

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

- 1 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการใช้กรอบมโนทัศน์ในการเรียนการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้ของออบุเบลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา
- 3 วิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการใช้กรอบมโนทัศน์ในการเรียนการสอน
- 4 สังเคราะห์และกำหนดกระบวนการเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วยตัวบ่อน กระบวนการและผลผลิต โดยนำหลักการจากผลการวิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และข้อมูลพื้นฐานมาประกอบการสังเคราะห์
- 5 ตรวจสอบคุณภาพของระบบการเรียนการสอนโดยมีขั้นตอนดังนี้
  - 5.1 นำระบบการเรียนการสอนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง
  - 5.2 นำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้ โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ
    - 5.2.1 เตรียมการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนทั้งด้านตัวบ่อน ด้านกระบวนการ และด้านผลผลิต
    - 5.2.2 ดำเนินการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน
    - 5.2.3 ประเมินผลการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน

การดำเนินการวิจัยทั้ง 5 ขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 1. การศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน แนวคิดเกี่ยวกับการใช้กรอบมโนทัศน์ในการเรียนการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้ของออสซูเบลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากหนังสือ บทความ จากวารสาร และรายงานการวิจัยต่าง ๆ ในประเด็นดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน ได้แก่ ความเป็นมาของระบบการเรียนการสอน ความหมายและองค์ประกอบของระบบ ความหมายและองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน และการพัฒนาระบบการเรียนการสอน

2. แนวคิดเกี่ยวกับการใช้กรอบมโนทัศน์ในการเรียนการสอน ได้แก่ ความหมายของกรอบมโนทัศน์ การสร้างกรอบมโนทัศน์ การสอนให้นักเรียนสร้างกรอบมโนทัศน์ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของการสร้างกรอบมโนทัศน์ การให้คะแนนกรอบมโนทัศน์ และการนำกรอบมโนทัศน์ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษา

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของออสซูเบล (Ausubel) คือทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful verbal learning) ซึ่งนำมาเป็นพื้นฐานของการสร้างกรอบมโนทัศน์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน และงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่ใช้กรอบมโนทัศน์

## 2. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาจากเอกสารและหนังสือต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) เอกสารแนะนำการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา แนวทางการจัดการเรียนการสอน และการใช้หนังสือเรียนวิชาชีววิทยาตามโครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 จุดประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา เนื้อหาสำคัญของบทเรียน กระบวนการเรียนการสอน และการประเมินผลวิชาชีววิทยา

### 3 การวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน และการใช้กรอบโมทัศน์

ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน และแนวคิดเกี่ยวกับการใช้กรอบโมทัศน์ในการเรียนการสอน โดยดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

3.1 จากแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน โดยนำแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนของนักการศึกษา 7 ท่าน มาเปรียบเทียบและจัดหมวดหมู่ตามลักษณะวิธีการที่มีความใกล้เคียงกันกัน แล้วสรุปผลการวิเคราะห์ได้องค์ประกอบหลักของระบบการเรียนการสอน 3 ประการ ดังปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของนักการศึกษา 7 ท่าน

เกลเซอร์ (1962)	บานาธิ (1968)	ไทเลอร์ (1949)	คลอสไมเออร์และริปเปิล (1971)	ฟาร์เมอร์และฟอเรสต์ (1980)	ราวน์ทรี (1974)	สังข์ อุทรานนท์ (2530)	สิ่งที่ผู้วิจัยนำมากำหนดองค์ประกอบหลักของระบบการเรียนการสอน
วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน พฤติกรรมก่อนเรียน ของผู้เรียน	จุดมุ่งหมาย	จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน	วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ความพร้อมของผู้เรียน	ธรรมชาติของเนื้อหาวิชา พัฒนาการด้านสติปัญญาของผู้เรียน วิธีการที่มนุษย์เรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ	จุดมุ่งหมาย	ตัวบั่น ลักษณะของผู้เรียน จุดประสงค์ของการสอน	ตัวบั่น
	เนื้อหา		เนื้อหาและอุปกรณ์	จุดประสงค์ที่เฉพาะเจาะจง		เนื้อหาสาระ	
กระบวนการเรียนการสอน	กระบวนการ	การเลือกประสับ การดำเนินการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ การประเมินผล	กิจกรรมครู และนักเรียน กระบวนการเรียนการสอน เครื่องมือวัดและการประเมินผล	กลวิธีในการสอน วิธีการให้ความรู้ แผนการสอน	ออกแบบการเรียนรู้ ประเมินผล	กระบวนการดำเนินงาน เตรียมความพร้อม ดำเนินการสอน กิจกรรมสร้างเสริมทักษะ กิจกรรมสนับสนุน	กระบวนการ
						การควบคุมและตรวจสอบ	
การประเมินผล		ผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน	ผลผลิต			ผลผลิต สัมฤทธิ์ผลของการสอน	ผลผลิต
ข้อมูลย้อนกลับ				ปรับปรุงแก้ไข	ข้อมูลย้อนกลับ		

3.2 จากแนวคิดเกี่ยวกับการใช้กรอบมโนทัศน์ในการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการ  
สร้างกรอบมโนทัศน์ของอัลท์ (Ault 1985 : 38-44) และขั้นตอนการสอนให้นักเรียนสร้าง  
กรอบมโนทัศน์ของโนแวก (Joseph D. Novak 1984 : 28-34) มาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อให้  
ได้ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ ดังตารางที่ 4

