่นเดียวกับที่ปรากฏในแบบสอบแบบเลือกตอบสามระดับ

1.2.) ความสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ การพิจารณาความสัมพันธ์นี้ด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) พบว่า แบบ

สอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีความสอดคล้องในทิศทางเดียวกันกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในระดับสูง นอกจากนี้ยังพิจารณาความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation) พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูง การพิจารณาความสัมพันธ์ทั้งการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นให้ผลที่สอดคล้องกัน เป็นสิ่งยืนยันว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับสามารถวัดคุณลักษณะเดียวกันของนักเรียนที่เป็นตัวอย่างในการวิจัย

1.3) ผลการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับ สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่มได้แก่ 1) นักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Correct concept: CC) 2) นักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (False positive: FP) 3) นักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (False negative: FN) 4) นักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (Misconception: MC) 5) นักเรียนที่ตอบถูกเพราะการเดา (Lucky guess: LG) และ 6) ไม่มีความรู้ (Lack of knowledge: LK)

แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับให้ผลวินิจฉัยดังนี้ ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) เท่ากับ 28.42 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) เท่ากับ 1.61 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) เท่ากับ 1.61 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) เท่ากับ 25.81 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกด้วยการเดา (LG) เท่ากับ 1.61 และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) เท่ากับ 49.94 ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับให้ผลวินิจฉัยดังนี้ ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) เท่ากับ 27.42 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) เท่ากับ 0.00 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) เท่ากับ 1.61 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) เท่ากับ 17.74 ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกด้วยการเดา (LG) เท่ากับ 0.00 และร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) เท่ากับ 53.23

จากผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับพบว่า ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) ร้อยละของนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) ร้อยละของนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) และร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกด้วยการเดา (LG) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีค่าสูงกว่าแบบสี่ระดับ ส่วนร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) แบบสอบทั้งสองมีค่าเท่ากัน

สำหรับร้อยละของนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีค่ามากกว่าแบบสามระดับ

1.4) ผลการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสี่ระดับ ผลการวิจัยในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 เรื่อง การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในรายมโนทัศน์หลัก และผลการวินิจฉัยในภาพรวม โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) โดยมีมโนทัศน์หลักเรื่องที่ 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีความสอดคล้องของผลวินิจฉัยในระดับต่ำ มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 2) การแปรผันทางพันธุกรรม มีความสอดคล้องของผลวินิจฉัยในระดับต่ำ มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม มีความสอดคล้องของผลวินิจฉัยในระดับต่ำ มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ มีความสอดคล้องของผลวินิจฉัยในระดับปานกลาง มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 5) วิวัฒนาการ มีความสอดคล้องของผลวินิจฉัยในระดับปานกลาง ส่วนความสอดคล้องของผลวินิจฉัยเมื่อพิจารณาผลวินิจฉัยในภาพรวมทั้งฉบับพบว่ามีความสอดคล้องในระดับปานกลาง หมายความว่า ในภาพรวมมีโอกาสเป็นไปได้ระดับปานกลางที่นักเรียนคนหนึ่งจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันจากผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ในส่วนที่ 2 นี้เป็นการสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2) เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับในวิชาชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับข้อมูลเชิงประจักษ์ สามารถแบ่งการสรุปผลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ 2.1) ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 2.2) ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ 2.3) ผลการทดสอบความแตกต่างของความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระหว่างการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1) ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ซึ่งได้มาจากการสัมภาษณ์ ทั้งการพิจารณาราย

มโนทัศน์หลักและในภาพรวมปรากฏผลว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องที่ 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับปานกลาง มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 2) การแปรผันทางพันธุกรรม มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับปานกลาง มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับสูง มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับปานกลาง และมโนทัศน์หลักเรื่องที่ 5) วิวัฒนาการ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้งฉบับปรากฏว่าผลวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับปานกลาง หมายความว่า ในภาพรวมมีโอกาสเป็นไปได้ปานกลางที่นักเรียนคนหนึ่งจะถูกจัดกลุ่มอยู่กลุ่มเดียวกันจากผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์

2.2) ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ซึ่งได้มาจากการสัมภาษณ์ ทั้งการพิจารณารายมโนทัศน์หลัก และในภาพรวมปรากฏผลว่า ในมโนทัศน์หลักเรื่องที่ 1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับสูง มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 2) การแปรผันทางพันธุกรรม มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับปานกลาง มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับสูง มโนทัศน์หลักเรื่องที่ 4) ความหลากหลายทางชีวภาพ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับปานกลาง และมโนทัศน์หลักเรื่องที่ 5) วิวัฒนาการ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาในภาพรวมปรากฏว่าผลวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับปานกลาง หมายความว่า ในภาพรวมมีโอกาสเป็นไปได้ปานกลางที่นักเรียนคนหนึ่งจะถูกจัดกลุ่มอยู่กลุ่มเดียวกันจากผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์

2.3) ผลการทดสอบความแตกต่างของความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ระหว่างการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ จากการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์แล้ว ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับให้ค่าที่สูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในทุก ๆ มโนทัศน์และในภาพรวมของแบบสอบทั้งฉบับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์พบว่า การวินิจฉัยรายมโนทัศน์หลักแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับให้ผลการวินิจฉัยสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวโดยสรุปแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ แบบสอบทั้งสองฉบับเป็นแบบสอบที่มุ่งวัดคุณลักษณะเดียวกัน แต่แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับให้ผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกันในระดับปานกลาง และแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบทั้งสองฉบับให้ผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ไม่แตกต่างกัน

การอภิปรายผล

จากการดำเนินการวิจัยและผลการวิจัย มีประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ ผลการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ และความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์ ดังนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในการวิจัยในครั้งนี้มุ่งวินิจฉัยในวิชาชีววิทยา แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ได้แก่ เรื่องที่ 1) พันธุกรรม ประกอบด้วยมโนทัศน์หลัก 3 มโนทัศน์ได้แก่ 1.1) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 1.2) การแปรผันทางพันธุกรรม 1.3) เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม เรื่องที่ 2) ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วยมโนทัศน์หลักคือ 2.1) ความหลากหลายทางชีวภาพ และเรื่องที่ 3) วิวัฒนาการ ประกอบด้วยมโนทัศน์หลักคือ 3.1) วิวัฒนาการ รวมมโนทัศน์หลักทั้งสิ้น 5 มโนทัศน์สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องลักษณะทั่วไปของแบบสอบวินิจฉัยของวนิดา ภูเอี่ยม (2550) ที่กล่าวว่ามี การวิเคราะห์เนื้อหาออกเป็นมโนทัศน์ที่ต้องการวินิจฉัย การวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยจัดเป็นการวินิจฉัยแบบเป็นทางการ (Formal diagnostic) (ศิริเดช สุชีวะ, 2538) และเป็นการวินิจฉัยระดับวิเคราะห์ (Analytical diagnostic) (สุปราณี บุระ, 2557)

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบในการวิจัยนี้ มีแบบสอบวินิจฉัย 2 ฉบับ ได้แก่ 1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ และ 2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ โดยที่แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีการวัดนักเรียนในการตอบข้อสอบแต่ละข้อใน 3 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับคำตอบ (Answer tier: A tier) เป็นการมุ่งวัดความรู้ของนักเรียน

เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่มุ่งวัด 2) ระดับเหตุผล (Reason tier: R tier) เป็นการวัดเหตุผลหรือแนวความคิดที่อยู่เบื้องหลังการเลือกตอบในระดับคำตอบ 3) ระดับความมั่นใจ (Confidence tier: C tier) เป็นการวัดระดับความมั่นใจในภาพรวมของการตอบระดับคำตอบและระดับเหตุผล ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีการวัดนักเรียนในการตอบข้อสอบแต่ละข้อใน 4 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับคำตอบ (A tier) เป็นการวัดความรู้ของนักเรียน เช่นเดียวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ 2) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (Confidence of answer tier: CA tier) เป็นการวัดความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ 3) ระดับเหตุผล (R tier) เป็นการวัดเหตุผลหรือแนวความคิดที่อยู่เบื้องหลังการตอบระดับคำตอบ เช่นเดียวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ และ 4) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (Confidence of reason tier: CR tier) เป็นการวัดความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล

ด้านคุณภาพของแบบสอบ เมื่อพิจารณาค่าความยาก (Difficulty) ของข้อสอบ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ในภาพรวมระดับคำตอบ (A tier) มีค่าความยากเฉลี่ย 0.46 ระดับเหตุผล (R tier) มีค่าความยากเฉลี่ย 0.43 ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ ในภาพรวมระดับคำตอบ (A tier) มีค่าความยากเฉลี่ย 0.44 ระดับเหตุผล (R tier) มีค่าความยากเฉลี่ย 0.44 ในภาพรวมแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมีค่าความยากในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาค่าอำนาจจำแนก (Discriminant) ของข้อสอบ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ในภาพรวมระดับคำตอบ (A tier) มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.37 ระดับเหตุผล (R tier) มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.32 ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ ในภาพรวมระดับคำตอบ (A tier) มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.35 ระดับเหตุผล (R tier) มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.34 แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมีอำนาจจำแนกอยู่ในภาพรวมระดับพอใช้ทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผล จากข้อมูลด้านความยากของข้อสอบนั้น วนิดา ภู่อี่ยม (2550) และวิดา ช่อนขำ (2551) ข้อสอบควรมีความยากอยู่ในระดับค่อนข้างง่าย ซึ่งงานวิจัยนี้มีค่าความยากอยู่ในระดับปานกลาง อาจเกิดจากการทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ ทำหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับมโนทัศน์หลักในการวิจัยนี้มาแล้ว 1 ปีการศึกษา ทำให้นักเรียนสามารถตอบถูกต้องน้อยเนื่องจากความทรงจำที่ถดถอย เห็นได้จากผลการวินิจฉัยในงานวิจัยที่สอดคล้องกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (Lack of knowledge: LK) ซึ่งการที่นักเรียนไม่มีความรู้นั้นหมายถึง นักเรียนยังไม่เกิดมโนทัศน์หรือยังไม่มีความคิด ความเข้าใจ และยังไม่สามารถเชื่อมโยงเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนถูกทดสอบในการวิจัยนี้กับประสบการณ์เดิมของนักเรียน (พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน, 2556; สุทธิณี เพชรทองคำ, 2556) อนึ่งหากพิจารณาค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบวินิจฉัยในการวิจัยครั้งนี้พบว่า บางข้อมีค่าความยากและอำนาจจำแนกไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ทั้งนี้อาจเกิดจากในการวิจัยครั้งนี้เป็น

การทดสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) ซึ่งค่าความยากและอำนาจจำแนกจะแปรผันไปตามระดับความสามารถของกลุ่มนักเรียนที่ถูกทดสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) อย่างที่ได้กล่าวข้างต้นเกี่ยวกับผลวินิจฉัยที่นักเรียนส่วนใหญ่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีความรู้ จึงทำให้ในบางข้อมีค่าความยากและอำนาจจำแนกไม่เป็นไปตามเกณฑ์ งานวิจัยอื่นที่มีค่าความยากใกล้เคียงกับผลการวิจัยครั้งนี้ เช่น การวิจัยเรื่องการพัฒนาและการนำไปใช้ของแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการเติบโตและการเจริญของพืชดอก ของ Lin Sheau-Wen (2004) ที่มีค่าความยากเฉลี่ย 0.53 เป็นค่าความยากในระดับปานกลาง การพัฒนาและความตรงของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับเพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการลำเลียงในพืช และระบบหมุนเวียนเลือดในมนุษย์ ของ Wang Jing-Ru (2004) มีค่าความยากเฉลี่ย 0.40 เป็นค่าความยากระดับปานกลาง สำหรับค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในระดับดี สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาและความตรงของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับเพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการลำเลียง ในพืช และระบบหมุนเวียนเลือดในมนุษย์ ของ Wang Jing-Ru (2004) มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.37 อยู่ในระดับดี การใช้แบบสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อวัดธรรมชาติของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องคลื่น ของ Caleon และ Subramaniam (2010) มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย 0.38 อยู่ในระดับพอใช้ จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับข้อสรุปของ Gurel, Eryilimaz และ McDermott (2015) ที่ระบุว่า การสร้างแบบสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพสูงเป็นวิธีการที่ทำได้ยาก

การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ พิจารณาความเที่ยง (Reliability) แบบความสอดคล้องภายในด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) เมื่อพิจารณาเป็นรายมโนทัศน์หลักพบว่า ทั้งแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในแต่ละมโนทัศน์มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับต่ำ เป็นผลมาจากความยาวของแบบสอบมีผลต่อความเที่ยง โดยมโนทัศน์ที่มีจำนวนข้อมากจะมีความเที่ยงสูงกว่ามโนทัศน์ที่มีจำนวนข้อน้อย (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) แต่เมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงในภาพรวมทั้งฉบับพบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเป็น 0.83 และ 0.84 ตามลำดับ หมายความว่าแบบสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับมีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับการวิจัยเรื่องระดับความเชี่ยวชาญและระดับความมั่นใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับมโนทัศน์เบื้องต้นของอิเล็กทรอนิกส์ ของ Sia Ding Teng และคณะ (2012) ที่พิจารณาค่าความเที่ยงด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่า 0.85 มีความเที่ยงของแบบสอบอยู่ในระดับสูง และการประเมินภาคปฏิบัติในเด็กอายุ 10 – 11 ปี และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสำนักด้านตัวเลขโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสี่ระดับ ของ Yang Der-Ching และ Lin Yang-Chi (2015) พิจารณาค่าความเที่ยงด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่า 0.98 มีความเที่ยงของแบบสอบ

อยู่ในระดับสูง และจากข้อมูลความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมีค่าใกล้เคียงกัน อาจเกิดจากแบบสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับมีการวัดในเนื้อหาและมิติที่ใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำถามและตัวเลือกในระดับคำตอบและระดับเหตุผลของแบบสอบทั้งสองฉบับเป็นคำถามและตัวเลือกชุดเดียวกัน จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบทั้งสองฉบับมีค่าใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของมนัสสิริ อินทร์สวาท (2559) ที่พบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับจำนวน 2 ฉบับ ที่มีคำถามและตัวเลือกระดับคำตอบและระดับเหตุผลเหมือนกัน แต่ใช้ระดับการวัดความมั่นใจแตกต่างกัน มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบสองฉบับไม่แตกต่างกัน

