

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอในหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การคิดวิเคราะห์
5. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
6. โคขุน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.1.1 สาระการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการ ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนด สาระสำคัญไว้ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, น. 1)

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต กับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสารสมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงแรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 5 : พลังงานพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

2.1.2 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.1.2.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์ และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

2.1.2.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

2.1.2.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.1.2.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

2.1.2.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

2.1.2.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

2.1.2.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.2.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.2.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.2.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

2.1.2.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1.2.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.1.2.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.1.2.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ใน ชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2.1.2.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.1.2.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือ แก้ปัญหาได้

2.1.2.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและ เหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา เคมีพื้นฐาน	รหัสวิชา ว31102	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ภาคเรียนที่ 1	เวลารวม 60 ชั่วโมง	จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมของธาตุ อนุภาคมูลฐานของอะตอม เลขอะตอม เลขมวลและไอโซโทป สัญลักษณ์นิวเคลียร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุดังกล่าว การจัดเรียงธาตุดังกล่าวในตารางธาตุดังกล่าว แนวโน้มสมบัติบางประการของธาตุดังกล่าวตามตารางธาตุดังกล่าว ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับชนิดของพันธะเคมีจากการนำไฟฟ้าของสารบางชนิด ศึกษาการเกิดพันธะและสมบัติบางประการของสารโคเวเลนต์ สารประกอบไอออนิก และโลหะ ศึกษาและทดลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาความสัมพันธ์ของพลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาและทดลองปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน การใช้ประโยชน์และผลของปฏิกิริยาเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ศึกษาการเกิด และแหล่งปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ การกลั่นน้ำมันดิบ ผลิตภัณฑ์และการใช้ประโยชน์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ ผลกระทบของการใช้ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการป้องกันและแก้ไขปัญหา เชื้อเพลิงในชีวิตประจำวัน เลเซอร์ เลเซอร์ เลเซอร์ ศึกษาความหมายและตัวอย่างพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์พอลิเมอร์ โครงสร้างสมบัติ ประเภทของพอลิเมอร์ รวมทั้งการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์ ศึกษาทดลองจำแนกชนิดของพลาสติกบางชนิด โดยใช้ความหนาแน่นเป็นเกณฑ์ ศึกษาทางธรรมชาติรวมทั้งยางสังเคราะห์ เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ และทดลองเตรียมเส้นใยสังเคราะห์ ศึกษาองค์ประกอบหลัก โครงสร้าง ประเภท แหล่งที่พบและความสำคัญของคาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน และกรดนิวคลีอิกซึ่งเป็นสารชีวโมเลกุล ศึกษาสมบัติและปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต ลิพิด โปรตีน

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถ

ในการตัดสินใจ แก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติและความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุและสารประกอบ พันธะเคมี ปฏิกิริยาเคมี การใช้เชื้อเพลิง ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

รหัสตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4, ม.4-6/5

ว 3.2 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4, ม.4-6/5, ม.4-6/6, ม.4-6/7, ม.4-6/8, ม.4-6/9

ว 8.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4, ม.4-6/5, ม.4-6/6, ม.4-6/7, ม.4-6/8, ม.4-6/9, ม.4-6/10, ม.4-6/11, ม.4-6/12

รวมทั้งหมด 26 ตัวชี้วัด

ตารางที่ 2.1

โครงสร้างรายวิชาเคมีพื้นฐาน

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก/ สัดส่วนของ คะแนน
1.	โครงสร้าง อะตอม	ว 3.1 ม.4-6/1 ม.4-6/2	1. แบบจำลองอะตอม 2. อนุภาคมูลฐานของอะตอม 3. สัญลักษณ์นิวเคลียร์และ ไอโซโทป 4. การจัดเรียงอิเล็กตรอนใน อะตอม 5. ตำแหน่งของธาตุในตาราง ธาตุ	(9) 3 2 1 2 1	10
2.	ตารางธาตุ	ว 3.1 ม.4-6/3	1. สมบัติของธาตุในตารางธาตุ 2. สมบัติของธาตุตามหมู่ 3. ธาตุแทรนซิชัน 4. ธาตุกัมมันตรังสี	(6) 2 1 2 1	15

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก/ สัดส่วนของ คะแนน
3.	พันธะเคมี	ว 3.1 ม.4-6/4 ม.4-6/5	1. ความหมายและการเกิด พันธะเคมี 2. พันธะไอออนิก 3. พันธะโคเวเลนต์ 4. พันธะโลหะ	(9) 2 3 3 1	15
4.	ปฏิกิริยาเคมี	ว 3.2 ม.4-6/1 ม.4-6/2	1. ปฏิกิริยาเคมีใน ชีวิตประจำวัน 2. อัตราการเกิดปฏิกิริยา เคมี 3. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี 4. ประโยชน์ของปฏิกิริยา เคมี 5. ผลของปฏิกิริยาเคมีต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	(9) 2 1 3 1 2	8
5.	ปิโตรเลียม	ว 3.2 ม.4-6/3 ม.4-6/4	1. การเกิดปิโตรเลียม 3. กระบวนการแยก ปิโตรเลียม 4. ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ ปิโตรเลียม 5. พลังงานในอนาคตและ การอนุรักษ์พลังงาน อย่างยั่งยืน	(6) 2 1 2 1	8

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก/ สัดส่วนของ คะแนน
6.	พอลิเมอร์	ว 3.2 ม.4-6/5 ม.4-6/6	1. มอนอเมอร์และพอลิ เมอร์ 2. โครงสร้างของพอลิเมอร์ 3. กระบวนการพอลิเมอร์ ไรเซชัน 4. สมบัติบางประการของ พอลิเมอร์ 5. พอลิเมอร์ใน ชีวิตประจำวัน	(6) 1 2 2 1 2	6
7.	สารชีวโมเลกุล	ว 3.2 ม.4-6/7 ม.4-6/8 ม.4- 6/9	1. ความหมายของสารชีว โมเลกุล 2. โปรตีน 3. คาร์โบไฮเดรต 4. ไขมันและกรดไขมัน 5. ปฏิกิริยาของไขมัน	(15) 3 3 3 3 3	10
		รวมระหว่างภาค			50
		กลางภาค			20
		ปลายภาค			30
		รวม			100

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสกลทวาปี, โดยงานบริหารวิชาการ, 2559, สกลนคร : โรงเรียนสกลทวาปี.

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้นเป็นแนวทางที่ให้ผู้ศึกษาได้ศึกษา วิเคราะห์เนื้อหาหน่วยที่ 7 เรื่อง สารชีวโมเลกุล มาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหารโคขุน

2.2 การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.2.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำว่า “บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์” ตามความหมายในพจนานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 ยังไม่ได้บัญญัติคำนี้ไว้ แต่ได้ให้ความหมายของคำว่า “ปฏิบัติการ” หมายถึง การทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายในลักษณะที่เป็นการสอนวิธีหนึ่งที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

วิมล สัราญวานิช (2532, น. 79-80) ได้ให้ความหมายการสอนแบบปฏิบัติการหรือการทดลอง (Laboratory Method) ว่าการทดลองหมายถึง การที่นักเรียนได้ทำงาน ได้ปฏิบัติ และเรียนรู้ จากการทดลองด้วยตนเองภายใต้การแนะนำของครูซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันขณะปฏิบัติการทดลอง ได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ รู้จักรับผิดชอบงานร่วมกัน

บุญชม ศรีสะอาด (2541, น. 68) ได้ให้ความหมายการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (Laboratory) คือ การสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียน ภายใต้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลองปฏิบัติการฝึกการใช้ทฤษฎีโดยผ่านการทดลอง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น 167-168) ได้ให้ความหมายการสอนแบบทดลอง (Experimental Method) ว่าเป็นการสอนเพื่อจัดประสบการณ์ในการทดลอง และการปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ให้มีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริงกฎ หลักการหรือทฤษฎีได้ถูกต้อง เป็นการทดลองเพื่อทดสอบ หรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้วและเป็นการปฏิบัติการ เพื่อเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการเน้น การหาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองโดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 87-88) ได้ให้ความหมาย วิธีสอนแบบทดลอง (Experimental Approach) ว่าวิธีสอนแบบทดลองเป็นเทคนิควิธีสอนแบบหนึ่ง ของวิธีสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นการพิสูจน์หรือหาคำตอบที่นักเรียนสงสัย หรือคาดคะเน หรือตั้งสมมติฐานแล้ววางแผนการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

พรทิพย์ วงษ์นาปา (2548, น. 48) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมการทดลองที่สร้างขึ้น เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการได้ทดลองด้วยตนเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ พร้อมทั้งมุ่งให้นักเรียนมีความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทดลอง การนำความรู้ และความสามารถที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมหรือท้องถิ่นของตนเองได้

สรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึงชุดการทดลองหรือชุดปฏิบัติการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำการทดลองด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้วางแผนการทดลอง เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ แล้วนักเรียนดำเนินการทดลองตามที่วางแผนไว้ พร้อมทั้งมีการสังเกต บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผล แปลผลและสรุปผลด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้ว และแสวงหาความรู้ใหม่ภายใต้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดของครูผู้สอน

2.2.2 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

Hofstein and Lunetta (1982, p. 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจความคิดแบบวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น ทักษะการสืบสอบ ความพึงพอใจเจตคติ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ ได้
3. เพื่อช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เกิดความรู้สึกรักชอบซึ่ง และเลียนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์
4. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎี และแบบจำลองรวมทั้งเข้าใจต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา
6. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการปฏิบัติการ

สรุปได้ว่า การเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อมุ่งพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีอยากรู้อยากเห็น มีความพึงพอใจและสามารถนำทักษะต่าง ๆ ไปใช้แก้ปัญหาได้

2.2.3 รูปแบบการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

วิมล สํารายวานิช (2532, น. 80-81) ได้กำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็น 2 แบบดังนี้

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) เป็นการทดลองที่ครูกำหนดปัญหาไว้ก่อนบอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่น ๆ ไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งชี้แจงในคู่มือการทดลอง (Lab direction) ก็สามารถได้คำตอบจึงเป็นรูปแบบที่เก่าแก่ เป็นการปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์หลักการในบทเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory Works) เป็นการทดลองที่ให้นักเรียนค้นหาคำตอบเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหา เมื่อได้แนวทางแล้วนักเรียนจึงแยกทำการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาอธิบายหน้าชั้นอีกครั้ง ซึ่งถือเป็นการทดลองในแบบที่ส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิดของนักเรียน เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบสอบ (Inquiry Model) เน้นให้นักเรียนได้ค้นและสืบสอบในหลักการที่วิเคราะห์วิจารณ์ในห้องเรียน นักเรียนมีการวางแผนการทดลองซึ่งประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐานและสร้างแบบการทดลองตามลำดับแล้วจึงลงมือทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ ซึ่งครูควรฝึกนักเรียน โดยเริ่มจากการทดลองแบบสำเร็จรูปก่อนแล้วค่อย ๆ ลดการกำหนดแนวทางของครูจนนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 87-88) ได้กำหนดชนิดของวิธีสอนแบบทดลองแบ่งได้ 3 ชนิดคือ

1. วิธีสอนแบบทดลองตามบทปฏิบัติการหรือตามแบบฝึก (Laboratory Approach or Cookbook Experiment) โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงานการทดลอง (Lab Sheet) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้เรียบร้อย โดยมุ่งหวังให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในข้อเท็จจริงหรือมโนคติและเน้นการตรวจสอบหลักการ กฎ และทฤษฎี

2. วิธีสอนแบบทดลองโดยมีการชี้แนะ (Guided Experiment) มุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิดออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยตนเองโดยมีครูคอยตั้งคำถามชี้แนะแนวทาง

3. วิธีสอนแบบทดลองที่แท้จริง (Pure Experiment) มุ่งเน้นให้นักเรียนมีวิธีการในการคิด ทั้งด้านการเลือก กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 219 - 220) ได้สรุปถึงวิธีการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้ การเรียนการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการสอนแบบทดลอง ซึ่งเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิธีหนึ่ง โดยอาศัยกิจกรรมการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่มี ซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย ความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่ น่าสนใจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้อื่นที่ได้เรียนมา เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือ กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็น หรือคำถามที่ครู กำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อนักเรียนยอมรับคำถามหรือประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกัน กำหนดขอบเขตและรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถาม ที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีวิธีการตรวจสอบซึ่งวิธี การตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบ ต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง การค้นพบในขั้น นี้ อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้อง กับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างองค์ความรู้และช่วยให้เกิดการ เรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความ รู้อื่นหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม นำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับ เรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในเรื่องอื่น ๆ จากขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นแบบแผนที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกรูปแบบการทดลองแบบสำเร็จรูป ให้นักเรียนปฏิบัติตามคำชี้แจงและใช้ลำดับขั้นการจัด กิจกรรมแบบ 5E ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.2.4 หน้าที่และบทบาทของครูในการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ประวิตร ชูศิลป์ (2524, น. 5-6) และวิมล สําราวานิช (2532, น. 83-84) ได้กล่าวถึงหน้าที่และบทบาทของครูในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูมีหน้าที่และบทบาทสำคัญที่จะช่วยเหลือแนะแนวทางให้นักเรียนพบความสำเร็จในการทดลองโดยแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

1. หน้าที่ก่อนทดลองหรือการอธิบายก่อนทดลอง (Pre-Lab Discussion) โดยครูต้องเตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น เป็นการแนะแนวทางเพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไป หน้าที่โดยตรงของครูได้แก่ การกำหนดจุดหมายให้ชัดเจน ทดลองด้วยตนเองก่อน วางแผนและกำหนดวิธีแก้ปัญหา เตรียมความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์ แบ่งกลุ่ม นักเรียนตามความเหมาะสม ถ้าเป็นการทดลองแบบสำเร็จรูปครูต้องจัดทำคู่มือการทดลอง ให้พร้อม รวมทั้งวางแผนเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล

2. หน้าที่ระหว่างนักเรียนทำการทดลอง หรือการให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) ครูต้องคอยดูแลให้คำแนะนำต่าง ๆ อย่างใกล้ชิด คอยเตือนเรื่องความปลอดภัย กำหนดเวลาให้พอเหมาะสำหรับการทดลองแต่ละเรื่อง ควบคุมดูแลให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทดลอง หรือการทำงานเป็นกลุ่มรวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต และบันทึกผลการทดลอง

3. หน้าที่หลังการทดลองหรือการอภิปรายผลการทดลอง (Post-Lab Discussion) ครูต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลอง ที่รวบรวมได้สรุปเป็น กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ ในส่วนของนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานเสนอผลการทดลอง อภิปรายผล และสรุปประเด็นสำคัญ เสนอแนะให้นักเรียนไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

สรุปได้ว่า หน้าที่และบทบาทของครูในการสอนปฏิบัติการ จะต้องทำหน้าที่ดูแลให้คำแนะนำนักเรียนตั้งแต่ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง ตลอดจนการอภิปรายผลการทดลอง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย ดูแลให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ รวมทั้งสรุปความรู้ที่ได้จากการทดลองเป็นกฎทฤษฎี หรือ หลักการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ตลอดจนค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องเหล่านั้นจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ ได้ด้วยตนเอง

2.2.5 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ

จากการศึกษาเอกสารด้านวิชาการของ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น. 170-171)

สุเทพ อุตสาหะ (2526, น. 68) วิมล สําราวานิช (2532, น. 85-86) และสุภาว วาดเขียน (2526, น. 10) สรุปประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ ดังนี้

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และมีโอกาสฝึกทักษะในการทดลองและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรงและอาจศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสิ่งที่สามารถเรียนด้วยตนเองได้
3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์หาเหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง
4. นักเรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีทักษะมากขึ้น
5. นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน
6. การจัดการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการอาจดำเนินการ โดยผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ได้ เป็นการฝึกการทำงานร่วมกันแบบประชาธิปไตย
7. เป็นการเตรียมนักเรียนแต่ละคนให้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา รวมทั้งเป็นการฝึกการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ
8. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
สรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือการสอนแบบทดลองเป็นการสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียน ซึ่งได้รับประสบการณ์ตรง มีโอกาสฝึกทักษะ รู้จักการแก้ปัญหามีการทำงานร่วมกัน นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหารโคขุน ซึ่งประกอบด้วย การทดลองที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง รู้จักเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ศึกษาจากการทำการทดลองกับการศึกษาค้นคว้าในเรื่องใหม่ ๆ เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง เกิดความรู้เกี่ยวกับกฎ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.2.6 การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 7-19) ได้ให้แนวคิดและหลักปฏิบัติไว้ว่า เมื่อได้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนแล้วก่อน นำไปใช้จะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้น ไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียน มีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่มีประสิทธิภาพ ในการช่วยภาระงานการเรียนการสอน ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน จากสื่อหรือสื่อหรือชุดการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็น จะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพเรียกว่าการทดสอบประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึงสภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานหรือความสำเร็จโดยใช้เวลาความพยายาม และค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ (Ratio Between Input, Process and Output) ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี (Doing the thing right)

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

การใช้เกณฑ์ E_1/E_2

เกณฑ์ E_1/E_2 เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนน ที่ได้จากการประเมินในกระบวนการเรียนการสอนกับคะแนน ที่ได้จากการสอบครั้งสุดท้าย (Final) หลังจากเรียนจบเรื่องหรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังแต่ละข้อถ้าเป็นนักเรียนกลุ่มที่เรียนเก่งควรตั้งเกณฑ์ที่ 90/90 ส่วนนักเรียนที่ค่อนข้างอ่อนควรใช้เกณฑ์ 70/70 หรือ 80/80 แล้วแต่ความยากง่ายของสาระ

E_1 เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดในห้อง ที่เก็บจากกิจกรรมเช่น ใบงานแบบฝึกหัดแบบทดสอบย่อยในระหว่างเรียนเรื่องนั้น ๆ หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือจุดประสงค์นั้น ๆ

$$\text{สูตรที่ใช้คือ} \quad E_1 = \frac{\bar{X}_1}{N_1} \times 100 \quad (2-1)$$

E_1 คือประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอน

\bar{X}_1 คือคะแนนเฉลี่ยคะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนทั้งหมด

N_1 คือคะแนนเต็มที่เกิดขึ้นระหว่างเรียน

E_2 เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังเรียนหรือสอบครั้งสุดท้ายของผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือจุดประสงค์นั้น ๆ

$$\text{สูตรที่ใช้คือ} \quad E_2 = \frac{\bar{X}_2}{N_2} \times 100 \quad (2-2)$$

- E_2 คือ ประสิทธิภาพของเรียนการสอนหลังจากเรียนจบ
 \bar{X}_2 คือ คะแนนเฉลี่ยสอบครั้งสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมด
 N_2 คือ คะแนนเต็มของการสอบครั้งสุดท้าย

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการ เป็นการนำบทปฏิบัติการไปทดสอบ เพื่อดูว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ ทำให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างไร มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และนักเรียนมีความพอใจในการเรียนด้วยบทปฏิบัติการเพียงใด ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ไว้ที่ 75/75

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพ มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2526, น. 30-31) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรม หรือความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน เป็นคุณลักษณะของผู้เรียนที่พัฒนาขึ้นมาจากการฝึกอบรมสั่งสอนโดยตรง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, น. 29-30) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นคุณลักษณะรวมถึงความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ที่บุคคลได้รับ ทำให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้น ๆ เพียงใด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539, น. 20) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความรู้ความสามารถของผู้เรียน เป็นผลมาจากการเรียนการสอน วัดได้โดยผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น. 11) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือมีฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

Good (1973, pp. 6-7) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าความรู้ที่ได้รับจากการเรียน (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะการเรียน ซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดคะแนนที่ได้จากงานที่ครูผู้สอนมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

2.3.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น. 239) ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิด ตามแนวของ Klopfer แห่งมหาวิทยาลัยพิตส์เบิร์ก (University of Pittsburgh) เป็น 4 ลำดับขั้นของพฤติกรรม คือ

1. ความรู้ – ความจำ (Knowledge)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Skill Process)
4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application)

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนหรือประสบการณ์ที่ได้รับ ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กำหนดให้

2.3.3 แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ประวิตร ชูศิลป์ (2524, น. 14-25) สรุปไว้ว่า เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ตลอดจนทักษะที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ตามหลักสูตร ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้กำหนดไว้ 6 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ – ความจำ (Knowledge)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. การนำไปใช้ (Application)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)
6. การประเมินค่า (Evaluation)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 105) ได้ยึดแนวทางของ Klopfer (1985) ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้จากพฤติกรรม 4 ด้านเป็นหลัก คือ ความรู้ – ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Skill Process) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application) ซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

1.1 พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนมีความจำในเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหนังสือและการฟังจากคำบรรยาย

1.2 พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่สูงกว่าความรู้ความจำ

1.3 พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการดำเนินการโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1.4 พฤติกรรมด้านการนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย การพิจารณาด้านจิตพิสัยของผู้เรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น พิจารณาจากพฤติกรรมด้านความรู้สึก อารมณ์และระดับการยอมรับหรือปฏิเสธ แต่อย่างไรก็ตามมิได้รวมถึงพฤติกรรมด้านความรู้สึกทั้งหมดที่ควรจะเกิดขึ้นในตัว ofนักเรียนวิทยาศาสตร์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินการ

นอกจากนี้พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Klopfer ซึ่งสามารถแบ่งได้ 6 ประเภท คือ (ภพ เลหาทไพบูลย์, 2542, น. 329)

1. ความรู้ความเข้าใจ
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ
5. เจตคติและความสนใจ
6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

ประวิตร ชูศิลป์ (2524, น. 21-31) ได้กล่าวไว้ว่า ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่ละครั้ง จะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ และแบบสอบถามทั้งฉบับ ควรมีข้อสอบที่วัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้สัดส่วนกัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยได้เรียนไป และเกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนคติ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการนำความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปรการทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป การลงความเห็นจากข้อมูล

Bloom (1982, p. 45) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถือว่า สิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณอยู่จริง สิ่งนั้นสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดดังกล่าว ซึ่งผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในลักษณะทราบและประเมินระดับความรู้ทักษะและเจตคติของนักเรียน

Wilson (1971, pp. 643-696) ได้จำแนกการวัดผลสัมฤทธิ์ไว้เป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคำนวณ (Computation) หมายถึง ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์และนิยาม ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนมาแล้ว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ หลักการกฎทางคณิตศาสตร์ และสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปสู่ปัญหาอีกแบบหนึ่ง ความสามารถในการติดตามเหตุผล และความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาในเรื่องการเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูลและการมองเห็นลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน ซึ่งต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วช่วยในการแก้ปัญหา

Lyman (1991, p. 10) สอดรับการวัดผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ในเนื้อหาที่ต้องการวัดและคุณลักษณะของพฤติกรรมออกตามความเชื่อ เช่น ระดับความรู้ความสามารถตามแนวคิดของบลูม มี 6 ระดับดังนี้

1. ความรู้ (Knowledge) คือ สามารถจำเรื่องต่าง ๆ ได้ เช่น คำจำกัดความ สูตรต่าง ๆ วิธีการ เช่น นักเรียนสามารถบอกชื่อสารอาหาร 5 ชนิดได้ นักเรียนสามารถบอกชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนได้

2. ความเข้าใจ (Comprehensive) คือ สามารถแปลความ ขยายความและสรุปใจความสำคัญได้

3. การนำไปใช้ (Application) คือ สามารถนำความรู้ ซึ่งเป็นหลักการ ทฤษฎี ฯลฯ ไปใช้ในสถานการณ์ที่ต่างออกไปได้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เช่น วิเคราะห์องค์ประกอบความสัมพันธ์หลักการดำเนินการ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) คือ สามารถนำองค์ประกอบหรือส่วนต่าง ๆ เข้ามารวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย

6. การประเมินค่า (Evaluation) คือ สามารถพิจารณาและตัดสินจากข้อมูล คุณค่าของหลักการ โดยใช้มาตรการที่ผู้อื่นกำหนดไว้หรือตัวเองกำหนดขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นสิ่งที่ชี้ถึงผลลัพธ์ของการจัดการ ซึ่งนอกจากจะเป็นเรื่องพิจารณาความรู้ความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนแล้ว ยังแสดงถึงคุณค่าของหลักสูตร การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกิดขึ้นจากคุณภาพทางการเรียนการสอน

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถวัดสิ่งที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน โดยการวัดความรู้หรือพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งต้องครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย

2.3.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุป (2544, น. 114-115) กล่าวว่า แบบทดสอบปรนัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. แบบการถูก (True – False) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบชี้ว่า ข้อความที่กำหนดให้ นั้นถูกหรือผิด แบบทดสอบนี้ไม่ค่อยนิยมใช้ เพราะผู้ตอบมีทางเลือกได้เพียง 2 ทางเท่านั้น คือ ถูกกับผิด นอกจากนี้แบบทดสอบนี้ยังยากแก่การปรับปรุงให้มีคุณภาพสูงขึ้นและการวัดสมรรถภาพสมองได้ไม่ลึกซึ้งนัก

2. แบบจับคู่ (Matching) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดข้อความไว้ 2 ตอน ให้มีความสัมพันธ์กัน แล้วให้ผู้ตอบจับคู่ในความสัมพันธ์นั้น แบบทดสอบแบบนี้ยังนับว่าพอใช้ได้เพราะมีตัวเลือกหลายตัวเดาถูกได้ยาก

3. แบบเติมคำหรือข้อความให้สมบูรณ์ (Completion Type) แบบทดสอบนี้จะเว้นข้อความที่สำคัญของประโยคนั้นไว้ แล้วให้ผู้ตอบหาข้อความมาเติมให้สมบูรณ์

4. แบบเลือกตอบ (Multiple Choices) เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามแล้วมีคำตอบให้เลือก 4-5 ตัวเลือก โดยให้เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว ส่วนที่เหลืออีก 3-4 ตัวเลือกนั้นเป็นตัวลวง

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2538, น. 146) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นแบบทดสอบ ที่วัดความรู้ของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียน ตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบของครูหมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น เป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน เป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน หากพร้อมในส่วนใดจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐานหมายถึงแบบทดสอบที่สร้างขึ้น จากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนมีคุณภาพดีจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้หลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย ทั้งแบบทดสอบของครูและแบบทดสอบมาตรฐานจะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

2.1 วัดด้านการนำไปใช้

2.2 วัดด้านการวิเคราะห์

2.3 วัดด้านการสังเคราะห์

2.4 วัดด้านการประเมินค่า

สมนึก ภัททิยธนี (2546, น. 78-82) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐานแต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียนคือเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้างและมีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรีเขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ลักษณะทั่วไปถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก-ผิดคือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือกแต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้ามเช่นถูก-ผิดใช่-ไม่ใช่จริง-ไม่จริงเหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ ให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ เพื่อให้เห็นใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้ คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำแต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุดแล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบลักษณะทั่วไป ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือกในตอนเลือกนี้ จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวงปกติจะมีคำถาม ที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

สรุปได้ว่าประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถแบ่งได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะและความเหมาะสมที่ครูจะเลือกใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

2.3.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 130-132) กล่าวว่า ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผนการสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการทดสอบ สิ่งสำคัญประการแรกของผู้สร้างแบบทดสอบจะต้องรู้คือ อะไรคือจุดมุ่งหมายของการทดสอบ ทำไมจึงต้องมีการสอบและจะนำผลการสอบไปใช้อย่างไร

2. กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เนื้อหาที่ต้องการวัดได้จาก จุดมุ่งหมายของการทดสอบ ผู้สร้างข้อสอบจะต้องวิเคราะห์จำแนกเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ครอบคลุม เนื้อหาทั้งหมด สำหรับพฤติกรรมที่ต้องการวัดนั้น อาจจำแนกตามทฤษฎีใดทฤษฎีหนึ่ง เช่น ทฤษฎี ของบลูม ซึ่งจำแนกพฤติกรรมออกเป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นต้น