ขั้นตอนการสอนให้นักเรียนสร้างกรอบมโนทัศน์ของโนเวค	ขั้นตอนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ของผู้วิจัย	ขั้นตอนการสร้างกรอบมโนทัศน์ของอัลท์
ก กิจกรรมการเตรียมตัวสร้างกรอบมโนทัศน์		
1 ให้นักเรียนทำความเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ --- และยกตัวอย่างมโนทัศน์	๑ ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ และยกตัวอย่างมโนทัศน์ได้	
	2 ให้นักเรียนระดมมโนทัศน์ที่สำคัญจากบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่ <--1	เลือกเรื่องที่จะสร้างกรอบมโนทัศน์
	3 ให้นักเรียนจัดเรียงลำดับมโนทัศน์ที่เลือกมาจากบทเรียน <--2	จัดลำดับมโนทัศน์ที่มีความกว้างไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง
2 ครูยกตัวอย่างคำที่ใช้เชื่อมความสัมพันธ์มโนทัศน์ แล้วสร้างประโยคสั้น ๆ และให้นักเรียนแต่งประโยคสั้น ๆ ด้วยตนเอง --- >5	4 ให้นักเรียนจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์ <--3 5 ให้นักเรียนหาคำเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน	จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความเกี่ยวข้องกัน 4 จัดระบบมโนทัศน์ตามลำดับความเกี่ยวข้อง
ข กิจกรรมสร้างกรอบมโนทัศน์		
1 ให้นักเรียนสร้างกรอบมโนทัศน์จากคำที่กำหนดให้	6 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ <--5 โดยคำนึงถึงลำดับชั้นของมโนทัศน์ที่มีความกว้างไปจนถึงมีความเฉพาะเจาะจง โดยทดลองใส่แผ่นกระดาษเล็ก ๆ ที่เคลื่อนย้ายได้ก่อนลงสมุด	เชื่อมโยงความสัมพันธ์โดยหาคำเชื่อมระบุไว้ที่เส้นเชื่อมโยง
2 ให้นักเรียนสร้างกรอบมโนทัศน์จากเรื่องสั้นที่กำหนดให้ โดยให้เรียงลำดับความสำคัญของมโนทัศน์		
3 ให้นักเรียนสร้างกรอบมโนทัศน์ของสิ่งที่สนใจแล้วนำมาเสนอในชั้นเรียน		
4 ครูอธิบายวิธีประเมินกรอบมโนทัศน์ แล้วให้นักเรียนประเมินกรอบมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นโดยการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน	ครูสรุปโดยคัดเลือกกรอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างมาวิจารณ์และให้คะแนนแล้วให้อูกรวมมโนทัศน์ที่ครูเตรียมมา	



#### 4 การสังเคราะห์และกำหนดระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยา

ในการสังเคราะห์ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ ผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ของออสซูเบล ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ผลจากการวิเคราะห์ แนวคิดเกี่ยวกับการใช้กรอบมโนทัศน์ในการเรียนการสอน และผลจากการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอนมาสังเคราะห์และกำหนดระบบการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนดังนี้

4.1 จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล ผู้วิจัยได้นำหลักการที่กล่าวถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่อยู่ในโครงสร้างของความรู้ (cognitive structure) มาประกอบการสังเคราะห์ระบบการเรียนการสอน โดยการนำเอาออกแบบกระบวนการในระบบการเรียนการสอน กล่าวคือจัดให้มีการวัดมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนก่อนทำการสอน แล้ววิเคราะห์เพื่อระบุมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนยังขาดอยู่ ทั้งนี้เพื่อหาวิธีการเสริมมโนทัศน์พื้นฐานให้นักเรียนก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่ต่อไป จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ เข้ากับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมได้ และจากหลักการนี้ จะเห็นได้ว่าการสร้างมโนทัศน์มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ทั้งนี้เพราะกรอบมโนทัศน์เกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ เข้ากับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่

4.2 จากข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาจากเอกสารและหนังสือต่าง ๆ แล้วนำมาประกอบการสังเคราะห์ระบบการเรียนการสอนดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 1) คำอธิบายรายวิชา (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ผู้วิจัยได้นำคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์ของรายวิชาที่กำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระที่จะนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ซึ่งจะนำมาเขียนเป็นเอกสารประกอบการสอนและเขียนแผนการสอน
- 2) เนื้อหาสาระ ผู้วิจัยได้นำขอบเขตของเนื้อหาสาระมากำหนดเป็นหัวข้อต่าง ๆ แล้วนำมาเขียนเอกสารประกอบการสอน แผนการสอน และนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบต่าง ๆ

3) กระบวนการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้นำวิธีการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยามาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์ ได้แก่ การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบอภิปราย การสอนโดยให้ทำการทดลอง ให้ทำรายงาน ฯลฯ

4) สื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยได้สร้างสื่อการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ได้แก่ แผ่นใสประกอบการเรียนการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างกรอมมโนทัศน์

4.3 จากผลการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการใช้กรอมมโนทัศน์ในการเรียนการสอนที่ปรากฏในตารางที่ 4 นั้น ผู้วิจัยได้นำกระบวนการเรียนการสอนทั้ง 7 ขั้นมากำหนดเป็นขั้นตอนของการเรียนการสอน ซึ่งเป็นส่วนประกอบขององค์ประกอบด้านกระบวนการในระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์

4.4 จากผลการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอนของนักการศึกษาหลายท่าน ซึ่งได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอนไว้ดังตารางที่ 3 นั้น ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์มากำหนดองค์ประกอบหลักของระบบการเรียนการสอน คือองค์ประกอบด้านตัวบั่น คำน กระบวนการ และด้านผลผลิต และผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบหลักมากำหนดองค์ประกอบย่อยดังรายละเอียดต่อไปนี้คือ

ในการกำหนดองค์ประกอบย่อยด้านตัวบั่น จากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับด้านตัวบั่นตามแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดองค์ประกอบของตัวบั่นไว้ 4 ด้านดังนี้คือ

1) ด้านวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน (ไทเลอร์ 1949 เกลเซอร์ 1962 บานาธี 1968 คลอสไมเออร์ และริบเปิล 1971 ราวน์ทรี 1974 และสังัด อุทรานันท์ 2530)

2) ด้านเนื้อหาสาระ (บานาธี 1968 คลอสไมเออร์และริบเปิล 1971 สังัด อุทรานันท์ 2530)

3) ด้านนักเรียน (เกลเซอร์ 1962 คลอสไมเออร์และริบเปิล 1971 ฟาร์เมอร์และพาเรลล์ 1980 และสังัด อุทรานันท์ 2530)



4) ด้านสื่อประกอบการเรียนการสอน (คลอสไมเออร์ และริปเปิล 1971)

ในการกำหนดองค์ประกอบย่อยด้านกระบวนการ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับด้านกระบวนการ ตามแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดองค์ประกอบของกระบวนการไว้ดังนี้คือ

