

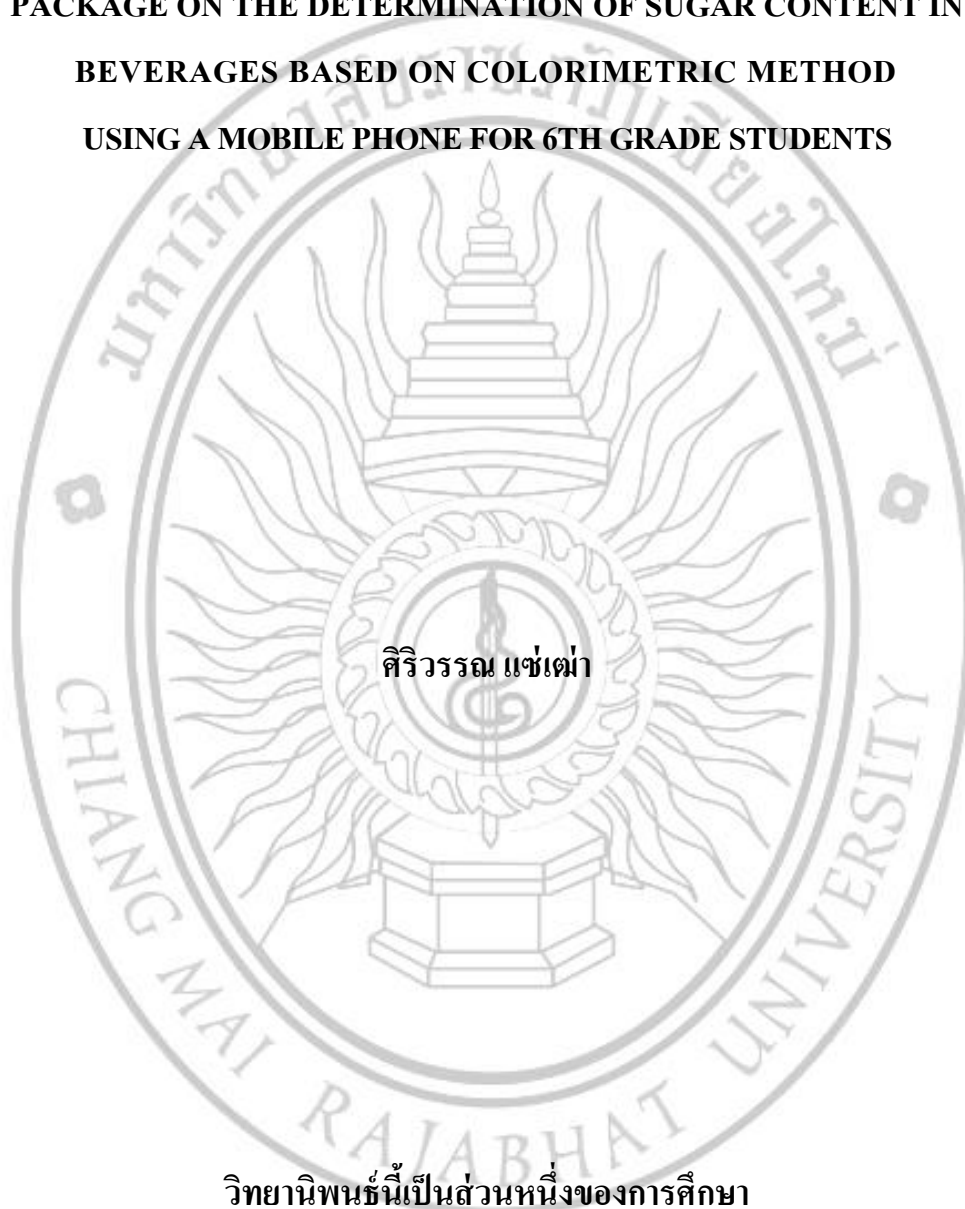
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลใน
เครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

IMPLEMENTING THE LEARNING ACTIVITY USING THE SCIENCE ACTIVITY

PACKAGE ON THE DETERMINATION OF SUGAR CONTENT IN

BEVERAGES BASED ON COLORIMETRIC METHOD

USING A MOBILE PHONE FOR 6TH GRADE STUDENTS



ศิริวรรณ แซ่เต๋อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2567

หัวข้อวิทยานิพนธ์

: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้ โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย

: ศิริวรรณ แซ่เต๋อ

สาขาวิชา

: การสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มวิชา

: เกม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

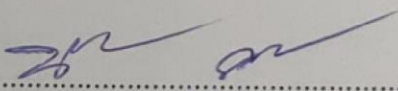
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

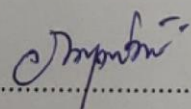
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร

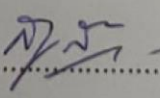
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร.สราวุฒิ สมนาม

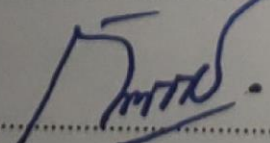
คณะกรรมการสอบ


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.น้ำฝน กุเจริญไพศาล)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สราวุฒิ สมนาม)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์)

วันที่ 19 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2567

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย : ศิริวรรณ แซ่เต๋อ

สาขาวิชา : การสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มวิชา : เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

: รองศาสตราจารย์ ดร.ศราวณี สมนาม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบ้านเหล่า วิธีการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม และใช้แบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นกระบวนการตรวจวิเคราะห์แบบง่าย และประหยัดสำหรับการเรียนการสอนสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนศึกษาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มเพื่อสามารถประเมินผลกระทบเบื้องต้นได้ และแบบทดสอบการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่า t-test Dependent ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

จากผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ ด้วยวิธีมาตรฐาน 3,5- ไดโนโทรซาลิไซลิกสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าประสิทธิภาพของคะแนนระหว่างเรียน (E_1) และค่าประสิทธิภาพของคะแนนสอบหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 70.74/71.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้ ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ จำนวน 18 คน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐาน

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ปริมาณน้ำตาล, การวัดสี, โทรศัพท์มือถือ



The Title : Implementing the Learning Activity Using the Science Activity Package on the Determination of Sugar Content in Beverages Based on Colorimetric Method Using a Mobile Phone for 6th Grade Students

The Author : Siriwan Saetao

Program : Science Teaching

Study Field : Chemistry

Thesis Advisors

: Assistant Professor Dr. Panuphat Chaiworn Advisor

: Associate Professor Dr. Sarawut Somnam Co – advisor

ABSTRACT

The objectives of this study were to develop a science learning activity package on the determination of sugar content in beverages based on the colorimetric method using a mobile phone to enhance the learning outcomes for sixth-grade students, achieving efficiency according to the 70/70 criteria and to compare the learning outcomes before and after implementing the learning activities using the science activity package on the determination of sugar content in beverages based on the colorimetric method using a mobile phone. The sample group was the sixth-grade students from Wat Ban Lao School, selected through the group sampling method. The research utilized a one-group pretest-posttest design. The research instruments were 1) a science activity package on the determination of sugar content in beverages based on the colorimetric method using a mobile phone, designed to be a simple and cost-effective analysis process for teaching purposes, allowing students to study sugar content in beverages to assess preliminary impacts, and 2) a test to measure the efficiency of the learning activity package during learning (E_1) and after learning (E_2). Statistics used for data analysis were a dependent t-test, mean, and standard deviation to evaluate the differences in learning outcomes before and after.

The research results showed that the development of the science activity package on the determination of sugar content in beverages based on the colorimetric method using a mobile

phone, with a standard of 3,5- Dinitrosalicylic acid, significantly enhanced the learning outcomes for sixth-grade students. The efficiency scores during learning (E_1) and after learning (E_2) were 70.74/71.11, which were higher than the set standard of 70/70. The comparative analysis of the learning outcomes for 18 sixth-grade students before and after using the science activity package on the determination of sugar content in beverages based on the colorimetric method using a mobile phone revealed that after learning scores were significantly higher than before learning scores at a statistically significant level of .05, consistent with the hypothesis.

Keywords: Science Activity Sets, Student's Achievement, Sugar Content, Color Measurement, Mobile Phone



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวรอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร. สราวุฒิ สมนาม อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล อาจารย์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ คุณครูจักรา ร่มโพธิ์ และคุณครูปณิตา ประสงค์จีน ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำข้อคิดเห็น ตรวจสอบคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบ

ขอขอบพระคุณ โรงเรียนสบเปิงวิทยาคาร และ โรงเรียนวัดบ้านเหล่า ที่ให้ความอนุเคราะห์ สนับสนุนการวิจัยในเรื่องสถานที่ที่เอื้ออำนวยต่อการทำวิทยานิพนธ์และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้อง ในด้านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีประโยชน์ อันพึงได้จากการศึกษาครั้งนี้ ขอให้เป็นกตเวทิตาแก่บิดา มารดา ครอบครัวตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย จนสามารถทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

ศิริวรรณ แซ่เต๋อ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
ABSTRACT.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย.....	7
สมมติฐานการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	10
น้ำตาล.....	10
สี.....	17
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้โทรศัพท์มือถือ.....	19
แนวคิดเกี่ยวกับ M-learning.....	23
แนวคิดชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	25
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	33
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 หลักสูตรกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	37
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้.....	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย	57
แบบแผนการทดลอง.....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือพิมพ์หัวข้อย่อย.....	59
การเก็บรวบรวมข้อมูล	75
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	76
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	79
ตอนที่ 1 ผลการวิจัยการสร้างเครื่องมือทางการทดลอง.....	80
ตอนที่ 2 ผลทางด้านการศึกษาโดยการนำผลการทดลองไปประยุกต์กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	89
5 สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	94
สรุปผลการวิจัย.....	94
อภิปรายผล.....	96
ข้อเสนอแนะ	98
บรรณานุกรม.....	100
ภาคผนวก.....	108
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์ที่เกี่ยวข้อง	109
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	115
ภาคผนวก ค ผลการประเมินและการวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย	120
ภาคผนวก ง ผลการทำแบบทดสอบ	126
ภาคผนวก จ หลังสื่อบรรองการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย	130
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างการสร้างชุดกิจกรรม	131
ประวัติผู้วิจัย.....	138

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	39
3.1	โครงสร้างการจัดการเวลาเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566.....	66
4.1	ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับปริมาณกลูโคส	80
4.2	ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดไคโนโทราลิไซติก	82
4.3	ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์.....	84
4.4	ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรต.....	86
4.5	การศึกษาความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล	88
4.6	ผลการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสในตัวอย่างเครื่องดื่ม.....	89
4.7	คะแนนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	91
4.8	ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณ น้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70	92
4.9	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม ด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ.....	93

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย9
2.1	รูปแบบปริติวซ์ของกลุโคส15
2.2	รูปแบบปริติวซ์ของซูโครส15
2.3	รูปแบบปริติวซ์ของแลคโตส16
2.4	ระบบสี RGB.....18
2.5	ระบบสี CMYK.....19
3.1	แบบแผนและขั้นตอนการวิจัย.....58
3.2	แอปพลิเคชัน App Store.....60
3.3	การค้นหาแอปพลิเคชัน Color Picker ในแถบค้นหา.....61
3.4	การติดตั้งแอปพลิเคชัน.....61
3.5	การบันทึกค่าสี RGB.....62
3.6	รายละเอียดค่าสี RGB.....62
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับความเข้มข้นสารละลายมาตรฐาน กลุโคส.....81
4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกลุโคส กับค่าแม่สี G ของสารละลาย DNS ที่ความเข้มข้น 0.25 – 1.00 %.....83
4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกลุโคส กับค่าสี G ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.25 – 1.00 %..85
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกลุโคส กับค่าสี G ของสารละลายโพแทสเซียม โซเดียมทาร์เตรตที่ ความเข้มข้น 10 - 40 %.....87

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ครูมีหน้าที่จัดการเรียนการสอน โดยให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นให้ผู้เรียนทุกคนได้มีโอกาสเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของตนเองอย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งกลับกันโดยส่วนใหญ่แล้วการจัดการเรียนการสอนของครูส่วนใหญ่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ การบรรยายประกอบแบบเรียน ไม่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการ นักเรียนก็เรียนรู้ด้วยการจดบันทึก และท่องจำ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ และวิธีการแสวงหาความรู้หรือ วิธีการเรียนรู้ของนักเรียนไม่ใช่แนวทางในการค้นพบองค์ความรู้ตามแนวคิดตลอดจนไม่มีกิจกรรม ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติ นอกจากนี้นักเรียน ยังไม่สามารถสรุป ประเด็นสำคัญจากการเรียนทั้งภาคความรู้และภาคปฏิบัติ ครูจึงต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างความรู้ความสามารถด้วยตนเอง

ในปัจจุบันผลจากการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนยังไม่น่าพึงพอใจ เมื่อเทียบกับผลทดสอบระดับนานาชาติ และระดับชาติผลการประเมินคุณภาพด้านการศึกษาของ นักเรียน สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ได้มาตรฐาน รวมถึงการจัดการ เรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ที่ไม่สามารถพัฒนานักเรียนให้บรรลุเป้าหมาย ทั้งในระดับชาติ และระดับนานาชาติได้ ทั้งนี้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือนักเรียนขาด ความรู้ความเข้าใจในรายวิชาวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง การทำข้อสอบอาศัยวิธีการท่องจำสูตร และ ตัวอย่างโจทย์ปัญหา ซึ่งเห็นได้จากการที่นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับดี แต่กลับมีคะแนน ผลการทดสอบในระดับชาติไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และส่งผลต่อพื้นฐานความรู้ในการศึกษาต่อ ในระดับมหาวิทยาลัย (ศุภรดา โพธิ์ชัย, 2566)

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาล ในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือถือ มาควบคู่กับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาของหนังสือเรียน

วิทยาศาสตร์ ประถมศึกษาปีที่ 6 ใบความรู้ ใบกิจกรรม ใบงาน ภาพประกอบ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นสื่อการเรียนรู้ที่สอนอีกประเภทหนึ่งที่สามารถทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสามารถและความสนใจ มีอิสระในการคิด ผู้เรียนมีโอกาสใช้ความคิดอย่างเต็มที่ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งชุดกิจกรรมจะช่วยทำให้ใช้เวลาน้อยลงในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ช่วยให้ผู้เรียนเป็นอิสระ สามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะให้ครูบอก โดยครูเป็นผู้สร้างโอกาสทางการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนจะศึกษาจากคำชี้แจงที่ปรากฏอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนที่อยากรู้อยากเห็น อยากรู้อะไรในสิ่งต่าง ๆ การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน ได้มีส่วนร่วมในการเรียน ได้คิด ได้ลองปฏิบัติไปทีละขั้นและทราบผลการกระทำของตนเอง ตรงกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนของบลูมและในการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามที่ตนเองต้องการ ย่อมกระทำกิจกรรมนั้นด้วยความกระตือรือร้นทำให้เกิดความมั่นใจ เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว และประสบผลสำเร็จสูง ทำให้เกิดความพึงพอใจตนเองได้ในที่สุด (ปณิธาน พิมพ์หนู และกานต์วี บุญยานนท์, 2563)

การเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ไร้สายแบบพกพา (Mobile Learning:M-learning) เป็นแนวคิดในการนำอุปกรณ์เทคโนโลยีแบบไร้สาย เช่น โทรศัพท์มือถือ (Smartphone) และแท็บเล็ต (Tablet) ที่มีจุดเด่น คือ ผู้เรียนสามารถพกพาติดตัวได้ ใช้จัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยรูปแบบการเรียนการสอนสามารถจัดการเรียนรู้ได้ทั้งแบบที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้แบบที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกันของผู้เรียน ทำให้การเรียนการสอนเกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลาโดยไม่จำกัดเฉพาะในห้องเรียน ทั้งนี้การนำเสนอเนื้อหา (Content) ผ่านอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานขนาดหน้าจอที่ต่างกัน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต และโทรศัพท์มือถือ จะต้องใช้เทคนิคในการออกแบบหน้าจอการแสดงผลผ่านเว็บไซต์ให้สามารถปรับตามขนาดการแสดงผลบนหน้าจอที่ต่างกันมาพัฒนาในการออกแบบหน้าจอเว็บไซต์ ซึ่งเทคนิคในการออกแบบเว็บไซต์ในลักษณะนี้ เรียกว่า เรสปอนซีฟเวบ (Responsive Web) ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้ทั้งภาพนิ่ง เสียงและภาพเคลื่อนไหว (Leerungnavarat & Srisutam, 2019) ดังนั้น หากสร้างบทเรียนโมบายเลิร์นนิ่งโดยใช้เทคนิคการออกแบบเว็บไซต์ที่มีความยืดหยุ่นกับขนาดหน้าจอเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจะช่วยสนับสนุนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะปฏิบัติควบคู่กับการเรียนรู้ตามความพร้อมของแต่ละคน (สุมาลี สุนทรา, 2566)

ชุดกิจกรรมเป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบการสอนที่สำคัญในกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งชุดกิจกรรมมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ ถือว่า เป็นนวัตกรรมการสอนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและเป็นสื่อที่มีความเหมาะสม

ช่วยเร้าความสนใจ รวมทั้งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ไม่เบียดเบียนการเรียน เนื่องด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประยุกต์จาก ทฤษฎี เทคนิค หรือรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม มีลักษณะโดดเด่น แปลกใหม่ มีลักษณะเฉพาะของแต่ละชุดกิจกรรม การใช้ชุดกิจกรรมยังทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมจนนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ เน้นหลักการของการมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนและ ผู้เรียน ในลักษณะที่ผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวก ซึ่งมีเป้าหมายให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ละ น้อย มีโอกาสคิดใคร่ครวญ ได้ลงมือปฏิบัติจริง นับตั้งแต่การเรียนรู้ด้วยตนเอง การใช้กิจกรรมกลุ่ม และการใช้สื่อต่าง ๆ (อดิธ คัญกาญจน์, 2562) ซึ่งชุดกิจกรรม เป็นชุดเอกสารที่มีการรวมกันของ วัสดุอุปกรณ์ สื่อผสมหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกันไว้อย่างครบถ้วน นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วย ตนเอง โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ เพื่อให้ นักเรียนบรรลุตัวชี้วัดที่กำหนด เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนท่านอื่นนำชุดกิจกรรมที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว และสอดคล้องกับ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง) และตัวชี้วัดที่นำมาใช้ในการเรียน การสอน โดยชุดกิจกรรมนี้จะจัดไว้เป็นชุด ๆ ตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ อีกทั้งยังมีครูผู้สอนคอยชี้แนะ และให้ความช่วยเหลือ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมของนักวิจัย พบว่า ผลการใช้ชุดกิจกรรมพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัด ประสบการณ์สูงกว่าก่อนการจัดประสบการณ์ นอกจากนี้การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม ส่งผลให้ นักเรียนใช้ความรู้ความสามารถในการศึกษาชุดกิจกรรมด้วยตนเอง ฝึกการแสวงหาความรู้ มีวินัย ในตนเอง รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วย (สุภรดา โพธิ์จี, 2566)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกับโทรศัพท์มือถือมีการพัฒนาที่เป็นไปอย่าง รวดเร็ว มีสมรรถนะที่สูง สามารถติดต่อสื่อสารได้ทั้งภาพ ข้อความ เสียง บันทึกภาพนิ่ง และ ภาพเคลื่อนไหวได้ สามารถค้นหาแหล่งความรู้ของสื่อต่าง ๆ ผ่านทางระบบการสื่อสาร โทรคมนาคม และระบบอินเทอร์เน็ตด้วยเทคโนโลยี “3G-4G” และเข้าถึงแหล่งความรู้ได้ตลอดเวลา ผู้เรียนจึงใช้ ประโยชน์มาเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น การศึกษาผ่าน โทรศัพท์มือถือ หรือการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่จึงเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (e-Learning) และการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นรูปแบบของการเรียนระยะไกล (Distance Learning) ที่เป็นก้าวใหม่ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกับโทรศัพท์มือถือ ซึ่งจะมี ความสำคัญมากที่สุดในอนาคต (อิทธิ-ศักดิ์ ศรีดำ, 2561)

กระบวนการจัดการการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องส่งเสริม และพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติทดลองจริง เพื่อให้เกิดทักษะและพัฒนาองค์ความรู้รวมทั้งสามารถบูรณาการความรู้ได้ ครูจึงมีบทบาทหน้าที่ในการหาวิธีการหรือมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยสอดแทรกกลวิธีต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น เกิดความสนใจเกิดการใฝ่เรียนรู้ในการเรียน เกิดทักษะกระบวนการต่าง ๆ กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้มีทักษะเฉพาะทาง มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน มีความสามารถในการแข่งขัน และสามารถนำความรู้และทักษะเหล่านั้นไปใช้ในการดำเนินชีวิตในยุคสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 นี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สุรศักดิ์ บุญธิมา และศักดิ์ดิษฐาภรณ์ นันท์, 2562) ซึ่งจากการเรียนการสอนที่ผ่านมาพบว่านักเรียนในปัจจุบันได้ให้ความสนใจกับการเรียนการสอนทฤษฎีลดน้อยลงเป็นอย่างมาก รวมถึงไม่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้อ่าน การสอน ผู้สอนจึงมีความจำเป็นที่จะพัฒนาวิธีการสอนเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน และได้สังเกตเห็นการที่นักเรียนในปัจจุบันได้มีการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งใช้ในการติดต่อและสืบค้นข้อมูลกันเป็นเรื่องปกติ รวมถึงในปัจจุบันได้มีการพัฒนานวัตกรรมแอปพลิเคชันต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงมีการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อพัฒนาในการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

ด้วยปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลประเภทน้ำตาลรีดิวซ์ในเครื่องดื่ม เนื่องจากการเรียนการสอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล และประเภทของน้ำตาลรีดิวซ์ ผู้วิจัยจึงได้มีการนำสิ่งใกล้ตัวมาใช้ประกอบการศึกษา คือ การนำเครื่องดื่มที่นักเรียนบริโภคในชีวิตประจำวัน มาวิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องมือ โดยอาศัยการวัดความเข้มสีจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีของน้ำตาลกับรีเอเจนต์ที่ทำให้เกิดสี (Chromogenic Reagent) ทดแทนการใช้เครื่องวัดสีหรือเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ตามวิธีมาตรฐาน ซึ่งมีราคาแพง จำเป็นต้องเรียนรู้วิธีและขั้นตอนการใช้เครื่องที่ค่อนข้างซับซ้อน ดังนั้น ด้วยหลักการดังกล่าว จะสามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นการปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์แบบง่ายสำหรับการเรียนการสอนสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนทั่วไปหรือโรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี สมบัติของแสงและสี สามารถประยุกต์อุปกรณ์เทคโนโลยีในชีวิตประจำวันสำหรับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องด้วยโทรศัพท์มือถือเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้กันทั่วไปในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีที่ง่ายจะช่วยให้สถานศึกษาสามารถประเมินผลกระทบเบื้องต้นของเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลที่ดี

ต่อสุขภาพของนักเรียนได้ และยังทำให้ครูกับนักเรียนสามารถเข้าถึงได้ ซึ่งมีนักวิจัยได้ให้ความสนใจและทำการวิจัยการใช้ชุดกิจกรรม และโทรศัพท์มือถือมาร่วมในกระบวนการวิทยาศาสตร์ (เหมือนหมาย อภินทนาพงศ์, วิชชุดา สังข์แก้ว, และเสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์, 2564) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้สมาร์ตโฟนและกล้องดิจิทัลในการวัดค่าสี พบว่า หลังการปรับเทียบค่าความแตกต่างของสีโดยรวมมีแนวโน้มลดลง แต่ยังอยู่ในระดับที่แตกต่างจากค่าสีที่วัดจากเครื่องมือมาตรฐานอยู่บ้าง เมื่อนำมาคำนวณเป็นค่าดัชนีสี “Hue Angle” พบว่า ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงสีแดง น้ำเงินและม่วง โดยมีความคลาดเคลื่อนจากค่าสีที่วัดด้วยเครื่องวัดสี “HunterLab” มากกว่าสีอื่น และพบว่าช่วงสีดังกล่าวมีค่าความแตกต่างของสีโดยรวมสูงและมากกว่า 60 ขึ้นไป (น้ำฝน คูเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง, และลลิตา มาเอี่ยม, 2562) การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 นักสำรวจน้ำดี กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์กักกันเปลี่ยนโลก และกิจกรรมที่ 3 สร้างสรรค์กักกันแบ่งปันความรู้ โดยผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก 2) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.49 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

น้ำตาลเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่เป็นแหล่งพลังงานของร่างกาย น้ำตาล 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี น้ำตาลแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโทส และกาแลคโทส) และน้ำตาลโมเลกุลคู่ (ได้แก่ ซูโครส มอลโทส และแลคโทส) โดยน้ำตาลทุกชนิดยกเว้นซูโครสจัดเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar) ซึ่งมีหมู่แอลดีไฮด์หรือคีโตนที่เป็นอิสระอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาล และถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย เมื่อมีการบริโภคอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตมากเกินไป ร่างกายจะเก็บสะสมกลูโคสในรูปของไกลโคเจนที่ตับและกล้ามเนื้อ เพื่อเก็บไว้ใช้เป็นแหล่งพลังงานสำรองในเวลาที่ต้องการพลังงาน แต่หากมีการสะสมของไกลโคเจนมากเกินไป ร่างกายจะเปลี่ยนเป็นการสะสมในรูปของเซลล์ไขมัน และอาจส่งผลให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลิน เกิดเป็นโรคอ้วน โรคเบาหวาน และโรคที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอลิกอื่น ๆ ตามมาได้ นอกจากนี้ในปัจจุบัน น้ำตาลได้เป็นส่วนผสมในอาหารเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะในขนม อาหารว่าง เครื่องดื่ม เครื่องปรุงรส รวมถึงอาหารปรุงสำเร็จรูป ซึ่งเพิ่มโอกาสให้เด็กบริโภคน้ำตาลเกินข้อเสนอ โดยกรมอนามัยซึ่งให้บริโภคน้ำตาลไม่เกิน 6 ช้อนชาต่อคนต่อวัน (คณะกรรมการและคณะทำงานปรับปรุงข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย,

2563) ซึ่งจากข้อมูลสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติซึ่งสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชากร ในปี พ.ศ. 2556 และพ.ศ. 2560 พบว่ากลุ่มอายุ 6 - 14 ปี และ 15 - 24 ปี มีการบริโภคเครื่องดื่มที่มีรสหวานเพิ่มมากขึ้น โดยจากปี พ.ศ. 2556 พบร้อยละ 41.4 (6 - 14 ปี) และร้อยละ 61.3 (15 - 24 ปี) ต่อมาในปี พ.ศ. 2560 พบว่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 71.3 (6 - 14 ปี) และร้อยละ 83.7 (15 - 24 ปี) ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในกลุ่มอายุ 15 - 24 ปี พบการบริโภคเครื่องดื่มที่มีรสหวานมากกว่ากลุ่มอายุ 6 - 14 ปี และเป็นกลุ่มที่บริโภคมากที่สุด ในปี พ.ศ. 2560 และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่กลุ่มอายุ 25 - 59 ปี พบการบริโภคเครื่องดื่มที่มีรสหวานทุกวันน้อยลง นอกจากนี้การสำรวจของกรมอนามัยในการรายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2555 และพ.ศ. 2560 พบเด็กอายุ 15 ปี ดื่มน้ำอัดลมทุกวันถึงร้อยละ 14.9 และ 14.1 ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มของการบริโภคน้ำหวานน้ำผลไม้ซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน (วิลาสินี หงสนันท์ และนิทรา กิจธิระวุฒิมัย, 2562)

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งจากผลการศึกษาทำให้สามารถประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับการเรียนการสอน และนักเรียนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีมากขึ้น และนักเรียนได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปได้ว่า การเรียนการสอนโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถสร้างความสนใจในการเรียนให้แก่เด็กนักเรียนมากขึ้น รวมถึงการประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนสามารถทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. สามารถใช้โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟนเป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบสีของปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม โดยอาศัยการวัดค่าแม่สีด้วยแอปพลิเคชันซึ่งดาวน์โหลดได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของค่าสีอาร์จีบี (RGB) ที่มองเห็น กับค่าสีที่วัดได้
2. สามารถประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับการเรียนการสอนในการตรวจวัดสีความเข้มของน้ำตาลที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ แทนทดการใช้เครื่องมือมาตรฐาน และนักเรียนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีมากขึ้น
3. สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาไปพัฒนาปรับปรุงการวิเคราะห์ ให้ครอบคลุมและตอบสนองต่อเนื้อหาที่จะจัดการเรียนการสอนได้มากยิ่งขึ้น

สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 เครือข่ายแม่แดง 4 จำนวน 6 โรงเรียน มีจำนวนนักเรียน 76 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบ้านเหล่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 เครือข่ายแม่แดง 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 18 คน ซึ่งได้มาโดยการใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เนื้อหา ว.16101 เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้นำชุดกิจกรรมมาจัดการเรียนการสอนซึ่งลำดับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 กิจกรรม รวม 6 ชั่วโมง เท่านั้น ประกอบด้วยกิจกรรม

ที่ 1 ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงวัย กิจกรรมที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม ด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือ และกิจกรรมที่ 3 แนวทางการเลือกรับประทานอาหาร

ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ตั้งแต่วันที่ พฤษภาคม - พฤศจิกายน พ.ศ. 2566

ขอบเขตด้านสถานที่

งานวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่โรงเรียนวัดบ้านเหล่า อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แอปพลิเคชัน **Color Picker** หมายถึง แอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือที่ผู้วิจัยดาวน์โหลดโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่งแอปพลิเคชันจะมีระบบสีที่ใช้ในการวัดสีอยู่ทั้งหมด 10 ระบบ คือ RGB, RGB Hex, W3C, RAL, CMY, CMYK, HSV, LAB, LCH และ XYZ

2. **ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์** หมายถึง ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นชุดกิจกรรมที่มีการนำเอาวิธีการ สื่อ อุปกรณ์ และกระบวนการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ มาใช้ โดยกระบวนการที่ใช้ในชุดกิจกรรมเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน ใบกิจกรรม ใบความรู้ แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบ แนวเฉลยใบกิจกรรม เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน และเฉลยแบบทดสอบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม** หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละชุดคู่มือครู เนื้อหา และแบบทดสอบ ได้มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ไว้ครบถ้วน

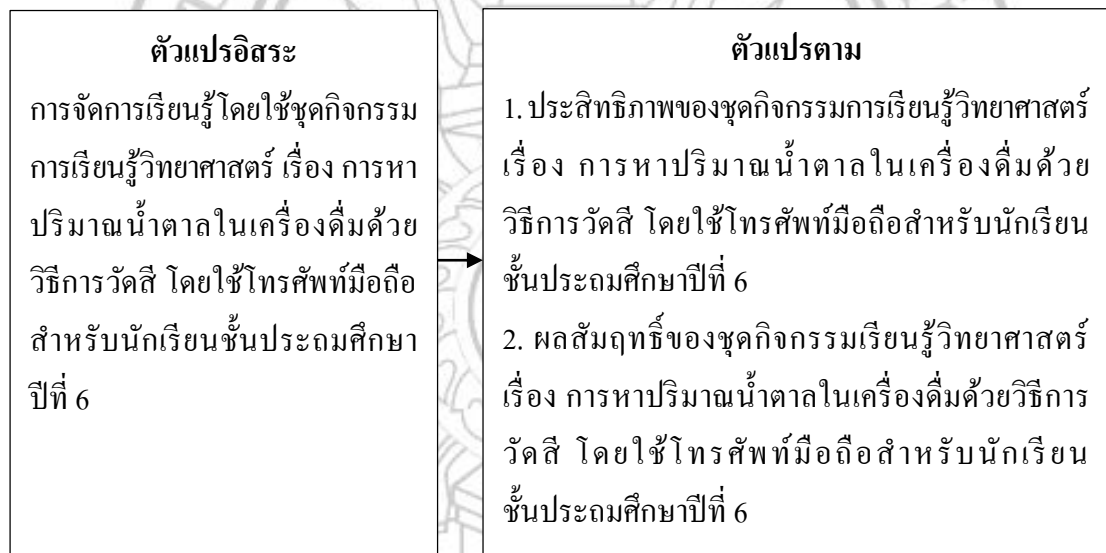
4. **ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์** หมายถึง คุณภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ กลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ คือ 70/70

5. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

6. **นักเรียน** หมายถึง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบ้านเหล่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 เครื่องข่ายแม่แตง 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 18 คน ซึ่งได้มาโดยการใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาล ในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. น้ำตาล
2. สี
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้โทรศัพท์มือถือ
4. แนวคิดเกี่ยวกับ M-learning
5. แนวคิดเกี่ยวกับชุดกิจกรรม
6. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
7. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
8. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำตาล

ความหมายของน้ำตาล

น้ำตาล (Sugar) จัดเป็นสารชีวโมเลกุลคาร์โบไฮเดรตประเภทสารให้พลังงานที่มีรสหวาน ละลายได้ดีในน้ำ นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน อาทิ ใช้ปรุงอาหาร ใช้เป็นอาหารเสริมให้แก่ร่างกาย ชนิดของน้ำตาลที่นำมาใช้ประโยชน์มาก ได้แก่ น้ำตาลซูโครส หรือน้ำตาลทราย

น้ำตาลซูโครส หรือน้ำตาลทราย เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ผลิตจากอ้อย (Sugar Cane) ในเขตร้อน (ประมาณ 60 %) และผลิตจากหัวบีท (Beet Root) ในเขตอบอุ่น (ประมาณ 40 %) โดยมีกรรมวิธีการผลิตที่คล้ายกัน คือ การสกัดเอาสารละลายน้ำตาล นำมากรอง ต้มระเหยน้ำออก

และสุดท้ายเป็นการตกผลึกได้เป็นก้อนน้ำตาลขนาดเล็ก (วิจิตร เหลียวตระกูล, ขนิษฐา กรมศรี, และปรัชญา นาควงษ์, 2561)

สมบัติของน้ำตาลทราย

1. ความหวาน

น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และสามารถแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ รสหวานของน้ำตาลเกิดจากรสของต่อมรับรสบริเวณปลายลิ้นด้านบน ค่าความหวานของน้ำตาลจะใช้ค่าความหวานของน้ำตาลซูโครสเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบกับความหวานของน้ำตาลอื่น ๆ เนื่องจากน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลที่หวานมากที่สุดในบรรดาน้ำตาลทุกชนิด รองลงมาจะเป็นน้ำตาลกลูโคส มอลโทส และกาแลคโทส

2. การละลายน้ำ

น้ำตาลสามารถละลายได้ดีในน้ำได้มากถึงร้อยละ 100 ขึ้นกับความเข้มข้น และอุณหภูมิ หากมีความเข้มข้นมากจะละลายได้น้อยลง หากมีอุณหภูมิสูงจะละลายได้มากขึ้นเช่นกัน ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาล เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ฟรุคโทส ซูโครส กลูโคสกับมอลโทส และแลคโทส

3. การให้สารสีน้ำตาลในอาหาร

สารสีน้ำตาลที่มาจากน้ำตาลเป็นรังควัตถุที่เกิดจากการไหม้ของน้ำตาล แต่ไม่ได้ไหม้สนิทจนเกิดสีดำ ซึ่งการทำให้เกิดการไหม้ของน้ำตาลจนมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลอมดำเป็นวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดสีของน้ำตาลสำหรับผสมหรือผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้ผสมซีอิ๊วดำ ซอสถั่วเหลือง และน้ำอัดลม เป็นต้น

4. การดูดซับความชื้น

4.1 น้ำตาลแต่ละชนิดจะสามารถดูดความชื้นได้แตกต่างกัน น้ำตาลฟรุคโทสเป็นน้ำตาลที่ดูดความชื้นได้ดีที่สุด รองลงมาเป็น น้ำตาลซูโครส มอลโทส และแลคโทส

4.2 น้ำตาลเมื่อดูดซับความชื้น และเป็นส่วนผสมในอาหารจะทำให้อาหารมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น

4.3 การเก็บรักษาความชื้นจากการดูดซับความชื้นของน้ำตาล ช่วยให้อาหารที่มีส่วนผสมของน้ำตาลมีความชุ่มชื้น ไม่แห้งง่าย และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน (ไชยยศ เกิดกลาง, 2563)

ประเภทของน้ำตาล

น้ำตาลแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

1. น้ำตาล โมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharides)

เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว มีรสหวาน ละลายน้ำได้ดี ร่างกายสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการย่อย ได้แก่

1.1 น้ำตาลฟรุกโทส (Fructose) พบมากในผัก ผลไม้ที่มีรสหวาน รวมถึงน้ำผึ้ง เป็นน้ำตาลที่มีรสหวานจัด ได้จากการย่อยสลายน้ำตาลซูโครส

1.2 น้ำตาลกลูโคส (Glucose) พบมากในส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ให้รสหวาน อาทิ ผลไม้ พืชมีหัว ยอดอ่อน เป็นต้น และเป็นน้ำตาลชนิดเดียวที่พบในเลือดมนุษย์

1.3 น้ำตาลกาแลคโทส (Galactose) เป็นน้ำตาลที่ไม่พบในธรรมชาติในรูปของ น้ำตาลอิสระ แต่จะได้รับการสลายของแลคโทสในน้ำนม (ฉัฐพงษ์ บุญปอง, 2563)

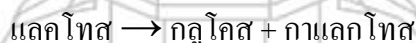
2. น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharides)

เป็นน้ำตาลที่มีการรวมกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล ประกอบด้วย (พัชรชาติ จงไกรจักร, 2564)

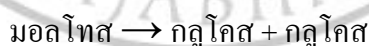
2.1 ซูโครส (Sucrose) เป็นน้ำตาลที่พบในพืชทั่วไป เช่น ผลไม้สุก อ้อย และหัวบีท เป็นต้น เมื่อย่อยสลายจะได้น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโทส น้ำตาลชนิดนี้ บางครั้งเรียกว่า น้ำตาลทราย



2.2 แลคโทส (Lactose) น้ำตาลชนิดนี้พบได้เฉพาะในน้ำนมสัตว์ จึงเรียกว่า น้ำตาลนม (Milk Sugar) เมื่อย่อยสลายจะได้น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกาแลคโทส



2.3 มอลโทส (Maltose) ไม่พบในรูปอิสระตามธรรมชาติ แต่ผลิตได้จากการการใช้ กรดหรือเอนไซม์ย่อยแป้ง เมื่อย่อยสลายจะได้เป็นน้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุล



น้ำตาลแบ่งตามลักษณะการผลิต

ชนิดน้ำตาลที่แบ่งตามลักษณะการผลิตเป็น 2 ชนิด คือ น้ำตาลที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรม และน้ำตาลที่ผลิตในระดับครัวเรือน (ฉัฐพงษ์ บุญปอง, 2563)

1. น้ำตาลที่ผลิตในอุตสาหกรรม

1.1 น้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar) เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปผลึกที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ มีลักษณะเป็นผลึกสีน้ำตาลอ่อนหรือน้ำตาลเข้ม มีความชื้นปานกลาง มีกากน้ำตาลมาก เกิดน้ำตาลจับตัวกันแน่น ไม่ร่วน มีสามารถผลิตได้จากน้ำอ้อย ประกอบด้วยการหีบอ้อย การแยกสิ่งสกปรกด้วยการตกตะกอน การฟอกสีด้วยปูนขาว น้ำตาลชนิดนี้ไม่ใช่ น้ำตาลบริโภค แต่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

1.2 น้ำตาลทรายขาว (Plantation or Mill White Sugar) เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปผลึก มีสีขาวถึงเหลืองอ่อน มีกากน้ำตาล และความชื้นน้อย เกิดน้ำตาลจับตัวไม่แน่น มีความร่วนกว่าน้ำตาลทรายดิบ ใช้การฟอกสีน้ำอ้อยด้วยก๊าซ SO_2 หรือ ก๊าซ CO_2 น้ำตาลชนิดนี้นิยมใช้สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร น้ำอัดลม รวมถึงจำหน่ายสำหรับใช้ในครัวเรือน

1.3 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined Sugar) เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปผลึกที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวใส มีความสะอาดสูง ไม่มีกากน้ำตาล และมีความชื้นน้อยมากหรือไม่มีความชื้นเลย เป็นน้ำตาลทรายขาวที่วางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป นิยมใช้ทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร และในครัวเรือน

1.4 น้ำตาลทรายสีน้ำตาล (Brown Sugar) เป็นน้ำตาลทรายขาวชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นเกล็ดสีน้ำตาลอ่อน มีเกล็ดขนาดเล็ก และมีความชื้นน้อยกว่าน้ำตาลทรายดิบ

1.5 น้ำตาลทรายแดง (Soft Brown Sugar) เป็นน้ำตาลที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลแดง มีกลิ่นน้ำตาลไหม้ เป็นน้ำตาลที่มีความชื้นสูงทำให้ไม่จับตัวเป็นก้อน ขนาดผลึกขึ้นกับปริมาณกากน้ำตาล หากมีกากน้ำตาลมาก สีจะเข้ม ผลึกจะใหญ่ และเกาะกันแน่น ให้รส และกลิ่นแรง บางครั้ง เรียกว่า น้ำตาลดิบ เพราะเป็นน้ำตาลที่ไม่ได้ทำให้บริสุทธิ์ มีการผลิตทั้งในระดับครัวเรือน และระดับอุตสาหกรรม น้ำตาลชนิดนี้ นิยมใช้แทนน้ำตาลทรายขาว เช่น ใช้แทนน้ำตาลทรายอื่นที่มีราคาสูงในการผลิตซีอิ๊ว และใช้ผสมอาหาร

1.6 น้ำตาลไอซิ่ง (Icing Sugar) เป็นน้ำตาลที่ได้จากการนำน้ำตาลทรายขาวมาบดจนละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงตามขนาดที่ต้องการ พร้อมเติมสารป้องกันการเกาะตัวเป็นก้อน (Anticaking Agent) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า และซิลิกอนไดออกไซด์ น้ำตาลชนิดนี้ นิยมใช้ทำขนม แต่งหน้าขนม และทำไส้ครีม

1.7 น้ำตาลปั่นละเอียด (Caster Sugar) เป็นน้ำตาลที่ทำมาจากการปั่นน้ำตาลทรายขาวให้ละเอียด จนได้เม็ดน้ำตาลที่คล้ายกับน้ำตาลไอซิ่ง แต่ไม่มีการเติมสารป้องกันการเกาะตัวเท่านั้น มีคุณสมบัติละลายได้ง่าย จึงนิยมใช้ปรุงอาหาร หรือใช้ผสมขนม

1.8 น้ำตาลปอนด์ (Cube Sugar) ผลิตได้จากการนำน้ำตาลทรายขาวมาบีบอัดให้ได้รูปทรงสี่เหลี่ยม และเป่าด้วยลมเย็นเพื่อให้แข็งตัว มีความชื้นประมาณร้อยละ 0.5 - 1.0 เป็นน้ำตาลที่นิยมใช้ผสมน้ำชา กาแฟ

1.9 น้ำตาลกรวด (Crystalline Sugar) เป็นน้ำตาลที่ผลิตจากน้ำเชื่อมของอ้อยหรือน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ นำมาละลายน้ำ และทำให้ตกผลึกอย่างช้า ๆ ไม่ฟอกสี มีลักษณะเป็นก้อนคล้ายสารส้ม มีสีขาวใส น้ำตาลชนิดนี้มีรสหวาน นิยมใช้ผสมอาหารที่ต้องการความพิถีพิถัน เช่น ตุ่นรังนก ตุ่นยา และทำขนมชนิดต่าง ๆ

1.10 น้ำผึ้ง (Honey) เป็นน้ำตาลที่อยู่ในรูปสารละลายที่มาจากน้ำหวานเกสรดอกไม้ องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลฟรุกโทสมากกว่ากลูโคส มีความชื้นประมาณร้อยละ 18 - 20

1.11 น้ำเชื่อม (Syrup) เป็นน้ำตาลที่อยู่ในรูปของเหลว สามารถเตรียมได้จากการนำน้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลชนิดต่าง ๆ มาละลายน้ำ และเคี่ยวจนได้สารละลายน้ำตาลเข้มข้น ซึ่งลักษณะสีจะแตกต่างกันตามชนิดน้ำตาลที่ใช้ สำหรับการใช้น้ำตาลทรายดิบหรือน้ำตาลทรายที่มีสี แต่ต้องการให้น้ำเชื่อมที่ใสขึ้นนั้น จะใช้เปลือกไข่เติมลงในหม้อเคี่ยวด้วย

2. การผลิตน้ำตาลแบบพื้นบ้าน

2.1 น้ำตาลปีบ เป็นน้ำตาลที่ทำจากน้ำตาลมะพร้าวหรือน้ำตาลจากพืชชนิดอื่น ๆ แต่ทั่วไปนิยมทำจากมะพร้าวเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะเป็นก้อนเหนียว ไม่แข็งเหลว มีสีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม และออกนวล มีความชื้นประมาณร้อยละ 7 - 8 มีองค์ประกอบของน้ำตาลซูโครสมากกว่าร้อยละ 70 และน้ำตาลอินเวิร์ทไม่มากกว่าร้อยละ 7 นิยมใช้ประกอบอาหารที่ใช้กะทิ เช่น พะแนง แกงเขียวหวาน เป็นต้น เป็นน้ำตาลที่บรรจุในปีบซึ่งเป็นที่มาของชื่อ

2.2 น้ำตาลปึก มีวิธีการผลิต และใช้วัตถุดิบเหมือนกับน้ำตาลปีบ แต่ต่างกันที่เมื่อเคี่ยวน้ำตาลได้จะนำมาเทในแบบ เช่น เบ้า ถ้วย หรือแม่พิมพ์ ซึ่งจะทาเคลือบด้วยน้ำมันพืชหรือน้ำมันปาล์ม ก่อน นิยมใช้ปรุงอาหารเช่นเดียวกับน้ำตาลปีบ

2.3 น้ำตาลแว่นหรือน้ำตาลงบ มีลักษณะการผลิตคล้ายกับน้ำตาลปึก แต่นิยมทำจากน้ำตาลโตนด โดยนำมาเคี่ยวจนเหนียวหนืด แล้วเทใส่แม่พิมพ์วงกลมที่ทำจากใบตาล มีหลายขนาด (ไชยยศ เกิดกลาง, 2563)

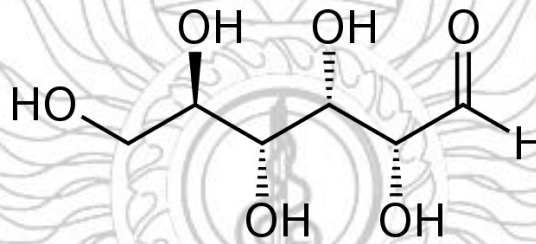
น้ำตาลรีดิวซ์

น้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugar) คือ น้ำตาลใด ๆ ที่สามารถทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ได้ เนื่องจากมีหมู่แอลดีไฮด์อิสระหรือหมู่คีโตนอิสระ โมโนแซ็กคาไรด์ทั้งหมดเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ เช่น เดียวกันกับไดแซ็กคาไรด์บางชนิด โอลิโกแซ็กคาไรด์บางชนิด และพอลิแซ็กคาไรด์บางชนิด โมโนแซ็กคาไรด์สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม: อัลโดสซึ่งมีหมู่แอลดีไฮด์ และคีโตสซึ่งมี

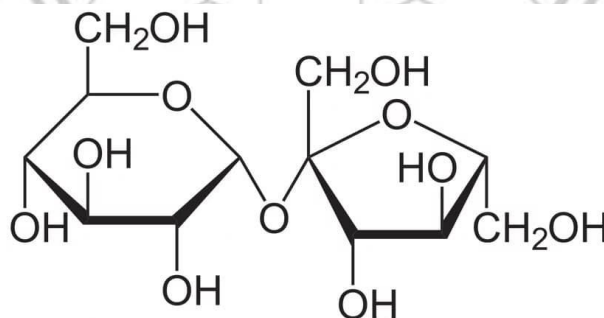
หมู่คีโตน คีโตนจะต้องปรับให้เป็นอัลโดสก่อนที่สามารถทำหน้าที่เป็นน้ำตาลรีดิวิซ์ได้ โมโนแซ็กคาไรด์ในอาหารทั่วไป กาแลคโทส กลูโคส และฟรุคโทสล้วนเป็นน้ำตาลรีดิวิซ์

ไดแซ็กคาไรด์เกิดจากโมโนแซ็กคาไรด์สองโมเลกุลสามารถจำแนกได้ว่าเป็นน้ำตาลรีดิวิซ์หรือไม่ใช่ ไดแซ็กคาไรด์ที่ไม่ใช่ น้ำตาลรีดิวิซ์ เช่น ซูโครส และทริฮาโลสมีพันธะไกลโคซิดิกระหว่างคาร์บอนอโนเมอร์ จึงไม่สามารถเปลี่ยนเป็นรูปโซ่เปิดที่มีหมู่แอลดีไฮด์ได้ คีโตนอยู่ในรูปไซคลิก ไดแซ็กคาไรด์รีดิวิซ์ เช่น แลคโทส และมอลโทสมีคาร์บอนอโนเมอร์เพียงหนึ่งในสองที่เกี่ยวข้องกับพันธะไกลโคซิดิก ในขณะที่อีกตัวหนึ่งเป็นอิสระ และสามารถเปลี่ยนเป็นรูปโซ่เปิดที่มีหมู่แอลดีไฮด์ได้

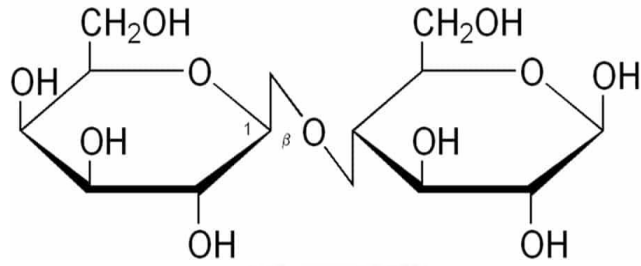
น้ำตาลรีดิวิซ์จะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในปฏิกิริยาเมลลาร์ดซึ่งเป็นชุดของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นขณะปรุงอาหารที่อุณหภูมิสูง และมีความสำคัญในการกำหนดรสชาติของอาหาร นอกจากนี้ระดับของน้ำตาลรีดิวิซ์ในไวน์ น้ำผลไม้ และอ้อยยังบ่งบอกถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้อีกด้วย (ฉัฐพงษ์ บุญปอง, 2563)



ภาพที่ 2.1 รูปแบบรีดิวิซ์ของกลูโคส
ที่มา: วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2564



ภาพที่ 2.2 รูปแบบรีดิวิซ์ของซูโครส
ที่มา: บริษัท นิโอนิกส์ จำกัด, 2564



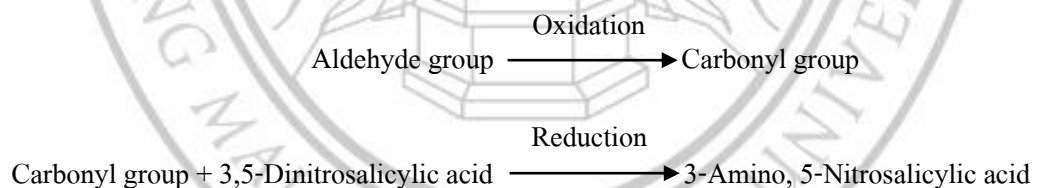
ภาพที่ 2.3 รูปแบบรีดิวซ์ของแลคโตส

ที่มา: บริษัท นิโอเน็กซ์ จำกัด, ม.ป.ป.

การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี 3,5- ไดไนโตรซาลิไซลิก

นิธิยา รัตนานพนธ์ (น. 204-206) วิธีมาตรฐาน 3,5-ไดไนโตรซาลิไซลิก (3,5-Dinitrosalicylic Method หรือ DNS Method) เป็นวิธีการอย่างหนึ่งในการวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งวิธีที่แพร่หลาย และสามารถใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ ซึ่งการวิเคราะห์โดยการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์นี้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีเข้ามาใช้ เพื่อเพิ่มความแม่นยำ

วิธีนี้เกิดจากปฏิกิริยาของหมู่แอลดีไฮด์ที่พบอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลแอลโดส เช่น กลูโคส หรือหมู่คีโตนที่พบอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลฟรุกโทส ซึ่งจะมีหมู่คาร์บอนิลอิสระและมีสมบัติเป็นสารรีดิวซ์ จะทำปฏิกิริยากรด 3,5- ไดไนโตรซาลิไซลิก ด้วยอัตราส่วน 1:1 โดยโมล ในภาวะที่เป็นด่าง ซึ่งกรด 3,5- ไดไนโตรซาลิไซลิกจะถูกรีดิวซ์เป็นกรด 3-แอมิโน, 5-ไนโตรซาลิไซลิก อย่างไรก็ตามวิธีการนี้จะมีการสูญเสียน้ำตาลรีดิวซ์ไปบางส่วน ซึ่งจะมีผลต่อค่าที่วิเคราะห์ได้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมี ดังนี้



ปฏิกิริยานี้หากมีออกซิเจนละลายอยู่ในสารละลายจะรบกวนการออกซิเดชันของน้ำตาลกลูโคส จึงมีการเติมซัลไฟต์ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสี เพื่อช่วยจับออกซิเจนที่ละลายอยู่

น้ำตาลรีดิวซ์แต่ละชนิดจะให้ความเข้มของสีแตกต่างกัน ดังนั้นจำเป็นต้องทำกราฟมาตรฐานสำหรับน้ำตาลแต่ละชนิด

นอกจากนั้นในปฏิกิริยาออกซิเดชันของหมู่คาร์บอนิลในโมเลกุลของน้ำตาล อาจมีปฏิกิริยาข้างเคียง เช่น การสลายตัวของน้ำตาลได้ และคาร์บอนอกซิเมทิลเซลลูโลส มีผลกระทบใน

การทำกราฟมาตรฐานโดยทำให้สีที่เกิดขึ้นมีความเข้มมากขึ้น อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ทำได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่มีความจำเพาะเจาะจงต่ำ จำเป็นต้องทำแบลนค์ (Blank) ควบคู่ไปด้วย

หากผลการทดลองที่ได้มีการรบกวนจากสารใดไม่ทราบแน่นอน ควรเพิ่มสารมาตรฐานภายใน (Internal Standard) ลงไปด้วย เพื่อให้ปฏิกิริยาการเกิดสีมีความเข้มชัดเจนขึ้น ค่าการดูดกลืนแสงที่เพิ่มขึ้นจะเท่ากับปริมาณของน้ำตาลที่เติมลงไป

การทดสอบโดยศึกษาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธีดีเอ็นเอส (DNS Method) สามารถนำมาใช้ในการหาความเข้มข้นของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและโมเลกุลคู่ที่มีอยู่ได้ โดยใช้กรด 3,5- ไดไนโตรซาลิไซลิก ซึ่งสารชนิดนี้ จะมีสารเคมีและปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทำกรด 3,5- ไดไนโตรซาลิไซลิกแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการนำกรด 3,5- ไดไนโตรซาลิไซลิกมาใช้ จำเป็นต้องเลือกให้เหมาะกับงานที่ต้องการจะวิเคราะห์ ซึ่งสารตัวนี้เป็นสารที่ไวต่อแสงมาก ซึ่งการทดสอบควรทำในที่มืดแสงน้อย และใช้เวลารวดเร็วในการทดสอบ

ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะใช้กรด 3,5- ไดไนโตรซาลิไซลิกผสมกับน้ำกลั่นในสัดส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อเจือจางความเข้มข้นของสารละลาย ก่อนนำมาไปวิเคราะห์กับเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มองเห็นได้ (UV - VIS Spectrophotometry) ซึ่งก่อนที่จะหาปริมาณของน้ำตาลรีดิวซ์ได้ จำเป็นต้องสร้างกราฟมาตรฐานขึ้นมาก่อน จากการใช้สัดส่วนความเข้มข้นที่แตกต่างกันของกรด 3,5- ไดไนโตรซาลิไซลิก โดยวัดที่ความยาวคลื่น 575 นาโนเมตร จะได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ที่ต้องการ

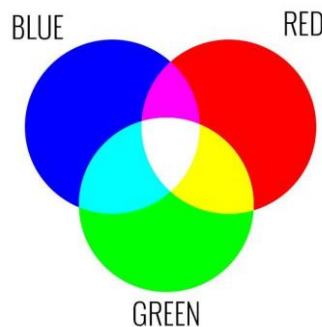
สี

สี (Color) หมายถึง ลักษณะกระทบต่อสายตาให้เห็นเป็นสีมีผลถึงจิตวิทยา คือมีอำนาจให้เกิดความเข้มของแสงที่อารมณ์และความรู้สึกได้ เมื่อสายตามองเห็นสีจะส่งความรู้สึกไปยังสมองทำให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ ตามอิทธิพลของสี เช่น สดชื่น ร้อน ตื่นเต้น เศร้า สีมีความหมายอย่างมากเพราะศิลปินต้องการใช้สีเป็นสื่อสร้างความประทับใจในผลงานของศิลปะและสะท้อนความประทับใจนั้นให้บังเกิดแก่ผู้ดู มนุษย์เกี่ยวข้องกับสีต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลาเพราะทุกสิ่งที่อยู่รอบตัวนั้นล้วนแต่มีสีอันแตกต่างกันมากมาย สีเป็นสิ่งที่ควรศึกษาเพื่อประโยชน์กับตนเองและผู้สร้างงานจิตรกรรมเพราะ เรื่องราวของสีนั้นมีหลักวิชาเป็นวิทยาศาสตร์จึงควรทำความเข้าใจ วิทยาศาสตร์ ของสีจะบรรลุผลสำเร็จในงานมากขึ้น ถ้าไม่เข้าใจเรื่องสีดีพอสมควร ถ้าได้ศึกษาเรื่องสีดีพอแล้ว งานศิลปะก็จะประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี (ขนิษฐา กล้าสกุล, 2560)

สีต่าง ๆ นั้นมีอยู่มากมายแหล่งกำเนิดของสีและวิธีการผสมของสีตลอดจนรู้สีที่มีต่อสีของมนุษย์แต่ละกลุ่มย่อมไม่เหมือนกัน สีต่าง ๆ ที่ปรากฏนั้นย่อมเกิดขึ้นจากแม่สีในลักษณะที่แตกต่างกันตามชนิดและประเภทของสีนั้น

แม่สี คือ สีที่นำมาผสมกันแล้วทำให้เกิดสีใหม่ ที่มีลักษณะแตกต่างไปจากสีเดิม แม่สีมีอยู่ 2 ชนิด คือ

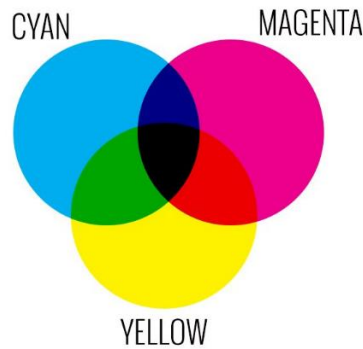
1. แม่สีของแสง (Red/Green/Blue: RGB) เกิดจากการหักเหของแสงผ่านแท่งแก้วปริซึม มี 3 สี คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน อยู่ในรูปของแสงรังสี ซึ่งเป็นพลังงานชนิดเดียวที่มีคุณสมบัติของแสงสามารถนำมาใช้ในการถ่ายภาพ ภาพโทรทัศน์ การจัดแสงสีในการแสดงต่าง ๆ เป็นต้น



ภาพที่ 2.4 ระบบสี RGB

ที่มา: ครูทีก.com, ม.ป.ป.

2. แม่สีวัตถุเป็นสีที่ได้มาจากธรรมชาติ และจากการสังเคราะห์โดยกระบวนการเคมี มี 3 สี คือ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน แม่สีวัตถุเป็นแม่สีที่นำมาใช้งานกันอย่างกว้างขวางในวงการศิลปะ วงการอุตสาหกรรม ฯลฯ แม่สีวัตถุเมื่อนำมาผสมกันตามหลักเกณฑ์ จะทำให้เกิด วงจรสี ซึ่งเป็นวงสีธรรมชาติ เกิดจากการผสมกันของแม่สีวัตถุ เป็นสีหลักที่ใช้งานกันทั่วไป ในวงจรสี จะแสดงสิ่งต่าง ๆ นั่นคือ CMYK ซึ่งมีแนวคิดมาจากระบบการพิมพ์ โดยภาพจะถูกแยกออกเป็นแม่พิมพ์ของสีหลักเพียง 4 สี คือ ฟ้า (Cyan) ม่วงแดง (Magenta) เหลือง (Yellow) และดำ (Black) ซึ่งเมื่อนำมารวมกันแล้วจะได้สีดำ (ศราวุธ เบ็ญจรัส, 2565)



ภาพที่ 2.5 ระบบสี CMYK

ที่มา: ครูทีกี.com, ม.ป.ป.