การวัดระดับความมั่นใจเป็นสิ่งสะท้อนระดับการประเมินตนเองหรือระดับการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพการปฏิบัติ หรือคุณภาพของผลงาน (Stankov and Dolph, 2000 cited in Caleon and Subramaniam, 2010) ผลการวัดระดับความมั่นใจจะสอดคล้องกับการตอบ คือระดับความมั่นใจจะสูงเมื่อคำตอบนั้นถูกต้อง และระดับความมั่นใจจะต่ำเมื่อคำตอบนั้นผิด (Caleon & Subramaniam, 2010) เมื่อพิจารณาความสอดคล้องของความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (Answer tier) ระดับเหตุผล (Reason tier) และการตอบระดับความมั่นใจ (Confidence tier) พบว่าในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ การตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับเหตุผล (R tier) มีความสัมพันธ์ในระดับสูง ($r = 0.782$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับการตอบระดับความมั่นใจ (C tier) พบว่า การตอบระดับความมั่นใจ สัมพันธ์กับการตอบระดับเหตุผล (R tier) ในระดับปานกลาง ($r = 0.471$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่การตอบระดับความมั่นใจมีความสัมพันธ์กับการตอบระดับคำตอบ (A tier) ในระดับต่ำ ($r = 0.316$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าในข้อที่นักเรียนตอบถูกในระดับคำตอบ (A tier) นักเรียนมีความมั่นใจที่ไม่สูงมาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Sreenivasulu (2013) ที่พบว่าข้อที่นักเรียนตอบถูกไม่ได้มีระดับความมั่นใจสูง เกิดจากเนื้อหาเรื่องนั้นยากเกินความเข้าใจของนักเรียน กล่าวคือนักเรียนไม่มีความรู้ และมักมีมิติที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหานั้นสูงด้วย เห็นได้จากผลการทดสอบที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับที่นักเรียนมีคะแนนต่ำ ซึ่งผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับในการวิจัยครั้งนี้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีความรู้ (Lack of knowledge: LK)

สำหรับความสัมพันธ์ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับเหตุผล (R tier) มีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก ($r = 0.816$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (Confidence of answer tier: CA tier) มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง ($r = 0.509$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับ

เหตุผล (R tier) กับการตอบระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (Confidence of reason tier: CR tier) มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ($r = 0.417$) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าการแยกตอบระดับความมั่นใจเป็น 1) ความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (CA tier) และ 2) การตอบความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (CR tier) เป็นการวัดระดับความมั่นใจที่ชัดเจนกว่าการวัดระดับความมั่นใจในภาพรวม สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Gurel และคณะ (2015) ที่ระบุว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีการวัดระดับความมั่นใจที่ชัดเจนกว่าแบบเลือกตอบสามระดับ (Gurel et al., 2015) และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (CA tier) กับการตอบระดับเหตุผล (CR tier) พบว่า มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก ($r = 0.947$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาจเกิดจากในการทำข้อสอบแต่ละข้อนักเรียนมีความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบเท่ากับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล สอดคล้องกับการศึกษาของ Der-Ching Yang (2015) ที่พบว่าค่า นักเรียนร้อยละ 68 มีแนวโน้มที่ความมั่นใจระดับคำตอบมีค่าเท่ากับระดับเหตุผล นักเรียน ที่เลือกคำตอบถูกต้องหรือเหตุผลถูกต้องมีค่าเฉลี่ยความมั่นใจสูงกว่านักเรียนที่ตอบผิด และพบว่ามี 16 มโนทัศน์ที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในระดับรุนแรง

เมื่อพิจารณาความสอดคล้องของแบบสอบทั้งสองฉบับด้วยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.841 หมายความว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูง เป็นอีกหลักฐานหนึ่งที่สนับสนุนว่า แบบสอบวินิจฉัยทั้งสองฉบับมีการวัดในเนื้อหาและมีมโนทัศน์เดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำถามและตัวเลือกในระดับคำตอบและระดับเหตุผลของแบบสอบทั้งสองฉบับเป็นคำถามและตัวเลือกชุดเดียวกัน จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้นมีความสัมพันธ์กันสูง สอดคล้องกับการศึกษาของมนัสสิริ อินทร์สวาท (2559) ที่พบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับจำนวน 2 ฉบับ ที่มีคำถามและตัวเลือกระดับคำตอบและระดับเหตุผลเหมือนกัน แต่ใช้ระดับการวัดความมั่นใจแตกต่างกัน มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบสองฉบับไม่แตกต่างกัน (มนัสสิริ อินทร์สวาท, 2559)

จากรูปแบบการตอบของนักเรียนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม สอดคล้องกับการศึกษาของ Gurel, Eryilmaz, และ McDermott (2015) ได้แก่ 1) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Correct concept: CC) 2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (False positive: FP) 3) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (False negative: FN) 4) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (Misconception: MC) 5) นักเรียนที่ตอบถูกต้องด้วยการเดา (Lucky guess: LG) และ 6) นักเรียนที่ไม่มีความรู้ (Lack of knowledge: LK) สำหรับผลจากการวินิจฉัยด้วยแบบสอบสามระดับพบว่า มีผลวินิจฉัยใน 6 กลุ่ม

เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ 1) นักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) ร้อยละ 50.00 2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) ร้อยละ 22.58 3) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) ร้อยละ 20.97 4) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) ร้อยละ 3.23 5) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) ร้อยละ 1.61 และ 6) นักเรียนที่ตอบถูกด้วยการเดา (LG) ร้อยละ 1.61 ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีผลวินิจฉัยใน 6 กลุ่ม เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ 1) นักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LG) ร้อยละ 56.45 2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (CC) ร้อยละ 22.58 3) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (MC) ร้อยละ 20.97 4) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) ร้อยละ 1.61 ส่วนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) และนักเรียนที่ตอบถูกด้วยการเดา (LG) ไม่พบในผลการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ สอดคล้องตามรายงานของ Arshlan (2012) ที่ระบุว่า ความน่าจะเป็นของการตอบแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) และแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) ควรจะน้อยกว่าร้อยละ 10 แบบสอบวินิจฉัยที่มีค่าร้อยละของการตอบแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (FP) และการตอบแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (FN) ต่ำ แสดงว่ามีค่าความตรงเชิงเนื้อหาในระดับสูง จากข้อมูลดังกล่าวเป็นหลักฐานสนับสนุนว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในการวิจัยนี้เป็นแบบสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา

ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลของการวินิจฉัยระหว่างผลวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับปรากฏผลเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ระบุว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับจะให้ผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกัน โดยมีเหตุผลสนับสนุนดังนี้

ผลการเปรียบเทียบการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับในประเด็นความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ (Answer tier) ระดับเหตุผล (Reason tier) และระดับความมั่นใจ (Confidence tier) โดยการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment correlation coefficient) พบว่า ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ มีความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับเหตุผล (R tier) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.782 หมายความว่า การตอบระดับคำตอบ กับการตอบระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับความมั่นใจ (C tier) พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.316

หมายความว่า การตอบระดับคำตอบกับการตอบระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับเหตุผล (R tier) กับการตอบระดับความมั่นใจ (C tier) พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.471 หมายความว่า การตอบระดับคำตอบกับการตอบระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ มีความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับเหตุผล (R tier) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.816 หมายความว่า การตอบระดับคำตอบกับการตอบระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการตอบระดับคำตอบ (A tier) กับการตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบ (CA tier) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.509 หมายความว่า การตอบระดับคำตอบกับการตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบของนักเรียนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการตอบระดับเหตุผล (R tier) กับการตอบระดับความมั่นใจของระดับเหตุผล (CR tier) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.417 หมายความว่า การตอบระดับเหตุผลกับการตอบระดับความมั่นใจของระดับเหตุผลของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบ (CA tier) กับการตอบระดับความมั่นใจของระดับเหตุผล (CR tier) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.947 หมายความว่า การตอบระดับความมั่นใจของระดับคำตอบกับการตอบระดับความมั่นใจของระดับเหตุผลมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า แบบสอบทั้งสองฉบับมีความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (Answer tier) ระดับเหตุผล (Reason tier) และระดับความมั่นใจ (Confidence tier) อยู่จริง และเป็นความสัมพันธ์ทางบวก สอดคล้องกับการศึกษาของ Caleon และ Subramaniam (2010) ที่พบว่าผลการวัดระดับความมั่นใจจะสอดคล้องกับคำตอบ โดยที่ระดับความมั่นใจจะสูงเมื่อคำตอบนั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้อง และระดับความมั่นใจจะต่ำลงเมื่อคำตอบข้อนั้นเป็นคำตอบที่ผิด

เมื่อพิจารณาความสอดคล้องของการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) ในรายเมโนทัศน์หลักทั้ง 5 เมโนทัศน์ และในภาพรวม พบว่า ส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกันในระดับปานกลาง (V มีค่าระหว่าง 0.322 ถึง 0.536) แสดงว่าโอกาสที่นักเรียนคนหนึ่งจะถูกจัดกลุ่มอยู่ในกลุ่มเดียวกันทั้งจากการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมีความเป็นไปได้ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาร้อยละของนักเรียนที่ไม่มีความรู้ (LK) จากผลการ

วินิจฉัยด้วยแบบสอบแบบเลือกตอบสามระดับ มีค่าเท่ากับ 40.94 ส่วนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ มีค่าเท่ากับ 53.23 สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Gurel, Eryilmaz และ Mcdermott (2015) ที่เสนอว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับให้การแปลผลที่ชัดเจนกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เนื่องจากการวัดระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน โดยที่แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับเป็นการวัดความมั่นใจในภาพรวม ส่วนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเป็นการตอบระดับความมั่นใจที่แยกกันชัดเจนระหว่างการตอบระดับคำตอบและการตอบระดับเหตุผล ทำให้สามารถแยกกลุ่มนักเรียนที่ตอบโดยไม่มีความรู้ออกจากกลุ่มนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 3 แบบ รวมทั้งนักเรียนที่ไม่มีความรู้และตอบถูกด้วยการเดาได้ดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ (Gurel et al., 2015) จึงพบว่าร้อยละของนักเรียนที่ไม่มีความรู้จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีค่าสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

ส่วนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับกับการสัมภาษณ์มีผลไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ที่ระบุว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับน่าจะให้ผลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากการสัมภาษณ์มากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ มีเหตุผลที่ทำให้ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐานดังนี้

ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับผลการสัมภาษณ์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์อยู่ระหว่าง 0.320 ถึง 0.613 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.483 ส่วนผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับกับผลการสัมภาษณ์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์อยู่ระหว่าง 0.485 ถึง 0.588 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.551 เมื่อแยกพิจารณาผลการวินิจฉัยเป็นรายมโนทัศน์ด้วยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์พบว่า ในรายมโนทัศน์หลักทั้ง 5 มโนทัศน์และในภาพรวมทั้งฉบับ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ในทุก ๆ มโนทัศน์หลักและในภาพรวมทั้งฉบับ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับให้ผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ไม่แตกต่างกัน จากข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างการตอบระดับคำตอบ (A tier) การตอบระดับเหตุผล (R tier) ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (CA tier) และระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (CR tier) พบว่า

ระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบ (CA tier) กับระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (CR tier) มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.947 การที่ค่าสหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายความว่า การตอบระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบกับระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผลมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก เหมือนมีการวัดเป็นตัวแปรเดียวกัน เหมือนกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับที่มีการวัดระดับความมั่นใจของการตอบระดับคำตอบและการตอบระดับเหตุผลเพียงครั้งเดียว จึงทำให้ผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับไม่แตกต่างกันทั้งในรายมโนทัศน์หลักและในภาพรวมของการวินิจฉัยทั้งฉบับ จากข้อมูลดังกล่าวนี้จึงทำให้ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

อนึ่งเมื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างผลการสัมภาษณ์กับผลการเรียนของนักเรียนด้วยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ (Cramer's V correlation coefficient) พบว่ามีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง อาจเกิดจากการสัมภาษณ์เป็นการวัดในเฉพาะมโนทัศน์หลักทั้ง 5 มโนทัศน์ ส่วนผลการเรียนนอกจากจะเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการวัดมโนทัศน์หลักทั้ง 5 มโนทัศน์แล้ว ยังมีมโนทัศน์หลักอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากนี้รวมอยู่ด้วย

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ในเชิงวิชาการ ดังนี้

1.1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับให้ผลการวินิจฉัยที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถนำวิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้สร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบในมโนทัศน์เรื่องอื่น ๆ เพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนถูกจำแนกอยู่ในกลุ่มใด ได้แก่ นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน นักเรียนที่ตอบถูกด้วยการเดา หรือนักเรียนที่ไม่มีความรู้ ทั้งนี้เพื่อที่จะเป็นข้อมูลที่ครูผู้สอนสามารถนำไปวางแผนเพื่อส่งเสริมศักยภาพนักเรียน หรือหาทางแก้ไขนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน รวมทั้งพัฒนานักเรียนที่ไม่มีความรู้ให้มีความรู้และมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งควรเลือกใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมากกว่าแบบสี่ระดับ เนื่องจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับเป็นแบบสอบที่ประหยัดเวลาในการสร้างและประหยัดเวลาในการสอบมากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

1.2) การนำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบไปใช้ทดสอบเพื่อวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียน อาจแบ่งทดสอบเป็นรายมโนทัศน์หลัก จะทำให้สามารถประหยัดเวลาการทำแบบสอบและ

ลดความเหนื่อยล้าของนักเรียน ทำให้ได้ผลทดสอบที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยลงด้วย อนึ่งการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยเป็นการทดสอบเพื่อมุ่งหวังการวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียน ไม่ควรใช้เพื่อการตัดสินผลการเรียน แต่ควรใช้การแปลผลการวินิจฉัยเพื่อซ่อมเสริมและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

