บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น
4. การคิดวิเคราะห์
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
7. คาร์โบไฮเดรต
8. มันแกว
9. พรีไบโอติค (Prebiotics)
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญ ไว้ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, น. 1)

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ

การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สารและสมบัติของสารสมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร

แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.1 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.1.1.1 เข้าใจการรักษาดุลยภาพของเซลล์และกลไกการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต

2.1.1.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

2.1.1.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.1.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.1.1.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

2.1.1.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.1.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

2.1.1.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

2.1.1.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.1.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.1.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.1.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.1.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.1.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1.1.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.1.1.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.1.1.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพแสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2.1.1.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.1.1.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

2.1.1.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.1.2 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสารประกอบด้วย 2 มาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิต วิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.1

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-ม.6	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ	นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการศึกษา โครงสร้างอะตอม สร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานสำคัญ 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเรียกว่า เลขอะตอม ผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนเรียกว่า เลขมวล ตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏอยู่ในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปต่าง ๆ ของธาตุ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	2. วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา	อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุจะจัดเรียงอยู่ในระดับพลังงานต่าง ๆ และในแต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวนอิเล็กตรอนเป็นค่าเฉพาะ อิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดจะแสดงสมบัติบางประการของธาตุ เช่น ความเป็นโลหะ อโลหะ และเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาของธาตุนั้น
	3. อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ	ตารางธาตุปัจจุบัน จัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและอาศัยสมบัติที่คล้ายกัน ทำให้สามารถทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุได้ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนหรืออะตอมของธาตุให้อยู่รวมกันเป็นโครงผลึก หรือโมเลกุล เรียกว่า พันธะเคมี
	4. วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุลของสาร	พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ
	5. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร	จุดเดือด จุดหลอมเหลวและสถานะของสาร มีความเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น สารที่อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวหรือพันธะเคมีที่แข็งแรง จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง สารในสถานะของแข็ง อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่แข็งแรงกว่าสารในสถานะของเหลวและแก๊สตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.2

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-ม.6	1. ทดลอง อธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดในธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้กระทำ ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนได้ด้วยสมการเคมี มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ทั้งในบ้าน ในทางการเกษตรและอุตสาหกรรม แต่สารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	2. ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลาเรียกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสารซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสมสามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้
	3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ	การสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมอยู่ใต้ทะเลอย่างต่อเนื่องภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงนานนับล้านปี จะเกิดเป็นปิโตรเลียม โดยมีได้ทั้งสถานะของแข็ง ของเหลวหรือแก๊ส ซึ่งมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดรวมกันและอาจมีสารประกอบอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วย การนำแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านกระบวนการแยกแก๊ส ส่วนของเหลวหรือน้ำมันดิบจะแยกโดยการกลั่นลำดับส่วน

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	มีเทน อีเทน โพรเพนและบิวเทน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้น ส่วนผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น นำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน การสัมผัสตัวทำละลายและไฮโดรคาร์บอนบางชนิดในรูปของไอและของที่ใช้แล้ว อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้รวมถึงการกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีก็จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วย
	5. ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์	พอลิเมอร์เป็นสารประกอบที่โมเลกุลมีขนาดใหญ่ เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ มีทั้งที่เกิดในธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น ปฏิกิริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็น พอลิเมอร์ เรียกว่า ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งอาจเป็นแบบควบแน่นหรือแบบต่อเติม พอลิเมอร์มีหลายชนิด แต่ละชนิดอาจมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน
	6. อภิปรายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	พอลิเมอร์นำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ตามสมบัติของพอลิเมอร์ชนิดนั้นๆ เช่น ใช้พลาสติกทำภาชนะ ใช้เส้นใยสังเคราะห์ทำเครื่องนุ่งห่ม พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน บางชนิดสลายตัวยาก การใช้อย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวังอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้
	7. ทดลองและอธิบายของค์ประกอบประโยชน์ และปฏิกิริยา บางชนิดของคาร์โบไฮเดรต	คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจน โดยมีน้ำตาลเป็นหน่วยย่อยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ C H และ O การตรวจสอบชนิดของน้ำตาลทำ ได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT PHRANAKHON SI AYUTTHAYA UNIVERSITY

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	8. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน	ไขมันและน้ำมัน เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันกับกลีเซอรอล กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน ไขมันและน้ำมันนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภคและใช้ใน อุตสาหกรรม การบริโภคไขมันที่ขาดความระมัด ระวังจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้
	9. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก	โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโต เสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยย่อยของโปรตีนคือกรดอะมิโน ซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญคือ C H O N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย $CuSO_4$ กับ NaOH กรดนิวคลีอิกเป็นสารโมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีน ประกอบด้วย ธาตุ C H O N ที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้นเป็นแนวทางที่ให้ผู้ศึกษาได้ศึกษา วิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องสารชีวโมเลกุล ในสาระย่อยที่ 3.2 สารและสมบัติของสาร ตามมาตรฐานการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน มาตรฐานการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)เพื่อนำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการ เรื่องการศึกษาคาร์โบไฮเดรตในมันแกวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.2 การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.2.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

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

วิมล สำราญวานิช (2532, น. 79-80) ได้ให้ความหมายการสอนแบบปฏิบัติการหรือการทดลอง (Laboratory Method) ว่าการทดลองหมายถึง การที่นักเรียนได้ทำงาน ได้ปฏิบัติ และเรียนรู้จากการทดลองด้วยตนเองภายใต้การแนะนำของครูซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจ มีโอกาสปฏิบัติงานร่วมกันขณะปฏิบัติการทดลอง ได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ รู้จักรับผิดชอบงานร่วมกัน

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

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542,น.167-168) ได้ให้ความหมายการสอนแบบทดลอง (Experimental Method) ว่าเป็นการสอนเพื่อจัดประสบการณ์ในการทดลองและการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนให้มีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริงกฎ หลักการหรือทฤษฎีได้ถูกต้อง เป็นการทดลองเพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้วและเป็นการปฏิบัติการเพื่อเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการเน้น การหาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองโดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 87-88) ได้ให้ความหมาย วิธีสอนแบบทดลอง (Experimental Approach) ว่าวิธีสอนแบบทดลองเป็นเทคนิควิธีสอนแบบหนึ่งของวิธีสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นการพิสูจน์หรือหาคำตอบที่นักเรียนสงสัย หรือคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานแล้ววางแผนการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พรทิพย์ วงษ์ป่านา (2548, น. 48) ได้ให้ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นกิจกรรมการทดลองที่สร้างขึ้น เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากการได้ทดลองด้วยตนเองโดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ พร้อมทั้งมุ่งให้นักเรียนมีความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทดลอง การนำความรู้ และความสามารถที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมหรือท้องถิ่นของตนเองได้

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึงชุดการทดลองหรือชุดปฏิบัติการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำการทดลองด้วยตนเอง เป็นผู้วางแผนการทดลอง เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ ดำเนินการทดลอง การสังเกต บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผล แปลผลและสรุปผลด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบหรือยืนยันสิ่งที่ทราบคำตอบแล้วและแสวงหาความรู้ใหม่ภายใต้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดของครูผู้สอน

2.2.2 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

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

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจความคิดแบบวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

2. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น ทักษะการสืบสอบความพึงพอใจเจตคติ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่น ๆ ได้

3. เพื่อช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เกิดความรู้สึกซาบซึ้ง และเลียนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์

4. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและแบบจำลองรวมทั้งเข้าใจต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา

6. เพื่อพัฒนาความสามารถทางการปฏิบัติการ

สรุปได้ว่า การเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อมุ่งพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎี อยากรู้อยากเห็น มีความพึงพอใจและสามารถนำทักษะต่างๆไปใช้แก้ปัญหาได้

2.2.3 รูปแบบการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิมล สำราญวานิช (2532, น. 80-81) ได้กำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการเป็น 2 แบบดังนี้การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured Laboratory) เป็นการทดลองที่ครูกำหนดปัญหาไว้ก่อนบอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่นๆไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำสั่งชี้แจงในคู่มือการทดลอง (Lab Direction) ก็สามารถได้คำตอบจึงเป็นรูปแบบที่เก่าแก่เป็นการปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์หลักการในบทเรียนที่ได้เรียนไปแล้วการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Laboratory Works) เป็นการทดลองที่ให้นักเรียนค้นหาคำตอบเองโดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเมื่อได้แนวทางแล้วจึงนักเรียนแยกทำการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาอธิบายหน้าชั้นอีกครั้งซึ่งถือเป็นการทดลองในแบบที่ส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิดของนักเรียน เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบสอบ (Inquiry Model) เน้นให้นักเรียนได้ค้นและสืบสอบในหลักการที่วิเคราะห์วิจารณ์ในห้องเรียน นักเรียนมีการวางแผนการทดลองซึ่งประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐานและสร้างแบบการทดลองตามลำดับแล้วจึงลงมือทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ ซึ่งครูควรฝึกนักเรียน

โดยเริ่มจากการทดลองแบบสำเร็จรูปก่อนแล้วค่อย ๆ ลดการกำหนดแนวทางของครูจนนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543, น. 87-88) ได้กำหนดชนิดของวิธีสอนแบบทดลองแบ่งได้ 3 ชนิดคือวิธีสอนแบบทดลองตามบทปฏิบัติการหรือตามแบบฝึก (Laboratory Approach or Cookbook Experiment) โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงานการทดลอง (Lab Sheet) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้เรียบร้อยโดยมุ่งหวังให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในข้อเท็จจริงหรือมโนมติและเน้นการตรวจสอบหลักการ กฎ และทฤษฎีวิธีสอนแบบทดลองโดยมีการชี้แนะ (Guided Experiment) มุ่งเน้นให้นักเรียนได้คิดออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองด้วยตนเองโดยมีครูคอยตั้งคำถามชี้แนะแนวทางวิธีสอนแบบทดลองที่แท้จริง (Pure Experiment) มุ่งเน้นให้นักเรียนมีวิธีการในการคิด ทั้งด้านการเลือก กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองปฏิบัติการทดลองและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 219 - 220)ได้สรุปถึงวิธีการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้ การเรียนการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการสอนแบบทดลอง ซึ่งเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้วิธีหนึ่ง โดยอาศัยกิจกรรมการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่มีซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย ความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ได้เรียนมาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือกระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็น หรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อนักเรียนยอมรับคำถามหรือประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ มีวิธีการตรวจสอบซึ่งวิธี การตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง(Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างองค์ความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม นำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ จากขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เริ่มจากขั้นเตรียม ขั้นใช้บทปฏิบัติการ และขั้นประเมินผล รูปแบบการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันแต่ก็มีความสัมพันธ์กันซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในด้านความรู้ ทักษะและเจตคติ ดังนั้นครูควรฝึกนักเรียนโดยเริ่มจากการทดลองแบบสำเร็จรูปก่อนเพื่อเป็นการฝึกทักษะปฏิบัติการให้กับนักเรียนแล้วค่อยๆลดการกำหนดแนวทางของครูจากการทดลองแบบสำเร็จรูป จนนักเรียนสามารถคิดสืบสอบและวางแผนการทดลองจนสามารถแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.2.4 หน้าที่และบทบาทของครูในการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ประวิตร ชูศิลป์ (2524, น. 5-6) และวิมล สำราญวานิช (2532, น. 83-84) ได้กล่าวถึงหน้าที่และบทบาทของครูในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ซึ่งครูมีหน้าที่และบทบาทสำคัญที่จะช่วยเหลือแนะแนวทางให้นักเรียนพบความสำเร็จในการทดลองโดยแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

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

2. หน้าที่ระหว่างนักเรียนทำการทดลองหรือการให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period) ครูต้องคอยดูแลให้คำแนะนำต่าง ๆ อย่างใกล้ชิด คอยเตือนเรื่องความปลอดภัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กำหนดเวลาให้พอเหมาะสำหรับการทดลองแต่ละเรื่อง ควบคุมดูแลให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทดลอง หรือการทำงานเป็นกลุ่มรวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต และบันทึกผลการทดลอง

3. หน้าที่หลังการทดลองหรือการอภิปรายผลการทดลอง (Post-Lab Discussion) ครูต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้สรุปเป็น กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ ในส่วนของนักเรียนก็ให้ แต่ละกลุ่มเขียนรายงานเสนอผลการทดลอง อภิปรายผล และสรุปประเด็นสำคัญ เสนอแนะให้นักเรียนไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

สรุปได้ว่า หน้าที่และบทบาทของครูในการสอนปฏิบัติการ จะต้องทำหน้าที่ดูแลให้คำแนะนำนักเรียนตั้งแต่ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง ตลอดจนการอภิปรายผลการทดลอง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย ดูแลให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ รวมทั้งสรุปความรู้ที่ได้จากการทดลองเป็นกฎทฤษฎี หรือหลักการต่างๆเพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ตลอดจนค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องเหล่านั้นจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆได้ด้วยตนเอง

2.2.5 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ

จากการศึกษาเอกสารด้านวิชาการของ ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 170-171), บุญชม ศรีสะอาด (2541, น. 69), สุเทพ อุตสาหะ (2526, น. 68), วิมล สำราญวานิช (2532, น. 85-86) และ สุภาพ วาดเขียน (2523, น. 10) สรุปประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการ ดังนี้

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และมีโอกาสฝึกทักษะในการทดลองและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรงและอาจศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสิ่งที่สามารถเรียนด้วยตนเองได้

3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์หาเหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

4. นักเรียนเพิ่มพูนความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและมีทักษะมากขึ้น

5. นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน

6. การจัดการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการอาจดำเนินการโดยผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆได้ เป็นการฝึกการทำงานร่วมกันแบบประชาธิปไตย