ระบบสี RGB

อาร์จีบี (RGB) ย่อมาจากสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และฟ้า (Blue) คือระบบสีของแสง เกิดจากการหักเหของแสงกลายเป็นสีรุ้ง ด้วยกัน 7 สี ซึ่งเป็นช่วงแสงที่เราสามารถมองเห็นได้ แสงสีม่วงจะมีความถี่สูงสุดเรียกว่า อัลตราไวโอเลต และแสงสีแดงจะมีความถี่ต่ำสุด เรียกว่า อินฟราเรด คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าสีม่วง และต่ำกว่าสีแดงนั้น สายตาของมนุษย์ไม่สามารถรับได้ แสงสีทั้งหมดเกิดจาก แสงสี 3 สี คือ สีแดง (Red) สีน้ำเงิน (Blue) และสีเขียว (Green) ทั้งสามสี ถือเป็นแม่สีของแสง ระบบสีอาร์จีบีจะการแสดงผลออกมา เป็นรูปแบบการรับแสงแสดงผลด้วย แสงที่เป็นแม่สีได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น จอภาพ สแกนเนอร์ และกล้องดิจิทัล ตัวอย่างงานที่เหมาะสมกับการใช้ระบบสีอาร์จีบี เช่น ในการออกแบบเว็บไซต์ (Web Design) จะใช้ระบบสีอาร์จีบีเพื่อให้ได้ภาพที่แสดงผลบนหน้าจอมีความสวยงามใกล้เคียงกับสี ที่ตาเรามองเห็น (มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี และคนอื่นๆ, 2564)

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้โทรศัพท์มือถือ

สายสุดา ปั้นตระกูล (2557) เทคโนโลยีสารสนเทศนับเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่นำสมัย ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตของประชาชน เพราะเป็นกุญแจสำคัญที่ นำไปสู่การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ให้มีคุณภาพตามความต้องการของประเทศเทคโนโลยีนำมาซึ่งเปลี่ยนแปลงครั้งยิ่งใหญ่ ส่งผลต่อวิถีชีวิต การทำงาน การเรียน มีคุณสมบัติที่สามารถสอดแทรก และเสริมสร้างสมรรถนะในกิจกรรม และการดำเนินการต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้สังคมไทยจึงกลายเป็นสังคมสารสนเทศ (Information Society) ไม่ว่าจะบุคคลจะอยู่ในวัยใดอาชีพใดก็ตามจำเป็นต้อง ได้รับข้อมูลข่าวสารจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาตนเองในทุกด้าน สถาบันการศึกษาต่างตระหนักถึง ความสำคัญ

และนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการพัฒนาต่อยอดความรู้เดิมที่มีอยู่นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ ขณะเดียวกันก็ช่วยเพิ่มขีดความสามารถของผู้สอนในการสอน และผู้เรียนให้เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

กรชกร สิมมา (2561) กล่าวว่า ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเพราะวิวัฒนาการเหล่านั้นแทรกซึมอยู่ในทุกตารางการใช้ชีวิตของมนุษย์ เพราะมนุษย์มีการพัฒนาคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิตเป็นอันมาก เทคโนโลยีได้เข้ามาเสริมปัจจัยพื้นฐานการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer Mediated Communication: CMC) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบสองทาง ทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกันได้ กล่าวถึง อิทธิพลของเครื่องมือการสื่อสารที่มีอิทธิพลต่อวิวัฒนาการของมนุษยชาติ อารยธรรมยุคโลกาภิวัตน์ อารยธรรมของโลก โลกทั้งโลกจะเชื่อมต่อกันด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ สภาพของสังคมจะเปลี่ยนไปจากยุคอุตสาหกรรมเป็นโลกยุคโลกาภิวัตน์ ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมในรูปแบบของการติดต่อระหว่างมนุษย์ด้วยกัน เทคโนโลยีเริ่มเข้ามาช่วยในการพิมพ์ ทำให้การสื่อสารด้วยข้อความและภาษาเพิ่มขึ้นมาก เทคโนโลยีพัฒนาจนถึงการสื่อสารกันโดยส่งข้อความเป็นเสียงทางสายโทรศัพท์ได้มีการส่งภาพ โทรทัศน์และคอมพิวเตอร์ทำให้มีการใช้สารสนเทศในรูปแบบข่าวสารมากขึ้น ในปัจจุบันมีสถานีวิทยุ โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อรายงานเหตุการณ์สด เห็นได้ชัดว่าเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากมีการพัฒนาอย่างไม่หยุดนิ่งเพื่อให้มีความเสมือนกับโลกของจริงมาที่สุดการติดต่อสื่อสารผ่านโลกไซเบอร์ (Cyber) อาจมีผลกระทบกับชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ เพราะมนุษย์เริ่มให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีในด้านนี้มากขึ้นไปการใช้เทคโนโลยีในด้านนี้ เราควรรู้จักวิธีใช้ และความเหมาะสม เพื่อการใช้งานที่เป็นประโยชน์ และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รัชพนธ์ สรภูมิ (2562) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศบน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ของการศึกษาไทยในยุคประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0) โดยที่การเรียนเนื้อหาแบบออนไลน์ (Online Content) นั้นเป็นลักษณะการเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วย ตนเองตามสภาพความพร้อมหรืออัตราการเรียนรู้ของแต่ละคน (Self-paced Learning) รูปแบบการเรียน เช่น การเรียนแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ (Interactive) การเรียนจากการสืบค้น (Internet-Based) หรือการฝึกอบรมจากสื่อซีดีรอม (CDROM) เป็นต้น

ขจรพงศ์ คำดี (2564) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ผ่านระบบออนไลน์ด้วยแอปพลิเคชันที่กำลังได้รับความนิยมในช่วงต้นคริสต์ศตวรรษที่ 21 นี้ เทคโนโลยีสารสนเทศได้ทำลายกำแพง ปฏิวัติวงการศึกษ เข้าถึงทุกระบบของการศึกษาในระดับ

คุณภาพที่สำคัญ คือ ลดการเหลื่อมล้ำทางการศึกษา แอปพลิเคชันนับว่าได้ก้าวเข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้อันเกิดจากเครือข่ายไร้สาย ที่สามารถเข้าถึงผู้คนได้ทุกระดับ ทุกเวลา ทุกสถานที่ โดยมีอุปกรณ์การสื่อสารแบบพกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ, คอมพิวเตอร์หรือที่เรียกว่า “PDA”, คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก เป็นต้น ได้กลายเป็นอุปกรณ์สำคัญปัจจุบันได้เพิ่มจำนวนมากขึ้น จึงเป็นช่องทางของนักการศึกษาที่จะนำองค์ความรู้ต่าง ๆ สร้างเป็นบทเรียนสำเร็จรูปเพื่อเข้าถึงชุมชนศักยภาพของเทคโนโลยีสามารถย่อโลกทั้งใบให้แคบลง เป็นโลกไร้พรมแดน สามารถเข้าสู่แหล่งการเรียนรู้ได้เมื่อต้องการ ทุกเวลา ทุกสถานที่ อนาคตข้างหน้าการเรียนรู้แบบระบบออนไลน์ได้แพร่หลาย บทเรียนสำเร็จรูป แอปพลิเคชันคืออิเล็กทรอนิกส์เห็นควรนำมาพัฒนาควบคู่ไปกับการศึกษา บทบาทของ แอปพลิเคชันจะช่วยแก้ปัญหาด้านการเรียนการสอนในอนาคต เพราะการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าไปไกลการพัฒนาสื่อดังกล่าวจะช่วยลดข้อบกพร่องของการเรียนการสอนได้ในที่สุดเพราะโทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายไร้สายจึงสะดวกสำหรับการพกพา การใช้โทรศัพท์มือถือจะช่วยให้ผู้เรียนสนใจ ติดตามเนื้อหาบทเรียนเหมือนการเล่นเกม เรียนรู้แบบเวลาจริง ข้อมูลจึงทันสมัยสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน และค่าใช้จ่ายโดยรวมจะถูกกว่าบทเรียนที่ผ่านไมโครคอมพิวเตอร์

สุรศักดิ์ แซ่ลิ้ม (2566) กล่าวถึงการประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือในฐานะเครื่องมือช่วยให้เกิดการเรียนรู้ไว้ว่า ประโยชน์แรกที่เราได้เห็นได้ชัดในปัจจุบันสำหรับครู คือ การใช้แอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น การตอบคำถามร่วมกันทั้งชั้นเรียนผ่านคาฮูท (Kahoot!) การระดมสมองและแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกันในชั้นเรียนผ่านแจมบอร์ด (Jamboard) หรือการจัดชั้นเรียนออนไลน์ผ่านแพลตฟอร์มกูเกิลคลาสรูม (Google Classroom) รวมถึงการใช้โทรศัพท์เป็นหนึ่งในอุปกรณ์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การให้นักเรียนช่วยกันหาตัวอย่างหลักฐานในกิจกรรมการเรียนรู้วิชาประวัติศาสตร์เพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยรวบรวมความคิดของนักเรียนภายในห้องเรียนให้เป็นระบบระเบียบและกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมภายในชั้นเรียน หรืออาจใช้ในชั้นสรุปเพื่อสรุปความรู้ภายในชั้นเรียนก็ได้เช่นกัน ประโยชน์ข้อต่อมาคือเป็นแหล่งความรู้ออนไลน์ที่เปรียบเสมือนห้องสมุดขนาดใหญ่ที่เปิดให้เราสามารถท่องโลกกว้างได้เพียงแค่อัพเดทมือถือเครื่องเดียว เช่น การเปิดดูคลิปวิดีโอที่เล่าประวัติศาสตร์โลกโดยย่อได้ หรือการเปิดดูเว็บไซต์ที่เป็นคลังความรู้เพื่อหาความรู้เพิ่มเติมในการทำรายงาน หรือสืบค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาอภิปรายในห้องเรียน ทั้งนี้ แหล่งความรู้ออนไลน์นี้จะไม่มีประโยชน์ต่อชั้นเรียนเลย ถ้าครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้หาความรู้ภายนอก ร่วมกันภายในชั้นเรียน และไม่สามารถควบคุมชั้นเรียนให้เป็นระเบียบ

ใจทิพย์ ณ สงขลา (Nasongkhla, 2018) เทคโนโลยีทำให้การเรียนรู้ในห้องเรียนเปลี่ยนแปลงไป มุ่งสู่การเรียนรู้ที่ไร้ขอบเขตข้อจำกัดของเวลาและสถานที่ สามารถดำเนินการควบคุมไปกับการใช้ชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการถ่ายทอดความรู้โดยผู้สอน ผู้รู้ในรูปแบบดิจิทัล นำเสนอผ่านทางเว็บไซต์ หรือ โปรแกรมเฉพาะทางที่สร้างขึ้นลักษณะการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงเป็นการสืบเสาะค้นหาคัดเลือกใช้สารสนเทศที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

มาร์ (Marr, 2020) กล่าวถึง 5 เทคโนโลยีที่จะถูกการหยุดชะงัก (Disrupt) ทางการศึกษา ในปี พ.ศ. 2563 มี ดังนี้

1) การศึกษาที่เข้าถึงได้มากขึ้น (More Accessible Education) เทคโนโลยีสามารถเข้าถึงการศึกษา บทเรียนดิจิทัลที่สามารถเข้าถึงออนไลน์ได้ตลอดเวลาในลักษณะที่เรียกว่าผู้เรียนไม่ต้องเดินทางเพื่อไปยังสถานศึกษาหรือห้องสมุด สำเนาเอกสารออนไลน์มีราคาค่อนข้างถูกสำหรับการผลิต ภายในห้องเรียนออนไลน์จะมีความแตกต่างจากการเรียนรู้ปกติทั่วไปห้องเรียนออนไลน์นั้นผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามความต้องการสามารถทบทวนเนื้อหาตามความเร็วที่ผู้เรียนต้องการ นอกจากนี้ยังมีการนำเทคโนโลยีไปใช้สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางร่างกายหรือการเรียนรู้ อีกด้วย

2) การเกิดการเรียนรู้จะใช้ข้อมูลมหาศาลสำหรับการขับเคลื่อน (More Data-Driven Insights) เทคโนโลยีสามารถช่วยให้สถาบันการศึกษา และนักศึกษามีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลมากขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการใช้บทเรียนหรือหนังสือเรียนแบบดิจิทัล โดยใช้เทคโนโลยีทางการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) จะช่วยให้การปรับเนื้อหาให้ตรงกับความต้องการการเรียนรู้ รายบุคคลมากขึ้น

3) การศึกษารายบุคคลมีมากขึ้น (More Personalized Education) การจัดการเรียนการสอนรายบุคคลมิใช่เป็นแนวคิดใหม่แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีสามารถทำให้การบรรลุเป้าหมายนั้นง่ายขึ้นมากห้องเรียนวันนี้มีความหลากหลาย และซับซ้อน การเข้าถึงเทคโนโลยีจะช่วยตอบสนองความต้องการของนักเรียนแต่ละคนได้ดีขึ้น เครื่องมือทางเทคโนโลยีสามารถทำให้ผู้สอนมีเวลามากขึ้นสำหรับการพิจารณารายละเอียดทางด้านผลการเรียนรายบุคคล ผู้สอนมีโอกาสเข้าถึงเครื่องมือการเรียนรู้ที่หลากหลายผ่านเทคโนโลยี เพื่อให้ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างจากชั้นเรียนปกติ

4) การศึกษาที่เป็นโลกเสมือนจริงมีมากขึ้น (More Immersive Education) มีการนำเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) มาผสมผสานกับการเรียนรู้ช่องทางต่าง ๆ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงให้กับผู้เรียน ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็สามารถเรียนรู้ได้

ผ่านเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง เช่น บทเรียนเกี่ยวกับอียิปต์โบราณ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิถีชีวิตของคนยุคสมัยนั้นได้โดยการสวมอุปกรณ์ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) และเดินไปรอบ ๆ ตามหน้าจอแสดงผล บทเรียนเกี่ยวกับอวกาศ หรือกลไกการทำงานของเครื่องจักรกล วิธีการนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความปลอดภัยจากการไปสัมผัสจากของจริงโดยตรง

5) โรงเรียนอัตโนมัติมีมากขึ้น (More Automated Schools) โรงเรียนหลายแห่งใช้การประเมินออนไลน์ ซึ่งมีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพในการส่งผลการประเมินมายังผู้สอน ระบบอัตโนมัติจะส่งผลกระทบกับการเปลี่ยนแปลงของโรงเรียนอย่างต่อเนื่องเทคโนโลยีมีความทันสมัย และชาญฉลาดมากขึ้น เช่น การนำเอาเทคโนโลยีจดจำใบหน้า (Face Recognition) เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล และการตัดสินใจด้านการเรียนรู้ ระบบอัตโนมัติยังช่วยควบคุมค่าใช้จ่ายในอาคาร ด้วยการควบคุมระบบ แสงสว่างและระบบทำความเย็น โดยอัตโนมัติและช่วยให้นักเรียนปลอดภัยด้วยระบบรักษาความปลอดภัยอัตโนมัติ (Smart School) การใช้เทคโนโลยีเข้ามาเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาโรงเรียนบางโรงเรียนมีการรณรงค์กันอย่างจริงจัง และเริ่มที่จะมีการปรับเปลี่ยนกันมากขึ้น เช่น การแสดงนิ้วใช้บริการพื้นที่ต่าง ๆ ในโรงเรียน การตรวจเช็คคนมาสายหรือคนโดดเรียนด้วยระบบติดตาม (Tracking) ต่าง ๆ และส่งข้อความไปหาผู้ปกครอง หรือแม้กระทั่งการใช้บัตรนักเรียนที่มีการบันทึกระบบ และข้อมูลลงไป เพื่อที่จะใช้สมาร์ทการ์ดเป็นตัวกลางที่จะเชื่อมต่อทุกอย่างในโรงเรียนการเช็คชื่อเข้าโรงเรียน หรือชื่อของผ่านการใช้สมาร์ทการ์ด ฟังดูแล้วเป็นเรื่องที่ดูจะสะดวกสบาย และน่าสนับสนุน

แนวคิดเกี่ยวกับ M-learning

1. ความหมายของ M-learning

สําราช โสภีรักษ์ (2558) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ (m-Learning/ Mobile Learning) เป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-Learning) ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องตามเป้าหมายตามแนวทางใหม่นี้ผู้เรียนจะมีอิสระอย่างเต็มที่ในการศึกษาบทเรียนผ่านจอภาพของโทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์แบบพกพา ณ สถานที่ใดและในเวลาใด ๆ ก็ได้แทนที่จะต้องนั่งศึกษาบทเรียนผ่านจอภาพไมโครคอมพิวเตอร์ในสถานศึกษาสถานประกอบการ หรือบ้านพัก ซึ่งผู้เรียนบางคนอาจประสบปัญหาเกี่ยวกับสภาพความพร้อมทางการเรียน เช่น ปัญหาส่วนบุคคลต้องเดินทางไกล ติดภารกิจหน้าที่ประจำ และปัญหาอื่น ๆ ในขณะที่การเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ สามารถกระทำได้ตลอดเวลา แม้ระหว่างการประกอบภารกิจหน้าที่ประจำวัน

ปัญญากาญจน์ ทรัพย์เจริญ (2561) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ (Mobile Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอน หรือการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่นำเสนอเนื้อหา และกิจกรรมการเรียน การสอนผ่านเทคโนโลยีเครือข่ายแบบไร้สาย และเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่และทุกเวลา โดยผ่านสัญญาณแบบไร้สายที่มีบริการตามจุดต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย และภายนอกมหาวิทยาลัย (Access Point) ผู้เรียน และผู้สอนใช้อุปกรณ์ประเภทเคลื่อนที่ได้ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (Wireless LAN) ได้แก่ โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ (Notebook Computer) พีดีเอ (Personal Digital Assistants: PDA) แท็บเล็ตพีซี (Tablet PC) โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cell Phones) และสมาร์ทโฟน (Smartphones) ในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือการเข้าถึงข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ด้วยผู้เรียนเอง สำหรับพัฒนาการเรียนรู้อุปกรณ์เคลื่อนที่ (M-Learning) เป็นพัฒนาการนวัตกรรมการเรียน การสอนมาจากนวัตกรรมการเรียนการสอนทางไกล (Distance Learning/ d-Learning) และการจัดการเรียนการสอนแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Learning/ e-Learning)

จรรยาพร คำดี (2564) กล่าวว่า M-Learning (Mobile Learning) คือ การจัดการเรียนการสอนหรือบทเรียนสำเร็จรูป (Instruction Package) ที่นำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเทคโนโลยีไร้สาย (Wireless Telecommunication Network) และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่และทุกเวลา โดยไม่ต้องเชื่อมต่อโดยใช้สายสัญญาณ ผู้เรียนและผู้สอนใช้เครื่องมือสำคัญ คือ อุปกรณ์ประเภทเคลื่อนที่ได้โดยสะดวกและสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องใช้สายสัญญาณแบบเวลาจริง ได้แก่ โน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ (Notebook Computer) พีดีเอ (Personal Digital Assistants: PDA) แท็บเล็ตพีซี (Tablet PC) โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cell Phones) ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนั้นจะเห็นได้ว่า บทบาทการใช้โทรศัพท์มือถือได้กลายเป็นปัจจัยหลักของผู้คนในปัจจุบัน และยังจะทวีได้รับความนิยมอย่างสูงมากขึ้น ครูผู้สอนจึงควรตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนการสอนในยุคใหม่และหาช่องทางเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัย

คีแกน (Keegan, 2002) กล่าวว่า พัฒนาการของการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ (m - Learning) มีพัฒนาการเริ่มต้นมากจากการเรียนการสอนทางไกลแบบดั้งเดิม ได้แก่ การศึกษาทางไกล (Distance Learning/ d - Learning) ซึ่งเริ่มต้นมาจากการเรียนทางไปรษณีย์ แล้วพัฒนา มาเป็นวิทยุ โทรทัศน์ และดาวเทียมในเวลาต่อมา เมื่อระบบอินเทอร์เน็ตเข้ามาเผยแพร่และเป็นที่ยอมรับ จึงได้มีการพัฒนาการเรียนการสอนทางไกลมาเป็นระบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e - Learning) ซึ่งเป็นที่นิยมมากในเวลาต่อมา เมื่อระบบโทรคมนาคมมีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วและก้าวหน้าอย่างมาก จึงมีผู้คิดค้นระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายไร้สาย (m - Learning) ขึ้นมาเพื่อลดข้อจำกัดใน

การเรียนรู้ด้านต่าง ๆ เช่น สถานที่ ขนาดของอุปกรณ์ เวลา นั้นจึงแสดงว่าการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ (m – Learning) เป็นส่วนหนึ่งของระบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e – Learning) และการศึกษาทางไกล (d – Learning)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนแบบ M-Learning

การจัดการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ (m – Learning) นั้น ผู้เรียนต้องใช้อุปกรณ์แบบติดตามตัวหรือเคลื่อนไปได้โดยสะดวก (Mobile Devices) ซึ่งอุปกรณ์แต่ละประเภทมีความสามารถ มีขนาด และราคาที่แตกต่างกันไป อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนการสอนแบบ m-Learning ได้ มีดังนี้ (ปัญญากาญจน์ ทรัพย์เจริญ, 2561)

2.1 Notebook Computers เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดพกพาได้ มีความสามารถเทียบเท่าหรือเหนือกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ปัจจุบันมีขนาดเล็ก และสามารถพกพาได้โดยสะดวก

2.2 Tablet PC เป็นคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา มีความสามารถเหมือนกับ PC บางชนิด ไม่มีแป้นพิมพ์แต่ใช้ซอฟต์แวร์ประเภทรู้จำลายมือในการรับข้อมูล

2.3 Personal Digital Assistant (PDA) เป็นอุปกรณ์พกพา เสมือนเป็นผู้ช่วยดิจิทัลส่วนตัว หน่วยประมวลผลมีความสามารถสูง จอภาพแสดงผลได้ถึง 65000 สีขึ้นไป สามารถประมวลผลไฟล์ประเภทมัลติมีเดียได้ทุกประเภท ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการมักใช้ Palm หรือ Microsoft Pocket PC มีซอฟต์แวร์ให้เลือกติดตั้งได้หลากหลาย

2.4 Cellular Phones เป็นอุปกรณ์ประเภทโทรศัพท์มือถือทั่วไป เน้นการใช้ข้อมูลประเภทเสียง และการรับส่งข้อความ (SMS) มีข้อจำกัด คือ มีหน่วยความจำน้อย อัตราการโอนถ่ายข้อมูลต่ำ ในรุ่นที่มีความสามารถสูง สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน WAP (Wireless Application Protocol) หรือ GPRS (General Packet Radio Service) ได้

2.5 Smartphones เป็นอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีความสามารถสูง รวมความสามารถของ PDA และ Cellular Phones เข้าด้วยกัน อาจมีขนาดเล็กกว่า PDA และใหญ่กว่า Cellular Phones ใช้ระบบปฏิบัติการ คือ iOS หรือ Android มีโปรแกรมประเภท Internet Browser ใช้เป็นอุปกรณ์ Multimedia สำหรับการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ที่รวบรวมสื่อ กระบวนการ และกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อเป็นสื่อกลางระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ จุดเด่นของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ สนองวัตถุประสงค์ของ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกัน และแก้ไขปัญหา ทำให้สามารถแก้ปัญหาทางการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนได้ เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น ใฝ่รู้ ใฝ่เรียนอย่างต่อเนื่องผสมผสานสาระการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนและสมดุลกัน ปลูกฝังคุณธรรมค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น คำใหม่ยังไม่มียกการศึกษาท่านใดให้ความหมายไว้ แต่มีผู้ให้ความหมายของคำบางคำที่มีลักษณะ และความหมายใกล้เคียงกัน คือ ชุดการสอนหรือชุดการเรียนการสอน ชุดการสอนเป็น คำในภาษาอังกฤษที่เรียกชื่อต่างกัน เช่น ชุดการเรียนรู้ (Learning Packages) หรือชุดการสอน (Instructional Packages) หรือชุดคำสั่ง (Instruction Kits) ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

นภาลักษณ์ ตั้งอรุณศิลป์ (2559, น. 113 – 114) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้ว่าเป็นสื่อผสมประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอน มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา หน่วยการเรียนรู้หรือหัวเรื่อง และวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ศุภชัย จันทรัมย์ และพัลลภ พิริยะสุวรรณ (2561, น. 15) ชุดการสอน หมายถึง ชุดสื่อประสมที่ผลิตขึ้นมาอย่างมีระบบมีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเองโดยมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สิทธิพร สุพร (2564, น. 11) กล่าวว่า ชุดการสอน หมายถึง การนำเอาสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีระบบ เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระในลักษณะที่สื่อแต่ละชนิดส่งเสริมสนับสนุนซึ่งกันและกัน และบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ภัทราวดี เอี่ยมพงษ์ และธนิตดา ชัยโชติ (2564, น. 2 – 3) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม เป็นสื่อแนวใหม่ที่มุ่งสนับสนุนการปฏิรูปการศึกษาไทย และการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนเป็นคู่มือเพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัทวรรณ ประทุมดี และกันยรัตน์ สอนสุภาพ. (2564, น. 91) ได้อธิบายว่า ชุดการสอน คือ ชุดการเรียนรู้มาจากคำว่า “Instructional Package” หรือ “Learning Package” เดิมใช้คำว่า ชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน แต่มาแนวคิดในการยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมีอิทธิพลมากขึ้น การเรียนรู้ที่ศิครวให้ผู้เรียนได้เรียนเอง จึงมีผู้นิยมเรียกชุดการสอนเป็น ชุดการเรียนรู้ หรือชุดการเรียนการสอน

สมณมหาเถรสมาคม และอัมพร วัจนะ (2564, น. 258-272) ชุคการสอน หมายถึง รวบรวมสื่อการสอนอย่างสมบูรณ์ตามแบบแผนที่วางไว้ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอน ชุคการสอนเป็นระบบสื่อประสมสำเร็จรูปเพื่อให้ครูใช้ในการสอน มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน คู่มือครู เนื้อหา รายการสื่อการสอน และเอกสารอ้างอิง

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ชุคการสอนหรือชุกกิจกรรม คือ การนำเอาสื่อประสมที่มีการวางแผนการผลิตอย่างเป็นระบบ และมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับ เนื้อหาวิชามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย เพื่อถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ แก่นักเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้รายงานจะเรียกว่า “ชุกกิจกรรมการเรียนรู้”

2. แนวคิด ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุกกิจกรรมการเรียนรู้

การปฏิรูปการศึกษา การประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และการประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ทำให้แนวคิดในการจัดการเรียน การสอนกว้างขึ้น คำว่า “ชุคการสอน” จึงเปลี่ยนมาเป็น “ชุกกิจกรรมการเรียนรู้” ซึ่งเน้นกิจกรรม และกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาได้ด้วยตนเอง แนวคิดและทฤษฎีที่ นำมาใช้ในการสร้างชุกกิจกรรมการเรียนรู้จึงเหมือนกับแนวคิดทฤษฎีและหลักการที่ใช้ใน การสร้างชุคการสอน ตามแนวคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ไว้ดังนี้

2.1 ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยาใช้ในการ การเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความต้องการความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญบุคคล มีความแตกต่างกันหลายด้าน กล่าวคือ ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม และความแตกต่างอื่น ๆ วิธีการที่เหมาะสมที่สุด คือ การจัดการสอนรายบุคคล หรือ การศึกษาตามสภาพ การศึกษาแบบเสรี และการศึกษาด้วยตนเอง ส่วนเป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญาความสามารถ และความสนใจ โดยครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือ ตามความเหมาะสม

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้หมายถึงการเรียนการสอนที่เปิด โอกาสให้นักเรียน ดังนี้

2.2.1 เข้าร่วมกิจกรรมในการเรียนด้วยตนเอง

2.2.2 การทราบผลการเรียนทันที

2.2.3 มีการเสริมแรงอันจะทำให้ให้นักเรียนกระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำหรือหลีกเลี่ยง ไม่กระทำ

2.2.4 ได้เรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจ

2.2.5 การนำเอาสื่อประสมมาใช้ หมายถึง การนำสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างมีระบบ สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้สร้างความสนใจในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่อการอธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง การใช้สื่อประสมช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสาน กับให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

2.2.6 การเอากระบวนการกลุ่มมาใช้ เดิมเน้นความสัมพันธ์ระหว่างครู และนักเรียนในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียวกล่าวคือ ครูเป็นผู้นำ นักเรียนเป็นผู้ตามนักเรียนไม่มีโอกาสฝึกการทำงานเป็นกลุ่มที่จะฝึกการเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่นเมื่อโตขึ้นจึงทำงานร่วมกันไม่ได้แนวโน้มในปัจจุบัน และอนาคตจะต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาไว้ในรูปของชุดการสอน

2.2.7 การนำวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้ในการผลิตชุดการเรียนซึ่งแตกต่างไปจากการทำโครงการสอนในปัจจุบันตรงที่ว่า ชุดการสอนมีการจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม และวัยของผู้เรียนรายละเอียดต่าง ๆ ได้นำไปทดลองปรับปรุงจนมีคุณภาพเชื่อถือได้แล้วจึงนำมาใช้

3. ประเภทของชุดกิจกรรม

นริศรา ปีตะระ โล (2558, น. 145) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย เป็นชุดกิจกรรมสำหรับผู้สอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ได้รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนขึ้น ชุดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลง และเป็นการใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดกิจกรรม ในการเสนอเนื้อหามากขึ้น สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ เป็นต้น

2) ชุดกิจกรรมแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดกิจกรรมสำหรับให้ผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมชนิดนี้มักจะใช้สอนในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นต้น

3) ชุดกิจกรรมแบบรายบุคคลหรือชุดกิจกรรมตามเอกัตภาพ เป็นชุดกิจกรรมสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองอาจเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ส่วนมากมักจะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติมผู้เรียนสามารถจะประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ด้วยชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนส่วนย่อยหรือโมดูลก็ได้

ภคินันท์ แซ่มรัมย์ (2562, น. 59) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมได้ดังนี้

1) ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self Study Package) คือ ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนนำไปศึกษาด้วยตนเอง โดยไม่มีครูเป็นผู้สอน เช่น บทเรียนสำเร็จรูป ชุดการเรียนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือชุดการเรียนผ่านเครือข่ายเว็ลด์ไวด์เว็บ

2) ชุดการเรียนการสอน คือ ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นโดยมีครูเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เช่น ชุดฝึกอบรม หรือชุดการสอนต่าง ๆ

จากประเภทของชุดกิจกรรมที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ชุดกิจกรรมที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและชุดกิจกรรมที่ครูเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับนักเรียน

4. องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

ภคินันท์ แซ่มรัมย์ (2562, น. 98) ได้กล่าวถึงความสำคัญของชุดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1) มีจุดประสงค์ปลายทางที่ชัดเจน ที่ระบุทั้งเนื้อหา ความรู้ และระดับทักษะการเรียนรู้ที่ชัดเจนนั้นคือ จะต้องมียุคประสงค์ประจำชุดกิจกรรมที่ระบุไว้ชัดเจนว่าเมื่อผ่านการเรียนรู้จบชุดกิจกรรมนั้นแล้วนักเรียนต้องทำอะไรเป็นระดับใด

2) ระบุกลุ่มเป้าหมายชัดเจนว่า ชุดกิจกรรมดังกล่าว สร้างขึ้นสำหรับใคร

3) มีองค์ประกอบของจุดประสงค์ที่เป็นระบบเป็นเหตุและผล เชื่อมโยงกันระหว่างจุดประสงค์ประจำหน่วยและจุดประสงค์ย่อย

4) ต้องมีคำชี้แจง เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์แต่ละระดับ

5) กรณีทำเป็นชุดการสอน ต้องมีคู่มือครูที่อธิบายวิธีการ เงื่อนไขการใช้ชุดและการเฉลยข้อคำถามทั้งหมดในกิจกรรม ประเมินผล

ทีปกา พูลทวี (2564, น. 52) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอนใช้ศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนการจัดชั้นเรียน บทบาทของผู้เรียนเป็นต้น ลักษณะของคู่มืออาจจัดทำเป็นเล่ม หรือแผ่นพับก็ได้

2) บัตรคำสั่งหรือบัตรงาน เป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บรรจุอยู่ในชุดการสอน บัตรคำสั่งหรือบัตรงานจะมีครบตามจำนวน

กลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรม และการสรุปทบทวน

3) เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่าง ๆ จัดไว้เป็นรูปของสื่อการสอนที่หลากหลาย อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

3.1) ประเภทเอกสารสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ ใบความรู้ของเนื้อหาเฉพาะเรื่อง บทเรียนโปรแกรม เป็นต้น

3.2) ประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สมุดภาพ เทปบันทึกเสียง เทปโทรทัศน์ สไลด์ วีดิทัศน์ ซีดีรอม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

4) แบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินความรู้ด้วยตนเองทั้งก่อนและหลังเรียน อาจจะเป็นแบบทดสอบชนิดจับคู่เลือกตอบหรือกาเครื่องหมายถูกผิดก็ได้

ปีทวรรณ ประทุมดี และกันยารัตน์ สอนสุภาพ. (2564, น. 95-97) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการสอนโดยจำแนกส่วนของชุดการสอน เป็น 4 ส่วน คือ

- 1) คู่มือสำหรับครูผู้ใช้ชุดการสอน หรือผู้เรียนที่ต้องการเรียนจากชุดการสอน
- 2) คำสั่งหรือกรอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางการเรียนให้นักเรียน
- 3) เนื้อหาสาระและสื่อ โดยจัดให้อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มและรายบุคคลตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 4) การประเมินผล เป็นการประเมินของกระบวนการ ได้แก่ แบบฝึกหัด รายงานการค้นคว้า และผลการเรียนรู้ในรูปของแบบสอบต่าง ๆ

จากเอกสารดังกล่าวสรุปได้ว่า องค์ประกอบของชุดกิจกรรม ควรประกอบด้วย

- 1) คู่มือครูซึ่งเป็นคู่มือและแผนการจัดการเรียนรู้ในการใช้ชุดกิจกรรม
- 2) วัตถุประสงค์ของชุดกิจกรรม
- 3) คำชี้แจงเนื้อหา กิจกรรมการสอน
- 4) เนื้อหาสาระและสื่อ
- 5) การประเมินที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ชุดกิจกรรมมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนทุกระดับ ถือว่าเป็นนวัตกรรมการสอนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และเป็นสื่อที่มีความเหมาะสมช่วยสร้างความสนใจรวมทั้งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ไม่เบี่ยงเบนในการเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน และสร้างความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดกิจกรรมมีการจัดระบบการใช้สื่อ

ผลิตสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งมีข้อเสนอแนะ การใช้สำหรับครู ทำให้ครูมีความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง

จากการที่มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของชุดการสอน หรือชุดกิจกรรมไว้หลากหลายรูปแบบ ผู้รายงานจึงกำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ ได้แก่ คำชี้แจงสำหรับครู บทบาทของครูในชั้นเรียน บทบาทของนักเรียนในชั้นเรียน บทบาทของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แผนจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ได้แก่ บัตรคำสั่ง ใบความรู้ ใบงาน แบบทดสอบ บัตรเฉลยใบงาน บัตรเฉลยแบบทดสอบ และแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

5. ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมประเภทใดก็ตาม ย่อมทำให้มีคุณประโยชน์ต่อการเพิ่มคุณค่าในการเรียนการสอน ถ้ามีระบบการผลิตที่มีการทดสอบวิจัยแล้ว

น้ำฝน คูเจริญไพศาล และคนอื่น ๆ (2562, น. 110 – 111) ได้สรุปคุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอนที่มีต่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

- 1) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้
- 2) จัดปัญหาการขาดแคลนครู ช่วยลดภาระของครูผู้สอน
- 3) ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกัน
- 4) ช่วยให้ครูสามารถดำเนินการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ด้วยความมั่นใจ
- 5) ช่วยให้การศึกษามีประสิทธิภาพ
- 6) ช่วยให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามวัตถุประสงค์
- 7) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่
- 8) ช่วยสร้างเสริมการเรียนอย่างต่อเนื่อง
- 9) ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

ปณิธาน พิมพ์หนู และกานต์วี บุญยานนท์ (2563, น. 39) ได้กล่าวถึงข้อดีของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

- 1) ช่วยให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเองตามอัตรา และตามความสามารถ
- 2) ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู
- 3) ใช้สอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียนที่ยังเรียนไม่ทัน
- 4) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการอ่าน
- 5) ช่วยไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการเรียนที่ครูต้องทบทวนซ้ำซาก
- 6) สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่จำเป็นต้องเรียนให้พร้อมกัน
- 7) นักเรียนตอบผิดไม่มีผู้เยาะเย้ย