1.3) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่คุ้นเคย อีกทั้งในแบบสอบแต่ละข้อมีการวัดระดับความมั่นใจของการตอบ ซึ่งเป็นการประเมินค่าความมั่นใจภายในของนักเรียนแต่ละคน การตอบระดับความมั่นใจมีผลต่อการวินิจฉัยนักเรียนออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังนั้นการนำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับไปใช้ควรอธิบายวิธีการทำแบบสอบอย่างละเอียดให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนเพื่อป้องกันความสับสน ทำให้นักเรียนตอบข้อสอบในแต่ละระดับได้ครบถ้วน และเน้นย้ำให้นักเรียนทำแบบสอบด้วยความตั้งใจ หรือสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนตั้งใจทำแบบสอบ จะทำให้ผลวินิจฉัยแม่นยำยิ่งขึ้น

1.4) จากการวินิจฉัยในครั้งนี้พบว่า มีนักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ในมโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และการแปรผันทางพันธุกรรม เป็นสิ่งที่ครูผู้สอนควรเร่งพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ส่วนมโนทัศน์หลักที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ ซึ่งครูควรวางแผนเพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง รวมทั้งหาสาเหตุของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มโนทัศน์หลักทั้ง 5 ในการวิจัยนี้ จัดอยู่ในมาตรฐาน ว1.2 ซึ่งมีผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ค่อนข้างต่ำในทุก ๆ ปีการศึกษา การที่นักเรียนมีผลการทดสอบระดับต่ำเกิดจากการไม่มีความรู้ ซึ่งอาจเกิดจากการที่นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาที่ครูสอนในห้องเรียน หรือนักเรียนได้เรียนรู้แล้วแต่เมื่อเวลาผ่านไปนักเรียนลืมเนื้อหาดังกล่าว ส่วนการที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการสร้างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครู ปัญหาที่พบนี้เป็นสิ่งที่ครูจะได้ใช้เป็นข้อมูลในการป้องกันและแก้ไขปัญหาในอนาคตต่อไป

2) ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

2.1) การวัดความรู้ระดับเหตุผลในครั้งนี้เป็นการวัดด้วยตัวเลือกที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจเพิ่มตัวเลือกที่ให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลของนักเรียนในกรณีที่เหตุผลของนักเรียนไม่มีในตัวเลือกที่ผู้วิจัยเสนอให้ จะทำให้ได้ผลวิจัยที่แตกต่างจากครั้งนี้หรือไม่

2.2) การวินิจฉัยด้วยแบบสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบด้วยการตอบลงในแบบสอบ (paper-pencil test) ในครั้งต่อไปถ้าออกแบบให้เป็นการทดสอบออนไลน์ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดรูปแบบการทดสอบให้มีความตื่นเต้นเร้าใจ ด้วยภาพและเสียง หรือสื่อวีดิทัศน์ อาจจะทำให้ผู้เข้าสอบรู้สึกสนใจในการทำแบบสอบมากขึ้น หรือการเพิ่มการให้ข้อมูลป้อนกลับทันที

แก่นักเรียนหลังจากการทดสอบ ก็จะทำให้นักเรียนทราบว่านักเรียนถูกจัดกลุ่มอยู่ในกลุ่มใด เพื่อการพัฒนาการเรียนด้วยตัวของนักเรียนเอง

2.3) การวิจัยในครั้งต่อไปควรศึกษาการวินิจฉัยด้วยทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item response theory: IRT) เพื่อลดปัญหาค่าพารามิเตอร์ความยากและอำนาจจำแนก และการเดาของข้อสอบแต่ละข้อที่แปรผันตามกลุ่มของผู้เข้าสอบ แต่ในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนตัวอย่างในการวิจัยน้อยจึงได้ใช้การทดสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory)

2.4) การวิจัยในครั้งนี้พบว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่มีความรู้ส่วนใหญ่ใหญ่เป็นนักเรียนที่ไม่ใช่แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจเพิ่มแผนการเรียนของนักเรียนเป็นตัวแปรอิสระ แล้วศึกษาว่าในแต่ละแผนการเรียนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถปรับระดับให้ผลการวินิจฉัยที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดด้านจำนวนของตัวอย่างในแต่ละแผนการเรียน จึงได้ศึกษาผลการวินิจฉัยในภาพรวม



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2539). *แนวทางการสร้างแบบสอบวินิจฉัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ. (2550). *การตรวจสอบประสิทธิผลของเทคนิคการคิดออกเสียงในการพัฒนาความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5: การทดลองแบบอนุกรมเวลา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรารธนา พลอภิชาติ. (2556). *การพัฒนาคู่มือการสร้างแบบสอบวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษาโดยใช้โมเดลข้อสอบและวิธีการลำดับขั้นของ คุณลักษณะ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2556). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อ มโนทัศน์เรื่องการรักษาคุณภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2558). *การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนัสสิริ อินทร์สวาท. (2559). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับสำหรับ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา- การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554*. กรุงเทพมหานคร: ราชบัณฑิตยสถาน.

- เลิศบุษยา ไทยเจริญ. (2558). *การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วนิดา ภู่อี่ยม. (2550). *การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคิดเคลื่อนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์แบบประเพณีนิยมกับแบบสองระดับ*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณิ แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิยฉัตร พูนพิพัฒน์. (2556). *ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสารและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิดา ชอนขำ. (2551). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและการดำเนินการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). *ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2538). *การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุดารัตน์ มนต์นิมิตร. (2545). *การใช้เทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เพื่อจัดสอนซ่อมเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุพธินี เพชรทองคำ. (2556). ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สุปราณี บุระ. (2557). การพัฒนาแบบสอบเชิงวินิจฉัยทางฟิสิกส์เรื่องการดำเนินการเลขคณิตพื้นฐานโดยใช้คอมพิวเตอร์: การประยุกต์โมเดลดีไอเอเอ็นเอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมรรัตน์ สร้อยสังวาล. (2551). การพัฒนาวิธีประเมินเชิงวินิจฉัยโดยประยุกต์ใช้โมเดลลำดับขั้นของคุณลักษณะและการทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อวยพร เรื่องตระกูล. (2553). สถิติประยุกต์ทางพฤติกรรมศาสตร์ 1. กรุงเทพมหานคร: ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัจฉรา ปานรอด. (2555). ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้การเชื่อมโยงแผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A Three-tier Diagnostic test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science and mathematical Education*, 34(11), 1667-1686.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Do students Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the Nature of Students' Alternative Conceptions. *Research in Science Education*, 40(3), 313-317.

- Chabalengula, V. M., Saders, M., & Mumba, F. (2012). Diagnosing students' understanding of energy and its related concepts in biological context. *International Journal of Science and mathematical Education*, 10(1), 241-266.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluation secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293-307.
- Derkaya, K. (2012). *Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics*. Doctoral dissertation, The Graduate school of Middle East Technical University.
- Erdal, T. (2016). Development and use of a three-tier diagnostic test to assess high school students' misconceptions about the photoelectric effect. *Research in Science & Technological Education*, 34(2), 164-186.
- Fisher, K. M., William, K. S., & Lineback, J. E. (2011). Osmosis and Diffusion Conceptual Assessment. *CBE Life Sciences Education*, 10(4), 418-429.
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 989-1008.
- Hopkins, C. D., & Antes, R. L. (1990). *Classroom Management and Evaluation*. USA: F.E. Pencil Publishing, Inc.
- Jaspers, M. W. M., Steen, T., & Bos, C. v. d. (2004). The think aloud method: a guide to user interface design. *International Journal of Medical Informatics*, 73, 781-795.
- Joe, J., Chaudhuri, S., Le, T., Thompson, H., & Demiris, G. (2015). The use of think-aloud and instant data analysis in evaluation research: Exemplar and lessons learned. *Journal of Biomedical informatics*, 56, 284-291.
- Lin Sheau-Wen. (2004). Development and application of two-tier diagnostic test for high school students' understanding of flowering plant growth and

development. *International Journal of Science and mathematical Education*, 2(2), 175-199.

Sia Ding Teng, Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2012). High school students' proficiency and confidence levels in displaying of basic electrolysis concepts. *International Journal of Science and mathematical Education*, 10(6), 1325-1345.

Sia, D. T., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2012). High School Students' Performancy and Confidence Levels in Displaying There Understanding of Basic Electrolysis Concepts. *International Journal of Science and mathematics Education*, 10(6), 1325-1345.

Sreenivasulu, B., & Subramaniam, R. (2013). University Students' Understanding of Chemical Thermodynamics. *International Journal of Science Education*, 35(4), 601-635.

Tsui, C.-Y., & Treagust, D. (2009). Evaluating Secondary Students' Scientific Reasoning in Genetics Using a Two-Tier Diagnostic Instrument. *International Journal of Science and mathematical Education*, 32(8), 1073-1098.

Wang Jing-Ru. (2004). Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human circulatory system. *International Journal of Science and mathematics Education*, 2(2), 131-154.

Yang Der-Ching, & Lin Yung-Chi. (2015). Assessing 10- to 11-year-old children's performance and misconceptions in number sense using a four-tier diagnostic test. *Educational research*, 57(4), 368-388.



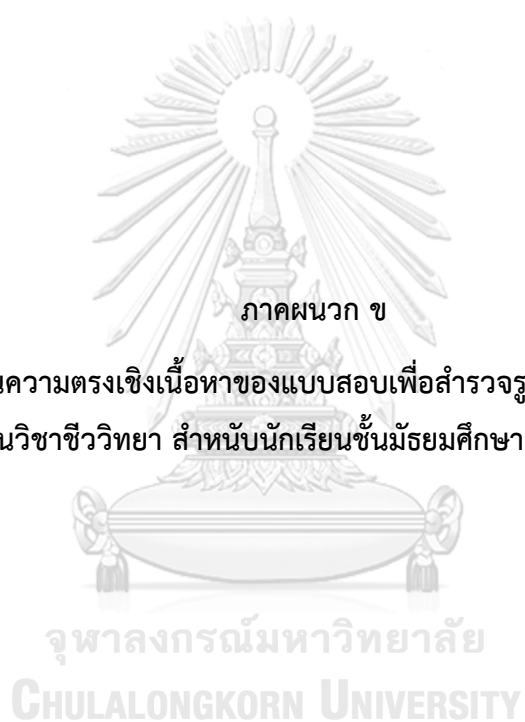
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ลำดับ	รายนาม	ตำแหน่ง	หมายเหตุ
1	รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล	อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการวัดและ ประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการวัดและ ประเมินผล
2	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี	อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการศึกษา วิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและ การสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชา ชีววิทยา
3	อาจารย์ ดร. ชนะวัฒน์ บุณนาค	อาจารย์ประจำ วิทยาลัยเทคโนโลยี จิตรลดา และโรงเรียน จิตรลดา	ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชา ชีววิทยา
4	นายสุขเกษม พุกจรูญ	ครู วิทยฐานะชำนาญการ พิเศษ โรงเรียนราชวินิต มัชฌิม	ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชา ชีววิทยา
5	นางสาวชุตีมา ศรีไกรสิทธิ์	ครู วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนราชวินิต มัชฌิม	ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาวิชา ชีววิทยา



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
ในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่าง
ตารางพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจ
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา
เรื่อง พันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ
ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ

คำชี้แจง

ด้วยข้าพเจ้า นายธนบดี อินทาคกรวด นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบที่จะพัฒนาขึ้นนี้พัฒนาขึ้นตามลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในการนี้ผู้วิจัยต้องพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยคำตอบในระดับเนื้อหาและระดับเหตุผล แบบสอบวินิจฉัยในการวิจัยนี้มีเนื้อหา 3 เรื่อง ได้แก่ (1) พันธุกรรมและกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (2) เทคโนโลยีชีวภาพ และ (3) ความหลากหลายทางชีวภาพและการคัดเลือกตามธรรมชาติ

ผู้วิจัยจึงขอความกรุณาจากท่านในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของคำถามและตัวเลือกระดับความรู้และระดับเหตุผลในแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยพิจารณาความสอดคล้องของคำถามและตัวเลือกกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด สารการเรียนรู้แกนกลาง และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่างในตารางพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาที่ตรงกับผลการพิจารณาของท่าน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

มาตรฐาน ว1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว1.2 ม.4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

สิ่งมีชีวิตมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่มาสู่รุ่นลูกหลานได้ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะที่ปรากฏ

เชื่อมโยงทัศน์: ความหมายของลักษณะทางพันธุกรรม

คำบรรยายมโนทัศน์

ลักษณะทางพันธุกรรม คือลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ถูกควบคุมด้วยสารพันธุกรรม ลักษณะทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกหลานได้

เชื่อมโยงทัศน์: การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

คำบรรยายมโนทัศน์

- ยีน คือหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม ในสิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซม 2 ชุด ($2n$) จะมียีนที่ควบคุมลักษณะเดียวกันอยู่เป็นคู่

- ยีนที่ควบคุมลักษณะเด่นสามารถแสดงลักษณะทางพันธุกรรมได้แม้มีอัลลีลนั้นเพียง 1 อัลลีล ส่วนยีนที่ควบคุมลักษณะด้อยจะสามารถแสดงลักษณะทางพันธุกรรมได้เมื่อยีนที่อยู่คู่กันทั้งคู่เป็นอัลลีลที่ควบคุมลักษณะด้อย

- การเขียนสัญลักษณ์แทนยีน นิยมใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษ โดยอัลลีลที่เป็นลักษณะเด่นใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ และอัลลีลที่เป็นลักษณะด้อยใช้ตัวพิมพ์เล็ก

- ยีนที่อยู่คู่กันจะแยกจากกันในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และรวมกันอย่างอิสระในการปฏิสนธิ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คำถาม	ระดับพฤติกรรมที่มุ่งวัด	การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ		ความคิดเห็นเพิ่มเติม
			เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้	<p>1. เหตุใดบุคคลที่เป็นญาติกันจึงมีลักษณะหน้าตาคล้ายคลึงกัน</p> <p>คำตอบ เพราะบุคคลที่อยู่ในครอบครัวเดียวกันจะมีพันธุกรรมใกล้เคียงกัน ทำให้รูปร่างหน้าตาคล้ายกัน</p> <p>2. ลักษณะทางพันธุกรรมหมายความว่าอย่างไร</p> <p>คำตอบ ลักษณะทางพันธุกรรมหมายถึงลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ถูกควบคุมด้วยสารพันธุกรรม สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกหลานได้</p> <p>3. ดอกไม้ชนิดหนึ่งมีลักษณะดอกสีแดงและดอกสีขาว กำหนดให้ R ควบคุมลักษณะดอกสีแดง และ r ควบคุมลักษณะดอกสีขาว</p> <p>3.1 จีโนไทป์ (Genotype) ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้และดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้ เขียนสัญลักษณ์ได้อย่างไร</p> <p>คำตอบ จีโนไทป์ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้และดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้คือ RR และ rr ตามลำดับ</p> <p>3.2 จงแสดงวิธีทำเพื่อหาจีโนไทป์ (Genotype) และฟีโนไทป์ (Phenotype) ในลูกรุ่นที่ 1 (F₁) ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้กับดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้ (แนวคำตอบอยู่หน้าถัดไป)</p>	ความเข้าใจ			
		ความจำ			
		การนำไปใช้			