7. เป็นการเตรียมนักเรียนแต่ละคนให้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา รวมทั้งเป็นการฝึกการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หรือการสอนแบบทดลองเป็นการสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียนซึ่งได้รับประสบการณ์ตรง มีโอกาสฝึกทักษะ รู้จักการแก้ปัญหามีการทำงานร่วมกัน นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการศึกษาคาร์โบไฮเดรตในมันแกว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 61 เรื่อง 4 บทปฏิบัติการซึ่งประกอบด้วยการทดลองที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง รู้จักเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ศึกษาจากการทำการทดลองกับการศึกษาค้นคว้าในเรื่องใหม่ ๆ เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง เกิดความรู้เกี่ยวกับ กฎ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.3 การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

2.3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น

Lawson. (1995, p. 424) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นรูปแบบที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้ด้วยตนเองมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กรมวิชาการ (2544, น. 80) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การนำความรู้ หรือแบบจำลอง ไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่ จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ

จากความหมายข้างต้นสรุปว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการค้นหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง

2.3.2 ความเป็นมาและแนวคิดที่สำคัญ

วัฏจักรการเรียนรู้ เป็นวิธี การในการจัดการเรียนรู้ที่ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มี 3 ขั้นตอนดังนี้

2.3.2.1 ขั้นสำรวจ (Concept Exploration)

2.3.2.2 ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept)

2.3.2.3 ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept Application)

ต่อมาวัฏจักรการเรียนรู้ ได้ถูกพัฒนาโดย Karplus and Their (1967) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ได้ แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นการสำรวจ (Exploration)
2. ขั้นสร้าง (Invention)
3. ขั้นการค้นพบ (Discovery)

Barman and Kotar (1989) ได้ ปรับเปลี่ยนขั้นสร้างและขั้นค้นพบเป็นขั้นสำรวจ ขั้นแนะนำมโนทัศน์และขั้นประยุกต์มโนทัศน์ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ปรับปรุงขั้นตอนต่าง ๆ อีก Carin (1993, pp. 98-99) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนทัศน์ Abruscato (1996, p. 169) ได้ปรับเปลี่ยนเป็นขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ ซึ่งก็ยังคงมีความหมายใกล้เคียงกัน แต่ละขั้นตอนมีสาระสำคัญดังนี้ (สุวัฒก์ นิยมค้า (2531, น. 514-523)

1. ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการวิเคราะห์ สำรวจ ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล โดยการปฏิบัติเพื่อให้ผู้ เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. ขั้นสร้างมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ ครูเป็นผู้ กระตุ้นและชี้ แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ ได้ จากขั้นสำรวจ ให้นักเรียนจัดเรียบเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบ

3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ เป็นขั้นที่ ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำข้อที่ค้นพบมาประยุกต์ ใช้ในสถานการณ์ใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ต่อมา ในปี ค.ศ.1990 Barman ได้พัฒนาปรับปรุงวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 4 ขั้นได้แก่ ขั้นสำรวจ ขั้นแนะนำมโนทัศน์ ขั้นประยุกต์ ใช้มโนทัศน์ และขั้นประเมินผลและอธิบายต่อมาได้ดัดแปลงชื่อเป็นขั้น 4E ได้แก่ ขั้นสำรวจ ขั้นอธิบาย ขั้นขยายมโนทัศน์ และขั้นประเมินผลต่อมา ในปีค.ศ.1990 กลุ่มนักการศึกษาในโครงการ Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS ได้ปรับวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกชื่อว่า 5E (นันทิยา บุญเคลือบ 2540, น. 13-14) ได้แก่

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจจากตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็น

ประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิมหรือความรู้ จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจของเรื่องหรือประเด็นจะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่จะใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจ (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลข้อสนเทศจากการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้ อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่ได้เกี่ยว ข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้ความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ

2.4 การคิดวิเคราะห์

2.4.1 ความหมายของการคิด

ลักขณา สริวัฒน์ (2549, น. 5) กล่าวว่าการคิดคือพฤติกรรมภายในสมองที่อยู่ลักษณะหรือรูปแบบของการปฏิบัติการทางสมองที่เป็นกระบวนการแห่งการคิดโดยเริ่มจากสภาพหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความรู้สึกอึดอัดวิตกกังวลอารมณ์ตึงเครียดไม่สบายใจจึงต้องมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้ได้คลายความรู้สึกไม่สบายหรือเพื่อแก้ไขปัญหานั้นๆให้สำเร็จลุล่วงไปและเกิดความสุขสบายใจได้

ประพันธ์ ศิริสุเสารัจ (2551, น. 3) กล่าวว่าการคิดเป็นกระบวนการทำงานของสมองที่เป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์อันเป็นผลมาจากประสบการณ์เดิมสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อมที่เข้ามากระทบส่งผลให้เกิดความคิดในการสามารถแก้ไขปัญหาหรือปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นจากความหมายของการคิดดังกล่าวสรุปได้ว่าการคิดเป็นความสามารถทางสติปัญญาที่สลับซับซ้อนที่ใช้ในการแสวงหาข้อมูลที่เป็นเหตุและผลการจัดกระทำข้อมูลการสื่อสารเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น

ประเภทของการคิดได้มีผู้แบ่งประเภทของการคิดในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548, น. 22–23) ได้กล่าวถึงการพัฒนาความคิดขั้นสูง (Higher-ordered Thinking) ดังนี้ความคิดขั้นสูงเป็นความสามารถทางสติปัญญาประการหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดในขณะที่นักเรียนเข้ามาอยู่ในโรงเรียนเพื่อเรียนรู้เนื้อหาและหลักการรวมทั้งแนวคิดในวิชาต่างๆความคิดขั้นสูงประกอบด้วยความคิดในด้านต่าง ๆ คือ

1. ความคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) คือความคิดที่เกี่ยวข้องกับจำแนกรวบรวมเป็นหมวดหมู่รวมทั้งการจัดประเด็นต่างๆเช่นการจำแนกชนิดของหินโดยพิจารณาภายนอกเป็นเกณฑ์การจำแนกใบไม้โดยพิจารณารูปร่างของใบขอบใบและเส้นใบเป็นเกณฑ์หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือการพัฒนาโปรแกรมเพื่อหาอายุเฉลี่ยของนักเรียนในชั้นหนึ่งก็ต้องจำแนกปัญหาเป็นกระบวนการ (Procedure) ย่อยคือกระบวนการหาอายุรวมและกระบวนงานหาจำนวนนักเรียนในชั้นแล้วนำกระบวนการทั้งสองมาหาอายุเฉลี่ย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือความคิดเห็นต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งทั้งในด้านบวกหรือลบอย่างมีเหตุผลโดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่อย่างพอเพียงเช่นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพซึ่งเป็นประเด็นที่คนทั่วโลกให้ความสนใจคือเรื่อง GMOS ผลการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวมีผลให้สิ่งมีชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากพันธุ์เดิมและการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมมีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากประเด็นดังกล่าวเป็นสถานการณ์จริงที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้ารวบรวมความรู้เกี่ยวกับGMOSเป็นข้อมูลในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นวิพากษ์วิจารณ์เชิงสนับสนุนหรือโต้แย้งเทคโนโลยีดังกล่าว

3. ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือความคิดที่แปลงใหม่ยืดหยุ่นและแตกต่างจากผู้อื่นเช่นให้นักเรียนทำกิจกรรมคิดออกแบบประดิษฐ์อุปกรณ์กำเนิดเสียงแทนการใช้กระดิ่งไฟฟ้าหรือออดไฟฟ้าหรือออกแบบวงจรเตือนภัยโดยใช้เซนเซอร์ความร้อนหรือนักเรียนบางคนได้เรียนรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการฟักไข่ของสัตว์พวกนกจึงมีความคิดที่จะทดสอบว่าคน

จะสามารถฟักไข่ไก่ได้หรือไม่โดยออกแบบหนีบไข่ไว้ใต้รักแร้แล้วคอยติดตามดูผลว่าจะเป็นอย่างไร

4. ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (Logical Thinking) คือความสามารถที่จะคิดในเชิงเหตุผลของเรื่องราวต่างๆเช่นกิจกรรมการเรียนเรื่องการสร้างเขื่อนหรือการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมต่างๆซึ่งเป็นประเด็นโต้แย้งทางสังคมที่ไม่อยู่บนข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการโต้แย้งหรือสนับสนุนไม่ใช่ใช้ความรู้สึกหรือใช้อารมณ์ในการตัดสินว่าควรจะดำเนินการพัฒนาหรือไม่อย่างไร

5. ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) คือความคิดที่ใช้ในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริงเช่นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเทคโนโลยีชาวบ้านการดองผักด้วยน้ำซาวข้าวหรือน้ำมะพร้าวหรือการใส่พริกสดลงในน้ำกะทิเพื่อกันการบูดเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้รับสืบทอดกันมาโดยไม่ทราบหลักการทางวิทยาศาสตร์ครูควรให้นักเรียนได้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาวางแผนในการตรวจสอบพิสูจน์เพื่ออธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาวางแผนในการตรวจสอบพิสูจน์เพื่ออธิบายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

ลักขณา สริวัฒน์ (2549, น. 24–31) ได้แบ่งการคิดออกเป็นหลายชนิดขึ้นอยู่กับว่ายึดจะลักษณะใดเป็นหลักในการแบ่งดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

1. แบ่งตามขอบเขตของการคิดจำแนกเป็น 2 ประเภทได้แก่

1.1 การคิดในระบบปิดหมายความว่าการคิดที่อยู่ในขอบเขตจำกัดแนวการคิดจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมีการคิดอย่างไรก็จะคิดเหมือนๆกันเช่นการคิดทางคณิตศาสตร์การคิดทางตรรกศาสตร์เป็นต้น

1.2 การคิดในระบบเปิดหมายถึงการคิดที่เป็นไปตามความรู้ความสามารถหรือประสบการณ์ของแต่ละคนในแต่ละสิ่งแวดล้อม

2. แบ่งตามความแตกต่างของเพศจำแนกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

2.1 การคิดแบบวิเคราะห์ (Analytical Thinking) เป็นการคิดโดยอาศัยสิ่งเร้าที่เป็นจริงเป็นเกณฑ์เป็นการคิดของผู้มีอารมณ์เป็นการคิดที่ถือว่าเป็นพื้นฐานแบบวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะการคิดของเพศชายเป็นส่วนใหญ่ลักษณะของการคิดวิเคราะห์คือมีเหตุผล (Rational) มีการคาดคะเน (Predictable) มีขอบเขต (Convergent) และเป็นแนวส่ง (Vertical)

2.2 การคิดแบบโยงความสัมพันธ์ (Ralational Style) เป็นการคิดที่สัมพันธ์กับอารมณ์ซึ่งมักยึดตนเองเป็นใหญ่เกิดจากการมองหาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปเช่นความสัมพันธ์ทางด้านหน้าที่สถานที่หรือกาลเวลาการคิดแบบนี้มักจะเป็นการคิดของเพศหญิง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. แบ่งตามความสนใจของนักจิตวิทยาจำแนกเป็น 3 ประเภทได้แก่

3.1 การคิดรวบยอด (Concept) เป็นการคิดที่ได้รับจากการรับรู้โดยมีการเปรียบเทียบทั้งในลักษณะเหมือนและแตกต่างกันด้วยการอาศัยประสบการณ์เดิม

3.2 การคิดหาเหตุผล (Reasoning) การคิดประเภทนี้เริ่มจากการตั้งสมมุติฐานแล้วดำเนินการทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นเช่นขับรถยนต์ไปต่างจังหวัดขณะที่รถกำลังวิ่งอยู่ได้กลิ่นเหมือนมีอะไรไหม้ต้องมีการคิดหาสาเหตุด้วยการตั้งสมมุติฐานว่าหม้อน้ำแห้งหรือเกี่ยวกับระบบเครื่องปรับอากาศหรือเกี่ยวกับสายไปแล้วทำการทดสอบดูหม้อน้ำว่ามีน้ำหรือไม่ถ้ายังมีน้ำก็ต้องทดสอบดูระบบเรื่องปรับอากาศและดูระบบสายไฟจนกว่าจะพบ

3.3 การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความคิดที่อาศัยการคิดที่แก้ปัญหาใหม่ๆและคิดสร้างสิ่งใหม่ๆท่ามกลางความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวกับวิวัฒนาการใหม่ๆสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆและการออกแบบสิ่งใหม่นั้นเป็นเรื่องที่น่าศึกษาถึงวิธีการแก้ปัญหาและได้ความรู้นั้นมาอย่างไรสิ่งที่น่าคิดในการแก้ปัญหาเพื่อจะได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่การค้นพบกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหาแนวใหม่การออกแบบทางศิลปะและการดนตรี

4. แบ่งตามลักษณะของการคิดจำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ได้แก่

4.1 การคิดโดยไม่มีจุดมุ่งหมาย (Undirected Thinking) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าความคิดต่อเนื่องหรือความคิดเชื่อมโยง (Associative Thinking) เป็นวิธีคิดจากสิ่งหนึ่งไปยังอีกสิ่งหนึ่งอย่างต่อเนื่องและเชื่อมโยงถึงกันจนเหมือนว่าความคิดเชื่อมโยงนี้จะไม่มีจุดมุ่งหมายและควบคุมไม่ได้แต่ก็มีทิศทางการคิดชนิดนี้ยังแบ่งออกเป็นประเภทย่อยๆได้ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.1.1 การคิดต่อเนื่องอย่างอิสระหรือการคิดเชื่อมโยงอิสระ (Free Association) เป็นความคิดที่เกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์กันอย่างอิสระจากเรื่องหนึ่งไปยังอีกเรื่องหนึ่งโดยไม่ได้เข้มงวดกับการเรียงประโยคหรือความถูกต้องของไวยากรณ์ในการใช้ภาษาซึ่งมักจะเป็นการเล่าเรื่องในสิ่งที่ผ่านมาโดยใช้ความคิดของเราประกอบด้วยซึ่งมักจะใช้ในการรักษาคนไข้ทางจิตซึ่งเรียกว่าวิธีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalytic Therapy)