- 8) นักเรียนไม่ต้องคอยฟังการสอนของครู
- 9) ช่วยลดภาระของครูในการสอน
- 10) ช่วยประหยัดรายจ่ายอุปกรณ์ที่มีนักเรียนจำนวนมาก
- 11) ผู้เรียนจะเรียนเมื่อไหร่ก็ได้ ไม่ต้องคอยฟังผู้สอน
- 12) การเรียนไม่จำกัดเวลาและสถานที่
- 13) ส่งเสริมความรับผิดชอบของผู้เรียน

ปริญญาพร ขุนพรม. (2564, น. 15) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อการสอนที่มีคุณภาพเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอน และส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีโอกาสฝึกปฏิบัติ และแสดงความคิดอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้อย่างเต็มความสามารถ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสมบูรณ์ทั้งด้านความรู้ เป็นคนดี และมีความสุข เสริมสร้างมนุษย์สัมพันธ์แบบกัลยาณมิตรกับผู้อื่น

ปัทวรรณ ประทุมดี และกันยารัตน์ สอนสุภาพ. (2564, น. 26) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษา และปฏิบัติกิจกรรมจากชุดกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายที่จะเรียน แต่มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนมีโอกาสในการฝึกทักษะปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ได้ด้วย

สรุปได้ว่าคุณค่าและประโยชน์ของชุดกิจกรรม นอกจากจะใช้สอนได้ตรงตามเนื้อหาวิชา และจุดประสงค์ของหลักสูตรแล้วยังจะสามารถช่วยพัฒนาความรู้ความสามารถของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว และยังช่วยแก้ปัญหาในการเรียนการสอนอันเนื่องมาจากครูและความสามารถของนักเรียนแต่ละคน และยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้รายงานสร้างขึ้นเป็นการนำหลักการของการสร้างชุดการสอน หรือชุดกิจกรรมมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำการเรียนแบบร่วมมือ กระบวนการเรียนร่วมกัน เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ความหมายของประสิทธิภาพ

โดยทั่วไปนิยมนำเสนอในรูป E_1/E_2 เป็นสัญลักษณ์ที่นำมาเสนอเพื่อการสื่อสารให้ทราบถึง ประสิทธิภาพของนวัตกรรมดังกล่าวว่ามีผลเป็นเช่นใด โดยที่ (E_1) ตัวแรกแสดงประสิทธิภาพ (Effective) ของกระบวนการซึ่งอยู่ในรูปค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนจากแบบฝึกทั้งหมด ส่วน (E_2) แสดงประสิทธิภาพของผลโดยรวมซึ่งอยู่ในรูปค่าเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบหลังการใช้ นวัตกรรม นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 7) กล่าวถึง ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะ หรือ คุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วน หรือ ร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio Between Input, Process and Output)

มณีญา สุรราช (2560, น. 127) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนว่าเป็นการประเมินสื่อการเรียนการสอนว่าเป็นการพิจารณาหาประสิทธิภาพและคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน ดังนั้น การประเมินสื่อจึงเริ่มด้วยการกำหนดปัญหา หรือคำถามเช่นเดียวกับการวิจัย ด้วยเหตุนี้การประเมินสื่อจึงเป็นการวิจัยอีกแบบหนึ่งที่เรียกว่า การวิจัยประเมิน (Evaluation Research)

จากความหมายของประสิทธิภาพดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพสื่อ การเรียนการสอนหรือนวัตกรรม ซึ่งนำไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียน
 กิ ค
 การเรียนรู้ ระดับที่พึงพอใจ ประสิทธิภาพมาจากผลลัพธ์การคำนวณประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็น ตัวเลขตัวแรก และประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E_2) เป็นตัวเลขตัวหลัง ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ ร้อยมาก เท่าไรยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ความหมายของประสิทธิภาพของเอกสาร ประกอบ การเรียน คือ คุณภาพเอกสารประกอบการเรียน ซึ่งนำไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ระดับที่พึงพอใจ

ขั้นตอนการหาค่าประสิทธิภาพ

นักวิชาการ ได้กล่าวถึงขั้นตอนการหาค่าประสิทธิภาพไว้ดังนี้

เผชิญ กิจระการ (2551, น. 51) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของสื่อ มีวิธีการหาที่สำคัญ อยู่ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) และวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) เป็นกระบวนการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้ และเหตุผลในการตัดสิน คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of Experts) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ (Usability) ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะนำมาหาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตรดังนี้

$$CVR = \frac{2N_E}{N} - 1$$

เมื่อ

CVR แทน ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach)

Ne แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ (Number of Panelists who had Agreement)

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (Total Number of Panelists)

ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินสื่อการเรียนการสอนตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นในลักษณะของ แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยนิยมใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตร สำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับจะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 - 5.00

2) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ วิธีการนี้จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียน เป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน แผนการสอน แบบฝึกทักษะ เอกสารประกอบการ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีการหา ประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด กระบวนการเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$, $E_1/E_2 = 85/85$, $E_1/E_2 = 90/90$ เป็นต้น

บุญชม ศรีสะอาด (2556, น. 99) กล่าวถึงขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของสื่อว่า ควร เริ่มต้นจากการทบทวนและปรับปรุง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตร ด้านเนื้อหาสาระ ด้านสื่อการเรียน พิจารณาให้ข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยต้องปรับปรุงตามข้อเสนอแนะนั้น ๆ ในการทดลองใช้ และปรับปรุง โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งขั้นตอนในการทดลอง หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนมี ดังนี้

1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำสื่อคือเอกสารประกอบการเรียนไปทดลองกับนักเรียนคน หนึ่ง ทำการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างเรียน จับเวลาที่ใช้ใน

การเรียน สัมภาษณ์หรือให้นักเรียนวิจารณ์เอกสารประกอบการเรียนนั้น แล้วนำข้อสังเกตต่าง ๆ ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่อง

2) ทดลองกับกลุ่มย่อย โดยนำสื่อคือเอกสารประกอบการเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 10 คน โดยมีการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียน

3) ทดลองกับกลุ่มใหญ่ หลังจากทดลองและปรับปรุงแก้ไขเอกสารประกอบการเรียน ทั้ง 2 ครั้ง แล้วนำเอกสารประกอบการเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียน 1 ห้อง แล้วนำผลการทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 7) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

1) แบบเดี่ยว เป็นการทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน เด็กปานกลาง เด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบนี้จะต่ำ

2) แบบกลุ่ม เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6 - 10 คน (ลดเด็กที่เรียนเก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ย หรือ ห่างจากเกณฑ์ประมาณร้อยละ 10

3) ขั้นปฏิบัติจริง เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 40 - 100 คำนวณหาประสิทธิภาพแล้ว ปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อ คือ เอกสารประกอบการเรียนใหม่ โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์ การยอมรับประสิทธิภาพของสื่อมี 3 ระดับ คือ สูงกว่าเกณฑ์ เท่าเกณฑ์ และต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ

จากขั้นตอนการหาค่าประสิทธิภาพดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของสื่อหรือเอกสารประกอบการเรียนนั้น มีขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ ได้แก่ การทดลองรายบุคคล โดยทดลองกับผู้เรียน 3 คน การทดลองกลุ่มเล็ก โดยทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 6 - 10 คน และทดลองกับกลุ่มใหญ่ ทดลองใช้กับนักเรียน 1 ห้องเรียน หลังจากนั้นนำชุดกิจกรรมที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

การกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ

นักวิชาการได้เสนอแนวทางการกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพไว้ดังนี้

เผชิญ กิจระการ (2551, น. 49) ได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้น สุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ ดังนี้

E1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

E1 คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transition Behavior) หมายถึง การประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายงานบุคคลหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า กระบวนการของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

E1 คือ การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) หมายถึง การประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาการสอบหลังเรียน และการสอบได้

ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้ศึกษาคาดหมายว่าผู้เรียน จะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่น่าพอใจ โดยกำหนดให้เป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและ การประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายถึง เมื่อเรียนจากสื่อการเรียนการสอนนั้นแล้วผู้เรียนจะสามารถปฏิบัติ แบบฝึกหัด กิจกรรม หรืองานที่ได้รับมอบหมาย ทั้งในรูปแบบรายบุคคลและรายกลุ่ม ได้ผลเฉลี่ย ร้อยละ 80 และทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80

จากการกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพดังกล่าว พอสรุปได้ว่า การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นผู้ศึกษาเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจหรือตามเกณฑ์ที่สถานศึกษากำหนด โดยปกติเนื้อหาเป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตั้งไว้ต่ำกว่านี้ คือ 75/75 เป็นต้น

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\sum x_1}{N \times A} \times 100$$

เมื่อ

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนการทำแบบทดสอบย่อย

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อย

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{N \times B} \times 100$$

เมื่อ

E₂ คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ $\sum X_2$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สืบสวนตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้เป็นผู้เรียนรู้ และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่เริ่มแรกก่อน เข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 5) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 6) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 7) เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.1 เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์

1.2 เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารการละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ และการแยกสารอย่างง่าย

1.3 เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงลัพธ์ แรงเสียดทาน แรงไฟฟ้าและผลของแรงต่าง ๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุ ความดัน หลักการที่มีต่อวัตถุ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ปรากฏการณ์เบื้องต้นของเสียง และแสง

1.4 เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ ความแตกต่างของดาวเคราะห์ และ ดาวฤกษ์ การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์ การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

1.5 เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติ ธรณีพิบัติภัย การเกิดและผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

1.6 ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูลใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น

1.7 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.8 วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง

1.9 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ขอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

1.10 แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ ใช้งานคล่องเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

1.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้นและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

1.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

2. มาตรฐานการเรียนรู้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2560 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	
มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ol style="list-style-type: none"> 1. ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของ สารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทาน 2. บอกแนวทางในการเลือกรับประทาน อาหารให้ได้ สารอาหารครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ 3. ตระหนักถึงความสำคัญของ สารอาหาร โดยการเลือกรับประทาน อาหารที่มีสารอาหาร ครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศ และวัยรวมทั้ง ปลอดภัยต่อสุขภาพ 4. สร้างแบบจำลอง ระบบย่อยอาหาร และบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหาร รวมทั้ง อธิบายการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหาร 5. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบย่อยอาหาร โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานเป็นปกติ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิมพ์ประกา อรัญมิตร (2552); วุฒิชัย ดานะ (2553); และไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้ให้ความหมายที่สอดคล้องกันว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง คุณลักษณะและความรู้ความสามารถที่แสดงถึงความสำเร็จที่ได้จากการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนได้จากแบบทดสอบทางภาคทฤษฎีหรือภาคปฏิบัติหรือทั้งสองอย่าง รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้างและมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไร ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ คุณลักษณะและความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน ประสบการณ์ทั้งปวงที่ได้รับจากการเรียนการสอนต่าง ๆ เพื่อเป็นการวัดระดับความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สิทธิญา รัสสัยการ (2551) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความรู้จากการทำแบบทดสอบที่ครูในแต่ละวิชาสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐานสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ

พิชิต ฤทธิจรรย์ (2558) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่ใช้ การวัดระดับความรู้ความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด ซึ่งได้มาจากความสามารถในการเรียนรู้ในอดีตและในปัจจุบันของแต่ละบุคคลเป็นการวัดความรู้จากการทำแบบทดสอบที่ครูในแต่ละวิชาสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐานสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ

3. รูปแบบของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นงลักษณ์ เขียวมณี (2562) ได้กล่าวถึงรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือ เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอนซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง และมีหลายแบบแต่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1) ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรีเขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2) ข้อสอบแบบกาถูก - ผิด (True - False Test) ลักษณะทั่วไป ถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก - ผิด คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือกแต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมาย ตรงกันข้าม เช่น ถูก - ผิด, ใช่ - ไม่ใช่, จริง - ไม่จริง, เหมือนกัน - ต่างกัน เป็นต้น

3) ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วย ประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4) ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ลักษณะทั่วไป ข้อสอบประเภทนี้คล้ายข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำ เป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความ สมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัย หรือความเรียง

5) ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยื่น) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6) ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ลักษณะทั่วไป ข้อสอบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้ จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่ให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักรวมกันน้อยต่างกัน

อพันธ์ พูลพุทธา (2558, น. 67 - 90) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่แพร่หลายในวงการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในชั้นเรียนได้ ซึ่งรูปแบบของแบบทดสอบมีอยู่ 5 รูปแบบ ดังนี้

1) แบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่ผู้สอบเขียนเองแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ เรื่องราว ลักษณะคำถามจะเป็นโจทย์ ที่กำหนดเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาอย่างกว้าง ๆ

2) แบบทดสอบถูก – ผิด เป็นแบบทดสอบที่จำกัดการตอบของผู้ตอบเพื่อการตัดสินใจเลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 2 ตัวเลือกนี้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของ ถูก – ผิด, ใช่ – ไม่ใช่, จริง – เท็จ คำถามอาจอยู่ในรูปประโยคบอกเล่าหรือปฏิเสธ

3) แบบทดสอบเติมคำเป็นแบบทดสอบประเภทตอบสั้น ๆ มีขอบเขตให้หาคำตอบเอง แล้วเติมคำในช่องที่กำหนดไว้ให้เกิดความสมบูรณ์

4) แบบทดสอบแบบจับคู่ เป็นแบบเลือกคำตอบชนิดพิเศษ จะมีชุดคำถามที่มีตัวเลือกหนึ่งร่วมกัน แล้วให้ผู้สอบจับคู่ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่ง

5) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอบเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เหมาะสมที่สุด

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556, น. 3) ได้จัดรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบ จะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอน ซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ ความจำความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

1.1) แบบทดสอบปรนัย (Objective Tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True-False) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short Answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

1.2) แบบอัตนัย (Essay Tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Items) และแบบไม่จำกัดคำตอบ หรือตอบอย่างเสรี (Extended Response Items)

2) แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็น

ปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Stanford Achievement Test และ the Metropolitan Achievement Tests เป็นต้น

สรุปว่า รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นนั้นมีหลายรูปแบบแต่ที่ครูผู้สอนนิยมใช้ คือ แบบทดสอบแบบความเรียง หรืออัตนัย แบบทดสอบแบบกาถูก - ผิด แบบทดสอบแบบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น ๆ แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ (2557) กล่าวว่าแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องมือย่อมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการ ดังนี้

- 1) ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง
- 2) ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือเชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีกผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
- 3) ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึงความแจ่มชัดของคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ
 - 3.1) ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร
 - 3.2) การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม
 - 3.3) คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน
 - 3.4) อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกหรือจำแนกบุคคลที่มี คุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้
 - 3.5) ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป
 - 3.6) วัดอย่างลึกซึ้ง (Searching) หมายความว่า ลักษณะของคำถามวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่เป็นคำถามที่วัดแต่เพียงความรู้ความจำอย่างเดียว
 - 3.7) ยุติธรรม (Fair) เป็นลักษณะของคำถามที่ไม่ถามเพื่อเปิดโอกาสให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้เปรียบในการตอบมากกว่าคนในกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลหนึ่ง

3.8) มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามหลายแง่หลายมุมในข้อเดียวกัน
ควรถามคำถามเดียวในแต่ละข้อ

3.9) มีประสิทธิภาพ (Efficiency) ในแง่ของการนำไปใช้ ประหยัดเวลาและ
งบประมาณ

3.10) มีการจูงใจให้ตอบ (Exemplary) อาจทำได้โดยเรียงข้อสอบข้อง่าย ๆ ไว้
ตอนแรก ๆ แล้วค่อย ๆ ยากขึ้นตามลำดับ หรืออาจใช้รูปภาพประกอบคำถามเพื่อดึงดูดความสนใจ
ให้ผู้ตอบอยากตอบ นอกจากนี้รูปแบบการจัดพิมพ์ข้อสอบควรให้ดูสวยงามน่าตอบ

ที่ปกา พูลทวิ (2564, น. 123 - 136) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนที่ดีไว้ ดังนี้

1) ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่ทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์
แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูงคือแบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่าง
ถูกต้องเหมาะสมตามความมุ่งหมาย

2) ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดา
คำตอบได้ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเก็ยคร้านที่จะดูตารางแต่ตอบได้ดี

3) ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ้งของวิทยาการตามแนวตั้งมากกว่าการวัด
ตามแนวกว้างว่ารู้มากน้อยเพียงใด

4) ต้องช่วยเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวนให้คิด
เด็กสอบแล้วมีความอยากรู้มากน้อยเพียงใด

5) ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่า ครูถาม
ถึงอะไร หรือให้คิดอะไร ไม่ถามคลุมเครือ

6) ต้องเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ คือ

6.1) แจ่มชัดในความหมายของคำตอบ

6.2) แจ่มชัดในวิธีตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน

6.3) แจ่มชัดในการแปลความหมายของข้อความ

7) ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้
มากที่สุด

8) ต้องยากพอเหมาะ (Difficulty)

9) ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทได้ทุก
ระดับ ตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด

10) ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) ข้อสอบนั้น สามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน ไม่แปรผัน

ภัทราวดี เอี่ยมพงษ์ และทนิตดา ชัยโชติ (2564, น. 67 - 71) กล่าวว่าแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นนับเป็นเครื่องมือวัดผลที่มีคุณค่า และสำคัญที่สุดแต่ทั้งนี้แบบทดสอบที่จะนำไปใช้ต้องมีคุณภาพ นั่นคือแบบทดสอบต้องมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1) ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

2) ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3) ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบ เสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบโดยการเดา ไม่ให้นักเรียนที่ขี้เกียจหรือไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ควรจะเป็นนักเรียนที่เรียนเก่งและขยันเท่านั้น

4) ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะไม่ถามอย่างผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดค้นแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้

5) ความขี้ขลาด (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลินไม่ควรใช้คำถามซ้ำซาก ซึ่งน่าเบื่อหน่ายวิธีการที่จะทำให้แบบทดสอบมีความขี้ขลาดตอบก็โดยเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยากใช้ข้อสอบรูปภาพบ้างถามข้อละปัญหาบ้างรูปแบบของข้อสอบน่าสนใจถ้าเป็นข้อสอบแบบอัตนัยก็ให้บรรยายมีความยาวพอเหมาะและไม่ถามหลายประเด็นในข้อเดียวกัน

6) ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทาง การถาม การตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนง

7) ความเป็นปรนัย (Objective) หมายถึง ข้อสอบที่มีลักษณะ 3 ประการ คือ

7.1) ตั้งคำถามให้ชัดเจนทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2) ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันแม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือหลายคนก็ตาม

7.3) แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8) ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต ตรวจให้คะแนนได้

รวดเร็ว รวมถึงสถานการณ์ในการสอบที่ดี ได้แก่ สภาพห้องสอบเรียบร้อย ไม่มีสิ่งรบกวนผู้เข้าสอบ
กรรมการคุมสอบรัดกุมเป็นต้น

9) อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนก
ผู้เข้าสอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดีต้องมีอำนาจ
จำแนกสูงตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม

อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เข้า
สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูงแสดงว่ากลุ่มเก่งทำ
ข้อสอบข้อนั้นถูกแต่กลุ่มอ่อนทำไม่ถูกส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง ความสามารถ
ของข้อสอบนั้นในการจำแนกผู้สอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ ถ้าข้อสอบมี
อำนาจจำแนกสูง แสดงว่าคนกลุ่มรอบรู้ทำข้อสอบนั้นถูกแต่คนกลุ่มไม่รอบรู้ทำไม่ถูก

ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใดหรือ
อัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม
ข้อสอบที่ดี คือ ข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เรียกว่ามีความยากพอเหมาะสามารถจำแนกผู้เข้า
สอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อนส่วน

สรุปได้ว่า ในลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีนั้น ต้องผ่าน
การ ตรวจสอบความตรงความเที่ยงความยากง่าย อำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนจะต้องเชื่อมั่นได้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจึงมีคุณภาพ

5. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 97) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนไว้ว่า

1) ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจข้อสอบแต่ละชนิดและทุกครั้งที่จะออกข้อสอบ
ชนิดใดควรคำนึงถึงหลักการออกข้อสอบชนิดนั้น ๆ ด้วย

2) ข้อสอบชนิดใดก็ตามหากมีคุณสมบัติเป็นไปตามคุณลักษณะของแบบทดสอบ
ที่ดีหลายประการก็เป็นข้อสอบที่ดีมากเท่านั้น

3) ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมากการพิมพ์และการตรวจข้อสอบสามารถใช้
เครื่องจักรทดแทนการตรวจด้วยคนจึงควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ

4) โดยทั่วไปในการสอบแต่ละครั้งน่าจะ ใช้ข้อสอบเพียง 2 ชนิดที่มีประสิทธิภาพ
เพียงพอ แล้วได้แก่ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียงกับข้อสอบแบบเลือกตอบส่วนข้อสอบชนิดอื่น ๆ
น่าจะใช้เป็นเพียงแบบฝึกหัดหรืออาจจะใช้งานทดสอบย่อยเพื่อช่วยจูงใจให้นักเรียนสนใจในวิชาที่
กำลังสอนและสามารถพัฒนาให้เป็นข้อสอบ 2 ชนิดนี้ กล่าวคือ

- 4.1) ถ้าเป็นข้อสอบแบบกาถูก – กาผิดควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ
- 4.2) ถ้าเป็นข้อสอบแบบจับคู่ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดตัวเลือกคงที่
- 4.3) ถ้าเป็นข้อสอบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2553, น. 97 - 99) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

- 1) วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระ และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้
- 2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวัง ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- 3) กำหนดชนิดของข้อสอบและวิธีการสร้างโดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ข้อสอบที่จะใช้วัด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนแล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจหลัก และวิธีการเขียนข้อสอบ
- 4) เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบต้องเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ให้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
- 5) ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้การเขียนข้อสอบมีความถูกต้องตามหลักวิชาการ มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวน ตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป
- 6) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองเมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมดการจัดทำแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายตอบแบบทดสอบ และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม
- 7) ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการทดสอบจริงแล้วนำผลมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

8) จัดทำแบบทดสอบหากพบว่าข้อสอบใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีอาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจัดทำแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560, น. 187 - 188) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ แต่ละครั้งให้ชัดเจนว่าจะสอบเพื่ออะไร สอบกับใคร และระดับชั้นไหน

2) กำหนดลักษณะของสิ่งที่ต้องการจะวัด การสร้างแบบทดสอบจะต้องรู้ว่าต้องวัดสิ่งใด จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคืออะไร เนื้อหาจะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมด้านใด พฤติกรรมเหล่านั้น เป็นอย่างไร

3) กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดพิจารณาได้จากคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยดูจากตารางวิเคราะห์หลักสูตร แบบทดสอบต้องการวัด พฤติกรรมใด กับใคร ที่ไหน เมื่อไหร่ และอย่างไร

4) เขียนข้อสอบการเขียนข้อสอบควรคำนึงถึงความชัดเจนของข้อคำถามและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามหลักวิชาการวัดผลทางการศึกษา

5) ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไข ผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคลอย่างน้อย 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระวิชา และด้านการวัดผลทางการศึกษา โดยพิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตาม หลักวิชาหรือไม่ ภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบเหมาะสม และวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่

6) การทดลองใช้แบบทดสอบ เมื่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบและแก้ไขแล้วก็ให้นำแบบทดสอบไปทดลองเพื่อใช้วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ และสามารถพัฒนาแบบทดสอบโดยการนำไปทดลองหลายหลายครั้ง จนได้คุณภาพที่น่าพอใจจึงนำไปใช้จริงต่อไป

7) สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมาย คะแนนเพื่อต้องการให้ทราบว่าถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไร จะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

8) การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ การเขียนรายงานและคู่มือการใช้จะทำให้นำไปใช้ได้ โดยรู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การแปลความคะแนนซึ่งจะช่วยให้ผู้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบ

ทีปกา พูลทวี (2564, น. 97) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า

1) ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจข้อสอบแต่ละชนิดและทุกครั้งที่ออกข้อสอบชนิดใดควรคำนึงถึงหลักการออกข้อสอบชนิดนั้น ๆ ด้วย

2) ข้อสอบชนิดใดก็ตามหากมีคุณสมบัติเป็นไปตามคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีหลายประการก็เป็นข้อสอบที่ดีมากเท่านั้น

3) ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมากการพิมพ์และการตรวจข้อสอบสามารถใช้เครื่องจักรทดแทนการตรวจด้วยคนจึงควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ

4) โดยทั่วไปในการสอบแต่ละครั้งน่าจะใช้ข้อสอบเพียง 2 ชนิดที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ แล้วได้แก่ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียงกับข้อสอบแบบเลือกตอบส่วนข้อสอบชนิดอื่น ๆ น่าจะใช้เป็นเพียงแบบฝึกหัดหรืออาจจะใช้งานทดสอบย่อยเพื่อช่วยยุงใจให้นักเรียนสนใจในวิชาที่กำลังสอนและสามารถพัฒนาให้เป็นข้อสอบ 2 ชนิดนี้ กล่าวคือ

4.1) ถ้าเป็นข้อสอบแบบกาถูก – กาผิดควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

4.2) ถ้าเป็นข้อสอบแบบจับคู่ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดตัวเลือกคงที่

4.3) ถ้าเป็นข้อสอบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือวัดผลทางการศึกษาที่สำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่ให้ข้อเท็จจริงแก่ครูผู้สอน ผู้เรียนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา ว่าการสอนบรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษามากน้อยเพียงใดและสะท้อนให้เห็นถึงการจัดการเรียนการสอนว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด จะต้องปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ เพราะฉะนั้นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้จะต้องมีคุณภาพในทุก ๆ ด้าน จึงจะสามารถใช้ผลการสอบเพื่อตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

6. การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทิสนา แคมมณี (2560) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ การเข้าใจความรู้จากการพัฒนาทักษะในด้านการเรียน หรือผลที่เกิดจากการกระทำของผู้เรียน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเนื่องจากการได้รับประสบการณ์โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน และสามารถประเมินหรือวัดประมาณค่าได้จากการทดสอบหรือการสังเกตพฤติกรรม ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนที่กำหนดจากครูผู้สอน

มณีญา สุราช (2560, น. 83) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดผลได้ 2 แบบ ตามความมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน ดังนี้

1) การวัดผลด้านการปฏิบัติเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปแบบของการกระทำจริงเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปะศึกษา พลศึกษา และการช่าง เป็นต้น การวัดผลแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

2) การวัดผลด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถที่เกี่ยวกับเนื้อหา อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดผลได้โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิจรูญ (2558) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้าง ซึ่งอาจจะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยที่มีการกำหนดคำถาม แล้วให้ผู้ตอบเขียนแสดงความรู้ความคิด หรือเจตคติได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้อาจเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ซึ่งข้อสอบแบบปรนัยที่ผู้ตอบมีโอกาสแสดงความรู้ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบแบบอัตนัย

2) แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป ซึ่งแบบทดสอบมาตรฐานนี้จะถูกสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ให้มีคุณภาพ และปรับปรุงอย่างมีมาตรฐาน

บลูม (Bloom, 1956, น. 201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของความรู้ที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1) ด้านความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรงในขั้นนี้รวมถึงการระลึกถึงข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นความรู้ความจำจึงจัดว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำ

3) การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอาทฤษฎีที่ศึกษามา นำไปใช้ในการเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี เสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้น จึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4) การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เพื่อจะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องของการเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำเอาไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5) การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก ๆ การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6) การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็คำพูด นวนิยาย บทกวีหรือรายงานวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถประเมินได้ 3 แบบ คือ การวัดด้านเนื้อหา ด้านการปฏิบัติ และด้านความรู้ลึกซึ้งทั้งหมดนี้เป็นพฤติกรรมหรือความสามารถที่เกิดจากการเรียนการสอนของบุคคล เป็นการตรวจสอบพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรม 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พุทธวิฑู ประเสริฐสกุล, รัชยาพร อโนราช, และจินดา หวังบุญสกุล (2556) ได้ศึกษาการหาปริมาณน้ำตาลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มที่มีจำหน่ายทั่วไป งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปริมาณน้ำตาล และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มที่มีจำหน่ายทั่วไป เครื่องดื่ม จำนวน 15 ตัวอย่าง ถูกสุ่มเก็บจากร้านค้ามีทำเลที่ตั้งอยู่รอบ ๆ บริเวณมหาวิทยาลัยขอนแก่น ปฏิกริยาการเกิดสีระหว่างน้ำตาล และ 0.2 % Anthrone ใน 75 % H₂SO₄ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล โดยเทียบกับสารกลูโคส วิธี DDPH ถูกใช้ในการประเมินคุณสมบัติฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คำนวณหาค่า IC₅₀ และ Vitamin C Equivalent Capacity [VCEAC] ผลการทดลอง: ระดับน้ำตาลในตัวอย่างอยู่ในช่วง 1.05-40.5 % ในขณะที่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 0.0091 - 0.3247 ของ VCEAC สรุปและอภิปรายผลการทดลองพบว่า ระดับน้ำตาลของตัวอย่างเกือบทั้งหมดสูงกว่าที่ฉลาดระบุ ซึ่งอาจมีสาเหตุรบกวนจากสารชนิดอื่นในตัวอย่าง ปฏิกริยาการเกิดสีระหว่าง

น้ำตาลและสาร Anthrone เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ขาดความเฉพาะเจาะจงการพบว่าเครื่องดื่มเหล่านี้มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระต่ำเมื่อเทียบกับวิตามิน ซี ทั้งนี้อาจเกิดจากขบวนการผลิตที่ทำลายสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ หรือการโฆษณาที่เกินจริงด้วยเหตุผลทางธุรกิจ

น้ำฝน กุเจริญไพศาล และคนอื่น ๆ (2562) การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) ทดลองใช้ชุดกิจกรรมเพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนน้ำผุด จังหวัดตรัง จำนวน 21 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2) แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 นักสำรวจน้ำดี กิจกรรมที่ 2 มหัศจรรย์กักกันเปลี่ยนโลก และกิจกรรมที่ 3 สร้างสรรค์กักกันแบ่งปันความรู้ โดยผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก 2) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 74.49 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

เชมจิรา มะลิซ้อน (2562) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดการทดลองวัดค่าการส่องผ่านและการกระเจิงแสงอย่างง่ายโดยใช้สมาร์ทโฟน งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาชุดการทดลองสำหรับวัดค่าการส่อง ผ่านและการกระเจิงของแสง โดยวัดค่าความเข้มแสงที่ส่องผ่านสารละลายเพื่อศึกษา ความสามารถในการส่องผ่านหรือการดูดกลืนแสงของสารละลายที่สอดคล้องกับกฎของเบียร์และแลมเบิร์ต ทั้งนี้สามารถนำมาใช้ศึกษาการกระเจิงแสงของสารละลายเมื่อสารละลายมีความขุ่น โดยใช้สมาร์ทโฟนที่ทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันที่เหมาะสมเป็นแหล่งกำเนิดแสงด้วยหน้าจอ สมาร์ทโฟน และใช้เป็นอุปกรณ์วัดความเข้มแสงด้วยกล้องหลังของ

สมาร์ทโฟน ในการทดลองการวัดค่าการส่องผ่านของแสงจัดวางอุปกรณ์โดยให้แหล่งกำเนิดแสง สาระละลาย และอุปกรณ์วัดค่า ความเข้มแสง ให้อยู่ในแนวเดียวกัน สำหรับการทดลองการวัดค่า การกระเจิงแสงจัดวางอุปกรณ์ให้ อุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงอยู่ในทิศที่ตั้งฉากกับแหล่งกำเนิดแสง และสาระละลาย ผลการทดลองที่ได้จากการวัดค่าการส่องผ่านแสงของสาระละลายนั้นสอดคล้องกับ กฎของเบียร์และแลมเบิร์ต รวมทั้งสามารถนำมาใช้วัดการกระเจิงแสงของสาระละลายได้ ซึ่งชุดการทดลองนี้สามารถประกอบ และติดตั้งได้ง่าย อุปกรณ์ที่นำมาใช้มีราคาถูกและหาได้ง่าย ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดการ ทดลองนี้จะเป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอนที่ต้องการออกแบบหรือ สร้างชุดการทดลองสำหรับวัดค่าการ ส่องผ่านแสงพร้อมกับสามารถวัดค่าการกระเจิงของแสงได้