ภาคผนวก ค

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน
วิชาชีพวิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา
ของแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา
เรื่อง พันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ**

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	IOC	หมายเหตุ
การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรม	1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอด	1	1.0	
	ลักษณะทางพันธุกรรมได้	2	1.0	
		3	1.0	
	2. อธิบายเกี่ยวกับจำนวน โครงสร้าง และหน้าที่ของดีเอ็นเอ และโครโมโซมได้	4	1.0	
		5	1.0	
		6	0.6	
		3. อธิบายความหมายและหน้าที่ ของยีนได้	7	0.6
	8	0.6		
การแปรผันทาง พันธุกรรม	4. อธิบายความหมายของการเกิด มิวเทชันและผลของมิวเทชันต่อ สิ่งมีชีวิตได้	9	0.6	
	5. อธิบายความหมายของความแปร ผันทางพันธุกรรมและผลของความ แปรผันทางพันธุกรรมได้	10	1.0	
		11	0.6	
		12	1.0	
	เทคโนโลยีชีวภาพ ทางพันธุกรรม	6. อธิบายความหมายและหลักการ ของพันธุวิศวกรรม รวมทั้ง ผลกระทบของพันธุวิศวกรรมต่อ ชีวิตประจำวันได้	13	1.0
7. อธิบายความหมายและหลักการ ของการโคลนได้		14	1.0	
		15	1.0	
8. อธิบายความหมายและหลักการ ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช รวมทั้งประโยชน์ของการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อพืชได้		16	0.8	
		17	0.6	
		18	1.0	

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	IOC	หมายเหตุ
ความหลากหลาย ทางชีวภาพ	9. อธิบายความหมายของความ หลากหลายทางชีวภาพในแต่ละ ระดับได้	19	0.6	
		20	0.6	
		21	0.6	
		22	0.6	
		23	0.6	
		24	1.0	
		25	1.0	
		26	0.8	
		27	0.6	
		28	0.6	
วิวัฒนาการ	11. อธิบายความหมายของสปีชีส์ได้	29	0.8	
		30	1.0	
	12. อธิบายความหมายของ วิวัฒนาการได้	31	1.0	
		32	0.6	
	13. อธิบายหลักการของทฤษฎีการ คัดเลือกโดยธรรมชาติ และ ความสัมพันธ์ของการคัดเลือกโดย ธรรมชาติกับการเกิดสปีชีส์ใหม่ได้	33	1.0	
		34	1.0	
		35	1.0	
		36	0.6	



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบโมแทศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

แบบสอบเพื่อสำรวจรวมโมแทศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา

เรื่อง พันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ตามความเข้าใจของนักเรียน โดยเขียนตอบด้วยลายมือตัวบรรจง

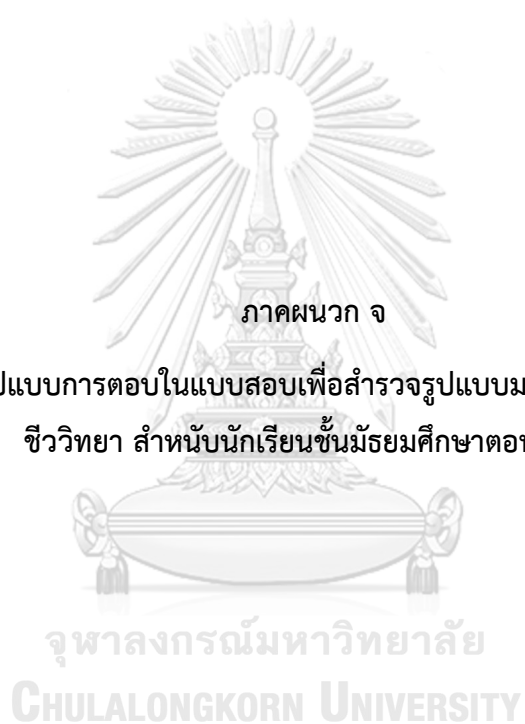
1. เหตุใดบุคคลที่เป็นพี่น้องในครอบครัวเดียวกันจึงมีลักษณะหน้าตาคล้ายคลึงกัน

2. ลักษณะทางพันธุกรรมหมายความว่าอย่างไร

3. ดอกไม้ชนิดหนึ่งมีลักษณะดอกสีแดงและดอกสีขาว กำหนดให้ R ควบคุมลักษณะดอกสีแดง และ r ควบคุมลักษณะดอกสีขาว

3.1 จีโนไทป์ (Genotype) ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้และดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้ เขียนสัญลักษณ์ได้ว่าอย่างไร

3.2 จงแสดงวิธีทำเพื่อหาจีโนไทป์ (Genotype) และฟีโนไทป์ (Phenotype) ในลูกรุ่นที่ 1 (F_1) ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้กับดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้



ภาคผนวก จ

ผลการสังเคราะห์รูปแบบการตอบในแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการเลือกตัวอย่างนักเรียนจำนวน 59 คน ที่ไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มเดียวกับที่จะใช้แบบสอบ
วินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ เพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนปรากฏผลดังนี้

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
1	เหตุใดบุคคลที่เป็นพี่น้องในครอบครัวเดียวกันจึงมีลักษณะหน้าตาคล้ายคลึงกัน	เพราะบุคคลที่อยู่ในครอบครัวเดียวกันจะมีพันธุกรรมใกล้เคียงกัน ทำให้มีรูปร่างหน้าตาคล้ายกัน	24
		มีพ่อแม่คนเดียวกัน	26
		ได้รับพันธุกรรมมาจากคนในครอบครัวเดียวกัน	2
		มี DNA ชนิดเดียวกัน	1
		อยู่ในสปีชีส์เดียวกัน	2
		มีโครโมโซมที่คล้ายคลึงกัน	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	15
2	ลักษณะทางพันธุกรรมหมายความว่าอย่างไร	ลักษณะทางพันธุกรรมหมายถึงลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ถูกควบคุมด้วยสารพันธุกรรม สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกหลานได้	42
		ลักษณะที่ได้รับมาโดยกำเนิด	1
		สิ่งที่ทำให้เกิด DNA ไม่ว่าจะชนิดเดียวกันหรือต่างกัน	1
		ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่แสดงออกมา สามารถบ่งบอกได้ว่าสิ่งมีชีวิตนั้นมีลักษณะอย่างไร	3
		ลักษณะของสิ่งมีชีวิตทำให้สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันมีลักษณะแตกต่างกัน	1
		ลักษณะที่แสดงออกทางจีโนไทป์และฟีโนไทป์	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	10

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่	
3	ดอกไม้ชนิดหนึ่งมีลักษณะ ดอกสีแดงและดอกสีขาว ลักษณะดอกสีแดงเป็น ลักษณะเด่นที่ข่มลักษณะ ดอกสีขาวซึ่งเป็นลักษณะ ด้อยได้อย่างสมบูรณ์ กำหนดให้ R ควบคุม ลักษณะดอกสีแดง และ r ควบคุมลักษณะดอกสีขาว			
3.1	จีโนไทป์ (Genotype) ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้ และดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้ เขียนสัญลักษณ์ได้ว่า อย่างไร	จีโนไทป์ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้และดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้คือ RR และ rr ตามลำดับ	55	
		จีโนไทป์ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้คือ RR, Rr และ rR	1	
		ส่วนจีโนไทป์ของดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้คือ rr		
		จีโนไทป์ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้คือ RR และ Rr ส่วนจีโนไทป์ของดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้คือ rr	1	
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	2	
3.2	จงแสดงวิธีทำเพื่อหาจีโนไทป์ (Genotype) และฟีโนไทป์ (Phenotype) ในลูกรุ่นที่ 1 (F ₁) ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้กับดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้	โนไทป์รุ่นพ่อแม่คือ RR x rr Gamete ของรุ่นพ่อแม่คือ R และ r	37	
		จีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>Rr</td> </tr> </table> ดังนั้นจีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 (F ₁) คือ Rr และฟีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 คือดอกไม้สีขาว		
	R			
r	Rr			
		โนไทป์รุ่นพ่อแม่คือ RR x rr Gamete ของรุ่นพ่อแม่คือ R และ r	4	

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่				
		จีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>Rr</td> </tr> </table> ดังนั้นจีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 (F_1) คือ Rr และ ฟีนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 คือดอกไม้สีชมพู		R	r	Rr	
	R						
r	Rr						
3.2	จงแสดงวิธีทำเพื่อหาจีโนไทป์ (Genotype) และฟีนไทป์ (Phenotype) ในลูกรุ่นที่ 1 (F_1) ของดอกไม้สีแดงพันธุ์แท้กับดอกไม้สีขาวพันธุ์แท้	โนไทป์รุ่นพ่อแม่คือ $RR \times rr$ Gamete ของรุ่นพ่อแม่คือ R และ r จีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>Rr</td> </tr> </table> ดังนั้นจีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 (F_1) คือ Rr		R	r	Rr	11
	R						
r	Rr						
		โนไทป์รุ่นพ่อแม่คือ $RR \times rr$ Gamete ของรุ่นพ่อแม่คือ R และ r จีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>Rr</td> </tr> </table> ดังนั้นจีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 (F_1) คือ rR		R	r	Rr	2
	R						
r	Rr						
		โนไทป์รุ่นพ่อแม่คือ $RR \times rr$ Gamete ของรุ่นพ่อแม่คือ R และ r จีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>Rr</td> </tr> </table> ดังนั้นจีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 (F_1) คือ Rr และ rr		R	r	Rr	1
	R						
r	Rr						
		โนไทป์รุ่นพ่อแม่คือ $RR \times rr$ จีโนไทป์ของรุ่นลูกคือ R และ r	1				

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่				
		<p>โนโทป์รุ่นพ่อแม่คือ $RR \times rr$</p> <p>Gamete ของรุ่นพ่อแม่คือ R และ r</p> <p>จีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>r</td> <td>Rr</td> </tr> </table> <p>ดังนั้นจีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 (F_1) คือ Rr</p> <p>จีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 1 คือ ดอกไม้สีขาว</p>		R	r	Rr	1
	R						
r	Rr						
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	2				
4	เซลล์ร่างกายมนุษย์ โดยทั่วไปในขณะที่ไม่มีการแบ่งเซลล์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 46 แห่ง จะมีจำนวนดีเอ็นเอเท่ากับ 46 โมเลกุล จากข้อมูลดังกล่าวให้นักเรียนอธิบายสาเหตุที่ทำให้จำนวนโครโมโซมกับจำนวนโมเลกุลของดีเอ็นเอ	<p>เพราะในระยะพัก โครโมโซม 1 แห่งประกอบด้วย 1 โครมาทิด และ 1 โครมาทิดประกอบด้วยดีเอ็นเอ 1 โมเลกุล จึงทำให้เซลล์ที่มีโครโมโซม 46 แห่ง มีจำนวนดีเอ็นเอ 46 โมเลกุล</p>	21				
		เพราะได้โครโมโซมจากพ่อ 23 แห่ง และจากแม่ 23 แห่ง	1				
		โครโมโซมแต่ละแห่งสร้าง DNA ได้ 1 โมเลกุล	1				
		โครโมโซมแต่ละแห่งมี DNA เป็นของตัวเอง	1				
		ถ้าไม่เกิดการแบ่งเซลล์จำนวน DNA ก็ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง	4				
		DNA อยู่ในโครโมโซม	1				
		โครโมโซม 1 แห่ง อยู่ใน DNA 1 โมเลกุล	1				
		DNA คือโครโมโซม	1				
		DNA พันรอบโครโมโซม	1				
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	27				

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
5	ให้นักเรียนศึกษาคาร์โบไฮเดรตต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม 	ผู้ที่มีคาร์โบไฮเดรตนี้มีลักษณะทางพันธุกรรมต่างจากคนทั่วไป เนื่องจากโครโมโซมเป็นแหล่งเก็บสารพันธุกรรมซึ่งมีหน้าที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม ผู้ที่มีคาร์โบไฮเดรตนี้มีโครโมโซมคู่ที่ 21 มากกว่าคนปกติจึงทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมต่างจากคนปกติ	42
	ผู้ที่มีคาร์โบไฮเดรตดังกล่าวจะมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนคนปกติหรือไม่ และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	ผู้ที่มีคาร์โบไฮเดรตดังกล่าวเป็นคนปกติ เพราะจำนวนโครโมโซมไม่ขาดไม่เกินจากปกติ	7
		ผู้ที่มีคาร์โบไฮเดรตนี้มีลักษณะทางพันธุกรรมต่างจากคนทั่วไป เนื่องจากโครโมโซมมีลักษณะงอ	2
		ผู้ที่มีคาร์โบไฮเดรตนี้มีลักษณะทางพันธุกรรมต่างจากคนทั่วไป เนื่องจากโครโมโซมขาดหายไป	2
		ผู้ที่มีคาร์โบไฮเดรตนี้มีลักษณะทางพันธุกรรมต่างจากคนทั่วไป เนื่องจากทีโครโมโซม Y เกินมา 1	2
		ผู้ที่มีคาร์โบไฮเดรตนี้มีลักษณะทางพันธุกรรมต่างจากคนทั่วไป เนื่องจากทีโครโมโซม Y ขนาดไม่เท่ากับโครโมโซม X	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	3