3. กำหนดลักษณะหรือรูปแบบของแบบทดสอบ อาจเลือกแบบทดสอบประเภท ความเรียงหรือแบบทดสอบอัตนัย แบบตอบสั้น และแบบเลือกตอบหรือแบบทดสอบปรนัย ซึ่งขึ้นอยู่กับ จุดมุ่งหมายของการทดสอบเช่นกัน

4. การจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นการวางแผนผัง การสร้างแบบทดสอบ ทำให้ผู้สร้างแบบทดสอบรู้ว่า ในแต่ละเนื้อหาจะต้องสร้างข้อสอบวัดพฤติกรรม ใดบ้าง พฤติกรรมละกี่ข้อ

5. กำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การสอบ เช่น คะแนน ระยะเวลาการสอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นดำเนินการสร้างแบบทดสอบ เป็นการเขียนข้อสอบตามเนื้อหา พฤติกรรม และรูปแบบของแบบทดสอบที่กำหนดไว้ โดยจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับร่าง

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบก่อนนำไปใช้ เมื่อสร้างแบบทดสอบแล้ว จึงนำแบบทดสอบไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งคุณภาพของแบบทดสอบอาจพิจารณาทั้ง คุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ได้แก่ ความยาก (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination) และคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ได้แก่ ความตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) การตรวจสอบสามารถทำได้ทั้งตรวจสอบเอง และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ การตรวจสอบเป็นการตรวจสอบ คุณภาพของข้อคำถาม – คำตอบ ตามหลักการสร้างแบบทดสอบที่ดี สำหรับการตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญ จะเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อดูว่าข้อคำถามแต่ละข้อสัมพันธ์สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของการวัดหรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหาและเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่

สมนึก ภัททิยธณี (2546, น. 63) กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ไว้ดังนี้

1. เขียนตอนนำให้เป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ แต่ไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบ อ่านต่อความ เพราะทำให้คำถามไม่กระชับ สับสน
2. เน้นเรื่องที่จะถามให้ชัดเจนและตรงจุด ไม่คลุมเครือ เพื่อผู้อ่านไม่ไขว้เขว
3. ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัดหรือถามในสิ่งที่ดีงามมีประโยชน์
4. หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ควรพิมพ์ตัวหนาหรือขีดเส้นใต้คำ ปฏิเสธนั้น แต่คำปฏิเสธซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง
5. อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย

6. เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพจน์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวเป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือมีทิศทางแบบเดียว ในรูปแบบที่เหมือนกันช่วยให้การใช้ตัวลงมีค่ามากขึ้น

7. ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลขนิยมเรียงจากน้อยไปหามาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาหาคำตอบได้สะดวก ไม่หลงและป้องกันการคาดเดาตัวเลือกมีค่ามาก

8. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดและปลายปิดให้เหมาะสม

9. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว

10. เขียนทั้งตัวถูกและตัวผิด ให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา

11. เขียนตัวเลือกให้อิสระขาดจากกัน

12. ควรมีตัวเลือก 4 – 5 ตัวเลือก

13. อย่าแนะคำตอบ

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นขั้นตอนในการจัดทำแบบทดสอบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการวางแผนการสร้าง ขั้นตอนการสร้างและขั้นตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ

2.3.6 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 117-118) กล่าวว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องมีการตรวจสอบและพัฒนาข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยตรวจสอบใน 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ความตรง (Validity) หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงเรื่อง ตรงเป้าหมายที่ผู้ออกแบบทดสอบตั้งใจวัด แบ่งได้เป็น 4 ประเภท

1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง การตรวจสอบดูว่าข้อคำถามที่สร้าง วัดเนื้อหาเรื่องนั้นหรือไม่ และแบบทดสอบฉบับนั้นวัดครบถ้วนทุกหัวข้อในขอบเขตที่กำหนดจะวัด

1.2 ความตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ความสอดคล้องสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากการสอบกับสภาพการณ์ที่เป็นอยู่จริง ๆ ของผู้เข้าสอบ กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการยอมรับว่าเก่งวิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อตอบแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ก็ควรได้คะแนนมาก ทำนองเดียวกันนักเรียนที่อ่อนวิชาวิทยาศาสตร์ก็ควรได้คะแนนน้อย ลักษณะเช่นนี้ถือว่าแบบทดสอบมีความตรงตามสภาพ ซึ่งถือว่าสภาพของผู้เข้าสอบในขณะนั้นเป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบ

1.3 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความสอดคล้องสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่สอบด้วยแบบทดสอบฉบับหนึ่งกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อได้เรียนเสร็จแล้ว กล่าวคือ แบบทดสอบใดมีความตรงเชิงพยากรณ์แบบทดสอบนั้นจะสามารถทำนายผลการเรียนในอนาคตได้

1.4 ความตรงเชิงโครงสร้างตามสภาพ (Construct Validity) หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดองค์ประกอบต่าง ๆ ได้ ซึ่งเป็นโครงสร้างของเรื่องนั้น เช่น การใช้ภาษาและการแปลคำศัพท์ เป็นโครงสร้างของทักษะการอ่าน

2. ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ คือ คะแนนที่ได้จากการสอบกับบุคคลกลุ่มหนึ่งจะมีความคงที่หรือเท่าเดิม หรืออาจต่างไปจากเดิม แต่ลำดับที่ยังคงเดิมไม่ว่าจะทดสอบสักกี่ครั้งก็ตาม วิธีหาความเที่ยง ได้แก่

2.1 วิธีการสอบซ้ำ (Test – Retest)

2.2 วิธีแบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Form)

2.3 วิธีแบบแบ่งครึ่งฉบับ (Split - half)

2.4 วิธีแบบคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

2.5 วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient)

3. ความยาก (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ที่ทำแบบทดสอบกับจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด ความยากมีค่าตั้งแต่ 0-1 ใช้สัญลักษณ์ p แทนความยาก โดยมีความหมายดังนี้ ถ้า p ตั้งแต่ 0.20-0.80 แสดงว่าข้อสอบมีคุณภาพควรเลือกไว้ใช้ ถ้า p ตั้งแต่ 0.40-0.60 แสดงว่าข้อสอบมีความยากปานกลาง ถ้า p เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบง่ายมาก ถ้า p เข้าใกล้ 0.00 แสดงว่าข้อสอบยากมาก

4. อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นประสิทธิภาพของข้อสอบในการจำแนกเด็กเก่งออกจากเด็กอ่อน อำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 ใช้สัญลักษณ์ r แทนอำนาจจำแนก โดยมีความหมายดังนี้ ถ้า r ตั้งแต่ 0.20-0.80 แสดงว่าข้อสอบมีคุณภาพควรเลือกไว้ใช้ ถ้า r เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง ถ้า r เข้าใกล้ 0.00 แสดงว่าข้อสอบมีอำนาจจำแนกต่ำ ถ้า r เป็นลบแสดงว่าจำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบข้อนั้นถูกมากกว่าจำนวนคนในกลุ่มสูงจึงเป็นข้อสอบที่ใช้ไม่ได้

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยพิจารณาเป็นรายข้อ คือ ความยากและอำนาจจำแนก ส่วนการพิจารณาทั้งฉบับ คือ ความตรง ความเที่ยงและความเชื่อมั่นทั้งฉบับ

2.4 การคิดวิเคราะห์

2.4.1 ความหมายการคิดวิเคราะห์

พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติพุทธศักราช (2531, น. 492) คำว่า คิดหมายถึง นึกคิด ระลึก ตรึกตรอง ส่วนคำว่า วิเคราะห์หมายถึงว่า ดู สังเกต ใคร่ครวญ อย่างละเอียดรอบครอบในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยหาส่วนดี ส่วนบกพร่อง หรือจุดเด่นจุดด้อยของเรื่องนั้น ๆ แล้วเสนอแนะสิ่งที่ดีที่เหมาะสมอย่างยุติธรรม

ชัยอนันต์ สมุทวณิช (2542, น. 14) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ คือการแสวงหาข้อเท็จจริงด้วยการระบุ จำแนก แยกแยะ ข้อมูลในสถานการณ์ที่เป็นแหล่งคิดวิเคราะห์ ทั้งที่เป็นข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น หรือจุดเด่น จุดด้อย ในสถานการณ์เป็นการจัดข้อมูลให้เป็น ระบบเพื่อไปใช้เป็นพื้นฐานในการคิดระดับอื่น ๆ

อรพรรณ พรสีมา (2543, น. 24) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะการคิดระดับกลาง ซึ่งจะต้องได้รับการพัฒนาต่อจากทักษะการคิดพื้นฐาน มีการพัฒนาแง่มุมของข้อมูลโดยรอบด้านเพื่อหาเหตุผลและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, น. 251) ให้ความหมายคำว่า “คิด” หมายความว่า ทำให้ปรากฏเป็นรูปหรือประกอบให้เป็นรูปหรือเป็นเรื่องขึ้นในใจ ใคร่ครวญ ไตร่ตรอง คาคะเนคำนวน มุ่งจงใจ ตั้งใจ ส่วนคำว่า “วิเคราะห์” มีความหมายว่าใคร่ครวญ แยกออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ ดังนั้นคำว่า คิดวิเคราะห์ จึงมีความหมายว่า เป็นการใคร่ครวญ ตรึกตรองอย่างละเอียดรอบคอบแยกเป็นส่วน ๆ ในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยหาจุดเด่น จุดด้อยของเรื่องนั้น และเสนอแนะสิ่งที่เหมาะสมอย่างมีความเป็นธรรมและเป็นไปได้ ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพการคิดวิเคราะห์จึงสามารถกระทำได้ โดยการฝึกทักษะการคิดและให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการคิดวิเคราะห์สามารถเสนอความคิดของตนและอภิปรายร่วมกันในกลุ่มอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอโดยครูและนักเรียนต่างยอมรับเหตุผลและความคิดของแต่ละคน โดยเชื่อว่าไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 24) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นความสามารถในการจำแนกแจกแจงและแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 9) ให้ความหมายของการวิเคราะห์และการคิดวิเคราะห์ว่าการวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่ามีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง ทำมาจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไรและมีความ

เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหา สภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

ชาตรี สำราญ (2548, น. 40-41) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า การคิดวิเคราะห์คือ การรู้จักพิจารณา ค้นหาใคร่ครวญ ประเมินค่าโดยใช้เหตุผลเป็นหลักในการหาความสัมพันธ์เชื่อมโยง หล่อหลอมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ แบบอย่างสมเหตุสมผลก่อนที่จะตัดสินใจ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549, น. 5) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการระบุเรื่องหรือปัญหา จำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ระบุเหตุผลหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลหรือหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้เพียงพอในการตัดสินใจ/แก้ปัญหา/คิดสร้างสรรค์นักรศึกษาและนักวิจัยส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับความหมายของการคิดวิเคราะห์ที่สอดคล้องกัน คือ การคิดวิเคราะห์หมายถึง การพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ในส่วนย่อย ๆ ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ด้านความสัมพันธ์และด้านหลักการจัดการโครงสร้างของการสื่อความหมาย และสอดคล้องกับกระบวนการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ คือ การคิดจำแนก รวบรวมเป็นหมวดหมู่ และจับประเด็นต่าง ๆ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ดังนั้น การคิดเชิงวิเคราะห์เป็นทักษะการคิดที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ และให้คงทนจนถึงระดับมหาวิทยาลัย เพื่อให้ นักเรียนสามารถคิดได้ด้วยตัวเอง เกิดความสำเร็จในการเรียนรู้ เพราะการเรียนรู้ที่ดีต้องเป็นเรื่องของการรู้จักคิด

Dewey (1933) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง โดยอธิบายขอบเขตการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยาก และสิ้นสุดลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

Russel (1956) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องใช้การพิจารณาตัดสินใจในเรื่องราวต่าง ๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่ โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อน ๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสินใจ

Bloom, 1956 (อ้างถึงใน ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น. 41-44) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการของอะไร

Watson and Glaser (1964, p. 11) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้และทักษะ โดยทัศนคติเป็นการแสดงออกทางจิตใจ ต้องการสืบค้นปัญหาที่มีอยู่ ความรู้จะเกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์การสรุปความอย่างเที่ยงตรงและการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติและความรู้

Ennis. (1985, p. 83) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ เป็นการประเมินข้อความได้ถูกต้อง เป็นการคิดแบบตรรกะตรงและมีเหตุผล เพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ

สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยของเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายอะไรและส่วนย่อยนั้นมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไรและเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด เพื่อให้เกิดความเข้าใจจนสามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สามารถวัดการคิดวิเคราะห์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเป็น เรียนรู้เป็น สามารถจำแนก ให้เหตุผล จับประเด็นเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ จากข้อมูลที่ได้รับการพิจารณาแล้ว

2.4.2 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

เสงี่ยม ไตรรัตน์ (2546, น. 28) กล่าวถึง ลักษณะของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล ความเชื่อถือได้ของข้อมูล และการใช้ทักษะเหล่านั้นอย่างมีปัญญาเพื่อการชี้นำพฤติกรรมดังนั้น การคิดวิเคราะห์จึงมีลักษณะต่อไปนี้

1. การคิดวิเคราะห์จะไม่เป็นเพียงการรู้หรือการจำข้อมูลเพียงอย่างเดียว เพราะการคิดวิเคราะห์จะเป็นการแสวงหาข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้
2. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การมีทักษะเท่านั้น แต่การคิดวิเคราะห์จะต้องเกี่ยวกับการใช้ทักษะอย่างต่อเนื่อง
3. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การฝึกทักษะอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้องมีทักษะที่จะต้องคำนึงถึงผลที่ยอมรับได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 15-16) กล่าวถึง ลักษณะของการคิดวิเคราะห์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ โดยทั่วไปสามารถแยกแยะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ ได้ดังนี้