ปณิธาน พิมพ์พัญ และกานต์รวี บุญยานนท์ (2563) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารสารอาหารเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารสารอาหาร เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ 80/80 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารสารอาหาร 3. เพื่อเปรียบเทียบ ทักษะการทดลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่อง อาหารสารอาหารกับเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของ โรงเรียนอนุบาลตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ สังกัดสำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครสวรรค์ เขต 3 จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารสารอาหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 4. แบบประเมินทักษะการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_1/E_2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน เรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารสารอาหาร โดยใช้ค่าที (t-test) ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์ผลทักษะ การทดลองผลการวิจัยพบว่า 1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารสารอาหาร เพื่อส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าประสิทธิภาพของคะแนน ระหว่างเรียน (E_1) และค่าประสิทธิภาพของคะแนนสอบหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 80.78/80.37 ซึ่งสูง กว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารสารอาหาร จำนวน 27 คน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไป ตามสมมุติฐาน 3. การเปรียบเทียบทักษะการทดลองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน โดย

ใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่อง อาหารสารอาหาร กับเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 27 คน มีทักษะการทดลองอยู่ในระดับ ดีมาก

ชนิตา ศิริรัตน์ (2564) ได้ศึกษาการออกแบบชุดทดลองอย่างง่ายสำหรับวัดค่าคุณลักษณะในการสอนเคมี การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม ได้ศึกษาตัวต่อเลโก้ซึ่งเป็นหนึ่งในของเล่นยอดนิยมสำหรับหลายคนในทุกช่วงวัยได้ถูกนำมาใช้เป็นวัสดุหลักในการสร้างชุดทดลองวัดการดูดกลืนแสงของสาร โดยมีแนวคิดในการออกแบบคือ ทำจากวัสดุที่หาได้ง่าย ลดความซับซ้อนของส่วนประกอบภายในลงเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในหลักการของการดูดกลืนแสง ผู้เรียนสามารถประกอบด้วยตนเองได้ ชุดทดลองสามารถใช้เป็นนวัตกรรมสื่อการสอนในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือทำภายใต้สถานการณ์จริงในหัวข้อวิธีทางสเปกโทรสโกปี กฎของเบียร์-แลมเบิร์ต เป็นต้น ชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นถูกนำมาทดสอบประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้วัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลาย 3 ชนิด ซึ่งเตรียมขึ้นมาในห้องปฏิบัติการ จากนั้นถูกนำไปใช้ในบริบทจริงโดยใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มที่ขายตามท้องตลาด 3 ยี่ห้อ ผลการทดสอบพบว่า ปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มทั้ง 3 ยี่ห้อที่วิเคราะห์ด้วยชุดทดลองให้ค่าที่ใกล้เคียงกับที่ปรากฏข้างขวด โดยมีความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์อยู่ในช่วง $\pm 5\%$ และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์น้อยกว่า 59 ซึ่งแสดงถึงความถูกต้องและความแม่นยำในการวัดของชุดทดลองที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี และคนอื่น ๆ (2564) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาวิธีการวัดสีของภาพถ่ายสำหรับประเมินสีไข่แดงของไข่ไก่เพื่อเป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้ในช่วงสถานการณ์การระบาดโควิด-19 ได้กล่าวว่า สีของไข่แดงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของไข่ที่ใช้เป็นองค์ประกอบด้านคุณภาพของไข่และผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไข่ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้มุ่งทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดมาตรฐาน (พัคสีและเครื่องวัดสี) และค่าสีจากวิธีการวัดสีของภาพถ่ายด้วยซอฟต์แวร์อะโดบี โฟโตชอป (Adobe Photoshop) นอกจากนี้ยังทำการศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำจากอุปกรณ์วัดมาตรฐานและวิธีการวัดสีของภาพถ่ายในการประเมินสีไข่แดงของไข่ไก่ในการทดลองนี้ผลการทดลองครั้งนี้พบว่า ค่าคะแนนสีของไข่แดงจากพัคสีมีสหสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างกับค่า a^* จากวิธีการวัดสีของภาพถ่ายด้วยซอฟต์แวร์อะโดบี โฟโตชอป (Adobe Photoshop) ($r = 0.923, P < 0.01$) โดยมีรูปแบบของสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย คือ $y = 0.1033(x) + 37.389$ ($R^2 = 0.851, P < 0.001$) อีกทั้งยังพบสหสัมพันธ์ระหว่างค่า L^* , a^* และ b^* จากเครื่องวัดสีกับค่า G , a^* และ B จากวิธีการวัดสีของภาพถ่ายด้วยซอฟต์แวร์อะโดบี โฟโตชอป โดยมีสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าสีของเครื่องวัด สีและสีจากวิธีการวัดสีของภาพถ่ายเท่ากับ 0.694, 0.869, และ -0.563 ตามลำดับ ($P < 0.001$) นอกจากนี้ยังใช้สมการถดถอย

เชิงเส้นอย่างง่ายเพื่อประเมินผลการทำนายคุณลักษณะของสีไข่แดงโดยสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายแสดงสัมประสิทธิ์การถดถอย (R^2) เท่ากับ 0.481, 0.742, และ 0.317 ตามลำดับ ($P < 0.001$) อีกทั้งการทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่าการประเมินสีไข่แดงมีความใกล้เคียงกันของค่า L^* , a^* , b^* , องศาสี และความเข้มสีระหว่างวิธีการวัดสีของภาพถ่ายร่วมกับสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายและวิธีการวัดด้วยอุปกรณ์วัดมาตรฐาน (พัคสีและเครื่องวัดสี) ($P > 0.05$)

เหมือนหมาย อภินทนาพงศ์ และคนอื่น ๆ (2564) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้สมาร์ทโฟนและกล้องดิจิทัลในการวัดค่าสี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำสมาร์ทโฟนและกล้องดิจิทัลมาใช้วัดค่าสีในสภาพ แสงปกติและสภาพควบคุมแสง โดยทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นและหาสมการเปรียบเทียบ เปรียบเทียบกับเครื่องวัดสี “HunterLab” จากผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ที่ได้จากการใช้ กล้องดิจิทัลในสภาพควบคุมแสงนั้นมีค่ามากกว่า 0.94 ในทุกค่าสี (L^* , a^* และ b^*) การเปรียบเทียบทำให้ค่าสีที่วิเคราะห์ ได้ในสภาพแสงปกติ มีความแตกต่างจากค่าสีที่วัดด้วยเครื่องมือมาตรฐานน้อยลง ($p \leq 0.05$) แต่สำหรับสภาพควบคุม แสง พบว่า การใช้สมการเปรียบเทียบไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญในการทำให้ค่าที่เปรียบเทียบใกล้เคียงกับการใช้เครื่องมือ มาตรฐานมากขึ้น ($p > 0.05$) เมื่อทำการประยุกต์ใช้โดยวัดค่าสีของแผ่นสี “Pantone” ที่มีสีแตกต่างกัน จำนวน 6 สี พบว่า หลังการเปรียบเทียบ ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมมีแนวโน้มลดลง แต่ยังอยู่ในระดับที่แตกต่างจากค่าสีที่วัดจาก เครื่องมือมาตรฐานอยู่มาก เมื่อนำมาคำนวณเป็นค่าดัชนีสี “Hue Angle” พบว่า ความคลาดเคลื่อนในการวัดจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงสีแดง น้ำเงินและม่วง โดยมีความคลาดเคลื่อนจากค่าสีที่วัดด้วยเครื่องวัดสี “HunterLab” มากกว่าสีอื่น และพบว่าช่วงสีดังกล่าวมีค่าความแตกต่างของสีโดยรวมสูงและมากกว่า 60 ขึ้นไป

คงศักดิ์ ศรีแก้ว (2565) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เอนไซม์ผสมสำหรับการย่อยผลิตภัณฑ์จากแป้ง ให้สามารถตรวจวัดน้ำตาลกลูโคสได้โดยเครื่องวัดน้ำตาลกลูโคสแบบพกพา งานวิจัยนี้พบว่า วิธีการย่อยสสารในตัวอย่างโดยใช้เอนไซม์ผสมและวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสด้วย เครื่องวัดน้ำตาลกลูโคสแบบพกพา ทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประมาณค่าดัชนีน้ำตาลในข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าวได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ โดยค่าดัชนีน้ำตาลที่ประมาณได้เมื่อเปรียบเทียบวิธีการ ย่อยสสารด้วยวิธีมาตรฐาน “Infogest” และย่อยด้วยเอนไซม์ผสมในงานวิจัยนี้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยเมื่อ นำไปใช้ทดสอบในข้าว 4 พันธุ์ ได้แก่ข้าวเหนียวสันป่าตอง ข้าวเหนียวลิ้มผัว ข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเจ้า กข43 ผลพบว่าให้ค่าดัชนีน้ำตาลโดยประมาณที่ไม่แตกต่างกันในตัวอย่างข้าวเหนียวสันป่าตองและข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ 105 ทั้งนี้ในส่วน of ข้าวเหนียวลิ้มผัว และข้าวเจ้า กข43 ให้ผลค่าดัชนีน้ำตาล โดยประมาณแตกต่างกันเพียง ± 1 จึงถือว่าวิธีการที่

พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการนำไปใช้งานได้ดี งานวิจัยนี้ทำการประยุกต์ใช้ไอโฟนที่เหมาะสมสำหรับใช้ย่อยสสารในข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าว เพื่อนำค่าที่ได้ไปประมาณค่าดัชนีน้ำตาล ทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน อย่างไรก็ตาม ค่าดัชนีน้ำตาลที่ได้เป็นค่าดัชนีน้ำตาลโดยประมาณ เกิดจากการทดสอบในสภาวะจำลอง (In Vitro Method) เหมาะสำหรับการใช้งาน ในช่วงของการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือใช้เพื่อการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต หากต้องการทดสอบยืนยัน หรือเพื่อการกล่าวอ้างสรรพคุณตามกฎหมาย ยังมีความจำเป็นต้องใช้วิธีการทดสอบในอาสาสมัคร (In Vivo Method) ตามวิธีมาตรฐาน ISO 26642: 2010 เพื่อยืนยันผลอีกครั้งหนึ่ง

คุนเซิลแมน และจาค็อบสัน (Kuntzleman and Jacobson, 2015) ได้ทดลองเรื่อง “Teaching Beer’s Law and Absorption Spectrophotometry with a Smart Phone: A Substantially Simplified Protocol” คือ สร้างชุดการทดลองอย่างง่ายที่สอดคล้องกับทฤษฎีของเบียร์ โดยการใช้โทรศัพท์มือถือเป็นตัววัดค่า RGB จากสารละลายที่มีแสงสีต่าง ๆ ส่องผ่านและนำไปคำนวณหาค่าความสามารถในการดูดกลืนแสงเพื่อบอกปริมาณค่าความเข้มข้นของสารละลายที่ไม่ทราบค่า ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ทั่ว ๆ ไปในโรงเรียนระดับมัธยม และนักเรียนในระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลายสามารถทำความเข้าใจเรื่องการดูดกลืนแสงได้จากการทดลองนี้

เตเชรา (Teixeira, 2022) ได้ศึกษาแนวทางที่ง่ายและคุ้มค่าสำหรับการวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์โดยใช้การวิเคราะห์ภาพดิจิทัลจากปฏิกิริยาทดสอบจุดสีของตัววิเคราะห์ด้วยกรด 3,5-ไดไนโตรซาลิไซลิก (วิธี DNS) และออกซิเดชันโดยคิวปริกไอออน (Cu^{2+}) (วิธีเบเนดิกต์) ได้รับภาพดิจิทัลโดยใช้เครื่องสแกนแบบแท่นและแปลงเป็นค่า RGB ค่าของแชนเนล G และ R ถูกนำมาเป็นคำตอบเชิงวิเคราะห์สำหรับวิธี DNS และเบเนดิกต์ ตามลำดับ เนื่องจากการเสริมด้วยสีของผลิตภัณฑ์ปฏิกิริยา การตอบสนองเชิงเส้นถูกสังเกตพบในช่วงความเข้มข้นของกลูโคสระหว่าง 0.10 และ 0.30 g L^{-1} โดยมีขีดจำกัดการตรวจจับที่ $2.9 \times 10^{-2} \text{ g L}^{-1}$ สำหรับวิธี DNS และตั้งแต่ 1.0 ถึง 5.0 g L^{-1} โดยมีขีดจำกัดการตรวจจับ 0.5 g L^{-1} สำหรับวิธีเบเนดิกต์ ได้รับค่าการกู้คืนระหว่างร้อยละ 97 ถึงร้อยละ 103 ในการทดลองเพิ่มเติมและการกู้คืนสำหรับทั้งสองขั้นตอน ขั้นตอนการวิเคราะห์เหล่านี้ถูกนำไปใช้กับตัวอย่างเครื่องดื่มต่าง ๆ (น้ำผลไม้ น้ำมะพร้าว และสุราอ้อย) และผลิตภัณฑ์ที่ได้ใกล้เคียงกันกับตัวอย่างที่ได้จากการอ้างอิง โดยมีระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

บทที่ 3

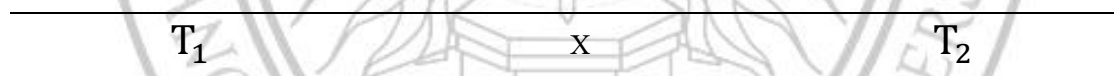
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน (One Group Pre-test Post-test Design) มีรายละเอียดวิธีการดำเนินการศึกษา ดังนี้

1. แบบแผนการทดลอง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

แบบแผนการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัย ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-group Pretest-Posttest Design) (อริย์ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 34)



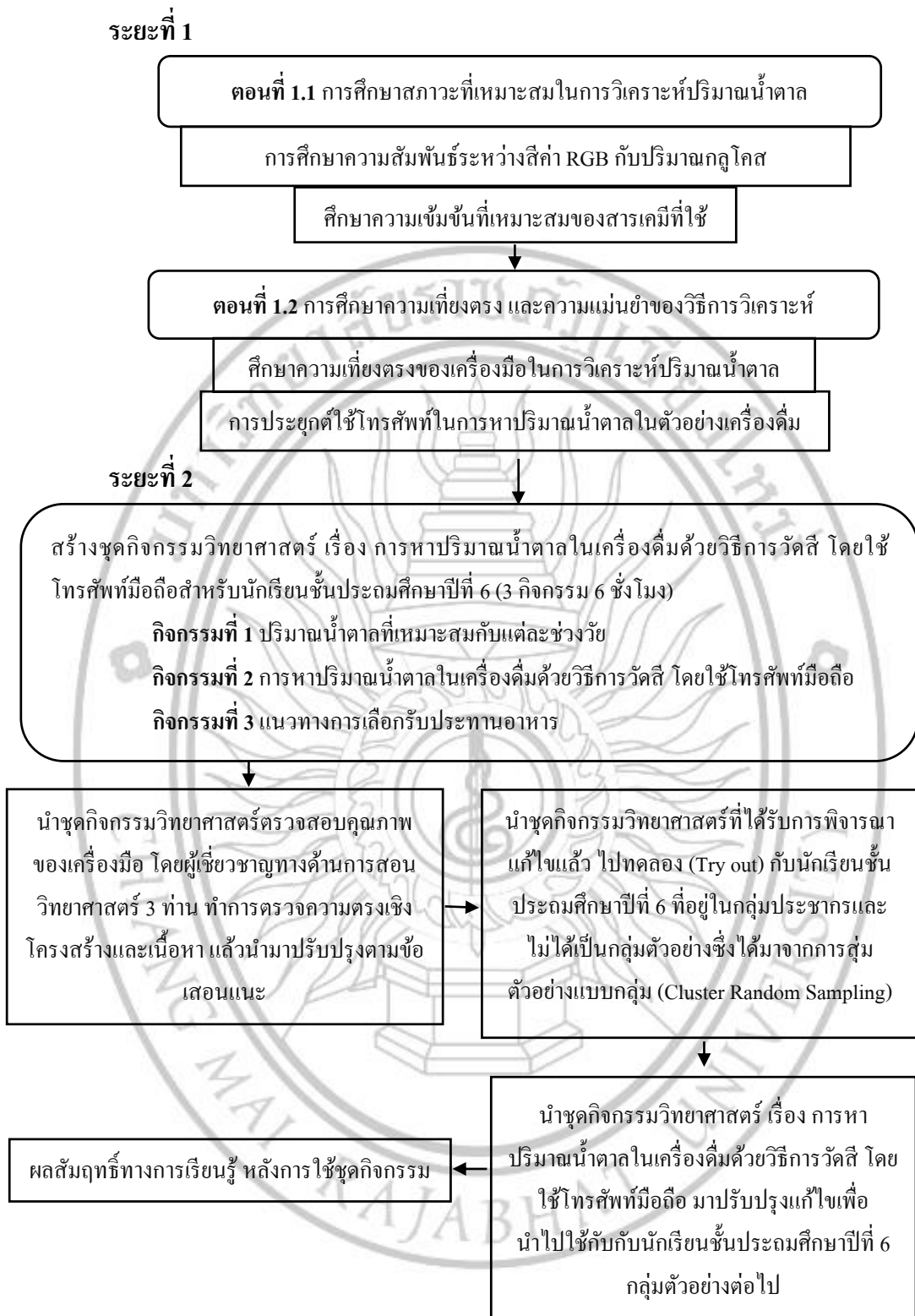
เมื่อ

X เป็นการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง

T_1 เป็นผลการทดสอบก่อนทดลอง

T_2 เป็นผลการทดสอบหลังทดลอง

โดยงานวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็นขั้นตอนในการวิจัยในภาพรวมได้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3.1 แบบแผนและขั้นตอนการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือพิมพ์หัวข้อย่อย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 1 เครื่องมือด้านการทดลอง เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการ

วัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือ

1. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1.1 กรดไดไนโตรซาลิไซลิก (3,5-Dinitrosalicylic acid, $C_7H_4N_2O_7$), Assay 98%, AR grade, Mw 228.12, Loba Chemie, India

1.2 ฟีนอล (Phenol, C_6H_6O), Mw 94.11, Carlo Erba, Thailand

1.3 โซเดียมไบซัลไฟต์ (Sodium Bisulphite, $NaHSO_3$), Extra Pure, Mw 104.06, MW 58, Loba Chemie, India

1.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide, $NaOH$), Assay 97%, AR grade, MW 39.997, RCI Labscan, Thailand

1.5 โพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรต (Potassium sodium tartrate, $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$), Assay 99%, AR grade, Mw 282.22, RCI Labscan, Thailand

1.6 สารละลายมาตรฐานกลูโคส (D(+))Glucose Anhydrous ACS For Analysis, $C_6H_{12}O_6$, Mw 180.16, Carlo Erba, Thailand

2. วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

2.1 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask), ขนาด 25 50 100 และ 250 มิลลิลิตร

2.2 ขวดโพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE), ขนาด 120 มิลลิลิตร

2.3 บีกเกอร์ (Beaker), ขนาด 250 และ 1000 มิลลิลิตร

2.4 หลอดหยด (Dropper)

2.5 หลอดทดลอง (Test Tube)

2.6 ปิเปตต์ (Pipette), ขนาด 1 2 5 10 และ 25 มิลลิลิตร

2.7 ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์สแตนเลส (Alcohol Burner)

2.8 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

2.9 แร็ควางหลอดทดลอง (Test Tube Rack Stainless)

2.10 พาราฟิล์ม (Parafilm)

2.11 เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical balance), METTLER, TOLEDO, PG203 –S, Switzerland

2.12 โทรศัพท์มือถือ (Mobile phone), รุ่น iPhone 7 Plus, USA

2.13 เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (UV Spectrophotometer), SHIMADZU, UV-1601, Japan

2.14 กล้องวัดแม่สี

2.15 ขาดังโทรศัพท์

2.16 ลูกยางดูดสาร (Rubber bulb)

2.17 ขวดน้ำ DI (DI bottle), ขนาด 500 มิลลิลิตร

2.18 ควอตซ์ คิวเวท (Quartz Cuvette)

4. การติดตั้งและใช้งานแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชัน Color picker เป็นแอปพลิเคชันที่ดาวน์โหลดได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย การเข้าใช้งานแอปพลิเคชันนี้ จะมีระบบสีที่ใช้ในการวัดสีอยู่ทั้งหมด 10 ระบบคือ RGB, RGB Hex, W3C, RAL, CMY, CMYK, HSV, LAB, LCH และ XYZ ในแต่ละระบบสีก็ใช้งานแตกต่างกันไป ซึ่งในวิจัยนี้สนใจศึกษาเฉพาะระบบสี RGB โดยแสดงค่าแม่สี R (สีแดง), G (สีเขียว) และ B (สีน้ำเงิน) ตามลำดับ หลักการทำงานนั้นจะอาศัยภาพถ่ายที่ถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือ โดยตัวแอปพลิเคชันจะทำการประมวลผลเพื่อแสดงข้อมูลแม่สีต่าง ๆ

4.1 การติดตั้งแอปพลิเคชัน Color Picker

4.1.1 เปิดโทรศัพท์มือถือไปที่หน้าจอแล้วเลือกที่ไอคอน App Store



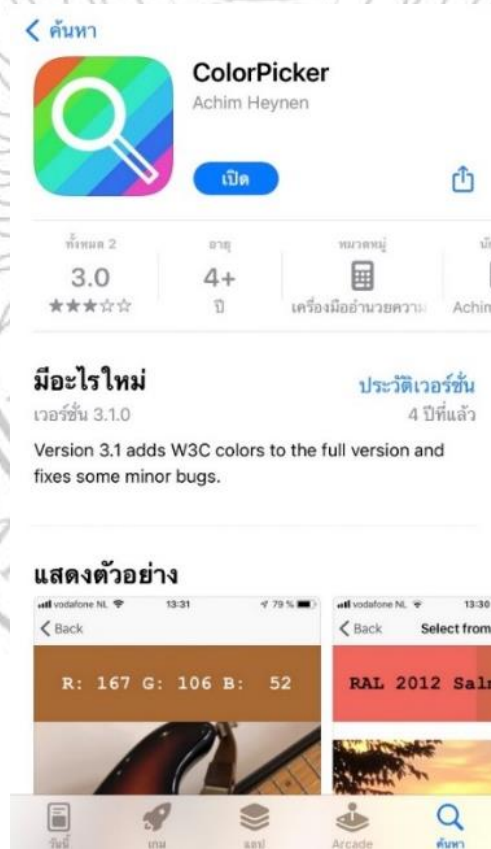
ภาพที่ 3.2 แอปพลิเคชัน App Store

4.1.2 พิมพ์ข้อความค้นหาแอปพลิเคชันคำว่า Color Picker



ภาพที่ 3.3 การค้นหาแอปพลิเคชัน Color Picker ในแถบค้นหา

4.1.3 เลือกที่ไอคอน Color Picker กดที่คำว่า “ติดตั้ง”



ภาพที่ 3.4 การติดตั้งแอปพลิเคชัน

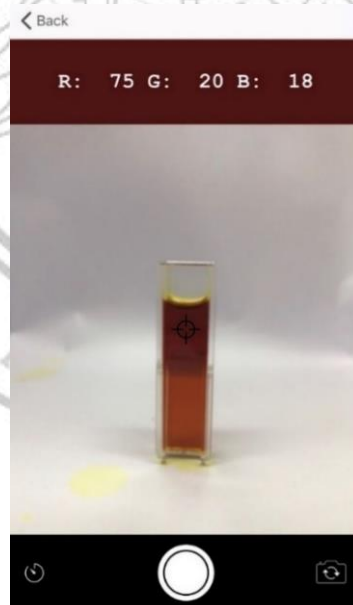
4.2 วิธีการใช้งานแอปพลิเคชัน Color Picker

4.2.1 นำกล้องโทรศัพท์ถ่ายภาพสารละลายเพื่อตรวจวัดค่าสี ด้วยกล่องวัดสีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นกล่องพัสดุภายในติดกระดาษสีขาวเพื่อง่ายต่อการตรวจวัดสี



ภาพที่ 3.5 การบันทึกค่าสี RGB

4.2.2 จะได้ค่าสี RGB และค่าสีในระบบอื่นดังภาพ



ภาพที่ 3.6 รายละเอียดค่าสี RGB

5. สภาพที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล

5.1 การศึกษาแนวโน้มในการอ่านค่าสี RGB ของวิธีมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ความเข้มข้น 0.001 0.002 0.003 0.004 และ 0.005 M ตามลำดับ แล้วนำไปวิเคราะห์ตามหลักการวิเคราะห์อาหาร (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2554) นำไปวัดค่าแม่สี RGB ด้วยแอปพลิเคชัน Color Picker เพื่อศึกษาหาแนวโน้มของค่าแม่สี RGB ในการวิเคราะห์

5.2 การศึกษาความเข้มข้นกรดในโทรซาลิไซลิก

เตรียมกรดไคโนโทรซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 0.25 0.5 0.75 และ 1 % (w/v) ฟีนอล 0.2 กรัม โซเดียมไบซัลไฟต์ 0.05 กรัม และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัม นำไปละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วจึงนำไปปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นเตรียมสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรต 40 % ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร และเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ความเข้มข้น 0.001 0.002 0.003 0.004 และ 0.005 M ตามลำดับ ในการทดลองปิเปตต์กรด 3,5-ไดโนโทรซาลิไซลิก 1.5 มิลลิลิตร และสารละลายมาตรฐานกลูโคส 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีฝาปิดหรือพาราฟิล์ม นำไปให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำเดือดที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 -15 นาที เมื่อครบเวลาปิเปตต์โพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรต 40 % ไป 0.5 มิลลิลิตร ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปวัดด้วยแอปพลิเคชัน Color Picker

5.3 การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

เตรียมกรดไคโนโทรซาลิไซลิกที่หาความเข้มข้นก่อนหน้านี้ที่เหมาะสม คือ 0.5 % ฟีนอล 0.2 กรัม โซเดียมไบซัลไฟต์ 0.05 กรัม และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.25 0.5 0.75 และ 1 % (w/v) นำไปละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วจึงนำไปปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร เตรียมสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรต 40 % ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นทำการทดลองดังหัวข้อ 5.2

5.4 การศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรต

เตรียมกรดไคโนโทรซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 0.5% ฟีนอล 0.2 กรัม โซเดียมไบซัลไฟต์ 0.05 กรัม และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ศึกษาได้คือ 1 % นำไปละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วจึงนำไปปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นเตรียมสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรตที่ความเข้มข้น 10 20 30 และ 40 % (w/v) ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นทำการทดลองดังหัวข้อ 5.2

5.5 การศึกษาความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ความเข้มข้น 0.004 และ 0.005 M ตามลำดับ ในการทดลองภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ทำการทดลองดังหัวข้อ 5.2 ทำการวิเคราะห์แต่ละความเข้มข้นซ้ำ 10 ครั้ง จากนั้นคำนวณหาร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD)

6. การประยุกต์ใช้โทรศัพท์ในการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในเครื่องดื่ม

6.1 การสร้างกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ความเข้มข้น 0.001 0.002 0.003 0.004 และ 0.005 M ตามลำดับ จากสารละลายมาตรฐานกลูโคส 0.01 M (Stock Solution) จากนั้นปี-เปดต์ สารละลายมาตรฐานกลูโคส มา 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง ปีเปดต์ 0.5 % กรด 3,5-ไดไนโตรซาลิไซลิก 1.5 มิลลิลิตร ปิดปากหลอดด้วยฝาปิดหรือพาราฟิล์ม จากนั้นนำไปให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 15 นาที นำออกมาแล้วเติม 30 % โปแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรต 0.5 มิลลิลิตร ทำให้เย็น แล้วนำไปวัดค่าสี RGB ด้วยแอปพลิเคชัน Color Picker ที่ติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือที่ควบคุมสถานะแสงขณะวัดสี นำค่าสีที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานกลูโคสและค่าสี RGB

6.2 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างเครื่องดื่ม

เตรียมตัวอย่างเครื่องดื่ม 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ฟรุ๊ตตี้ กรีนที เทสต์ ฟรุ๊ตตี้ กรีนที ฟิต และสปอนเซอร์ ออร์จินัล มา 0.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง ปีเปดต์ 0.5 % กรด 3,5-ไดไนโตรซาลิไซลิก 1.5 มิลลิลิตร ปิดปากหลอดด้วยฝาปิดหรือพาราฟิล์ม จากนั้นนำไปให้ความร้อนด้วยอ่างน้ำร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 15 นาที นำออกมาแล้วเติม 30 % โปแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรต 0.5 มิลลิลิตร ทำให้เย็น แล้วนำไปวัดค่าสี RGB ด้วยแอปพลิเคชัน Color Picker ที่ติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือที่ควบคุมสถานะแสงขณะวัดสี เพื่อคำนวณหา % Error

ตอนที่ 2 เครื่องมือด้านการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีทั้งหมด 3 ชนิด ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น จำนวน 3 กิจกรรม เวลาในการสอนรวม 6 ชั่วโมง ประกอบด้วยกิจกรรมที่ 1 ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงวัย กิจกรรมที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ และกิจกรรมที่ 3 แนวทางการเลือกรับประทานอาหาร

2. แบบทดสอบการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมระหว่างเรียน ซึ่งประกอบด้วยใบกิจกรรมจำนวน 3 กิจกรรม วัดจากใบกิจกรรมที่นักเรียนทำ รวมคะแนนเต็ม 60 และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 20 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าและเปรียบเทียบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ได้แก่ ข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 20 ซึ่งข้อสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เป็นแบบทดสอบคู่ขนาน โดยเป็นชุดข้อสอบเดียวกันได้ทำการสลับตัวเลือกแต่ละข้อ

การสร้างเครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ

1. การสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ และการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ และคู่มือรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) จัดทำโครงสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ และโครงสร้างเวลาเรียน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 โครงสร้างการจัดการเวลาเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์	ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม	สื่อการเรียนการสอน	จุดประสงค์การ เรียนรู้
<p>กิจกรรมที่ 1 ปริมาณ น้ำตาลที่เหมาะสมกับ แต่ละช่วงวัย (1 ชั่วโมง คะแนน เก็บระหว่างเรียน 10 คะแนน แบบทดสอบ ก่อนเรียน 20 คะแนน)</p>	<ol style="list-style-type: none"> นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 15 นาที นักเรียนศึกษาปริมาณน้ำตาลที่ เหมาะสมกับแต่ละช่วงวัย จาก YouTube เพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม ต่อไป แบ่งกลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นส่ง ตัวแทนกลุ่มออกมารับบัตรกิจกรรม การปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมกับแต่ละ ช่วงวัย ช่วยกันพิจารณาว่าบัตร ข้อความ และให้จัดวางลงไปในพื้นที่ บัตรภาพคนในวัยนั้นไว้บนกระดาษ ปรู๊ฟ นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องอีก ครั้ง และครูสุ่มตรวจสอบความ ถูกต้องโดยเลือกบางกลุ่มให้อธิบาย ลักษณะในแต่ละวัย นักเรียนศึกษา เรื่อง การ เจริญเติบโตของร่างกายมนุษย์ ใน หนังสือวิทยาศาสตร์ฯ ป.6 เล่ม 1 หน้า 24-25 เพื่อตรวจสอบผลการทำ กิจกรรม การเจริญเติบโตของร่างกาย มนุษย์ นำความรู้ที่ได้ศึกษามาตรวจสอบ ความถูกต้องของ 	<ol style="list-style-type: none"> 1.https://www.youtube.com/watch?v=6IekyBSykS8 หนังสือเรียน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ป.6 เล่ม 1 บัตรภาพวัยต่าง ๆ 1ชุด บัตรข้อความ 1 ชุด ใบความรู้ที่ 1 ปริมาณน้ำตาลที่ เหมาะสมกับแต่ละ ช่วงวัย 	<ol style="list-style-type: none"> นักเรียนอธิบาย ปริมาณน้ำตาลที่ เหมาะสมในแต่ละ ช่วงวัยต่อวันได้ วิเคราะห์และ เปรียบเทียบปริมาณ น้ำตาลที่ได้จากการ รับประทานเครื่องดื่ม กับปริมาณน้ำตาลที่ ร่างกายต้องการใน 1 วัน ตระหนักและให้ ความสำคัญในการ รับประทานปริมาณ น้ำตาลที่ร่างกาย ต้องการใน 1 วัน