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
6	จากการวิเคราะห์สัดส่วนของเบสในดีเอ็นเอ พบว่าในสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่จะมีสัดส่วนของเบสอะดีนีนต่อเบสไทมีน (A:T) และเบสกวานีนต่อเบสไซโทซีน (G:C) มีค่าใกล้เคียงกับ 1 จากข้อมูลดังกล่าวสัมพันธ์กับการจับคู่กันระหว่างไนโตรจีนัสเบสในสายดีเอ็นเออย่างไร	ดีเอ็นเอ 1 โมเลกุลประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย ทั้งสองสายจับกันด้วยเบสคู่สม โดยเบสอะดีนีน (A) จับคู่กับเบสไทมีน (T) และ เบสกวานีน (G) จับคู่กับเบสไซโทซีน (C)	20
		ดีเอ็นเอ 1 โมเลกุลประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย ทั้งสองสายจับกันด้วยเบสคู่สม โดยเบสอะดีนีน (A) จับคู่กับเบสกวานีน (G) และเบสไทมีน (T) จับคู่กับเบสไซโทซีน (C)	1
		เบสอะดีนีน (A) มีจำนวนใกล้เคียงกับเบส (T) และเบสกวานีน (G) มีจำนวนใกล้เคียงกับเบสไซโทซีน (C) ทำให้มีสัดส่วนใกล้เคียงกับ 1	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	37
7	ลำดับเบสในสายพอลินิวคลีโอไทด์มีหน้าที่เกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมอย่างไร	ลำดับเบสในสายพอลินิวคลีโอไทด์ทำหน้าที่เก็บรหัสทางพันธุกรรมซึ่งมีหน้าที่ควบคุมลำดับกรดอะมิโนในการสังเคราะห์โปรตีนของสิ่งมีชีวิต เป็นการกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	19
		ทำให้เกิดความแตกต่างของสารพันธุกรรม	1
		เป็นต้นแบบในการสร้าง DNA สายใหม่	1
		เป็นส่วนที่เชื่อมพอลินิวคลีโอไทด์ทั้งสองสายไว้ด้วยกันในโมเลกุลของ DNA	9
		ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีน	1
		ทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์โปรตีน	1
		ทำหน้าที่สังเคราะห์กรดอะมิโน	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	26
8	ตำแหน่งของยีนอยู่ส่วนใดในโมเลกุลของดีเอ็นเอ	ยีนคือลำดับเบสบนสายพอลินิวคลีโอไทด์ ที่ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม โดยทำหน้าที่ควบคุมลำดับกรดอะมิโนในการสังเคราะห์โปรตีนของสิ่งมีชีวิต	4

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
		อยู่ในแท่งเกลียวของ DNA	2
		อยู่บนโครโมโซมในโมเลกุลของ DNA	6
		อยู่ในสายพอลินิวคลีโอไทด์	1
		ยีนเกิดจากการจับคู่ของไนโตรจีนัสเบส	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	45
9	หากลำดับเบสในสายพอลินิวคลีโอไทด์เกิดการเปลี่ยนแปลง จะส่งผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตอย่างไร	เมื่อลำดับเบสในสายพอลินิวคลีโอไทด์เปลี่ยนแปลงไป จะทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปด้วย	44
		ถ้าเกิดในเด็กอาจทำให้เกิดโรคปัญญาอ่อน	1
		ทำให้ตำแหน่งของยีนเปลี่ยนแปลงไป	2
		ไม่ทำให้พันธุกรรมเปลี่ยนแปลง เปลี่ยนแปลงเพียงลำดับกรดอะมิโนในสายพอลิเพปไทด์	1
		ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่	2
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	9
10	การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใดในสิ่งมีชีวิตได้บ้าง	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของลำดับเบสในสายพอลินิวคลีโอไทด์ หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือจำนวนของโครโมโซม	23
		เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและถิ่นที่อยู่อาศัย	25
		เกิดจากการได้รับกัมมันตภาพรังสี	1
		เกิดจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ	1
		การผสมพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กัน	2
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	7

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
11	ในการประกวดนางงามจักรวาล (Miss Universe) เหตุใดผู้เข้าประกวดจากแต่ละประเทศจึงมีลักษณะหน้าตา สีผิว และสีผมที่แตกต่างกัน	มนุษย์มีความหลากหลายทางพันธุกรรมซึ่งเกิดจากความแปรผันทางพันธุกรรม ความแปรผันทางพันธุกรรมนี้ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม	36
		ในแต่ละประเทศมีสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ แตกต่างกัน จึงทำให้ผู้เข้าประกวดมีหน้าตา สีผิว และสีผมที่แตกต่างกัน	21
		ผู้เข้าประกวดมีโครโมโซมไม่เหมือนกัน จึงทำให้อารมณ์ หน้าตา สีผิว และสีผมแตกต่างกัน	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	1
12	เหตุใดลักษณะสีตาของมนุษย์ จึงมีความแตกต่างกัน	เนื่องจากยีนควบคุมสีตาของมนุษย์มีความแตกต่างกัน จึงทำให้ลักษณะสีตาของมนุษย์แตกต่างกัน จัดเป็นความแปรผันทางพันธุกรรมในมนุษย์	38
		เกิดจากการรับแสงในที่ที่มีความเข้มแสงต่างกัน	1
		มีถิ่นที่อยู่อาศัยต่างภูมิภาคกัน เช่น ชาวยุโรปมีตาสีฟ้า ชาวเอเชียมีตาสีน้ำตาล เป็นต้น	1
		มีสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตต่างกัน ทำให้สีตาต่างกัน	6
		เกิดจากเซลล์ในร่างกายของแต่ละคนแตกต่างกัน จึงสร้างเม็ดสีไม่เหมือนกัน	1
		สีตาเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ไม่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้	1
		ยีนมีความผิดปกติ ทำให้เม็ดสีของสีตาเปลี่ยนสี	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	10
		13	พันธุวิศวกรรมหมายความว่าอย่างไร

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
		การใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนสิ่งมีชีวิตต้นแบบ	3
		เทคโนโลยีที่ใช้สร้างสารพันธุกรรมขึ้นมาใหม่	2
		เทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์เพื่อการตรวจสอบลายพิมพ์ DNA	3
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	27
14	นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า มีแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในทะเลลึกสามารถเรืองแสงได้หากนักวิทยาศาสตร์ต้องการให้ดอกกล้วยไม้เรืองแสงได้เหมือนแบคทีเรียชนิดนั้น นักวิทยาศาสตร์จะใช้เทคโนโลยีชีวภาพวิธีใดที่จะสร้างดอกกล้วยไม้เรืองแสง	ใช้วิธีการตัดต่อยีนหรือพันธุวิศวกรรม ตัดต่อยีนควบคุมการเรืองแสงของแบคทีเรียเข้ากับยีนของดอกกล้วยไม้	15
		ปลูกถ่ายเซลล์แบคทีเรียเรืองแสงให้เข้าไปอยู่ในเซลล์กล้วยไม้	6
		นำแบคทีเรียมาผสมพันธุ์กับกล้วยไม้เพื่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ใหม่ เป็นกล้วยไม้ที่เรืองแสงได้	1
		สกัดสารที่ทำให้แบคทีเรียเรืองแสงแล้วฉีดเข้าไปในกล้วยไม้	2
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	35
15	การโคลนหมายความว่าอย่างไร	การโคลนหมายถึงการคัดลอก ทำซ้ำให้สิ่งมีชีวิตใหม่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนเดิมทุกประการ	28
		การนำเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการโคลนมาผสมกันให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ที่มีลักษณะเหมือนเดิม	1
		การนำสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตหนึ่งเข้าไปในสิ่งมีชีวิตเป้าหมาย ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีลักษณะตามที่เราต้องการ	4
		การนำเซลล์หรือชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตมาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์	1

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
		การนำสิ่งมีชีวิตมาผ่านกระบวนการพันธุวิศวกรรม ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ที่มีลักษณะเหมือนสิ่งมีชีวิตต้นแบบ	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	24
16	การผ่าเอ็มบริโอของเม่นทะเลออกเป็นส่วน ๆ แล้วกระตุ้นให้เอ็มบริโอแต่ละส่วนเจริญไปเป็นเม่นทะเลตัวเต็มวัย ถือว่าเป็นการโคลนหรือไม่เพราะเหตุใด	ถือว่าเป็นการโคลน เนื่องจากเป็นการทำให้เกิดเม่นทะเลตัวใหม่ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันทุกประการ	16
		ไม่เป็นการโคลน แต่ถือว่าเป็นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	1
		ไม่เป็นการโคลน เนื่องจากไม่ได้มีการเพิ่มปริมาณ DNA ต้นแบบด้วยการนำไปเพิ่มจำนวนด้วยแบคทีเรีย	2
		เป็นการโคลน เนื่องจากได้เม่นทะเลที่มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกัน	3
		ไม่เป็นการโคลน เนื่องจากเม่นทะเลเข้าสู่ระยะเอ็มบริโอแล้ว ขั้นตอนดังกล่าวเป็นเพียงการกระตุ้นให้เอ็มบริโอเจริญเป็นตัวเต็มวัย	10
		ไม่เป็นการโคลนเพราะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรม	1
		ไม่ได้เป็นการโคลน เพราะไม่เกิดจากการผสมเทียม	1
		ไม่เป็นการโคลน เพราะว่าไม่ได้เป็นการสร้างสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	24

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
17	การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ถือว่าเป็นเป็นการโคลนในพืชหรือไม่อย่างไร	การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นการสร้าง พืชต้นใหม่จากชิ้นส่วนของพืชต้นแบบ พืชใหม่ที่ได้มีสารพันธุกรรมเหมือนกับพืชต้นแบบ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นการโคลนแบบหนึ่ง	18
		ไม่เป็นการโคลน เพราะเนื้อเยื่อที่ได้อาจมีลักษณะทางพันธุกรรมต่างกัน	7
		ไม่เป็นการโคลน เพราะการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นการเพาะต้นอ่อนให้กลายเป็นต้นต้นกล้าเพื่อเจริญเติบโตต่อไป	1
		เป็นการโคลน เพราะทำให้เกิดพืชสปีชีส์ใหม่ที่มีลักษณะเหมือนต้นแบบทุกประการ	1
		ไม่เป็นการโคลน เนื่องจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อทำให้เกิดพืชต้นใหม่ที่มีลักษณะเหมือนเดิม การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นเพียงการขยายพันธุ์พืชวิธีการหนึ่ง	4
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	28
18	การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีประโยชน์ต่อการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชที่ใกล้สูญพันธุ์ได้อย่างไร	ช่วยเพาะขยายพันธุ์พืชที่ใกล้สูญพันธุ์ให้ได้จำนวนมากในเวลาอย่างรวดเร็ว	18
		ช่วยให้สามารถควบคุมโรคระบาดในพืชได้	1
		ทำให้มีการขยายพันธุ์ไม่รวดเร็วแต่ได้จำนวนมาก ทำให้เราสามารถปลูกพืชทดแทนได้	1
		ทำให้พืชสามารถขยายพันธุ์ได้เองในธรรมชาติได้ดีขึ้น	1
		ทำให้พืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีอายุยืนยาวกว่าเดิม	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	37

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
19	ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) หมายความว่าอย่างไร	หมายถึงการมีสิ่งมีชีวิตนานาชนิด นานาพันธุ์ ในระบบนิเวศที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยซึ่งมีความแตกต่างหลากหลาย ความหลากหลายทางชีวภาพแบ่งเป็น 3 ระดับคือ (1) ความหลากหลายทางพันธุกรรม (2) ความหลากหลายของสปีชีส์ และ (3) ความหลากหลายของระบบนิเวศ	37
		สิ่งมีชีวิตที่แตกต่างหลากหลายมาอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะเดียวกัน	14
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	8
20	ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity) หมายความว่าอย่างไร	หมายถึงความหลากหลายที่เกิดขึ้นภายในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน เกิดจากความแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต	44
		ในสถานที่หนึ่งมีสิ่งมีชีวิตหลายสปีชีส์อาศัยอยู่รวมกัน	4
		สิ่งมีชีวิตหลายชนิดมีพันธุกรรมต่างกัน เมื่อมาอยู่ร่วมกันจะผสมกันแล้วเกิดเป็นพันธุกรรมใหม่	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	10
21	ความหลากหลายของสปีชีส์ (Species diversity) หมายความว่าอย่างไร	หมายถึงความหลากหลายที่เกิดจากความแตกต่างของชนิดของสิ่งมีชีวิต	37
		สิ่งมีชีวิตชนิดต่างกันผสมพันธุ์กันได้สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่	1
		สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันแต่มีลักษณะทางพันธุกรรมต่างกันมาอาศัยร่วมกันในพื้นที่หนึ่ง ๆ	9
		กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เคยมีบรรพบุรุษร่วมกันแล้ววิวัฒนาการเป็นสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิด	2
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	10

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
22	<p>จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม</p> <p>“ในสวนมะม่วงแห่งหนึ่งมี มะม่วงหลายสายพันธุ์ เช่น มะม่วงเขียวเสวย มะม่วงอกร่อง มะม่วงฟ้าลั่น มะม่วงน้ำดอกไม้ เป็นต้น ซึ่งมะม่วงสายพันธุ์ใหม่ ๆ เกิดจากนำมะม่วงสายพันธุ์ดั้งเดิมมาผสมพันธุ์กัน”</p> <p>จากข้อความดังกล่าวแสดงว่ามะม่วงมีความหลากหลายทางชีวภาพในระดับใด และเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น</p> <p>A. ความหลากหลายทางพันธุกรรม</p> <p>B. ความหลากหลายของสปีชีส์</p> <p>C. ความหลากหลายของระบบนิเวศ</p>	<p>มะม่วงมีความหลากหลายทางพันธุกรรม เนื่องจากมะม่วงแต่ละสายพันธุ์เป็นสิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันเนื่องจากสามารถผสมพันธุ์กัน ได้ ลูกหลานที่ไม่เป็นหมัน มะม่วงแต่ละสายพันธุ์ต่างกันตรงที่แต่ละสายพันธุ์มีพันธุกรรมต่างกัน จึงทำให้มีลักษณะแตกต่างกัน</p>	43
		<p>มะม่วงมีความหลากหลายทางพันธุกรรม เพราะ มะม่วงแต่ละสายพันธุ์จัดอยู่ในสปีชีส์ต่างกัน แต่เป็นกลุ่มมะม่วงเหมือนกัน</p>	1
		<p>มะม่วงมีความหลากหลายของสปีชีส์ เพราะ ลักษณะภายนอกไม่แตกต่างกัน เป็นมะม่วงเหมือนกัน แต่รสชาติ กลิ่น แตกต่างกัน เนื่องมาจากลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ในแต่ละสปีชีส์</p>	7
		<p>มะม่วงมีความหลากหลายทางพันธุกรรม เพราะ เป็นการปรับแต่งพันธุกรรมตามธรรมชาติ แล้วมาผสมพันธุ์กับมะม่วงพันธุ์ดั้งเดิม ทำให้เกิดเป็นมะม่วงพันธุ์ใหม่</p>	1
		<p>มะม่วงมีความหลากหลายของสปีชีส์ เพราะ มะม่วงแต่ละสายพันธุ์จัดอยู่ในสปีชีส์ต่างกัน แต่เป็นกลุ่มมะม่วงเหมือนกัน</p>	1
		<p>ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ</p>	6