1. การสังเกต จากการสังเกตข้อมูลมาก ๆ สามารถสร้างเป็นข้อเท็จจริงได้
2. ข้อเท็จจริง จากการรวบรวมข้อเท็จจริง และการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงบางอย่างที่ขาดหายไป สามารถทำให้มีการตีความได้
3. การตีความ เป็นการทดสอบความเที่ยงตรงของการอ้างอิง จึงทำให้เกิดการตั้งข้อตกลงเบื้องต้น
4. การตั้งข้อตกลงเบื้องต้น ทำให้สามารถมีความคิดเห็น
5. ความคิดเห็น เป็นการแสดงความคิดจะต้องมีหลักและเหตุผลเพื่อพัฒนาข้อวิเคราะห์ นอกจากนั้น เป็นกระบวนการที่อาศัยองค์ประกอบเบื้องต้นทุกอย่างร่วมกัน โดยทั่วไปนักเรียนจะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและข้อเท็จจริง หากนักเรียนเข้าใจถึงความแตกต่างก็จะทำให้นักเรียนเริ่มพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

สุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 23-24) ได้จำแนกลักษณะของการคิดวิเคราะห์ ไว้เป็น 3 ด้าน คือ

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการแยกแยะ ค้นหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ตัวอย่างคำถาม เช่น อะไรเป็นสาเหตุสำคัญของการระบาดไข้หวัดนกในประเทศไทย
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างคำถาม เช่น การพัฒนาประเทศกับการศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างไร
3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด ตัวอย่างคำถาม เช่น หลักการสำคัญของศาสนาพุทธ ได้แก่อะไร

จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์นั้นจะต้องกำหนดสิ่งที่จะต้องวิเคราะห์ กำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการจะวิเคราะห์ แล้วจึงวิเคราะห์อย่างมีหลักเกณฑ์ โดยใช้วิธีการพิจารณาแยกแยะ เทคนิควิธีการในการวิเคราะห์ เพื่อรวบรวมประเด็นสำคัญหาคำตอบให้กับคำถาม โดยมีลักษณะของการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ วิเคราะห์ความสำคัญและวิเคราะห์หลักการของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

1. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้แก่ การเชื่อมโยงข้อมูล ตรวจสอบแนวคิดสำคัญ และความเป็นเหตุเป็นผล แล้วนำมาหาความสัมพันธ์และข้อขัดแย้งในแต่ละสถานการณ์ได้
2. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญได้แก่ การจำแนกแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและสมมติฐานแล้วนำมาสรุปความได้

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ ได้แก่ การวิเคราะห์รูปแบบ โครงสร้าง เทคนิค วิธีการ และการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด โดยสามารถแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและทัศนคติของผู้เขียนได้

สรุปได้ว่า ลักษณะของการคิดวิเคราะห์ เป็นการให้เหตุผลในสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ว่า มีความสัมพันธ์กันในลักษณะใด ผู้วิจัยใช้ลักษณะการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน คือ การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การคิดวิเคราะห์ความสำคัญและการคิดวิเคราะห์หลักการ

2.4.3 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548, น. 52) กล่าวว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นกับความรู้ประสบการณ์และค่านิยม

2. การมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

3. การช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม ขอบเขตของคำถาม ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์จะยึดหลัก 5 W 1 H คือ ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How)

4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (คำถาม) ค้นหาคำตอบได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมกับสิ่งนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้อง เมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบต่ออย่างไร มีองค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น มีวิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้อย่างไร มีแนวทางแก้ไขปัญหอย่างไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต ลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรเขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

วนิช สุธาร์ตน์ (2547, น. 125-128) การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการที่ใช้ปัญญา หรือใช้ความคิดนำพฤติกรรม ผู้ที่คิดวิเคราะห์เป็น จึงสามารถใช้ปัญญานำชีวิตได้ในทุก ๆ สถานการณ์ เป็นบุคคลที่ไม่โลภไม่เห็นแก่ตัวไม่ยึดเอาตัวเองเป็นศูนย์กลาง มีเหตุผล ไม่มีอคติ มีความยุติธรรม และพร้อมที่จะสร้างสันติสุขในทุกโอกาส การคิดวิเคราะห์จะต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญสองเรื่อง คือ เรื่องความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้องกับเทคนิคการตั้งคำถามเพื่อใช้ในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งทั้งสองเรื่องมีความสำคัญต่อการคิดวิเคราะห์เป็นอย่างยิ่ง

ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง มีความสำคัญเนื่องจากในเรื่องของการคิดการใช้ปัญญาทั้งหลายนั้น เรื่องของเหตุผลจะต้องมีความสำคัญ ถ้าเหตุผลที่ให้ในเบื้องต้นไม่ถูกต้อง หรือมีความคลุมเครือไม่ชัดเจนแล้ว กระบวนการคิดก็จะมีผลไม่ชัดเจนตามไปด้วยการเชื่อมโยงสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันย่อมไม่สามารถกระทำได้ และมีผลสืบเนื่องต่อไปคือ ทำให้การสรุปประเด็น

ที่ต้องการทั้งหลายขาดความชัดเจน หรืออาจผิดพลาดตามไปด้วย ความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้องประกอบด้วย (Center for Critical Thinking)

1. วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการให้เหตุผล วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการให้เหตุผลต้องมีความชัดเจนโดยปกติการให้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ บุคคลจะต้องให้เหตุผลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของเรื่องนั้น เช่นในการเขียนเรียงความ งานวิจัย การอภิปราย ฯลฯ ถ้าวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้มีความชัดเจน การให้เหตุผลก็จะเป็นเรื่องง่าย แต่ถ้าไม่ชัดเจน หรือมีความสลับซับซ้อน จะต้องทำให้ชัดเจนการให้เหตุผลก็จะเป็นเรื่องง่าย หรืออาจจะต้องแบ่งแยกออกเป็นข้อย่อย ๆ เพื่อลดความสลับซับซ้อนลง และนอกจากนี้เป้าหมายจะต้องมีความสำคัญและมองเห็นว่าสามารถจะทำให้สำเร็จได้จริง ๆ

2. ความคิดเห็นหรือกรอบความจริงที่นำมาอ้าง เมื่อมีการให้เหตุผล ต้องมีความคิดเห็นหรือกรอบของความจริงที่นำมาสนับสนุน ถ้าสิ่งที่นำมาอ้างมีข้อบกพร่อง การให้เหตุผลก็จะผิดพลาดหรือบกพร่องตามไปด้วย ความคิดเห็นที่แคบเฉพาะตัว ซึ่งอาจเกิดจากอคติหรือการเทียบเคียงที่ผิด ทำให้การให้เหตุผลทำได้ในขอบเขตอันจำกัด เทียงตรง และมีเสถียรภาพ

3. ความถูกต้องของสิ่งที่อ้างอิง การอ้างอิงข้อมูล ข่าวสาร เหตุการณ์ หรือสิ่งต่าง ๆ มีหลักการอยู่ว่า สิ่งที่นำมาอ้างจะต้องมีความชัดเจน มีความสอดคล้อง และมีความถูกต้องแน่นอนถ้าสิ่งที่นำมาอ้างผิดพลาดการสรุปผลหรือการสร้างกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เป็นผลสืบเนื่องย่อมผิดพลาดด้วย สิ่งที่ต้องระมัดระวังก็คือ ต้องเข้าใจข้อจำกัดของข้อมูลต่าง ๆ ลองหาข้อมูลอื่น ๆ ที่มีลักษณะตรงกันข้าม หรือขัดแย้งกับข้อมูลที่เราอยู่บ้างว่ามีหรือไม่และก็ต้องแน่ใจว่าข้อมูลที่ใช้อ้างนั้นมีความสมบูรณ์เพียงพอด้วยข้อมูลข่าวสารที่ไม่มีความถูกต้อง มีการบิดเบือนหรือการนำเสนอเพียงบางส่วนและปิดบังหรือมีเจตนาปล่อยปะละเลยในบางส่วน ทำให้การนำไปอ้างอิงหรือเผยแพร่ขาดความสมบูรณ์ก่อให้เกิดความได้เปรียบเสียเปรียบ หรือสร้างความเสียหายต่อบุคคลองค์กรหรือสังคมได้ ดังนั้นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลข่าวสารก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการอ้างอิงทุก ๆ เรื่องจึงเป็นเรื่องที่ควรกระทำด้วยความรอบคอบและระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง

4. การสร้างความคิดหรือความคิดรวบยอด การให้เหตุผลจะต้องอาศัยการสร้างความคิดหรือความคิดรวบยอด ซึ่งมีตัวประกอบที่สำคัญคือทฤษฎี กฎ หลักการ อันเป็นตัวประกอบสำคัญของการสร้างความคิดหรือความคิดรวบยอดถ้าหากเข้าใจผิดพลาดในเรื่องของทฤษฎี กฎ หรือหลักการต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว การสร้างความคิดหรือความคิดรวบยอดก็จะผิดพลาด การให้เหตุผลก็จะไม่ถูกต้องด้วย ดังนั้นเมื่อสร้างความคิดหรือความคิดรวบยอดขึ้นมาได้แล้ว จะต้องแสดงหรืออธิบาย เพื่อป้องกันออกมาให้ชัดเจน ลักษณะของความคิดรวบยอดที่ดีจะต้องมีความกระจ่างมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์มีความลึกซึ้ง และมีความเป็นกลางไม่โน้มเอียงไปทางใดทางหนึ่ง

5. ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลกับสมมติฐาน การให้เหตุผลขึ้นอยู่กับสมมติฐาน เมื่อได้มีการกำหนดสมมติฐานขึ้นมาในกระบวนการแก้ปัญหา ต้องแน่ใจว่าสมมติฐานนั้น กำหนดขึ้นจากสิ่งที่เป็นความจริงและจากหลักฐานที่ปรากฏอยู่ ความบกพร่องในการให้เหตุผลสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อบุคคลไปติดยึดในสมมติฐานที่ตั้งขึ้น จนทำให้ความคิดเห็นโน้มเอียงหรือผิดไปจากสภาพที่ควรจะเป็น สมมติฐานที่ดีจะต้องมีความชัดเจน สามารถตัดสินใจ และมีเสถียรภาพเช่นเดียวกัน

6. การลงความเห็น การให้เหตุผลในทุก ๆ เรื่อง จะต้องแสดงถึงความเข้าใจด้วยการสรุปและให้ความหมายของข้อมูล ลักษณะการให้เหตุผลนั้นโดยธรรมชาติจะเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่เชื่อมโยงกันอยู่ระหว่างเหตุกับผล เช่นเพราะว่าสิ่งนี้เกิดสิ่งนั้นจึงเกิดขึ้น หรือเพราะว่าสิ่งนี้เป็นอย่างนี้สิ่งนี้เกิดขึ้นจากสิ่งนี้จึงเป็นอย่างนั้น ถ้าความเข้าใจในข้อมูลเบื้องต้นผิดพลาดการให้เหตุผลย่อมผิดพลาดด้วย ทางออกที่ดีก็คือ การลงความเห็นจะทำได้ก็ต่อเมื่อมีหลักฐานบ่งบอกอย่างชัดเจน จะต้องตรวจสอบความเห็นนั้นสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อไหนและมีอะไรเป็นตัวชี้ นำอยู่อีกบ้าง ซึ่งอาจทำให้การลงความเห็นผิดพลาด

7. การนำไปใช้ เมื่อมีข้อสรุปแล้วจะต้องมีการนำไปใช้หรือมีผลสืบเนื่อง จะต้องมีความคิดเห็นประกอบว่าข้อสรุปที่เกิดขึ้นนั้น สามารถนำไปใช้ได้มากน้อยเพียงใด ควรจะนำไปใช้ลักษณะใดจึงจะถูกต้อง ลักษณะใดไม่ถูกต้อง โดยพยายามคิดถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่อาจเป็นผลต่อเนื่องที่สามารถเกิดขึ้นได้ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การคิดวิเคราะห์ที่ดีหรือมีมาตรฐาน ในอันดับแรกจะต้องรู้จักการให้เหตุผลที่ถูกต้อง ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่าง ตามที่ได้แสดงรายละเอียดมาแล้ว เรื่องที่สำคัญและเป็นหัวใจของการคิดวิเคราะห์อีกเรื่องหนึ่งก็คือ เทคนิคการตั้งคำถาม เพื่อการวิเคราะห์เป็นการบอกให้ทราบว่า นักคิดวิเคราะห์จะต้องใช้คำถามอย่างไร เพื่อเป็นการนำความคิดไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ เป็นเรื่องที่มีความสำคัญพอ ๆ กับความสามารถ ในการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง การตั้งคำถามที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้การใช้เหตุผลเป็นไปด้วยความสะดวก มีระบบและช่วยแก้ปัญหาได้ นักคิดวิเคราะห์ต้องมีความสามารถในการตั้งคำถามหลาย ๆ แบบ คำถามที่ต้องการคำตอบกว้าง ๆ ต้องการหลาย ๆ คำตอบ คำถามต้องการคำตอบเดียวแต่มีความลึกซึ้ง ลักษณะคำถามที่จะช่วยให้ค้นหาเหตุผลในระดับลึก หรือมีเหตุผลจากการใช้ปัญญาของการคิดวิเคราะห์นั้น จะต้องมียุทธศาสตร์ 8 ประการ (Center for Critical Thinking อ้างถึงใน วณิช สุรารัตน์, 2547, น. 128-130) ดังต่อไปนี้

1. ความชัดเจน (Clarity) ความชัดเจนของปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของการคิด เช่น ตัวอย่างของปัญหาที่ตั้งขึ้นมาเพื่อตรวจสอบความชัดเจน เช่นยังมีเรื่องอะไรอีกในส่วนนี้ที่เรายังไม่รู้สามารถยกตัวอย่างมาอ้างอิงได้หรือไม่ สามารถอธิบายขยายความส่วนนั้นให้มากขึ้นได้หรือไม่