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์	ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม	สื่อการเรียนการสอน	จุดประสงค์การเรียนรู้
	<p>ข้อความที่วางในบัตรภาพ หากมีข้อผิดพลาดให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้อง และเมื่อแก้ไขคำตอบแล้วให้นักเรียนใช้กาวสองหน้าติดบัตรข้อความลงในบัตรภาพให้เรียบร้อย พร้อมทั้งลงข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 1</p> <p>6. แต่ละกลุ่มจับคู่และแลกเปลี่ยนผลงานกัน เพื่อตรวจสอบผลงานและความถูกต้อง</p>		
<p>กิจกรรมที่ 2</p> <p>การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือ (4 ชั่วโมง ตอนละ 1 ชั่วโมง คะแนนเก็บระหว่างเรียนกิจกรรมละ 10 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน)</p>	<p>ตอนที่ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน 2. เลือกหยิบแผ่นภาพอาหาร ที่แสดงปริมาณน้ำตาลด้านหลัง ครั้งละ 1 คู่ ให้นักเรียนทุกกลุ่มทายว่าอาหารชนิดใดน่าจะมีปริมาณน้ำตาลน้อยกว่า โดยให้ในกลุ่มปรึกษากัน แล้วเขียนคำตอบลงในกระดาษเปล่า 3. เฉลย พร้อมอธิบายเพิ่มเติม และให้คะแนนกลุ่มที่ตอบถูก 4. เมื่อเสร็จกิจกรรมแล้ว ทบทวนอธิบายเพิ่มเติมอีกครั้ง พร้อมบอกคะแนนและทีมที่ชนะ 5. แจกใบกิจกรรม นักเรียนค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือเรียน ห้องสมุด หรืออินเทอร์เน็ต ด้วยตัวเอง 	<p>ตอนที่ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บัตรภาพอาหาร 1 ชุด 2. หนังสือเรียน วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ป.6 เล่ม 1 3. ห้องสมุดและเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องทางอินเทอร์เน็ต 4. ใบความรู้ที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือ 	<p>ตอนที่ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกความหมายของน้ำตาลได้ และระบุค่าความหวานของน้ำตาลได้ 2. สามารถเปรียบเทียบค่าน้ำตาลที่แสดงบนฉลากเครื่องดื่มได้ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์	ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม	สื่อการเรียนการสอน	จุดประสงค์การเรียนรู้
	<p>ตอนที่ 2</p> <p>1. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม อย่างน้อย 4 กลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาทำการแข่งขัน คะแนนที่ทำได้ จะเป็นคะแนนของทุกคนในกลุ่มเท่า ๆ กัน ส่งตัวแทนกลุ่มครั้งละ 1 คน ห้ามส่งซ้ำคนเดิม</p> <p>2. ตัวแทนออกมาทุกกลุ่ม ให้ตัวแทนเลือกหยิบขวดบรรจุภัณฑ์คนละ 1 ขวด แล้วคุณครูถามคำถาม ให้เขียนคำตอบบนกระดาษ กลุ่มที่ตอบถูกได้คะแนน</p> <p>3. จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารับกระดาษเกมส์ ชื่อสื่อ เกม บิงโก อ่านฉลาก (หวาน มัน เค็ม) เมื่อเสร็จกิจกรรมแล้ว คุณครูทบทวนอธิบายเพิ่มเติมอีกครั้ง พร้อมบอกคะแนนและทีมที่ชนะ</p> <p>ตอนที่ 3</p> <p>1. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มละ 4-5 คน ให้แต่ละกลุ่มนำโทรศัพท์มือถือ โพลด แอปพลิเคชั่น Color Picker ตามขั้นตอนการติดตั้งแอปพลิเคชั่น เพื่อทำความเข้าใจ</p> <p>2. ตัวแทนออกมาทุกกลุ่ม ให้ตัวแทนเลือกหยิบน้ำสีผสมอาหารที่ต้องการ</p> <p>3. จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่ม</p>	<p>ตอนที่ 2</p> <p>1. ขวดเครื่องดื่มที่มีฉลาก 3 ขวด</p> <p>2. บัตรบิงโก</p> <p>3. ใบความรู้ที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัด สี โ ค ย ี ซี โทรศัพท์มือถือ</p> <p>ตอนที่ 3</p> <p>1. โทรศัพท์มือถือ</p> <p>2. แอปพลิเคชั่น Color Picker</p> <p>3. ใบความรู้ที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัด สี โ ค ย ี ซี โทรศัพท์มือถือ</p>	<p>ตอนที่ 2</p> <p>1. อธิบายและเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลที่บรรจุในเครื่องดื่มได้</p> <p>2. วิเคราะห์ชนิดของฉลากผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่สำรวจจากเครื่องดื่มที่นักเรียนชอบ</p> <p>3. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้</p> <p>ตอนที่ 3</p> <p>1. อธิบายความสัมพันธ์ที่มองเห็นได้กับค่าสีที่วัดได้</p> <p>2. ตรวจสอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่า RGB ของแต่ละสี</p> <p>3. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไป</p>

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์	ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม	สื่อการเรียนการสอน	จุดประสงค์การเรียนรู้
	<p>ทำการศึกษาค่าสี และตัวเลขที่ได้</p> <p>4. เมื่อทำการศึกษาเสร็จ จากนั้นให้นักเรียนทำใบกิจกรรม</p> <p>5. แจงให้นักเรียนนำตัวอย่างเครื่องดืมที่มีส่วนประกอบของกลูโคส ที่นักเรียนชอบดืมมาในครบต่อไปเพื่อทำการทดลอง</p> <p>ตอนที่ 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ปิเปตต์สารละลายตัวอย่างเครื่องดืม (ไม่เจือจาง เจือจาง 50 เท่า และ 100 เท่า ขึ้นอยู่กับครุกำหนด) 0.5 ml และสาร DNS 1.5 ml ใส่ในหลอดทดลองที่มีฝาปิดหลวม ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ของเหลวระเหยออกไประหว่างการระเหย หากไม่มีฝาปิดอาจใช้แผ่นพาราฟิล์มปิดแทนได้ 2. นำหลอดไปดืมในอ่างน้ำเดือดด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ (ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสด้วยเทอร์มอมิเตอร์) เป็นเวลา 10-15 นาที เพื่อพัฒนาให้เกิดสีน้ำตาลแดง (red-brown color) 3. เติมสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรด ความเข้มข้น 30 % ลงไป 0.5 ml เพื่อทำให้สีมีความคงตัว 4. ทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง 	<p>ตอนที่ 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใบความรู้ที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดืมด้วยวิธีการวัดสี โดย ใช้โทรศัพท์มือถือ 	<p>ป ร ึ บ ใ ช้ ใ น ชีวิตประจำวันได้</p> <p>ตอนที่ 4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปการทดสอบการหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดืม บอกรวิธีและผลการทดสอบการหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดืมได้ 2. ทดลองเกี่ยวกับการทดสอบการหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดืม บอกรวิธีและผลการทดสอบการหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดืมได้ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปป ร ึ บ ใ ช้ ใ น ชีวิตประจำวันได้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์	ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม	สื่อการเรียนการสอน	จุดประสงค์การเรียนรู้
	<p>โดยแช่ในน้ำก๊อก (อุณหภูมิของสารละลายมีผลกระทบต่อค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้โทรศัพท์มือถือโดยใช้โปรแกรม Swatches</p> <p>5. เตรียมคิ้วเวท โทรศัพท์มือถือ แอปพลิเคชัน Color Picker</p> <p>7. เทสารที่ตามความเข้มข้น ลงในคิ้วเวท จากนั้นตั้งโทรศัพท์ให้อยู่กับที่</p> <p>6. นักเรียนแต่ละกลุ่มหน้าที่กันทำการทดลอง และทำใบกิจกรรมที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม ด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ บันทึกผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และสรุปผลการทดลอง</p>		
<p>กิจกรรมที่ 3 แนวทางการเลือก รับประทานอาหาร (1 ชั่วโมง คะแนน เก็บระหว่างเรียน กิจกรรมละ 10 คะแนน หลังเรียน 10 คะแนน)</p>	<p>1. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4-5 กลุ่ม แล้วให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาจับสลากว่าแต่ละกลุ่มจะได้รับหัวข้อใดต่อไปนี้</p> <p>1) วัยเด็ก 2) วัยชรา 3) วัยรุ่น 4) วัยผู้ใหญ่</p> <p>5) สตรีตั้งครรภ์ 6) นักกีฬา</p> <p>2. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ว่า กลุ่มคนที่นักเรียนจับสลากได้ ต้องการ</p>	<p>1. บัตรภาพ เมนูอาหาร</p> <p>2. ใบความรู้ที่ 3 แนวทางการเลือกรับประทานอาหาร</p>	<p>1. สืบค้นและอธิบาย แนวทางในการเลือกรับประทานอาหาร</p> <p>2. เสนอแนะแนวทางในการบริโภคเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลเป็นสารประกอบและตัดสินใจเลือกรับประทานเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ได้</p>

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์	ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม	สื่อการเรียนการสอน	จุดประสงค์การเรียนรู้
	<p>ปริมาณอาหารเท่าไร สารอาหารใดบ้างที่จำเป็น และควรบริโภคสารอาหารแต่ละประเภทมากน้อยเพียงใด</p> <p>3. เมื่อแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นักเรียนดูภาพเมนูอาหารที่ละภาพ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นว่าเมนูอาหารนี้ กลุ่มคนที่นักเรียนจับสลากได้ควรรับประทานหรือไม่ พร้อมเหตุผล</p> <p>4. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสรุปความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง แนวทางการเลือกรับประทานอาหาร ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผังความคิด แผนภาพ การเลือกรับประทานอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสมกับที่จับสลากได้ นำเสนอหน้าชั้นเรียน</p> <p>5. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 15 นาที</p>		<p>3. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันได้</p>
รวมเวลา 6 ชั่วโมง คะแนนระหว่างเรียน 60 คะแนน ก่อนเรียน 20 คะแนน หลังเรียน 20 คะแนน			

1.3 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา เพื่อทราบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้กำหนดการประเมินความเหมาะสม ประยุกต์ใช้โดยการหาค่า IOC และพิจารณา โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 -1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาของชุดกิจกรรมไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 บันทึกผลการพิจารณาคำตอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปหาค่าดัชนีความ
 สอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) หากมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าเป็นชุด
 กิจกรรมที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปวัดผลตามจุดประสงค์การ
 เรียนรู้

1.4 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของเครื่องมือ โดยใช้
 คะแนนเป็นตัววัด 5 ระดับดังนี้

5	คะแนน	หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด
4	คะแนน	หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก
3	คะแนน	หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
2	คะแนน	หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย
1	คะแนน	หมายถึงมีคุณภาพในระดับน้อยที่สุด

1.5 นำชุดกิจกรรมที่ได้รับการพิจารณาแก้ไขแล้วจำนวน 3 กิจกรรมไปทดลองใช้
 (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่อยู่ในกลุ่มประชากรและไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างใน
 การวิจัยซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนที่มี
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนผล O-net ใกล้เคียงกัน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมระหว่าง
 เวลากับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.6 นำชุดกิจกรรมมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ แล้วจัดพิมพ์ชุดกิจกรรม
 วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมระหว่างเรียน

2.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมระหว่างเรียน

2.2 สร้างแบบทดสอบการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมระหว่างเรียน เรื่อง การหา
 ปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ ซึ่งประกอบไปด้วย ใบงาน
 จำนวน 3 กิจกรรม รวมเป็น 6 ชั่วโมง มีลักษณะเป็นใบงานแบบอัตโนมัติ ใบงานละ 10 คะแนน รวม
 คะแนนเต็ม 60 คะแนน เพื่อวัดผลการทำกิจกรรมตามวัตถุประสงค์

2.3 นำแบบทดสอบการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมระหว่างเรียน จำนวน 3 กิจกรรม
 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพและความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน

ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และพิจารณา โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

บันทึกผลการพิจารณาคำตอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) หากมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปวัดผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ (ชุดกิจกรรม มี 3 กิจกรรม มีค่า IOC การประเมิน ทั้ง 3 กิจกรรม)

2.4 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ โดยใช้คะแนนเป็นตัววัด 5 ระดับดังนี้

- | | | |
|---|-------|-------------------------------------|
| 5 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด |
| 4 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก |
| 3 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง |
| 2 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย |
| 1 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพในระดับน้อยที่สุด |

2.5 นำแบบทดสอบที่ได้รับการพิจารณา แก้ไขแล้วจำนวน 3 กิจกรรมไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่อยู่ในกลุ่มประชากรและไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เพื่อพิจารณาหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมระหว่างเรียนให้มีความเหมาะสมระหว่างเวลากับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.6 นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ แล้วจัดทำแบบทดสอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.2 ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (Test Blueprint)

3.4 ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบ จากนั้นสร้างแบบทดสอบ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ เพื่อใช้จริง 20 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยประยุกต์ใช้โดยการหาค่า IOC และพิจารณา โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- | | | |
|----|---------|-------------------------------------------------------|
| +1 | หมายถึง | แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด |
| -1 | หมายถึง | แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด |

บันทึกผลการพิจารณาคำตอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) พิจารณาแบบสอบถามข้อที่ตรงกับเนื้อหา โดยพิจารณาจากคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 – 1.00

3.6 นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของข้อสอบ โดยใช้คะแนนเป็นตัววัด 5 ระดับดังนี้

- | | | |
|---|-------|-------------------------------------|
| 5 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด |
| 4 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก |
| 3 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง |
| 2 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย |
| 1 | คะแนน | หมายถึงมีคุณภาพในระดับน้อยที่สุด |

3.7 นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาดำเนินการคัดเลือกให้เหลือ จำนวน 20 ข้อ ทำการแก้ไขแบบทดสอบนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่อยู่ในกลุ่มประชากรและไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนน

3.8 นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ แล้วจัดทำแบบทดสอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบ้านเหล่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 2 เครือข่ายแม่แตง 4 ที่เรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 18 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ณ โรงเรียนวัดบ้านเหล่า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ใช้เวลาปฏิบัติการทั้งหมด 6 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ขั้นตอนทดลอง

1.1 ดำเนินการขอหนังสือจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ไปยังโรงเรียนวัดบ้านเหล่า อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์

1.2 ดำเนินการส่งหนังสือไปยังโรงเรียนวัดบ้านเหล่า ตำบลเมืองเก่า อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อขอความอนุเคราะห์หลังพื้นที่ทำการเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์

2. ขั้นตอนการทดลอง

2.1 ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงวัตถุประสงค์และประโยชน์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 ทำแบบทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมเต็ม 20 คะแนน เป็น 15 นาที แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

2.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตามชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำกับนักเรียนที่ยังมีข้อสงสัยในแต่ละขั้นตอนของการทำกิจกรรมโดยมีรายละเอียดขั้นตอน คือ

2.3.1 นักเรียนเรียนตามชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้น จำนวน 3 กิจกรรม รวมทั้งหมด 6 ชั่วโมง ได้แก่

กิจกรรมที่ 1 ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงวัย

กิจกรรมที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือ

กิจกรรมที่ 3 แนวทางการเลือกรับประทานอาหาร

จากนั้นดำเนินการเก็บคะแนนของนักเรียนระหว่างเรียนในแต่ละกิจกรรมจากแบบทดสอบการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ

2.4 หลังจากเรียนครบ 3 กิจกรรม ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 20 ข้อ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ และค่า t-test Dependent เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

3. ชั้นหลังการทดลอง

3.1 ตรวจสอบแบบทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.2 นำข้อมูลที่ได้อจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ มาประมาณผลและเรียงเรียงนำเสนอในรูปแบบความเรียง

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำแบบทดสอบการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ (E_1/E_2) เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยของแต่ละกิจกรรมและคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เปรียบเทียบ E_1/E_2 กับเกณฑ์ 70/70

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือหาค่าเฉลี่ยของร้อยละของผลต่าง (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Dependent Samples t-test

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ

1. การคำนวณหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2543, น. 495)

$$E_1 = \frac{\sum x_1}{N \times A} \times 100$$

เมื่อ

E₁ แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนการทำแบบทดสอบย่อย

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อย

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum x_2}{N \times B} \times 100$$

เมื่อ

E₂ คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ $\sum x_2$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานใช้สถิติ t-test Dependent โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 112-113)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 + (\sum D)^2}{n - 1}}}$$

เมื่อ

D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบค่าที (t-test) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553 น. 100) ดังนี้

3.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

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

เมื่อ

 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

3.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}}$$

เมื่อ

SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละจำนวน

 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง $\sum (X - \bar{X})^2$ แทน ผลรวมของค่าเบี่ยงเบนของคะแนนแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ย

N แทน จำนวนนักเรียน

4. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สูตรของ (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, น. 218) ดังนี้

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง

 $\sum R$ หมายถึง ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยขอเสนอข้อมูลตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยการสร้างเครื่องมือทางด้านการทดลอง

ตอนที่ 1.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับปริมาณกลูโคส
2. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดใดในโทรศัพท์มือถือ
3. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
4. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรต

ตอนที่ 1.2 การศึกษาความเที่ยงตรงและความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์

จากสภาวะที่เหมาะสมที่ได้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความเที่ยงตรงของวิธีวิเคราะห์ที่นำเสนอโดยการทำซ้ำ และได้ศึกษาความแม่นยำโดยวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างเครื่องดื่ม 3 ตัวอย่าง จากเครื่องดื่มที่นักเรียนนิยมรับประทานที่มีกลูโคสเป็นส่วนประกอบ โดยเปรียบเทียบปริมาณกลูโคสที่วิเคราะห์ได้กับบนฉลากเพื่อทดสอบความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลด้วยโทรศัพท์มือถือ มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล
2. การประยุกต์ใช้โทรศัพท์ในการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างเครื่องดื่ม

ตอนที่ 2 ผลทางด้านการศึกษาโดยการนำผลการทดลองไปประยุกต์กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ

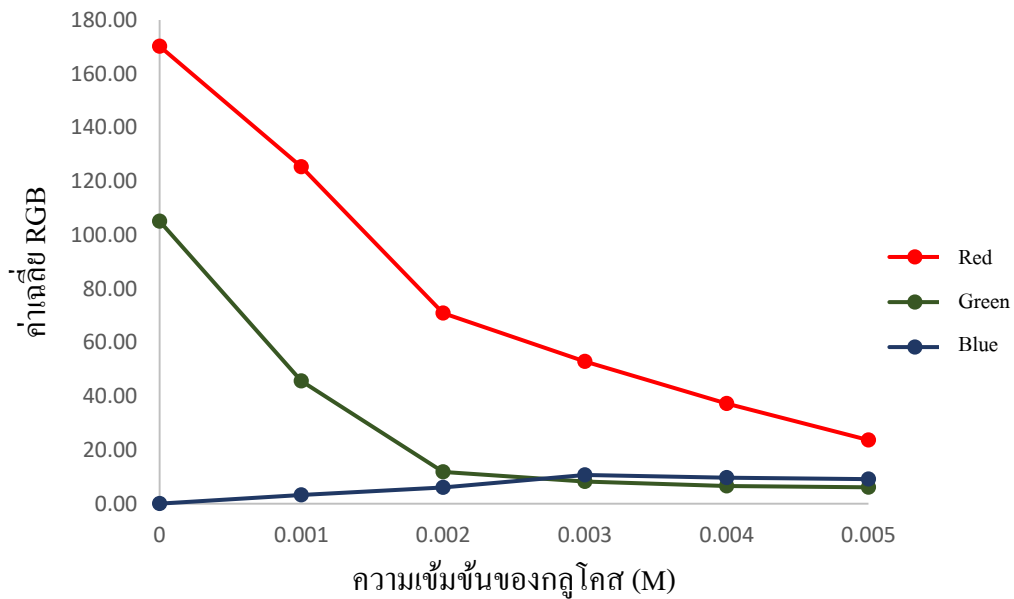
ตอนที่ 1 ผลการวิจัยการสร้างเครื่องมือทางด้านการทดลอง

ตอนที่ 1.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล

1. ศึกษาค่า RGB ที่เหมาะสมกับปฏิกิริยากรด 3,5-ไดไนโตรซาลิไซลิก โดยการนำสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่มีความเข้มข้น 0.001 0.002 0.003 0.004 และ 0.005 M ตามลำดับ เกิดปฏิกิริยากับรีเอเจนต์ นำไปวัดค่าสีด้วยแอปพลิเคชัน Color Picker ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับปริมาณกลูโคส

ความเข้มข้น กลูโคส (M)	ค่า R		ค่า G		ค่า B	
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
Blank	170.22	0.19	105.11	0.84	0.00	0.00
0.001	125.33	2.00	45.67	1.45	3.22	0.51
0.002	70.89	3.66	11.78	1.54	6.00	0.88
0.003	52.89	2.78	8.22	0.84	10.67	1.53
0.004	37.22	1.35	6.56	1.26	9.67	1.00
0.005	23.67	0.33	6.11	0.51	9.11	0.69



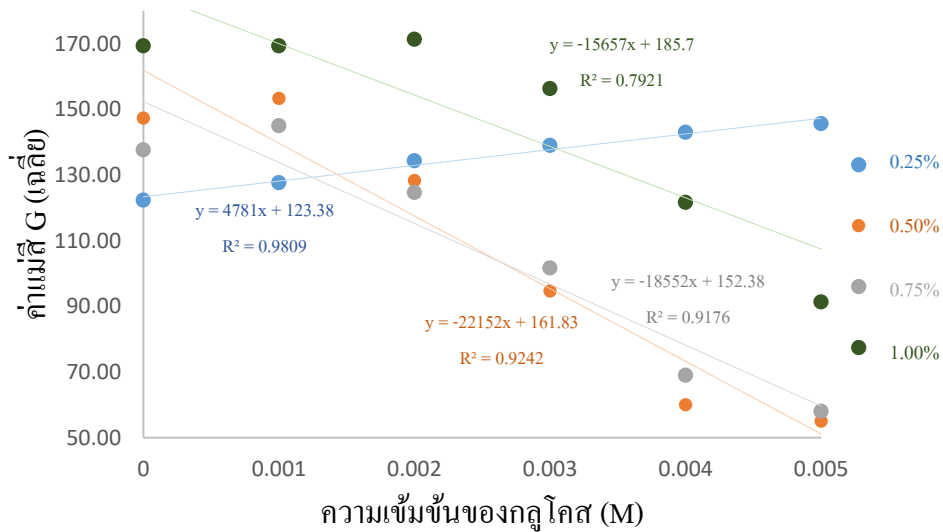
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับความเข้มข้นสารละลายมาตรฐานเกลือโคส

จากภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย RGB มีแนวโน้มลดลงและสอดคล้องไปในทางเดียวกัน เมื่อความเข้มข้นของเกลือโคสเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ย RGB จะมีค่าลดลงไปด้วย จากกราฟมาตรฐานค่าเฉลี่ย R และ G มีค่าสัมพันธ์กันมากที่สุด รองลงมา คือ ค่า B ตามลำดับ ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงเลือก ค่าเฉลี่ย R และ G เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของเกลือโคสได้ชัดเจนกว่าค่าเฉลี่ย B

2. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดไดโนโทราลิลไฮดริก (DNS) ผู้วิจัยได้ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ DNS จากการเตรียมความเข้มข้นที่ 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 % ตามลำดับ และทำปฏิกิริยากับสารละลายมาตรฐานเกลือโคส 0.001 – 0.005 M นำไปวัดค่าสีด้วยแอปพลิเคชัน Color Picker ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายกรดไดไนโตรซาลิซิลิก

ความเข้มข้น DNS (%)	ความเข้มข้น กลูโคส (M)	ค่า R		ค่า G		ค่า B	
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
0.25	Blank	157.33	8.39	122.33	7.77	14.67	3.79
	0.001	163.00	3.61	127.67	4.51	17.67	4.04
	0.002	169.33	2.08	134.33	1.15	15.33	0.58
	0.003	173.67	13.50	139.00	13.53	16.33	4.73
	0.004	176.00	3.00	143.00	3.00	12.00	2.65
	0.005	179.33	3.06	145.67	2.52	19.33	3.06
0.50	Blank	190.67	9.07	147.33	9.45	1.33	0.58
	0.001	195.33	4.51	153.33	3.21	3.00	1.73
	0.002	184.33	2.89	128.33	3.06	9.00	1.00
	0.003	168.33	2.08	94.67	2.31	6.00	1.00
	0.004	142.00	6.08	60.00	2.12	9.00	2.65
	0.005	139.00	3.46	55.00	1.41	12.00	1.73
0.75	Blank	186.33	6.66	137.67	4.04	1.00	1.00
	0.001	193.33	2.08	145.00	2.65	1.00	1.00
	0.002	184.00	5.57	124.67	3.51	2.00	1.73
	0.003	175.00	3.00	101.67	3.21	8.00	1.00
	0.004	150.33	1.15	96.00	2.65	6.00	2.00
	0.005	143.00	5.20	58.00	4.36	12.00	1.00
1.00	Blank	236.00	3.61	169.33	2.08	21.33	2.89
	0.001	234.67	0.58	169.33	0.58	17.00	2.65
	0.002	237.00	4.58	171.33	4.16	15.67	4.04
	0.003	233.67	7.57	156.33	10.02	17.33	2.52
	0.004	208.33	8.50	121.67	7.23	21.00	3.61
	0.005	182.33	5.03	91.33	7.23	20.33	2.31



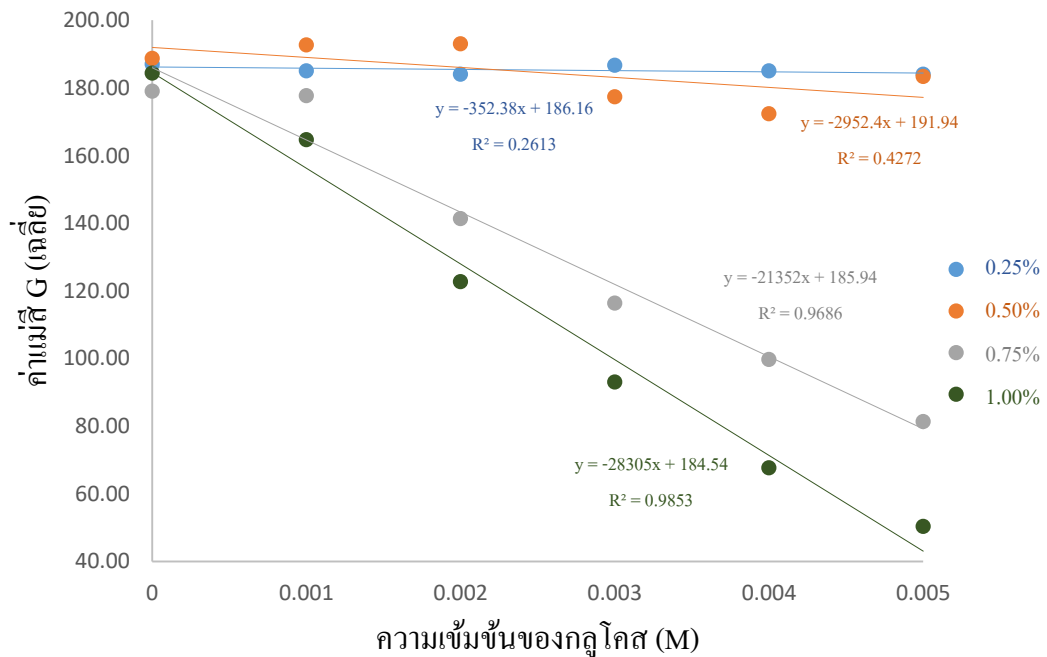
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน กลูโคสกับค่าแม่สี G ของสารละลาย DNS ที่ความเข้มข้น 0.25 – 1.00 %

จากภาพที่ 4.2 แม้ว่าที่ 0.25 % DNS จะให้กราฟมาตรฐานมีความเข้มข้นเป็นเส้นตรงมากที่สุด แต่จากการทดลอง พบว่าสารละลายไม่มีการเปลี่ยนสีอย่างชัดเจนหลังจากเกิดปฏิกิริยา เนื่องจาก DNS อาจมีความเข้มข้นน้อยเกินไป จึงทำให้ค่าสี G ที่วัดได้แทบไม่แตกต่างกันมากนักที่แต่ละความเข้มข้นของกลูโคส และจะสังเกตได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของ DNS เพิ่มขึ้น (0.5 %) ค่าสี G จะลดลงตามความเข้มข้นของกลูโคสที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากหลังเกิดปฏิกิริยาสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงสีอย่างชัดเจนสัมพันธ์กับความเข้มข้นของกลูโคส จากกราฟจะเห็นได้ว่าที่ 0.5 % DNS ให้กราฟเส้นตรงที่มีความชันมากกว่าที่ 0.75 % และ 1.0 % นอกจากนี้ยังมีช่วงความเป็นเส้นตรงที่กว้างมากกว่าอีกด้วย ดังนั้นจึงเลือกความเข้มข้น DNS ที่ 0.5 % เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสม และใช้ในการทดลองต่อไป (จากการศึกษาพบว่าค่าสี G ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดีกว่าค่าสี R จึงเลือกค่าสี G ในการวิเคราะห์)

3. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) มีหน้าที่ปรับค่า pH ของสารละลายให้เป็นเบสซึ่งเหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยา ได้เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 % ตามลำดับ ที่และทำปฏิกิริยากับกลูโคส 0.001 – 0.005 M นำไปวัดค่าสีด้วยแอปพลิเคชัน Color Picker ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

ความเข้มข้น NaOH (%)	ความเข้มข้น กลูโคส (M)	ค่า R		ค่า G		ค่า B	
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
0.25	Blank	225.67	4.51	187.00	4.58	4.67	2.52
	0.001	225.67	2.52	185.00	1.73	5.33	1.53
	0.002	224.33	3.06	184.00	2.65	6.33	3.06
	0.003	228.33	1.15	186.67	1.53	7.00	1.00
	0.004	224.33	5.86	185.00	5.20	4.33	1.53
	0.005	224.33	2.52	750.67	981.50	6.00	1.00
0.50	Blank	235.00	6.08	188.67	7.23	6.00	8.72
	0.001	239.67	10.60	192.67	10.60	23.33	27.79
	0.002	244.67	4.16	193.00	6.08	18.00	15.62
	0.003	229.00	6.08	177.33	7.57	10.00	14.73
	0.004	227.00	1.73	172.33	1.53	3.33	2.08
	0.005	238.33	10.02	183.33	10.07	20.67	22.30
0.75	Blank	228.67	1.53	179.00	1.00	4.33	2.08
	0.001	228.67	1.15	177.67	1.15	5.67	1.15
	0.002	209.00	3.61	141.33	3.21	4.00	1.00
	0.003	196.00	1.73	116.33	1.53	10.33	2.08
	0.004	190.33	2.08	99.67	3.51	16.00	6.08
	0.005	178.00	2.00	81.33	0.58	16.33	3.06
1.00	Blank	234.00	4.58	184.33	3.51	1.67	2.08
	0.001	226.00	1.00	164.67	1.53	1.67	1.53
	0.002	208.00	1.73	122.37	0.58	11.67	4.04
	0.003	192.33	0.58	93.00	1.00	23.33	6.81
	0.004	174.00	1.00	67.67	4.73	25.33	7.77
	0.005	159.00	2.65	50.33	3.06	24.67	1.53



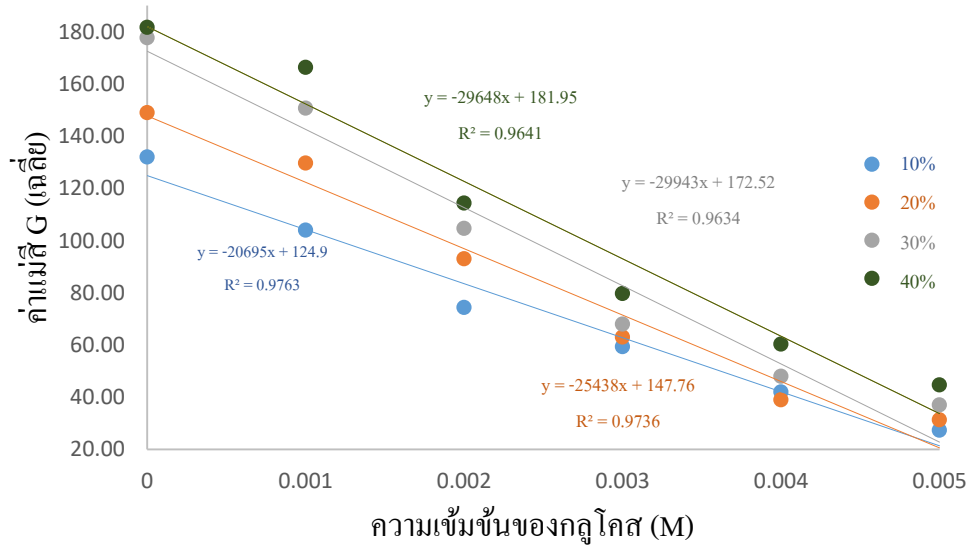
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน กลูโคสกับค่าสี G ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.25 – 1.00 %