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
23	ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้อย่างละเอียดแล้วตอบคำถาม “พื้นที่ A และพื้นที่ B มีขนาด 100 ตารางเมตรเท่ากัน จากการสำรวจพบว่าในพื้นที่ A มีไม้ยืนต้น 4 ชนิด รวม 20 ต้น ส่วนพื้นที่ B มีไม้ยืนต้น 11 ชนิด 15 ต้น” นักเรียนคิดว่าบริเวณใดมีความหลากหลายของ สปีชีส์มากกว่ากัน และเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น	บริเวณ B มีความหลากหลายของสปีชีส์มากกว่าบริเวณ A เพราะในบริเวณ B พบไม้ยืนต้น 11 ชนิด มากกว่าบริเวณ A ที่พบไม้ยืนต้นเพียง 4 ชนิด	52
		พื้นที่ B มีความหลากหลายของสปีชีส์มากกว่า เนื่องจากถึงแม้มีไม้ยืนต้นเหมือนกันแต่มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกันเล็กน้อย	2
		พื้นที่ A มีความหลากหลายของสปีชีส์มากกว่า เนื่องจากมีจำนวนไม้ยืนต้น 4 ชนิด แต่สามารถเกิด สปีชีส์ได้ 20 ต้น	2
		พื้นที่ A มีความหลากหลายของสปีชีส์มากกว่า เนื่องจากมีจำนวนไม้ยืนต้น 20 สปีชีส์ ส่วนพื้นที่ B มี 15 สปีชีส์	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	2
24	ความหลากหลายของระบบนิเวศหรือความหลากหลายของถิ่นที่อยู่อาศัย (Ecological diversity หรือ Habitat diversity) หมายความว่าอย่างไร	หมายถึงความหลากหลายในด้านแหล่งที่อยู่อาศัย ปัจจัยทางกายภาพ หรือมีความสัมพันธ์ของระบบนิเวศที่แตกต่างกัน	43
		หมายถึงในบริเวณหนึ่ง ๆ มีสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม หลาย ๆ สปีชีส์มาอาศัยอยู่ร่วมกัน	10
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	6

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
25	<p>ให้นักเรียนพิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม</p>  <p>ภาพ A</p>  <p>ภาพ B</p> <p>นักเรียนคิดว่าระบบนิเวศในภาพใดมีความหลากหลายของระบบนิเวศมากกว่ากัน เพราะเหตุใด</p>	ระบบนิเวศในภาพ A มีความหลากหลายของระบบนิเวศมากกว่าภาพ B เพราะว่าภาพ A มีสภาพของพื้นที่ที่หลากหลาย ทั้งส่วนที่เป็นแหล่งน้ำ ที่ราบ และภูเขา ส่วนภาพ B เป็นเพียงทุ่งหญ้า	52
		ภาพ A เพราะมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดอาศัยอยู่รวมกันมากกว่าภาพ B	2
		ภาพ A มีความหลากหลายของระบบนิเวศมากกว่าภาพ B เนื่องจากระบบนิเวศในภาพ A น่าจะเกิดขึ้นบนโลกนี้ก่อนระบบนิเวศของภาพ B จึงทำให้มีสัตว์นานาชนิดมาอาศัยอยู่ ทำให้เกิดความหลากหลาย	1
		ภาพ A มีความหลากหลายทางชีวภาพมากกว่าภาพ B เนื่องจากระบบนิเวศในภาพ A มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าระบบนิเวศในภาพ B พวกสัตว์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ จึงอาศัยอยู่มากกว่า ทำให้เกิดความหลากหลายของระบบนิเวศ	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	3

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
26	ความหลากหลายทางชีวภาพทำให้ระบบนิเวศเกิดความสมดุลได้อย่างไร	ความหลากหลายทางชีวภาพทำให้การหมุนเวียนสารและเกิดการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ดี เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพต้องการปัจจัยในการดำรงชีวิตแตกต่างกัน การมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ร่วมกันอย่างหลากหลาย ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารและถ่ายทอดพลังงานได้ดี ถึงแม้สิ่งมีชีวิตหนึ่งลดจำนวนลงแต่ก็ยังมีสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค หรือผู้ย่อยสลายแทน	20
		ความหลากหลายทางชีวภาพทำให้สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในพื้นที่หนึ่ง ๆ ไม่มากจนเกินไป ต้องอาศัยอยู่ในที่ที่เหมาะสมกับลักษณะทางชีวภาพของมัน	2
		การที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ร่วมกันอย่างหลากหลายทำให้สิ่งมีชีวิตเกื้อกูลกัน ทำให้เกิดความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ทำให้สิ่งมีชีวิตไม่สูญพันธุ์ ถือว่าระบบนิเวศมีความสมดุล	1
		การที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ร่วมกันอย่างหลากหลายทำให้ระบบนิเวศเกิดความอุดมสมบูรณ์ ถือว่าระบบนิเวศมีความสมดุล	2
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	34

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
27	ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม “หญ้าทะเลในประเทศไทยมีอยู่ 11 ชนิด แต่มีเพียง 5 ชนิดเท่านั้นที่เป็นอาหารของพะยูน” จากข้อมูลดังกล่าวให้นักเรียนอธิบายว่าการอนุรักษ์พะยูนสัมพันธ์กับการอนุรักษ์หญ้าทะเลอย่างไร	พะยูนกินหญ้าทะเลเพียง 5 ชนิดเท่านั้น ดังนั้นการอนุรักษ์พะยูนต้องอนุรักษ์หญ้าทะเลที่เป็นอาหารของพะยูนด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดที่พะยูนกินเป็นอาหาร	30
		ไม่ควรอนุรักษ์พะยูนเพราะจะทำให้หญ้าทะเลสูญพันธุ์ไป	3
		ทำการศึกษาเพื่อหาหญ้าทะเลชนิดอื่นมาให้พะยูนกินเป็นอาหาร	1
		หากเราอนุรักษ์พะยูนก็จะทำให้มีหญ้าทะเลยังคงอยู่เนื่องจากเป็นอาหารของพะยูน	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	24
28	จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม “ภาวะโลกร้อนมีสาเหตุหลักจากการเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจก โดยเฉพาะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์” ให้นักเรียนอธิบายว่ามีวิธีการใดบ้างที่ช่วยแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน	การแก้ปัญหาโลกร้อนทำได้โดยการลดปริมาณแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และการปลูกต้นไม้เนื่องจากต้นไม้สามารถนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง	49
		การแก้ปัญหาโลกร้อนทำได้ด้วยการปลูกต้นไม้ เพราะการปลูกต้นไม้จะช่วยอากาศบริสุทธิ์และเพิ่มโอโซนในบรรยากาศ	1
		การแก้ปัญหาโลกร้อนทำได้ด้วยการเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแก๊สอื่นที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศโลก	1
		เลิกเผาขยะประเภทโฟม เนื่องจากการเผาโฟมจะปลดปล่อยสาร CFC ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน	2
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	6

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
29	สุนัขพันธุ์ไซบีเรียนฮัสกี้กับ สายพันธุ์ลาบราดอร์ทรีฟ เวอร์ซึ่งทั้งสองสายพันธุ์มี ลักษณะแตกต่างกันแต่ สามารถผสมพันธุ์กันได้และ มีลูกที่ไม่เป็นหมันเพราะ เหตุใด	ถึงแม้จะสายพันธุ์ต่างกันแต่ก็เป็นสิ่งมีชีวิตชนิด เดียวกัน	34
		จำนวนโครโมโซมในรุ่นลูกปกติ สามารถแบ่ง เซลล์สืบพันธุ์ได้	1
		ลูกผสมที่เกิดขึ้นอาจเป็นสายพันธุ์ใหม่	2
		ทั้งสองสายพันธุ์เป็นสุนัขต่างสปีชีส์กัน แต่มี บรรพบุรุษเป็นสปีชีส์เดียวกัน จึงทำให้ผสมพันธุ์ กันได้	4
		สิ่งมีชีวิตใด ๆ ที่มีโครโมโซมเท่ากัน จัดเป็น สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน สามารถผสมพันธุ์กันได้	6
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	12
30	มีผู้ทดลองผสมพันธุ์เสือกกับ สิงโต ได้สัตว์ลูกผสม เรียกว่า ไฮเกอร์ซึ่งเป็น หมัน เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	เนื่องจากเสือกกับสิงโตเป็นสัตว์ต่างสปีชีส์กัน ถึงแม้จะผสมพันธุ์กันได้แต่ลูกที่เกิดมาจะเป็น หมัน เนื่องจากพันธุกรรมของพ่อแม่ต่างกัน	31
		สิงโตและเสือกมีพันธุกรรมที่เหมือนกัน เมื่อผสม พันธุ์กันจึงทำให้เกิดการคัดแยกและเป็นหมัน	1
		สิ่งมีชีวิตใด ๆ ที่มีโครโมโซมไม่เท่ากัน จัดเป็น สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ หรือถ้าผสมพันธุ์กันได้จะให้ลูกที่เป็นหมัน	4
		เป็นกระบวนการป้องกันการเกิดวิวัฒนาการ ของสปีชีส์ใหม่	3
		เพราะมีโครโมโซมคล้ายกันลูกออกมาจึงเป็น หมัน	1
		เพราะเสือกกับสิงโตมีโครโมโซมเพศไม่เท่ากัน จึง ได้ลูกที่เป็นหมัน	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	18

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
31	วิวัฒนาการหมายความว่าอย่างไร	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมในประชากรของสิ่งมีชีวิตในระยะเวลาที่ยาวนาน ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แตกต่างจากบรรพบุรุษ	6
		การพัฒนาของสิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะที่ดีขึ้นกว่าเดิมตามสภาพแวดล้อม	10
		การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อเอาตัวรอด	17
		การที่สิ่งมีชีวิตเจริญไปเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่โดยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างร่างกาย	1
		สิ่งมีชีวิตมีลักษณะเด่นสามารถสืบทอดลักษณะนั้น ๆ ต่อไปยังลูกหลานได้ ส่วนลักษณะด้อยจะไม่สามารถถ่ายทอดไปได้	1
		การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่พัฒนามาเรื่อย ๆ จนถึงปัจจุบัน	3
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	21

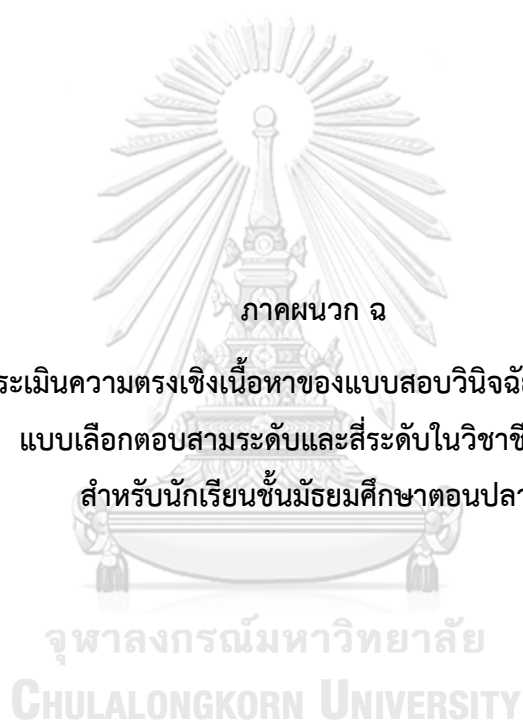
ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
32	นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ ฟอสซิลของปลาซีลาคานท์ (Coelacanth) เป็นปลา โบราณมีอายุอยู่ตั้งแต่ 145 – 66 ล้านปีก่อน นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าปลา ชนิดนี้สูญพันธุ์ไปแล้ว จนกระทั่งปี ค.ศ. 1938 ได้ พบปลาซีลาคานท์ที่มีชีวิต อาศัยแถบชายฝั่งแอฟริกา ตะวันออก ซึ่งปลาที่มีชีวิตนี้ มีลักษณะเหมือนกับฟอสซิล ที่ค้นพบก่อนหน้านี้ นักวิทยาศาสตร์สรุปว่าปลา ชนิดนี้เกิดวิวัฒนาการน้อย มาก เหตุใดนักวิทยาศาสตร์ จึงสรุปเช่นนั้น	เนื่องจากปลาซีลาคานท์มีการเปลี่ยนแปลง ลักษณะของร่างกายน้อยมากในอดีตจนถึง ปัจจุบัน	30
		เนื่องจากฟอสซิลที่พบปัจจุบันมีลักษณะไม่ แตกต่างจากฟอสซิลที่พบก่อนหน้านี้	2
		ปลาชนิดนี้สามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ เหมือนกับในอดีต จึงไม่ต้องเปลี่ยนแปลง ลักษณะทางพันธุกรรมมากนัก	1
		ปลาชนิดนี้ไม่มีวิวัฒนาการให้เข้ากับที่อยู่อาศัย ใหม่ได้ อาจเกิดจากในอดีตมีการเปลี่ยนแปลงใน ธรรมชาติ ทำให้ปลาชนิดนี้ตาย	2
		เพราะปลาชนิดนี้ปรับตัวได้น้อย ตัวที่เหลือรอด จึงมีจำนวนน้อย แสดงถึงการวิวัฒนาการน้อย	3
		บริเวณที่อยู่อาศัยของปลาชนิดนี้มีการ เปลี่ยนแปลงน้อยมากหรือไม่มีเลย จึงทำให้ปลา มีลักษณะเหมือนเดิม	4
		ปลาซีลาคานท์เป็นสัตว์ที่เจริญเติบโตช้า ทำให้มี การเปลี่ยนแปลงรูปร่างน้อย จึงเกิดวิวัฒนาการ น้อย	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	16