4.1.2 การคิดต่อเนื่องที่ไม่อิสระหรือการควบคุมการเชื่อมโยง(Controlled Association) เป็นความคิดที่เรียงลำดับจากคำหนึ่งไปยังอีกคำหนึ่งตามที่ผู้แนะนำหรือคอยนำให้เช่นมีการเสริมต่อและแนะนำบางคำเพื่อกระตุ้นให้ผู้คิดได้ต่อไปเช่นผู้ที่กำลังเขียนคำตอบอยู่แต่ตอบไม่ได้เพราะติดคำศัพท์บางคำก็ได้รับคำแนะนำคำนั้นจึงสามารถเขียนต่อไปได้เป็นต้นดังนั้นจะเห็นว่าความคิดต่อเนื่องประเภทนี้แตกต่างจากประเภทแรกที่การคิดถูกจำกัดให้แคบลงโดยต้องปฏิบัติตามคำสั่งของอีกฝ่ายหนึ่งผู้คิดอาจจะได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกับคำที่ได้ยินสรุปได้ว่าเป็นการคิดโดยอาศัยคำที่บอกให้นั้นจะเป็นแนวทางนำไปสู่การคิดนั่นเอง

4.1.3 การฝันกลางวัน (Day Dreaming) เป็นลักษณะความคิดแบบเพ้อฝันในลักษณะการสร้างวิมานในอากาศที่ไม่ใช่สภาพที่แท้จริงของตนคิดอยากเป็นนั่นเป็นนี่หรือคิดไปว่าถ้าตนเองถูกลอตเตอรี่จะเดินทางไปเที่ยวรอบโลกซึ่งมักจะเป็นความคิดที่มีจุดประสงค์ป้องกันตัวเองหรือให้เกิดความภาคภูมิใจในตัวเองเนื่องจากในความจริงนั้นไม่เคยทำอะไรให้ได้รับความภาคภูมิใจจากคำชมของผู้อื่นเลยหรือฝันเพราะอยากได้วัตถุหรือประสบการณ์ที่ไม่เคยเกิดขึ้นในชีวิตจริงสรุปได้ว่าเป็นการคิดเพ้อฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่คิดฝันถึงเรื่องที่ไม่เกิดขึ้นจริง

4.1.4 การฝันกลางวัน (Night Dreaming) มักเกิดในเวลาหลับฝันถึงเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งเป็นความฝันในสิ่งที่เป็นเรื่องเก็บกดไว้บางครั้งก็เป็นเรื่องราวติดต่อกับเรื่องที่เกิดขึ้นในขณะที่ตื่นอยู่แต่บางครั้งก็ไม่มีเนื้อหาและไม่สมเหตุสมผลการฝันกลางคืนเป็นเครื่องแสดงว่าการคิดนั้นเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาโดยที่เราไม่ได้มีความตั้งใจเลยสรุปได้ว่าเป็นการฝันอันเป็นความคิดของเราหรือเป็นความฝันเนื่องจากการรับรู้ผิดหรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าเช่นขณะนอนหลับมีมดมากัดทำให้ฝันว่ากำลังถูกฉีดยาหรือถูกแทงเป็นต้น

4.1.5 การคิดตามความเชื่อของผู้คิดหรือการคิดเข้าข้างตัวเอง (Autistic Thinking) การคิดแบบนี้เป็นกระบวนการที่ผู้คิดตีความหมายจากความเชื่อและตัดสินด้วยเหตุผลที่เข้าข้างตนเองบางครั้งก็เพิ่มเติมหรือที่เรียกว่าระบายสีลงไปในสิ่งที่คิดด้วยการตีความหมายจากความเชื่อและตัดสินด้วยเหตุผลที่เข้าข้างตนเองเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการความสบายใจของตนเองมากกว่าที่จะคิดถึงความเป็นจริงจึงสรุปได้ว่าความคิดชนิดนี้เป็นการคิดที่ขึ้นอยู่กับความเชื่อและอารมณ์ของผู้คิดมากกว่าที่จะขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิดการหาเหตุผลเข้าข้างตนเองของพวกที่เผชิญปัญหาก็จะอยู่ในประเภทนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2 การคิดอย่างมีจุดหมาย (The Goal-directed Thinking) หรือความคิดตรง (Directed Thinking) เป็นการคิดที่มักจะมีจุดมุ่งหมายในสิ่งที่คิดว่าจะทำอย่างไรสิ้นสุดที่ตรงไหนและจะทำให้เกิดความสำเร็จได้อย่างไรนอกจากนี้ยังเป็นการสรุปหลังจากที่คิดเสร็จสิ้นแล้วซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทย่อยๆดังต่อไปนี้

4.2.1 การคิดตัดสินปัญหาหรือการคิดวิพากษ์วิจารณ์หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) นับว่าเป็นความคิดที่มีเหตุผลมีกฎเกณฑ์ตามหลักตรรกวิทยานักตรรกวิทยาได้วางหลักในการใช้เหตุผลซึ่งมีทั้งวิธีนิรนัย (Deduction) และวิธีอุปนัย (Induction) ซึ่งในการพิสูจน์มีทั้งสองวิธีการที่ต่างกันคือวิธีนิรนัยเป็นการพิสูจน์เหตุผลด้วยการยกสิ่งที่ง่ายกว่ามาสนับสนุนสิ่งที่ยากขึ้นไปทีละขั้นส่วนวิธีอุปนัยนั้นได้จากประสบการณ์ที่เขาได้สัมผัสจากที่เราสังเกตหน่วยต่าง ๆ ในประเภทเดียวกันหลาย ๆ หน่วยจนเราปลงใจได้ว่าน่าจะเป็นเช่นนั้นและน่าจะเป็นหน่วยเดียวกันสรุปว่าเป็นการคิดแบบตัดสินใจไปตามข้อเท็จจริงที่ปรากฏ

5. แบ่งตามเนื้อหาหลักสูตรประกอบด้วยหลักสูตรย่อย ๆ ดังนี้

5.1 การคิดสิบมิติ

5.2 การคิดเชิงวิพากษ์หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)

5.3 การคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytical Thinking)

5.4 การคิดเชิงวิเคราะห์ (Comparative Thinking)

5.5 การคิดเชิงสังเคราะห์ (Synthesis-Type Thinking)

5.6 การคิดเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Thinking)

5.7 การคิดเชิงบูรณาการ (Integrative Thinking)

5.8 การคิดเชิงอนาคต (Futuristic Thinking)

5.9 การคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

5.10 การคิดเชิงประยุกต์ (Applicative Thinking)

5.11 การคิดเชิงกลยุทธ์ (Strategic Thinking)

5.12 การคิดเชิงระบบ (Systematic Thinking)

ประพันธ์ ศิริสุเสารัจ (2551, น. 7–8) ได้แบ่งระดับความคิดออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับพื้นฐานระดับกลางและระดับสูง

1. การคิดระดับพื้นฐานเป็นการคิดทั่วๆไปเป็นการคิดที่ไม่มีความลึกซึ้งสลับซับซ้อนมากมายเป็นทักษะที่ใช้เป็นพื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการคิดในชีวิตประจำวันโดยทั่ว ๆ ไปได้แก่ทักษะการสื่อสารต่าง ๆ ที่เป็นความสามารถในการับรู้และการถ่ายทอดความรู้ข้อมูลทั้งในรูปของภาษาดนตรีศิลปะการคิดคำนวณประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ได้แก่การจดการจำการอ่านการฟังการบรรยายการอธิบายการเขียนการพูดการแสดงออกการบอกความรู้การเล่าการบอกความรู้สึก

2. การคิดระดับกลางเป็นทักษะการคิดที่ต้องใช้ตัดสินใจและแก้ปัญหาทั่ว ๆ ไปในชีวิตประจำวันเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนำไปใช้ในการคิดระดับสูงซึ่งมีความสลับซับซ้อนการฝึกทักษะการคิดระดับกลางสำหรับเด็กเป็นการฝึกฝนทักษะการแสวงหาความรู้ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่เป็นความรู้ความคิดที่ลุ่มลึกมากขึ้นเพื่อตอบสนองต่อการเรียนรู้ได้แก่ การสังเกตการสำรวจการถามการเก็บรวบรวมข้อมูลการจำแนกแยกแยะการจัดหมวดหมู่การเปรียบเทียบการเรียงลำดับการเชื่อมโยงการแปลการขยายความการตีความการให้เหตุผลการสรุปย่อการสรุปอ้างอิง

3. การคิดระดับสูงเป็นการคิดที่มีความซับซ้อนสูงใช้ทักษะความคิดที่หลากหลายจะต้องใช้ความรู้ความสามารถและต้องใช้ทักษะการฝึกฝนมีทักษะพื้นฐานในการคิดหลายๆทักษะมาประกอบกันเป็นกระบวนการคิดมีการคิดอย่างเป็นขั้นตอนเป็นระบบเป็นกระบวนการในการพัฒนาความความคิดให้ถึงระดับสูงได้นั้นจำเป็นจะต้องมีทักษะความคิดพื้นฐานและระดับกลางเข้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มาเป็นพื้นฐานในการคิดเสมอและจะต้องมีทักษะการคิดดังกล่าวอย่างชำนาญมาพอสมควรแล้ว ทักษะการคิดขึ้นระดับสูงได้แก่การแก้ปัญหาการคิดวิจารณญาณการคิดตัดสินใจการวางแผนการสรุปความการนิยามการวิเคราะห์การแก้ไขปรับปรุงการจัดระบบความคิดการคาดคะเนการพยากรณ์การตั้งสมมติฐานการทดสอบสมมติฐานการประยุกต์ความรู้การพิสูจน์ความจริง

2.4.2 ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิด

สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ (2540, น. 3–5) ได้สรุปทฤษฎีหลักการและแนวคิดเกี่ยวกับการคิดของนักจิตวิทยาและนักวิชาการจากต่างประเทศไว้ดังนี้

Bloom (1961) ได้จำแนกการเรียนรู้ (Cognition) ออกเป็น 5 ขั้นได้แก่การรู้ขั้นความรู้ การรู้ขั้นเข้าใจการรู้ขั้นวิเคราะห์การรู้ขั้นสังเคราะห์และการรู้ขั้นประเมิน Piaget (1964) ได้อธิบายพัฒนาการทางสติปัญญาว่าเป็นผลเนื่องมาจากการปะทะสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมโดยบุคคลพยายามปรับตัวโดยกระบวนการดูดซึม(Assimilation) และกระบวนการปรับให้เหมาะ (Accommodation) โดยการพยายามปรับความรู้ความคิดเดิมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ซึ่งทำให้บุคคลอยู่ในภาวะสมดุลสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการพัฒนาโครงสร้างทางสติปัญญาของบุคคล Bruner (1956) กล่าวว่าเด็กเริ่มต้นเรียนรู้จากการกระทำต่อไปจึงจะสามารถจินตนาการหรือสร้างภาพในใจหรือในความคิดขึ้นได้แล้วจึงถึงขั้นการคิดและเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม Gagne (1985) ได้อธิบายว่าผลการเรียนรู้ของมนุษย์มี 5 ประเภทได้แก่

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย 4 ระดับคือการจำแนกแยกแยะการสร้างความคิดรวบยอดการสร้างกฎการสร้างกระบวนการหรือกฎขั้นสูง
2. กลวิธีในการเรียนรู้ (Cognitive Strategies) ซึ่งประกอบด้วยกลวิธีการใส่ใจการรับและการทำความเข้าใจข้อมูลการดึงความรู้ความทรงจำการแก้ปัญหาและกลวิธีการคิด
3. ภาษา (Verbal Information)
4. ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor Skills)
5. เจตคติ (Attitudes)

Guildford (1967) ได้อธิบายว่าความสามารถทางสมองมนุษย์ประกอบด้วยมิติสามมิติคือ

1. ด้านเนื้อหา (Contents) หมายถึงวัตถุ/ข้อมูลที่ใช้เป็นสื่อก่อให้เกิดความคิดซึ่งมีหลายรูปแบบเช่นอาจเป็นภาพเสียงสัญลักษณ์ภาษาพฤติกรรม
2. มิติด้านปฏิบัติการ (Operaticns) หมายถึงดึงกระบวนการต่าง ๆ ที่บุคคลใช้ในการคิดซึ่งได้แก่การรับรู้และเข้าใน (Cognition) การจำ การคิดแบบเอกนัยและการประเมินค่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. มิติด้านผลผลิต (Products) หมายถึงผลของการคิดซึ่งอาจมีลักษณะเป็นหน่วย (Units) เป็นกลุ่มหรือพวกของสิ่งต่าง ๆ (Classes) เป็นความสัมพันธ์ (Relation) เป็นระบบ (System) เป็นการแปลงรูป (Transformation) และการประยุกต์ (Implication) ความสามารถทางการคิดของบุคคลเป็นผลจากการผสมผสานมิติด้านเนื้อหาและด้านปฏิบัติการเข้าด้วยกัน

2.4.3 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นสมรรถภาพด้านหนึ่งของสมองซึ่งนักวิชาการได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 2) ให้ความหมายว่าการคิดวิเคราะห์เป็นการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนๆเพื่อค้นหาว่าทำมาจากอะไรมีองค์ประกอบอะไรประกอบขึ้นมาได้อย่างไรเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สุวิทย์มูลคำ (2547, น. 21) ให้ความหมายว่าการคิดวิเคราะห์เป็นการคิดโดยใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลักเป็นการคิดเชิงลึกคิดอย่างละเอียดจากเหตุไปสู่ผลตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลและผลความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