จากภาพที่ 4.3 พบว่าที่ความเข้มข้น 1 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ค่าความชันและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดในทั้ง 4 ความเข้มข้น ได้สมการเส้นตรง คือ $y = -28305x + 184.54$ $R^2 = 0.9853$ ในขณะที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์น้อยกว่า 1 % จะให้ค่าความชันของเส้นกราฟน้อยกว่า เนื่องจากความเป็นเบสที่น้อยเกินไปไม่เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยา ดังนั้นจึงได้เลือก 1 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

4. ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียม โซเดียมทาร์เทรต ($C_4H_4KNaO_6 \cdot 4H_2O$) มีบทบาทหน้าที่ช่วยรีดิวซ์ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในสารละลาย ได้เตรียมสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เทรต ที่ความเข้มข้น 10 20 30 และ 40 % ตามลำดับ และทำปฏิกิริยากับกลูโคส 0.001 – 0.005 M นำไปวัดค่าสีด้วยแอปพลิเคชัน Color Picker ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรต

ความเข้มข้น $C_4H_4KNaO_6 \cdot$ $4H_2O$ (%)	ความเข้มข้น กลูโคส (M)	ค่า R		ค่า G		ค่า B	
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
10	Blank	177.67	1.53	132.00	1.73	3.33	1.53
	0.001	153.67	1.53	104.00	1.00	4.33	1.15
	0.002	144.33	4.51	74.33	2.52	7.67	1.53
	0.003	140.00	1.00	59.33	0.58	14.00	3.61
	0.004	128.00	1.73	42.00	1.73	13.67	0.58
	0.005	110.67	4.93	27.33	2.89	14.67	2.08
20	Blank	198.00	1.00	149.00	2.00	4.67	1.53
	0.001	187.67	2.52	129.67	3.21	6.67	0.58
	0.002	170.67	5.51	93.00	5.00	9.67	2.52
	0.003	148.33	2.89	63.00	5.29	10.00	1.00
	0.004	131.00	5.29	39.00	3.46	12.33	1.53
	0.005	121.33	4.93	31.33	1.53	15.33	0.58
30	Blank	234.67	6.35	177.67	8.33	5.67	5.03
	0.001	215.67	2.52	150.67	2.89	1.00	1.00
	0.002	187.67	4.73	104.67	2.89	7.67	7.23
	0.003	162.33	4.16	68.00	5.29	5.00	3.00
	0.004	145.67	4.04	48.00	3.61	9.00	1.00
	0.005	129.67	5.03	37.00	4.58	13.67	3.79
40	Blank	240.67	2.52	181.67	2.08	0.33	0.58
	0.001	231.00	3.61	166.33	4.73	0.33	0.58
	0.002	198.00	0.00	144.33	3.21	1.00	1.00
	0.003	172.00	5.57	79.67	2.08	5.67	3.51
	0.004	157.33	1.53	60.33	1.15	8.67	1.53
	0.005	141.67	2.52	44.67	2.31	11.67	4.51



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกลูโคสกับค่าสี G ของสารละลายโพแทสเซียมโครเมตที่ความเข้มข้น 10 - 40 %

จากภาพที่ 4.4 พบว่าที่ความเข้มข้น 30 % โพแทสเซียมโครเมตให้ค่าความเข้มข้นและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุดในทั้ง 4 ความเข้มข้น ได้สมการเส้นตรง คือ $y = -29943x + 172.52$ $R^2 = 0.9634$ ในขณะที่ความเข้มข้นของโพแทสเซียมโครเมตน้อยกว่า 30 % จะให้ค่าความชันของเส้นกราฟน้อยกว่า เนื่องจากทำให้มีความคงตัวได้ดีกว่า ดังนั้นจึงได้เลือก 30 % โพแทสเซียมโครเมต เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

ตอนที่ 1.2 การศึกษาความเที่ยงตรงและความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์

1. ศึกษาความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม โดยวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานกลูโคสเข้มข้น 0.004 และ 0.005 M ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ทำการวิเคราะห์แต่ละความเข้มข้นซ้ำ 10 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าร้อยละการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) พบว่าที่ความเข้มข้น 0.004 M มีค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของค่าแม่สี RGB เป็น 0.69, 0.61 และ 10.42 % ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 0.005 M มีค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของค่าแม่สี RGB เป็น 0.45, 0.76 และ 6.02 % ตามลำดับ จากผลดังแสดงในตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าการวัดค่าสี R และ G ด้วยโทรศัพท์มือถือมีความเที่ยงตรงสูง ส่วนค่าสี B แม้ว่าจะมีค่า % RSD มากกว่า 5 % แต่เนื่องจากในงานวิจัยนี้ไม่ได้ใช้ค่าสี B ในการประมวลผลจึงไม่มีผลกระทบต่อวิธีวิเคราะห์ที่น่าเสนอ

ตารางที่ 4.5 การศึกษาความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล

ครั้งที่	ค่าแม่สี RGB ของความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกลูโคส					
	0.004 M			0.005 M		
	R	G	B	R	G	B
1	123.00	64.33	7.00	116.33	51.33	7.33
2	126.00	65.00	5.67	116.33	50.00	6.00
3	125.00	64.67	5.33	117.00	51.00	6.67
4	124.67	64.00	5.33	117.00	50.67	7.00
5	124.33	64.33	5.67	117.00	50.67	6.67
6	125.00	64.00	4.67	118.00	51.33	7.00
7	125.67	64.67	5.67	116.67	50.67	6.33
8	125.33	65.00	5.67	117.00	50.67	6.33
9	125.67	65.00	5.67	117.67	50.67	6.67
10	125.33	64.33	5.33	116.67	50.67	6.33
ค่าเฉลี่ย	125.00	64.53	5.60	116.97	50.77	6.63
SD	0.86	0.39	0.58	0.53	0.39	0.40
%RSD	0.69	0.61	10.42	0.45	0.76	6.02

2. ประยุกต์ใช้โทรศัพท์ในการหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในตัวอย่างเครื่องดื่ม จากสภาวะที่ได้ศึกษาไปก่อนหน้าได้นำมาใช้หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในเครื่องดื่ม ซึ่งได้จาก รีดิวซ์ 3 ยี่ห้อ ที่มีกลูโคสเป็นส่วนประกอบ โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้ศึกษาไปก่อนหน้านี้ สร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้สารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ความเข้มข้น 0.001 – 0.005 M ระหว่างค่าแม่สี RGB และความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกลูโคส ได้สมการเส้นตรง คือ $y = -19533x + 148.4$ $R^2 = 0.989$ ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสในตัวอย่างเครื่องดื่ม

ตัวอย่างเครื่องดื่ม (ยี่ห้อ)	ปริมาณกลูโคส		%Error
	บนฉลาก	จากการวิเคราะห์	
ฟูจิชะ กรีนที เทสต์	1%	1.10%	10%
ฟูจิชะ กรีนที ฟิต	1%	1.09%	9%
สปอนเซอร์ ออริจินัล	1.70%	1.81%	6.47%

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าปริมาณกลูโคสที่วิเคราะห์ด้วยวิธีนำเสนอมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับปริมาณกลูโคสที่แสดงไว้บนฉลากของตัวอย่างเครื่องดื่ม โดยมี % Error ไม่เกิน 10 % พบว่ามีบางตัวอย่างความคลาดเคลื่อนมาก อาจมีสาเหตุมาจากการเตรียมสารละลาย 3,5-ไดโนโทรซาลิไซลิกทิ้งไว้ ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไบซัลไฟต์กับออกซิเจนในอากาศ ดังนั้นหากต้องการวิเคราะห์ จึงเติมโซเดียมไบซัลไฟต์ทันทีก่อนใช้ จึงสรุปได้ว่าการหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ มีความแม่นยำเป็นข้อดีสำหรับการใช้สมาร์ทโฟนในการมาตรวจวัดค่าแม่สี RGB ทำให้ประหยัดเวลาในการทดลอง อุปกรณ์ไม่ยุ่งยาก ใช้สารเคมีในปริมาณที่น้อย ใช้ทดแทนเครื่องวัดสีหรือเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ตามวิธีมาตรฐาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนสำหรับทางเคมีวิเคราะห์อื่น ๆ และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนทั่วไปหรือโรงเรียนขนาดเล็กได้อีกด้วย

ตอนที่ 2 ผลทางด้านการศึกษาโดยการนำผลการทดลองไปประยุกต์กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ดำเนินการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยได้กำหนดประเด็นการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ

สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

\bar{x} แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

E_1 แทน ประสิทธิภาพกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเรียนรู้

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเรียนรู้

D แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤต t-distribution

* แทน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** แทน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 จากตารางที่ 4.7 และ 4.8 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่นำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน ได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 กิจกรรม กิจกรรมละ 20 คะแนน รวมเป็นคะแนนเต็ม 60 คะแนน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) นักเรียนทำคะแนน เฉลี่ยได้ 42.44 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.89 และคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.74 หมายความว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 70.74

หลังจากการจัดการเรียนการสอน ได้ทำการทดสอบหลังเรียน จำนวนคะแนนเต็ม 20 คะแนน เพื่อหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) พบว่า นักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้ 14.22 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.66 และคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.11 หมายความว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 71.11 ดังนั้น การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 70.74/71.11 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70

เพียงเล็กน้อยอาจมีสาเหตุมาจากเนื้อหาในชุดกิจกรรมมีความยากเกินกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะเรียนรู้ได้ในระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้นหากต้องการหาประสิทธิภาพที่สูงกว่าเกณฑ์ หรือ เกณฑ์ที่สูงกว่านี้ ควรเพิ่มเวลาในการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหา สามารถใช้สื่อในการทำกิจกรรม เพื่อเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความสมบูรณ์ในตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.7 คะแนนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน (20)	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนทดสอบหลังเรียน (20) E ₂
		กิจกรรมที่ 1 (10)	กิจกรรมที่ 2 (40)	กิจกรรมที่ 3 (10)	รวม (60) E ₁	
1	7	8	27	8	43	14
2	9	9	27	10	46	15
3	5	8	26	9	43	12
4	6	5	25	6	36	12
5	8	9	28	9	46	12
6	10	9	28	8	45	15
7	11	9	28	9	46	16
8	6	6	25	7	38	16
9	10	8	27	8	43	15
10	8	8	27	9	44	13
11	12	8	27	9	44	14
12	12	6	27	8	41	17
13	11	6	27	9	42	14
14	9	5	26	9	40	13
15	9	6	26	6	38	15
16	11	7	27	8	42	14

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

คนที่	คะแนน	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนน
		8	27	8	43	
17	9	8	27	8	43	17
18	7	8	27	9	44	12
รวม	160	133	482	149	764	256
ค่าเฉลี่ย	8.89	7.39	26.78	8.28	42.44	14.22
S.D.	2.11	1.38	0.88	1.07	2.89	1.66
ร้อยละ			70.74			71.11

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E ₁) คะแนนทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละกิจกรรม	18	60	42.44	2.89	70.74
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E ₂) คะแนนทดสอบหลังเรียน	18	20	14.22	1.66	71.11
ประสิทธิภาพ E ₁ /E ₂ เท่ากับ 70.74/71.11					

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ จากตารางที่ 4.8 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนจำนวน 18 คน ได้ทำแบบทดสอบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลก่อนเรียน ที่มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน พบว่า นักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยได้ 11.44 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.175 และได้ทำแบบทดสอบวัดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลหลังเรียน ที่มีคะแนนเต็ม 20 คะแนนเช่นกัน พบว่า นักเรียนทำ

คะแนนเฉลี่ยได้ 14.06 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.63 ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 3.77 ค่า t จากตารางแจกแจง t เท่ากับ 4.27

ดังนั้น การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ

ทักษะการจัดกระทำและ สื่อความหมายข้อมูล	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	df	sig
ก่อนเรียน	18	20	11.44	2.16	4.27	17	.00*
หลังเรียน	18	20	14.06	1.63			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยขอเสนอข้อมูลตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิจัยการสร้างเครื่องมือทางการทดลอง

จากการหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ เป็นเครื่องตรวจวัดค่าแม่สี RGB เพื่อสังเกตสีของแต่ละความเข้มข้น ผู้วิจัยได้ประดิษฐ์กล่องกระดาษเพื่อควบคุมแสงจากภายนอก ซึ่งคาดว่าจะมีผลต่อการตรวจวัดค่าแม่สี RGB กล่องกระดาษมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม โดยภายในกล่องติดกระดาษสีขาวไว้เพื่อการเห็นสีที่ชัดเจนขึ้น โดยถ่ายภาพจากโทรศัพท์มือถือสำหรับตรวจวัดค่าแม่สี RGB ในตำแหน่งที่กำหนด โดยอาศัย แอปพลิเคชัน Color Picker ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ดาวน์โหลดโดยไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับอ่านค่าแม่สี RGB ของสารละลาย พบว่าการตรวจวัดมีประสิทธิภาพ

เมื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของรีเอเจนต์ ซึ่งได้ใช้ค่าแม่สี G ในการตรวจวัด ได้ความเข้มข้นของกรด 3,5-ไดไนโตรซาลิไซลิกที่ 0.5 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 % โพแทสเซียมโซเดียม-ทาร์เทรต 30 % และ % RSD ความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลไม่เกิน 5 % จากนั้นนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของตัวอย่างเครื่องดื่ม 3 ตัวอย่าง พบว่า ผลการอ่านค่าแม่สี RGB เมื่อเทียบกับบนฉลากมีค่า % Error ไม่เกิน 10 % จากการใช้แอปพลิเคชัน Color Picker ด้วยกล่องทดลอง พบว่ามีประสิทธิภาพต่อการวิเคราะห์

ตอนที่ 2 ผลทางด้านการศึกษาโดยการนำผลการทดลองไปประยุกต์กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการทำกิจกรรมของกลุ่มประชากรและไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และกลุ่มตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าประสิทธิภาพของคะแนนระหว่างเรียน (E_1) และค่าประสิทธิภาพของคะแนนสอบหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 70.74/71.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้ เนื่องจากเนื้อหาบางส่วนเกินไปสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และระยะเวลาในการจัดกิจกรรมมีเวลาที่กำหนด ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากรูปแบบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง โดยมีใบความรู้ให้นักเรียนได้ศึกษาประกอบการทำกิจกรรม มีการปรึกษาหารือและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม นักเรียนจึงเกิดความเข้าใจและสามารถปฏิบัติกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ การสังเกตการวัด การคำนวณ การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การทดลอง การตีความหมายข้อมูล และการพยากรณ์ ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การตอบคำถามท้ายกิจกรรมและการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังจากปฏิบัติกิจกรรมเสร็จในทันที ทำให้นักเรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้แล้วนำไปประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพของคะแนนระหว่างเรียน (E_1) ที่มาจากคะแนนจากการทำใบกิจกรรมและคำถามท้ายกิจกรรม และค่าประสิทธิภาพของคะแนนสอบหลังเรียน (E_2) ที่มาจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นพื้นฐานสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ โดยแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าหลังเรียนนักเรียนทำคะแนนได้ดีกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตและการศึกษาต่อไปได้

อภิปรายผล

การอภิปรายผลด้านการทดลอง

ในการทดลองหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่าง ด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องตรวจวัดค่าแม่สี RGB จากความเข้มข้นที่เจือจาง 10 – 15 เท่า โดยใช้สารเคมีและสารตัวอย่างในอัตราส่วนที่ 2:1 การนำไปต้ม 10 - 15 นาที เพื่อให้เกิดสี ได้ความเข้มข้นจากการตรวจวัดค่าแม่สี RGB ได้ผลใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน จึงถือว่าวิธีการตรวจวัดค่าแม่สี RGB โดยใช้โทรศัพท์มือถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้งานได้อย่างสะดวกสบาย ลดต้นทุนในการใช้เครื่องมือที่มีราคาสูง และหลักการวิเคราะห์ยังช่วยลดการใช้สารเคมีเป็นวิธีง่ายประหยัดเวลาในการวิเคราะห์และสามารถวิเคราะห์หาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ประกอบการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการทางเคมีได้อีกด้วย

ดังนั้น การวิเคราะห์การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือ นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สูง ยังเหมาะกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนทั่วไปหรือโรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี สมบัติของแสงและสี สามารถประยุกต์อุปกรณ์เทคโนโลยีในชีวิตประจำวันสำหรับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีที่ง่ายจะช่วยให้สถานศึกษาสามารถประเมินผลกระทบเบื้องต้นของเครื่องดื่มที่มีน้ำตาลที่ต่อสุขภาพของนักเรียนได้ และยังทำให้ครูกับนักเรียนสามารถเข้าถึงได้

การอภิปรายผลด้านการศึกษา

จากผลการวิจัย พบว่า ชุมคกิจกรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าประสิทธิภาพของคะแนนระหว่างเรียน (E_1) มีค่าเท่ากับ 70.74 และค่าประสิทธิภาพของคะแนนสอบหลังเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 71.11 ซึ่งแต่ละกิจกรรมได้ออกแบบมาเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมร่วมกัน พัฒนานักเรียนให้มีความสามารถด้านทักษะการจัดการได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นวิธีการเรียนรู้จากการกระทำจากการปฏิบัติ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนทุกชั้นตอนยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรม ครูผู้สอนมีหน้าที่ในการชี้แนะเนื่องจากนักเรียนจากเนื้อหาบางกิจกรรมนักเรียนไม่สามารถดำเนินการเองได้ จึงช่วยเหลือ ดูแล ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมแบบกลุ่ม โดยจากการแบ่งกลุ่มนักเรียนสามารถแบ่งด้วยตนเองสามารถอยู่กลุ่มที่ตนเองสนใจ ซึ่งจะทำให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการศึกษาชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยชุดกิจกรรมที่

ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (รัฐภาพร กอญุทธประสาท, 2564) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นพบว่ามีประสิทธิภาพ 82.50/81.48 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือเกณฑ์ 80/80 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลายกิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจากการลงมือปฏิบัติ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทำกิจกรรมที่หลากหลาย รวมทั้งมีกิจกรรมสรุปความรู้ที่จะเป็นสถานการณ์ให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานในการแก้ไขปัญหา โดยทักษะการทดลองจะมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ นักเรียนจึงได้เรียนรู้และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานแต่ละทักษะหลายครั้ง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการทำใบกิจกรรม ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (อโณทัย ใจเบอะ และภมรพรรณ ยุธยาตร์, 2564) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ 75.35/76.77 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน พบว่าคะแนนหลังเรียน ได้ 14.06 สูงกว่าก่อนเรียนได้ 11.44 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐาน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้านเนื้อหาควรปรับให้ง่ายและเหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งชุดกิจกรรมเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษารูปแบบหนึ่งที่ดีไว้ว่าเป็นระบบเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาด้วยตัวเองตามความสามารถ ประกอบไปด้วยคำแนะนำในการใช้บทเรียน วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาการเรียน กิจกรรมการเรียนและการทดสอบหลังเรียน และผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (ปณิธาน พิมพ์หนู และกานต์วี บุญยานนท์, 2563) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารสารอาหาร เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์บูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (รุ่งนภา แก้ววัน, 2559) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร โดยใช้การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. การใช้สมาร์ตโฟนและกล้องดิจิทัลทั้งในยี่ห้อและรุ่นเดียวกันหรือต่างกัน ต้องมีการทดสอบและเปรียบเทียบก่อนนำไปใช้จริง และการควบคุมแสงภายนอก เนื่องจากปัจจัยที่มีผลกระทบมีหลายประการและต้องควบคุมสถานะในการวัด
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมของแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์
3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรคำนึงถึงกิจกรรมเนื้อหาให้สอดคล้องกับงานวิจัยในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี ควรมีการวิจัยในอุปกรณ์เคลื่อนที่ และ โปรแกรมหรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ มากขึ้น เพื่อให้การประยุกต์ใช้สามารถทำได้หลากหลายมากขึ้น
2. ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ในการวัดและควบคุมคุณภาพสีในผลิตภัณฑ์อาหาร
3. ควรจัดเรียงลำดับเนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้สอดคล้องกับการหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือมากยิ่งขึ้น เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น
4. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นดังนั้นจึงสามารถนำมาเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ซึ่งช่วยลดบทบาทการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้ศึกษา

ค้นคว้าด้วยตนเอง เป็นการฝึกความรับผิดชอบของนักเรียน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและยังทำให้นักเรียนรู้จักการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอน



บรรณานุกรม

- กรชกร สิมมา. (2561). การพัฒนากล่องยาอิเล็กทรอนิกส์สำหรับยาชนิดเม็ดเพื่อผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัว. (ปริญญานิพนธ์สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- ขนิษฐา กล้าสกุล. (2560). การออกแบบแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อการเรียนรู้เรื่อง วงจรสี Color Trick สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (ศิลปะนิพนธ์ศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- เจมจิรา มะลิซ้อน. (2562). การพัฒนาชุดการทดลองวัดค่าการส่องผ่านและการกระเจิงแสงอย่างง่าย โดยใช้สมาร์ตโฟน. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- ขจรพงศ์ คำดี. (2564). นวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ผ่านระบบออนไลน์ด้วยแอปพลิเคชัน. *วารสาร มจร เลข ปริทัศน์*, 2(3), 35-49.
- คณะกรรมการและคณะทำงานปรับปรุงข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย. (2563). *ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ.2563*. สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- คงศักดิ์ ศรีแก้ว. (2565). การประยุกต์ใช้เอนไซม์ผสมสำหรับการย่อยผลิตภัณฑ์จากแป้ง ให้สามารถตรวจวัดน้ำตาลกลูโคสได้โดยเครื่องวัดน้ำตาลกลูโคสแบบพกพา. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ครูกิ๊ก.com. (ม.ป.ป.). บทที่ 3: ระบบสีในงานกราฟิก. <http://www.krukikz.com/3-color-mode>
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไชยยศ เกิดกลาง. (2563). น้ำตาลที่ทำจากอะไรหวานที่สุด. <https://www.scimath.org/article-science/item/11338-2020-03-06-07-55-02>
- ณัฐพงษ์ บุญปอง. (2563). เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต. <https://www.scimath.org/lesson-biology/item/10559-2019-08-28-02-42-02>
- ทิตนา แคมมณี. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 8). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทีปกา พูลทวี. (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) เรื่องการหักเหของแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศาสตร์ การศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 2(5), 52-65.
- ธัชพนธ์ สรภูมิ. (2562). การจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ของการศึกษาไทยในยุค Thailand 4.0. *การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ.2562*, 6(1), 461-472.
- ชนิตา ศิริรัตน์. (2564). การออกแบบชุดทดลองอย่างง่ายสำหรับวัดการดูดกลืนแสงในการสอนเคมี: การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 31(3), 512-526.
- นภาลักษณ์ ตั้งอรุณศิลป์. (2559). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาภาษาจีนขั้นพื้นฐานเพื่อพัฒนาการจำอักษรจีน โดยใช้เทคนิคมอร์ฟিংร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา).
- นงลักษณ์ เขียวฉวี. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์).
- นิธิยา รัตนานนท์. (2554). *หลักการวิเคราะห์อาหาร*. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- นริศรา ปิตะระโล. (2558). การวิจัยเพื่อพัฒนาคู่มือการจัดประสบการณ์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบจิตปัญญา ร่วมกับกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ตามแนวคิดของวิลเลียมส์ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ความรับผิดชอบและทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัย. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร).
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง, และลลิตา มาเอี่ยม. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 11(21), 23-38.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล*. ชมรมเด็ก.

- บริษัท นีโอเนิกส์ จำกัด. (2564). *น้ำตาลซูโครส (Sucrose) หรือน้ำตาลทรายให้ความหวาน*.
<https://www.neonics.co.th/wp-content/uploads/2021/01/Sucrose-structure.jpg>
- บริษัท นีโอเนิกส์ จำกัด. (ม.ป.ป.). *แลคโตส (Lactose)*. <https://www.tools.in.th/sweetness-and-brix/lactose/>
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2560). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปัทวรรณ ประทุมดี และกันยารัตน์ สอนสุภาพ. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับบทเรียนบนเว็บ เรื่อง การเคลื่อนที่ 2 มิติเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด วิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 15(2), 109-209.
- ปณิธาน พิมพ์หนู และกานต์วี บุญยานนท์. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารสารอาหาร เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ “การศึกษาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ครั้งที่ 4 ประจำปี 2563* (น. 521-530). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ปริญญพร ขุนพรม. (2564). *เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการโรงเรียนประถมศึกษา*. (วิทยานิพนธ์บริหารการศึกษา, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา แบบ 2.1 ปรัชญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- ปัญญากาญจน์ ทรัพย์เจริญ. (2561). *M-Learning (Mobile Learning)*. <https://inno61.maggang.com/m-learning-mobile-learning>
- พัชราวดี จงไกรจักร. (2564). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์พานาคอต้านน้ำนมขมที่ส่งเสริมรสชาติโปรดุกต์*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ คณะเทคโนโลยีศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร).
- เผชิญ กิจระการ. (2544). *ดัชนีประสิทธิภาพ*. ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2558). การประเมินหลักสูตร: แนวคิดกระบวนการและการใช้ผลการประเมิน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*, 8(1), 13-28.
- พิมพ์ประภา อรัญมิตร. (2552). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลย เขต 3 โดยการวิเคราะห์พหุระดับ*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิจัยและประเมินผล มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย).

- พุทธวิภู ประเสริฐสกุล, รัชยาพร อโนราช, และจินดา หวังบุญสกุล. (2556). การหาปริมาณน้ำตาล และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มที่มีจำหน่ายทั่วไป. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน*, 9(1), 21-22.
- ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). *การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. www.waltoongpel.com/Sarawichakarn/wichakarn/1-10/การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน10.pdf
- ภัทราวดี เอี่ยมพงษ์ และทนิตดา ชัยโชติ . (2564). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างแบบจำลองรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบผสมผสานตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 วิทยาลัย นาฏศิลป์. *วารสารวิชาการ ครุศาสตร์สวนสุนันทา*, 5(1), 1-11.
- ภคพันธ์ แซ่มรัมย์. (2562). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการมองเห็น โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์).
- มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, สิทธิศักดิ์ จินพงษ์พันธุ์, พรพัชรา นารโท, ศรัณย์ หุ่นจันทร์, อรุมา รุ่งจักรวาลชัย, อดิญา ปานทอง, วรางคณา กิจพิพิธ. (2564). ผลการเสริมบีเทนในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต โลहितวิทยา คุณภาพไข่ ระดับคอเลสเตอรอล และกรดไขมันในไข่แดง. *วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร*, 35(3), 29-42.
- มณีญา สุราช. (2560). *รายงานการวิจัย เรื่อง การวัดและประเมินผลการศึกษา*. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- รัชฎาพร งอยภูธร. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารการบริหารการศึกษาและภาวะผู้นำ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 9(36), 72-78.
- รุ่งนภา แก้ววัน. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สารและสมบัติของสาร โดยใช้การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ใน *การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 3 ก้าวสู่ทศวรรษที่ 2: บูรณาการ งานวิจัย ใช้องค์ความรู้ สู่ความยั่งยืน* (น. 877-884). นครราชสีมา: วิทยาลัย นครราชสีมา.
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2564). *น้ำตาลรีดิควซ์*. https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%A5%E0%B9%8C:Glucose_chain_structure.svg

- วิจิตรา เหลียวตระกูล, ขนิษฐา กรมศรี, และ ปรีชญ์ นาควงษ์. (2561). *ผลของผงเนื้อตาลสุกที่ทำแห้งด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย ต่อคุณภาพของขนมตาล*. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- วิลาลินี หงสนันท์ และนิทรา กิจธีระวุฒิวงษ์. (2562). *การพัฒนาแบบสอบถามการบริโภคเครื่องดื่มรสหวานที่มีน้ำตาลของวัยรุ่นไทย*. (วิทยานิพนธ์สาขารณสุขศาสตร์ดุฎิบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- วุฒิชัย ดานะ. (2553). *ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในจังหวัดเลย*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย).
- ศราวุธ เบ็ญจรัส. (2565). *หลักพื้นฐานในการออกแบบ: การใช้สีในการออกแบบ*. <https://northnfe.blogspot.com/2020/11/IT256401.html>.
- ศุภรดา โพธิ์ชี. (2566). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยกิจกรรมเชิงรุก เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 17(2), 171-180.
- สายสุดา ปันตระกูล. (2557). *รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการดำเนินงานของห้องสมุดศูนย์การศึกษาพิเศษ ระดับเขตการศึกษา*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- สิทธิญา รัสสัยการ. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี มัธยมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร).
- สิทธิพร สุพร. (2564). *การส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบ ห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้สื่ออินโฟกราฟิก สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนฝั่งแดง วิทยาการ*. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 18(3), 105-112.
- สุรศักดิ์ แซ่ลิ่ม. (2566). *โทรศัพท์มือถือในห้องเรียน*. <https://www.educathai.com/knowledge/articles/616>.
- สุรศักดิ์ บุญธิมา และศักดิ์นารถ นันท์ (2562). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*

- โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัยเลย. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 7(3), 170-183.
- สุรเชษฐ์ จันทร์งาม และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2561). รูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ผสาน ด้วยความจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการคิด เชิงวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี*, 12(29), 229-240.
- สุมณฑา เกิดทรัพย์ และอัมพร วัจนะ. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ ชุดการทดลองในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 12(1), 258-272.
- สุมาลี สุนทรธา. (2566). การพัฒนา M-Learning แบบ Responsive Web Design ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู สาขา คอมพิวเตอร์ศึกษา. *Journal of Information and Learning*, 34(1), 35-38.
- สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ. (2557). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์นิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- สมนึก ภัททิยชนี. (2558). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). ประสานการพิมพ์.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ลำโรช โศภีรักษ์. (2558). M-learning. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี*, 3(2), 32-42.
- เหมือนหมาย อภินทนาพงศ์, วิชชุดา สังข์แก้ว และเสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์. (2564). การประยุกต์ใช้การวัดค่าสัมมะเชื้อเทศด้วยสมาร์ตโฟน และกล้องดิจิทัล. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 52(1), 13-16.
- อพันธ์ พูลพุกธา. (2556). ความฉลาดทางอารมณ์และสมรรถนะการทำวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียน รายวิชาการวิจัยทางการศึกษา โดยใช้กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือ. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (สทมส.)*, 25(3), 57-67.
- อรัญ ชูขจรเดื่อง. (2557). *เอกสารประกอบการสอนวิชา การวิจัยทางการศึกษา*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- อดิอร ตัญญาจัน. (2562). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนวรรณคดีและวรรณกรรมไทย โดยใช้กระบวนการกระจำง คำนิยมเพื่อส่งเสริมความซื่อสัตย์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- อิทธิศักดิ์ ศรีดำ. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกับโทรศัพท์มือถือเพื่อพัฒนาผู้เรียน. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 5(2), 60-65.
- อโนทัย ใจเบอะ และภมรพันธ์ ยุระยาตร์. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 4(11), 114-125.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives, handbook: The cognitive domain*. David McKay.
- Gandhi, Y.S. (2017). Reducing Sugar Determination of Jaggery by Classical Lane and Eynon Method & 3, 5-Dinitrosalicylic Acid Method. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 3(6), 602- 606.
- Gustavo, G. T. (2022). Simple and cost-effective approaches for quantification of reducing sugar exploiting digital image analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, 121(1), 33-37.
- Keegan, W.J. (2002). *Global marketing management* (7th ed). Prentice Hall.
- Leerungnavarat, R., & Srisutam, P. (2019). A development of responsive online product distribution system: A case study of clothing shop. *Maejo Information Technology and Innovation Journal (MITIJ)*, 5(1), 7-20.
- Marr, B. (2020). *The top 5 tech trends that will disrupt education in 2020–The EdTech innovations everyone should watch*. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2020/01/20/the-top5-tech-trends-that-will-disrupt-education-in-2020-the-edtech-innovations-everyone-should-watch/#1227238b2c5b>
- NaSongkhla, J. (2018). *Digital learning design*. Chulalongkorn Press.
- Roblyer, M. D., & Doering, A. H. (2010). *Integrating educational technology into teaching* (5th ed.). Allyn and Bacon.