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
33	ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (Natural selection) มีสาระสำคัญว่าอย่างไร	สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่จะสามารถเติบโตและขยายเผ่าพันธุ์ต่อไปได้ ส่วนสิ่งมีชีวิตที่ลักษณะไม่เหมาะสมก็จะสูญพันธุ์ไป	25
		สิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการและฉลาดจะสามารถอยู่รอดและดำรงชีวิตต่อไปในธรรมชาติได้	1
		สิ่งมีชีวิตที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติได้ จะสามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์ต่อไปได้	9
		สิ่งมีชีวิตที่ร่างกายสมบูรณ์แข็งแรงที่สุดเท่านั้นที่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในธรรมชาติ ส่วนสิ่งมีชีวิตที่อ่อนแอก็จะสูญพันธุ์ไป	6
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	18
34	ความหลากหลายทางพันธุกรรมสัมพันธ์กับกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติอย่างไร	ความหลากหลายทางพันธุกรรมทำให้สิ่งมีชีวิตใน สปีชีส์หนึ่ง ๆ มีลักษณะที่หลากหลายลักษณะที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมก็จะถูกคัดเลือกไว้ ส่วนลักษณะที่ไม่เหมาะสมก็จะไม่สามารถดำรงอยู่ได้	10
		การคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม	7
		ถึงสิ่งมีชีวิตจะมีความหลากหลายทางพันธุกรรม แต่ถ้าสิ่งมีชีวิตนั้นไม่แข็งแรงก็จะตาย เหลือเพียงลักษณะที่ดีไว้ที่สามารถถ่ายทอดลักษณะต่อไป	1
		การคัดเลือกโดยธรรมชาติจะทำให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมลดลง	1
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	40

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
35	การคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่ (Speciation) ได้อย่างไร	ความแตกต่างของปัจจัยที่ทำให้เกิดการคัดเลือกตามธรรมชาติในแต่ละพื้นที่ส่งผลทำให้ลักษณะของประชากรกลุ่มย่อยแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน เมื่อเวลาผ่านไปจึงทำให้แต่ละกลุ่มไม่สามารถกลับมาผสมพันธุ์กันได้ เกิดเป็นสปีชีส์ใหม่	12
		การคัดเลือกตามธรรมชาติเกิดจากสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาอยู่ร่วมกัน ทำให้เกิดการผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์ ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่	9
		การพัฒนาสายพันธุ์ให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ต่อไปได้	1
		สิ่งมีชีวิตพยายามดิ้นรนให้รอดพ้นจากกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตจึงต้องมีการปรับตัว	3
		การพัฒนาของสารพันธุกรรมให้ดีขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตกลายเป็น สปีชีส์ใหม่	3
		สิ่งมีชีวิตที่อ่อนแอจะตายลง ส่วนสิ่งมีชีวิตที่แข็งแกร่งกว่าจะอยู่รอดและวิวัฒนาการเป็นสปีชีส์ใหม่	8
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	23

ข้อที่	คำถาม	คำตอบ	ความถี่
36	ม้าและลาเคยมีบรรพบุรุษร่วมกันเมื่อหลายแสนปีมาแล้ว แต่ในปัจจุบันม้าและลาเป็นสัตว์คนละสปีชีส์กัน เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น	ม้าและลา มีวิวัฒนาการแยกจากกัน ทำให้ประชากรแต่ละกลุ่มไม่สามารถผสมพันธุ์ แลกเปลี่ยนยีนระหว่างประชากร เมื่อเวลาผ่านไป ทำให้ม้าและลาเป็นสิ่งมีชีวิต คนละสปีชีส์	21
		ม้ากับลาผสมพันธุ์กันแล้วทำให้เกิดเป็นสปีชีส์ใหม่	1
		ม้าได้เกิดวิวัฒนาการให้มีลักษณะที่ดีกว่า ตัวใหญ่กว่า ขายาวกว่า และวิ่งได้เร็วกว่า จึงเป็นสิ่งมีชีวิตคนละ สปีชีส์	2
		เกิดจากการปรับตัวของม้าและลาให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ทำให้เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กัน	6
		ตอบโดยไม่มีความรู้และไม่ตอบ	29

- หมายเหตุ 1. คำตอบที่เป็นตัวเอียงหมายถึงคำตอบที่ถูกต้อง
2. ความถี่หมายถึงจำนวนนักเรียนที่ตอบในคำตอบนั้น



ตัวอย่าง
แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
แบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในวิชาชีววิทยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
เรื่อง พันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ
ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ

คำชี้แจง

ด้วยข้าพเจ้า นายธนบดี อินหาตกรวด นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อยู่ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบที่จะพัฒนาขึ้นนี้ พัฒนาขึ้นตามลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในการนี้ผู้วิจัยต้องพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยการตอบในระดับเนื้อหาและระดับเหตุผล แบบสอบวินิจฉัยในการวิจัยนี้มีเนื้อหา 3 เรื่อง ได้แก่ (1) พันธุกรรมและกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (2) เทคโนโลยีชีวภาพ และ (3) ความหลากหลายทางชีวภาพและการคัดเลือกตามธรรมชาติ

ผู้วิจัยจึงขอความกรุณาจากท่านในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของคำถามและตัวเลือกระดับความรู้และระดับเหตุผลในแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังนี้

1. แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยานี้ เป็นแบบสอบแบบเลือกตอบ ในแต่ละข้อประกอบด้วยการตอบในระดับความรู้และระดับเหตุผล ระดับความรู้หมายถึงคำตอบที่เป็นคำตอบของคำถามแต่ละข้อ ส่วนระดับเหตุผลหมายถึงเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการตอบในระดับคำตอบ
2. โปรดทำเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องผลการพิจารณาที่ตรงกับความเห็นของท่านว่า ข้อสอบและตัวเลือกในแต่ละข้อมีความตรงตามเนื้อหาหรือไม่
3. ตัวเลือกที่มีเครื่องหมายดอกจัน (*) เป็นคำตอบที่ถูกต้องในแต่ละข้อ

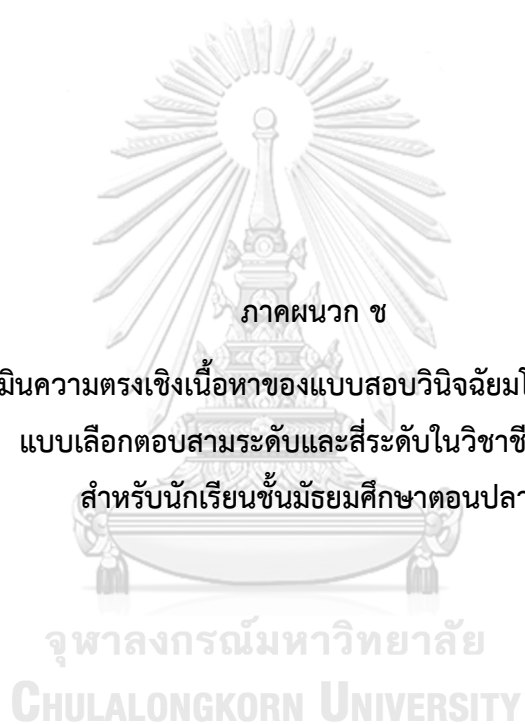
ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คำถามและตัวเลือก	ระดับพฤติกรรม ที่มุ่งวัด	การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ		ความคิดเห็น เพิ่มเติม
			เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
1. อธิบายความหมายของ ลักษณะทางพันธุกรรมและ กระบวนการถ่ายทอดลักษณะ ทางพันธุกรรมได้	<p>คำถามข้อที่ 1</p> <p>จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม “ประสงค์และวินวิสาข์แต่งงานกันมีลูกสามคนคือ อติรุจน์ อติเทพ และอติภา โดยที่อติรุจน์และอติเทพเป็นฝาแฝดที่ รูปร่างหน้าตาเหมือนกัน ส่วนอติภาหน้าตาคล้ายพ่อ มากกว่าแม่ ประสงค์เป็นน้องชายของประจักษ์ และ ประจักษ์มีลูกสาวชื่อวรัญญา” จากข้อความดังกล่าวบุคคล ในข้อใดมีลักษณะทางพันธุกรรม<u>แตกต่าง</u>กันมากที่สุด</p> <p>ตัวเลือกระดับความรู้</p> <p>ก. ประสงค์กับวรัญญา ข. อติเทพกับวินวิสาข์ *ค. วินวิสาข์กับประสงค์ ง. ประจักษ์กับอติภา</p>	ความเข้าใจ			

ตัวเลือกระดับเหตุผลอยู่ในหมวกถัดไป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คำถามและตัวเลือก	ระดับพฤติกรรมที่มุ่งวัด	การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ		ความคิดเห็นเพิ่มเติม
			เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	<p>ตัวเลือกระดับเหตุผล</p> <p>*ก. บุคคลที่สืบเชื้อสายจากบรรพบุรุษเดียวกันจะมีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายคลึงกัน</p> <p>ข. บุคคลที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันย่อมมี DNA ซินดีเดียวกัน</p> <p>ค. บุคคลดังกล่าวเป็นสิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันย่อมมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันทุกประการ</p> <p>ง. บุคคลที่มีลักษณะของโครโมโซมเหมือนกันย่อมมีลักษณะทางพันธุกรรมที่เหมือนกัน</p>				





ภาคผนวก ข

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

แบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในวิชาชีววิทยา

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

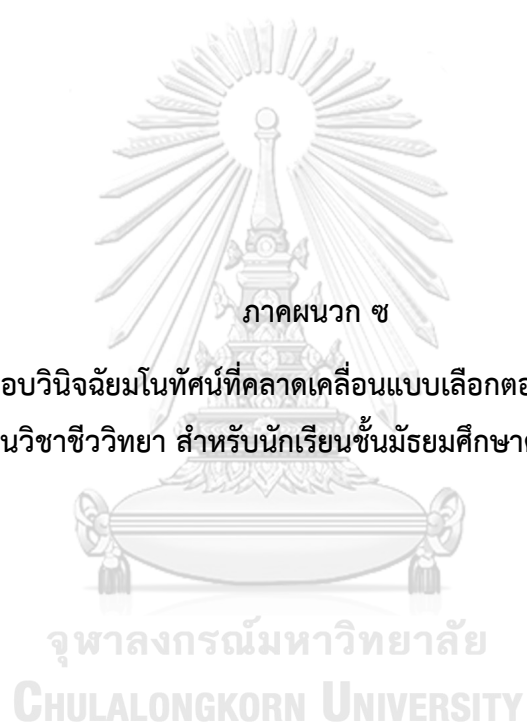
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา
 ของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา
 เรื่อง พันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	IOC	ความเห็นเพิ่มเติม ของผู้ทรงคุณวุฒิ
การถ่ายทอด	1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอด	1	1.0	
ลักษณะทาง	ลักษณะทางพันธุกรรมได้	2	0.6	ให้ปรับปรุง
พันธุกรรม				ตัวเลือกให้เป็น
				การเสนอตัวอย่าง
				ให้นักเรียนแปล
				ความหมาย
		3	1.0	
	2. อธิบายเกี่ยวกับจำนวน	4	1.0	
	โครงสร้าง และหน้าที่ของดีเอ็นเอ	5	1.0	
	และโครโมโซมได้			
	3. อธิบายความหมายและหน้าที่	6	0.8	ให้ปรับการใช้
	ของยีนได้			สำนวนภาษาให้มี
				ความสอดคล้อง
				กัน
		7	1.0	
การแปรผันทาง	4. อธิบายความหมายของการเกิด	8	0.8	
พันธุกรรม	มิวเทชันและผลของมิวเทชันต่อ	9	1.0	
	สิ่งมีชีวิตได้			
	5. อธิบายความหมายของความแปร	10	1.0	
	ผันทางพันธุกรรมและผลของความ	11	1.0	
	แปรผันทางพันธุกรรมได้			

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	IOC	ความเห็นเพิ่มเติม ของผู้ทรงคุณวุฒิ	
เทคโนโลยีชีวภาพ ทางพันธุกรรม	6. อธิบายความหมายและหลักการ ของพันธุวิศวกรรม รวมทั้ง ผลกระทบของพันธุวิศวกรรมต่อ ชีวิตประจำวันได้	12	1.0		
	7. อธิบายความหมายและหลักการ ของการโคลนได้	14 15	0.6 0.8		
	8. อธิบายความหมายและหลักการ ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช รวมทั้งประโยชน์ของการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อพืชได้	16 17	1.0 0.8	ให้ปรับสำนวน ภาษาในตัวเลือก	
	ความหลากหลาย ทางชีวภาพ	9. อธิบายความหมายของความ หลากหลายทางชีวภาพในแต่ละ ระดับได้	18 19 20	0.6 1.0 1.0	ให้ปรับปรุง ตัวเลือกให้ สอดคล้องกัน
			21	1.0	
			22	1.0	
			23	1.0	
			24	1.0	
		25	1.0		
	10. อธิบายผลของความ หลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อสมดุล ของระบบนิเวศ รวมทั้งนำความรู้ไป ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาของระบบนิเวศ ได้	26	0.8	ให้ปรับตัวเลือก เพราะนักเรียน อาจจะไม่ ประสบการณ์ของ นักเรียนที่แตกต่าง กัน	

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ ข้อที่	IOC	ความเห็นเพิ่มเติม ของผู้ทรงคุณวุฒิ
วิวัฒนาการ	11. อธิบายความหมายของสปีชีส์ได้	27	1.0	ให้ปรับปรุง ตัวเลือกระดับ เหตุผล
		28	0.8	
	12. อธิบายความหมายของ วิวัฒนาการได้	29	1.0	
		30	1.0	
	13. อธิบายหลักการของทฤษฎีการ คัดเลือกโดยธรรมชาติ และ ความสัมพันธ์ของการคัดเลือกโดย ธรรมชาติกับการเกิดสปีชีส์ใหม่ได้	31	1.0	
		32	0.8	
33		0.6		

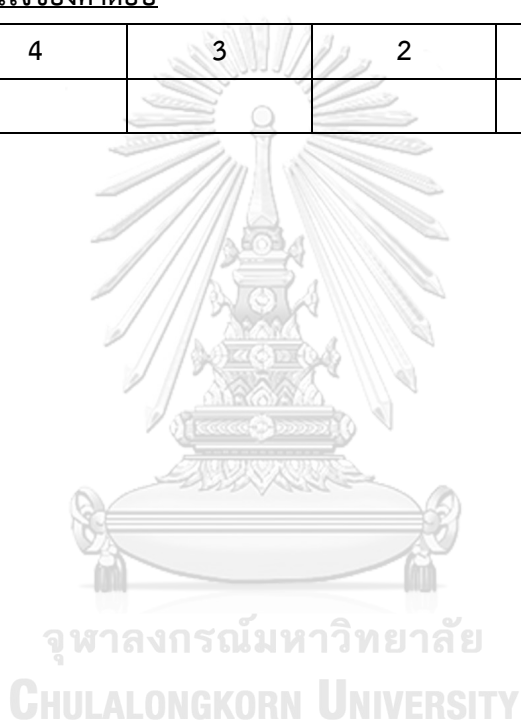


การตอบระดับเหตุผล

- ก. ลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะที่ได้รับติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด
- ข. ลักษณะทางพันธุกรรมคือลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ถูกควบคุมด้วยสารพันธุกรรมและถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกหลานได้
- ค. ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะที่แสดงออกมาอาจเกิดความแปรผันจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม
- ง. ลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่แสดงออกมา สามารถบ่งบอกได้ว่าสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นมีลักษณะอย่างไร