2. ความเที่ยงตรง (Accuracy) เป็นคำถามที่บอกว่าทุกคนสามารถตรวจสอบได้ถูกต้องตรงกันหรือไม่ เช่น จริงหรือ เป็นไปได้หรือไม่ถึงเป็นไปได้ สามารถตรวจสอบได้หรือไม่ ตรวจสอบอย่างไร เราจะหาข้อมูลหลักฐานได้อย่างไร ถ้าตรงนั้นเป็นเรื่องจริงเราจะทดสอบมันได้อย่างไร

3. ความกระชับ ความพอดี (Precision) เป็นความกะทัดรัด ความเหมาะสม ความสมบูรณ์ของข้อมูล เช่น จำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องนี้อีกหรือไม่ ทำให้ดูดีกว่านี้ได้หรือไม่ ทำให้กระชับกว่านี้ได้หรือไม่

4. ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง (Relevance) เป็นการตั้งคำถามเพื่อคิดเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เช่น สิ่งนั้นเกี่ยวข้องกัปัญหาอย่างไร มันเกิดสิ่งต่าง ๆ ขึ้นตรงนั้นได้อย่างไร ผลที่เกิดขึ้นตรงนั้น มันมีที่มาอย่างไร ตรงส่วนนั้นช่วยให้เราเข้าใจอะไรได้บ้าง

5. ความลึก (Depth) หมายถึง ความหมายในระดับที่ลึกความคิดลึกซึ้ง การตั้งคำถามที่สามารถเชื่อมโยงไปยังการคิดหาคำตอบที่ลึกซึ้ง ถือว่าคำถามนั้นมีคุณค่ายิ่ง เช่น ตัวประกอบอะไรบ้างที่ทำให้ตรงนี้เป็นปัญหาสำคัญ อะไรที่ทำให้ปัญหาเรื่องนี้มันซับซ้อน สิ่งใดบ้างที่เป็นความลำบากหรือความยุ่งยากที่เราจะต้องพบ

6. ความกว้างของการมอง (Breadth) เป็นการทดลองเปลี่ยนมุมมอง โดยให้ผู้อื่นช่วยเช่น จำเป็นจะต้องมองสิ่งนี้จากด้านอื่น คนอื่น ด้วยหรือไม่ มองปัญหานี้โดยใช้วิถีทางอื่น ๆ บ้างหรือไม่ ควรจะให้ความสำคัญของความคิดเห็นจากบุคคลอื่นหรือไม่ ยังมีข้อมูลอะไรในเรื่องนี้อีกหรือไม่ที่ไม่นำมากล่าวถึง

7. หลักตรรกวิทยา (Logic) มองในด้านของความคิดเห็นและการใช้เหตุผล เช่น ทุกเรื่องที่เรารู้ เราเข้าใจตรงกันหมดหรือไม่ สิ่งที่คุณมีหลักฐานอ้างอิงหรือไม่ สิ่งที่คุณนั้นเป็นเหตุผลที่สมบูรณ์หรือไม่ สิ่งที่คุณอ้างมีขอบข่ายครอบคลุมรายละเอียดทั้งหมดหรือไม่

8. ความสำคัญ (Significance) ซึ่งหมายถึง การตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบว่าสิ่งเหล่านั้นมีความสำคัญอย่างแท้จริงหรือไม่ ทั้งนี้เนื่องจากในบางครั้งพบว่า ความสำคัญเป็นสิ่งที่เราต้องการจะให้เป็นอย่างมากกว่าเป็นความสำคัญจริง ๆ เช่น ส่วนไหนของความจริงที่สำคัญที่สุด ยังมีเรื่องอื่น ๆ ที่มีความสำคัญอยู่อีกหรือไม่ นี่คือนปัญหาที่สำคัญที่สุดในเรื่องนี้ใช่หรือไม่ ตรงนี้เป็นจุดสำคัญที่ควรให้ความสนใจหรือไม่

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การคิดวิเคราะห์จะเกิดความสมบูรณ์ได้นั้น นอกจากจะต้องอาศัยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้องแล้ว เรื่องของเทคนิคการตั้งคำถามเพื่อการวิเคราะห์ก็มีความสำคัญที่ไม่ยิ่งหย่อนกว่ากัน โดยที่องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะทำงานประสานสัมพันธ์กันอย่างกลมกลืนในทุก ๆ ขั้นตอนของกระบวนการคิดวิเคราะห์ ส่วนประกอบทั้งสองส่วนจะต้องไปด้วยกัน คุณค่า ความสวยงาม ความลงตัว รวมทั้งประโยชน์อย่างสมบูรณ์จึงจะเกิดขึ้นได้

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ ประกอบไปด้วยความสามารถในการให้เหตุผล และเทคนิคการตั้งคำถาม ซึ่งช่วยส่งเสริมให้เกิดความคิดวิเคราะห์ที่สมบูรณ์และสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้

2.4.4 กระบวนการคิดวิเคราะห์

มนตรี วงษ์สะพาน (2556, น. 125-139) ได้กำหนดกระบวนการคิดวิเคราะห์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหา เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะแก้ไขมากขึ้น

2. การวิเคราะห์หาคำตอบหรือทางออกของปัญหา ซึ่งสามารถประยุกต์แนวคิดของ มาร์ซาโน (Marzano) ได้ดังนี้

2.1 กระบวนการหาคำตอบด้วยการเปรียบเทียบ ซึ่งจะทำให้สามารถจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา และสามารถเข้าใจปัญหานั้นมากขึ้น เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งอาจใช้เครื่องมือช่วยคิด เช่น การใช้แผนผังเปรียบเทียบเวนน์ การเปรียบเทียบโดยใช้ตารางวิเคราะห์ และการหาลักษณะร่วม เป็นต้น

2.2 กระบวนการหาคำตอบด้วยการจัดหมวดหมู่ เป็นการรวบรวมองค์ประกอบให้เป็นหมวดหมู่หรือเป็นประเภท ซึ่งเป็นพื้นฐานของการคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยอาจให้นักเรียนใช้ผังต่าง ๆ ในการจัดหมวดหมู่ เช่น ผังจัดประเภท และผังต้นไม้ เป็นต้น

2.3 กระบวนการหาคำตอบโดยการทบทวนข้อผิดพลาด เป็นการค้นหาเหตุผลที่น่าจะผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนออกจากเหตุผลที่เราสร้างขึ้นโดยนำหลักฐานต่าง ๆ มาอ้างอิง ซึ่งมีขั้นตอนการทบทวนข้อผิดพลาด โดยเริ่มจากจำแนกส่วนประกอบของเรื่องนั้น จากนั้นตรวจสอบว่าเหตุและผลที่ให้นั้นมีข้อผิดพลาดอย่างไร แล้วหาข้ออธิบายการเชื่อมโยงเหตุและผลนั้น ๆ สุดท้ายคือเขียนสรุปความคิดการลำดับเหตุผล

3. การสรุปคำตอบและกำหนดกรอบแนวคิด

3.1 กระบวนการสรุปข้อค้นพบในเชิงหลักการ เป็นกระบวนการสร้างข้อสรุปเพื่ออ้างอิงหรือสร้างหลักการใหม่จากสารสนเทศเดิมที่รู้จักอยู่แล้ว โดยใช้วิธีการลงความเห็นสรุปด้วยวิธีการแบบอุปนัย และนิรนัย

3.2 กระบวนการนำหลักการไปใช้ เป็นการเรียบเรียงความคิด กำหนดกลวิธี หรือ คาดการณ์เรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งอยู่บนฐานของหลักการ

4. การขยายผลสู่การปฏิบัติหรือสร้างสรรค์ผลงาน โดยส่งเสริมให้ข้อค้นพบต่าง ๆ ของผู้เรียนนำไปสู่การปฏิบัติหรือสร้างสรรค์ผลงานให้เป็นรูปธรรม

กระบวนการคิดวิเคราะห์ เป็นการแสดงให้เห็นจุดเริ่มต้น สิ่งที่สืบเนื่องหรือเชื่อมโยงสัมพันธ์กันในระบบการคิด และจุดสิ้นสุดของการคิด โดยกระบวนการคิดวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบเรื่องความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง รวมทั้งเทคนิคการตั้งคำถามจะต้องเข้าไปเกี่ยวข้องในทุก ๆ ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ผู้ที่จะทำการคิดวิเคราะห์จะต้องทำความเข้าใจปัญหาอย่างกระจ่างแจ้ง ด้วยการตั้งคำถามหลาย คำถาม เพื่อให้เข้าใจปัญหาต่าง ๆ ที่กำลังเผชิญอยู่นั้นอย่างดีที่สุด

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ในขั้นนี้ผู้ที่จะทำการคิดวิเคราะห์ จะต้องรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากการสังเกต จากการอ่าน จากข้อมูลการประชุม จากข้อเขียน บันทึกการประชุม บทความ จากการสัมภาษณ์ การวิจัย และอื่น ๆ การเก็บข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง และด้วยวิธีการหลาย ๆ วิธีจะทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ ชัดเจน และมีความเที่ยงตรง

ขั้นที่ 3 พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล หมายถึง ผู้ที่คิดวิเคราะห์พิจารณาความถูกต้องเที่ยงตรงของสิ่งที่นำมาอ้าง รวมทั้งการประเมินความพอเพียงของข้อมูลที่จะนำมาใช้

ขั้นที่ 4 การจัดข้อมูลเข้าเป็นระบบ เป็นขั้นที่ผู้คิดจะต้องสร้างความคิด ความคิดรวบยอด หรือสร้างหลักการขึ้นให้ได้ ด้วยการเริ่มต้นจากการระบุลักษณะของข้อมูล แยกแยะข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็น จัดลำดับความสำคัญของข้อมูล พิจารณาขีดจำกัดหรือขอบเขตของปัญหารวมทั้งข้อตกลงพื้นฐาน การสังเคราะห์ข้อมูลเข้าเป็นระบบและกำหนดข้อสันนิษฐานเบื้องต้น

ขั้นที่ 5 ตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่นักคิดวิเคราะห์จะต้องนำข้อมูลที่จัดระบบระเบียบแล้ว มาตั้งเป็นสมมติฐาน เพื่อกำหนดขอบเขตและการหาข้อสรุปของข้อคำถาม หรือปัญหาที่กำหนดไว้ ซึ่งจะต้องอาศัยความคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์ในเชิงของเหตุผลอย่างถูกต้อง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจะต้องมีความชัดเจนและมาจากข้อมูลที่ถูกต้องปราศจากอคติหรือความลำเอียงของผู้ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 6 การสรุป เป็นขั้นตอนของการลงความเห็น หรือการเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลกับผลอย่างแท้จริง ซึ่งผู้คิดวิเคราะห์จะต้องเลือกพิจารณาเลือกวิธีการที่เหมาะสมตามสภาพของข้อมูลที่ปรากฏ โดยใช้เหตุผลทั้งทางตรรกศาสตร์ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และพิจารณาถึงความเป็นไปได้ตามสภาพที่เป็นจริงประกอบกัน

ขั้นที่ 7 การประเมินข้อสรุป เป็นขั้นสุดท้ายของการคิดวิเคราะห์ เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุป และพิจารณาผลสืบเนื่องที่จะเกิดขึ้นต่อไป เช่น การนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง หรือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ๆ

สรุปได้ว่ากระบวนการคิดวิเคราะห์มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของมนุษย์ การคิดวิเคราะห์เป็นจะช่วยให้นักศึกษามองเห็นปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา รู้จักปัญหาอย่างแท้จริง และจะสามารถแก้ปัญหาทั้งหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.5 การวัดการคิดวิเคราะห์

ลัวน สายยศและอังคณา สายยศ (2539, น. 41-44) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยของสถานการณ์หรือเนื้อหาว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์อะไร นอกจากนี้ยังมีส่วนย่อยใดที่สำคัญในแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นว่าการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ มาประกอบการพิจารณาวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่ยู่นั้นอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องส่วนย่อยในปรากฏการณ์หรือเนื้อหานั้น หรือค้นหาว่าแต่ละเหตุการณ์มีความสำคัญอะไรที่ไปเกี่ยวพันกัน
3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่เข้าใจว่าเรื่องราวนั้นยึดหลักการหรือปรัชญาใด อาศัยเทคนิคหรือหลักการใด

สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการวัดทักษะกระบวนการคิดในการแยกแยะเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ว่ามีสิ่งใดสำคัญที่สุด ความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร อาศัยเทคนิคหรือหลักการใด เพื่อสนับสนุนให้มีการตัดสินใจที่ถูกต้อง

2.4.6 การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์

2.4.6.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมิน ผู้พัฒนาต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำ แบบประเมินว่าต้องการประเมินการคิดทั่ว ๆ ไปหรือการคิดเฉพาะวิชา การประเมินนั้นมุ่งติดตามความก้าวหน้าของการคิดหรือต้องการเน้นการประเมินผลสรุปรวม สำหรับการตัดสินใจรวมทั้งการแปลผลการประเมินเน้นการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกลุ่ม

2.4.6.2 กำหนดกรอบของการวัด ผู้พัฒนาควรคัดเลือกแนวคิดหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบทและจุดมุ่งหมายที่ต้องการเป็นหลัก แล้วศึกษาให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งเพื่อกำหนดโครงสร้าง/องค์ประกอบของการคิดตามทฤษฎีของแต่ละองค์ประกอบในเชิงรูปธรรมของพฤติกรรมที่สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะแต่ละองค์ประกอบได้

2.4.6.3 การสร้างผังข้อสอบ เป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบประเมินการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการสร้างให้ครอบคลุมโครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้าง ตามทฤษฎีและกำหนดแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด

2.4.6.4 เขียนข้อสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบการเขียนคำถาม คำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน เช่น กำหนดคำถามเป็นลักษณะสถานการณ์ สภาพปัจจุบันหรือข้อมูลสั้น ๆ อาจได้มาจากบทความ รายงานต่าง ๆ ส่วนคำตอบอาจเป็นข้อสรุปของสถานการณ์หรือปัญหานั้น

2.4.6.5 นำไปใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ โดยกำหนดคำถามเป็นลักษณะสถานการณ์ สภาพปัจจุบันหรือข้อมูลสั้น ๆ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ

2.5 ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.5.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกหรือความคิดเห็นไม่ว่าจะเป็นทางบวกหรือลบซึ่งเป็นผลจากประสบการณ์ ความเชื่อ ซึ่งจะขอกกล่าวถึง ความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542, น. 775) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง พอใจชอบใจ

อรรถพร หาญวานิช (2546, น. 29) ได้สรุปว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทัศนคติหรือระดับความพึงพอใจของบุคคลต่อกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมนั้น ๆ โดยเกิดจากพื้นฐานของการรับรู้ ค่านิยมและประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับ ระดับของความพึงพอใจจะเกิด ขึ้นเมื่อกิจกรรมนั้น ๆ สามารถตอบสนองความต้องการแก่บุคคลนั้นได้

สายจิตร์ สิงหเสนี (2546, น. 14) ได้สรุปว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ แต่ถ้าเมื่อใดที่สิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการหรือทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้ ก็จะเกิดความรู้สึกทางบวกแต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าสิ่งใดสร้างความรู้สึกผิดหวังไม่บรรลุจุดมุ่งหมาย ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกทางลบเป็นความรู้สึกไม่พึงพอใจ

บุญมั่ง ธนาศุภวัฒน์ (2547, น. 158) กล่าวว่า ความพึงพอใจในงาน หมายถึง เจตคติทางบวกของบุคคลที่มีต่องานหรือกิจกรรมที่เขาทำ ซึ่งเป็นผลให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและกำลังใจในการทำงาน สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน ซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายขององค์กร

Walman (1989, p. 384) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกมีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย ความต้องการ หรือแรงจูงใจ

จากความหมายของความพึงพอใจในทัศนะของบุคคลต่างข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ซึ่งเป็นสภาพความรู้สึกชอบ อิ่มเอิบใจ มีความสุขและต้องการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวมุ่งสู่ความสำเร็จ

2.5.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

นักวิชาการได้พัฒนาทฤษฎีที่อธิบายองค์ประกอบของความพึงพอใจ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับปัจจัยอื่น ๆ ซึ่วหลายทฤษฎี

Korman, A.K. (1977, อ้างอิงใน สมศักดิ์ คงเที่ยงและอัญชลี โพธิ์ทอง, 2542, น. 161-162) ได้จำแนกทฤษฎีความพึงพอใจในงานออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. ทฤษฎีการสนองความต้องการ กลุ่มนี้ถือว่าความพึงพอใจในงานเกิดจากความต้องการส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์ ต่อผลที่ได้รับจากงานกับการประสบความสำเร็จตามเป้าหมายส่วนบุคคล

2. ทฤษฎีการอ้างอิงกลุ่มความพึงพอใจ ในงานมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับคุณลักษณะของงานตามความปรารถนาของกลุ่ม ซึ่งสมาชิกให้กลุ่มเป็นแนวทางในการประเมินผลการทำงาน

Manford, E. (1972, อ้างอิงใน สมศักดิ์ คงเที่ยงและอัญชลี โพธิ์ทอง, 2542, น. 162) ได้จำแนกความคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจงานจากผลการวิจัยออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มความต้องการทางด้านจิตวิทยา กลุ่มนี้ได้แก่ Maslow, A.H. , Herzberg. F และLikert R. โดยมองความพึงพอใจงานเกิดจากความต้องการของบุคคล ที่ต้องการความสำเร็จของงานและความต้องการการยอมรับจากบุคคลอื่น

2. กลุ่มภาวะผู้นำมองความพึงพอใจงานจากรูปแบบ และการปฏิบัติของผู้นำที่มีต่อผู้ใต้บังคับบัญชากลุ่มนี้ได้แก่ Blake R.R., Mouton J.S. และ Fiedler R.R.

3. กลุ่มความพยายามต่อรางวัล เป็นกลุ่มที่มองความพึงพอใจจากรายได้ เงินเดือนและผลตอบแทนอื่น ๆ กลุ่มนี้ ได้แก่ กลุ่มบริหารธุรกิจของมหาวิทยาลัยแมนเชสเตอร์ (Manchester Business School)

4. กลุ่มอุดมการณ์ทางการจัดการมองความพึงพอใจ จากพฤติกรรมการบริหารงานขององค์กร ได้แก่ Crogier M. และ Coulder G.M.

5. กลุ่มเนื้อหาของงานและการออกแบบงานความพึงพอใจงาน เกิดจากเนื้อหาของงาน กลุ่มแนวคิดนี้มาจากสถาบันทาวิสตอค (Tavistock Institute) มหาวิทยาลัยลอนดอน

ทฤษฎีลำดับขั้นพัฒนาของ Maslow ความพึงพอใจในความต้องการของบุคคล ซึ่งมาสโลว์ (Abraham H. Maslow) เป็นผู้เสนอขึ้นมา ทฤษฎีนี้จะบอกให้รู้ว่าความต้องการของมนุษย์เราจะมีพัฒนาการเป็นไปตามลำดับขั้น โดยเริ่มจากความต้องการต่ำสุดไปจนกระทั่งความต้องการสูงสุดรวมทั้งหมด 5 ขั้นด้วยกันดังต่อไปนี้

1. ความต้องการทางร่างกาย เป็นความต้องการที่มีอำนาจรุนแรงโดยเฉพาะในตอนแรกเกิดความต้องการอันนี้ถือว่าเป็นขั้นแรกสุด เช่น ต้องการอาหาร ความเคลื่อนไหว เป็นต้น
2. ความต้องการด้านความปลอดภัยจากอันตราย เป็นความต้องการด้านจิตใจ เพื่อให้จิตใจมีที่ยึดเหนี่ยว เกิดความอบอุ่นทางใจ ตัวอย่างเช่น เด็กต้องการความคุ้มครองจากผู้ใหญ่ กลุ่มต้องการผู้นำ อาจเป็นกลุ่มครอบครัวซึ่งเป็นกลุ่มแรกสุดในสังคมมนุษย์
3. ความต้องการในด้านความรักหรือความห่วงใย เป็นความต้องการสูงขึ้นมาจากด้านความปลอดภัย ความต้องการในด้านนั้นเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคล ซึ่งอาจจะออกมาในหลาย ๆ ลักษณะ เช่น เพื่อน พ่อ-แม่กับลูก ชายหนุ่มกับหญิงสาว สามีกับภรรยา
4. ความต้องการในชื่อเสียง ในเกียรติยศชื่อเสียงของตนเอง เป็นความต้องการที่สูงขึ้นมาอีกขั้นหนึ่ง เพราะต้องการให้ตนเป็นที่ยอมรับและนับถือของสังคมให้รู้ว่าตนเองเป็นคนที่มีค่าต่อสังคม แล้วจะทำให้บุคคลเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง
5. ความต้องการความสำเร็จและความสมหวังในตนเอง เป็นความต้องการสูงสุดซึ่งมนุษย์จะตั้งอุดมคติเอาไว้ โดยต้องรู้จักและเข้าใจตัวเอง ไม่ใช่เป็นการเพ้อฝันหรือสร้างวิมานในอากาศ มนุษย์จะพยายามพัฒนาตนเอง เพื่อให้ไปสู่ความสำเร็จ ความเจริญในชีวิตของตนเอง เช่น เราเป็นครู ก็พยายามศึกษาความรู้เพื่อให้ได้ปริญญาแล้วนำเอาความรู้มาช่วยพัฒนาตนเองและสังคมต่อไป ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะต้องเป็นไปด้วยใจรักและอยากจะทำจริง ๆ

2.5.3 การวัดความพึงพอใจ

ปริญญา จเรรัชต์และคณะ (2546, น. 5) กล่าวว่า มาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถามโดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่นการบริการการบริหารและเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น
2. การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่งซึ่งต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดีที่จะทำให้ ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้
3. การสังเกตเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออก จากการพูดกิริยาท่าทางวิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

สรุปได้ว่า วิธีการสร้างเครื่องมือสำหรับใช้ในการวัดพฤติกรรมด้านความพึงพอใจต่อการเรียน วิทยาศาสตร์มีหลายวิธีซึ่งในการศึกษาคั้งนี้ ผู้ศึกษาใช้วิธีการสร้างเครื่องมือวัดผลด้านความพึงพอใจ ต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามแบบของลิเคิร์ต โดยดัดแปลงจาก ญัฎฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542, น. 130) โดยพิจารณาความคิดเห็นหรือความรู้สึก 2 ด้านดังนี้ ด้านที่ 1 ความรู้สึก นึกคิด และด้านที่ 2 การแสดงออกต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ 2.1 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2.2 การเห็น ประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเนื้อหาของข้อคำถามทั้งเชิงบวก จำนวน 20 ข้อ โดยประเมินผลแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับคือ 5 4 3 2 และ 1

2.6 โคขุน

โคขุนโพนยางคำ เป็นเนื้อโคคุณภาพสูงจากหมู่บ้านโพนยางคำ ตำบลโนนหอม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร โคขุนโพนยางคำมีที่มาจากโคเนื้อลูกผสมไทย-ฝรั่งเศส เกิดจากการผสมเทียม โดยใช้ น้ำเชื้อจากพ่อ-แม่พันธุ์โคเนื้อ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ชาโรเลย์ส (Charolais) ถิ่นกำเนิดประเทศ ฝรั่งเศส เป็นสายพันธุ์หลัก, พันธุ์ซิมเมนทอล (Simmental) ถิ่นกำเนิดประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และ พันธุ์ลิมูซีน (Limusin) ถิ่นกำเนิดประเทศฝรั่งเศส (วารสารทหารพัฒนา ฉบับที่ 4 ประจำปีพุทธศักราช 2553)

2.6.1 ประวัติ

กองอำนวยการรักษาความปลอดภัยแห่งชาติ (กรป.กลาง) ซึ่งตั้งขึ้นที่บ้านโพนยางคำ ต้องการ จะพัฒนาพันธุ์โคเนื้อของไทยให้เป็นอาหารขายได้ จึงได้ของบประมาณจากรัฐบาลจัดหาเนื้อโคพันธุ์ เนื้อจากต่างประเทศมาผสมเทียมโดยไม่คิดมูลค่าให้แก่สมาชิกกลุ่มผู้เลี้ยงโคในภาคอีสาน แต่ยังมี ประสบปัญหาไม่มีตลาดรองรับเนื้อโคพันธุ์ลูกผสม กรป.กลางจึงได้ขอความร่วมมือจากประเทศ ฝรั่งเศส และมีการตั้งลงจัดตั้งสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง บ้านโพนยางคำขึ้นในปี พ.ศ. 2523 ซึ่งทางรัฐบาลฝรั่งเศส โดยสถานเอกอัครราชทูตได้ให้การสนับสนุนด้านการฝึกอบรมแก่เจ้าหน้าที่ไทย ตลอดจนสนับสนุนด้านเงินทุนเป็นค่าใช้จ่ายในด้านต่าง ๆ นอกจากนี้ยังได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล ออสเตรเลียและบริษัท เนสเล่ (ประเทศไทย) จำกัด อีกด้วยในปีแรกสหกรณ์มีสมาชิก 50 คน ปัจจุบัน มีสมาชิกกระจายอยู่ใน 18 อำเภอของจังหวัดสกลนคร แล้วยังมีสมาชิกในจังหวัดหนองคายและ จังหวัดนครพนมด้วยจนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2552 สหกรณ์มีสมาชิก 4,702 รายโคขุนโพนยาง คำ เป็นโคลูกผสมที่เลี้ยงในจังหวัดสกลนคร นครพนม มุกดาหาร หนองคาย และจังหวัดใกล้เคียง โดยสมาชิกของสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลางโพนยางคำ จำกัด

2.6.2 ความนิยม

ปัจจุบันโคขุนโพนย่างคำได้รับความนิยมทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ตลาดเนื้อโคชำและในบรรจุภัณฑ์ส่วนใหญ่อยู่ที่กรุงเทพมหานคร มีตัวแทนจำหน่ายต่างประเทศที่จังหวัดปทุมธานีมีสหกรณ์จำหน่ายในจังหวัดสกลนคร ปัจจุบันสามารถผลิตโคได้ 55 ตัวต่อวัน ชำและสัปดาห์ละ 2 วัน จากความสำเร็จของโคขุนโพนย่างคำ ทำให้มีการแอบอ้างโดยร้านค้าหลายแห่ง ซึ่งถือเป็นการหลอกลวงผู้บริโภค โคขุนโพนย่างคำจริงจะมีป้ายรับรองมาตรฐานของสหกรณ์ ติดอยู่หน้าร้านอาชีพโค เนื้อในปัจจุบันได้รับความนิยมมากขึ้น และรัฐบาลมีนโยบายสนับสนุน ชาวบ้านผู้เลี้ยงโคขุนคนหนึ่งบอกว่า ตนได้กำไรจากการเลี้ยงโคขุนโพนย่างคำปีละกว่า 300,000-350,000 บาท

2.6.3 วิธีการขุน

จะขังไว้ในคอกตลอด เพื่อไม่ให้โคได้ออกกำลัง อาหารที่ให้จะเป็นอาหารข้นและกากน้ำตาลเป็นหลัก เพื่อให้โคสร้างเนื้อและไขมันแทรกในเนื้อ โดยไม่ใช้ฮอร์โมนและสารเร่งโต ทำให้เนื้อมีความนุ่มและรสชาติอร่อยเป็นที่มาของชื่อ "โคขุนโพนย่างคำ" หรือรู้จักกันในชื่อ เนื้อไทย-ฝรั่งเศส "Thai-French Beef" (T.F.)