Thomas, S. K., & Erik, C. J. (2015). Teaching Beer's Law and Absorption Spectrophotometry With a Smart Phone: A Substantially Simplified Protocol. *Journal of Chemical Education*, 93(7), 4758-4762.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์ที่เกี่ยวข้อง

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

1. ผศ.ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

2. นางสาวอัจฉรา ร่มโพธิ์ ตำแหน่ง ครู หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2

3. นางสาวปณิตา ประสงค์จัน ตำแหน่ง ครู หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2



ที่ ขว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว. ๕๕๘

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๖ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวปณิดา ประสงค์จีน

ครู สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต ๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวศิริวรรณ แซ่เต๋อ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาล ในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจ และให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลนัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๕๓๖-๒๖๓-๕๑๔๑



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว.๔๕๗

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๖ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวอัจฉรา ร่มโพธิ์

ครู สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต ๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวศิริวรรณ แซ่เต๋มา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาล ในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจ และให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์. ๐๕๓๗-๒๖๓-๕๑๔๑



บันทึกข้อความ

สวนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โทร. ๐๕๓๗-๒๖๓๓-๕๑๔๑

ที่ อว ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/๒๕๖

วันที่ ๖ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวศิริวรรณ แซ่เต๋มา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาล ในเครื่องดื่มด้วยวิธี การวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพัฒน์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจ และให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณีฐ์ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/๒๖๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ. เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๘ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุญาตทดลองเครื่องมือเพื่อทำวิทยานิพนธ์


เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสบเปิงวิทยา

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวศิริวรรณ แซ่เต่า นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาล ในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานุวัฒน์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จึงขออนุญาตให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ เพื่อทำวิทยานิพนธ์ โดยกำหนดทดลองเครื่องมือในระหว่างวันที่ ๑๕ - ๓๐ กันยายน ๒๕๖๖ ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะประสานกับท่านโดยตรงต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐๕๓/-๒๖๓-๕๑๔๑



ที่ อว ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/๔๖๒

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง
จ. เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๘ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดบ้านเหล่า

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวศิริวรรณ แซ่แต๋มา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ การทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาล ในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานุวัฒน์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จึงขออนุญาตให้นักศึกษาเก็บข้อมูล เพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในวันที่ ๑๕-๓๐ กันยายน ๒๕๖๖ ส่วนรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะประสานกับท่าน โดยตรงต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐๕๓-๒๖๓-๕๑๔๑

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้านการสร้างชุดกิจกรรม

1. การคำนวณสารเคมีที่ใช้

1.1 การเตรียมสารละลายรีเอเจนต์ 0.5 % กรดไคโนโทรซาลิไซลิก ปริมาตร 250 มิลลิลิตร

1. ชั่งกรดไคโนโทรซาลิไซลิก 1.25 กรัม ละลายในน้ำกลั่น กวนจนละลายซึ่งอาจต้องใช้เวลาานาน แล้วจึงนำไปใส่ลงในขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร (ข้อ 1-4 การละลายห้ามเกิน 250 มิลลิลิตร เพราะต้องนำสารละลาย ข้อ 1-4 มารวมกันแล้วปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร)

2. ชั่งฟีนอล 0.25 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ก่อนนำไปใส่ลงในขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร ในข้อ 1.

3. ชั่งโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.0625 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ก่อนนำไปใส่ลงในขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร ในข้อ 1.

4. ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ก่อนนำไปใส่ลงในขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร ในข้อ 1.

(หากยังไม่ทดลอง ชั่งโซเดียมไบซัลไฟต์แยกไว้ หากเตรียมทิ้งไว้จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไบ-ซัลไฟต์กับออกซิเจนในอากาศ ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ได้)

1.2 การเตรียมสารละลายโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรต 30 %

ชั่งโพแทสเซียมโซเดียมทาร์เตรต 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร

1.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส 0.01 M

การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส 0.01 M ปริมาตร 100 ml มีการคำนวณปริมาณสาร และวิธีการเตรียม ดังนี้

กลูโคส มีมวลโมเลกุล 180.156 g.mol

เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่เป็นสารละลายเริ่มต้น (Stock solution) ความเข้มข้น 0.01 M ปริมาตร 100 ml

สารละลายกลูโคส	1000 ml	มีกลูโคส	0.01 M
สารละลายกลูโคส	100 ml	มีกลูโคส	$\frac{0.01 \text{ M} \times 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}}$
			= 0.001 M

จากสูตร
$$M = \frac{g}{MW}$$

M = ความเข้มข้นของสารละลาย

g = มวลของสาร มีหน่วยเป็น กรัม

MW = มวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

$$0.001 \text{ M} = \frac{g}{180.156 \text{ g.mol}}$$

$$g = 0.180 \text{ g}$$

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสความเข้มข้นต่าง ๆ

การเตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส 0.001 M ปริมาตร 25 ml มีการคำนวณปริมาณสาร และวิธีการเตรียม ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad C_1V_1 = C_2V_2$$

เมื่อ C_1 = ความเข้มข้นเริ่มต้น ของสารละลายกลูโคส 0.01 M

C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสที่ต้องการเตรียม 0.001 M

V_1 = ปริมาตรสารละลายกลูโคสความเข้มข้น ที่ต้องpipette

V_2 = ปริมาตรสารละลายกลูโคสที่ต้องการเตรียม 25 mL

$$\begin{aligned} C_1V_1 &= C_2V_2 \\ 0.01 \text{ M} \times V_1 &= 0.001 \text{ M} \times 25 \text{ ml} \\ V_1 &= \frac{0.001 \text{ M} \times 25 \text{ ml}}{0.01 \text{ M}} \end{aligned}$$

$$V_1 = 2.5 \text{ ml}$$

ดังนั้น ต้องpipetteสารละลายกลูโคสความเข้มข้นเริ่มต้น 0.01 M มา 2.5 ml ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 mL แล้วปรับด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 25 mL จะได้สารละลายกลูโคสความเข้มข้น 0.001 M

ส่วนการเตรียมสารละลายกลูโคสความเข้มข้น 0.002, 0.003, 0.004 และ 0.005 M จำนวนเช่นเดียวกับความเข้มข้น 0.001 M ปริมาตร 25 ml โดยpipetteสารละลายกลูโคสความเข้มข้นเริ่มต้น 0.01 M มา 5, 7.5, 10 และ 12.5 mL ตามลำดับ

1.4 การเตรียมและคำนวณหาปริมาณน้ำตาลกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง

ตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำชาเขียวพร้อมดื่ม ยี่ห้อ ฟุจิชะ กรีนที เทสต์
เตรียมได้จากการเจือจางสารละลายตัวอย่างเครื่องดื่ม เป็น 10 เท่า ในขวดปรับปริมาตร

$$25 \text{ ml} : \frac{25}{10} = 2.5 \text{ ml}$$

10

ดังนั้น ปิเปตต์สารละลายตัวอย่างมา 2.5 ml ลงในขวดปรับปริมาตร 25 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 25 mL จะได้สารละลายตัวอย่างเครื่องดื่ม เป็น 10 เท่า

การคำนวณหา % ของกลูโคสในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำชาเขียวพร้อมดื่ม ยี่ห้อ ฟุจิชะ กรีนที เทสต์ หาได้จากสมการ $y = mx + c$ จากกราฟมาตรฐาน

โดย X = ความเข้มข้นที่เราต้องการทราบ

Y = ค่าการดูดกลืนแสง

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดค่าแม่สี G คือ 29.00 จากสมการเส้นตรง $y = -19533x + 148.4$

แทนค่า $29.00 = -19533x + 148.4$

$$x = \frac{29.00 - 148.4}{-19533}$$

$$-19533$$

$$x = 0.0061 \text{ M}$$

เจือจาง 10 เท่า : $0.0061 \text{ M} \times 10 = 0.0611 \text{ M}$

เปลี่ยน M เป็น g จากสูตร $m = \frac{g}{MW}$

$$0.0611 \text{ mol} = \frac{g}{180.16 \text{ g.mol}}$$

$$g = 0.0611 \text{ mol} \times 180.16 \text{ g.mol}$$

$$g = 11.01$$

ในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำชาเขียวพร้อมดื่ม 1000 ml มีกลูโคส 11.01 g

ถ้าในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำชาเขียวพร้อมดื่ม 100 ml มีกลูโคส 1.10 g

ในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำชาเขียวพร้อมดื่ม ยี่ห้อ ฟุจิชะ กรีนที เทสต์ มีปริมาณกลูโคสเท่ากับ 1.10 %

การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (relative error)

$$\text{จากสูตร Relative error} = \frac{X_{\text{mea}} - X_t}{X_t}$$

$$\% \text{ Error} = \text{Relative error} \times 100$$

โดย X_t คือ ค่าจริง

X_{mea} คือ ค่าที่ได้จากการวัด

กลูโคสข้างขวดเครื่องดื่มน้ำชาเขียวพร้อมดื่ม เท่ากับ 1 % และปริมาณกลูโคสที่วัดได้เท่ากับ 1.10 %

$$\text{แทนค่า Relative error} = \frac{1.10 - 1}{1}$$

$$\% \text{ Error} = 0.1 \times 100$$

$$\% \text{ Error} = 10$$

ดังนั้น ขั้นตอนการคำนวณหาปริมาณกลูโคสในตัวอย่างเครื่องดื่มใช้หลักการคำนวณในลักษณะเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น

ด้านการจัดการเรียนการสอน

1. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
2. ใบกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน



ภาคผนวก ก

ผลการประเมินและการวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

ตารางผลแบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	IOC
	1	2	3		
1. ด้านคำชี้แจง					
1.1 องค์ประกอบมีความชัดเจน ครบถ้วนเพียงพอ	+1	+1	+1	3	1
1.2 จำนวนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
1.3 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	+1	+1	2	0.67
1.4 ข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เข้าใจง่ายชัดเจน	+1	+1	+1	3	1
2. ด้านคู่มือครู					
2.2 บทบาทของครูผู้สอน สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3	1
2.2 ระบุหน้าที่ของครูผู้สอนได้ละเอียดครบถ้วนเพียงพอสำหรับการจัดกิจกรรมการคิดอย่างมี วิจรรย์ญาณ	0	+1	+1	2	0.67
2.3 สามารถชี้แนะแนวทางให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายและสรุปผล ได้บรรลุตามจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1
2.4 ระบุสิ่งที่ครูผู้สอนต้องเตรียมในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ละเอียดครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1
3. ด้านคู่มือนักเรียน					

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	IOC
	1	2	3		
3.1 คำแนะนำในการปฏิบัติชัดเจน	+1	+1	+1	3	1
3.2 ระบุกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติได้ชัดเจน และ สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1
3.3 การวัดและประเมินผลวัดได้ครอบคลุมและ สอดคล้องกับจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1
4. ด้านชุดกิจกรรม					
4.1 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดชั้นปี และสาระการ เรียนรู้ ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	+1	+1	+1	3	1
4.2 สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์ และ สาระการเรียนรู้	0	+1	+1	2	0.67
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและความสนใจของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องตามขั้นตอน ของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	+1	+1	+1	3	1
4.6 กิจกรรมมีความหลากหลาย	+1	+1	+1	3	1
4.7 กิจกรรมครอบคลุมสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
4.8 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมเหมาะสมต่อการเรียน ในเนื้อหาแต่ละชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1
5. ด้านสื่อการเรียนรู้					
5.1 คำแนะนำในการใช้สื่อมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
5.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
5.4 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1
5.5 กิจกรรมช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	+1	+1	+1	3	1

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	IOC
	1	2	3		
5.5 กิจกรรมช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	+1	+1	+1	3	1
5.6 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ เกิดความคิดรอบขอบรวดเร็ว และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง	+1	+1	+1	3	1
5.7 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ ทักษะ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	3	1
5.8 ช่วยให้ผู้เรียนรู้วิธีการใช้สื่อและแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม	0	+1	+1	2	0.67
6. ด้านการประเมิน					
6.1 วัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
6.2 การวัดและประเมินผลตรงกับลักษณะของ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	+1	+1	+1	3	1
6.3 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
6.4 เกณฑ์ที่ใช้วัดและประเมินผลครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
6.5 วัดและประเมินผลเน้นการประเมินตามสภาพจริง	+1	+1	+1	3	1

ตาราง ผลแบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม ด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	IOC
	1	2	3		
1. ความเหมาะสมด้านเนื้อหาของชุดกิจกรรมการเรียนรู้					
1.1 มาตรฐาน/ตัวชี้วัด					
1.1.1 สอดคล้องตามมาตรฐาน/ตัวชี้วัดใน หลักสูตร	+1	+1	+1	3	1
1.2.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้					
1.2.1 สอดคล้องกับเนื้อหาตามหลักสูตรสาระ วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1
1.2.2 สามารถวัดและประเมินผลได้	+1	+1	+1	3	1
1.3 เนื้อหา					
1.3.1 เนื้อหามีความถูกต้องสอดคล้องตาม หลักสูตรสาระวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1
1.3.2 เหมาะสมกับเวลาการเรียนรู้ของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1
1.3.3 เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ปฏิบัติ	+1	+1	+1	3	1
1.3.4 มีการเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	+1	+1	+1	3	1
1.4 ลักษณะของชุดกิจกรรมการเรียนรู้					
1.4.1 ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
1.4.2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
1.4.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
2. ด้านรูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 ส่วนหน้า					
2.1.1 ชัดเจนและเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	IOC
	1	2	3		
2.1.2 ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1
2.1.3 รูปแบบมีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	3	1
2.1.4 เรียงลำดับถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1
2.2 ส่วนเนื้อหา (ใบความรู้)					
2.2.1 เนื้อหาสาระถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1
2.2.2 ข้อความชัดเจนและเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1
2.2.3 ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1
2.2.4 รูปแบบมีความน่าสนใจ	+1	+1	+1	3	1
2.2.5 จัดลำดับเนื้อหาได้ถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1
2.3 ส่วนท้าย					
2.3.1 ใบกิจกรรมครอบคลุมเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1
2.3.2 ใบกิจกรรมมีความหลากหลายต่อการ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
2.3.3 ใบเฉลยกิจกรรมมีความถูกต้องชัดเจน	+1	+1	+1	3	1
2.3.4 แบบทดสอบมีความครอบคลุมเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1
2.3.5 เฉลยแบบทดสอบมีความถูกต้องชัดเจน	+1	+1	+1	3	1

ตาราง ผลแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ ชุดกิจกรรม
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้ โทรศัพท์มือถือสำหรับ
นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	IOC
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	0	2	0.67
11	0	+1	+1	2	0.67
12	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	0	2	0.67
14	+1	+1	+1	3	1
15	+1	+1	+1	3	1
16	+1	+1	+1	3	1
17	+1	+1	+1	3	1
18	+1	+1	0	2	0.67
19	+1	+1	+1	3	1
20	+1	+1	0	2	0.67

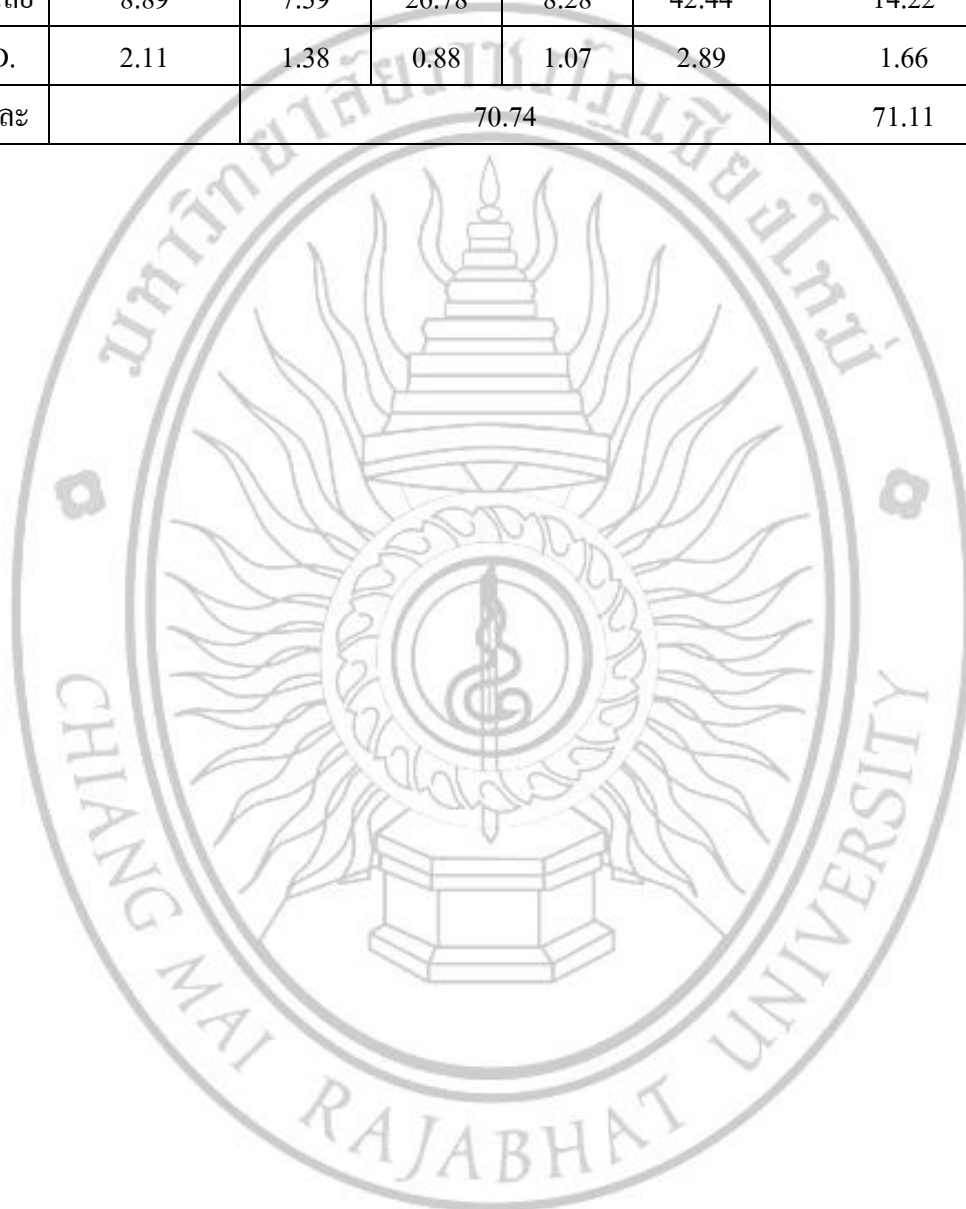
ภาคผนวก ง

ผลการทำแบบทดสอบ

ตาราง คะแนนของนักเรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสี โดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6

คนที่	คะแนน ทดสอบก่อน เรียน (20)	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนทดสอบหลัง เรียน (20) E_2
		กิจกรรม ที่ 1 (10)	กิจกรรม ที่ 2 (40)	กิจกรรม ที่ 3 (10)	รวม (60) E_1	
1	7	8	27	8	43	14
2	9	9	27	10	46	15
3	5	8	26	9	43	12
4	6	5	25	6	36	12
5	8	9	28	9	46	12
6	10	9	28	8	45	15
7	11	9	28	9	46	16
8	6	6	25	7	38	16
9	10	8	27	8	43	15
10	8	8	27	9	44	13
11	12	8	27	9	44	14
12	12	6	27	8	41	17
13	11	6	27	9	42	14
14	9	5	26	9	40	13
15	9	6	26	6	38	15
16	11	7	27	8	42	14
17	9	8	27	8	43	17
18	7	8	27	9	44	12

คนที่	คะแนน ทดสอบก่อน เรียน (20)	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนทดสอบหลัง เรียน (20) E_2
		กิจกรรม ที่ 1 (10)	กิจกรรม ที่ 2 (40)	กิจกรรม ที่ 3 (10)	รวม (60) E_1	
รวม	160	133	482	149	764	256
ค่าเฉลี่ย	8.89	7.39	26.78	8.28	42.44	14.22
S.D.	2.11	1.38	0.88	1.07	2.89	1.66
ร้อยละ		70.74				71.11



ตาราง การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือ

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน (20)	คะแนนหลังเรียน (20)		D		D ²
1	7	14		7.00		49.00
2	9	15		6.00		36.00
3	5	12		7.00		49.00
4	6	12		6.00		36.00
5	8	12		4.00		16.00
6	10	15		5.00		25.00
7	11	16		5.00		25.00
8	6	16		10.00		100.00
9	10	15		5.00		25.00
10	8	13		5.00		25.00
11	12	14		2.00		4.00
12	12	17		5.00		25.00
13	11	14		3.00		9.00
14	9	13		4.00		16.00
15	9	15		6.00		36.00
16	11	14		3.00		9.00
17	9	17		8.00		64.00
18	7	12		5.00		25.00
รวม	160.00	256.00	ΣD	96.00	ΣD^2	574.00
เฉลี่ย	8.89	14.22	$(\Sigma D)^2$	711.11	$n\Sigma D^2$	10332.00
S.D.	2.11	1.66				
n	18					

คำนวณค่า t จากสูตร

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 + (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

แทนค่าในสูตรจะได้

$$t = \frac{96}{\sqrt{\frac{10332.00 + 711.11}{17}}}$$

$$t = \frac{96}{25.49}$$

$$t = 3.77$$

ค่า t จากตารางแจกแจง t เท่ากับ 4.27

การตัดสินใจทางสถิติ 3.77 น้อยกว่า 4.27

ดังนั้น คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาคผนวก จ

หลังสู่อำรองการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

COA No. 020/2024



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Institutional Review Board, Chiang Mai Rajabhat University
หนังสือรับรองการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย
(Certificate of Approval)

การวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาเข้าข่ายการพิจารณา แบบเร่งรัด และการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมายข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

This research has been considered as an Expedited Review and conducted in accordance with international ethical principles. As well as national laws, regulations and regulations. It is deemed appropriate to conduct research in accordance with this research proposal.

ชื่อโครงการ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการหาปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม ด้วยวิธีการวัดสีโดยใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
Study Title : Creating the learning activity using scientific activity for the determination of sugar content in beverage sbased on colorimetric method using a mobile phones for grade 6 students

รหัสโครงการ (Project Code) : IRBCMRU 2024/020.04.01

หัวหน้าโครงการและผู้ร่วมวิจัย : นางสาวศิริวรรณ แซ่เต๋อ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Head of the Project and Co-Researcher : Miss Siriwan Saetao Faculty of Science and Technology Chiang Mai Rajabhat University

(อาจารย์ ดร. อัครสิทธิ์ บุญสงแท้)
(Dr. Akharasit Bunsongthae)

ประธานคณะกรรมการประจำจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
Chairman the Institutional Review Board, Chiang Mai Rajabhat University

วันที่ 10 มกราคม 2567
January 10, 2024



หมายเลขรับรอง (Certificate Number) : IRBCMRU 2024/020.04.01

วันที่ให้การรับรอง : 10 มกราคม 2567 วันหมดอายุใบรับรอง : 09 มกราคม 2568
Date of Approval : January 10, 2024 Expiration Date : January 09, 2025

ภาคผนวก ฉ

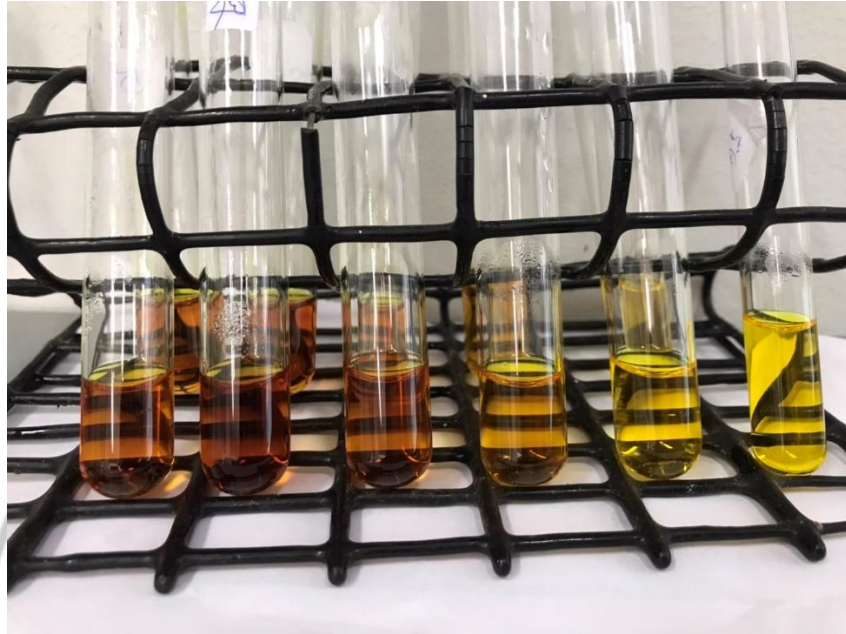
ตัวอย่างการสร้างชุดกิจกรรม



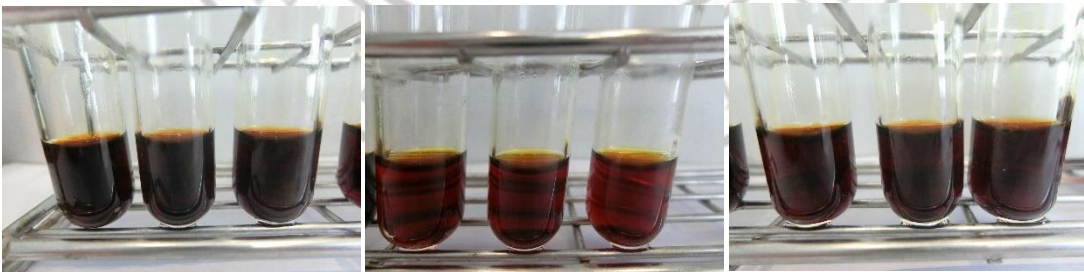
การเตรียมสารละลาย



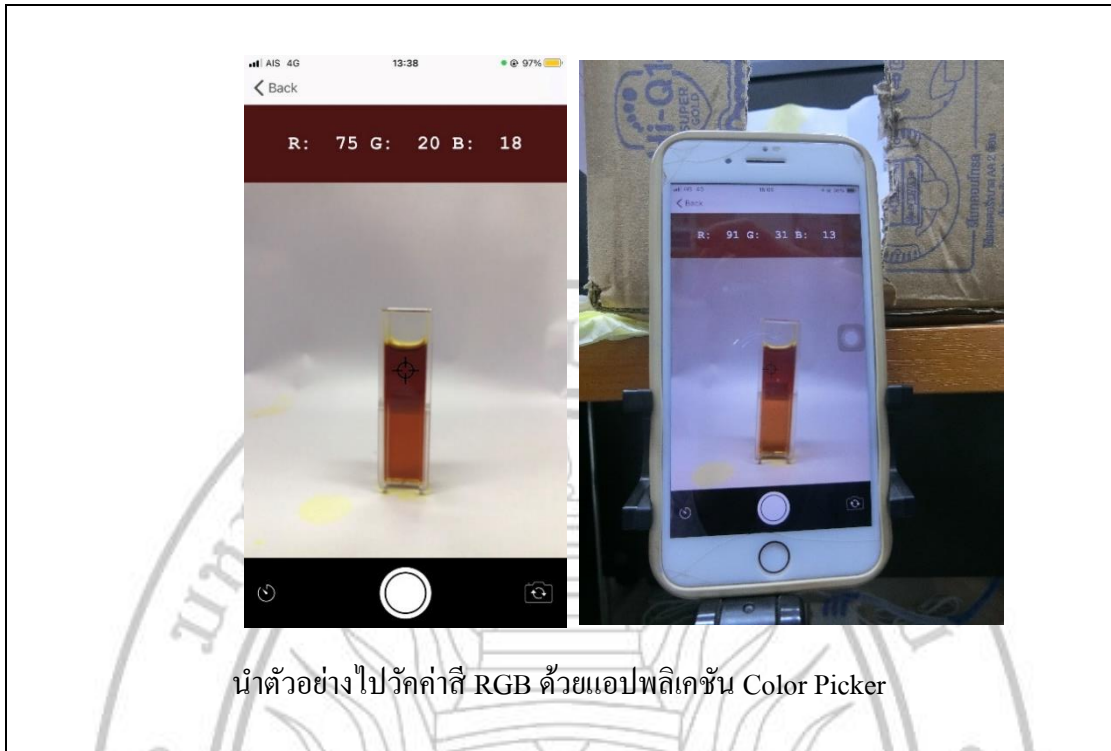
การศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส



สารละลายหลังการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส



การเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง



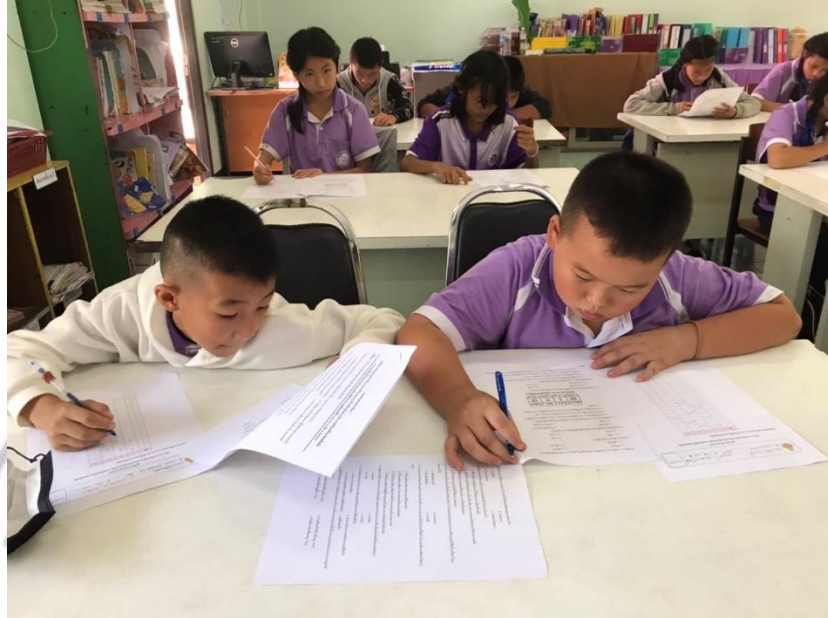
ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม
ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรม



การเก็บข้อมูลของกลุ่มทดลอง



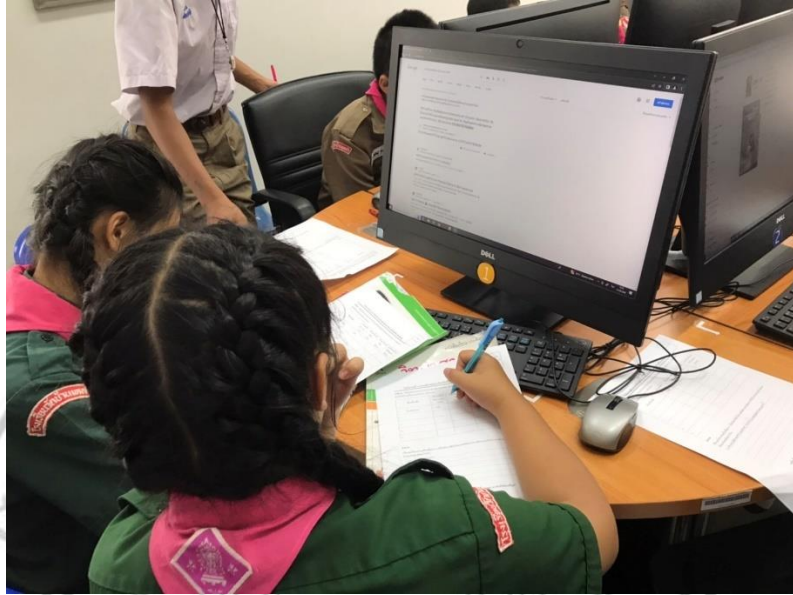
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมของกลุ่มทดลอง



การทดสอบก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่าง



การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่าง



การสืบค้นข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง



การทำกิจกรรมกลุ่มด้วยชุดกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่าง

การทดลองหาปริมาณน้ำตาลกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางสาวศิริวรรณ แซ่เต๋อ
วัน เดือน ปีเกิด	06 กันยายน 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน	105 หมู่ 5 หมู่บ้าน ม่อนเงาะ ตำบลเมืองเก่า อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 50150
อีเมลล์แอดเดรส	63866904@g.cmru.ac.th
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2562 หลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เคมี มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2557 ระดับชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนท่าวังวิทยาคาร ตำบลท่าวัง อำเภوتاวัง จังหวัดลพบุรี พ.ศ. 2554 ระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนสบเปิงวิทยา ตำบลสบเปิง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ. 2562 – ปัจจุบัน ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ดูแลศูนย์ USO NET สังกัด เขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 2 จังหวัดเชียงใหม่