1) การดำเนินการเรียนการสอน (เกลเซอร์ 1962 บานาธี 1968 คลอสไมเออร์ และริปเปิล พาร์เมอร์และพาเรลล์ 1980 และสังัด อุทรานันท์ 2530)

2) การประเมินผลการเรียนการสอน (ไทเลอร์ 1949 เกลเซอร์ 1962 คลอสไมเออร์ และริปเปิล 1971 รานนท์รี 1974)

ในการกำหนดองค์ประกอบย่อยด้านผลผลิต จากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับด้านผลผลิต จากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับด้านผลผลิตตามแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดองค์ประกอบของผลผลิตไว้ดังนี้คือ

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ไทเลอร์ 1949 สังัด อุทรานันท์ 2530)

2) ความคงทนของการเรียนรู้ จากผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับการใช้กรอบมโนทัศน์พบว่าการให้นักเรียนสร้างกรอบมโนทัศน์จะทำให้นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์มาเชื่อมโยงกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสามารถจดจำไปได้นาน ซึ่งแสดงว่าทำให้เกิดความคงทนของการเรียนรู้ขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำมาเป็นองค์ประกอบย่อยขององค์ประกอบด้านผลผลิต

จากผลการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ของออสซูเบล ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรและการสอน วิชาชีววิทยา ผลจากการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการใช้กรอบมโนทัศน์ในการเรียนการสอน และผลจากการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้นำแนวคิด หลักการ และข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบการสังเคราะห์และกำหนดระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบย่อยดังนี้คือ

องค์ประกอบด้านตัวป้อน ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน เนื้อหาสาระ  
นักเรียน และสื่อการเรียนการสอน

องค์ประกอบด้านกระบวนการ ประกอบด้วย การดำเนินการเรียนการสอน และการประเมินผล  
การเรียนการสอน

องค์ประกอบด้านผลผลิต ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความคงทน  
ของการเรียนรู้

## 5 การตรวจสอบคุณภาพของระบบการเรียนการสอน มีขั้นตอนดังนี้

5.1 นำระบบการเรียนการสอนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน (ดูรายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ภาคผนวก ก) ตรวจสอบคุณภาพแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง โดยนำระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พร้อมทั้งตัวอย่างกรอมมโนทัศน์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิก่อนเป็นเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วจึงขอสัมภาษณ์ความคิดเห็นในประเด็นต่อไปนี้คือ

- (1) ในด้านหลักการที่นำมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนี้มีความเหมาะสมเพียงใด ควรเพิ่มเติมหลักการอื่นอีกหรือไม่
- (2) ในด้านตัวบ่อนของระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์ ซึ่งประกอบด้วย ด้านจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ด้านเนื้อหาฯ ด้านนักเรียน และด้านสื่อการเรียนการสอน มีความเหมาะสมที่จะเป็นตัวบ่อนของระบบการเรียนการสอนแบบใช้กรอมมโนทัศน์เพียงใด และในแต่ละองค์ประกอบมีวิธีดำเนินการเพื่อเข้าสู่ระบบได้เหมาะสมเพียงใด ควรเพิ่มเติมหรือแก้ไขปรับปรุงอย่างไรบ้าง
- (3) ในด้านกระบวนการของระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎีและการปฏิบัติเพียงใด ควรเพิ่มเติมหรือแก้ไขปรับปรุงที่ขั้นตอนใดบ้าง
- (4) ในด้านผลผลิตของระบบการเรียนการสอนแบบใช้กรอมมโนทัศน์มีความเหมาะสมเพียงใด ควรเพิ่มเติมหรือแก้ไขปรับปรุงอย่างไรบ้าง

ข้อมูลที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำไปแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ กระทั่งได้ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และพร้อมที่จะนำไปทดลองใช้ต่อไป (ดูรายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ภาคผนวก ก)

## 5.2 นำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้

เมื่อได้ระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์สำหรับวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแล้ว ผู้วิจัยจึงนำระบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้ในสภาพจริงของการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.2.1 เตรียมการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ในขั้นเตรียมการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนนี้ประกอบด้วยขั้นเตรียมการด้านตัวป้อน ขั้นเตรียมการด้านกระบวนการและขั้นเตรียมการด้านผลผลิต ดังรายละเอียดต่อไปนี้คือ

5.2.1.1 เตรียมการด้านตัวป้อน ตัวป้อนประกอบด้วยองค์ประกอบด้านจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ด้านเนื้อหา ด้านนักเรียน และด้านสื่อการเรียนการสอน จึงมีการเตรียมการดังนี้คือ

1) ด้านจุดประสงค์ของการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ศึกษาจุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และคำอธิบายรายวิชาเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการเขียนเอกสารประกอบการสอนและแผนการสอน

2) ด้านเนื้อหา ผู้วิจัยได้ศึกษาคำอธิบายรายวิชาชีววิทยา (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) จุดประสงค์รายวิชา และเนื้อหาสาระที่กำหนดให้เป็นบทเรียนในวิชาชีววิทยาฉบับปรับปรุงใหม่ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการเขียนเอกสารประกอบการสอน เขียนแผนการสอน และพัฒนาแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา พัฒนาแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับ เรื่องที่จะสอนและพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

เมื่อได้เนื้อหาสาระที่นำมาสอนแล้ว ผู้วิจัยได้เตรียมการด้านเนื้อหาดังนี้คือ

- (1) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่จะสอนให้ชัดเจน
- (2) นำเนื้อหา มาจัดหมวดหมู่และจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความหมาย

กว้าง ไปสู่มโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง

- (3) นำมโนทัศน์ที่จะสอนมาหาความสัมพันธ์และสร้างเป็นกรอบมโนทัศน์แม่แบบ
- (4) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีประเมินกรอบมโนทัศน์

3) ด้านนักเรียน ผู้วิจัยได้เตรียมการด้านตัวนักเรียนดังนี้คือ

- (1) แนะนำให้นักเรียนรู้จักกรอบมโนทัศน์
- (2) สรุปรวมมโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนเกี่ยวกับ เรื่องที่จะสอนว่านักเรียนมีมโนทัศน์

พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ โดยการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอน แล้วนำผลที่ได้ไป

วิเคราะห์และระบุมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนยังขาดอยู่ โดยพิจารณาจากจำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามเกี่ยวกับ

กับมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์ ถ้ามีนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป แสดงว่านักเรียนมีพื้นฐานเกี่ยวกับ

มโนทัศน์นั้นเพียงพอแล้ว ถ้ามีนักเรียนตอบได้ถูกต้องไม่ถึงร้อยละ 80 จะต้องทบทวนมโนทัศน์นั้นให้นักเรียนก่อนที่จะสอนเรื่องต่อไป

4) ด้านสื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เตรียมด้านสื่อการเรียนการสอนดังนี้คือ

(1) พัฒนาเอกสารประกอบการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเอกสารประกอบการสอน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1.1) ศึกษาเอกสารแนะนำการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(1.2) ศึกษาเนื้อหาสาระที่อยู่ในบทเรียนฉบับปรับปรุงใหม่ทั้งภาษาไทยและต่างประเทศ รวมทั้งคู่มือครูและแบบเรียนวิชาชีววิทยาในหลักสูตร พ.ศ.2524 (หลักสูตรเดิม) ทั้ง 6 เล่ม คือวิชา ว 041 ว 042 ว 043 ว 045 และ ว 046

(1.3) พัฒนาเอกสารประกอบการสอนรวม 3 เล่มดังต่อไปนี้ วิชา ว 041 เรื่อง สารอาหารกับการดำรงชีวิตและเรื่องการย่อยอาหาร วิชา ว 043 เรื่อง การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต วิชา ว 045 เรื่อง พันธุกรรม

(1.4) นำเอกสารประกอบการสอนที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) (ดูรายนามผู้ทรงคุณวุฒิภาคผนวก ก)

(1.6) ฉบับปรับปรุงแก้ไขตำราประกอบการสอนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ก่อนนำไปใช้.

(2) เขียนแผนการสอนวิชาชีววิทยาแบบจัดกรอบมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำแผนการสอน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

(2.1) ศึกษาการเขียนแผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระโดยย่อ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อประกอบการเรียนการสอน และวิธีการประเมิน

(2.2) ศึกษาเอกสารแนะนำการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2535) ผู้วิจัยได้เขียนแผนการสอนเรื่องต่าง ๆ และจำนวนคาบดังต่อไปนี้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารอาหารกับการดำรงชีวิตและการย่อยอาหาร

จำนวน 24 คาบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการสืบพันธุ์ จำนวน 24 คาบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องพันธุกรรม จำนวน 24 คาบ

(2.3) เขียนแผนการสอนวิชาชีววิทยาของระดับชั้นปีที่ 4, 5 และ 6 โดยนำระบบการเรียนการสอนแบบจัดกิจกรรมโมดูลมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

(2.3.1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

(2.3.2) ชั้นเสริมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนยังขาดอยู่ในชั้นเสริมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนยังขาดอยู่นี้จะพิจารณาจากจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อของคำถามในแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน ถ้านักเรียนตอบได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การบรรลุวัตถุประสงค์จึงไม่ต้องเสริมมโนทัศน์พื้นฐานก่อนสอน แต่ถ้านักเรียนตอบได้จำนวนไม่ถึงร้อยละ 80 จะถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์การบรรลุวัตถุประสงค์จึงควรเสริมมโนทัศน์พื้นฐานก่อนสอน ซึ่งในแผนการสอนจะบอกวิธีเสริมมโนทัศน์พื้นฐานไว้ด้วย

(2.3.3) ชั้นสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ โดยมีลำดับขั้นดังนี้

(2.3.3.1) ครูสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ต่าง ๆ ในบทเรียน

(2.3.3.2) อธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนทัศน์และให้นักเรียนยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่เป็นเหตุการณ์หรือวัตถุ

(2.3.3.3) ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญจากบทเรียนที่สำคัญจากบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่

(2.3.3.4) ให้นักเรียนจัดเรียงลำดับมโนทัศน์ที่เลือกมาจากบทเรียนจากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบ

(2.3.3.5) ให้นักเรียนจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน



(2.3.3.6) ให้นักเรียนหาคำเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนทัศน์ เข้าด้วยกัน

(2.3.3.7) ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับชั้นของมโนทัศน์ที่มีความกว้างไปจนถึงมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงโดยทดลองใส่กระดาษแผ่นสีเหลืองเล็ก ๆ ที่เคลื่อนย้ายได้ก่อนลงสมุด

(2.3.4) ขึ้นสรุปด้วยกรอบมโนทัศน์โดยคัดเลือกกรอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างมาวิจารณ์และให้คะแนน แล้วให้ดูกรอบมโนทัศน์ที่ครูเตรียมมา

(2.3.5) ขึ้นประเมินผลโดยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและดูจากกรอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้าง เพื่อประเมินความเข้าใจและความถูกต้องของกรอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

(2.4) นำแผนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงของเนื้อหา (content validity) ของแผนการสอนและความสอดคล้องของแผนการสอนกับระบบการเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

(2.5) ปรับปรุงแก้ไขแผนการสอนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปใช้

(3) สร้างอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้สร้างอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนดังนี้คือ ผลิตแผ่นใสประกอบการบรรยายและอภิปรายเนื้อหาสาระที่สอน ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์เกี่ยวกับเรื่องที่สอนรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบการสอนเพื่อให้นักเรียนสร้างกรอบมโนทัศน์ ซึ่งประกอบด้วยแผ่นกระดาษสีเหลืองเล็ก ๆ ที่จะใช้เขียนมโนทัศน์และคำเชื่อมต่าง ๆ ปากกาเขียนแผ่นใสและแผ่นใส พร้อมทั้งเตรียมเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะไว้ให้พร้อม และนอกจากนี้ได้เตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองอีกหลายชนิดได้แก่ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการชีววิทยา และกล่องจุลทรรศน์เป็นต้น

5.2.1.2 เตรียมการด้านกระบวนการ การเตรียมการด้านกระบวนการประกอบด้วย การเตรียมประชากรและกลุ่มตัวอย่าง การเตรียมตารางเวลาทดลอง การควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน

1) การเตรียมประชากรและกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดลองระบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระบบการเรียนการสอนแบบจัดการมโนทัศน์เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา และเป็นโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร ทั้งนี้เพราะ