การตอบระดับความมั่นใจของคำตอบ

5	4	3	2	1	0



ตัวอย่างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาแบบเลือกตอบสี่ระดับ เรื่อง พันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ

คำชี้แจง

- แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยานี้เป็นแบบสอบแบบเลือกตอบสี่ระดับดังนี้
 - การตอบระดับความรู้ หมายถึงการเลือกตัวเลือกระดับความรู้ที่เป็นคำตอบของคำถามในข้อสอบแต่ละข้อ
 - การตอบระดับความมั่นใจของคำตอบระดับความรู้ หมายถึงการระบุระดับความมั่นใจว่าคำตอบของนักเรียนในการตอบระดับความรู้เป็นคำตอบที่ถูกต้อง
 - การตอบระดับเหตุผล หมายถึงการเลือกตัวเลือกระดับเหตุผลที่สนับสนุนการตอบในระดับความรู้ของนักเรียน
 - การตอบระดับความมั่นใจของคำตอบระดับเหตุผล หมายถึงการระบุระดับความมั่นใจว่าคำตอบของนักเรียนเป็นคำตอบที่ถูกต้อง
- การตอบระดับความรู้และระดับเหตุผลให้นักเรียนเลือกตัวเลือก ก, ข, ค, หรือ ง ที่นักเรียนเห็นว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ส่วนการตอบระดับความมั่นใจให้นักเรียนพิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มั่นใจมากที่สุด	4 หมายถึง มั่นใจมาก
3 หมายถึง มั่นใจค่อนข้างมาก	2 หมายถึง มั่นใจค่อนข้างน้อย
1 หมายถึง มั่นใจน้อยมาก	0 หมายถึง ไม่มั่นใจเลยหรือตอบด้วยการเดา
- ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ตรงกับคำตอบระดับความรู้และระดับเหตุผลของนักเรียน แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ในตารางที่ตรงกับระดับความมั่นใจของนักเรียน ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

0. เหตุใดแม่ไก่ที่ทำรังออกไข่จึงต้องการสารอาหารที่มีแคลเซียมมากกว่าไก่วัยอื่น

การตอบระดับความรู้

๕. แม่ไก่ต้องการแคลเซียมไปสร้างเปลือกไข่
 ข.แม่ไก่ต้องการแคลเซียมไปทำให้ไข่มีสีแดง
 ค. แคลเซียมทำให้ไข่ขาวมีน้ำในปริมาณพอเหมาะ
 ง. แคลเซียมช่วยให้แม่ไก่ออกไข่ได้มาก

การตอบระดับความมั่นใจของคำตอบระดับความรู้

5	4	3	2	1	0
X					

การตอบระดับเหตุผล

- ก. แคลเซียมจำเป็นในการรักษาคุณภาพน้ำในร่างกายของสิ่งมีชีวิต
- ข. แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารที่พบเป็นหลักในเปลือกไข่
- ค. แคลเซียมจำเป็นต่อการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ปีก
- ง. แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารที่ให้สีแดง

การตอบระดับความมั่นใจของคำตอบระดับเหตุผล

5	4	3	2	1	0
X					

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

“ประสงค์และวันวิสาข์แต่งงานกันมีลูกสามคนคือ อติรุจน์ อติเทพ และอติภา โดยที่อติรุจน์และอติเทพเป็นฝาแฝดที่รูปร่างหน้าตาเหมือนกัน ส่วนอติภาหน้าตาคล้ายพ่อมากกว่าแม่ ประสงค์เป็นน้องชายของประจักษ์ และประจักษ์มีลูกสาวชื่อวรัญญา” จากข้อความดังกล่าวบุคคลในข้อใดมีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกันมากที่สุด

การตอบระดับความรู้

- ก. ประสงค์กับวรัญญา
- ข. อติเทพกับวันวิสาข์
- ค. วันวิสาข์กับประสงค์
- ง. ประจักษ์กับอติภา

การตอบระดับความมั่นใจของคำตอบระดับความรู้

5	4	3	2	1	0

การตอบระดับเหตุผล

- ก. บุคคลที่สืบเชื้อสายจากบรรพบุรุษเดียวกันจะมีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายคลึงกัน
- ข. บุคคลที่มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันย่อมมี DNA ชนิดเดียวกัน
- ค. บุคคลดังกล่าวเป็นสิ่งมีชีวิตสืบเชื้อสายเดียวกันย่อมมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันทุกประการ
- ง. บุคคลที่มีลักษณะของโครโมโซมเหมือนกันย่อมมีลักษณะทางพันธุกรรมที่เหมือนกัน

การตอบระดับความมั่นใจของคำตอบระดับเหตุผล

5	4	3	2	1	0

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสัมพันธ์กับความหมายของลักษณะทางพันธุกรรมมากที่สุด

การตอบระดับความรู้

- ก. นายเอตาบอดสีเหมือนพ่อ
- ข. ด.ญ.ปีได้รับเชื้อ HIV ตั้งแต่แรกเกิดจากแม่
- ค. ซีเสียชีวิตด้วยอาการหัวใจวายเฉียบพลัน
- ง. ด.ช.ตีตติงเชื้อหัดเยอรมันตั้งแต่อยู่ในท้องแม่

การตอบระดับความมั่นใจของคำตอบระดับความรู้

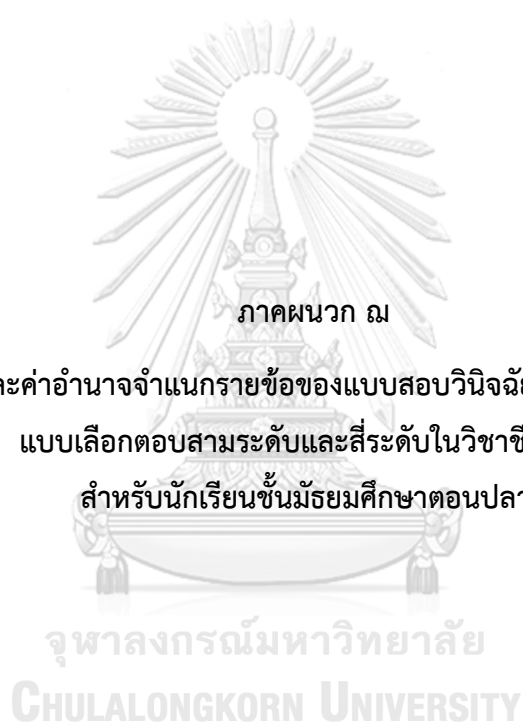
5	4	3	2	1	0

การตอบระดับเหตุผล

- ก. ลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะที่ได้รับติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด
- ข. ลักษณะทางพันธุกรรมคือลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ถูกควบคุมด้วยสารพันธุกรรมและถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกหลานได้
- ค. ลักษณะทางพันธุกรรมบางลักษณะที่แสดงออกมาอาจเกิดความแปรผันจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม
- ง. ลักษณะทางพันธุกรรมเป็นลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่แสดงออกมา สามารถบ่งบอกได้ว่าสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นมีลักษณะอย่างไร

การตอบระดับความมั่นใจของคำตอบระดับเหตุผล

5	4	3	2	1	0



ภาคผนวก ฅ

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
แบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับในวิชาชีววิทยา
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบวินิจฉัย
แบบเลือกตอบสามระดับและสี่ระดับ

ข้อที่	แบบสามระดับ				แบบสี่ระดับ			
	ค่าความยาก		ค่าอำนาจจำแนก		ค่าความยาก		ค่าอำนาจจำแนก	
	A tier	R tier	A tier	R tier	A tier	R tier	A tier	R tier
1	0.47	0.67	0.35	0.35	0.54	0.72	0.40	0.24
2	0.89	0.66	0.18	0.35	0.72	0.66	0.45	0.45
3	0.45	0.19	0.29	0.06	0.51	0.29	0.08	0.09
4	0.48	0.38	0.59	0.35	0.46	0.43	0.79	0.41
5	0.44	0.56	0.29	0.12	0.59	0.60	0.24	0.29
6	0.48	0.28	0.35	0.12	0.43	0.28	0.08	-0.02
7	0.55	0.56	0.06	0.29	0.49	0.05	0.30	0.18
8	0.39	0.42	0.29	0.12	0.47	0.47	0.46	0.57
9	0.50	0.48	0.29	0.35	0.56	0.43	0.29	0.46
10	0.16	0.31	0.24	-0.06	0.15	0.31	0.10	0.04
11	0.52	0.63	0.12	0.29	0.54	0.54	0.35	0.46
12	0.38	0.45	0.41	0.00	0.40	0.50	0.25	0.24
13	0.34	0.28	0.59	0.47	0.41	0.35	0.46	0.63
14	0.28	0.34	-0.06	0.53	0.22	0.35	0.26	0.41
15	0.25	0.44	0.06	0.41	0.32	0.38	0.14	0.08
16	0.28	0.63	0.29	0.59	0.21	0.54	0.20	0.40
17	0.61	0.50	0.12	0.29	0.57	0.57	0.46	0.73
18	0.58	0.55	0.41	0.47	0.66	0.60	0.56	0.56
19	0.45	0.52	0.06	0.47	0.46	0.62	0.25	0.46
20	0.39	0.33	0.59	0.65	0.38	0.40	0.46	0.68
21	0.69	0.41	0.47	0.59	0.54	0.46	0.67	0.67
22	0.67	0.47	0.71	0.53	0.59	0.40	0.68	0.20
23	0.50	0.39	0.65	0.41	0.54	0.46	0.57	0.08
24	0.36	0.31	0.59	-0.06	0.32	0.25	0.31	-0.18

ข้อที่	แบบสามระดับ				แบบสี่ระดับ			
	ค่าความยาก		ค่าอำนาจจำแนก		ค่าความยาก		ค่าอำนาจจำแนก	
	A tier	R tier	A tier	R tier	A tier	R tier	A tier	R tier
25	0.39	0.53	0.47	0.24	0.40	0.49	0.41	0.30
26	0.63	0.48	0.47	0.47	0.62	0.59	0.46	0.56
27	0.47	0.44	0.35	0.18	0.43	0.46	0.62	0.29
28	0.44	0.44	0.65	0.35	0.41	0.41	0.30	0.57
29	0.38	0.17	0.24	0.59	0.31	0.26	0.31	0.25
30	0.39	0.38	0.35	0.41	0.41	0.32	0.30	0.20
31	0.45	0.39	0.41	0.47	0.32	0.44	0.26	0.19
32	0.23	0.42	0.12	0.24	0.22	0.26	-0.06	0.26
33	0.20	0.22	0.35	-0.18	0.32	0.16	0.25	0.10
เฉลี่ย	0.46	0.43	0.37	0.32	0.44	0.44	0.35	0.34



ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง

มโนทัศน์หลักเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

1. ลักษณะทางพันธุกรรมหมายความว่าอย่างไร
2. ระหว่างพี่น้องฝาแฝดเพศเดียวกันหน้าตาเหมือนกัน กับพี่น้องที่ไม่ใช่ฝาแฝด กรณีใดที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกันมากที่สุด และเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
3. สิ่งใดที่ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
4. ยีนหมายถึงอะไร
5. ลำดับเบสในสาย DNA มีความสัมพันธ์กับยีนอย่างไร

มโนทัศน์หลักเรื่องการแปรผันทางพันธุกรรม

1. ถ้าหากลำดับเบสในสาย DNA เกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก นักเรียนคิดว่าจะส่งผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมหรือไม่ อย่างไร และเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
2. นักเรียนคิดว่าการที่คนแต่ละคนมีรูปร่างหน้าตาที่ไม่เหมือนกันเกิดจากสาเหตุใด เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
3. ถ้าหากจำนวน หรือรูปร่างของโครโมโซมของคนเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมอย่างไร เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

มโนทัศน์หลักเรื่องเทคโนโลยีชีวภาพทางพันธุกรรม

1. นักเรียนทราบความหมายของคำว่าพันธุวิศวกรรมหรือการตัดต่อยีนหรือไม่
2. การตัดต่อยีนมีประโยชน์อย่างไร
3. การตัดต่อยีนกับการโคลนมีวิธีการเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
4. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชคืออะไร และมีประโยชน์อย่างไร

มโนทัศน์หลักเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ

1. ความหลากหลายทางชีวภาพคืออะไร
2. ความหลากหลายทางชีวภาพมีกี่ระดับอะไรบ้าง
3. คำว่าระบบนิเวศมีความหลากหลาย หมายความว่าอย่างไร
4. เราใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไรบ้าง

มโนทัศน์หลักเรื่องวิวัฒนาการ

1. สปีชีส์หมายความว่าอย่างไร
2. คนกับลิงเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือไม่ อย่างไร
3. เหตุใดพ่อจึงเป็นหมัน
4. ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติมีสาระสำคัญว่าอย่างไร
5. สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงกับสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ สิ่งมีชีวิตใดมีโอกาสรอดในสภาพแวดล้อมที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้มากกว่ากัน เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
6. สิ่งมีชีวิตที่แข็งแรงที่สุด กับสิ่งมีชีวิตที่มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตใดมีโอกาสอยู่รอดมากกว่ากัน เหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น
7. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ สัมพันธ์กับการเกิดสปีชีส์ใหม่อย่างไร



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธนบดี อินทาทกรวด เกิดวันศุกร์ที่ 13 มิถุนายน พ.ศ.2529 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาเมื่อปี พ.ศ.2542 จากโรงเรียนสนามบิน จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา เมื่อปี พ.ศ.2548 จากโรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จังหวัดขอนแก่น และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี เมื่อปี พ.ศ.2553 วิชาเอกชีววิทยา สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เข้าศึกษาในสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558

ติดต่อผู้เขียนวิทยานิพนธ์ e-mail address: dhanabodee13178@gmail.com