ประพันธ์ศิริสุเสารัจ (2551, น. 53–54) กล่าวว่าการคิดวิเคราะห์หมายถึงความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดและจำแนกแยกแยะข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆไม่ว่าจะเป็นวัตถุเรื่องราวเหตุการณ์ต่างๆออกเป็นส่วนย่อยๆและจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อค้นหาความจริงความสำคัญแก่นแท้องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้นๆสามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็นทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ได้อย่างชัดเจนรวมทั้งความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไรอะไรเป็นสาเหตุส่งผลกระทบต่อกันอย่างไรอาศัยหลักการใดจนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุปการประยุกต์ใช้ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆได้อย่างถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์หมายถึงการใช้สมองในการคิดจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่โดยการคิดอย่างลึกละเอียดมีเหตุมีผล

2.4.4 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Bloom (1956, อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, น. 41–44) กล่าวว่าการคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไรมีความสำคัญอย่างไรอะไรเป็นสาเหตุอะไรเป็นผลและที่เป็นเหตุอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไรการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 อย่างดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญหมายถึงการแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือเป็นหรือมีบทบาทที่สุดตัวไหนเป็นเหตุตัวไหนเป็นผล

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์หมายถึงการค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไรสอดคล้องกันหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการหมายถึงการค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของเรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องจากอะไรโดยยึดอะไรเป็นหลักเป็นแกนกลางมีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงยึดหลักการใดมีเทคนิคอย่างไรหรือยึดคติใด

สุวิทย์มูลคำ (2547, น. 23–24) กล่าวว่าการคิดวิเคราะห์อาจจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบเป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่นการวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืชสัตว์ข่าวข้อความหรือเหตุการณ์เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆโดยการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิดความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการเป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นๆว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใดเช่นการให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่องการระบุจุดประสงค์ของผู้เรียนประเด็นสำคัญของเรื่องเทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่านและรูปแบบภาษาที่ใช้เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ดังนั้นจึงสามารถสรุปลักษณะการคิดวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญเป็นการจำแนกแยกแยะหาความสำคัญว่าสิ่งของเรื่องราวใดเหตุการณ์ใดหรือสาระเนื้อหาใดที่สำคัญที่สุด

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นการค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆว่าทั้งสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน

3. การวิเคราะห์หลักการเป็นการพิจารณาดูส่วนปลีกย่อยต่างๆว่ามีลักษณะในการทำงานโดยอาศัยหลักการใดเป็นสำคัญ

2.4.5 องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 26–30) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 4 ประการคือ

1. ความสามารถในการตีความความสามารถวิเคราะห์สิ่งต่างๆได้หากไม่เริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจข้อมูลที่ปรากฏเริ่มแรกเราจึงต้องพิจารณาข้อมูลที่ได้รับว่าอะไรเป็นอะไรด้วยการตีความการตีความ (Interpretation) หมายถึงการพยายามทำความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่เรา

ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้นเป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์โดยสิ่งนั้นไม่ได้ปรากฏโดยตรงคือตัวข้อมูลไม่ได้บอกโดยตรงแต่เป็นการสร้างความเข้าใจที่เกินกว่าสิ่งที่ปรากฏอันเป็นการสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของสิ่งที่ปรากฏในข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เกณฑ์แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจหรือเป็นไม้เมตรที่แต่ละคนสร้างขึ้นในการตีความนั้นย่อมแตกต่างกันไปตามความรู้ประสบการณ์และค่านิยมของแต่ละบุคคลเช่นการตีความจากความรู้การตีความจากประสบการณ์การตีความจากข้อเขียน

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์เราจะวิเคราะห์ได้ดีนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องนั้นเพราะความรู้จะช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์แจกแจงและจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไรมีองค์ประกอบย่อยๆอะไรบ้างมีกี่หมวดหมู่จัดลำดับความสามรถอย่างไรและรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อให้เกิดอะไรการวิเคราะห์ของเราในเรื่องนั้นจะไม่สมเหตุสมผลเลยหากเราไม่มีความรู้ความเข้าใจเรื่องนั้นเราจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาเป็นองค์ประกอบในการคิดถ้าเราขาดความรู้เราอาจไม่สามารถวิเคราะห์หาเหตุหาผลได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

3. ความช่างสังเกตช่างสงสัยและช่างถามนักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีองค์ประกอบทั้งสามนี้ร่วมด้วยคือต้องเป็นคนช่างสังเกตสามารถค้นพบความผิดปกติท่ามกลางสิ่งที่มีอยู่อย่างผิวเผินแล้วเหมือนไม่มีอะไรเกิดขึ้นต้องเป็นคนช่างสงสัยเมื่อเห็นความผิดปกติไม่ละเลยไปแต่หยุดพิจารณาขบคิดไตร่ตรองและต้องเป็นคนช่างถามชอบตั้งคำถามจะนำไปสู่การสืบค้นความจริงและเกิดความชัดเจนในประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ ขอบเขตคำถามที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์จะยัดหลักการตั้งคำถามโดยใช้หลัก 5W 1H คือใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How) คำถามเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้ทุกข้อเพราะการตั้งคำถามมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความชัดเจนครอบคลุมและตรงประเด็นที่เราต้องการสืบค้น

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลนักคิดเชิงวิเคราะห์จะต้องมีความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลสามารถค้นหาคำตอบได้ว่า

อะไรเป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งนี้
เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับเรื่องนี้ได้อย่างไร
เรื่องนี้มีใครเกี่ยวข้องบ้างเกี่ยวข้องอย่างไร
เมื่อเรื่องนี้จะส่งผลกระทบอย่างไร
สาเหตุที่ก่อนให้เกิดเหตุการณ์นี้
องค์ประกอบใดบ้างที่นำสู่สิ่งนี้
วิธีการขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สิ่งนี้ประกอบด้วยอะไร
แนวทางแก้ปัญหามีอะไรบ้าง
ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต

และคำถามอื่น ๆ ที่มุ่งหมายการออกแรงทางสมองให้ต้องขบคิดอย่างมีเหตุผลเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกิดขึ้น

นักคิดเชิงวิเคราะห์จึงต้องเป็นผู้มีความสามารถในการใช้เหตุผลจำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริงสิ่งใดเป็นเท็จสิ่งใดมีองค์ประกอบในรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไรเป็นเหมือนคนใส่แว่นเพื่อดูภาพยนตร์ 3 มิติขณะที่คนทั่วไปไม่ได้ใส่แว่นจะดูไม่รู้เรื่องเพราะจะต้องเห็นเพียง 2 มิติที่เป็นภาพระนาบแต่เมื่อใส่แว่นแล้วจะเห็นภาพในแนวลึกมองเห็นความซับซ้อนที่อยู่ภายในรู้ว่าแต่ละสิ่งจัดเรียงลำดับกันอย่างไรรู้เหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการกระทำรู้อารมณ์ความรู้สึกที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังสีหน้าและการแสดงออกการคิดเชิงวิเคราะห์ช่วยให้เรารู้ข้อเท็จจริงรู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดเข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างรู้ว่าอะไรเป็นอะไรทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นหลักฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาการประเมินการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆได้อย่างถูกต้อง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548, น. 52) กล่าวว่าองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การตีความความเข้าใจและให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นกับความรู้ประสบการณ์และค่านิยม

2. การมีความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์

3. การช่างสังเกตสงสัยช่างถามขอบเขตของคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์จะยึดหลัก 5 W I H คือใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When)ทำไม (Why) อย่างไร (How)

4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (คำถาม) ค้นหาคำตอบได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมกับสิ่งนี้ได้อย่างไรเรื่องนี้ใครเกี่ยวข้องเมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบอย่างไรมีองค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้นมีวิธีการขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้ได้อย่างไรมีแนวทางแก้ไขปัญหาอย่างไรบ้างถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคตลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรเขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไรสิ่งนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เกิดขึ้นอย่างไร

2.4.6 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

Bloom (1956, อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, น. 149–154) กล่าวว่าการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆว่าประกอบด้วยอะไรมีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมีส่วยย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้างและเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใดจะเห็นว่าสมรรถภาพด้านการวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอการวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำความเข้าใจและด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณาการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่มีอยู่นั้นอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุดตัวไหนเป็นเหตุตัวไหนเป็นผลเหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุดตัวอย่างคำถามเช่นสิ่งใดที่ขาดเสียมิได้สอนแบบใดเด็กจึงอยากเรียนมากกว่าวิธีสอนอื่น ๆ ที่มีอยู่

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาว่าความสำคัญย่อยๆของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อเกี่ยวพันกันอย่างไรสอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไรการวิเคราะห์ความสัมพันธ์อาจจะถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุเนื้อเรื่องกับผลเหตุกับผลตัวอย่างคำถามเช่นเพราะเหตุใดรุ้งจึงโค้งตามแนวโค้งของโลกเหตุใดคนตกใจมากจึงมักเป็นลม

3. วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึดหลักการใดมีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใดอาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจคำถามวิเคราะห์หลักการมักจะลงท้ายว่า ...ยึดหลักการใด... มีหลักการใดอยู่เสมอตัวอย่างคำถามประเภทวิเคราะห์หลักการเช่นรถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สมนึก ภัททิยธนี (2546, น. 144–147) กล่าวว่าการวัดการคิดวิเคราะห์เป็นการใช้วิจารณญาณเพื่อไตร่ตรองการแยกแยะพิจารณาดูรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุดของชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุดและชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใดซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญหมายถึงการพิจารณาหรือจำแนกว่าชิ้นใดส่วนใดเรื่องใดเหตุการณ์ใดตอนใดสำคัญที่สุดหรือหาจุดเด่นจุดประสงค์สำคัญสิ่งที่ซ่อนเร้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์หมายถึงการค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่างๆว่าสองชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันรวมถึงข้อสอบอุปมาอุปมัย

3. การวิเคราะห์หลักการหมายถึงการให้พิจารณาดูชิ้นส่วนหรือส่วนปลีกย่อยต่าง ๆ ว่าทำงานหรือเกาะยึดกันได้หรือคงสภาพเช่นนั้นได้เพราะใช้หลักการใดเป็นแกนกลางจึงถามโครงสร้างหรือหลักการหรือวิธีการที่ยึดถือจากการศึกษาสรุปได้ว่าการวัดความสามารถในการคิด

วิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะของสิ่งต่าง ๆ โดยอาศัยการวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์และวิเคราะห์หลักการ

2.4.7 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, น. 16, อ้างถึงใน วนิช สุธารัตน์, 2547, น. 135) สรุปประโยชน์ของการคิด ได้ดังนี้

1. สามารถปฏิบัติงานอย่างมีหลักการและเหตุผลและได้งานที่มีประสิทธิภาพ
2. สามารถประเมินงานโดยใช้กฎเกณฑ์อย่างสมเหตุสมผล
3. สามารถประเมินตนเองอย่างมีเหตุผลและมีความสามารถในการตัดสินใจได้อย่างดีอีกด้วย
4. ช่วยสามารถแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล
5. ช่วยให้สามารถกำหนดเป้าหมายรวบรวมข้อมูลที่ชัดเจนค้นหาความรู้ทฤษฎีหลักการตั้งข้อสันนิษฐานตีความหมายตลอดจนการหาข้อสรุปได้ดี
6. ช่วยให้ผู้คิดมีความสามารถในการใช้ภาษาได้อย่างถูกต้องจนถึงขั้นมีความสามารถเป็นนายของภาษาได้
7. ช่วยให้คิดได้อย่างชัดเจนคิดได้อย่างถูกต้องคิดอย่างกว้างคิดอย่างลึกและคิดอย่างสมเหตุสมผล
8. ช่วยให้เกิดปัญญามีความรับผิดชอบมีระเบียบวินัยมีความเมตตาและมีบุคลิกภาพในทางสร้างประโยชน์ต่อสังคม
9. ช่วยให้พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกเปลี่ยนแปลงสู่ยุคสารสนเทศและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สุวิทย์มูลคำ (2547, น. 39) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ดังนี้

1. ช่วยให้เรารู้ข้อเท็จจริงรู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้นเข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ รู้ว่าเรื่องนั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้างทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นหลักฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาการประเมินและการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
2. ช่วยให้เราสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏและไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์ความรู้สึกหรือออคติแต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง
3. ช่วยให้เราไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่าย ๆ แต่สื่อสารตามความเป็นจริงขณะเดียวกันจะช่วยให้เราไม่หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดตัวอย่างเพียงอย่างเดียวแต่พิจารณาเหตุผลและปัจจัยเฉพาะในแต่ละกรณีได้

4. ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่น ๆ ที่ถูกบิดเบือนไปจากความประทับใจในครั้งแรกทำให้มองอย่างครบถ้วนในแง่มุมอื่น ๆ ที่มีอยู่

5. ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกตการหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏพิจารณาตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตัดสินสรุปสิ่งใดลงไป

6. ช่วยให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงณเวลานั้นโดยไม่พึ่งพิงอคติที่ก่อตัวอยู่ในความทรงจำทำให้เราสามารถประเมินสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมจริงสมจัง

7. ช่วยประเมินการความน่าจะเป็นโดยสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานที่เรามีการวิเคราะห์ร่วมกันกับปัจจัยอื่น ๆ ของสถานการณ์เวลานั้นอันจะช่วยเราคาดการณ์ความน่าจะเป็นได้สมเหตุสมผลมากกว่าประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาอย่างมีหลักการสมเหตุสมผลทำงานทุกอย่างด้วยการมีเป้าหมายมีความคิดทุกขั้นตอนอย่างชัดเจน

2.4.8 การพัฒนาการคิดวิเคราะห์

ในการสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์นี้มีทักษะย่อยที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความตระหนักในปัญหาและเป็นพื้นฐานในการคิดวิเคราะห์หาทางเลือกจากทักษะขั้นเริ่มต้นไปสู่ทักษะที่ซับซ้อนดังนี้ (ศิริกาญจน์ โกสุม และดาริณี คำวัจนัง, 2542, น. 49–50)