ในปีการศึกษา 2533 กรมสามัญศึกษาได้ทดลองใช้หลักสูตรใหม่ ระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จึงควรทันสมัยสามารถที่จะนำไปใช้ในหลักสูตรใหม่ได้ ผู้วิจัยจึงสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนที่เป็นโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร โดยสุ่มมา 1 โรงเรียนจากโรงเรียนที่เป็นโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร จำนวน 17 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) และจากการสุ่มจึงได้โรงเรียนวัดบวรมงคลเป็นโรงเรียนที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยาเป็นวิชาเลือก ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ระดับชั้นละ 2 ห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุมระดับชั้นละ 1 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 6 ห้องเรียน ในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างนี้เนื่องจากทางโรงเรียนไม่ได้มีการแยกเป็นนักเรียนเก่งหรือนักเรียนอ่อน แต่ใช้วิธีจัดคละกันไปโดยมิได้นำผลการเรียนของนักเรียนมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งห้อง ผู้วิจัยจึงสุ่มในระดับห้องเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (random assignment) ได้ดังนี้คือ

กลุ่มทดลอง คือ ชั้น ม.4/1 ม.5/2 และ ม.6/2

กลุ่มควบคุม คือ ชั้น ม.4/2 ม.5/1 และ ม.6/1

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างปรากฏในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำแนกตามระดับชั้น

ระดับชั้น	กลุ่มทดลอง (คน)	กลุ่มควบคุม (คน)	รวม
มัธยมศึกษาปีที่ 4	18	18	36
มัธยมศึกษาปีที่ 5	17	17	34
มัธยมศึกษาปีที่ 6	19	19	38
รวม	54	54	108

อนึ่งในการประเมินระบบการเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์ทั้งระบบนั้น ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาชีววิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ เรื่องสารอาหารคาร์โบไฮเดรต จึงต้องมีการเตรียมกลุ่มตัวอย่างครูที่จะตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามเป็นครูที่สอนวิชาชีววิทยาที่สอนอยู่ในโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2533 การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยสุ่มจากรายชื่อโรงเรียนที่เป็นโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร ที่อยู่ในเขตการศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 4 โรงเรียน จากจำนวนโรงเรียนทั้งหมด 17 โรงเรียน และกลุ่มตัวอย่างเป็นครูที่สอนวิชาชีววิทยาทุกคนที่สอนอยู่ในโรงเรียนที่สุ่มได้ ซึ่งมีทั้งหมด 13 คน แต่มีข้อจำกัดในการเก็บข้อมูล ครูบางคนไม่สามารถตอบแบบสอบถามได้ ทั้งนี้เพราะในการตอบแบบสอบถามนี้จะต้องดูวีดิทัศน์การเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์ซึ่งใช้เวลาประมาณ 30 นาทีก่อนจึงจะตอบแบบสอบถามและแสดงความคิดเห็นได้ ครูบางคนไม่มีเวลาดูวีดิทัศน์ บางคนไม่มีเครื่องฉายวีดีโอ จึงได้ครูที่สามารถตอบแบบสอบถามได้จำนวน 9 ท่าน จาก 4 โรงเรียน

2) การเตรียมตารางเวลาทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเองทั้ง 3 ระดับชั้น คือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 โดยสอนห้องละ 3 คาบ/สัปดาห์ และสอนทั้งหมด 6 ห้อง/สัปดาห์ หรือ 18 คาบ/สัปดาห์และใช้เวลาในการทดลองระดับชั้นละ 24 คาบ รวมเวลาทดลองประมาณ 3 เดือน เพราะมีวันหยุดและการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงเรียน ผู้วิจัยจึงขอความร่วมมือทางโรงเรียนในการจัดตารางเวลาเพื่อไม่ให้ซ้อนกัน และผู้วิจัยสามารถสอนได้ทุกคาบ

3) การควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ตัวแปรที่ผู้วิจัยควบคุมให้เหมือนกันทั้งในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม คือตัวแปรด้านเนื้อหาวิชา ตัวแปรด้านครูผู้สอน ตัวแปรด้านระยะเวลาที่สอน ตัวแปรด้านโปรแกรมการเรียนของนักเรียน ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียน ส่วนตัวแปรด้านความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาของนักเรียนนั้นผู้วิจัยควบคุมโดยใช้วิธีการทางสถิติทดสอบพื้นฐานความรู้ของนักเรียนก่อนเรียน ดังมีรายละเอียดดังนี้

- (1) ตัวแปรด้านเนื้อหาวิชา เนื้อหาวิชาที่ใช้สอนในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เป็นเนื้อหาเดียวกันตลอดการทดลอง
- (2) ตัวแปรด้านครูผู้สอน ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
- (3) ตัวแปรด้านระยะเวลาที่สอน เวลาที่ใช้ในการทดลองระบบในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ใช้จำนวนคาบเท่ากันทั้ง 3 ระดับคือ ระดับละ 24 คาบ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
- (4) ตัวแปรด้านโปรแกรมการเรียนของนักเรียน นักเรียนที่ได้รับการสุ่มให้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนที่อยู่ในโปรแกรมวิทยาศาสตร์ที่เลือกวิชาชีววิทยาเป็นวิชาเลือกทั้ง 2 กลุ่ม
- (5) ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียน นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นนักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนเดียวกัน ย่อมจะมีสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เหมือนกัน
- (6) ตัวแปรด้านความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา ผู้วิจัยได้ทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนที่จะทำการสอนโดยใช้ค่าสถิติทดสอบที (t-test)

ดังนั้นในการเตรียมการด้านกระบวนการในขั้นนี้ จึงต้องพัฒนาแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาขึ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(6.1) ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจะทดสอบความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา

(6.2) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็นความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา โดยดูจากเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 โดยใช้ความรู้จากวิชา ว 441 เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ความรู้จากวิชา ว 042 เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และความรู้จากวิชา ว 044 เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

(6.3) พัฒนาแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา โดยจัดทำเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จำนวนข้อสอบทั้งหมดสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จำนวน 88, 91 และ 106 ข้อ ตามลำดับ และในการพัฒนาแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาได้พิจารณาให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

(6.4) นำแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาไปหาความตรง โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (content validity) พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ

(6.5) นำแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความเที่ยงด้วยวิธี KR - 20 (Kuder Richardson - 20) โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 103 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 91 คน ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดความรู้พื้นฐานสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 เท่ากับ 0.75 0.88 และ 0.76 ตามลำดับ

เมื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความรู้พื้นฐานแล้ว จึงนำแบบวัดความรู้พื้นฐานไปหาค่าระดับความยาก และหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิคร้อยละ 33 ดังนั้นจึงได้กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มละ 34 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มละ 33 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มละ 30 คน เมื่อวิเคราะห์ข้อสอบในแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาแล้ว คัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และมีอำนาจจำแนกเป็นบวก จึงได้ข้อสอบที่คัดเลือกไว้สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จำนวน 65 ข้อ 76 ข้อ และ 76 ข้อตามลำดับ



(6.6) นำแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาที่คัดเลือกไว้แล้วไปทดสอบครั้งที่ 2 โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ซึ่งไม่เคยได้รับการทดสอบจากแบบวัดนี้มาก่อน โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จำนวน 70 คน 64 คน และ 62 คนตามลำดับ และนำคะแนนมาคำนวณหาค่าความเที่ยงด้วยวิธี KR - 20 (Kuder Richardson 20) จากการคำนวณได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดความรู้พื้นฐานสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 เท่ากับ 0.87 0.89 และ 0.90 ตามลำดับ

เมื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาแล้ว นำคะแนนจากแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาไปหาค่าระดับความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค ร้อยละ 50 ดังนั้นจึงได้กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 กลุ่มละ 35 คน 32 คน และ 31 คน ตามลำดับ ปรากฏว่าข้อสอบในแบบวัดความรู้พื้นฐานมีค่าความเที่ยงและระดับความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าความเที่ยง ค่าระดับความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา

แบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา	ค่าความเที่ยง	ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	.87	.13 - .90	.11 - .46
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	.89	.11 - .89	.13 - .53
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	.90	.10 - .90	.10 - .68

4) พัฒนาแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานโดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1) ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) และแบบเรียนวิชาชีววิทยา ว 041 ว 042 ว 043 ว 044 ว 045 และ ว 046 (หลักสูตรเดิม)



4.2) ศึกษาการสร้างแบบวัดมโนทัศน์จากหนังสือเกี่ยวกับการเรียนรู้มโนทัศน์

4.3) สํารวจมโนทัศน์ที่มีอยู่ในบทเรียนที่จะใช้ทดลอง และสํารวจมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนควรทราบมาก่อนที่จะเรียนมโนทัศน์ในบทเรียนที่จะทดลองสอน เช่น ก่อนที่นักเรียนจะเรียนเกี่ยวกับโครงสร้าง ความสำคัญ และแหล่งของสารอาหารประเภทต่าง ๆ นักเรียนก็ควรรู้จักประเภทของสารอาหารว่ามีกี่ประเภทก่อนที่จะเรียนบทเรียนใหม่เป็นต้น

เมื่อได้สํารวจมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐานของมโนทัศน์ที่อยู่ในบทเรียนที่จะนำไปทดลองแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

4.4) สร้างแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน โดยสร้างเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบมีตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จำนวนระดับชั้นละ 20 ข้อ โดยพิจารณาให้ครอบคลุมมโนทัศน์พื้นฐานที่ควรทราบมาก่อนซึ่งได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่านตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาอีกครั้งหนึ่ง พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ

4.5) นำแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความเที่ยงด้วยวิธี KR - 20 (Kuder Richardson - 20) โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จำนวน 103 คน 100 คน และ 91 คน ตามลำดับ ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 เท่ากับ 0.72 0.72 และ 0.73 ตามลำดับ เมื่อได้วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบวัดมโนทัศน์แล้วจึงนำคะแนนจากแบบวัดมโนทัศน์ไปหาค่าระดับความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิคร้อยละ 33 ดังนั้นจึงได้กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 กลุ่มละ 34 คน 33 คน และ 30 คน ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ข้อสอบในแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานของระดับชั้นต่าง ๆ จากการทดสอบครั้งที่ 1 ปรากฏว่าข้อสอบมีระดับความยากระหว่าง 0.20 - .86 และมีค่าอำนาจจำแนก .14 ขึ้นไป จึงนับว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณสมบัติที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ต่อไป จึงมิได้ตัดออกเลยและยังครอบคลุมมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ด้วย จึงปรับปรุงตัวเลือกในข้อสอบบางข้อให้เหมาะสม แล้วนำไปใช้ทดสอบครั้งที่ 2

4.6) นำแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานไปทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาค่าความเที่ยงระดับ ความยาก และอำนาจจำแนกของแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ซึ่งไม่เคยได้รับการทดสอบจากแบบวัดนี้มาก่อน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 70 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 64 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 62 คน นำผลการ ตรวจสอบให้คะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบวัดมโนทัศน์ด้วยวิธี KR -20 ได้ค่าความเที่ยงของ แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 เท่ากับ 0.80, 0.81 และ 0.80 ตาม ลำดับ

เมื่อได้วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบวัดมโนทัศน์แล้ว จึงนำแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานไปหาค่า ระดับความยาก และอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 ดังนั้นจึงได้กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มละ 35 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มละ 32 คน และชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 กลุ่มละ 31 คน ปรากฏว่าข้อสอบในแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานมีค่าความเที่ยงค่าระดับความยาก และ ค่าอำนาจจำแนก ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่าความเที่ยงค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน

แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน	ความเที่ยง	ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	.80	.20 - .90	.20 - .66
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	.81	.11 - .89	.22 - .56
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	.80	.13 - .90	.23 - .65

5.2.1.3 เตรียมการด้านผลผลิต ผลผลิตของระบบการเรียนการสอนแบบใช้กรอบ มโนทัศน์ที่ผู้วิจัยศึกษา คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความคงทนของการเรียนรู้

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และวัดความคงทนของการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เตรียมการโดยการพัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