2.6.4 พ่อพันธุ์

จะใช้น้ำเชื้อสายพันธุ์ยุโรปสายเลือดแท้ เพื่อใช้ผสมเทียม คือ พันธุ์ชาโรเลส์ (Charolais) และ พันธุ์ซิมเมนทอล (Simmental)

2.6.5 แม่พันธุ์

เป็นโคลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองที่ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ และพันธุ์บราห์มันที่มีโครงสร้างใหญ่ โคลูกผสมที่ได้เหมาะสำหรับเลี้ยงในสภาพภูมิอากาศของไทยมีลักษณะเป็นโคพื้นเมือง 25% โคบราห์มัน 25% โคสายพันธุ์ยุโรป 50% โคที่จะขุนต้องมีอายุ 2 ปีขึ้นไป มีการถ่ายพยาธิก่อนขุนและก่อนนำมาชำและ 3 เดือน ใช้เวลาขุนอย่างน้อย 8 เดือนขึ้นไปจึงนำมาชำและ แล้วบ่มซาก (Egering) ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 3 องศาอย่างน้อย 7 วัน

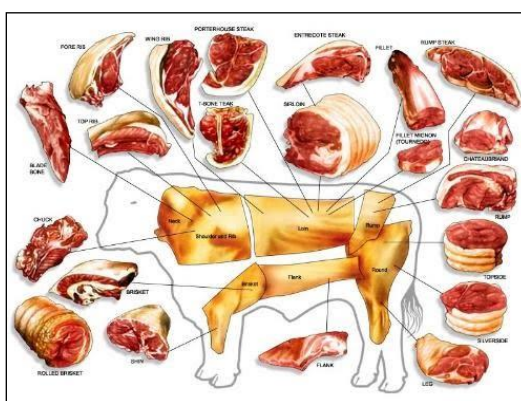
2.6.6 กระบวนการ

หลังจากลูกโคสายเลือดผสมมีอายุประมาณ 2 ปีแล้ว ก็จะเข้าสู่วิธีการ "ขุนโค" โดยจัดการถ่ายพยาธิ ฉีดวัคซีน และตอนก่อนที่จะนำเข้าคอก ทางสหกรณ์ใช้เทคนิคการให้โคฟังเพลงเพื่อให้วัวกินอาหารได้มาก โดยเชื่อว่าเนื้อวัวที่ได้จะนุ่มเลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเป็นหลัก แบ่งเป็นอาหารหยาบที่ใช้หญ้าหรือฟาง เสริมด้วยอาหารสูตรพิเศษที่ใช้ธัญพืชในการผลิต ซึ่งเชื่อกันว่าเนื้อโคจะมีกลิ่นหอมและรสหวานยิ่งขึ้นและที่คอกวัวนั้นมีการดูแลความสะอาดเป็นอย่างดี ทำความสะอาดพื้น เก็บมูลอาบน้ำวัว แปรงชัดเจน ให้วัวกินอาหารได้มากขึ้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวช่วยย่นระยะเวลาการขุนโคจากเดิมประมาณ 1 ปี ลงเหลือ 8-9 เดือนเมื่อขุนโคเสร็จแล้วก็นำมาชำและในโรงฆ่ามาตรฐาน แล้วนำไป

เก็บบ่มนาน 7 วัน ก่อนจะมีการให้คะแนนไขมันแทรก แล้วตัดแบ่งชิ้นส่วนและกำหนดเรียกชื่อตามแบบฝรั่งเศส 17 ส่วน ใช้มาตรฐานของฝรั่งเศส

2.6.7 ราคา

ในปี พ.ศ. 2554 ราคาเนื้อโคขุนโพนยางคำเกือบสามสิบลรายการมีตั้งแต่หนึ่งร้อยถึงหนึ่งพันบาทต่อกิโลกรัม เนื้อที่มีราคาต่ำสุด คือ เนื้อย่าง (5 กิโลกรัม) กิโลกรัมละ 115 บาท ที่มีราคาสูงที่สุดคือ เนื้อสันใน กิโลกรัมละ 1,050 บาทซึ่งโรงแรมดุสิต ไฮเต็ล ในเขตเทศบาลเมืองสกลนคร จำหน่ายสเต็กในราคาเริ่มต้น 280 บาท และเมนูชาบูเริ่มต้นที่ 350 บาท



ภาพที่ 2.1 เนื้อส่วนต่าง ๆ ของโคขุน. ปรับปรุงจาก โคขุนโพนยางคำเป็นอย่างใด ทำไม่ต้อง “โพนยางคำ”. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2557, จาก <http://www.baanmaha.com/community/thread49198.html>



ภาพที่ 2.2 เนื้อโคขุนโพนยางคำ. ปรับปรุงจาก โคขุนโพนยางคำเป็นอย่างใด ทำไม่ต้อง “โพนยางคำ”. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2557, จาก <http://www.baanmaha.com/community/thread49198.html>.

2.6.8 อาหารโคขุน

การให้อาหารที่เหมาะสม จะต้องทราบความต้องการอาหารของโคในระยะต่าง ๆ ว่าต้องการโภชนะหรือ คุณค่าของอาหารในแต่ละวันเท่าใด และอาหารที่จะใช้เลี้ยงมีคุณค่าทางอาหารหรือโภชนะเท่าใดจึงจะสามารถคำนวณได้ว่าจะต้องให้อาหารจำนวนเท่าใดจึงจะเพียงพอต่อความต้องการของโค ความต้องการอาหารส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือน้ำหนักตัวของโค

1. อาหารหยาบคือ อาหารที่มีเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยสูง มีเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนต่ำ ส่วนใหญ่ได้แก่หญ้า อาหารหยาบเป็นอาหารหลักของโค และสัตว์กระเพาะรวมอื่น ๆ ซึ่งได้จาก 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ

1.1 หญ้า อาจได้จากทุ่งหญ้าตามธรรมชาติหรือจากการทำแปลงหญ้า แต่ในการเลี้ยงโคขุนควรจะทำแปลงหญ้าเองเพราะเป็นที่ทราบกันแล้วว่าโคขุนต้องการอาหารที่ค่อนข้างดี โดยเฉพาะการเลี้ยงโคขุนโดยใช้อาหารหยาบล้วนก็จำเป็นจะต้องมีแปลงหญ้าคุณภาพดี หญ้าที่แนะนำได้แก่หญ้าขน หญ้ารูซี่ ซึ่งเหมาะต่อการเลี้ยงโดยการปล่อยแทะเล็ม และหญ้างินนี้เหมาะสำหรับตัดสด โดยทั่วไปโคจะกินหญ้าสดประมาณวันละ 35-40 กก./ตัว ขึ้นอยู่กับขนาดของโค แต่ในการเลี้ยงโคขุนเราใช้อาหารข้น ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารสูงเสริมให้โค โคจึงอาจมีความต้องการอาหารหยาบลดลง

1.2 สดุดเหลือใช้จากการเกษตรอื่น ๆ เช่น ฟางข้าว เปลือกสับปะรด ต้นข้าวโพด ยอดอ้อย ถึงแม้ว่าวัสดุดังกล่าวบางอย่างจะมีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างต่ำ แต่ก็สามารถใช้เลี้ยงโคขุนแบบขุนโดยเสริมอาหารข้นได้ดี คุณค่าทางอาหารนี้ที่ขาดไปจากวัสดุเหล่านี้ก็จะเสริมให้ โดยสูตรอาหารข้น

2. อาหารข้นหรืออาหารผสมคืออาหารที่มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยต่ำ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง มีการย่อยได้สูง ประกอบด้วยวัสดุต่าง ๆ ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงผสมกันให้ครบส่วนตามความต้องการของโค ใช้เสริมกับอาหารหยาบ และอาจเลือกใช้สูตรให้เหมาะสมกับวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นและราคาถูก

ตารางที่ 2.2

สูตรอาหารสำหรับโคอายุ 7-12 เดือน

วัตถุดิบ	สูตรที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข้าวโพด	78.5	75	70	40	40	15	-	-	-	-
มันเส้น	-	-	-	30	-	50	65	70	-	-
ปลายข้าว	-	-	-	-	40	-	-	-	70	75
รำละเอียด	-	-	20	-	-	10	-	-	10	-
กากฝ้ายทิ้งเปลือก	-	-	-	10	-	-	10	5	-	-
กากถั่วเหลือง	-	-	5	5	5	10	10	15	5	5
ใบกระถินล้วน	16.5	10	-	10	-	10	10	5	10	15
กากมะพร้าว	-	10	-	-	10	-	-	-	-	-
ยูเรีย	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
กระดูกป่น	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5
เกลือป่น	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
กำมะถันผง	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
% โปรตีน	18.0	17.9	18.2	18.3	17.7	17.6	17.9	17.6	18.3	18.4
% โภชนะย่อยได้ (TDN)	74.0	73.4	74.5	74.4	75.7	75	74	75.7	74	74
% แคลเซียม	1.1	1.1	1	0.9	1.1	0.9	0.9	0.8	0.9	1.2
% ฟอสฟอรัส	0.5	0.8	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก อาหารและการให้อาหารโคขุน. สืบค้น จาก

http://www.thaيلivestock.com/cattle_handling/

ตารางที่ 2.3

สูตรอาหารสำหรับโคอายุ 1 ปีขึ้นไป

วัตถุดิบ	สูตรที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ข้าวฟ่าง	-	-	20	-	40	-	60	-	-	-
ข้าวโพด	-	-	-	25	-	50	-	70	-	95.8
ปลายข้าว	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-
มันเส้น	82.5	75.5	60.5	55.5	47.5	37.5	22.5	16.2	-	-
กากฝ้ายกระเทาะเปลือก	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กากฝ้ายทั้งเปลือก	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
ใบกระถินล้วน	-	-	15	15	8	8	-	-	5.8	-
กระดุกป่น	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ยูเรีย	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
เกลือป่น	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
กำมะถันผง	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
% โปรตีน	14.00	14.2	14.0	14.0	14.1	14.0	14.1	14.2	14.4	14.2
% โภชนะย่อยได้ (TDN)	77	73.6	75.5	75.4	75.4	75.5	76.5	76.4	77.0	76.7
% แคลเซียม	0.54	0.55	0.64	0.72	0.58	0.74	0.53	0.77	-	-
% ฟอสฟอรัส	0.40	0.30	0.30	0.25	0.40	0.30	0.34	0.34	-	-

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก อาหารและการให้อาหารโคขุน. สืบค้น จาก

http://www.thailivestock.com/cattle_handling/

ตารางที่ 2.4

ปริมาณอาหารชั้นที่จะใช้เสริมเมื่อใช้อาหารหยาบตามชนิดและปริมาณต่าง ๆ

น้ำหนักโค	เลี้ยงร่วมกับหญ้าสดหรือ ต้นข้าวโพดอ่อน		เลี้ยงร่วมกับฟาง		เลี้ยงร่วมกับเปลือก สับประรด		ระยะเวลาในการขุน เพื่อให้ได้น้ำหนัก 400 ก.ก. เมื่ออัตราการ เจริญเติบโตต่อวัน เท่ากับ 0.8 ก.ก. (วัน)
	อาหารชั้น (ก.ก.)	หญ้าหรือต้น ข้าวโพด (ก.ก.)	อาหารชั้น (ก.ก.)	ฟาง (ก.ก.)	อาหารชั้น (ก.ก.)	เปลือก สับประรด (ก.ก.)	
100	2	5	2.5	1	-	-	375
150	2.5	11	3.0	2.5	2.0	25	313
200	3.0	12	3.5	3.5	2.5	30	250
250	3.5	15	4.0	5.0	3.0	35	188
300	4.0	18	4.5	6.0	3.5	40	125
350	5.0	16	5.5	5.0	4.0	45	63
400	6.0	16	6.5	5.0	5.0	45	-
450	7.0	16	7.5	5.0	6.0	45	-

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก อาหารและการให้อาหารโคขุน. สืบค้น จาก

http://www.thaيلivestock.com/cattle_handling/

อธิบายตารางที่ 2.4 ตัวอย่าง ถ้าโคที่ต้องการขุนมีน้ำหนักเริ่มต้น 100 ก.ก. เลี้ยงด้วยหญ้าหรือต้นข้าวโพดอ่อน โคจะกินหญ้าหรือต้นข้าวโพดประมาณ 5 ก.ก./วัน และผู้เลี้ยงก็จะต้องเสริมอาหารชั้นให้โควันละ 2 ก.ก. และเมื่อโคมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 150, 200, 250 ... ตามความต้องการอาหารก็จะเพิ่มขึ้นดังตาราง ทำให้โคได้รับสารอาหารครบตามความต้องการของร่างกายและจะทำให้โคมีการเจริญเติบโต เพิ่มน้ำหนักวันละ 0.8 ก.ก. ซึ่งจะใช้เวลาขุนประมาณ 375 วัน เพื่อให้ได้น้ำหนักตัว 400 ก.ก.

ถ้าเริ่มขุนโคที่มีน้ำหนัก 200 ก.ก. ด้วยฟางข้าว ก็จะต้องให้โคกินฟางข้าว 3.5 ก.ก. อาหารชั้น 3.5 ก.ก. เมื่อโคมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเป็น 250, 300, 350 ... ก็ให้อาหารเพิ่มขึ้นโดยคิดเป็นฟางข้าว/อาหารชั้น 5/4, 6/4.5, 5/5.5 ... ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้โคเพิ่มน้ำหนักตัววันละ 0.8 ก.ก. และจะใช้เวลา 250 วัน ในการเพิ่มน้ำหนักตัวเป็น 400 ก.ก.