1. การสังเกตเป็นทักษะขั้นต้นในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและทางสังคมอาจฝึกให้ผู้เรียนรู้จักสังเกตโดยตรงเช่นสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติสังเกตความเป็นอยู่ของคนในชุมชนการสังเกตทางอ้อมเช่นสังเกตจากภาพถ่ายแผนที่วีดีทัศน์การเล่นเกมเป็นต้นการฝึกการสังเกตจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการเฝ้าดูรายละเอียดของสถานการณ์ต่าง ๆ พฤติกรรมของคนวัตถุสิ่งของ

2. การวัดและการใช้ตัวเลขในชีวิตประจำวันผู้เรียนต้องเกี่ยวข้องกับการชั่งน้ำหนักการวัดส่วนสูงการวัดไข้การวัดพื้นที่ปริมาตรการคำนวณทางคณิตศาสตร์การดูเวลาซึ่งผู้เรียนควรได้รับการฝึกทั้งโดยการคิดคำนวณและการสังเกตเพื่อประมาณการ

3. การจำแนกประเภทสิ่งของที่อยู่รอบตัวเราจัดเป็นประเภทได้หลายประเภทตามเกณฑ์ที่ใช้เช่นสีรูปร่างอายุขนาดลักษณะคล้ายคลึงหรือแตกต่างซึ่งผู้เรียนควรได้รับการฝึกให้จำแนกประเภทคนสัตว์สิ่งของปรากฏการณ์ตามธรรมชาติสิ่งแวดล้อมรอบตัวโดยใช้เกณฑ์ที่ตนเองสร้างขึ้นอย่างสม่ำเสมอเพื่อฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์โดยจำแนกประเภทของสิ่งต่าง ๆ

4. การสื่อสารสามารถสังเกตได้จากการฟังพูดอ่านเขียนรวมทั้งการแสดงออกทางหน้าตาท่าทางเป็นสิ่งที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกให้มีความสามารถรับรู้และส่งข่าวสารความรู้สึกแนวความคิดหรือปัญหาต่าง ๆ กับผู้อื่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเวลาเช่นความสัมพันธ์ของเวลาในการลำดับเหตุการณ์จากอดีตถึงปัจจุบันความสัมพันธ์ของวัตถุสิ่งของสถานที่บุคคลซึ่งสัมพันธ์กันในแง่ของเวลาและระยะทางการลำดับเหตุการณ์ต่างๆตามลำดับก่อนหลังที่สัมพันธ์กับความใกล้ไกลของระยะทาง

6. การทำนายเป็นการคาดการณ์ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคตด้วยความมั่นใจมากกว่าการเดาเพราะมีการศึกษาหลักฐานต่างๆอย่างรอบคอบหรือการสังเกตการณ์สิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างต่อเนื่องจนมั่นใจว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้แล้วจะเกิดอีกเหตุการณ์หนึ่งตามมาเช่นการเห็นมดย้ายรังอาจทำนายได้ว่าอีกไม่นานจะเกิดฝนตกหนักเป็นต้น

7. การอ้างอิงเป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักทั่วไปไปสู่เรื่องเฉพาะเป็นการแสดงนัยหรือการลงข้อสรุปหรือการตัดสินใจสาเหตุของบางสิ่งบางอย่าง

8. การนิยามปฏิบัติการเป็นการกำหนดความหมายหรือการอธิบายสถานการณ์บางสิ่งบางอย่างเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันได้ง่ายขึ้น

9. การแปลความหมายข้อมูลเป็นการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้มาแปลความหรือตีความหมายโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาค่าสถิติการเขียนกราฟแบบต่าง ๆ หรือการอธิบายแล้วสรุปผล

10. การตั้งสมมติฐานเป็นการคาดเดาหรือคาดการณ์โดยอาศัยข้อมูลอ้างอิงเกี่ยวกับสาเหตุหรือผลที่เกิดขึ้นแล้วทดสอบว่าสมมติฐานใดถูกต้องที่สุดโดยการสังเกตการณ์หรือศึกษาเพิ่มเติมเพื่อส่งผลให้เกิดการปรับปรุงหรือตั้งสมมติฐานใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์หมายถึงความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนประกอบย่อยของเหตุการณ์หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่ามีความสำคัญและเหตุผลเชื่อมโยงเกี่ยวข้องในการอธิบายและสรุปอ้างอิงด้านหลักการความสำคัญและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในบริบทของสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่

2.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Gagne (1965, p. 10, อ้างถึงใน ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2548, น. 5) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้มโนมติหลักการและกฎช่วยให้การลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงเชื่อถือได้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. กระบวนการอย่างง่ายหรือพื้นฐานซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับกระบวนการที่ซับซ้อน

2. แต่ละกระบวนการเป็นทักษะทางสติปัญญาเฉพาะอย่างที่ นักวิทยาศาสตร์ซึ่งทำให้เข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติได้

3. แต่ละกระบวนการเป็นพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ที่สามารถวินิจฉัยได้ และนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้

4. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถถ่ายโอนไปยังเนื้อหาวิชาที่แตกต่างกันได้ และช่วยให้เกิดความคิดอย่างสมเหตุสมผลในชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (2546, น. 76) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากปฏิบัติ และฝึกฝนความนึกคิดอย่างมี ระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

ภพ เลาหไพบูลย์ (2544, น. 14) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เน้นพฤติกรรม หมายถึง การปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมุติฐาน และการทดลอง

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2548, น. 11) กล่าวถึงแนวความคิดในการเสนอแนะให้นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนมมาตั้งแต่กลางปี ค.ศ. 1800 เพราะเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เป็นกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ทำให้ได้ความรู้ซึ่งอาศัยการใช้กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย (Induction) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรเน้นการถ่ายทอดความรู้ แต่ควรเน้นการฝึกความสามารถในการสังเกตและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาและผู้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้นิยามต่างกันหลายประการ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นสติปัญญา

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นพฤติกรรม

โดยสรุป ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางสติปัญญาที่ส่งเสริมให้บุคคลสามารถคนหาความจริง หรือค้นหาสิ่งที่ยังไม่รู้ โดยเริ่มจากกระบวนการที่ง่ายไปจนถึงกระบวนการที่ยุ่งยาก ซับซ้อนได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถในการนำทักษะกระบวนการไปใช้อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า วิธีการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้ กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ 13 ทักษะกระบวนการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Collette (1973, p. 65, อ้างถึงใน ไพฑูรย์ สุขศรีงาม, 2548, น. 93) ได้กล่าวดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skill) แบ่งออกเป็น 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 การสังเกต (Observing)

1.2 การจัดประเภท (Classifying)

1.3 การวัด (Measuring)

1.4 การใช้เลขจำนวน (Using Number)

1.5 การสื่อความหมาย (Communicating)

1.6 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space-Time Relationship)

1.7 การพยากรณ์ (Predicting)

1.8 การลงข้อวินิจฉัย (Inferring)

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) แบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.2 การสร้างสมมุตฐาน (Formulating Hypothesis)

2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Data)

2.4 การทดลอง (Experimenting)

2.5 การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกายเขาไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทางการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา มิติของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วมิติของวัตถุ จะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับมิติของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุ

หนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ที่อยู่ของวัตถุ กับเวลาหรือความสัมพันธ์ ระหว่างมิติของวัตถุ ที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้นโดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจรกราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้าช่วย

8. ทักษะพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มี 5 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบาย ซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ ไม่ สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานการคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบ โดยการทดลองและแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่ได้

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของค่า หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึงการบ่งชี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ ต้องควบคุม ในสมมติฐานหนึ่งการควบคุมตัวแปรนั้นเป็นการควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) เป็นตัวแปรตัวอื่น ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจจะมี ผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน ทักษะ การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะบ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้นตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคมในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่าง ตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือในปรากฏการณ์หนึ่งๆ

4. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง

5. ทักษะแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆรวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ มโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้การลงข้อสรุปแบบอุปนัยมีความเที่ยงตรงถูกต้องเชื่อถือได้ (Gagne, 1965, p. 10) ซึ่งต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย5 ทักษะ ได้แก่ (1) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (2) การตั้งสมมติฐาน (3) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (4) การทดลอง และ (5) การแปลความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.6 ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกหรือความคิดเห็นไม่ว่าจะเป็นทางบวกหรือลบซึ่งเป็นผลจากประสบการณ์ความเชื่อ ซึ่งจะขอกล่าวถึง ความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจดังนี้

2.6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542, น. 775) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง พอใจชอบใจ

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

อุทัยพรรณ สุดใจ (2545, น. 7) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยอาจจะเป็นไปในเชิงประเมินค่า ว่าความรู้สึกหรือทัศนคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้นเป็นไปในทางบวกหรือทางลบ

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

Vroom (1964, อ้างถึงใน สมพร, 2537, น. 18) กล่าวว่า ทัศนคติและความพึงพอใจในสิ่งหนึ่งสามารถใช้แทนกันได้เพราะทั้งสองคำนี้จะหมายถึง ผลที่ได้จากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น ทัศนคติด้านบวกจะแสดงให้เห็นสภาพความพึงพอใจในสิ่งนั้น และทัศนคติด้านลบจะแสดงให้เห็นสภาพความไม่พึงพอใจ

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

จากความหมายของความพึงพอใจในทัศนะของบุคคลต่างข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งซึ่งเป็นสภาพความรู้สึกชอบ อิ่มเอิบใจ มีความสุขและต้องการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวมุ่งสู่ความสำเร็จ

2.6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

นักวิชาการได้พัฒนาทฤษฎีที่อธิบายองค์ประกอบของความพึงพอใจและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับปัจจัยอื่น ๆ ไว้หลายทฤษฎี

Korman (1977, อ้างถึงในสมศักดิ์ คงเที่ยง และอัญชลี โพธิ์ทอง, 2542, น. 161-162) ได้จำแนกทฤษฎีความพึงพอใจในงานออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. ทฤษฎีการสนองความต้องการ กลุ่มนี้ถือว่าความพึงพอใจในงานเกิดจากความต้องการส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์ต่อผลที่ได้รับจากงานกับการประสบความสำเร็จตามเป้าหมายส่วนบุคคล

2. ทฤษฎีการอ้างอิงกลุ่มความพึงพอใจในงานมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับคุณลักษณะของงานตามความปรารถนาของกลุ่มซึ่งสมาชิกให้กลุ่มเป็นแนวทางในการประเมินผลการทำงาน

Manford (1972, อ้างถึงใน สมศักดิ์ คงเที่ยง และอัญชลี โพธิ์ทอง, 2542, น. 162) ได้จำแนกความคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจงานจากผลการวิจัยออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. กลุ่มความต้องการทางด้านจิตวิทยา กลุ่มนี้ได้แก่ Maslow, A.H. , Herzberg. F และ Likert R. โดยมองความพึงพอใจงานเกิดจากความต้องการของบุคคลที่ต้องการความสำเร็จของงาน และความต้องการการยอมรับจากบุคคลอื่น

2. กลุ่มภาวะผู้นำมองความพึงพอใจงานจากรูปแบบและการปฏิบัติของผู้นำที่มีต่อผู้ใต้บังคับผู้บัญชากลุ่มนี้ได้แก่ Blake R.R., Mouton J.S. และ Fiedler R.R.

3. กลุ่มความพยายามต่อรองรางวัล เป็นกลุ่มที่มองความพึงพอใจจากรายได้ เงินเดือน และผลตอบแทนอื่น ๆ กลุ่มนี้ ได้แก่ กลุ่มบริหารธุรกิจของมหาวิทยาลัยแมนเชสเตอร์ (Manchester Business School)

4. กลุ่มอุดมการณ์ทางการจัดการมองความพึงพอใจจากพฤติกรรมการบริหารงานขององค์กร ได้แก่ Crogier M. และ Coulder G.M.

5. กลุ่มเนื้อหาของงานและการออกแบบงานความพึงพอใจงานเกิดจากเนื้อหาของตัวงาน กลุ่มแนวคิดนี้มาจากสถาบันทาวิสตอค (Tavistock Institute) มหาวิทยาลัยลอนดอน

ทฤษฎีลำดับขั้นพัฒนาของ Maslow ความพึงพอใจในความต้องการของบุคคล ซึ่งมาสโลว์ (Abraham H. Maslow) เป็นผู้เสนอขึ้นมา ทฤษฎีนี้จะบอกให้รู้ว่าความต้องการของมนุษย์เรานี้จะมีพัฒนาการเป็นไปตามลำดับขั้น โดยเริ่มจากความต้องการต่ำสุดไปจนกระทั่งความต้องการสูงสุด รวมทั้งหมด 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 มนุษย์จะพยายามพัฒนาตนเองเพื่อให้ไปสู่ความสำเร็จ ความเจริญในชีวิตของตนเอง เช่น เรา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เป็นครู ก็พยายามศึกษาความรู้เพื่อให้ได้ปริญญาแล้วนำเอาความรู้มาช่วยพัฒนาตนเองและสังคมต่อไป ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะต้องเป็นไปด้วยใจรักและอยากจะทำจริง ๆ

สรุปได้ว่า วิธีการสร้างเครื่องมือสำหรับใช้ในการวัดพฤติกรรมด้านความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาใช้วิธีการสร้างเครื่องมือวัดผลด้านความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามแบบของลิเคิร์ต โดยดัดแปลงจาก สันติ พันธุ์ชัย (2553, น. 130) โดยพิจารณาความคิดเห็นหรือความรู้สึก 2 ด้านดังนี้

ด้านที่ 1 ความรู้สึกนึกคิด

ด้านที่ 2 การแสดงออกต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ

1. การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. การเห็นประโยชน์ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ซึ่งมีเนื้อหาของข้อคำถามทั้งเชิงบวกและเชิงลบ โดยประเมินผลแบบมาตราส่วนประมาณค่า5 ระดับคือ 5 4 3 2 และ1