- (1) ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 เพื่อนำมาเป็นแนวทางกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามเนื้อหาที่อยู่ในบทเรียนฉบับปรับปรุงใหม่
- (2) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการให้นักเรียนทำได้โดยดูจากเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 โดยกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเฉพาะที่อยู่ในบทเรียนที่นำมาทดลองระบบ
- (3) พัฒนาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสร้างเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ จำนวนข้อสอบทั้งหมดที่สร้างสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 มีจำนวน 78, 52 และ 57 ข้อ ตามลำดับ
- (4) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาไปหาความตรงโดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ
- (5) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าความเที่ยง KR - 20 (Kuder Richardson - 20) โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จำนวนระดับชั้นละ 100 คน ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 เท่ากับ 0.75 0.91 และ 0.88 ตามลำดับ เมื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว จึงนำไปหาค่าระดับความยาก และหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 33 ดังนั้นจึงได้จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของทั้ง 3 ระดับชั้นกลุ่มละ 33 คน
- เมื่อวิเคราะห์ข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเป็นรายข้อแล้ว คัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากระหว่าง .20 ถึง .80 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และข้อสอบที่เลือกไว้ทั้งหมดมีความครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ข้อสอบที่คัดเลือกไว้มีจำนวนดังนี้คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 จำนวน 50, 40 และ 50 ข้อตามลำดับ

(6) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบครั้งที่ 2 โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ซึ่งไม่เคยได้รับการทดสอบจากแบบวัดนี้มาก่อน โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 101 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 89 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 72 คน และนำคะแนนมาคำนวณหาค่าความเที่ยงด้วยวิธี KR - 20 ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 เท่ากับ 0,82 0.84 และ 0.89 ตามลำดับ

เมื่อหาค่าความเที่ยงแล้วนำคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาไปหาค่าระดับความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 ดังนั้นจึงได้จำนวนนักเรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มละ 50 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวนกลุ่มละ 44 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวนกลุ่มละ 36 คน ปรากฏว่าแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยามีค่าความเที่ยง ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนก ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าความเที่ยง ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา	ค่าความเที่ยง	ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	.82	.11 - .90	.10 - .56
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	.84	.44 - .90	.11 - .57
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	.89	.10 - .79	.11 - .61

อนึ่งนอกจากการเตรียมเครื่องมือเพื่อใช้ในองค์ประกอบด้านตัวบ่อน กระบวนการ และผลผลิตแล้ว ผู้วิจัยได้เตรียมเครื่องมือสำหรับประเมินทั้งระบบการเรียนการสอน โดยสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาชีววิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอน แบบจัดกรอมมโนทัศน์ การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของครูมีขั้นตอนดังนี้

3.1) ศึกษาการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์

3.2) ศึกษาแบบสอบถามความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาชีววิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์ ซึ่งประกอบด้วยประเด็นคำถาม 6 ประเด็นดังนี้คือ

- |   |       |
|---|-------|
| (1) ความเหมาะสมที่จะนำกรอมมโนทัศน์มาใช้ในการเรียนการสอน | 3 ข้อ |
| (2) ความชัดเจนของลำดับขั้นตอนของการสอน                  | 1 ข้อ |
| (3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน                       | 2 ข้อ |
| (4) ความสามารถของนักเรียนและครูในการสร้างกรอมมโนทัศน์   | 2 ข้อ |
| (5) ประโยชน์ของกรอมมโนทัศน์                             | 5 ข้อ |
| (6) ความสนใจของครูที่จะนำกรอมมโนทัศน์มาใช้ในการสอน      | 1 ข้อ |

แบบสอบถามที่สร้างขึ้นมาเป็นแบบประมาณค่า (rating scale) จำนวน 14 ข้อ และเป็นแบบสอบถามปลายเปิด 2 ข้อ

3.3) นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอน แบบจัดกรอมมโนทัศน์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการประเมินโครงการและแผนงานจำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบความครอบคลุมของประเด็นคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขจนเหมาะสม แล้วจึงนำไปใช้ประกอบกับวิธีทัศน์การทดลองระบบ

5.2.2 ดำเนินการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน เมื่อได้มีการเตรียมการพร้อมแล้วทั้งด้านตัวบ่อน กระบวนการ และผลผลิตซึ่งจะประกอบด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ที่สามารถจะนำมาใช้ในการดำเนินการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการดังต่อไปนี้คือ

1) วัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในชั้น



เตรียมการด้านกระบวนการ เพื่อนำคะแนนความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) การวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยานี้ ผู้วิจัยใช้แบบวัดความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนที่จะสอนเนื้อหาสาระต่าง ๆ ปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่ามัธยิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที่จากการทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบวัดความรู้พื้นฐานระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ระดับชั้น	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
มัธยมศึกษาปีที่ 4	36.72	4.90	36.50	4.37	0.14
มัธยมศึกษาปีที่ 5	25.53	3.87	27.00	4.76	-0.98
มัธยมศึกษาปีที่ 6	36.47	5.25	37.58	4.85	-0.66

\*  $P \leq .05$

จากตารางที่ 9 แสดงว่าค่ามัธยิมเลขคณิตของคะแนนความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2) วัดมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดมโนทัศน์พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์มโนทัศน์พื้นฐานของนักเรียนว่ามีเพียงพอหรือไม่ที่จะเรียนเรื่องต่อไป

3) วิเคราะห์และระบุมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนยังขาดอยู่ ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐานมาวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากจำนวนนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องในแต่ละข้อของแบบวัดมโนทัศน์พื้นฐาน ถ้าข้อใดมีนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องเกินร้อยละ 80 แสดงว่าไม่ต้องการทบทวนหรือเสริมมโนทัศน์นั้น แต่ถ้ามีนักเรียนที่ตอบได้ถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 80 ผู้วิจัยต้องนำมโนทัศน์นั้นไปใส่ไว้ในแผนการสอนด้วยเพื่อทบทวนให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนเรื่องต่อไป



4) คำใบ้การสอนตามขั้นตอนของแต่ละกลุ่ม ในการดำเนินการสอนในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง จะมีความแตกต่างกันโดยกลุ่มควบคุมจะดำเนินการเรียนการสอนตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือว่าเป็นวิธีสอนตามปกติ ส่วนกลุ่มทดลองจะได้รับการสอนตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในกระบวนการเรียนการสอนของระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ ยังมีรายละเอียดของวิธีสอนที่แตกต่างกันดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงลำดับชั้นการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์และการสอนตามปกติ