สำหรับสูตรอาหารชั้น ก็อาจจะใช้สูตรใดสูตรหนึ่ง ตามความเหมาะสมของอายุโค และสภาพในท้องถิ่น

หลักการให้อาหารโคขุน

อาหารที่ใช้ขุนโคมีทั้งอาหารหยาบและอาหารข้น อัตราส่วนระหว่างอาหารหยาบและอาหารข้นจะเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับ

1. ราคาของอาหารทั้งสองเปรียบเทียบกัน
2. อายุและสภาพของโค
3. ระยะเวลาของการขุน คือระยะต้นหรือระยะปลาย
4. จำนวนอาหารข้นที่ให้ ให้กินอย่างเต็มที่หรือกินอย่างจำกัด ถ้าให้กินอาหารข้นจำกัด

จำนวนอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงโคต้องเพิ่มสูงขึ้นด้วย

5. อากาศ ถ้าอากาศร้อนควรให้อาหารข้นในปริมาณสูงขึ้น

โดยปกติแล้วอัตราส่วนระหว่างอาหารหยาบต่ออาหารข้นสำหรับโคขุนควรเป็นดังนี้ คือ

1. ระยะเริ่มต้น อาหารหยาบ : อาหารข้น = 70 : 30
2. ระยะกลางขุน อาหารหยาบ : อาหารข้น = 30 : 70
3. ระยะปลายของการขุน อาหารหยาบ : อาหารข้น = 15 : 85

ปริมาณอาหารที่ให้โคขุน การให้อาหารที่ถูกต้องทั้งด้านปริมาณและโภชนาที่โคต้องการนั้น ต้องให้ตามความต้องการของโค ซึ่งจะมีการคำนวณและมีการใช้ตาราง ซึ่งจะต้องมีความรู้เรื่องนี้พอควร แต่ที่จะกล่าวต่อไปเป็นหลักเกณฑ์โดยปริมาณในการให้อาหารแก่โคขุนที่มีอายุต่าง ๆ กันคือ

1. โคมีอายุ 2 ปีขึ้นไป กินอาหารวัตถุแห้ง 2% ของน้ำหนักตัว
2. โคที่มีอายุ 1-2 ปี กินอาหารวัตถุแห้ง 2.5% ของน้ำหนักตัว
3. โคอายุต่ำกว่า 1 ปี กินอาหารวัตถุแห้ง 3% ของน้ำหนักตัว

ตัวอย่าง โคตัวหนึ่งอายุ 2 ปี นหนัก 240 ก.ก. ถูกนำมาขุนระยะหนึ่งโดยใช้อัตราส่วนระหว่างอาหารหยาบต่ออาหารข้น 30 : 70 อยากทราบว่าจะให้โคตัวนี้กินอาหารหยาบและอาหารข้นวันละเท่าใด

โคกินอาหารวัตถุแห้ง (2% น้ำหนักตัว)	$= 2/100 \times 240$	
	$= 4.80$	ก.ก.
ในอาหารหยาบจะมีวัตถุแห้ง	$= 4.80 \times 30 / 100$	
	$= 1.44$	ก.ก.
ในอาหารข้นจะมีวัตถุแห้ง	$= 4.80 - 1.44$	
	$= 3.36$	ก.ก.

(โดยทั่วไปอาหารหยาบสดจะมีวัตถุดิบ 20-25% มีความชื้น 75-80% ในที่นี้ขอใช้ 20%)

วัตถุดิบในอาหารหยาบสด 20 ก.ก. มาจากหญ้าสด 100 ก.ก.

วัตถุดิบในอาหารหยาบสด 1.44 ก.ก. มาจากหญ้าสด = $(100 \times 1.44) / 20$
= 7.2 ก.ก.

(โดยทั่วไปอาหารชั้นที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ จะมีความชื้นระหว่าง 12-15% ในที่นี้ขอใช้ 12%)

อาหารชั้นมีวัตถุดิบ (100-12) 88 ก.ก. มาจากอาหารชั้น = 100

อาหารชั้นมีวัตถุดิบ 3.36 ก.ก. มาจากอาหารชั้น = $(100 \times 3.36) / 88$
= 3.82 ก.ก.

คำตอบ โคขุนตัวนี้ควรได้รับอาหารดังนี้

หญ้าสด วันละ = 7.20 ก.ก.

อาหารชั้น วันละ = 3.82 ก.ก.

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

จริยา ภูสีฤทธิ (2550, น. 69) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ John Dewey มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ John Dewey ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า นักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดมีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดมีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 20

พรทิพย์ วงษ์นาป่า (2548, น. 150-154) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสกัดและแยกสารประกอบแซนโทนจากผลมังคุด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดจันทบุรี มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) ศึกษาวิธีการสกัดและแยกสารประกอบแซนโทนจากผลมังคุดและทดสอบสมบัติของสารประกอบแซนโทนที่สกัดได้ เพื่อนำผลจากการทดลองไปสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) พัฒนาและหาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสกัดและ

แยกสารประกอบแขนงโทนจากผลมังคุด 3) ศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ด้านความสามารถทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำการทดลองและเจตคติของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นไปตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาค้นคว้าและสามารถนำไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ 2) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 บท มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 3) นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความสามารถทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำการทดลองและเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

นภาพร แข่งขัน (2550, น. 37-38) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทปฏิบัติการเรื่องการเตรียมและการศึกษาสมบัติของสารประกอบไอออนิก มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทปฏิบัติการเรื่องการเตรียมและการศึกษาสมบัติของสารประกอบไอออนิกของนักศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต 4/2 เคมี ครุศาสตรบัณฑิต 5/2 (เคมี) และครุศาสตรบัณฑิต 5/3 วิทยาศาสตร์ (เคมี) ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าจากการทดสอบคิดเป็นร้อยละ 15.5 3.0 และ 18.2 ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยจากแบบฝึกหัดท้ายการทดลองเป็น 6.0 7.9 และ 6.9 ตามลำดับ ซึ่งเกินกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนปฏิบัติการของนักศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต 4/2 และครุศาสตรบัณฑิต 5/3 วิทยาศาสตร์ (เคมี) มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญและบทเรียนปฏิบัติการทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น ในขณะที่นักศึกษาครุศาสตรบัณฑิต 5/2 (เคมี) นั้นไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นฐานที่แตกต่างกันและระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

ประนอม วุฒิพันธ์ (2550, น. 125-126) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 3) ศึกษาและเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 16.00 คิดเป็นร้อยละ 41.30 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 31.69 คิดเป็น

ร้อยละ 79.20 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 16.72 คิดเป็นร้อยละ 42.40 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 31.39 คิดเป็นร้อยละ 76.50 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารชีวโมเลกุลของแมลงในท้องถิ่น อยู่ในระดับค่อนข้างดี

วารีย์ บุญลือ (2550, น. 70) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมาย 4 ประการคือ 1) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการปลูกพืชแบบไฮโดรพอนิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อศึกษาทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 4) เพื่อศึกษาความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามีประสิทธิภาพ 84.38/80.50 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับ ดีมาก และ 4) นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สันติ พันธุ์ชัย (2553, น. 85-88) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการคือ 1) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ และด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 77.31/79.68 2) นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่าระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ โดยรวมสูงกว่าระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปัทมา สันชาตรี (2555, น. 67) ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพ 75/75

2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร 3) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร ผลการวิจัยพบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.89/75.58 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัชรี อูปปะ (2555, น. 105-107) ศึกษาการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง หาคุณภาพและสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ 2) การหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ 3) การสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่ระบุไว้พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้

รัตนา พรหมเวช (2555, น. 150-151) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชันที่ได้รับการเรียนรู้แบบ 4MAT การเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD) และการเรียนรู้แบบปกติ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT การเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT การเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.58/82.02 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80/82.46 และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80/81.06 2) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ต่างกันทำให้มีความสามารถแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD) มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD)

สุนันทา บุญโนนแต่ (2558, น. 139-150) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานและวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อความสามารถในการโต้แย้งและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการโต้แย้งของนักเรียนโดยรวม หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานและวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานและวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนโดยรวม 3) เปรียบเทียบความสามารถในการโต้แย้งและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ที่เรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนต่างกัน และจำแนกตามเพศ ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) นักเรียน โดยรวม หลังเรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานและวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการโต้แย้งเพิ่มขึ้นจากการสอบ ประเด็นที่ 1-4 คือ การโคลนนิ่ง พิษดัดแปลงพันธุกรรม การใช้สารเคมีในไร่อ้อย และการทำแท้ง 2) นักเรียนโดยรวม ที่เรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐานและวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวม และเป็นรายด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ($p < .001$) 3) นักเรียนที่เรียนประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการโต้แย้งมากกว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบผสมผสานตามวิธีปัญหาเป็นฐาน ($p < .001$) และนักเรียนหญิงมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 2 ด้าน คือ ด้านความสำคัญ และด้านหลักการ มากกว่านักเรียนชาย ($p < .001$)

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Mahan (1970, pp. 309-316-A) ศึกษาผลการสอนของครู 2 แบบคือการสอนแบบบรรยายประกอบการอภิปรายและวิธีสอนแบบแก้ปัญหากลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ใช้เกณฑ์ในการตัดสินคือระดับสติปัญญา คุณวุฒิของครูผู้สอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใกล้เคียงกันหลังจากการเรียนการสอนผ่านไป 1 ปีแล้วทำการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มากขึ้นและสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้นักเรียนที่อ่อนมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น

Davis (1976, p. 4164-A) ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการค้นพบแนะแนวทางการสอนแบบครูบอกให้รู้ ตามตำราที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 50 คนได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และค้นพบชี้แนะแนวทางการกลุ่มควบคุม 53 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดสอบพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Serlin, (1977, p. 5729-A) ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2 แบบ โดยแบบแรกนักเรียนได้รับคำแนะนำบอกรายละเอียด วิธีทำปฏิบัติการให้ทั้งหมด แบบที่สองครูจะสอนว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรและช่วยออกแบบการทดลองให้ด้วย ใช้นักเรียนเข้าร่วมในการทดลอง 372 คนจำนวน 16 ห้องเรียนครู 76 คน ระหว่างสอนมีการประเมินพฤติกรรมการสอน โดยการสังเกตบันทึกแบบระบบการศึกษาห้องเรียนวิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์คำถามเพื่อทดสอบว่าครูที่สอนนักเรียนคนละวิธีนี้สอนภาคทฤษฎีเหมือนกัน การวัดผลใช้แบบสอบประเมินความคิดวิเคราะห์ของวัตสัน เกล์เซอร์ และแบบสอบกระบวนการวิทยาศาสตร์ทดสอบเริ่มเรียนและสิ้นภาคการศึกษา ผลพบว่า ไม่มีความแตกต่างในด้านการคิดวิเคราะห์และความรู้เกี่ยวกับกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน 2 วิธีต่างกัน นอกจากนี้ยังไม่ปรากฏความแตกต่างในด้านพฤติกรรมในห้องเรียน จำนวนคำถามที่ครูใช้ถามนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางเนื้อหาวิชาของนักเรียนอีกด้วย

Okebukola (1985, pp. 221-231) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ กับทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติ ต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงมาจากแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของฮอฟสตัน พบว่า พฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก

Klag (1990, p. 2989-A) ศึกษาผลการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อเจตคติและความชำนาญในการนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ กลุ่มตัวอย่างเป็นครูฝึกสอนซึ่งได้รับการฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรม พบว่า 252 กิจกรรมและบทเรียนเป็นจำนวนมาก ที่เกี่ยวกับการฝึกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ครูฝึกสอนที่ได้รับการสอน โดยฝึกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์มีความชำนาญในการนำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ไปใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้นและมีคุณภาพในการปฏิบัติจริงในห้องเรียนสูงขึ้น

Chatterjee (2009, pp. 1427–1432) ศึกษาการทำปฏิบัติการสืบเสาะมีความสำคัญต่อการพัฒนาโน้ตสโนของนักศึกษาและทำให้นักศึกษามีความเข้าใจลึกซึ้งขึ้น โดยแบ่งนักศึกษาเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ทำการทดลองสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง (Guided inquiry) และแบบสืบเสาะแบบปลายเปิด (Open Inquiry) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สอนวิชาเคมีทั่วไป ของมหาวิทยาลัยใหญ่ทางตอนใต้แห่งหนึ่ง (Large Southwestern University) นักศึกษาถูกถามให้ทำแบบใหม่ คือ สืบเสาะแบบมีโครงสร้าง สืบเสาะแบบปลายเปิด หรือทั้งสองวิธี การศึกษาอ้างรวมถึงสอบถามเจตคติของนักศึกษาต่อการสืบเสาะทั้งสองแบบที่นักศึกษาได้ทำระหว่างเรียน และสิ่งที่นักศึกษาได้รับมากขึ้นจากการทำการทดลองสืบเสาะแบบปลายเปิด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าร้อยละ 78 ของนักศึกษาสามารถระบุ Identify Guided-Inquiry Laboratories ขณะที่ร้อยละ 54 สามารถระบุ Open-Inquiry Laboratories มีเพียงร้อยละ 46 ที่ระบุได้ทั้งสองวิธีอย่างถูกต้อง นักศึกษาชอบการทดลองสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง มากกว่าแบบปลายเปิด และพวกเขาได้เรียนรู้มากกว่าเมื่อทำการสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง

Beasley and Heibkinen (1983) ศึกษาเรื่องการใช้เทคนิค ฝึกการคิดพิจารณาทบทวนด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะการทดลองของนักศึกษาที่เรียนวิชาเคมี ในการใช้เครื่องมือทดลอง ตาชั่ง ปิเปตต์ บิวเรตต์และการใช้ขวดปริมาตร แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มลงมือปฏิบัติ กลุ่มใช้ความคิดพิจารณาทบทวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น กลุ่มลงมือปฏิบัติและใช้ความคิดพิจารณาทบทวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาขนาดเทคนิคการใช้ขวดหาปริมาตรจากการเรียนวิชาเคมี การวางแผนการฝึกปฏิบัติจะปรับปรุงการปฏิบัติการทดลองได้ และไม่มีมีความแตกต่างกันระหว่างการใช้วิธีลงมือปฏิบัติ และการใช้ความคิดพิจารณาทบทวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

Lumpkin (1991) ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนระดับ 5 และ 6 ผลการวิจัยพบว่า เมื่อได้สอนทักษะการคิดวิเคราะห์แล้ว นักเรียนระดับ 5 และ 6 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนระดับ 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาไม่แตกต่างกัน สำหรับนักเรียนระดับ 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษาและประมวลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งงานวิจัยภายในประเทศและงานวิจัยต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า ด้านการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งศึกษาผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อจะนำผลการทดลองที่ได้ไปพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับใช้ในการเรียนการสอนให้กับนักเรียน ให้เกิดทักษะปฏิบัติการที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง มีการวางแผนการทดลอง จัดเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง บันทึก

ผลการทดลอง ตลอดจนสรุปผลการทดลองอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในทางบวก

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายและความพึงพอใจ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน เรื่อง สารชีวโมเลกุลในอาหารโคขุน