2.7 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates Substance) หรือแซ็กคาไรด์ (Saccharide) เป็นองค์ประกอบทางชีวเคมีที่มีอยู่มากที่สุดในพืชประมาณร้อยละ 50-80 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานสะสมและองค์ประกอบโครงสร้างของเซลล์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คาร์โบไฮเดรตเป็นโมเลกุลที่ประกอบไปด้วยคาร์บอนไฮโดรเจน และออกซิเจน อย่างไรก็ตามยังอาจมีแร่ธาตุอื่น ๆ เป็นองค์ประกอบเช่น ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส เป็นต้น คาร์โบไฮเดรตอาจจัดเป็นสารในกลุ่มที่เรียกว่า Polyhydroxy Aldehydes หรือ Polyhydroxy Ketones หรือเป็นสารที่เมื่อมีการย่อยสลายจะให้สารในกลุ่มอัลดีไฮด์หรือ คีโตนกลูโคสและฟรุกโตสซึ่งเป็น Structural Isomer ซึ่งกันและกัน (ทั้งสองชนิดนี้มีสูตรเป็น $C_6H_{12}O_6$) เป็นตัวอย่างของน้ำตาลที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือน้ำตาลอัลโดสและ คีโตสตามลำดับ

นอกจากนี้น้ำตาลที่มีกลุ่มของอัลดีไฮด์ ที่เป็นอิสระนั้นยังจัดเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing Sugars) ซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็น Reducing Agent (รับอิเลคตรอน)ในสารละลายด่าง มอโนแซ็กคาไรด์ส่วนใหญ่ที่พบในพืชเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งได้แก่กลูโคส ฟรุกโตส กาแลกโตส (Galactose) แมนโนส (Mannose) ไรโบส (Ribose) และไซโลส (Xylose) ส่วนซูโครสและราฟฟิโนสไม่ใช่น้ำตาลรีดิวซ์ (Non-Reducing Sugar)

2.7.1 คาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.7.1.1 มอโนแซ็กคาไรด์ (Monosaccharides) หรือ น้ำตาลเชิงเดี่ยว (Simple Sugar) ประกอบด้วย Polyhydroxy Aldehyde หรือ Polyhydroxy Ketone เพียงหน่วยเดียว และอาจแบ่งย่อยลงไปอีกตามจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลโดยมีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 3 อะตอม คือ น้ำตาลไตรโอส (Triose Sugar)ไปจนถึง 7 อะตอม คือ น้ำตาลเฮบโตส (Heptose Sugar) และบางครั้งอาจพบน้ำตาลที่มีคาร์บอน 8 อะตอมคือน้ำตาลออกตูโลส (Octulose Sugar) ทั้ง Glycolytic และ Pentose Pathways มีความสำคัญในการสังเคราะห์น้ำตาลเหล่านี้เพื่อเป็นโครงสร้างพื้นฐานของคาร์โบไฮเดรตที่มีความซับซ้อนมากขึ้นนอกจากนี้มอโนแซ็กคาไรด์ยังอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นในกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ เช่น น้ำตาลอะมิโน (Amino Sugar) และน้ำตาลดีออกซี (Deoxy Sugar) กรดน้ำตาล (Sugar Acid) และ น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar Alcohol) แม้ว่าจะไม่พบบ่อยในปริมาณสูงๆแต่พบโดยทั่วไปในผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว และที่พบน้อยได้แก่ น้ำตาล เอพิโอส (Apiose) ซึ่งเป็น Branched Sugar มอโนแซ็กคาไรด์ที่พบมากโดยเฉพาะในผลไม้ คือ กลูโคส และฟรุกโตส นอกจากนั้นยังพบน้ำตาลแมนโนสกาแลคโตส อะราบิโนส (Arabinose) และไซโลส เป็นต้น

มอนอแซ็กคาไรด์ที่สำคัญที่สุดคือกลูโคส (Glucose) ซึ่งพบในเลือดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สามารถเปลี่ยนน้ำตาลซูโครส (Sucrose) แลกโทส (Lactose) และมอลโทส (Maltose) และแป้งให้เป็นกลูโคสที่ถูกใช้เป็นพลังงานหรือถูกเก็บสะสมไว้ในรูปไกลโคเจนซึ่งเป็นพอลิแซกคาไรด์เมื่อต้องการใช้พลังงาน ไกลโคเจนก็จะถูกเปลี่ยนกลับเป็นกลูโคสได้อีกกลูโคสที่มีอยู่มากเกินพอจะสามารถเปลี่ยนเป็นไขมัน (Fat) หรือคอเลสเตอรอล (Cholesterol) และสเตรอยด์ (Steroid) ชนิดอื่น หรือเป็นโปรตีนได้เมื่อมีแหล่งที่ให้ไนโตรเจนในทางตรงข้ามสิ่งมีชีวิตสามารถเปลี่ยนโปรตีนและไขมันกลับเป็นกลูโคสได้กลูโคสยังพบในผลไม้อีกหลายชนิดเช่นองุ่นเงาะเป็นต้น

ฟรักโทส (Fructose) พบในผลไม้และในน้ำผึ้งอาจจับกับกลูโคสได้น้ำตาลซูโครสซึ่งเป็นไดแซกคา-ไรด์ (Disaccharide) กาแลคโทสจับกับกลูโคสได้ไดแซกคาไรด์ชื่อแลกโทส (Lactose) ส่วนไรโบสและดีออกซีไรโบสนั้นเป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิก

มอนอแซ็กคาไรด์สามารถจำแนกตามหมู่ฟังก์ชันที่แตกต่างกันในโมเลกุลได้เป็นแอลโดส (Aldose) ซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันเป็นแอลดีไฮด์ และคีโตส (Ketose) ซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันเป็นคีโตน เช่น กลูโคสจัดเป็นน้ำตามแอลโดสและฟรักโทสจัดเป็นน้ำตาลคีโตสเป็นต้น

มอนอแซ็กคาไรด์เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดโมเลกุลเล็กมากประกอบด้วยคาร์บอน 3–8 อะตอมไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์ให้เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เล็กลงไปอีกจึงสามารถจำแนกมอนอแซ็กคาไรด์ได้ตามจำนวนอะตอมคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบได้ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

– ไตรโอส (Triose) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีคาร์บอน 3 อะตอม

– เทโทรส (Tetrose) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีคาร์บอน 4 อะตอม เช่น อีริโทรส (Erythrose)

– เพนโทส (Pentose) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีคาร์บอน 5 อะตอม เช่น ไรโบส (Ribose) ดีออกซีไรโบส (Deoxyribose)

– เฮกโซส (Hexose) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีคาร์บอน 6 อะตอม ได้แก่ กลูโคส ฟรักโทสและกาแลกโทส เป็นเฮกโซสที่พบมากที่สุด

– เฮปโทส (Heptose) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีคาร์บอน 7 อะตอม เช่น ซีโดเฮปทูโลส (Sedoheptulose)

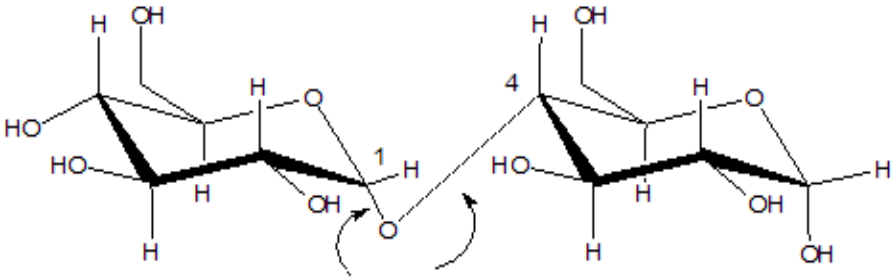
– ออกโทส (Octose) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีคาร์บอน 8 อะตอม

เมื่อพิจารณาโครงสร้างของมอนอแซ็กคาไรด์จะพบว่าไรโบสกลูโคสกาแลกโทสมีหมู่ฟังก์ชันเป็นหมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์ ส่วนไรบูโรส และฟรักโทสมีหมู่ฟังก์ชันเป็นหมู่คาร์บอนิล

2.7.2 โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharides) เป็นน้ำตาลที่มีความซับซ้อนมากขึ้นผลจากการย่อยสลายจะได้น้ำตาลเชิงเดี่ยว 2-6 โมเลกุล ที่พบมากได้แก่ซูโครส (Sucrose) เป็นไดแซ็กคาไรด์ (Disaccharides) ซึ่งเป็นรูปที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งภายในพืชและจากการย่อยสลายจะได้กลูโคสและฟรุกโตสส่วนน้ำตาลมอลโตส (Maltose) เป็นไดแซ็กคาไรด์ในเมล็ดที่กำลังงอก นอกจากนี้ยังพบราฟฟิโนส (Raffinose) ซึ่งเป็นไตรแซ็กคาไรด์ (Trisaccharides) สตาคิโอส (Stachyose) เป็นเต็ดตราแซ็กคาไรด์ (Tetrasaccharides) ทำหน้าที่เป็นน้ำตาลที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งในพืชด้วยโอลิโกแซกคาไรด์ (Oligosaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากมอนอแซ็กคาไรด์ 2–10 หน่วย มาเชื่อต่อกันด้วยพันธะ C–O–C ซึ่งเรียกว่าพันธะไกลโคซิดิก (Glycosidic Bond) ถ้าประกอบด้วย 2 หน่วยเรียกว่าไดแซกคาไรด์ (Disaccharide) ถ้า 3 หน่วย เรียกว่าไตรแซกคาไรด์ (Trisaccharide) ที่พบมากเป็นไดแซกคาไรด์ที่ชื่อ มอลโทส แลกโทส และซูโครสซึ่งแบ่งไดแซกคาไรด์เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. รีดิวซิงชูการ์ (Reducing Sugar) เป็นไดแซกคาไรด์ที่สามารถเกิดปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ได้เมื่อให้ความร้อนจะได้ตะกอนสีแดงอิฐของคอปเปอร์ (I) ออกไซด์ Cu2O ได้แก่น้ำตาลมอลโทส (Maltose) และน้ำตาลแลกโทส (Lactose) ดังแสดงในภาพที่ 3

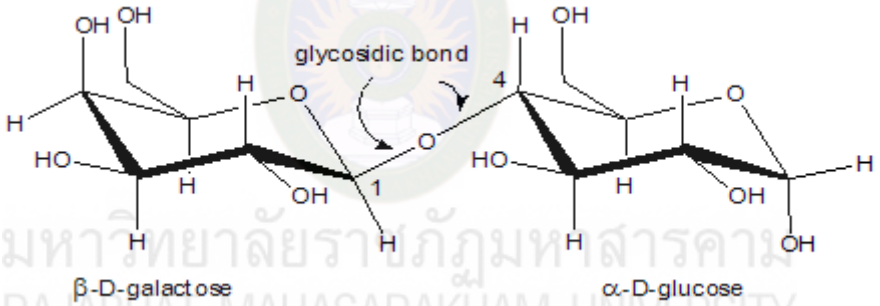
มอลโทส (Maltose) เป็นไดแซกคาไรด์ที่เกิดจากการสร้างพันธะไกลโคซิดิกระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของ α –D–กลูโคสโมเลกุลหนึ่ง กับคาร์บอนตำแหน่งที่ 4 ของ α – หรือβ –D–กลูโคสอีกโมเลกุลหนึ่ง ดังนี้



α -1 ,α-4 –Glycosidic linkage

ภาพที่ 2.1 การสร้างพันธะของน้ำตาลมอลโทส

แลกโทส (lactose) เป็นไดแซกคาไรด์ที่เกิดจากการสร้างพันธะไกลโคซิดิกระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 1ของ β –D–กาแลกโทสโมเลกุลหนึ่ง กับคาร์บอนตำแหน่งที่ 4 ของ α – หรือ β –D–กลูโคสอีก ดังนี้

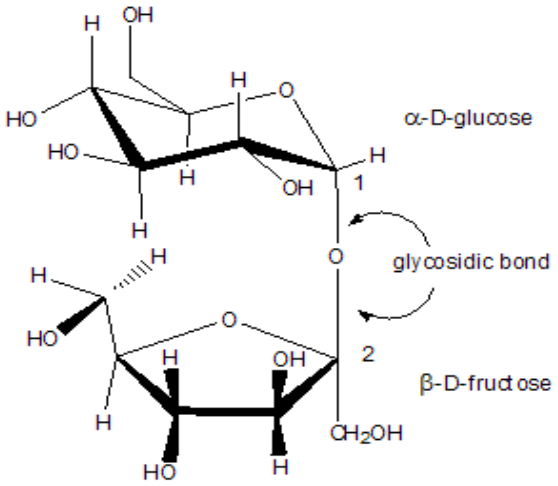


β -1 ,α-4 –Glycosidic linkage

ภาพที่ 2.2 การสร้างพันธะของน้ำตาลแลกโทส

2. นอนรีดิวซิงชูการ์ (non–reducing sugar) เป็นไดแซกคาไรด์ที่ไม่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (sucrose)

ซูโครส (sucrose) เป็นไดแซกคาไรด์ที่เกิดจากการสร้างพันธะไกลโคซิดิกระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของα –D– กลูโคสโมเลกุลหนึ่ง กับคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 ของ β –D– ฟรักโทส ดังนี้



ภาพที่ 2.3 การสร้างพันธะของน้ำตาลซูโครส

ทั้งมอโนแซ็กคาไรด์และโอลิโกแซ็กคาไรด์ละลายได้ในน้ำและเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำตาลทั้งหมด โอลิโกแซ็กคาไรด์ที่พบมากที่สุดคือซูโครสซึ่งเป็นรูปแบบของคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ในการลำเลียงในพืชส่วนมาก ในขณะที่การสังเคราะห์ซูโครสนั้นยังไม่ค่อยเป็นที่เข้าใจแต่พบว่าในพืชนั้นเอนไซม์ sucrose phosphate synthetase เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาต่อไปนี้