ลำดับชั้นการสอนแบบจัดกรอมมโนทัศน์	ลำดับชั้นการสอนตามปกติ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</li> <li>2 ชั้นเสริมมโนทัศน์พื้นฐานที่นักเรียนยังขาดอยู่</li> <li>3 ชั้นสอน ครูสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์โดยมีลำดับชั้นดังนี้               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 ครูสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ต่าง ๆ ในบทเรียน โดยใช้วิธีสอนแบบต่าง ๆ เช่น                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- คอนเซ็ปต์ แอตเทนเม้นท์ (concept attainment)</li> <li>- การสอนโดยให้ทำการทดลอง</li> <li>- อภิปราย</li> <li>- ให้ทำรายงาน</li> </ul> </li> <li>3.2 ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนทัศน์ และให้นักเรียนยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์</li> <li>3.3 ให้นักเรียนระบุมโนทัศน์ที่สำคัญจากบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่</li> <li>3.4 ให้นักเรียนจัดเรียงลำดับมโนทัศน์ที่เลือกมาจากบทเรียน</li> <li>3.5 ให้นักเรียนจัดกลุ่มมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน</li> <li>3.6 ให้นักเรียนหาคำเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน</li> <li>3.7 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆ โดยทดลองใส่กระดาษแผ่นสีเหลืองที่เคลื่อนย้ายได้</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</li> <li>2 ชั้นสอน โดยใช้วิธีสอนแบบต่าง ๆ คือ               <ul style="list-style-type: none"> <li>- การสอนโดยให้ทำการทดลอง</li> <li>- อภิปราย</li> <li>- ให้ทำรายงาน</li> </ul> </li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>4 ชั้นสรุปด้วยกรอมมโนทัศน์</li> <li>5 ชั้นประเมินผล               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ประเมินจากกรอมมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้าง</li> <li>2) โดยการซักถามนักเรียน</li> <li>3) ทำแบบฝึกหัด หรือบันทึกผลการทดลอง</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3 ชั้นสรุป โดยสรุปย่อให้นักเรียน</li> <li>4 ชั้นประเมินผล               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) โดยการซักถามนักเรียน</li> <li>2) ทำแบบฝึกหัดหรือบันทึกผลการทดลอง</li> </ol> </li> </ol>

5.2.3 ประเมินผลการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอน โดยดำเนินการดังนี้คือ

1) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยทดสอบ 2 ครั้งคือ ทดสอบหลังจากสอนจบทันทีและหลังจากสอนจบแล้ว 2 สัปดาห์

2) นำแบบสอบถามความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปสอบถามความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาชีววิทยาจาก 4 โรงเรียนที่สุ่มได้ โดยผู้วิจัยนำไปให้ด้วยตนเอง พร้อมกับวีดิทัศน์การเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์

ในการประเมินผลการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์ ผู้วิจัยประเมินจากสิ่งต่อไปนี้คือ

(1) ผลการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานเลขคณิตระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามระบบการเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ เนื่องจากผลการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 5 และ 6 ไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนทั้ง 3 ระดับชั้นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test)

(2) ความคงทนของการเรียนรู้โดยเปรียบเทียบค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เมื่อสอนจบทันทีและหลังจากสอนจบแล้ว 2 สัปดาห์ ของแต่ละกลุ่มมาทดสอบหาความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิตด้วยค่าที (t-test)

(3) ความคิดเห็นของครูที่สอนวิชาชีววิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบใช้กรอบมโนทัศน์ โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 คำนวณหาระดับความยากของข้อสอบในแบบวัดต่าง ๆ โดยใช้สูตร

$$P = \frac{R_u + R_l}{2f} \quad (\text{ประคอง วรรณสูตร 2530 : 32})$$

1.2 คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบวัดต่าง ๆ โดยใช้สูตร

$$D = \frac{R_u - R_l}{f} \quad (\text{ประคอง วรรณสูตร 2530 : 32})$$

เมื่อ	P	หมายถึง ระดับความยากของข้อสอบ
	D	หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$R_u$	หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_l$	หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	f	หมายถึง จำนวนผู้ตอบในแต่ละกลุ่ม

1.3 คำนวณหาค่าความเที่ยงของแบบวัดต่าง ๆ ด้วยวิธี KR - 20 (Kuder Richardson 20) โดยใช้สูตร

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right) \quad (\text{วิเชียร เกตุสิงห์ 2530 : 106})$$

$r_{tt}$	หมายถึง ค่าความเที่ยงของแบบวัด
k	หมายถึง จำนวนข้อสอบทั้งหมดของแบบวัด
P	หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ
$q = 1 - p$	
$S^2$	หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบวัด

## 2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัธยัมเลขคณิตของคะแนนจากแบบวัดต่าง ๆ ใช้สถิติดังนี้คือ

1) ค่ามัธยัมเลขคณิต โดยใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{n} \quad (\text{กานดา พูนลาภทวี 2530 : 42})$$

2) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \quad (\text{กานดา พูนลาภทวี 2530 : 71})$$

3) ค่าความแปรปรวนโดยใช้สูตร

$$s^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

4) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ในกรณีทีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน และมีค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองเท่ากัน (ดูภาคผนวก ก) สถิติที่ใช้ทดสอบใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$\text{เมื่อ } s_p^2 = \frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \quad (\text{กานดา พูนลาภทวี 2530 : 210})$$

5) ค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ในการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน โดยใช้สูตร

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (\text{วิเชียร เกตุสิงห์ 2526 : 73})$$

2.2 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่ใช้ทดสอบหลังจากสอนจบทันที และหลังจากสอบจบแล้ว 2 สัปดาห์ เพื่อหาความคงทนของการเรียนรู้ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบที่ (t -test) โดยใช้สูตร

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

(ประกอบ กรรณสูต 2530 : 107)

- เมื่อ  $\bar{X}$  หมายถึง ค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบวัดต่าง ๆ
- $S^2$  หมายถึง ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง
- $S_p^2$  หมายถึง ค่าความแปรปรวนรวม (pooled variance)
- $n$  หมายถึง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
- $\Sigma$  หมายถึง ผลรวมของคะแนน
- $D$  หมายถึง ผลต่างของคะแนน