ซูโครสยังสามารถสังเคราะห์ได้โดยเอนไซม์ sucrose synthase ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนแปลงกลับได้ (reversible reaction) แต่โดยทั่วไปการย่อยสลายของซูโครสเกิดขึ้นได้มากกว่า นอกจากนี้ซูโครสยังอาจสลายได้โดยเอนไซม์ invertase ให้ กลูโคสและฟรุกโตส

2.7.3 พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharides) เซลลูโลส(Cellulose) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างของเซลล์ (Structural Carbohydrate) ประกอบด้วยหน่วยย่อยคือโมเลกุลของกลูโคส (Glucose Subunits) 1,000-10,000 โมเลกุล มีน้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 200,000-2,000,000 หน่วยย่อยพื้นฐาน (Basic Subunit) คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) ซึ่งประกอบด้วยกลูโคส 2 โมเลกุล ต่อกันด้วยพันธะ B -(1-4) ไกลโคซิดิก โดยที่ไม่มีการแตกแขนงเซลลูโลสใน Primary Cell Wall ประกอบด้วยกลูโคสยาวประมาณ 2,000 โมเลกุล และอย่างน้อย 14,000 โมเลกุลใน Secondary Cell Wall โดยโมเลกุลของเซลลูโลสจะเกาะกันเป็นคู่ตามยาวและเรียงขนานกันเป็นกลุ่ม 40 คู่ เรียกว่า Microfibril ทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงกับผนังเซลล์ของพืช ปริมาณของเซลลูโลสอาจพบน้อยมากในส่วนที่สะสมอาหารเช่นในอินทผาลัมมีเพียง 0.8% ขณะที่ในส่วนของเส้นใยฝ้าย (Cotton Fibers) มีมากถึง 98% การสังเคราะห์เซลลูโลสยังไม่เป็นที่เข้าใจทั้งหมดแต่น่าจะเป็นการรวมตัวของหน่วยย่อยพื้นฐานคือเซลโล-ไบโอสเข้าไปในลูกโซ่ของ

โมเลกุลมากกว่าที่จะเป็นการเติมโมเลกุลเดี่ยวๆของกลูโคส UDP-Glucose และน้ำตาล Lipid-Pyrophosphate มีความจำเป็นในขั้นตอนการสังเคราะห์

อินนูลินประกอบด้วยโซ่ของฟรุกโตสตั้งแต่ 25-35 หน่วย ต่อกันด้วยพันธะ B(B-Linkages) ที่ตำแหน่ง C-1 ของโมเลกุลที่ 1 และ C-2 ของโมเลกุลที่อยู่ติดกัน [A -(2-1)] และส่วนปลายของโมเลกุลเป็นซูโครส อินนูลินเป็นโซ่สายตรง (Straight-Chained Polymer) อย่างไรก็ตามฟรุกโตแซนบางชนิดอาจมีการแตกแขนงขนาดโมเลกุลของฟรุกโตแซนเล็กกว่าแป้งและละลายน้ำได้ดีกว่า พบสะสมในส่วนของรากและต้นใต้ดิน (Tuber) มากกว่าส่วนของพืชที่อยู่เหนือดิน เช่นใน Tuber ของ Jerusalem Artichokes รักเร่ (Dahlia) และหัวของ Iris Spp.

ลีแวน (Levans) เป็นโพลิเมอร์ของฟรุกโตสอีกชนิด เกิดจากพันธะ Bระหว่าง C-2 และ C-6 โมเลกุลสุดท้ายเป็นซูโครสเช่นเดียวกับอินนูลิน พบมากในสกุลPoaceae (Graminae) ลีแวนมีอีกชื่อหนึ่งว่า Phleinพบสะสมในรากของ Timothy (Phleum Pratense, L.)

Gum และ Mucilagesประกอบด้วยน้ำตาลหน่วยย่อยหลายชนิด การย่อยสลาย Gum จากผลพลัม (Plum Fruits, Prunus Domestica,L.) จะได้ส่วนผสมของ D-Galactose, D-Mannose,L-Arabinose, L-Rhamnose, D-Xylose, D-Glucuronic Acid และ 4-O-Methyl Glucuronic Acid

2.8 มันแกว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มันแกวมีชื่อภาษาอังกฤษคือ Yum bean และชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Pachyrrhizuserosus* (L) Urban มันแกวบรบือหรือที่รู้จักกันในชื่อ แอปเปิลบรบือ สร้างชื่อเสียงและทำรายได้ให้แก่อำเภอบรบือ มานานกว่า 30 ปี นับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของบรบือ จังหวัดมหาสารคาม (ทะนงศักดิ์ ประชาศิลป์, 2538, น. 4)

2.8.1 อนุกรมวิธานของมันแกว

อนุกรมวิธานของมันแกว (สมพร ภูติยานันต์, 2542, น. 233-348) มีดังนี้

Kingdom Plantae

Division Spennatophyta

Class Angiospermae

Order Rosales

Family Leguminoceac

Genus *Pachyrrhizus*

Species *erosus*

2.8.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มันแกวมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ทนงศักดิ์ ประชาศิลป์ (2538, น. 4-6, อ้างถึงใน พรพนม ศรีวิเชียร, 2543, น. 8-10) ดังนี้

1. ราก เป็นระบบรากแก้ว อายุได้ประมาณ 30 วัน จะเริ่มสะสมแป้งและน้ำตาลที่รากแก้ว ส่วนรากแขนงอื่น ๆ อาจมีเชื้อจุลินทรีย์พวกไรโซเบียมอาศัยอยู่ช่วยในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ รากของมันแกวจะเป็นรากแก้วที่สะสมอาหารขยายตัวใหญ่ขึ้นกลายเป็นหัวลักษณะของหัวมีสีขาว เนื้อสีขาว ขนาดขนาดของหัวมีหลายขนาด ตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-30 เซนติเมตร รูปร่างของหัวมีทั้งทรงยาวรีและกลมแป้น แตกต่างกันในแต่ละพันธ์

2. ลำต้น มันแกวเป็นพวกเถาเลื้อย (Vinc) ลำต้นอ่อนพันหลักพันหลักหรือทอดไปบนพื้นดินได้

3. ใบ ใบของมันแกวมี 2 ชุด ชุดแรกจะเริ่มตั้งแต่หลังงอกจนถึงอายุ 20 วัน ก็จะร่วงไป ในชุดแรกเป็นใบสีเขียวค่อนข้างเข้ม ใบชุดที่สองและถัดไปเป็นพวกใบประกอบ (Trifoliage Compound Leaf) มีอยู่ 3 ใบเช่นเดียวกับถั่วเหลือง ถั่วเขียว ใบที่เห็นส่วนใหญ่จะเป็นใบแบบนี้เสียมาก จะเริ่มออกมาให้เห็นประมาณ 7 วัน หลังจากปลูก

4. ดอก มันแกวมีดอกเป็นช่อ 7 ชั้น ดอกมี 2 สี สีม่วงเป็นดอกพันธ์หนัก สีขาวเป็นพันธ์เบา กลับแบ่งออกเป็น Standard 1 กลีบ Wing 2 กลีบ และ Keel 2 กลีบ เกสรสมในตัวเองตามธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. ผล ผลมันแกวเป็นแบบแห้งแตกได้ (Indehiscent Fruit) เช่นเดียวกับพืชตระกูลถั่วเหลือง ภายในมีเมล็ดอยู่ในช่อง (Locelle) ซึ่งอาจมี 6-10 เมล็ด เมล็ดในหนึ่งผลหัวมันแกวประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนสำคัญ นอกจากนี้ยังมีเกลือแร่วิตามินอีกด้วย

6. เมล็ด ผลมันแกวเป็นฝักแบนๆ คล้ายผักกระถิน และมีขนปกคุม ในแต่ละฝักมีเม็ด 8-10 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะแบนกลม โดยเมล็ดอ่อนมีสีเขียว เมล็ดแก่สีน้ำตาล เมล็ดมันแกวใช้เป็นยาฆ่าแมลงเนื่องจากก Pachyrhizin เป็นสารพวก 3-phenyl Coumarin และ Dolichoneเป็นสารพวก Rotenoid ไม่สามารถใช้เป็นอาหารได้เนื่องจากมีพิษ

2.8.3 นิเวศวิทยา

ส่วนที่เป็นประโยชน์ส่วนใหญ่คือหัว หัวสดใช้เป็นอาหาร เป็นผลไม้และผัก หรือใช้หุงต้มปรุงอาหารได้ หัวเล็ก ๆ หรือเศษของหัวใช้เลี้ยงสัตว์ ฝักอ่อนต้มรับประทานเป็นผัก ต้นหรือเถามันแกวมีความเหนียว ในประเทศฟิจิใช้ทำแห อวน ได้ เมล็ดมีสารพิษจำพวก Isoflavonoid มีฤทธิ์ทำให้เม็ดเลือดแตก การรับประทานเมล็ดมันแกวเข้าไปมาก ๆ อาจทำให้ถึงตายได้

มันแกวมีสารอาหาร แร่ธาตุและวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อร่างหลายชนิด (มาลิศา ยุวอมรพิทักษ์ และอภิรักษ์ เพียรมงคล, 2536, น. 2) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2.3

องค์ประกอบของมันแกวในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

องค์ประกอบ	ประมาณ
ความชื้น	ร้อยละ 87.4
พลังงาน	46 แคลอรี
โปรตีน	1.6 กรัม
ไขมัน	0.2 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	10.3 กรัม
เส้นใย	1.3 กรัม
แคลเซียม	18 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	17 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.8 กรัม
วิตามินบี 1	0.08 กรัม
วิตามินบี 2	0.06 กรัม
ไนอะซิน	0.6 มิลลิกรัม
คาร์บอน	15 มิลลิกรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.9 พรีไบโอติค (Prebiotics)

พรีไบโอติค คือ ส่วนประสอบของสารอาหารคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกย่อยและดูดซึมในระบบทางเดินอาหารตอนบนและสามารถเพิ่มปริมาณแบคทีเรียชนิดสร้างกรดแลคติกที่มีอยู่ตามลำไส้ใหญ่และส่งดีต่อสุขภาพ (Gibson And Roberfroid,1995, pp.1405-1406) แหล่งธรรมชาติของอาหารพรีไบโอติค คืออาหารที่มีเส้นใยจากพืชผัก และผลไม้ต่าง ๆ เช่น หัวหอม กระเทียม กล้วย หน่อไม้ฝรั่ง พืชสมุนไพร ธัญพืช ฯลฯ (มาลี จิรวงศ์ศรี, 2543, น. 20) สารพรีไบโอติคที่สำคัญได้แก่ อินนูลินและโอลิโกฟรุคโตสอินนูลินเป็นสารโพลีแซคคาร์ไรด์ที่พืชเก็บไว้เป็นอาหาร ไม่สามารถถูกย่อยโดยน้ำย่อยในลำไส้แต่ถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ จากการย่อยอินนูลินจะได้ฟรุคโตสประกอบอยู่เป็นโครงสร้างกลุ่มย่อยโอลิโกฟรุคโตสหรือฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ เป็นสารโอลิโกแซคคาร์ไรด์ที่มีความหวานอยู่ประมาณ 30% ของน้ำตาลซูโครส ไม่สามารถถูกย่อยโดยเอนไซม์

ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ได้ แต่ถูกย่อยที่ลำไส้ใหญ่โดยเชื้อแบคทีเรียซึ่งมีอยู่ตามปกติในลำไส้ใหญ่ ดังนั้นจึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นเมื่อสารพรีไบโอติคถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียโปรไบโอติกจะได้ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญคือ กรดไขมันที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก (Short Chain Fatty Acid) ได้แก่ Acetate, Propionate และ Butyratc ซึ่งเพิ่มความเป็นกรดของลำไส้ทำให้โปรไบโอติคเจริญได้ดีและเพิ่มจำนวนมากขึ้นในทางเดินอาหาร โดยเฉพาะในลำไส้ใหญ่ กรดไขมันที่ได้จากการหมักนี้จะถูกดูดซึมและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในร่างกาย ทำให้ลดระดับน้ำตาลและกรดไขมันในเลือด โดย Acetate ถูกนำไปใช้โดยตับ กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่าง ๆ Propionate ถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสเพื่อนำไปใช้ต่อไป ส่วน Butyrate ถูกนำไปใช้เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์ การแบ่งเซลล์ การตายของเซลล์ ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ไม่ให้เป็นมะเร็งได้ (Gibson and Roberfroid, 1995, pp. 1403-1404, อ้างถึงใน วันทนีย์ เกรียงสินยศ, 2542, น. 63) จากหลักฐานการวิจัย พรีไบโอติคนอกจากสามารถเพิ่มจำนวนจุลินทรีสุขภาพ เช่น Bifidacterium และ Lactobacillus ในลำไส้แล้วยังมีการวิจัยที่แสดงให้เห็นแนวโน้มว่าอินนูลินอาจเป็นประโยชน์ต่อร่างกายในแง่การป้องกันโรคหัวใจ โรคอ้วนและโรคมะเร็งได้ (Ingrid et al., 2001, pp. 451s-454s) ดังนั้นหากร่างกายได้รับพรีไบโอติคที่เหมาะสมจะเป็นประโยชน์ต่อร่างการอย่างมาก คือ จะส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียโปรไบโอติคอันจะส่งผลให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกัน ป้องกันหรือลดความรุนแรงของโรคติดเชื้อในทางเดินอาหาร เช่น ท้องเสีย ป้องกันโรคท้องผูก ช่วยลดสารพิษในร่างกายหลายชนิด และยังทำให้ร่างกายดูดซึมสารอาหารโดยเฉพาะแคลเซียมและเหล็กได้ดี จะเห็นว่าสารพรีไบโอติคเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพหลายด้าน เป็นที่ยอมรับในทางโภชนาการและภูมิคุ้มกันวิทยา ปัจจุบันในต่างประเทศมีการพัฒนาและผลิตสารพรีไบโอติคออกมาจำหน่ายในตลาด หรืออาจมีการนำไปรวมกับเชื้อโปรไบโอติคได้ผลิตภัณฑ์ผสมที่เรียกว่า ซินไบโอติค (Synbiotics)ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของพรีไบโอติคได้ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.9.1 Alcohol Sugar

เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีดัชนีการสังเคราะห์โพลิเมอร์ (Degree of Polymerization) เพียง 1-2 ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้เช่น Maltitol, Sorbitol, Isomalt, Xylitol เป็นต้นในบางครั้งจะเรียก Alcohol Sugar ว่า POLYOLS สามารถเป็นสารให้ความหวานได้โดยมีความหวานประมาณ 3 ใน 4 หรือครึ่งหนึ่งของน้ำตาลทั่วไปและยังดูดซับได้ช้าในลำไส้เล็กเมื่อเทียบกับน้ำตาลจึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ด้วย

2.9.2 Resistant Strach

เป็น Polysaccharides ซึ่งจะไม่ถูกดูดซับในลำไส้เล็กประกอบด้วย Amylose และ Amylopectin พืชส่วนใหญ่จะมี Amylose ประมาณร้อยละ 20-25 หรือ แป้งทนย่อยต่อเอนไซม์

(Resistant Starch ; RS) หมายถึงแป้งและผลิตภัณฑ์ของแป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์และดูดซึมภายในลำไส้เล็กของมนุษย์

2.9.3 Non-starch polysaccharides (NSP)เป็นสารที่ได้รับจากพืชเช่น Pectin, Cellulose, Hemicellulose, Guar และ Xylan

2.9.4 Inulin เป็นสาร polysaccharides ที่พืชเก็บไว้เป็นอาหารพบในพืชมากกว่า 36,000 ชนิด เช่น Chicoryroot เห็ดหัวหอมหัวกระเทียมกล้วยเป็นต้น

2.9.5 Sugar and Oligosaccharides สำหรับพรีไบโอติกส์ในกลุ่มนี้จัดเป็น Short-Chain Polysaccharide ประกอบด้วยน้ำตาลตั้งแต่ 2 ถึง 20 หน่วยตัวอย่างเช่น Raffinose, Stachyose, Fructo-Oligosaccharides (FOS) ซึ่งจัดเป็น Non-Digestibleoligosaccharide นอกจากนี้ยังมี Lactose, Lactulose, Galacto-Oligosaccharide (GOS), Soybeanoligosaccharide, Lactosucrose, Isomalto-Oligosaccharide, Gluco-Oligosaccharides, Xylooligosaccharides และ Palatinose ที่สามารถจัดเป็น Prebiotics ได้ด้วย

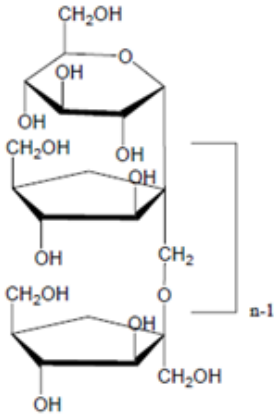
2.9.6 Mucin Glycoproteins ถูกสร้างโดย Goblet Cells ที่อยู่ในเยื่อบุผิวลำไส้และเป็นสารตั้งต้นหลักสำหรับการหมักในลำไส้

2.9.7 Related Mucopolysaccharides ตัวอย่างเช่น Chondroitin Sulphate, Heparin, Pancreatic และ Bacterial Secretions ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารที่มีไว้สำหรับจุลินทรีย์ในลำไส้

2.9.8 Protein and peptides สารเหล่านี้สร้างขึ้นในอาหารการหลั่งของตับอ่อนหรือสร้างโดยแบคทีเรียแต่จะมีปริมาณน้อยกว่าพวกคาร์โบไฮเดรต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำหรับงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาถึงคุณสมบัติของอินนูลินในมันแกวบรบือซึ่งอินนูลินนั้นจัดเป็นสารคาร์โบไฮเดรตที่พืชเก็บสะสมอยู่ในรูปของ Fructan-Type Carbohydrate โมเลกุลของอินูลินประกอบด้วย Fructosyl Unit ต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะเบต้า (2,1) ซึ่งอาจจะปรากฏ Side Chain ซึ่งเป็น Fructosyl Unit ในบางตำแหน่งโดยเชื่อมด้วยพันธะเบต้า (2,6) ดังรูปที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างทางเคมีของอินูลิน

อินนูลินที่มาจากพืชส่วนใหญ่ตรงปลายสายยาวมักปรากฏส่วนของ Glucosyl Unit ดังนั้นสูตรโมเลกุลทั่วไปของอินูลินจึงแสดงด้วย Gfn หรือ Fmโดยที่ G หมายถึงส่วนปลายของ Glucosyl Unit และ F หมายถึง Fructosyl Unit โดยที่ N และ M แสดงถึงจำนวนของ Fructosyl Unit ที่เชื่อมด้วยพันธะเบต้า (2,1) และ/หรือพันธะเบต้า (2,6) ซึ่งตัวเลขของ N+1 จะแสดงถึงค่าของDegree Of Polymerization (DP) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงจำนวนของ Saccharide Unit ทั้งหมดในโมเลกุลของอินนูลินค่า DP จะบอกถึงคุณสมบัติในการละลายการดูดซึมของอินนูลินและโดยทั่วไปแล้วอินนูลินที่ได้จากพืชมักจะมีค่า DP ในช่วง 2 ถึง 100 ขณะที่อินนูลินที่ได้จากแบคทีเรียบางชนิดมีค่า DP ในช่วงสูงถึง 115,000 สำหรับค่า DP ของพืชที่มีช่วงกว้างนั้นเพราะมีปัจจัยหลายอย่างเช่นชนิดของพืชการปลูกและการเก็บเกี่ยวรวมทั้งขั้นตอนการสกัดสารอินนูลินที่มีค่า DP น้อยกว่า 10 จะเรียกว่าเป็นพวกอินนูโลโอลิโกแซคคาไรด์ (Inulooligosaccharide) หรือฟรุตโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructo-Oligosaccharide) หรือบางครั้งจัดให้อยู่ในประเภท Short-Chain Polysaccharide

2.9.10 แหล่งของอินนูลิน

อินนูลินมีรายงานการวิจัยว่าพบในพืชหลายชนิดส่วนใหญ่มักอยู่ในวงศ์ Asteraceae, Graminae, Compositae เช่น Dahlia (Dahlia variabilis), jerusalem artichoke (Helianthus Tuberosus), Chicory (Cichoriumintybus), Dandelion (Taraxacumofficinale) นอกจากนี้ยังพบได้ในหัวหอม, กระเทียม, กล้วย,ข้าวสาลี, ข้าวไรย์, ข้าวบาเล่ย์มันแกวจากรายงานการวิจัยก็พบอินนูลินเช่นกัน โดยแต่ละชนิดจะมีปริมาณของอินนูลินและโอลิโกฟรุตโตส (Oligofructose) แตกต่างกัน

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษานำเนื้อหาเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุล มาพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์โดยพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาคาร์โบไฮเดรตในมันแกวบรบือ โดยอาศัยบริบทของท้องถิ่นประกอบด้วย 1เรื่องจำนวน 5บทปฏิบัติการ ดังนี้ เรื่องที่ 1 คาร์โบไฮเดรต ประกอบด้วย 5บท

ปฏิบัติการ คือ บทปฏิบัติการเรื่อง การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของคาร์โบไฮเดรตชนิดต่าง ๆ บท บทปฏิบัติการเรื่อง การตรวจสอบสารอินนูลินในเบื้องต้นที่มีอยู่ในพืช บทปฏิบัติการเรื่องการหาปริมาณอินนูลินในสารสกัดจากพืช บทปฏิบัติการเรื่อง Resistant Starch (RS) และบทปฏิบัติการเรื่อง การทำโยเกร์ตจากมันแกวบรบือโดยผู้ศึกษานำบทปฏิบัติการที่ได้ไปทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติแล้วพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการสำหรับนักเรียน จากนั้นนำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3ท่านเพื่อประเมินคุณภาพองค์ประกอบของบทปฏิบัติการ และนำไปทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มย่อยก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 งานวิจัยในประเทศ

สันติ พันธุ์ชัย (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องพอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ (1) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (2) เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้ และด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า (1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 77.31/79.68 (2) นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการทดลองสูงกว่าระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ โดยรวมสูงกว่าระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสงศรี ศิลาอ่อน (2553) ได้ศึกษาผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายกรด- เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความมุ่งหมาย เพื่อ 1) พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรด-เบส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) หาดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 3) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลายกรด – เบสกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.70 / 79.59 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาตร์มีค่าเท่ากับ 0.7188 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปภัชญา สังชาตรี (2555) ได้ทำการวิจัย การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาบทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร และ 3) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแยกสาร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35 คน โรงเรียนอัคคะวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัย พบว่า 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.89/75.58 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฐิติมา ประยูรพรม (2558) ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาและประเมินผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่มีประสิทธิผลที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 จำนวน 43 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.531 นักเรียนโดยรวม และจำแนกตามผลการเรียนเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการคิดวิจารณญาณโดยรวมและรายด้านทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและการคิดวิจารณญาณโดยรวมไม่แตกต่าง กันแต่นักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีสูง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายด้านทั้ง 5 ด้าน และการคิดวิจารณญาณเป็นรายด้าน ทั้ง 4 ด้าน มากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเคมีต่ำนอกจากนี้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ทองหล่อ วันวิเศษ (2558) ทำการวิจัย เพื่อพัฒนาและประเมินผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี ที่มีประสิทธิผลที่เหมาะสมและการประเมินผลการใช้บทปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนนาโพธิ์พิทยาสรรพ์ อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.5629 นักเรียนโดยส่วนรวม และจำแนกตามเพศที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิจารณญาณโดยรวมและรายด้าน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยรวมและรายด้านหลังเรียน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน ยกเว้นนักเรียนหญิงมีการคิดวิจารณญาณ ด้านนิรนัย และด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ไม่เปลี่ยนแปลงจากก่อนเรียน และนักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นบูรณาการโดยรวม และอีก 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ด้านทักษะการทดลอง และด้านทักษะการแปลความหมายและลงข้อสรุป มากกว่านักเรียนชาย แต่มีการคิดวิจารณญาณเฉพาะด้านความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต น้อยกว่านักเรียนชาย

2.10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Yakar and Baykara (2014, pp. 173-183) ได้ศึกษาผลของการปฏิบัติการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อการทดลองวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้รับการวิเคราะห์ วิธีการวิเคราะห์ที่ไม่ได้ทดลองเชิงปริมาณเดียวกลุ่มการออกแบบการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง ได้ถูกนำมาใช้เพื่อที่จะสังเกตการพัฒนาระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของครูก่อนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์มีผลในเชิงบวกและมีเจตคติที่ดีต่อการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดการเรียนสอน

Chatterjee (2009, pp. 1427 -1432) ได้ทำการศึกษาการทำปฏิบัติการสืบเสาะมีความสำคัญต่อการพัฒนามโนทัศน์ของนักศึกษาและทำให้นักศึกษามีความเข้าใจลึกซึ้งขึ้น โดยแบ่งนักศึกษาเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ทำการทดลองสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง (Guided Inquiry) และแบบสืบเสาะแบบปลายเปิด (Open Inquiry) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สอนวิชาเคมีทั่วไปของมหาวิทยาลัยใหญ่ทางตอนใต้แห่งหนึ่ง (Large Southwestern University) นักศึกษาถูกถามให้ทำแบบใหม่คือ สืบเสาะแบบมีโครงสร้าง สืบเสาะแบบมฤทธิ์นักศึกษาได้ทำระหว่างเรียนและสิ่งที่นักศึกษาได้รับมากขึ้นจากการทำทดลองสืบเสาะแบบปลายเปิด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าร้อยละ 78 ของนักศึกษาสามารถระบุ Indentify Guided-Inquiry Laboratories ขณะที่ร้อยละ 54 สามารถระบุ Open – Inquiry Laboratories มีเพียงร้อยละ 46 ที่ระบุได้ทั้ง สองวิธีอย่างถูกต้อง นักศึกษาชอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การทดลองสืบเสาะแบบมีโครงสร้างมากกว่าแบบปลายเปิดและพวกเขาได้รู้มากกว่าเมื่อทำการสืบเสาะแบบมีโครงสร้าง

Cengiz (2010) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนในวิชาเคมี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนเกรด 9 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโดยใช้ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง การแยกสาร จำนวน 16 การทดลอง ซึ่งสร้างโดยโปรแกรม Flash และใช้ในกลุ่มทดลอง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้ปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบปกติ

Milner (2011) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้และแรงจูงใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้ปฏิบัติการกับการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างการเรียนการสอนโดยการสอนแบบปกติกับการสอนแบบปฏิบัติการเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปฏิบัติการความรู้ขั้นสูงและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ดีกว่า นักเรียนที่เรียนแบบปกติ

Tatli and Ayas (2013) ได้ทำการศึกษาการใช้ปฏิบัติการเคมีเสมือนจริงมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำวิธีการศึกษาจากการปฏิบัติการเคมีเสมือนจริง (VCL) จากผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน 90 คน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความแตกต่างกัน (โดยให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม) ศึกษารวบรวมผลข้อมูลของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (CCUA) การทดสอบอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการ (LET) และสังเกตองค์ประกอบ การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย (SPSS) เปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่ม สรุปได้ว่าปฏิบัติการเคมีเสมือนจริงมีประสิทธิภาพประสบผลสำเร็จทั้งสองกลุ่ม และนักเรียนรู้จักใช้ทักษะและนักเรียนได้รู้จักการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการทดลอง

จากผลการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้นสามารถช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนทั้ง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ มาใช้เป็นแนว ทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่อง คาร์โบไฮเดรต ในสาระย่อยที่ 3.2 สารและสมบัติของสาร ในรูปแบบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องการศึกษาคาร์โบไฮเดรตในมันแกว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY