

507.2
ป/172ก

ค.3

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จากการเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบกับ
ศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3021570, 3016060

ปริญญานิพนธ์

ของ

ปราณี เลี่ยมพุททอง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า

ปริญญาดุษฎีบัณฑิต

11 มีนาคม 2520

62808

คณะกรรมการประจำคณะนิติศาสตร์ ได้พิจารณาปฏิญานี้เรียบร้อยแล้ว เห็นสมควรรับ
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒได้

..... ประธาน
..... อธิการบดี
..... กรรมการ
..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ก็ด้วยความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร.เปรี๊ยะ
กุ่มท อาจารย์บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ และอาจารย์เวียงลักษณ์ โรจนพันธ์ ที่ได้
กรุณาให้เป็นประธานและกรรมการที่ปรึกษา และให้คำแนะนำตลอดมา ผู้เขียนขอ
กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ชุมเจริญ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ใหญ่
โรงเรียนบ้านบึง"มัญญูวิทยาการ" ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านกลุ่มตัวอย่าง
และการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณวีระ พิระณรงค์และ นรท. จัษฐาลย์ วชิรปาดิภูด ที่ให้ความ
ช่วยเหลือในด้านการพิมพ์มาตลอด และคุณกอบกุล รักนสฺสนธำไพ ที่กรุณาให้ความช่วย
เหลือตลอดระยะเวลาทำการทดลอง และทุกๆ ท่านที่มีได้เอื้อนนามไว้ที่นี้ที่ให้ความช่วย
เหลือ ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ปราณี เลี่ยมพุททอง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	7
เอกสารเกี่ยวกับศูนย์การเรียนรู้	7
เอกสารเกี่ยวกับการวิเคราะห์ระบบ	23
เอกสารเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์	29
สมมุติฐานของการวิจัย	32
3. วิธีดำเนินการ	34
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	34
การแบ่งกลุ่มตัวอย่าง	34
แบบการทดลอง	36
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	37
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	37
การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการทดลอง	38
วิธีดำเนินการทดลอง	44
การจัดกระทำกับข้อมูล	45
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	49
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	49
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	50

บทที่	หน้า
5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	57
ความมุ่งหมายของการวิจัย	57
สมมุติฐานของการวิจัย	57
กลุ่มตัวอย่าง	57
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	57
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	58
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	58
การทดลองใช้เครื่องมือ	58
การดำเนินการทดลอง	59
การวิเคราะห์ข้อมูล	59
ผลการศึกษาค้นคว้า	60
การอภิปรายผล	60
ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม	64
ภาคผนวก	71

บัญชีแผนภูมิ

แผนภูมิ	หน้า
1 แสดงการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้	10
2 แสดงศูนย์การเรียนรู้ในห้องเรียน	11
3 แสดงศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้เป็นห้องปฏิบัติการการสอน	12
4 แสดงศูนย์การเรียนรู้สำหรับนักเรียน	13
5 แสดงศูนย์การเรียนรู้ชุมชน	14
6 แสดงชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้	17
7 แสดงการจัดกลุ่มกิจกรรมในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ...	20
8 แสดงการวิเคราะห์ระบบศูนย์กิจกรรม	41
9 แสดงการแบ่งกลุ่มนักเรียนในแต่ละศูนย์กิจกรรม	44

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ	34
2	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน	35
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน ..	36
4	แบบแผนการทดลอง	36
5	ค่าสถิติของแบบทดสอบ	42
6	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ...	50
7	การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนน การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุม	51
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดสองซ้ำที่ได้ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม	52
9	การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่	54
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนอย่างง่ายของความคงทนใน การเรียนรู้	56

ภูมิหลัง

การเปลี่ยนแปลงหลายอย่างทางสังคม เศรษฐกิจ การเมือง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ย่อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการศึกษา หลักสูตรและการเรียนการสอนด้วย เพียงแต่ความเปลี่ยนแปลงในด้านประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วประการเดียวเท่านั้น ก็ก่อให้เกิดวิกฤติการณ์ทางการศึกษาได้มากมาย เช่น การขาดแคลนสถานที่เรียน การขาดแคลนครู ตลอดจนคุณภาพของการเรียนการสอนและของผู้สำเร็จการศึกษาก็ตกต่ำลง ปัญหาดังกล่าวนี้นำให้นักการศึกษาต่างพยายามหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น ฉะนั้นในปีพุทธศักราช 2516 จึงได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการปฏิรูปการศึกษา เพื่อพิจารณาหาทางเปลี่ยนแปลงปรับปรุงการศึกษาของชาติในด้านการกำหนดปรัชญาการศึกษา การกำหนดจุดมุ่งหมาย หลักสูตร เนื้อหา วิธีการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล (ชูชีพ อ่อนโคกสูง , 2518 : 34) ขึ้นใหม่

ส่วนที่ควรได้รับการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงอย่างรีบด่วนก็คือ วิธีการเรียนการสอน เพราะการสอนในปัจจุบัน มิได้เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนด้วยการกระทำ คิด และรับผิดชอบในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนของตนเอง (บรรจง ชูสกุลชาติ , 2518 : 20) ครูเป็นผู้แสดง หรือ บอกให้ทุกอย่าง แต่นักเรียนเรียนแบบท่องจำ รับฟัง และเฉื่อยชา มากกว่าการเรียนด้วยการกระทำอย่างกระฉับกระเฉง (อารมณ์ ชาติมูรุษ , 2516 : 34 - 37) ด้วยลักษณะการเรียนการสอนดังกล่าวมาเป็นเวลาช้านานนั้น ทำให้พลเมืองของชาติส่วนมากขาดคุณสมบัติที่สำคัญไปอย่างน้อย 5 ประการ คือ ไม่รู้จักและไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ไม่สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง ไม่รู้จักทำงานร่วมกันเป็นหมู่ ไม่รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และไม่มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ , 2518 : 21 - 22)

จึงเห็นได้ว่า คุณภาพของการศึกษาจะเป็นไปอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับตัวเด็ก หรือตัวผู้เรียนมากกว่าสิ่งอื่น (ดวงเคื่อน พิศาลบุตร , 2515 : 17) การเรียนการสอนใน

ปัจจุบันจึงควร เน้นบทบาทของนักเรียนเสียใหม่ โดยการให้เด็กมีโอกาสได้กระทำเอง แสวงหาความรู้เอง รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองมากขึ้น คัดสนใจเอง นอกจากนี้ยังต้องให้เด็กมีโอกาสเรียนร่วมกับคนอื่นด้วยโดยทำกิจกรรมร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน และกัน และรับผิดชอบร่วมกัน (ทิศนา เทียนเสมอ, 2515 : 31) ทั้งนี้เพื่อก่อให้เกิดผลดีหลายประการ เป็นต้นว่า ใ้รู้จักทำงานและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ใ้วิเคราะห์พฤติกรรมของตนและผู้อื่น และมีความรับผิดชอบมากขึ้น (ปัทมา เทพอักษรพงศ์, 2517 : 16) ดังนั้นบทบาทของครูก็จำเป็นต้อง เปลี่ยนจากผู้สอนความรู้ หรือแสดงเอง มาเป็นผู้ทำหน้าที่ นำ หรือ แนะนำแนวทางในการหาประสบการณ์การเรียนรู้ พัฒนา ผลิตภัณฑ์ต่างๆ และประสานงานในการเรียน (Ziergler . 1974 : 39)

อย่างไรก็ตาม การที่จะพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนการสอนให้เป็นไปในทางที่จะส่งเสริมให้นักเรียนรับผิดชอบ และ เรียนด้วยตนเอง ตลอดจนเรียนร่วมกับคนอื่น ๆ ได้นั้น วิธีการเรียนแบบกระบวนการกลุ่มจึงมีความจำเป็น (Richard . 1971 : 2)

แผนวกรรมกร การเรียนการสอนแบบใดที่จะสามารถนำมาสนับสนุนให้การเปลี่ยนแปลงในสิ่งดังกล่าว นั้นได้ ผู้วิจัยเห็นว่า " การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน " เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าจะนำมาใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนกระทำกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง และเรียนร่วมกับผู้อื่นไปด้วยในขณะเดียวกัน เพราะศูนย์การเรียนเน้นที่กิจกรรม การใช้สื่อประสม และกระบวนการกลุ่ม เป็นหัวใจสำคัญ (ชัยวงศ์ พรหมวงศ์, 2518 : 23) และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานต่อการเรียนอยู่เสมอ (นิพนธ์ สุขปรีกา, 2517 : 14)

ถึงแม้ว่า วิธีการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนนี้จะสนองความต้องการดังกล่าวได้ตามความคาดคะเนก็ตาม การที่จะนำไปใช้เลยในทันทีนั้นอาจเกิดข้อบกพร่องขึ้นได้หลายด้าน จนไม่สามารถช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงได้ จึงน่าจะได้มีการทดลองดำเนินการประเมินผล และนำผลที่ประเมินได้มาปรับปรุงแก้ไขให้การกระทำตามวิธีการนี้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยกระบวนการวิเคราะห์ระบบ (Lefever , 1950 : 540) เพราะผู้ปฏิบัติสามารถจะตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อบกพร่องของแต่ละขั้นตอนได้โดยละเอียด (เปื้อง ภูมิท เอกสารโรเนียว , 2518)

ในขณะเดียวกัน การทำการวิเคราะห์ระบบนี้ เป็นการสิ้นเปลืองเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายมากในระยะแรก จึงอาจมีผู้เห็นว่า หากจะจัดดำเนินการไปเลยโดยไม่ต้องใช้วิธีวิเคราะห์ระบบปรับปรุงเสียก่อน ก็อาจให้ผลก็ได้เพียงแค่พยายามตั้งใจทำให้ดีที่สุดก็พอแล้ว ข้อคิดเห็นที่ว่าควรวิเคราะห์ระบบหรือไม่ควรวิเคราะห์ระบบนี้เป็นปัญหาที่ถกเถียงกันอยู่เสมอสำหรับการนำนวัตกรรมทางการสอนมาใช้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการวิจัยการใช้วิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์ระบบ กับที่ไม่ผ่านการวิเคราะห์ระบบจะมีความแตกต่างกันในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบกับกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

ความสำคัญของการวิจัย

1. การศึกษาครั้งนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะแสวงหาแนวทางการปฏิบัติทางด้านการเรียนการสอนสำหรับในเรื่องที่เกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพของผู้เรียน เพื่อสนองความต้องการของสังคมอย่างแท้จริง
2. ถ้ามลของการวิจัยเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ จะเป็นการส่งเสริมให้เกิดความมั่นใจในการนำเอาวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนไปใช้สอนให้แพร่หลายยิ่งขึ้น
3. เป็นการเสริมสร้างแนวความคิดในอันที่จะปรับปรุงวิธีการสอนของครูโดยนำเอาวิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ๆไปใช้

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองการเรียนแบบศูนย์การเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เฉพาะเรื่อง ราก ลำต้น และใบ

2. การทดลองครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 60 คน ของโรงเรียน บ้านบึง " มนุญวิทยาการ " อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี

3. ตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้

ก. ตัวแปรอิสระ คือ วิธีการเรียน จำแนกเป็น

1. การเรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ
2. การเรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

ข. ตัวแปรตาม

1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกเป็น

- 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ
- 1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

2. ความคงทนในการเรียนรู้ จำแนกเป็น

- 2.1 ความคงทนในการเรียนรู้จากการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ
- 2.2 ความคงทนในการเรียนรู้จากการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 50 ข้อ

ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ หมายถึง ลักษณะการจัดห้องเรียนโดยแบ่งนักเรียน

ออกเป็นกลุ่มย่อย 4 - 6 กลุ่มๆละประมาณ 6 - 8 คนแต่ละกลุ่มเรียกว่า " ศูนย์กิจกรรม " ในแต่ละศูนย์กิจกรรมมีเนื้อหาและอุปกรณ์ต่างๆกัน ผู้เรียนในห้องเรียนจะผลัดเปลี่ยนกันเรียน และทำกิจกรรมในแต่ละศูนย์จนครบทุกศูนย์ ผู้เรียนโดยปรกติหากันเป็นกลุ่ม ครูเป็นแต่เพียงช่วยแนะนำเล็กๆน้อยๆ คอยประสานงานและกระตุ้นเตือนให้อ่านด้วยความสะดวกให้

ชุดการสอนในศูนย์การเรียน หมายถึง สื่อการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนรับรู้และเข้าใจ จากสิ่งที่จัดไว้เป็นชุดด้วยตนเองตามลำดับขั้น ผู้เรียนสามารถหาชุดบทเรียนได้ด้วยตนเอง และสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ภายในกลุ่ม

วิธีวิเคราะห์ระบบ หมายถึง กระบวนการทำงานที่มีลำดับขั้นตอน ซึ่งสามารถ ตรวจสอบได้ทุกกระบวนขั้นตอน โดยต้องมีการทดลองและปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจก่อนที่จะนำไปใช้

ศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบ หมายถึง ศูนย์การเรียนที่ได้ผ่านการทดลอง การตรวจสอบ และแก้ไขปรับปรุงจนเป็นที่พอใจแล้ว ซึ่งรวมถึงทั้งชุดการสอนในศูนย์การเรียน และกระบวนการเรียนในศูนย์การเรียนด้วย

ศูนย์การเรียนที่ไม่วิเคราะห์ระบบ หมายถึง ศูนย์การเรียนที่ไม่ได้ผ่านการทดลอง การตรวจสอบ และ การแก้ไขปรับปรุงใดๆ ทั้งสิ้น ซึ่งหมายรวมทั้งชุดการสอนในศูนย์การเรียน และ ขบวนการเรียนในศูนย์การเรียนด้วย

กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ระบบ มาแล้ว

กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ได้ผ่านการ วิเคราะห์ระบบมาก่อน

ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ปริมาณความรู้และข้อเท็จจริงต่างๆที่นักเรียน
 รำลึกได้หลังจากการทดลองมาแล้ว 1 สัปดาห์ วัดโดยการให้แบบทดสอบ และคิดออกมา
 เป็นคะแนน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดผล
 สัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ราก ลำต้น ใบ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยขอแยกเป็นตอน ๆ เพื่อสะดวกในการศึกษาถึงทฤษฎีและผลการวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับศูนย์การเรียนรู้
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีวิเคราะห์ระบบ
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับศูนย์การเรียนรู้

ความหมายและลักษณะของศูนย์การเรียนรู้

การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ คือ การแบ่งห้องเรียนออกเป็น 4 - 6 กลุ่ม เรียกว่า ศูนย์กิจกรรม แต่ละศูนย์จะจัดให้มีกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ และ เนื้อหาแตกต่างกัน ผู้เรียนจะหาประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการประกอบกิจกรรมให้ครบทุกศูนย์ รวมทั้งรายงานผลกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่ครูกำหนดให้

การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ อาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีการใช้สื่อประสม (Multi - Media Instruction) และ กระบวนการกลุ่ม (Group Process) เป็นการนำบูรณาการการใช้สื่อการสอนชนิดต่างๆ และ กลุ่มกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวา และ เปิดพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนให้มากที่สุด (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2516 - 2517 : 55)

พัฒนาการของศูนย์การเรียนรู้

แนวความคิดของศูนย์การเรียนรู้เริ่มมีขึ้นเมื่อ ศตวรรษที่ 17 โดยที่ ฟรานซิส เบคอน (วนิดา นิยมเสมอ, 2517 : 20) เป็นบุคคลแรกที่มีความคิดเห็นว่า นักเรียนควรประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง เขาได้ตั้งโรงเรียนสำหรับเด็กขึ้นใน ค.ศ. 1816 ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของโรงเรียนอนุบาลในปัจจุบัน แนวความคิดในการเรียนการสอนของเขา คือ นักเรียนควรได้ประกอบกิจกรรมต่าง ๆ โดยเสรี ควรส่งเสริมให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มีบทบาทและมีส่วนร่วมในสังคม มีประสบการณ์ทางด้านการใช้มือและเคลื่อนไหว เช่น การใช้มือ เป็นต้น

หลังจากนั้น แพทย์หญิงมาเรีย มอนเทสเซอร์รี่ (ปรินซ์ญา โจสะอาค, 2519: 52) มีแนวความคิดที่จะปรับปรุงการเรียนการสอนขณะที่ทำงานอยู่กับเด็กพิการทางสมองในอิตาลี ได้สังเกตเห็นการเรียนการสอนแบบเก่าๆ ที่ทำกันอยู่ในสมัยนั้น ได้เห็นการเรียนรู้อย่างแบบต่างๆ สภาพบ้านและโรงเรียนมีความแตกต่างกัน จึงมีความคิดว่า โรงเรียนที่ดีควรมีลักษณะเป็นสถานที่ที่จำลองบ้าน กิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนควรได้รับการส่งเสริม นักเรียนมีอิสระในการกระทำสิ่งที่ตนต้องการ มีอิสระในการเรียน เมื่อมาโรงเรียนไม่ต้องอยู่ในกรอบที่โรงเรียนวางไว้ เหมือนกับถูกผู้ใหญ่มองจับไม่ให้ทำในสิ่งที่ตนต้องการ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีทักษะในการใช้มือ เพื่อจะได้มีประสบการณ์ในทางสัมผัสมากยิ่งขึ้น การจัดการศึกษาควรคำนึงถึงธรรมชาติของนักเรียน โดยพิจารณาความพร้อมและความสนใจของนักเรียนเป็นพื้นฐาน

ต่อมา จอห์น ดิวอี้ (ชาญชัย อินทรสุณานนท์, 2519: 21) ได้มีความคิดที่จะจัดห้องเรียนที่ถือประสบการณ์จากกิจกรรม ให้นักเรียนได้สัมผัสด้วยตนเอง จึงได้สร้างโรงเรียนทดลอง (Laboratory School) ขึ้นที่เมืองชิคาโก มลรัฐอิลลินอยส์ เมื่อ ค.ศ. 1896 โรงเรียนนี้มีลักษณะแตกต่างจากโรงเรียนอื่นๆ คือ นักเรียนมีบทบาทในการเรียนมากยิ่งขึ้น ได้มีโอกาสเลือกประสบการณ์ให้เหมาะกับสภาพของตน ในช่วงเวลาเรียนของชั้นเรียนครูไม่จำเป็นต้องให้นักเรียนทั้งเก่งและอ่อนทำอะไรทุกอย่างเหมือนกัน แต่แนวความคิดนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในขณะนั้น

ในระยะหลัง เอ. เอส. นีล (ปรินซ์ญา โจสะอาค, 2519: 53) ก็ได้สร้างโรงเรียนซัมเมอร์ฮิลล์ (Summerhill School) เป็นโรงเรียนกินนอน นักเรียนจะได้เรียนตามความต้องการ ความสนใจ มีอิสระในการประกอบกิจกรรม ไม่กำหนดตารางแน่นอน ไม่มีการแบ่งชั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนที่สำเร็จออกไปมีความสุขในชีวิตปัจจุบัน

การเรียนการสอนต่อมาได้เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์ของการเรียน โดยให้นักเรียนได้ศึกษาตามลำพัง (Independent Study) เป็นการศึกษาที่เน้นการสอนเป็นรายบุคคล (Individualized Instruction) ที่จัดสภาพการเรียนรู้และประสบการณ์ ให้นักเรียน

มีความคิดริเริ่ม มีวินัยในตนเอง มีปัญญา มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล รู้จักประเมินผลตนเอง (David and Edward, 1965 : 1-4) บทบาทของครูเปลี่ยนจากผู้ควบคุมมาเป็นผู้ช่วยนักเรียนให้ได้เลือกปฏิบัติสิ่งที่ตนสนใจ มีใช้ปฏิบัติไปตามความคาดหวังของครู รู้จักการให้และการรับ รู้จักทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (Herbert , 1969 : 20-45) วิธีการจัดห้องเรียนเริ่มเปลี่ยนจากการจัดเรียงโต๊ะเป็นแถวให้หันหน้าเข้าหาครู มาเป็นแบ่งกลุ่มเรียน และให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การจัดการการสอนเริ่มจัดเป็นหน่วยเวลา (Modular unit) โดยแบ่งเป็นหน่วยๆ ละประมาณ 15 - 25 นาที ตามลักษณะของเนื้อหาวิชา การสอนวิชาต่างๆ ซึ่งเดิมกำหนดไว้ตายตัวเป็นวิชาละ 1 ชั่วโมง ก็ให้มีการยืดหยุ่นขึ้น คืออาจจะเป็น 2 ชั่วโมง หรือ คาบ ก็ได้ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาอีกเช่นกัน และเวลาที่ทำการสอนใน 1 วันแทนที่จะแบ่งเป็นวันละ 8 ช่วง ก็อาจแบ่งเป็น 17 หน่วย พร้อมทั้งกำหนดไว้ว่า ใน 1 สัปดาห์มีประมาณ 85 หน่วย นักเรียนจะต้องเรียนเนื้อหาวิชาต่างๆ 50 หน่วย ประกอบกิจกรรม 13 หน่วย รับประทานอาหาร 10 หน่วย การเตรียมตัว 12 หน่วย เป็นต้น หรืออาจจะแบ่งเป็นหน่วยมากหรือน้อยกว่า 17 หน่วยก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพการจัดการเรียนการสอนภายในโรงเรียนนั้นๆ การจัดการการสอนที่มีการยืดหยุ่นและแบ่งเวลาเป็นหน่วยย่อยเช่นนี้ เรียกว่า การจัดการการสอนแบบหน่วยเวลา (Modular Scheduling)

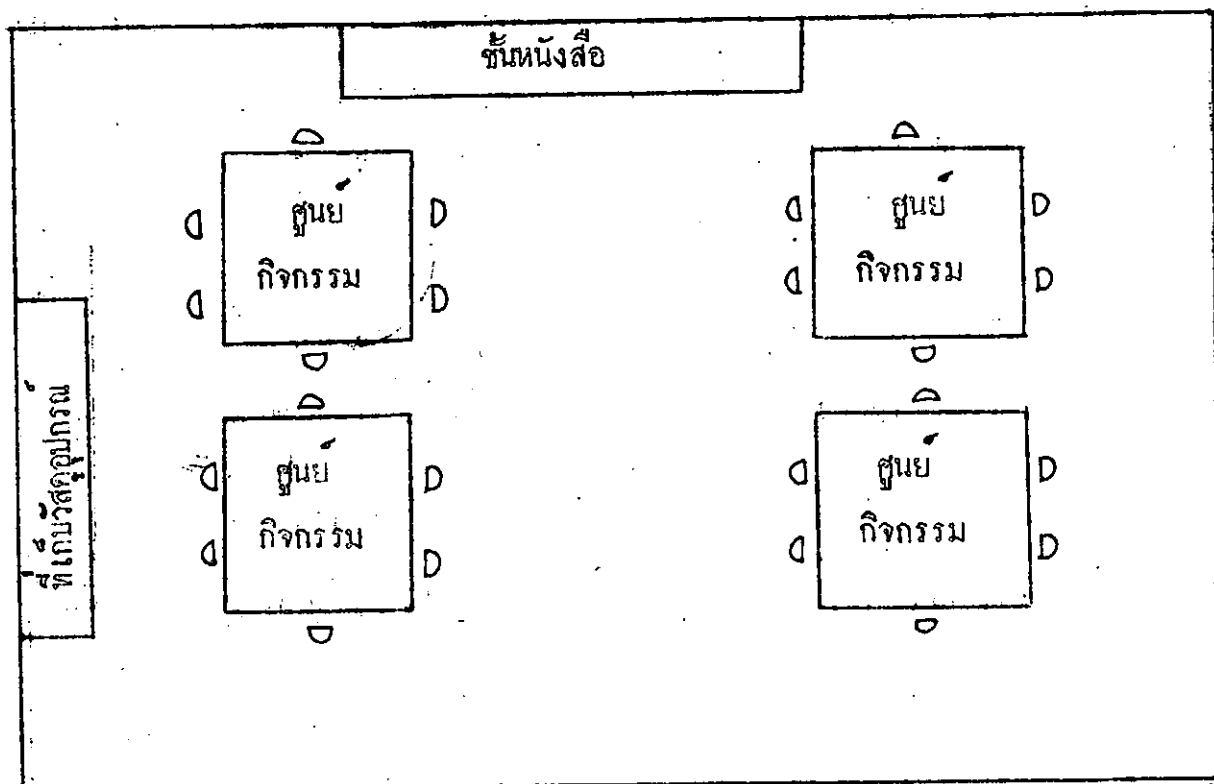
ความคิดที่จะนำศูนย์การเรียนมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนนั้น ได้ทดลองปฏิบัติพร้อมๆ กันหลายแห่งทั่วอเมริกา ในปี ค.ศ. 1967 มหาวิทยาลัยเซาเทิร์น แคลิฟอร์เนีย ในลอสแอนเจลิส ได้รับอนุมัติและขอความช่วยเหลือจาก สำนักงานการศึกษา (Office of Education) ให้ทำการทดลองปรับปรุงศูนย์การเรียนให้มีประสิทธิภาพขึ้น โครงการนี้สิ้นสุดลงเมื่อปี ค.ศ. 1972 (ชาวุชัย อินทรสุนานนท์ , 2519 : 21)

ประเภทของศูนย์การเรียน

1. ศูนย์การเรียนที่ไม่แยกเป็นเอกเทศจากห้องเรียน มี 2 ลักษณะ คือ

1.1 ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน (Learning Center classroom) เป็นการเปลี่ยนแปลงห้องเรียนแบบธรรมดาที่ครูสอน มาเป็นศูนย์กิจกรรมสำหรับนักเรียนได้

ลงมือปฏิบัติ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2516 - 2517 : 57) กังแผนภูมิ 1

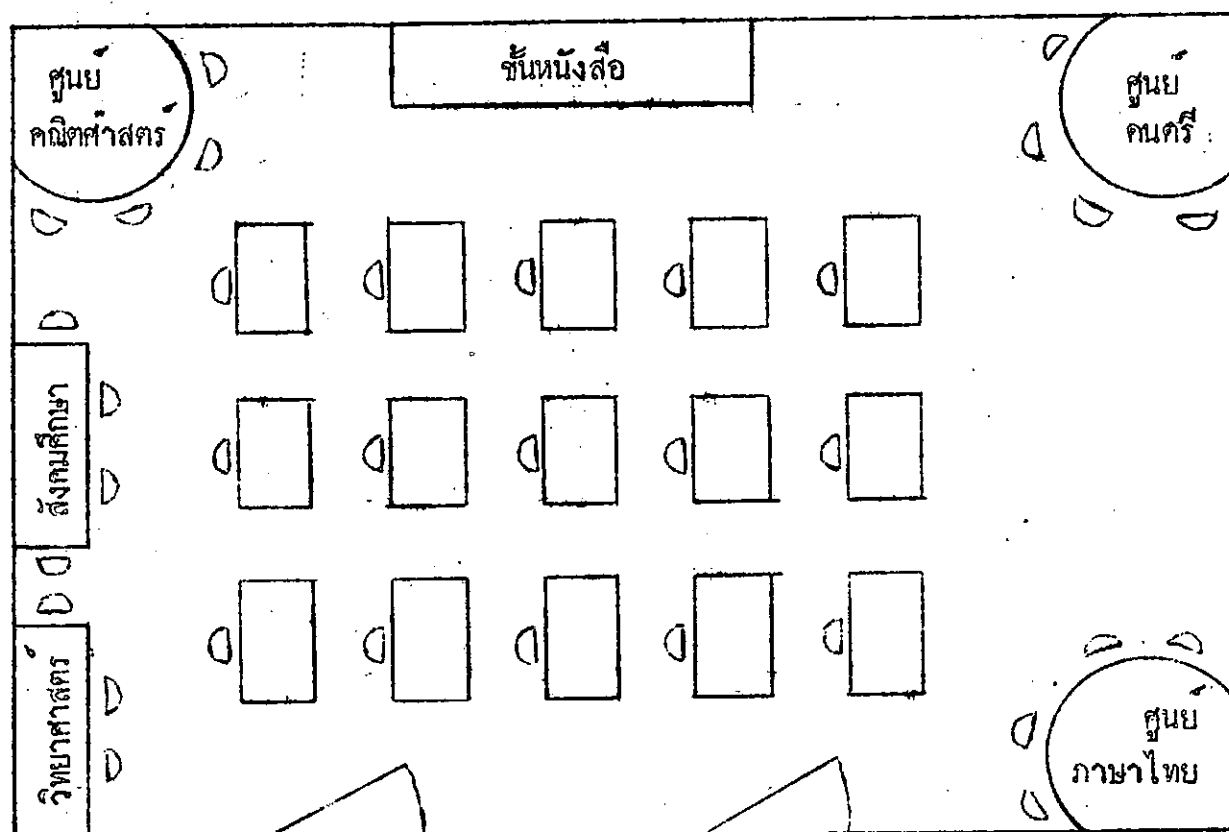


แผนภูมิ 1 ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

1.2 ศูนย์การเรียนรู้ในห้องเรียน (Classroom Learning Center)

โดยจัดเป็นศูนย์วิชาต่างๆไว้ข้างๆ ม้านั่งห้องหรือมุมห้อง โดยจัดเป็นมุมวิชาต่างๆที่มีสื่อการสอน และกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เช่น จัดเป็นศูนย์การอ่านศูนย์วิทยาศาสตร์ ศูนย์คณิตศาสตร์ ศูนย์กีฬา เป็นต้น ให้นักเรียนได้ศึกษาเมื่อมีเวลาว่าง ศูนย์เหล่านี้ครู ยังไม่ใช่เป็นส่วนหนึ่งของการสอนอย่างจริงจัง การจัดศูนย์ต่างๆแบบนี้ในห้องเรียน ส่งเสริม ให้นักเรียนได้เรียนตามความถนัด ความสนใจ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้ ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน ศูนย์แบบนี้พบมากในต่างประเทศ (Tailor , 1972 : 23)

ผังแผนภูมิ 2



แผนภูมิ 2 ศูนย์การเรียนรู้ในห้องเรียน

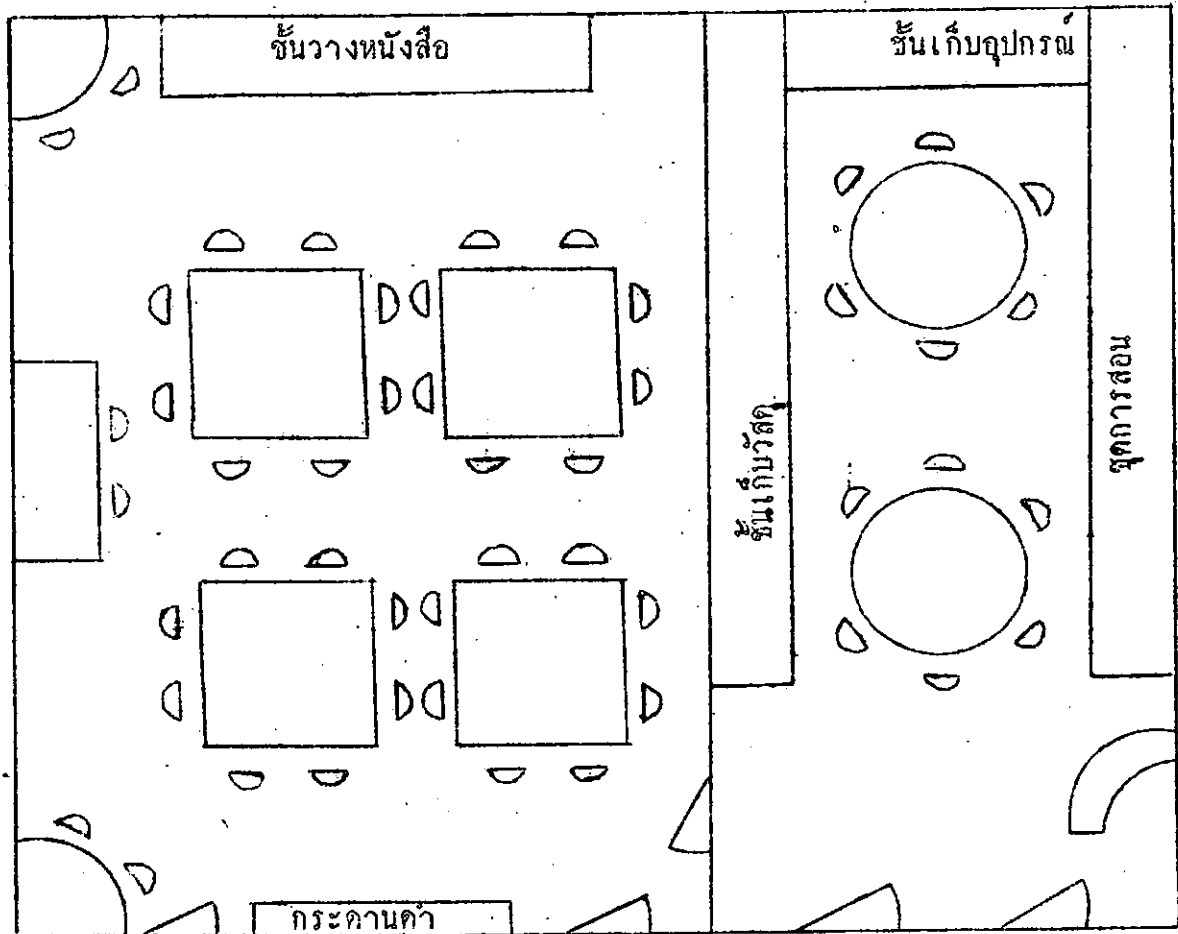
2. ศูนย์การเรียนรู้ที่แยกเป็นเอกเทศ มีการจัดอยู่ 2 ลักษณะ คือ

2.1 ศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้เป็นห้องปฏิบัติการการสอน เรียกว่า ศูนย์การเรียนรู้

สำหรับครู (Teacher Learning Center) สำหรับสถาบันที่ผลิตครูอาจจะจัดในสถาบันเองหรือในโรงเรียนที่มีนักศึกษาเข้ามาฝึกสอนไปประจำอยู่ ดังแผนภูมิ 3

ห้องปฏิบัติการสอน

ศูนย์การผลิต

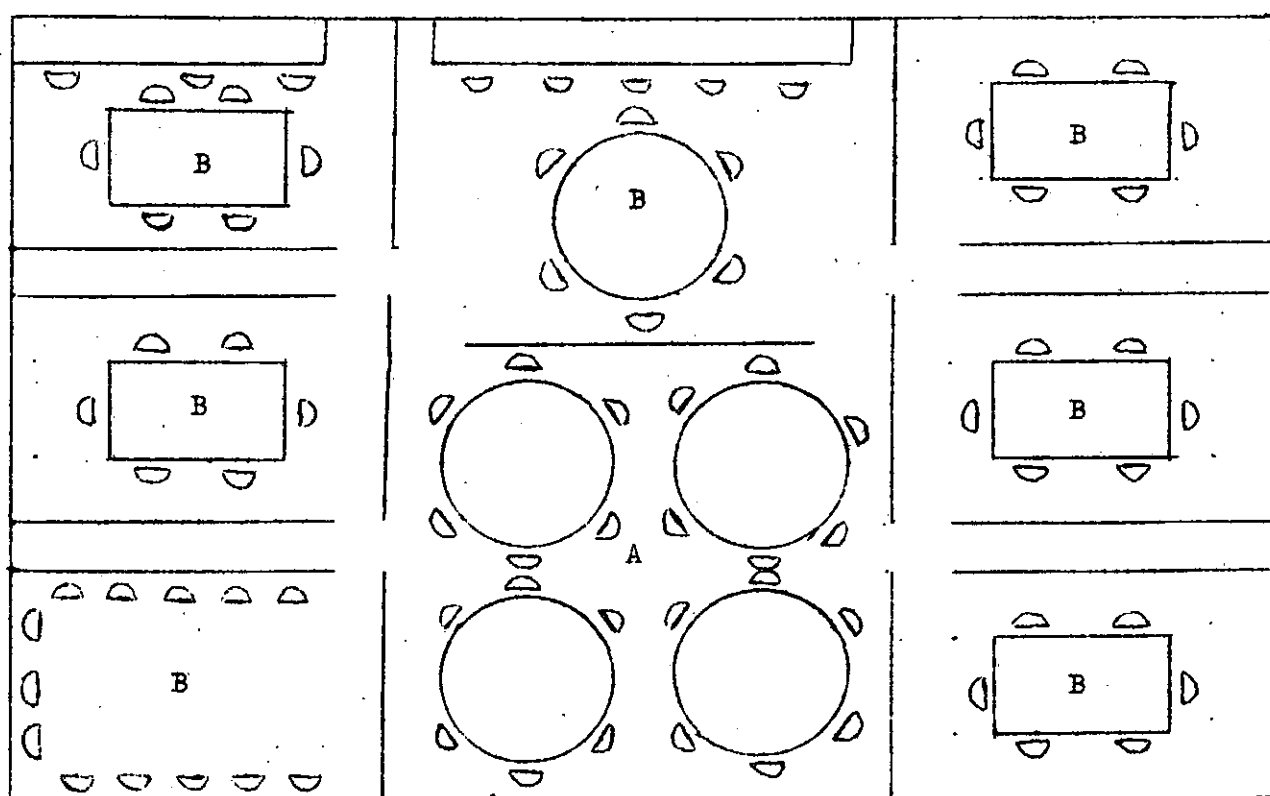


แผนภูมิ 3 ศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้เป็นห้องปฏิบัติการวิธีการสอน

ในโรงเรียนต่างๆ ไปได้จัดห้องปฏิบัติการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เป็นการสร้างบรรยากาศให้เหมือนจริง เพื่อให้ครูและนักศึกษาที่มาฝึกสอน ฝึกทักษะ หรือเป็นที่ทดลองแนวความคิดใหม่ๆ ก่อนที่จะนำไปใช้ในห้องเรียนจริง บางครั้งก็เป็นการช่วยนักศึกษาฝึกสอนได้ทดลองใช้บทเรียนที่เตรียมไว้ โดยสมมุติตนเองเป็นนักเรียน เป็นการหาและแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนให้ดีขึ้น (ปรัชญา ใจสะอาด , 2519 : 57 - 58)

2.2 ศูนย์การเรียนรู้สำหรับนักเรียนหรือศูนย์วิชาการ (Learning Resource Center)

เป็นศูนย์การเรียนรู้ที่แยกจากห้องเรียนโดยเอกเทศ แต่อยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อสะดวกในการใช้ศูนย์การเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจ หรือศึกษาความหัวข้อที่ครูกำหนดให้ ครูต้องมีการวางแผนการสอนอย่างดีที่จะกำหนดให้นักเรียนเข้าไปศึกษาในศูนย์ ซึ่งมีสื่อการสอน มีสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนที่สามารถเข้ามาศึกษาได้ โดยไม่จำกัดวัยและระดับชั้น (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ , 2517 : 57) ดังแผนภูมิ 4

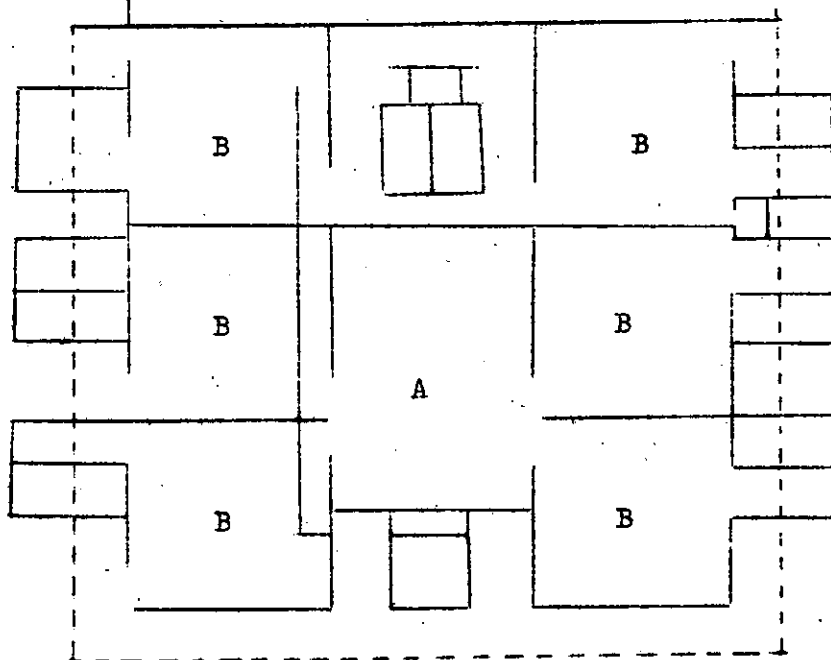


A คือ ศูนย์การเรียนรู้

B คือ ห้องเรียน

แผนภูมิ 4 ศูนย์การเรียนรู้สำหรับนักเรียน

3. ศูนย์การเรียนรู้ชุมชน (Community Learning Center) คือ สถานศึกษา ที่จัดบรรยากาศให้ผู้เรียนสามารถเข้ามาศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการเรียนจากโปรแกรมการสอนซึ่งจัดไว้ในรูปของชุดการสอนรายบุคคล ตามหมวดหมู่ของเนื้อหาและประสบการณ์ต่างๆ ภายใต้การดูแลของครู ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงาน ที่ปรึกษา และควบคุมโปรแกรมของผู้เรียน พร้อมทั้งจัดเตรียมและหาชุดการสอนตามความต้องการของผู้เรียนในระดับต่างๆ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ , 2517 : 4) ศูนย์การเรียนรู้แบบนี้มีการสร้างตัวอาคารพิเศษที่ให้ความสะดวกแก่ผู้มาใช้ประโยชน์จากศูนย์การเรียนรู้ ศูนย์การเรียนรู้เหล่านี้แยกจากห้องเรียน แต่อยู่ในศูนย์กลางของห้องเรียน มีห้องเรียนล้อมรอบ (Michael , 1967 : 788 - 792) ดังแผนภูมิ 5



A คือ ศูนย์การเรียนรู้

B คือ ห้องเรียน

แผนภูมิ 5 ศูนย์การเรียนรู้ชุมชน

การใช้ศูนย์การเรียนรู้

การใช้ห้องศูนย์การเรียนรู้ทำได้ 3 ประการคือ

1. ใช้เป็นห้องปฏิบัติการการสอน การใช้ห้องศูนย์การเรียนรู้แบบนี้ เหมาะสำหรับ สถาบันการฝึกหัดครู ซึ่งอาจจะจัดในสถาบันเอง หรือ ในโรงเรียนที่มีนักเรียนฝึกสอนประจำ อยู่ ควรเป็นห้องเอกเทศ มีวัสดุอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกพร้อม เรียกว่า ศูนย์ การเรียนรู้สำหรับครู

2. ใช้เป็นห้องเรียนปกติ การใช้ศูนย์การเรียนรู้เป็นห้องเรียนปกติ นั้น คือ การ สอนโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกิจกรรมย่อยๆ โดยครูเป็นผู้กระเตรียมกิจกรรม วัสดุ อุปกรณ์ เพื่อให้ นักเรียนได้มีบทบาทในการเรียนมากที่สุด (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ . 2518 : 11)

3. ใช้เป็นห้องสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

การจัดศูนย์กิจกรรม

ศูนย์กิจกรรม ประกอบด้วย

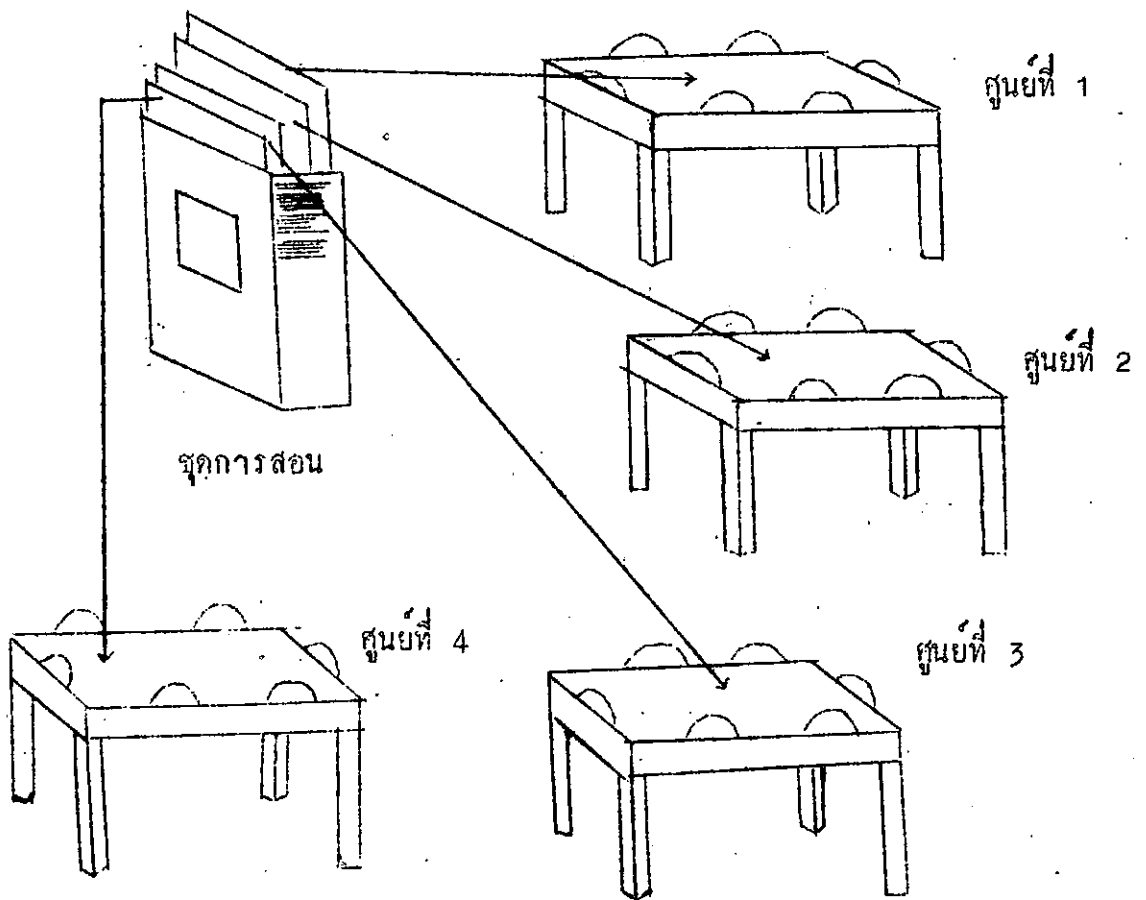
1. เนื้อหาของบทเรียน เนื้อหาของบทเรียนในแต่ละศูนย์กิจกรรมจะแตกต่างกัน ออกไป เช่น ตัวอย่างในการเรียนเรื่อง " ใบ " อาจจัดห้องเรียนออกเป็น 6 ศูนย์ ดังนี้

ศูนย์กิจกรรมที่	เนื้อหา
1	ชนิดของใบ
2	หน้าที่และประโยชน์ของใบ
3	ส่วนประกอบโดยทั่วไปของใบ
4	ลักษณะเซลล์ของใบ
5	ขบวนการสังเคราะห์แสง
6	การทดลองเรื่องการคายน้ำของใบ

2. วัสดุอุปกรณ์ เมื่อกำหนดเนื้อหาแล้ว ขั้นต่อไป คือ การถ่ายทอดเนื้อหานั้นสู่ผู้เรียน ครูต้องเลือกวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ มาใช้ตามความเหมาะสม คือ

ศูนย์กิจกรรม	วัสดุอุปกรณ์
1	หนังสือที่กำหนดให้
2	รูปภาพและแผนภูมิ
3	ของจริง
4	กล้องจุลทรรศน์ และ ใบไม้
5	ไคอะแกรม
6	ทดลองจากของจริง

ซึ่งวัสดุอุปกรณ์ในแต่ละศูนย์ จะจัดอยู่ในรูปชุดการสอนซึ่งเรียกว่า " ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ " ดังมีแผนภูมิต่อไปนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2517:31)



แผนภูมิ 6 ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้

3. บัตรคำสั่ง บัตรคำสั่งทำหน้าที่แทนครูในการอธิบาย และ สั่งนักเรียนเป็นรายบุคคลให้เข้าใจวิธีการ เรียนในศูนย์กิจกรรมต่างๆตามลำดับชั้น รวมทั้งหัวข้ออภิปราย หรือคำถามที่ครูประสงค์จะให้นักเรียนรายงาน บัตรคำสั่งประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

- คำอธิบายสั้นๆ
- คำสั่งให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม
- หัวข้ออภิปราย หรือ คำถาม

4. เครื่องเขียน หลังจากให้นักเรียนเสร็จสิ้นกิจกรรมที่กำหนดให้แล้ว ครูอาจ

ให้นักเรียนรายงานผลเพื่อเก็บไว้ใช้ประโยชน์ในการวัดผลของนักเรียน และเพื่อให้นักเรียน
เข้าใจในสิ่งที่ตนเรียนคึขึ้น ครูจะต้องจัดเตรียมเครื่องเขียนไว้ให้พร้อม เครื่องเขียนที่จำเป็น
คือ ปากกา ดินสอ กระดาษสำหรับเขียนรายงาน เป็นต้น (ไชยยศ เรืองสุวรรณและ
เริงลักษณ์ โรจนพันธ์ , 2518 : 120 - 122)

กระบวนการของห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

กระบวนการของห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ นั้น แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคือ

1. ชั้นเตรียม

1.1 เตรียมตัวครู ครูผู้ควบคุมชั้นเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้จะต้องอ่าน คู่มือครู
บันทึกการสอนและเนื้อหาวิชา

1.2 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ทำการทดสอบนักเรียน เช่น แบบทดสอบขณะเรียน
แบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน หรือกิจกรรมอื่นๆ แล้วแต่จะกำหนด

1.3 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ วัสดุที่สิ้นเปลืองต่างๆ จะต้องเตรียมใส่ไว้ให้พร้อมอยู่
เสมอ อุปกรณ์จะต้องได้รับการตรวจสอบว่ามีประสิทธิภาพและไม่ควรชำรุดมากในแต่ละกลุ่ม

1.4 เตรียมสถานที่ สถานที่ที่เป็นชั้นเรียนจะต้องจัดให้ได้ตามกลุ่มกิจกรรมที่ได้
กำหนดไว้ในชุดการสอน รวมทั้งกลุ่มกิจกรรมสำรองด้วย

2. ชั้นเข้าสู่กิจกรรม

2.1 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงกระบวนการเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ โดยศึกษา
จากคู่มือครู

2.2 แบ่งกลุ่มนักเรียนออกตามจำนวนศูนย์กิจกรรม

2.3 ทำการทดสอบนักเรียน เป็นการทดสอบก่อนเรียน

2.4 นำเข้าสู่บทเรียน โดยบอกถึงเนื้อหาคร่าวๆ ของการเรียน และอาจจะต้อง
ใช้สื่อประกอบการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์เบื้องต้นของสิ่งที่จะเรียน

2.5 ให้เด็กลงมือศึกษาตามศูนย์กิจกรรมที่กำหนดไว้

2.6 มีการหมุนเวียนให้นักเรียนทุกกลุ่มได้เรียนทุกศูนย์กิจกรรม รวมทั้งศูนย์
สำรอง

3. ขั้นประเมินผลและสรุปบทเรียน

3.1 เก็บรวบรวมแบบทดสอบก่อนเรียน

3.2 แจกแบบทดสอบขณะเรียนก่อนที่เด็กจะเข้าสู่กิจกรรม

3.3 ครูเป็นผู้ทดสอบนักเรียนหลังจากเรียนแล้ว เพื่อนำผลการทดสอบครั้งต่อไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบก่อนเรียน และผลการทดสอบขณะเรียนทั้งนี้จะได้ทราบถึงผลการก้าวหน้าของนักเรียน และทราบถึงประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ใช้ตามลำดับ

3.4 หลังจากที่ได้ครูเก็บรวบรวมแบบทดสอบหลังเรียนแล้ว ครูจะต้องสรุปบทเรียนอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้สื่อการสอนที่รวมเนื้อหาทั้งหมดของบทเรียนหรือจะให้เด็กประกอบกิจกรรมร่วมกันทั้งชั้น เพื่อเป็นการทำให้เกิดความซาบซึ้งในบทเรียนมากขึ้นก็ได้ (ปรัชญา ใจสะอาด, 2519 : 70 - 71)

การจัดกลุ่มกิจกรรม

ในการจัดกลุ่มกิจกรรมซึ่ง เป็นการจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันนั้นหลักการจัดอยู่ 3 ประเภท คือ

1. จัดกลุ่มตามความสามารถ (Grouping by Activity) จัดนักเรียนให้มีระดับความสามารถและสติปัญญา เท่ากัน

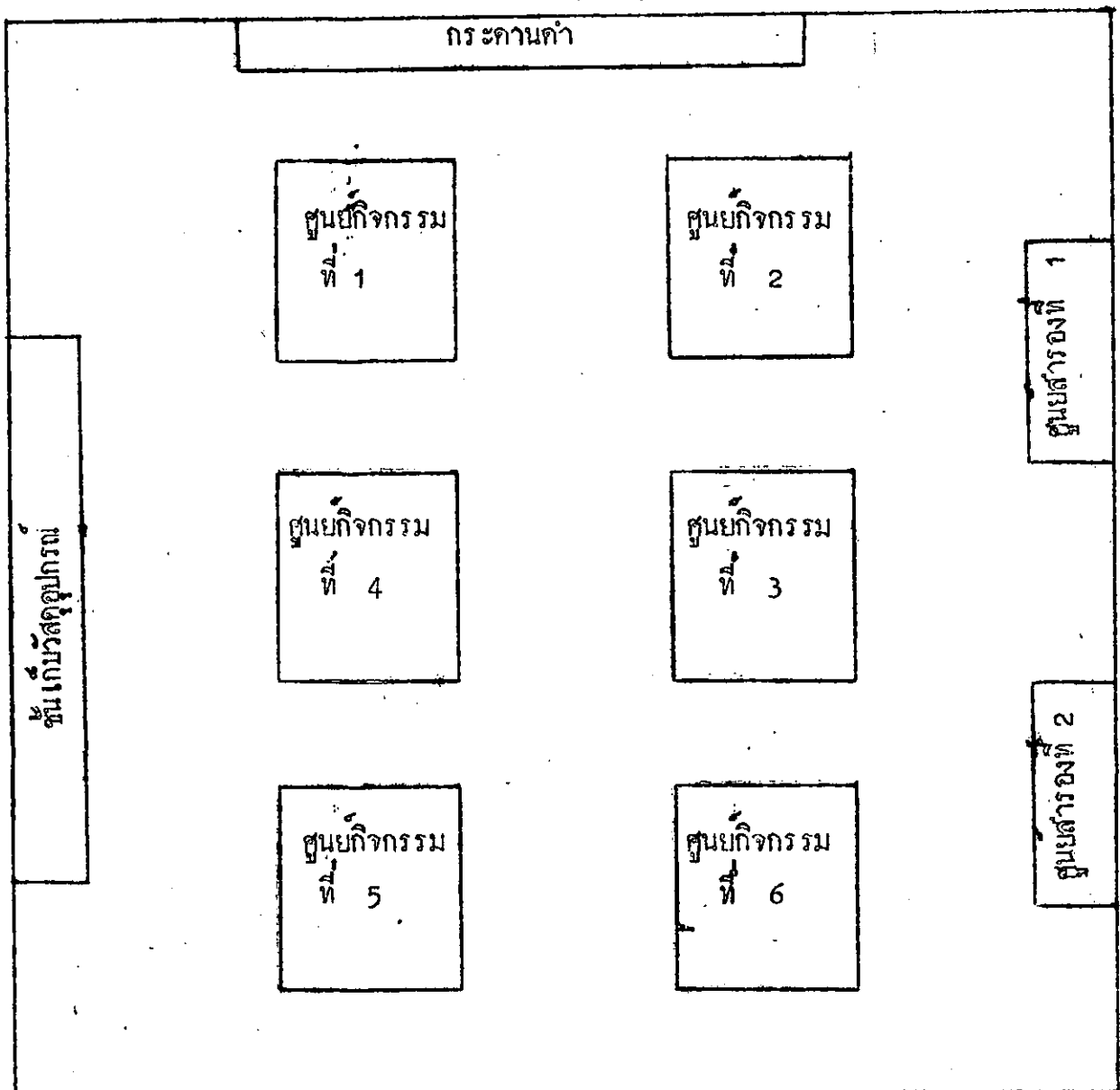
2. จัดกลุ่มตามความสนใจ (Grouping by Interest) มักเป็นการจัดกลุ่มเพื่อศึกษาคุณค่าเพิ่มเติม

3. จัดกลุ่มตามอัตราความสามารถในการเรียน (Achievement) ใช้เมื่อต้องการพิจารณาความแตกต่างระหว่างบุคคล (คณะครูศาสตร์, 2519 : โรเนียว)

ตัวอย่างการจัดกลุ่มกิจกรรมในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน

ในห้องเรียนธรรมดาโดยทั่วไป มีนักเรียนประมาณ 35 - 40 คน สมมติว่าในห้องนั้นมีนักเรียน 36 คน จัดแบ่งเป็นศูนย์กิจกรรมจำนวน 6 กลุ่ม จะได้ศูนย์ละ 6 คน แล้วจัดโต๊ะเรียนมารวมเป็นกลุ่ม จัดสภาพการณ์ซึ่งประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้

เมื่อจัดกลุ่มแล้ว ห้องเรียนจะมีสภาพดังแผนภูมิ 7



แผนภูมิ 7 การจัดกลุ่มกิจกรรมในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้
ข้อดีของห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้

1. สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ตามความสนใจของนักเรียน
2. ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ฝึกการทำงานเป็นหมู่ เคารพในสิทธิ และ ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. ส่งเสริมเสรีภาพของนักเรียนในการแสดงความคิดเห็น

7. ให้ครูค้นคว้าข้อมูลตลอดเวลาในการค้นคว้าหาความรู้ในวิชาที่สอนเพิ่มเติม สารวจ แหล่งวัสดุอุปกรณ์ และ คิดค้นประดิษฐ์อุปกรณ์ต่างๆขึ้นเอง (ไชยยศ เรืองสุวรรณและ เริงลักษณ์ โรจนพันธุ์ 2518 : 124)

ขอเปรียบเทียบระหว่างการเรียนจากห้องเรียนแบบธรรมดา กับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน

ห้องเรียนธรรมดา	ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้
1. นักเรียนนั่งประจำที่เรียงกันและหันหน้าเข้าหาครูตลอดเวลา	1. ในห้องเรียนจะประกอบไปด้วยกลุ่มย่อยๆ ของนักเรียนประมาณ 6 - 8 คนนั่งเผชิญหน้ากัน
2. ความรู้ต่างๆ ได้จากครู เป็นส่วนใหญ่ ครูเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน	2. ความรู้ต่างๆ ได้จากการประกอบกิจกรรมของนักเรียน ศูนย์กลางการเรียนรู้ที่นักเรียน
3. นักเรียนมีโอกาสน้อยในการศึกษา แสดงความคิดเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่น การเป็นผู้นำ การตัดสินใจ ความคิดสร้างสรรค์	3. นักเรียนมีโอกาสนึกคิดหาต่างๆ เหล่านี้ได้มาก คุยตนเอง และรวมกันกับเพื่อนรวมกลุ่ม
4. นักเรียนเรียนเหมือนกันหมดในชั้นเดียวกัน	4. นักเรียนประกอบกิจกรรมต่างๆ ในเนื้อหาที่แตกต่างกันแม้จะเรียนในเวลาเดียวกัน
5. ช่วงเวลาเรียนจะตายตัว นักเรียนจะเรียนทุกวิชาในช่วงเวลาที่เท่ากันหมด	5. ช่วงเวลาเรียนสำหรับการเรียนครั้งหนึ่งๆ ไม่แน่นอนตายตัว ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และเนื้อหาแต่ละส่วนใหญ่จะใช้เวลามากกว่า คำนวณเวลาของการเรียนแบบธรรมดา

6 นักเรียนไม่มีโอกาสนำผลการเรียนการสอน ที่ผ่านไปแล้วมาทบทวนได้อีก	6. นักเรียนสามารถนำโปรแกรมการสอนที่ เก็บไว้เป็นชุด มาศึกษาหรือทบทวนได้อีก ตามความต้องการ
--	--

การวิจัยเกี่ยวกับศูนย์การเรียน

การวิจัยที่เกี่ยวกับศูนย์การเรียนนั้น ส่วนมากมักเป็นการวิจัยในเชิงเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนกับการเรียนแบบปกติ จากวิชาต่างๆ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ (วนิดา นิมเมสมอ , 2516 : 64) วิชาสังคมศึกษา (แสงอรุณ โปร่งหุระ , 2518 : 70) และวิชาคณิตศาสตร์ (Spear , 1975 : 4680 - A) ผลที่ได้จากการวิจัยนั้น สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการวิจัยของวนิดา และ แสงอรุณ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .01 และ .05 ตามลำดับ แต่ผลที่ได้จากการวิจัยของ สเปียร์ นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคงทนในการเรียนรู้ ผลที่ได้จากการวิจัยของทั้งสามท่านมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากการวิจัยดังกล่าวแล้ว ยังมีการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนในศูนย์การเรียน ในวิชา ศิลปศึกษา (ชาญชัย อินทรสุนานนท์ , 2519 : 335) และวิชา สังคมศึกษา (ปรัชญา ใจสะอาด , 2519 : 237) ผลที่ได้จากการวิจัยนั้น ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ใช้ในศูนย์การเรียนนั้นได้เกณฑ์สูงกว่า เกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ (เกณฑ์มาตรฐาน 90/90) และจากการทดสอบผลของการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนจากศูนย์การเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับการวิจัยที่แตกต่างไปจากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เป็นการวิจัยความสัมพันธ์ของประสบการณ์จากศูนย์การเรียน ในการเปลี่ยนทัศนคติ โดยผลของเด็กชายและหญิง (Robert, 1973:216) ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลทางความรู้สึก (Affective)

คะแนนความก้าวหน้าของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละระดับข้อสังเกตในแต่ละระดับของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความก้าวหน้าในการศึกษาแรก เด็กชายเมื่อเริ่มเรียนมีความคิดเกี่ยวกับตนเอง (Self - Concept) ต่ำกว่าเด็กหญิง แต่ความก้าวหน้าค่อนข้างเห็นชัดกว่า และความคงอยู่ของเด็กชายมีมากกว่าเด็กหญิง

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีวิเคราะห์ระบบ

ระบบ (System) คือ การรวมสิ่งต่างๆทั้งหลายที่มนุษย์ได้ออกแบบและสร้างสรรค์ขึ้นเพื่อดำเนินงานทั้งหลายให้บรรลุเป้าประสงค์ที่วางไว้ ระบบหนึ่งๆ ย่อมต้องมีจุดมุ่งหมายที่จะป้อนเข้าไป (Input) มีทรัพยากร (Resources) และ ผลผลิต (Output) ที่สอดคล้องกัน (ประสิทธิ์ จีระวรพงศ์, 2519 : 18) ซึ่งสอดคล้องกับระบบที่ เชิร์ทแมน (Churchman, 1968 : 19 - 30) กล่าวถึงว่า ระบบหมายถึง ส่วนต่างๆที่ประกอบกันขึ้นเพื่อทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ในระบบหนึ่งๆนั้นมีสิ่งที่จะต้องพิจารณา 5 ประการ คือ

1. จุดมุ่งหมายของระบบทั้งหมด หรือ หน้าที่ที่จะต้องทำของระบบทั้งหมด
2. สิ่งแวดล้อมของระบบ ขอบเขตที่แน่นอนของระบบ
3. ทรัพยากรของระบบ
4. องค์ประกอบย่อยของระบบ หน้าที่ จุดมุ่งหมาย และ การจัดการปฏิบัติงานของแต่ละคน
5. การจัดการของระบบ

ในการจัดระบบนั้น เทรซี่ (Tracy, 1971 : 2) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นกระบวนการศึกษาองค์ประกอบการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยพิจารณาถึงองค์ประกอบและกลไกต่างๆอย่างถ่องแท้ จุดมุ่งหมายของวิธีการนี้คือ ทำให้สามารถดำเนินการให้ได้มาซึ่งการทำงานที่ได้ผลมากที่สุด ทั้งนี้จะต้องอาศัยพฤติกรรมและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆในระบบงาน และยังเป็นวิธีการใช้เทคโนโลยีมาประกอบการวิเคราะห์ ออกแบบดำเนินการทดลองจนการประเมินผลควย

วิธีจกระบบ (Systems Approach) เป็นที่ยอมรับกันอย่างรวดเร็ว เพราะเป็นสิ่งที่มิใช่ประโยชน์เป็นอย่างมาก ซึ่งวิธีจกระบบมีหลักอยู่ 6 ประการ คือ

1. กิจกรรมทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบหนึ่งๆ จะต้องนำเอามาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์

2. ทุกๆส่วนของระบบหนึ่งๆ จะต้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

3. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในส่วนหนึ่งของระบบนั้น จะมีผลต่อส่วนอื่นๆภายใน

ระบบ

4. ที่มีสัมภาระในระบบหนึ่งๆ จะต้องได้รับการประเมิน เพื่อจะได้บอกภาวะหรือ สภาพการณ์ ซึ่งอาจจะมีผลต่อขั้นตอนของระบบ

5. ผลิผลของระบบหนึ่งๆ จะต้องมีการประเมินผล เพื่อเป็นหลักประกันว่าระบบนั้นบรรลุเป้าหมายหรือไม่

6. ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ของระบบจะต้องมีขึ้นตอน เพื่อจะได้ปรับปรุงเสียใหม่ถ้าจำเป็น ซึ่งจะทำให้ระบบดำเนินไปตลอดไม่ขาดตอนเลย

ในขั้นแรก ระบบจะต้องมีการวิเคราะห์ เพื่อจะได้ทราบถึงจุดอ่อนหรือปัญหาที่มีในระบบ ในขั้นต่อไปจะต้องมีวิธีเปลี่ยนแปลงแก้ไขระบบ เพื่อให้ระบบดำเนินไปโดยปราศจากข้อบกพร่อง และเกิดผลดีขึ้นมา ถ้าการเปลี่ยนแปลงนี้ได้พิสูจน์แล้วว่าเหมาะสมก็นำมาใช้ แต่ถ้ายังไม่เหมาะสมก็จะต้องมีการประเมินอีกจนแน่ใจว่า การเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นขั้นตอนที่ดี

ของระบบ (Eisele . 1973 : 9 - 12)

ระบบแต่ละระบบจะต้องมีการวิเคราะห์เพื่อหาผลที่ดีที่สุด ซึ่งการวิเคราะห์ระบบนี้ จรุง วงศานันท์ (จรุง วงศานันท์ , 2515 : 33) ได้กล่าวไว้ว่า คือ การนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาใช้ โดยพยายามศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ภายในระบบ เพื่อจะเลือกทางปฏิบัติที่ดีที่สุด คือ ได้ผลมากที่สุด และ เป็นการประหยัดมากที่สุด

ในการนำเอาวิธีระบบมาใช้ในการวางแผนงานด้านการสอนนั้น ผู้สอนจะต้องดำเนิน

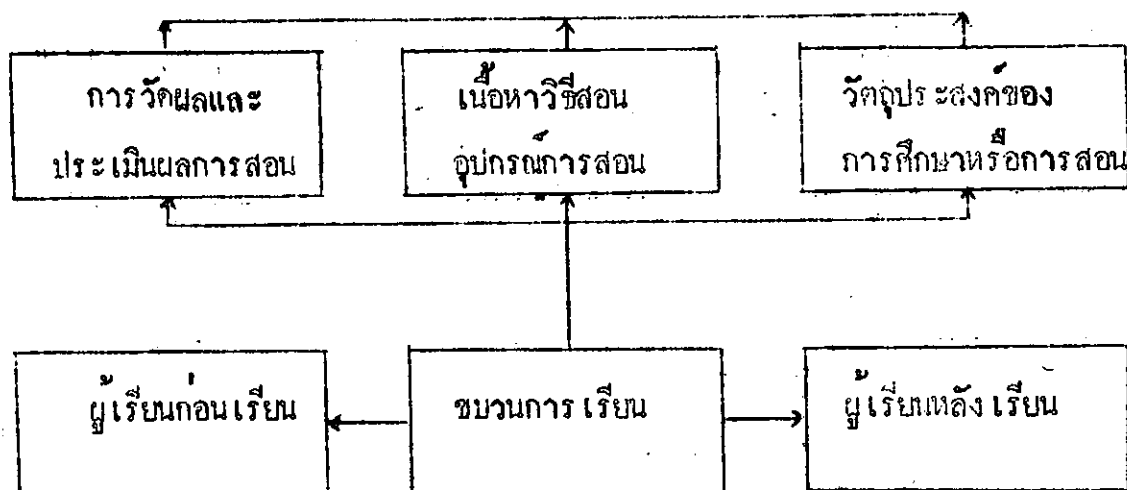
การเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย 7 ประการ คือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและเนื้อหา
2. จัดสถานการณ์ และประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมขึ้นมา ทั้งนี้โดยคำนึงถึงนักเรียน เป็นรายบุคคลด้วย

3. จัดวางรูปแบบการสอนเพื่อการเรียนรู้ไว้อย่างเหมาะสม
4. จัดส่งอำนวยความสะดวกทางกายภาพให้สอดคล้องกับรูปแบบการสอน
5. กำหนดบุคลากร และ บทบาทของเขา
6. เลือกสื่อและเครื่องมือที่เหมาะสม
7. วัสดุและเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข (ไซยยศ เรื่องสุวรรณ และ เรืองลักษณ์ โรจนพันธ์, 2518 : 91)

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์, 2516 : 8 - 9) ได้กล่าวถึง การนำเอาวิธีการจัดระบบมาใช้ในการเรียนการสอนว่า เป็นวิธีมองทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้

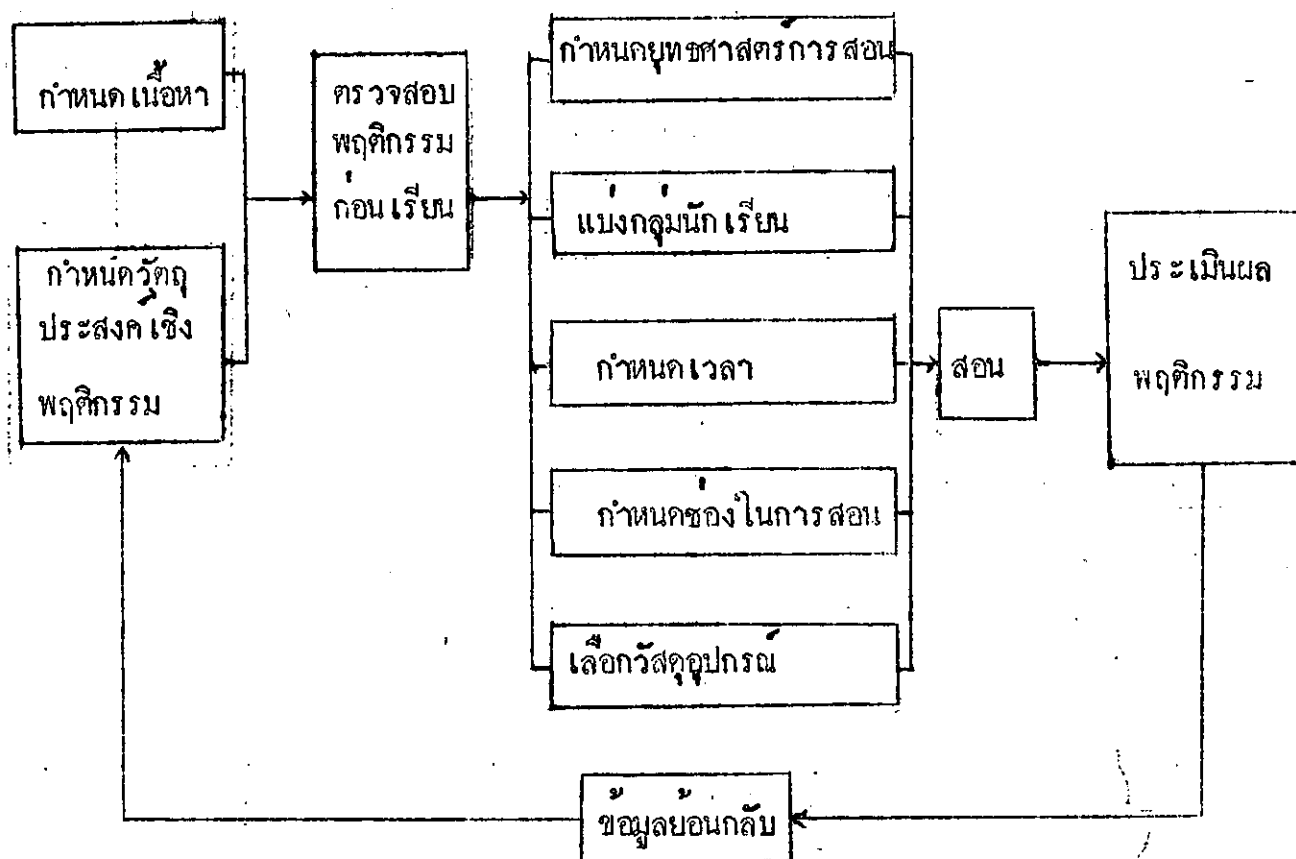
1. ศึกษาผู้ไปที่ยูเรียน
2. วัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นก็เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน
3. การ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนนั้น จะต้องมียุธีสอน เนื้อหา และ อุปกรณ์การสอนไปช่วยด้วย
4. เมื่อ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนแล้ว ก็จะต้องมีการวัดผลประเมินว่า สามารถชักจูง หรือ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามเป้าหมายที่วางไว้นั้นได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถเขียนรูปแบบได้ดังนี้



และมีขั้นตอนดังนี้ คือ

- ขั้นที่ 1. ตั้งวัตถุประสงค์ของการสอนให้ชัดเจน
- ขั้นที่ 2. สร้างแบบทดสอบและเครื่องมือวัดผล
- ขั้นที่ 3. พิจารณาเลือกวิธีสอน เนื้อหา และอุปกรณ์การสอนที่ดีที่สุดไปสอน
- ขั้นที่ 4. สอน
- ขั้นที่ 5. การวัดผลและประเมินผล

ส่วนเกอร์ลาชและอีลี (Gerlach and Ely , 1971 : 9 - 38) ก็ได้กำหนดรูปแบบของระบบการสอนไว้ดังนี้ คือ



การวิจัยเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์ระบบ

การวิจัยเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์ระบบ มักเป็นการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการนำเอาวิธีวิเคราะห์ระบบไปใช้ในการสอนวิธีหนึ่ง กับ การสอนตามปกติ เช่น การวิจัยของ ไพศาล สมกิจศิริ (ไพศาล สมกิจศิริ, 2519 : 67) ไพญลย์ เปาณิล (ไพญลย์ เปาณิล, 2519 : 109) สโรจน์ แพงยัง (สโรจน์ แพงยัง, 2519 : 162) ประหยัด จิระวรพงศ์, (ประหยัด จิระวรพงศ์, 2519 : 55) ณรงค์ สมพงษ์ (ณรงค์ สมพงษ์, 2519 : 215) และ บุญเรือง สุภครัยวรพงศ์ (บุญเรือง สุภครัยวรพงศ์, 2519 : 169) ซึ่งได้ทำการวิจัยโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ และ สัมพันธ์กับปัญหาท้องถิ่นชนบทภาคกลางกับนักเรียนโรงเรียนประถมศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3, และ 4 ในวิชาต่างๆ คือ ภาษาไทย วิทยาศาสตร์ และ สังคมศึกษา เปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้วิธีการสอนและวัสดุประกอบ

การสอนตามปกติ ผลการวิจัยของทุกคน ในแต่ละชั้น และวิชา ปรากฏว่า นักเรียนจากการใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบและสัมพันธ์กับปัญหาท้องถิ่นในชนบทภาคกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิจัยในทำนองเดียวกันนี้ ก็ได้แก่ การวิจัยของ คอมส์ (Combs , 1976 : 4975 A) ซึ่งได้วิจัยการศึกษาการใช้วิธีวิเคราะห์ระบบเพื่อสร้างชุดการสอนวิชาสุขศาสตร์ ในมหาวิทยาลัย จุดประสงค์ของการวิจัยก็เพื่อที่จะศึกษาและประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบสร้างหลักสูตรการสอนวิชาสุขศาสตร์ โดยได้กำหนดทำการศึกษาค้นคว้า ความคิดในอดีตและปัจจุบัน การสร้างชุดมุ่งหมาย อุปกรณ์ และการวัดผล และศึกษาค้นคว้าของวิธีวิเคราะห์ระบบ ต่อจากนั้นก็ทำการสอนตามขั้นตอนการของวิธีวิเคราะห์ระบบ จากผลการทดลอง ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของผู้เรียนก็ดีกว่าเดิม แสดงว่า วิธีวิเคราะห์ระบบช่วยปรับปรุงการเรียนการสอนและวัสดุอุปกรณ์ให้ดีขึ้น การวิเคราะห์ผลของนักเรียน สามารถนำไปปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ได้ การวิเคราะห์ในแต่ละส่วนประกอบ เป็นการเสริมสร้างเนื้อหาให้เหมาะสม และวิธีวิเคราะห์ระบบเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการนำเอามาใช้ในการเรียนการสอน

นอกจากการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวแล้ว ยังมีการวิจัยในแนวที่นำเอาวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้เพื่อเปลี่ยนแปลง และ ปรับปรุงการปฏิบัติงานบางสิ่งบางอย่างให้ดีขึ้น ดังเช่น การวิจัยของ เคนเนดี้ และฮัมฟรีย์ (Kenedy and Humphrey , 1971 : 365) ซึ่งได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาวิธี 3 ระบบไปใช้ในการ เปลี่ยนแปลงทัศนคติของนักเรียนฝึกสอนที่มีต่อการเลือกวิธีสอนแบบต่างๆ ซึ่งปรากฏว่า การนำเอาวิธีระบบไปใช้ในการ เปลี่ยนแปลงทัศนคติของนักเรียนฝึกสอนได้ช่วยให้นักเรียนฝึกสอนต้องการที่จะค้นคว้าและศึกษาวิธีสอนด้วยตนเองยิ่งกว่าต้องการที่จะได้รับการนิเทศจากครู และการวิจัยของ คีมาเลตติน (Kemalettin , 1974 : 3683) ได้วิจัยเกี่ยวกับการนำเอาวิธีระบบมาใช้เพื่อแก้ปัญหาในการ จัดครูสอนวิชาทั่วไป สอนในโรงเรียนในระดับชั้นมัธยมไม่เพียงพอในประเทศตุรกี ซึ่งเมื่อจัดตามวิธีระบบ และ ได้พบปัญหาต่าง ๆ ก็ทำให้การบริหารงานหยุดชะงักจึงต้องปรับปรุงเกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลงระบบบริหารแบบเดิม กำหนดระบบการสอนแบบใหม่

ขึ้นให้สามารถสนองความต้องการที่แท้จริงได้ ทั้งนี้เพราะระบบการสอนและการจัดการศึกษา
กว้างขวาง และซับซ้อน

เอคเน่ (Edney, 1971 : 1) ได้ทำการฝึกคนงานโดยใช้การวิเคราะห์
ระบบ และพบว่า การวิเคราะห์ระบบสามารถลดต้นทุนทำงานและเวลาฝึกลงมากกว่าครึ่งหนึ่ง
ตัดอัตราความล้มเหลวจาก 27 % ลงเหลือน้อยกว่า 1 % เพิ่มระดับของความสำเร็จโดย
เฉลี่ย 20 % และให้การสงวนเงินไว้ได้ถึง 600 % กลับคืนมาแต่ละปีตั้งแต่การลงทุนครั้งแรก
เขาได้ใช้ตัวอย่างประสบผลสำเร็จในการออกแบบและผลิตระบบการฝึกในองค์กรใหม่
องค์กรหนึ่ง

นอกจากนั้นยังมีการวิจัยของ แฮร์ริส (Harris, 1972 : 351) ซึ่งได้
ศึกษาเกี่ยวกับวิธีระบบ โดยได้นำมาใช้กับนักศึกษาแพทย์ปีสุดท้าย โดยให้นักศึกษาแพทย์ได้
ฝึกฝนการใช้วิธีระบบซึ่งเกี่ยวกับ ขบวนการเรียน การฝึกงาน หลังจากการทดลองนำวิธี
ระบบมาใช้ทำให้เกิดประโยชน์ต่อนักศึกษาแพทย์ ผลสรุปได้ว่า วิธีระบบทำให้การเรียนของ
นักศึกษาแพทย์ เรียนได้ตรงตามจุดหมายอย่างเที่ยงตรงและแน่นอน อีกทั้งยังช่วยเป็นข้อ
เสนอแนะให้การเรียนเป็นไปตามลำดับขั้นตอน นอกจากนั้นยังช่วยทำให้สภาพการเรียนการใช้
วัสดุในการเรียนให้ดำเนินไปได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และการเรียนโดยวิธีระบบช่วยให้
นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนของตัวเองได้

3. การวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์

การวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ เท่าที่ผ่านมา นั้น มักเป็นการวิจัยเปรียบเทียบ
เทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการ เรียนรู้จากวิธีสอนแบบหนึ่ง ๆ กับ การ
สอนแบบปกติ ดังเช่น การวิจัย ของ ปรีชา คุณวัลลี (ปรีชา คุณวัลลี, 2515
: 140) ซึ่งได้วิจัยเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบ
เรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ เรื่อง ความร้อน แสง และ เสียง ผลปรากฏว่า
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการ เรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรม
และจากการสอนตามปกติของครูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทำนองเดียวกัน

คัทตัน (Dutton, 1963 : 2382) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง แสงสว่าง และ ความร้อน โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากแบบเรียนโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้น ละออง เส็งปรีชา (ละออง เส็งปรีชา, 2519 : 31) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียนโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับ บัณฑิต กลิ่นเกษร (บัณฑิต กลิ่นเกษร, 2519 : 84) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาคอนกอนที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลองกับการสอนตามปกติพบว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลองกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่จากการวิจัยของจอห์น (John, 1966 : 994 - 995) นั้นเขาได้วิจัยเปรียบเทียบวิธีสอน 2 วิธี ในชั้นปีที่ 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีบรรยายและสาธิต กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองซึ่งมีคำแนะนำจากให้ ปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีทักษะในการแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนั้น ยังมีการวิจัยเปรียบเทียบวิธีการสอนวิทยาศาสตร์จากหลาย ๆ แบบ แล้วเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ เช่น การวิจัยของ ประภาศรี วัฒนพันธ์ (ประภาศรี วัฒนพันธ์, 2518 : 59) ซึ่งได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนโดยใช้สื่อประสมอย่างมีแบบแผน และการใช้สื่อประสมอย่างอิสระในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้สื่อประสมอย่างมีแบบแผนเป็นอุปกรณ์การสอน ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนดีกว่าการสอนโดยใช้สื่อประสมอย่างอิสระที่ระดับความเชื่อมั่น .05 และ การเรียนโดยใช้สื่อประสมอย่างมีแบบแผน และ ใช้สื่อประสมอย่างอิสระในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดย

สื่อประสมอย่างมีแบบแผนเป็นอุปกรณ์การสอน ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนดีกว่าการสอนโดยใช้สื่อประสมอย่างอิสระที่ระดับความเชื่อมั่น .05 และ การเรียนโดยใช้สื่อประสมอย่างมีแบบแผน และ ใช้สื่อประสมอย่างอิสระประกอบการสอน ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนดีกว่าการสอนโดยวิธีธรรมชาติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 และ .05 ตามลำดับ ส่วนอุษณีย์ พลอยแก้ว (อุษณีย์ พลอยแก้ว, 2518 : 43) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการใช้วิธีสอนแบบผสมกับการสอนตามปกติ ผลพบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนแบบผสมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ เกษม บุญส่ง (เกษม บุญส่ง, 2517 : 63) ก็ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สไลด์บรรยายประกอบเสียงด้วยเทปอัดโน้ตกับสไลด์ที่ครูบรรยายประกอบ และการสอนของครูตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่เรียนจากสไลด์ที่ครูบรรยายประกอบสูงกว่าของกลุ่มทดลองที่เรียนจากสไลด์บรรยายประกอบด้วยเทปอัดโน้ต แต่เท่าเทียมกับกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนตามปกติสำหรับ เซฟเวลสัน และ มุนเกอร์ (Shevlson and Munger , 1971 : 134) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา โดยเปรียบเทียบการสอน 4 วิธี ใช้นักเรียนกลุ่มละ 24 คนดังนี้ กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้ครูมีวัสดุอุปกรณ์ กลุ่มที่ 2 สอนโดยครูที่มีวัสดุอุปกรณ์เหมือนกลุ่มที่ 1 แต่แบ่งเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มที่ 3 สอนโดยครูที่มีวัสดุอุปกรณ์เหมือนกลุ่มที่ 2 แต่อุปกรณ์เหล่านั้นมีการจัดระบบ และให้เรียนด้วยตนเอง และกลุ่มที่ 4 เป็นกลุ่มควบคุม ไม่ใช้อะไร สอนแบบธรรมดา ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่ 3 ดีที่สุด และใช้เวลาน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มที่ 4 เลวที่สุด

ส่วนการวิจัยที่เปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีหนึ่งกับอีกวิธีหนึ่งนั้นก็มี การวิจัยบ้างพอสมควร ดังเช่น การวิจัยของ อรพินท์ ทินวัสน์ (อรพินท์ ทินวัสน์, 2512 : 81) ได้ทดลองสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยมีการใช้อุปกรณ์และ ไม่ใช้อุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ในหนึ่งภาคเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความรู้และความสนใจสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 สำหรับการวิจัยของ วิสิฐ ทองแสง (วิสิฐ ทองแสง, 2515 : 164) ได้วิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความทน

ในการเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์จากการใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่เคลื่อนไหวและแผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหว กับเครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา จากการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนวิทยาศาสตร์จากการใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดเคลื่อนไหว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักศึกษาที่เรียนจากการใช้แผนภาพโปร่งแสงชนิดที่ไม่เคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความคงทนในการเรียนรู้ของทั้งสองกลุ่มนั้นพอ ๆ กัน

นอกจากนี้ก็มีกรวิจัยของ โอเวนส์ (Owens, 1975 : 207 - 213) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ที่ต้องใช้ความสามารถในการจำและการนำไปใช้ของนักเรียนที่มีระดับอายุ และ เชาว์ปัญญาเท่ากัน พบว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยการทดลองและปฏิบัติจริง สามารถจำสิ่งที่ตนเรียนได้ดีกว่า นักเรียนที่เรียนโดยไม่มี การทดลองและปฏิบัติจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ จากการวิจัยของ จรรยา สุวรรณทัต (จรรยา สุวรรณทัต, 2516 : 10 - 17) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของ เด็กไทยในระดับต่างๆ พบว่า นักเรียนที่มีโอกาสในการปฏิบัติการทดลอง มาก ๆ จะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ค่อยมีโอกาสปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

จากการวิจัยที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์จะขึ้นอยู่กับ การได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และการได้เรียนด้วยตนเอง นักเรียนที่มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ค่อยมีโอกาสดังกล่าว ฉะนั้นหากในการจัดการเรียนการสอนหากได้ใช้วิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนที่ นักเรียนมีโอกาสได้เรียนด้วยตนเองมากนั้น และใช้วิธีการวิเคราะห์ระบบเข้ามาช่วยในขั้นตอน การเรียนแล้ว น่าจะช่วยให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างแน่นอน

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียน

ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

วิธีการทำการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านปึง " มนุญวิทยาการ " อำเภอบ้านปึง จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ได้จากการสุ่มแบบจับสลากจากโรงเรียนทั้งหมดในจังหวัดชลบุรี เป็นจำนวน 60 คน กลุ่มตัวอย่างทั้ง 60 คนนี้ได้จากการสุ่มโดยใช้ตารางสุ่มจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านปึง " มนุญวิทยาการ " อำเภอบ้านปึง จังหวัดชลบุรี ทั้งหมด 200 คน

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างเพื่อการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คนนั้น ผู้วิจัยนำมาแบ่งเป็นสองกลุ่ม ๆ ละ 30 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่มและกลุ่มควบคุมหนึ่งกลุ่ม ในการแบ่งกลุ่มนั้นใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสุ่ม ดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน		รวม
	ชาย	หญิง	
กลุ่มทดลอง	18	12	30
กลุ่มควบคุม	16	14	30
รวม	34	26	60

เพื่อต้องการทราบให้แน่นอนว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีพื้นฐานความรู้เดิมในเรื่องที่จะทำการทดลองในระดับเดียวกันหรือไม่นั้น ได้หาคะแนนเฉลี่ยและความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่ม จากคะแนนทดสอบพื้นฐานความรู้เดิม ซึ่งได้จากการทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น แล้วนำมาเปรียบเทียบกันดังแสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

ค่าสถิติ \ กลุ่ม	ทดลอง	ควบคุม	รวม
N	30	30	60
ΣX	641	646	1287
S^2	21.37	21.53	42.90

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 2 พบว่า กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีพื้นฐานความรู้ที่ดัดเทียมกัน (คะแนนเฉลี่ย 21.37 และ 21.53 ตามลำดับ) และเพื่อให้มั่นใจว่าทั้งสองกลุ่มมีพื้นฐานความรู้ที่ดัดเทียมกันจริง จึงได้วิเคราะห์ความแปรปรวนดังแสดงผลในตาราง 3

ตาราง 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน

แหล่งของความแปรปรวน	df	ผลบวกกำลัง 2	รายเฉลี่ยกำลัง 2	F
ระหว่างกลุ่ม	1	0.416	0.416	0.0192
ภายในกลุ่ม	58	1258.43	21.697	
รวม	59	1258.85		

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 ปรากฏว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพื้นฐานความรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีพื้นฐานรู้พอๆ กัน

แบบของการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบการทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลอง Randomized Controls Group Pretest - Posttest ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังแสดงไว้ในตาราง

4

ตาราง 4 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
☐ E	T_{E1}	X	T_{E2}
☐ C	T_{C1}	~ X	T_{C2}

วิธีการดำเนินงานมีลำดับขั้นดังนี้คือ

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างจากมวลประชากรแบบสุ่มโดยอาศัยตารางสุ่ม

2. คัดกลุ่มตัวอย่าง เป็นสองกลุ่ม และกำหนดเป็นกลุ่มทดลองและความคุมโดยการสุ่ม
3. ทำการทดสอบพื้นฐานความรู้เดิมโดยใช้เกณฑ์เดียวกันทั้งสองกลุ่ม แล้วหาคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม ($\bar{X}_{ET1}$, $\bar{X}_{CT1}$)
4. ความคุมตัวแปรแทรกซ้อน โดยการจับสภาพการณ์ทุกอย่างให้เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม ยกเว้นตัวแปรในการทดลองได้จัดการเท่ากับกลุ่มทดลอง เท่านั้นแต่ไม่ให้เกิดกับกลุ่มความคุม
5. สัปดาห์ต่อไปเป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วทดสอบอีกครั้ง โดยใช้เครื่องมือเดียวกันกับที่ใช้ตอนแรกทั้งสองกลุ่ม แล้วคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ($\bar{X}_{ET2}$, $\bar{X}_{CT2}$)
6. เปรียบเทียบความแตกต่างของผลต่างระหว่างคะแนนการสอบครั้งแรกกับครั้งหลังระหว่างคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มความคุม และทดสอบนัยสำคัญดังนี้
ให้ $\bar{X}_{ET2} - \bar{X}_{ET1} = D_E$, $\bar{X}_{CT2} - \bar{X}_{CT1} = D_C$
ถ้า D_E ต่างกับ D_C อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเป็นผลจากการกระทำ (x)
ที่เกิดจากการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ราก ลำต้น และ ใบ เป็นเนื้อหาที่นักเรียนยังไม่ได้เรียนมาก่อน

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ทำการทดลองเนื้อหาทั้ง 3 เรื่องของทั้งสองกลุ่ม ใช้เวลาเท่ากันคือ กลุ่มละ 6 ชั่วโมง โดยสอนกลุ่มละ 3 ครั้ง ๆ ละ 2 ชั่วโมง คือ ครั้งที่ 1 เรียนเรื่องรากใช้เวลา 2 ชั่วโมง ครั้งที่สองเรียนเรื่อง ลำต้น ใช้เวลา 2 ชั่วโมง และครั้งที่ 3 เรียนเรื่อง ใบ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง เมื่อนักเรียนได้เรียนเนื้อหาทั้งหมดแล้ว ทำการทดสอบทันที หลังจากนั้นอีกหนึ่ง สัปดาห์จึงทำการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้

เครื่องมือในการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ดังนี้

1. ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้สองชุด

ชุดที่ 1 เป็นชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ

ชุดที่ 2 เป็นชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยไม่ใช้แผนการวิเคราะห์ระบบ

ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ทั้งสองชุดนี้ ได้แบ่งออกเป็นชุดละ 3 หน่วย
ควมกัน คือ

หน่วยที่ 1. เรื่อง ราก ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยที่ 2 เรื่อง ลำต้น ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยที่ 3 เรื่อง ใบ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

2. อุปกรณ์การเรียนรู้ที่เข้าร่วมกับชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ ได้แก่ ของจริง
หุ่นจำลอง แผนภาพ แผนภูมิ ภาพถ่าย การทดลองจริง

3. แบบทดสอบ แบบทดสอบในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ

3.2 แบบทดสอบขณะเรียน ศูนย์กิจกรรมละ 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น

75 ข้อ

การสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ก. การสร้างศูนย์กิจกรรมในศูนย์การเรียนรู้ ซึ่งมีลำดับขั้นดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรและขอบข่ายของ เนื้อหาวิชา

2. จำแนกเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยใหญ่ (Unit) ซึ่งในแต่ละหน่วย
ได้กำหนดให้ศึกษาภายใน 1 ช่วงเวลา คือ ไม่เกิน 2 ชั่วโมง

3. จำแนกแต่ละหน่วยของ เนื้อหาวิชาออกเป็นหัวเรื่อง (Topic)
ซึ่งแต่ละหัวเรื่องนำไปทำเป็นศูนย์กิจกรรม ซึ่งมีหัวเรื่องหน่วยละ 5 หัวเรื่อง ทั้งนี้
ไม่นับรวมทั้งหัวเรื่องสำรอง

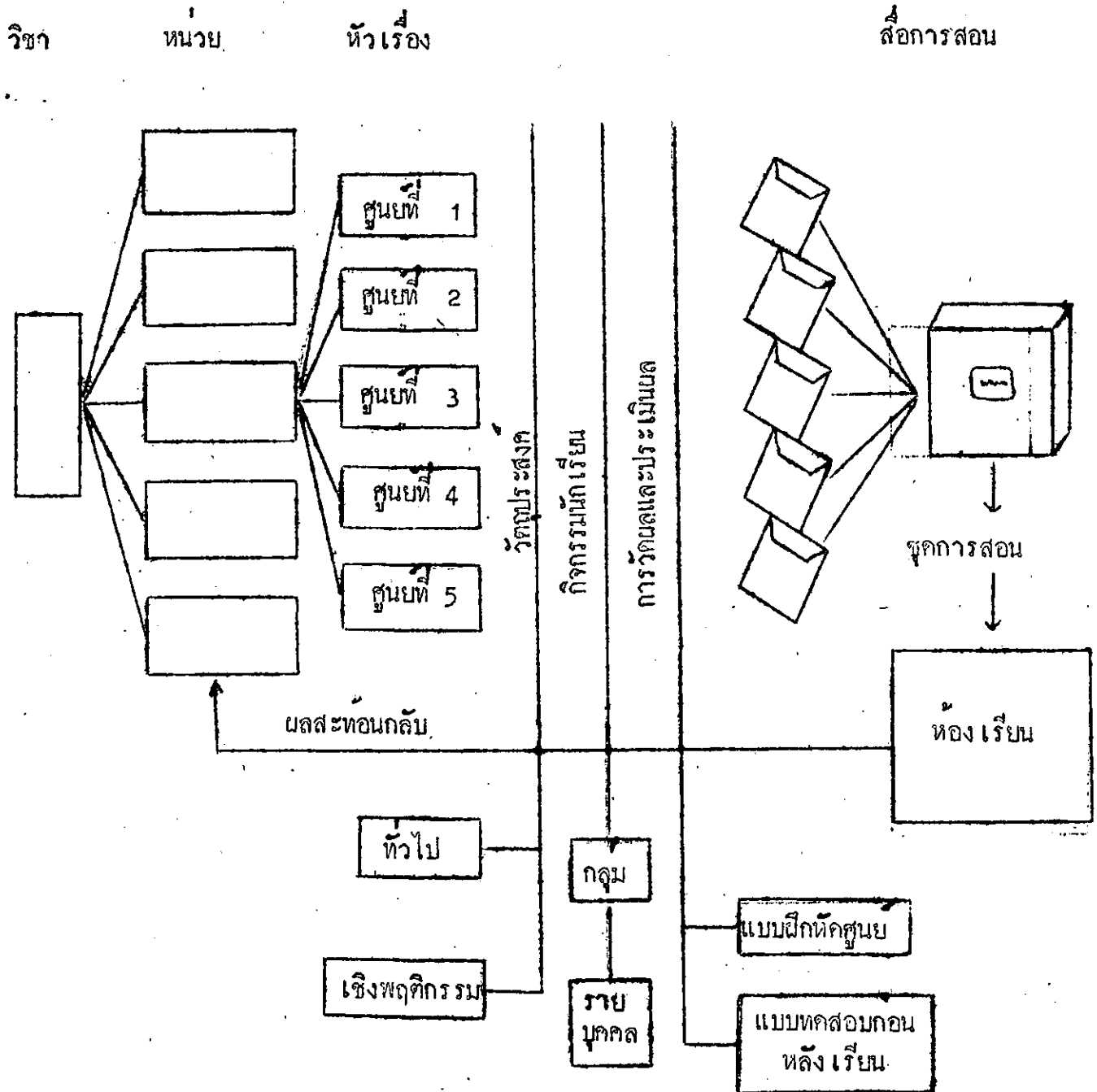
4. นำแต่ละหน่วยที่ได้กำหนดเป็นหัวเรื่องประจำศูนย์กิจกรรมแล้วมาศึกษาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. ทำบันทึกการสอนตามแนวทางของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้
6. จัดทำ บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหาวิชา บัตรแบบทดสอบขณะเรียน และกิจกรรม ที่จะให้นักเรียนทำในแต่ละศูนย์
7. เขียนข้อสอบตามเนื้อหาวิชาและกิจกรรมของทุก ๆ ศูนย์ เพื่อทำเป็นแบบทดสอบก่อนและหลัง เรียน
8. นำข้อสอบไปทดสอบกับนักเรียนที่ผ่านการ เรียนวิชาดังกล่าว เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ความยากง่าย และ ความเชื่อมั่น
9. จัดทำคู่มือครูขึ้น ซึ่งในคู่มือครูประกอบด้วย
 - คำนำ
 - คำชี้แจงสำหรับครู
 - สิ่งที่ต้อง เตรียม
 - บทบาทของนักเรียน
 - การจัดชั้นเรียน
 - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - แบบฝึกหัดของแต่ละศูนย์กิจกรรม
 - กระจายคำตอบ
10. จัดหมวดหมู่ของสิ่งต่างๆที่ผลิตขึ้น จำแนกไว้เป็นชุด ๆ ตามศูนย์กิจกรรม ซึ่งเรียกว่า ชุดการสอนในศูนย์การเรียน
11. นำศูนย์กิจกรรมที่จะวิเคราะห์ระบบออกทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียน บ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี เพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไขตามวิธีวิเคราะห์ระบบ ซึ่งมีการทดลองครั้งนี้ คือ
 - ครั้งที่ 1 ทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียนหนึ่งกลุ่มกิจกรรม ซึ่งมีจำนวน 6 คน โดยมีวิธีการตามลำดับ ดังนี้

1. ทดสอบพื้นฐานความรู้เดิม
2. ให้นักเรียนไปตามกลุ่มกิจกรรมจนครบทุกศูนย์
3. ทำการทดสอบผลของการเรียน
4. ทำการแก้ไขปรับปรุงศูนย์กิจกรรมที่มีข้อบกพร่อง ซึ่งได้แก่ เนื้อหา กิจกรรม เวลาในการเรียนและปฏิบัติกิจกรรม แบบฝึกหัด เป็นต้น

ครั้งที่ 2 ทำการทดลองกลุ่มใหญ่จากสภาพที่เป็นจริง หลังจากทำการปรับปรุงครั้งที่ 1 แล้ว ซึ่งมีการดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้ คือ

1. ทดสอบพื้นฐานของความรู้เดิม
2. ให้นักเรียนเข้าเรียนตามศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ ศูนย์ละ 1 กลุ่ม กิจกรรม หมุนเวียนกันไปจนครบทุกศูนย์กิจกรรม

3. ทำการทดสอบผลของการเรียน
4. ทำการแก้ไขปรับปรุงศูนย์กิจกรรมที่มีข้อบกพร่อง เช่น เดิม ซึ่งศูนย์กิจกรรมที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ จะมีแบบจำลองการผลิตดังแผนภูมิ 8



แผนภูมิ 8 การวิเคราะห์ระบบศูนย์กิจกรรม

ข. การสร้างแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาที่สอนจำนวน 50 ข้อ ซึ่งมีลำดับชั้นในการสร้างดังนี้ คือ

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือ เทคนิคการวัดผล (ชวาล แพทย์กุล, 2516:110 - 283)
2. สร้างแบบทดสอบ
3. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนบ้านบึงอุทสาทรกรรมนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน
4. ทำการวิเคราะห์ข้อทดสอบ โดยใช้หลักการคักกลุ่ม 27% และตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Fan, Chung - Teh, 1952:6-32) เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าสถิติที่ได้แสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติของแบบทดสอบ

ข้อทดสอบ	p	r	ข้อทดสอบ	p	r
1	53	.44	2	56	.38
3	34	.32	4	31	.38
5	34	.32	6	66	.32
7	87	.62	8	38	.38
9	47	.32	10	31	.38
11	38	.50	12	69	.38
13	69	.50	14	56	.25
15	68	.25	16	31	.38
17	80	.38	18	75	.50

ข้อทดสอบ	p	r
19	65	.57
21	31	.38
23	28	.44
25	65	.57
27	62	.38
29	62	.63
31	50	.38
33	53	.57
35	72	.44
37	75	.38
39	75	.50
41	65	.44
43	46	.32
45	25	.51
47	78	.44
49	66	.57

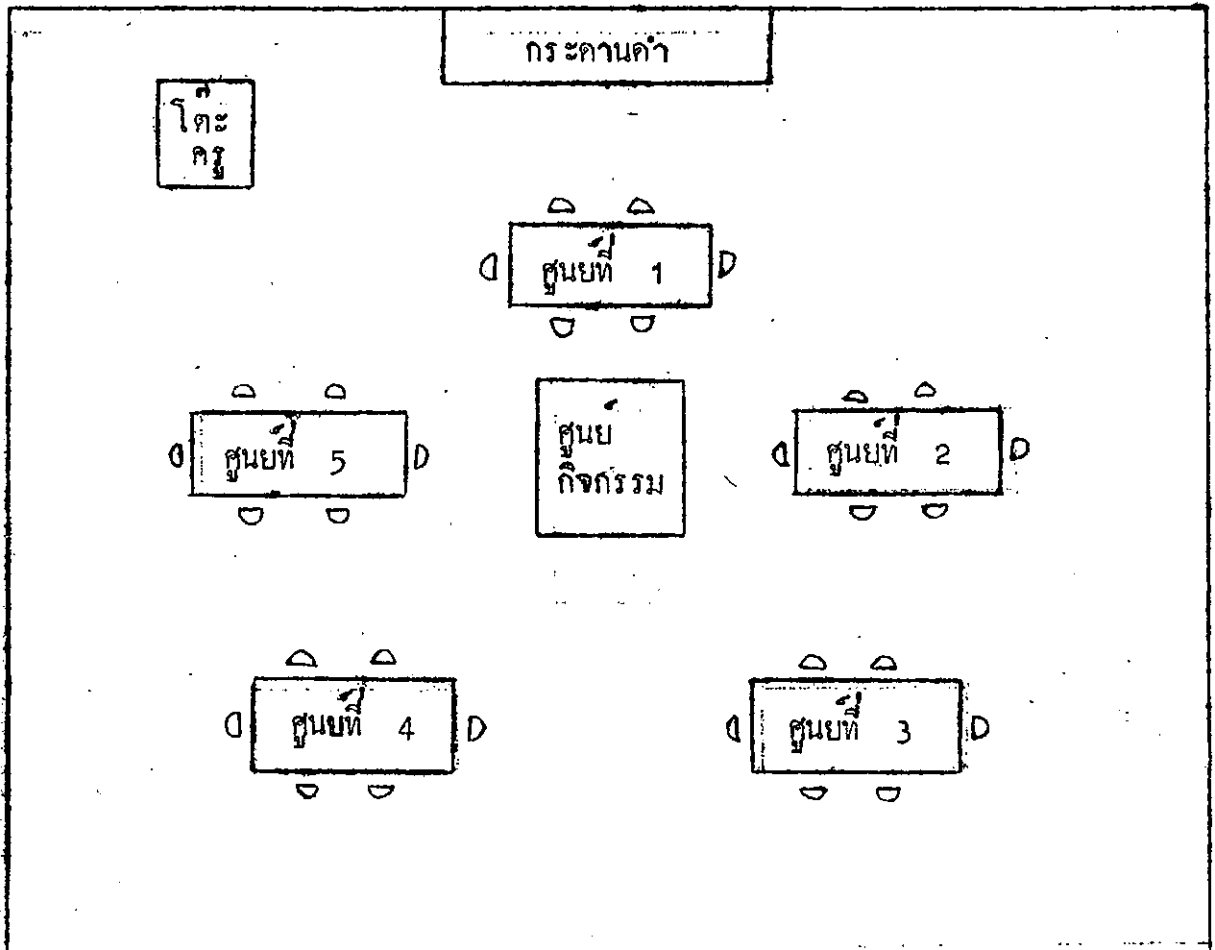
ข้อทดสอบ	p	r
20	35	.82
22	59	.32
24	81	.38
26	56	.51
28	65	.57
30	65	.44
32	25	.51
34	50	.38
36	68	.38
38	80	.38
40	78	.32
42	75	.51
44	78	.32
46	56	.38
48	75	.38
50	31	.51

5. คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ ดูเกอร์ ริชาร์ดสัน
 เทคนิค 20 (Richardson, 1954:379) ได้ค่าความเชื่อมั่น .75 และความคลาดเคลื่อน
 มาตรฐาน ± 2.55

ค. การแบ่งกลุ่มนักเรียนในแต่ละศูนย์การเรียนรู้

ในแต่ละศูนย์การเรียนรู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มกิจกรรม

กิจกรรมละ 6 คน โดยใช้วิธีสุ่มจากรายชื่อของนักเรียน ซึ่ง เมื่อแบ่งกลุ่มและจัดสภาพ
ห้องเรียนตามกลุ่มแล้ว จะได้อะไรในห้องเรียนที่มีลักษณะดังแผนภูมิ 9



แผนภูมิ 9 การแบ่งกลุ่มนักเรียนในแต่ละศูนย์การเรียน

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินการทดลอง มีลำดับขั้นดังนี้ คือ

1. ทดสอบความรู้ก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มผลัดเปลี่ยนกัน เรียนจนครบทุกศูนย์กิจกรรมของ

ทุก ๆ หน่วยวิชาในศูนย์การเรียน โดยเว้นช่องว่างกันหน่วยละหนึ่งสัปดาห์ กำหนดให้กลุ่มทดลองเรียนจากศูนย์การเรียนที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ และ กลุ่มควบคุมเรียนจากศูนย์การเรียนที่สร้างขึ้นโดยไม่ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ ส่วนครูที่ควบคุมชั้นเรียนนั้น เป็นครูประจำชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านปึง " มนุญวิทยาการ " ทั้งสองกลุ่ม

3. หลังจากเรียนจนครบทุกหน่วยแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม

4. การทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ ได้ทำหลังจากที่ได้สอบหลังเรียนไปแล้วหนึ่งสัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม

5. นำคะแนนดิบที่ได้จากการทดสอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนโดยให้คะแนนข้อทดสอบข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน เมื่อให้คะแนนแล้ว จึงนำคะแนนของนักเรียนมาคำนวณหาค่า ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ตามสมมุติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้คำนวณค่าสถิติพื้นฐาน และ เทคนิคสถิติต่าง ๆ ดังนี้

1. การายเฉลี่ยของคะแนน คำนวณจากสูตร (Garrette, 1966 :

27)

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ \text{เมื่อ } \bar{X} &= \text{คะแนนเฉลี่ย} \\ \sum X &= \text{ผลรวมของคะแนน} \\ N &= \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่ม} \end{aligned}$$

2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณ

ไคจากรสูตร (Ferguson, 1966 : 67)

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S = ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) คำนวณไคจากรสูตร
คูเคอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Ferguson, 1954 : 379)

Richardson

$$r_{tt} = \left(\frac{N}{N-1} \right) \frac{S_x^2 - \sum_i^n p_i q_i}{S_x^2}$$

เมื่อ

N = จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบ

S_x^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

p = สัดส่วนของคนที่ตอบถูกต้องจำนวนคนทั้งหมด

q = (1 - p)

4. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement) คำนวณไคจากรสูตร (Gullikson, 1967 : 63)

$$SE_{meas} = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ

SE_{meas} = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

S_x = ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (Garrette , 1966 : 279 - 295)

แหล่งของความแปรปรวน	df	ผลบวกกำลังสอง	ส่วนเฉลี่ยกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	K-1	$(\frac{\sum X_1}{N})^2 + (\frac{\sum X_2}{N_2})^2$ $+ (\frac{\sum X_n}{N_n})^2 - C$	$\frac{SSb}{K-1}$	$\frac{MSb}{MSw}$
ภายในกลุ่ม	N-K	$SS_t - SSb$	$\frac{SSw}{N-K}$	
รวม	N-1	$\sum X^2 - C$		

$$\text{Correction term (C)} = \frac{(\sum X)^2}{N}$$

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

n = จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

K = จำนวนกลุ่ม

$(\sum X)^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$\sum X^2$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X_n)^2$ = ผลรวมของคะแนนในแต่ละกลุ่มยกกำลังสอง

6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two - Ways Analysis of Variance , repeated Measurement) (Winer , 1971 : 520 - 528)

Sources of Variations	df	SS	MS	F
<u>Between Subjects</u>	np-1	(6)-(1)		
A	p-1	(3)-(1)	MS _A	$F = \frac{MS_A}{MS_{Subjects}}$
Subjects within groups	p(n-1)	(6)-(3)	MS _{Subjects within groups}	
<u>Within Subjects</u>	np(q-1)	(2)-(6)		
B	q-1	(4)-(1)	MS _B	$F = \frac{MS_B}{MS_{B \times Subjects}}$
AB	(p-1) x (q-1)	(5)-(3)-(4)+(1)	MS _{AB}	
BxSubjects within groups	p(n-1)x(q-1)	(2)-(5)-(6)+(3)	MS _{AB x Subjects within groups}	$F = \frac{MS_{AB}}{MS_{B \times Subjects}}$
Total	npq-1			

$$(1) = G^2/npq$$

$$(3) = (\sum A_i^2) / nq$$

$$(5) = \sum (AB_{ij})^2 / n$$

$$(2) = \sum X^2$$

$$(4) = (\sum B_j^2) / np$$

$$(6) = (\sum P_k^2) / q$$

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำเสนอเรียงตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. การทดสอบปฏิสัมพันธ์ของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
4. การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนคน
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S^2	แทน	ความแปรปรวน
A	แทน	การเรียนจากศูนย์การเรียน
B	แทน	การสอบ
AB	แทน	ผลรวมของการเรียนและการสอบ
SS	แทน	ผลบวกกำลังสอง
MS	แทน	ส่วนเฉลี่ยกำลังสอง
df	แทน	จำนวนขั้นแห่งความอิสระ
F	แทน	การแจกแจงแบบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ค่าสถิติ \ กลุ่ม	ทดลอง		ควบคุม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
N	30	30	30	30
$\bar{X}$	21.37	33.60	21.53	26.67
S^2	27.04	19.27	22.09	21.62

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 6 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็น 21.37 และ 21.53 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็น 33.60 และ 26.67 ตามลำดับ แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนมีแนวโน้มสูงกว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนทั้งสองกลุ่ม

ส่วนค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมเป็น 27.04 และ 22.09 แสดงว่า การกระจายของความสามารถของนักเรียนใกล้เคียงกัน นั่นคือ นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความสามารถใกล้เคียงกัน

2. การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้ F-test ได้ค่าสถิติดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

การสอบ	กลุ่ม	ความแปรปรวน	F
การสอบก่อนเรียน	ทดลอง	27.04	1.22
	ควบคุม	22.09	
การสอบหลังเรียน	ทดลอง	19.27	1.12
	ควบคุม	21.62	

$$F_{.01} (29 , 29) = 2.41$$

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 7 พบว่า ผลการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 1.22 แสดงว่า ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทั้งสองมีความเป็นเอกพันธ์กัน

ส่วนผลการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น 1.12 แสดงว่า ความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบหลังเรียนระหว่างกลุ่มทั้งสองมีความเป็นเอกพันธ์กัน

3. การทดสอบปฏิสัมพันธ์ของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

การทดสอบปฏิสัมพันธ์ของคะแนนครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดสอบซ้ำ (Two ways analysis of Variance - repeated measurement) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางชนิดสอบซ้ำที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	59	1774.49		
วิธีสอน A	1	399.68	399.68	16.86**
Subjects within groups	58	1374.82	23.70	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	60	3840.50		
การสอบ B	1	2364.41	2364.41	128.32**
วิธีสอบ A X การสอบ B	1	407.41	407.41	22.11**
B X Subjects within groups	58	1068.68	18.43	
รวม	59	5615.09		

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 $F_{.01} (1, 58) = 7.10$

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 8 พบว่า คะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 16.86$) เมื่อพิจารณาพร้อมกับค่าเฉลี่ยในตาราง 6 แล้ว แสดงว่า การเรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาลำดับทดสอบ พบว่า คะแนนของนักเรียนจากการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 128.32$) และจากการพิจารณาพร้อมกับค่าเฉลี่ยในตาราง 6 แล้ว แสดงว่า การเรียนจากศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ และศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ ทำให้นักเรียนแต่ละคนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับปฏิสัมพันธ์ของคะแนนเฉลี่ย ระหว่างการเรียนจากศูนย์การเรียนทั้งสองแบบ กับการสอบทั้งสองครั้ง ส่งผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 22.11$) นั่นคือ วิธีการเรียนจากศูนย์การเรียนต่างแบบกัน และการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน เพื่อให้การวิเคราะห์ละเอียดยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการของ นิวแมน คีสส์ (Winer , 1971 : 528) ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยรายคู่ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่

การสอบและ การสอบ		การสอบก่อน เรียนของ กลุ่มทดลอง	การสอบก่อน เรียนของ กลุ่มควบคุม	การสอบหลัง เรียนของ กลุ่มควบคุม	การสอบหลัง เรียนของ กลุ่มทดลอง
	คะแนนเฉลี่ย	21.37	21.53	26.27	33.60
การสอบก่อนเรียน กลุ่มทดลอง	21.37	—	0.16	4.90**	12.60**
การสอบก่อนเรียน กลุ่มควบคุม	21.53	—	—	4.74**	12.07**
การสอบหลังเรียน กลุ่มควบคุม	26.27	—	—	—	7.33**
การสอบหลังเรียน กลุ่มทดลอง	33.60	—	—	—	—

$$S_{\bar{B}} = \sqrt{\frac{MS_B \times \text{Subjects within groups}}{np}} = 0.554$$

r	2	3	4
q.99 (r , 58)	3.82	4.37	4.70
$S_{\bar{B}}$ q.99 (r , 58)	2.12	2.42	2.60

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 9 พบว่า คะแนนการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบโดยเฉลี่ย แตกต่างกับคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่วิเคราะห์ระบบ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างกับคะแนนการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบและไม่วิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่วิเคราะห์ระบบ แตกต่างกับคะแนนการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบ และไม่วิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับคะแนนการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบ แตกต่างกับคะแนนการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่วิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่วิเคราะห์ระบบ เกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้นมากกว่า นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้

การทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนอย่างง่าย (One way analysis of Variance) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอย่างง่ายของความคงทนในการเรียนรู้

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	1	707.26	707.26	37.74 **
ภายในกลุ่ม	58	1087.14	18.74	
รวม	59	1794.40		

**

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$F .01 (1 , 58) = 7.10$$

ผลการวิเคราะห์ในตาราง 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 37.74$) และเมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มแล้ว แสดงว่า การเรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ ให้ความคงทนในการเรียนรู้มากกว่าการเรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ใช่การวิเคราะห์ระบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบกับนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

สมมุติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากศูนย์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยไม่ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากศูนย์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ จะมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่จัดขึ้นโดยไม่ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านบึง"มนูญวิทยาการ" อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี โดยสุ่มมาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 60 คน เป็นนักเรียนชาย 34 คน นักเรียนหญิง 26 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่มๆ ละ 30 คนโดยวิธีสุ่ม การกำหนดกลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้วิธีสุ่มโดยการจับฉลาก

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 เรื่องที่ผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างยังไม่เคยเรียนมาก่อน คือ

1. เรื่อง ราก
2. เรื่อง ลำต้น
3. เรื่อง ใบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองสอนวิชาดังกล่าวใช้เวลาทำการสอนกลุ่มละ 3 ครั้ง ๆ ละ 2 ชั่วโมง เมื่อนักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนเนื้อหาทั้ง 3 เรื่องจบแล้ว ทำการทดสอบทันที หลังจากนั้นหนึ่งสัปดาห์ทำการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้เวลาเท่ากันและให้ข้อสอบชุดเดิม

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง 2 ชุดคือ
 - 1.1 ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยวิธีวิเคราะห์ระบบ
 - 1.2 ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยไม่ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ
 ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้ทั้งสองชุดนี้ ได้แบ่งออกเป็นชุดละ 3 หน่วย คือ
 - หน่วยที่ 1 เรื่อง ราก
 - หน่วยที่ 2 เรื่อง ลำต้น
 - หน่วยที่ 3 เรื่อง ใบ
2. แบบทดสอบเพื่อใช้วัดและประเมินผล ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบ 2 ประเภทคือ
 - 2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหนึ่งฉบับ มีจำนวน 50 ข้อ
 - 2.2 แบบฝึกหัดประจำศูนย์กิจกรรม ซึ่งมีศูนย์กิจกรรมละ 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 75 ข้อ

การทดลองใช้เครื่องมือ

หลังจากสร้างเครื่องมือแล้ว ผู้วิจัยได้นำชุดของศูนย์กิจกรรมที่จะทำการวิเคราะห์ระบบออกทดลองใช้ก่อนจะนำมาใช้จริงสองครั้ง คือ

1. ทดลองใช้กับนักเรียนหนึ่งกลุ่มกิจกรรม (Groups try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านบึงจุลสาหรณนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี

จำนวน 6 คน

2. ทดลองใช้กับนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ (Field try - out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านบึงอุตสาหกรรมนุเคราะห์ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 60 คน

ในการทดลองแต่ละครั้งนั้น ได้มีการวิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบข้อบกพร่องของศูนย์กิจกรรมทุกศูนย์ และทำการปรับปรุงแก้ไขตามวิถีทางของการวิเคราะห์ระบบจนเป็นที่เชื่อมั่นแล้ว จึงนำออกทดลองจริง ส่วนชุดของศูนย์กิจกรรมที่ไม่ต้องวิเคราะห์ระบบก็ไม่ได้ทำการทดลองแก้ไขปรับปรุงใดๆ ทั้งสิ้น

การดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง
2. ให้กลุ่มทดลองเรียนจากศูนย์การเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์ระบบมาแล้ว โดยมีครูประจำชั้นคอยช่วยเหลือ แนะนำ ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง
3. ให้กลุ่มควบคุมเรียนจากศูนย์การเรียนที่ไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์ระบบ และมีครูประจำชั้นคอยให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ตลอดระยะเวลาทำการทดลองเช่นเดียวกัน
4. ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที หลังจากเสร็จสิ้นจากการสอนทั้ง 3 ครั้งแล้ว
5. ทำการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ หลังจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วหนึ่งสัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม
6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้คือ

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน

3. การทดสอบปฏิสัมพันธ์ของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

4. การเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้

ผลการทดลอง

นักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ กับนักเรียนที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01**

การอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ใช้การวิเคราะห์ระบบ กับกลุ่มควบคุมที่เรียนจากศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01** ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมก็คือ ศูนย์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนครั้งนี้ ได้ดำเนินการตามวิธีวิเคราะห์ระบบ (Systems Analysis) ทุกขั้นตอน เมื่อได้วางแผนการสอนทุกอย่างและทำการสร้างศูนย์กิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนตามลำดับเนื้อหาที่ได้วางไว้แล้ว ก็นำไปทดลองใช้กับนักเรียนเป็นรายกลุ่มย่อย ระหว่างการทดลองได้ทำการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียน และเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวัดผลเพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงส่วนที่บกพร่อง เมื่อได้ทำการแก้ไขปรับปรุงแล้วก็นำไปทดลองใช้กับนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ตามสภาพการเรียนจริง เพื่อทดลองและความมั่นใจอีกครั้ง โดยได้แนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องจากข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เมื่อได้แก้ไขจนเป็นที่เชื่อมั่นแล้วก็นำชุดของศูนย์กิจกรรมไปใช้จริง

จึงเห็นได้ว่าในการสร้างศูนย์กิจกรรมของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีการดำเนินการเป็นระบบ และมีขั้นตอนซึ่งสามารถตรวจสอบข้อบกพร่องเพื่อทำการแก้ไขให้ได้ศูนย์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และให้อาจารย์ให้นักเรียนได้เรียนอย่างดีที่สุด ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยตรง ในขณะที่เดียวกันศูนย์การเรียนรู้ที่ไม่ได้วิเคราะห์ระบบนั้น จะไม่มีการตรวจสอบหาข้อมูลย้อนกลับของการเรียนได้ จึงไม่อาจจะประเมินผลจากข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไขใดๆ ได้ทั้งสิ้น ศูนย์การเรียนรู้ที่ได้จึงไม่มีประสิทธิภาพที่ดีพอ และไม่ให้อาจารย์แก่การเรียนรู้ของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ด้วยเหตุนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองจึงสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เชฟเวลสันและมุนเกอร์ (Shavelson and Munger , 1971:134) ซึ่งได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา แล้วปรากฏผลว่า นักเรียนที่เรียนจากครูที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีการจัดระบบ (Systems Approach) และให้เรียนด้วยตนเอง ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีสอนแบบอื่นๆ อีกสามแบบ คือ สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์ สอนโดยครูมีวัสดุอุปกรณ์และแบ่งเป็นกลุ่มย่อย และการสอนตามธรรมชาติ

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับผลการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จะเห็นได้ว่าผลการทดสอบหลังเรียนกับผลการทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชาตชัย (ชาตชัย อินทรสุนานนท์, 2519: 335) และปรีชา (ปรีชา ใจสะอาด, 2519: 278) สำหรับในด้านนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ปัจจัยที่ส่งผลให้ปรากฏเป็นเช่นนี้ก็คือ

1. การเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ นั้น ส่งเสริมการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่ม และส่งเสริมการเรียนรู้โดยการประกอบกิจกรรม นอกจากนั้นชุดการสอนในศูนย์กิจกรรมก็ช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จทุกคน

2. การเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ นั้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น รู้จักตัดสินใจด้วยตนเอง รู้จักทำงานร่วมกันเป็นหมู่ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบในหน้าที่ จึงทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพมาก เพราะนักเรียน

สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันได้ จึงก่อให้เกิดผลของการเรียนรู้ที่มีคุณภาพตามมา

3. การเรียนแบบศูนย์การเรียน ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ เพราะนักเรียนได้มีโอกาสประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง และมีสื่อการสอนหลายๆ ชนิดที่เร้าความสนใจให้อยากเรียน

4. การเรียนแบบศูนย์การเรียน ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความก้าวหน้าและข้อบกพร่องของตนเองได้อย่างชัดเจน จึงทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องได้ดียิ่งขึ้น

5. การเรียนแบบศูนย์การเรียน เป็นวิธีการเรียนแบบใหม่ที่แตกต่างกันไปจากการสอนของครูตามปกติ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนมากขึ้น

เมื่อพิจารณาผลของการวิจัยนี้ เปรียบเทียบกับผลการวิจัยของคนอื่นๆ ในโครงการเดียวกัน ซึ่งทำการทดลองวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 วิชาภูมิศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 และวิชาภาษาอังกฤษ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วผลที่ได้ก็ออกมาในทำนองเดียวกัน จึงเป็นข้อยืนยันได้อย่างแน่ชัดว่า ศูนย์การเรียนที่ใช้การวิเคราะห์ระบบให้ผลดีกว่าศูนย์การเรียนที่ไม่ใช้การวิเคราะห์ระบบ

ในการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้นั้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่าความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01* แสดงให้เห็นว่า การเรียนจากศูนย์การเรียนที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ ช่วยให้นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าการเรียนจากศูนย์การเรียนที่สร้างขึ้นโดยไม่ได้นำวิธีวิเคราะห์ระบบ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สเปียร์ (Spears, 1973: 4680 - A)

ข้อเสนอแนะ

1. การสร้างศูนย์กิจกรรมในศูนย์การเรียนนั้น ควรทำเป็นระบบตั้งแต่ จุดประสงค์ เนื้อหา วิธีสอน สื่อการสอนและการประเมินผล และมีการนำออกทดลองใช้จนเป็นที่เชื่อถือได้แล้ว จึงค่อยนำออกไปใช้จริง

2. ก่อนที่จะให้ครูโดยทั่วไปควบคุมการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้ นั้น ควรมีการอบรมครูให้รู้จักวิธีการเรียนรู้แบบศูนย์การเรียนรู้ และการผลิตศูนย์กิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การจัดศูนย์กิจกรรมในศูนย์การเรียนรู้ ควรคำนึงถึงความประหยัดและการใช้อุปกรณ์ให้คุ้มค่า โดยรวมเอาเนื้อหาที่คล้ายคลึงกันมาไว้ด้วยกัน เพื่อจะได้ใช้อุปกรณ์ด้วยกันได้

4. ก่อนสร้างศูนย์กิจกรรมในศูนย์การเรียนรู้ นั้น ต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการใช้ให้มาก ต้องระวังไม่บรรจุเนื้อหาให้มากเกินไปในศูนย์กิจกรรม และคำนึงถึงการเรียนรู้โดยการกระทำกิจกรรมให้มาก

5. การผลิตศูนย์กิจกรรมในศูนย์การเรียนรู้ ควรคำนึงถึงสภาพของท้องถิ่นให้มากที่สุด เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์จากวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น และนักเรียนได้มีโอกาสสัมผัสกับสิ่งที่แวดล้อมตัวเขา ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่า

ဘဏ္ဍာရန်ကုန်

บรรณานุกรม

เกษม บุญส่ง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นม.ศ. 1 โดยใช้สไลด์บรรยายประกอบเสียงก๊วยเทปอัดในมิตกับสไลด์ที่ครูบรรยายประกอบ ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2517 , 63 หน้า .

จรรยา สุวรรณทัต " การวิจัยผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยระดับชั้นต่างๆ " วารสารการวิจัยทางการศึกษา เล่มที่ 3 , 2516 , 55 หน้า .

จัญญะ วงศ์ายัณห์ "เทคโนโลยีทางการศึกษา" ประมวลบทความนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา โรงพิมพ์คุรุสภา 2515 , 250 หน้า .

จำนง พรายแย้มแซ แบบฝึกหัดเสริมทักษะวิทยาศาสตร์ ม.ศ. 2 ไทยวัฒนาพานิชย์ 2516 , 200 หน้า .

ชวาล แพร่กกุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิชย์ , 2515 . 433 หน้า

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ "ศูนย์การเรียนรู้ - แนวทางใหม่สำหรับการปฏิรูประบบห้องเรียน" เทคโนโลยีทางการศึกษา เล่ม 1 , 2518 , 73 หน้า .

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ "แนวความคิดการจึกระบบพัฒนาหลักสูตรและการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้" วารสารครูศาสตร์ 5 : 29-31 , 2517 .

ชาญชัย อินทรสุนานนท์ การสร้างชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ศึกษาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2519 , 335 หน้า .

ฐลี ชัยพิพัฒน์ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไทยวัฒนาพานิชย์ 2518 , 307 หน้า .

ฐลี ชัยพิพัฒน์ สรุปและแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ชั้น ม.ศ. 2 ไทยวัฒนาพานิชย์ 2517 , 234 หน้า .

ฐิติพ อ่อนโคกสูง วิธีสอนสิ่งแรกที่ควรปฏิบัติ ศรีนครินทร์สาร 2 : 34-36 , ตุลาคม 2517 .

✓ไชยยศ เรืองสุวรรณและเรึงลักษณ์ โรจนพันธ์ หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพญโลก 2518 , 126 หน้า .

ทองเคื่อน พิศาลบุตร ปฐมนิเทศทางการศึกษา โรงพิมพ์วรพากย์พินิจ 2514, 342-หน้า.

ทัศนาศ เทียนเสมอ "กระบวนการเรียนรู้โดยการทำงานเป็นกลุ่ม" วารสารครูศาสตร์ 31:5-6 , สิงหาคม , 2515.

นิพนธ์ ศุขปรีดี เทคโนโลยีทางการศึกษา โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีเนติศึกษา 2518, 166 หน้า.

บรรจง ชูสกุลชาติ "ทำไมจึงต้องปฏิรูปการศึกษา" วิทยจารย์ 1:20 , มกราคม-มีนาคม , 2518

บัณฑิต กลิ่นเกษร การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ป.กศ. ชั้นที่เรียนโดยครูสอนตามปกติและที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง ปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 50 หน้า.

* บุญเรือง ศุภกรัยวรพงศ์ การศึกษาประสิทธิภาพชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับความเป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลาง ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519 , 169 หน้า.

ประกาศรี วัฒนพันธ์ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อประสมอย่างมีแบบแผนและการใช้สื่อประสมอย่างอิสระในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518 , 59 หน้า.

✓ ประหยัค จิระวรพงศ์ การศึกษาประสิทธิภาพชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 วิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับความเป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลาง ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519 , 55 หน้า.

- ✧ **ปรัชญา** ใจสะอาด การสร้างชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้วิชาภูมิศาสตร์
ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลง
กรณมหาวิทยาลัย 2519 , 237 หน้า.
- ปรัชญา** คุณวัลลี การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้
แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยา
ลัยวิชาการศึกษา 2515 , 140 หน้า.
- เป็รื่อง** กุมท การสักรังวัลศประกอบการหลักสูตรเพื่อการเรียนด้วยตนเองโดยวิธีวิเคราะห์
ระบบ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2518 .
- ✧ **ไพญลย์** เปาณิล การศึกษาประสิทธิภาพชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
วิชาภาษาไทยที่สร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับความเป็นอยู่และปัญหา
ชนบทภาคกลาง วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2519 , 109 หน้า.
- ✧ **ไพศาล** สมกิจศิริ การศึกษาประสิทธิภาพชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 2 วิชาสังคมศึกษาที่สร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับความเป็นอยู่
กับปัญหาชนบทภาคกลาง วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ 2519 , 67 หน้า.
- ละออ** เล็งปรัชญา การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติวิทยาศาสตร์ในการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2519, 31 หน้า.
- วนิดา** นิยมเสมอ การสอนชีววิทยาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในห้องเรียนแบบศูนย์
การเรียนรู้ วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย 2516, 74 หน้า.
- ✧ **สาโรจน์** แพร่งยัง การศึกษาประสิทธิภาพชุดการสอนประกอบหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่
2 วิชาภาษาไทยที่สร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์ระบบให้สัมพันธ์กับความเป็นอยู่และ
ปัญหาชนบทภาคกลาง วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนคริน
ทรวิโรฒ 2519 , 162 หน้า.

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ การปฏิรูปการศึกษา สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
2517 , 102 หน้า (เอกสารโรเนียว) .

✓ แสงอรุณ โปร่งทุระ ประสิทธิภาพทางการสอนวิชาสังคมศึกษาในห้องเรียนแบบศูนย์
การเรียนและห้องเรียนแบบธรรมชาติในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518 , 86 หน้า.

อรพินท์ หินวิฑา การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ที่โรงเรียน
ตราดสรเสรี จังหวัดตราด ปีการศึกษา 2511 โดยใช้และไม่ใช้อุปกรณ์
ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษา 2512, 116 หน้า.

อุษณีย์ พลอยแก้ว การทดลองสอนแบบผสมที่ช่วยในการพัฒนาบุคลิกภาพในด้านการรับ
รู้และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1
ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518 ,
43 หน้า.

Combs, Babasa Jean, "A Study of a Systems Analysis approach to
the development of college health instructional programs",
Dissertation Abstracts February 1966, Vol.36, No.8,
P. 4975 - A

Dutton, Sgerman S., "A experimental study in the Fourth Grade ",
Dissertation Abstracts , 24 : 2382 , December , 1963.

Edney, P.J. , A System Analysis of Training, Pitman Publishing ,
1972 , 257 pp.

Eissele, James E., Systematic Planning of Curriculum and Instruc-
tion, Education Technology , July, 1973, p. 9-12.

Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table , Educational Testing Service
princeton, New Jersey, 1952, 32 pp.

Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Educa-
tion , McGraw - Hill Book Co., New York, 1966, 446 pp.

- Garrette, Henry E., Statistics in Psychology and Education ,
Bombay, Vakil, Feffer and Simons Private Ltd., 1966, 491pp.
- Gerlach, Vernon and Ely , Donald P. , Teaching and Media , Pren-
tice Hall, Inc. ; Englewood Clifts, New Jersey , 1971 ,
392 pp.
- Gullikson, Harold.; Theory of Mental test , John Willy and Sons,
Inc., New York, 1967, 486pp.
- Herbert, Kohl R., The Open Classroom , London Redwood Press Ltd.,
1969 , p. 20 - 45.
- John, Kenneth W., " A Comparison of Two Method of Teaching Eight
Grade General Science ", Dissertation Abstracts , 1966.
- Akalin, Kemalettin., " A Systems Approach to the Analysis of the
Teacher Supply Problem in Turkish Secondary Education "
Dissertation Abstracts , 1974 , p. 3683 .
- Kenedy, Thomas G., and Robert, A. Humphrey, " Effect of the Systems
Approach on changing Preservice Teacher Attitudes, Toward
Selected Instructional Design Factors ", The Journal of
Education Research, Vol. 64, No. 8, 1971, p. 364-369 .
- Owens, I.H., " Ability to Recognize and Apply Scientific Principle
in New Situstion in High School Biology and Chemistry ",
Science Education, 35 : 207-213, October, 1957.
- / Robert, Henry W., " Relationship of Learning Center Experience to
change Attitude and Achivement to Girls and Boys ",
Dissertation Abstracts, Vol. 34, No. 1, 1973, p. 216.

Spears, Carl Duey, " A Comparative Analysis of an Adult Learning Center and a formal Adult Education Program with Reference to selected Variables, Dissertation Abstracts, Vol. 34, p. 4680 - A, 1974.

Shavelson, R. J. and Munger, M.R., " Individualized Instruction " A System Approach , Lockheed Missiles and space Company , Sunnyvale, California, 1971, 153 pp.

Tailor, Fred A., " Learning Centers " School and Community , 1972, p; 23

Tracy, William R., Designing Training Development Systems, American Management Association, Inc., U.S.A. , 1971, 432 pp.

Winer, B.J., Statistical Principle in experimental Design, McGraw-Hill Book Co., New York, 1971, 907 pp.

Ziegler, Robert J., " Changing out Instructional Change " Teachers Vol. 94, No. 5, Jan, 1974, 120 pp.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 50 ข้อให้เวลาทำเพียง 35 นาทีเท่านั้น
2. คำถามแต่ละข้อให้เลือก 4 คำตอบ ตามหัวข้อ ก. ข. ค. และ ง. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เมื่อใดก็ตามที่ตอบแล้วให้กาเครื่องหมาย + ทับตัวอักษรในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง ข้อ (0) น้ำตาลทรายได้จากพืชอะไร ?

ก. มะพร้าว

ข. คาล

ค. สาหร่าย

ง. อ้อย

ข้อนี้ต้องตอบข้อ ง. จึงกาเครื่องหมายในกระดาษคำตอบดังนี้

(0) ก. ข. ค. ~~ง.~~

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบในข้อใด * ในข้อที่ไม่ต้องการ เช่นต้องการเปลี่ยนจากข้อ ง. เป็น ข.

(0) ก. ~~ข.~~ ค. *

4. จงระวังขีดคำตอบให้ตรงกับคำถามเสมอ

5. โปรดอย่าเขียนสิ่งใดๆ ลงในกระดาษคำถามเป็นอันขาด .

ขอให้นักเรียนทุกคนจงโชคดี

ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 ข้อ เวลา 40 นาที

1. พืชใดรากชนิดโคกอาหาร?

ก. รากแก้ว

ข. รากกิ่ง

ค. รากขนอ่อน

ง. รากฝอย

2. รากสามัญเป็นรากที่งอกจากส่วนใดของพืชโดยตรง?

ก. ลำต้น

ข. เมล็ด

ค. ขอ

ง. ใบ

3. ถ้ากล้วยไม้ไม่มีนวมหมรากจะเป็นเช่นใด?

ก. หายใจไม่ได้

ข. สังเคราะห์แสงไม่ได้

ค. รับประทานอาหารไม่ได้

ง. คายน้ำไม่ได้

4. ข้อใดคล้ายกับขบวนการออสโมซิส?

ก. การซึมซาบแสง

ข. การละลายของเงินสี

ค. การไหลของน้ำผ่านเยื่อ

ง. การไหลซึมของปุ๋ยลงสู่ดิน

5. รากของพืชในข้อใดที่ไม่มีหมราก?

ก. บัว

ข. มันเทศ

ค. พริกไทย

ง. สตรอเบอร์รี่

6. ข้อใดที่ไม่เป็นเยื่อเอมิเพอมีเบล เมมเบรน?

ก. เยื่อชั้นในของเปลือกไข่

ข. กระเพาะปัสสาวะ

ค. กระดาษแก้ว

ง. เยื่อชั้นนอกของเปลือกไข่

7. ข้อใดกล่าวผิดความจริง?

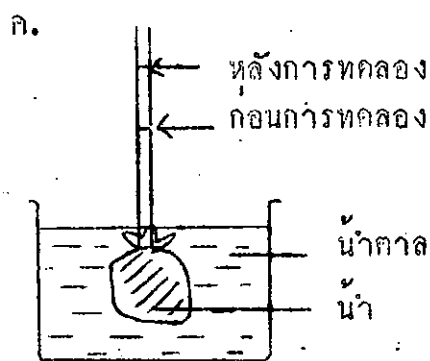
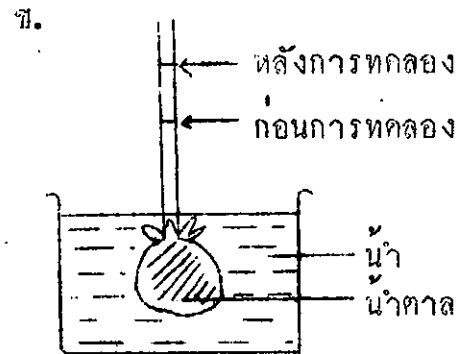
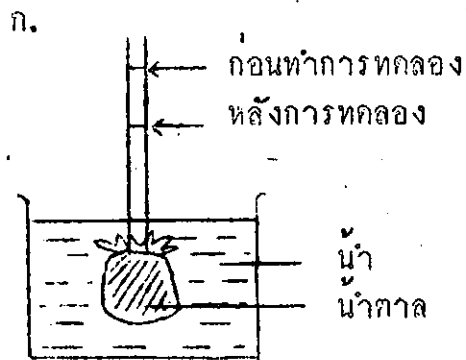
ก. ข้าวโพดมีรากลำต้น

ข. อ้อยใช้รากขยายพันธุ์

ค. โกงกางใช้รากหายใจ

ง. รากไทร เป็นรากวิสามัญ

8. รูปการทดลองข้อใดที่แสดงออสโมซิสที่ถูกต้อง?



ง. ผิดทุกข้อ

9. เรามีข้อสังเกตได้อย่างไรว่ามันฝรั่งเป็นลำต้น?

ก. มีข้อและปล้อง

ข. เมื่อนำทุบจะเห็นวงปีไ้ชัด

ค. มีตาอยู่ตามผิวรอบๆ หัว

ง. มีแกนแข็งอยู่ตรงกลางหัว

10. ลายไม้ ที่ช่วยให้เครื่องตกแต่งบ้านมองดูสวยงามนั้น ควร เป็นส่วนใดของลำต้น?

ก. แกน

ข. กระพี้

ค. วงปี

ง. ทั้ง ก และ ค

11. ถ้าต้นไม้ไม่มีกระพี้จะเป็นเช่นใด?

ก. ไม่มีการปรุงอาหาร

ข. ไม่มีวงปี

ค. ไม่มีการคายน้ำ

ง. ไม่มีการหายใจ

12. พืชชนิดใดนิยมขยายพันธุ์โดยการตอน?

ก. เงาะ

ข. อ้อย

ค. ปาล์ม

ง. ยางพารา

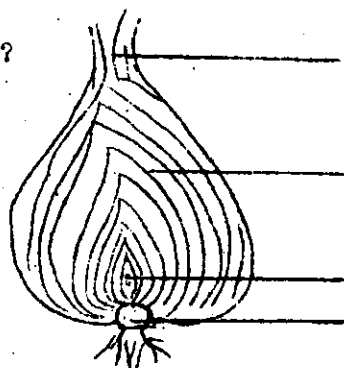
13. ส่วนใดเป็นส่วนสำคัญของกลิ่นหอม?

ก.

ข.

ค.

ง.



14. ลำต้นของกระบองเพชร เปรียบได้กับอะไร?

ก. หองน้ำ

ข. หองครัว

ค. หองสวม

ง. หองนอน

15. ข้อใดรัคอยู่ในพวกเดียวกับข้าวโพด?

ก. หมาก - อ้อย

ข. กลวย - พุทรา

ค. อ้อย - มะละกอ

ง. มะพร้าว - มะม่วง

16. ถ้าหอมไม่มีใบเกล็ดกลจะ เป็นเช่นใด?

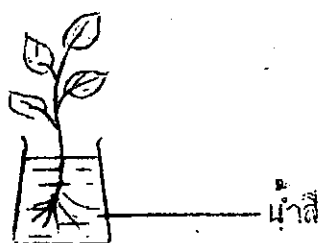
ก. ไม่มีการเก็บสะสมอาหาร

ข. ไม่มีการปรุงอาหาร

ค. ไม่มีการสะสมน้ำ

ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ

กัณธี จงใช้ภาพข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 17 - 18



17. การทดลองนี้ควรใช้พืชอะไร?

ก. ต้นพริก

ข. ต้นผักบุ้ง

ค. คณัมัทกระสัง

ง. คณัมัทกาค

18. ถ้าใช้คณัมะเชื้อแทนผลจะเป็นเช่นใด?

ก. คณัมะเชื้อจะไม่ถูกน้ำ

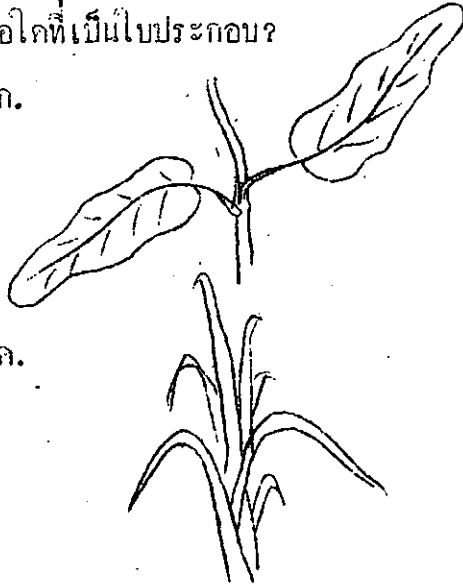
ข. คณัมะเชื้อจะตายทันที

ค. เราจะมองเห็นปฏิกิริยาได้ชัดเจนขึ้น

ง. เราจะมองไม่เห็นปฏิกิริยา

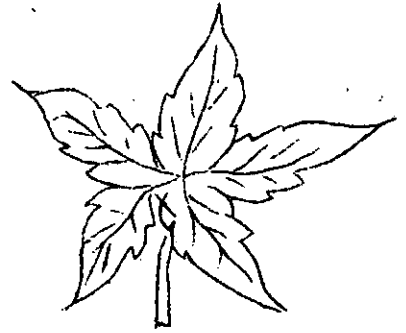
19. ใบข้อใดที่เป็นใบประกอบ?

ก.



ค.

ข.



ง.



20. ใบของพืชโดยทั่วๆ ไปเราแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ?

ก. ใบเลี้ยงคู่ - ใบเลี้ยงเดี่ยว

ข. ใบกาบ - ใบเกล็ด

ค. ใบเดี่ยว - ใบประกอบ

ง. ใบคอก - ใบเลี้ยง

21. ถ้าเกิดใบเลี้ยงของก้นก่อนถึงผลจะเป็นเช่นใด?

ก. จะตายทันที

ข. จะเจริญเติบโต

ค. จะคอยให้ยาวลง

ง. จะไม่เจริญขึ้นเลย

22. ใบไม้ช่วยให้เกิดความสัมพันธ์ทางธรรมชาติในต้นไม้มากที่สุด?

ก. ช่วยรักษาความชื้นในของอากาศ

ข. ช่วยทำให้เกิดฝน

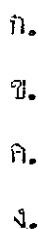
ค. ช่วยป้องกันไม่ให้กินซากใบ

ง. ช่วยเพิ่มออกซิเจนและลดคาร์บอนไดออกไซด์

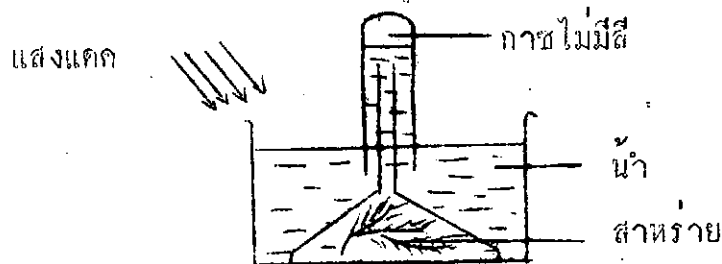
23. ถ้าเราพักผ่อนอยู่ใต้ต้นไม้ในเวลากลางวัน จะรู้สึกสดชื่นเพราะเหตุใด?

- ก. ไครับไอน้ำที่ใบคายออกมา ข. ไครับออกซิเจนบริสุทธิ์
ค. ไครับลมเย็นตลอดเวลา ง. ใบไม้หายใจแสงแดด

24. จากภาพส่วนใดคือเขตลุ่ม?



คำชี้แจง ใ้ภาพการทดลองทางล่างนี้ตอบคำถามข้อ 25 - 27



25. จากภาพนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับอะไร ?

- ก. การฉายน้ำทองคานในรูปไอฝ้า ข. การสังเคราะห์แสงของคายออกมิเจม
ค. การหายใจทองคานลาร์บอไมโคออกไซค์ ง. การออสมิสิสต้องมีการเกิดขึ้น

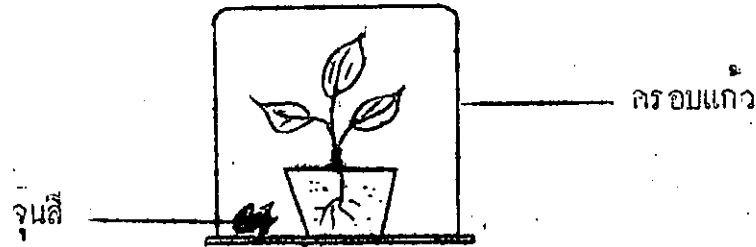
26. ถ้าเขาเกรงมือนี้ไปวางไว้ในห้องมืด ผลจะเป็นเช่นใด?

- ก. ผลการทดลองเกินกว่า
ข. จะไม่มีการเกิดขึ้น
ค. จะไม่มีการออกซิเจนเกิดขึ้น
ง. ต้องเพิ่มออกซิเจนเข้าไปมาก

27. ถ้าให้น้ำมันที่แทนน้ำ ผลจะเป็นเช่นใด?

- ก. ต้องลดความร้อลง ข. ต้องใช้ความร้อช่วย
- ค. ต้องทดลองในห้องมีค ง. จะไม่มีออกซิเจนเกิดขึ้นในหลอดแก้ว

คำชี้แจง จงใช้ภาพข้างล่างตอบคำถามข้อ 28 - 31



28. จากภาพนี้แสดงถึงการทดลองในเรื่องใด?

ก. การหายใจ

ข. การคายน้ำ

ค. การปรุงอาหาร

ง. การระเหยของน้ำ

29. จะสังเกตการทดลองได้จากอะไร?

ก. การเหี่ยวของใบพืชในครอบแก้ว

ข. หยดน้ำที่ใบพืชในครอบแก้ว

ค. คราบน้ำมันที่ครอบแก้ว

ง. การเปลี่ยนสีของสารในครอบแก้ว

30. ต้องวางเครื่องมือนี้ที่ไหนจึงจะเกิดผล?

ก. ในห้องมืด

ข. กลางแดด

ค. ในที่ๆ มีลมโกรก

ง. ใกล้เตาไฟ

31. ข้อใดเป็นผลประโยชน์ที่เกิดจากการทดลองนี้?

ก. การรักษาความสมดุลทางธรรมชาติ

ข. การเปลี่ยนแปลงของออกซิเจน

ค. การป้องกันภัยจากน้ำท่วม

ง. การทำนาเกลือ

32. การที่เกิดน้ำท่วมแล้งโคลนคัน แต่พืชกลับตายได้เป็นเพราะเหตุใด?

ก. รากหายใจไม่ได้

ข. รากถูกน้ำไม่ทัน

ค. ออกซิเจนในดินน้อยลง

ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ

33. การหายใจ ปรุงอาหาร คายน้ำ ของพืชมีผลได้อย่างไร?

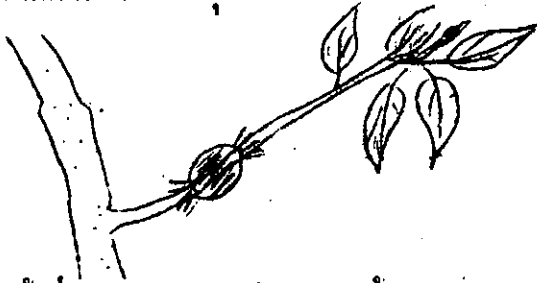
ก. มีกลางวันกลางคืน

ข. พืชและสัตว์ไม่ทำลายกัน

ค. มีแม่น้ำและภูเขา

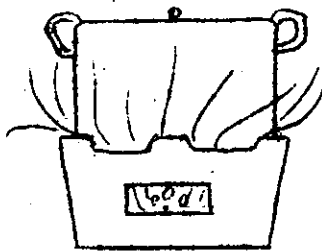
ง. มีอากาศบริสุทธิ์และชุ่มชื้น

34. จากการขยายพันธุ์พืชกิ่งภาพนี้ ถ้าใช้พืชที่ไม่มีแก่น ผลจะเป็นเช่นใด?



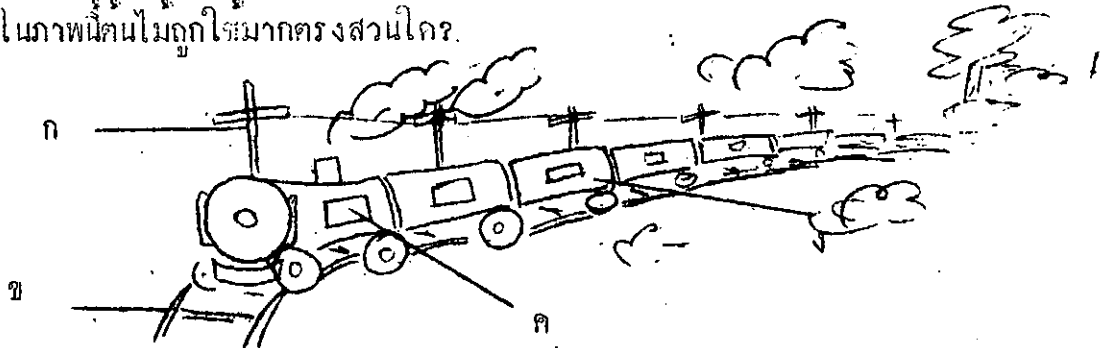
- ก. รากจะออกมาจากแก่น
- ข. กิ่งตอนจะหัก
- ค. จะไม่มีรากเกิดขึ้น
- ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ

35. หน้าทีของคลอโรพลาสต์เปรียบได้กับอะไร?



- ก. หม้อ
- ข. ไฟ
- ค. เตา
- ง. ตะหลิว

36. ในภาพนี้ต้นไม้ถูกโรมากตรงส่วนใด?



37. จากภาพในข้อ 36 ถ้าไม่มีต้นไม้ผลจะเป็นเช่นใด?

- ก. ไม่มียานพาหนะ
- ข. ไม่มีเชื้อเพลิง
- ค. มีรถยนต์มากขึ้น
- ง. มีจักรยายนต์มากขึ้น

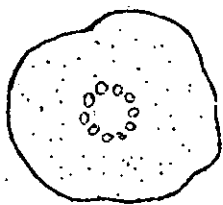
38. ลำต้นของคำดังกล่าวทำหน้าที่คล้ายส่วนใดของคน?

- ก. ท้อง
- ข. มือ
- ค. ฟัน
- ง. ปาก

39. เราจะเลือกปลูกพืชแบบใดจึงจะทำให้ลมมาก?

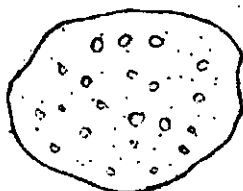
- ก. เลือกพืชที่มีรากฝอย
- ข. เลือกพืชที่มีรากใหญ่ๆ

- ก. เลือกพืชที่มีรากแก้ว
40. ถ้าปลูกพืชไว้ในที่มืดๆ พืชจะตายเพราะเหตุใด?
- ก. พืชขาดออกซิเจน
- ข. พืชขาดน้ำไม่ได้
- ค. พืชขาดแสงแดด
- ง. พืชปรุงอาหารไม่ได้
41. รากเปรียบได้กับสิ่งใด?
- ก. ใบหน้าของคน
- ข. แมกรับปรุงอาหาร
- ค. อวัยวะสืบพันธุ์
- ง. ปากของคน
42. ในการตอน วัสดุหลักที่หุ้มกิ่งตอนมีประโยชน์อย่างไร?
- ก. ป้องกันไม่ให้เกิดราก
- ข. ป้องกันไม่ให้ถูกน้ำฝน
- ค. ป้องกันไม่ให้เหี่ยวแห้ง
- ง. ป้องกันการสังเคราะห์แสง
43. รากที่งอกจากการตอนมีชื่ออย่างไร?
- ก. รากแท้
- ข. รากสามัญ
- ค. รากฝอย
- ง. รากแก้ว
44. เราจะสังเกตได้อย่างไรว่า พืชชนิดใดใช้รากเก็บอาหาร?
- ก. รากฉอม
- ข. รากโผล่เหนือดิน
- ค. รากอวน
- ง. รากยาว
45. จากภาพของลำต้นตัดขวางนี้ เป็นลำต้นของพืชใด?



- ก. อ้อย
- ข. มะพร้าว
- ค. มะม่วง
- ง. กล้วย

46. จากภาพของลำต้นตัดขวางนี้ เป็นลำต้นของพืชใด?

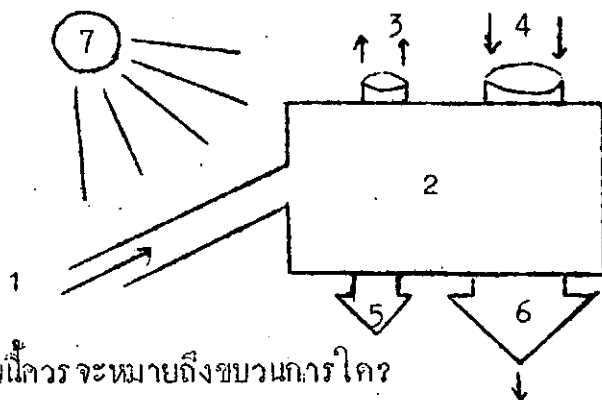


- ก. ถั่ว
- ข. ฝักกาด

ก. ขาวโพล

ง. มะเขือ

คำชี้แจง จงใช้ภาพข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 47 - 50



47. จากภาพนี้ควรจะหมายถึงขบวนการใด

ก. การหายใจ

ข. การอดสโมซิส

ค. การคายน้ำ

ง. การสังเคราะห์แสง

48. ถ้าเปรียบเทียบกับร่างกายคน หมายเลข 2 น่าจะหมายถึงสิ่งใด

ก. ปาก

ข. ท้อง

ค. จมูก

ง. ตา

49. หมายเลขใดที่มีความจำเป็นมากที่สุด

ก. 1

ข. 6

ค. 4

ง. 7

50. ถ้าไม่มีหมายเลข 6 ผลจะเป็นเช่นใด

ก. พืชจะตาย

ข. พืชจะเหี่ยวลง

ค. ต้องใช้ออกซิเจนช่วย

ง. สรุบน้ำแน่นอนไม่ได้

ตาราง 11 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อการทำแบบทดสอบ

เนื้อหา โครงสร้าง							รวม
	ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินผล	
ราก	4	6	1	-	-	-	11
ลำดับ	5	6	4	2	1	-	18
ใบ	5	9	3	3	1	-	21
รวม	14	21	8	5	2	-	50

ภาคผนวก ข

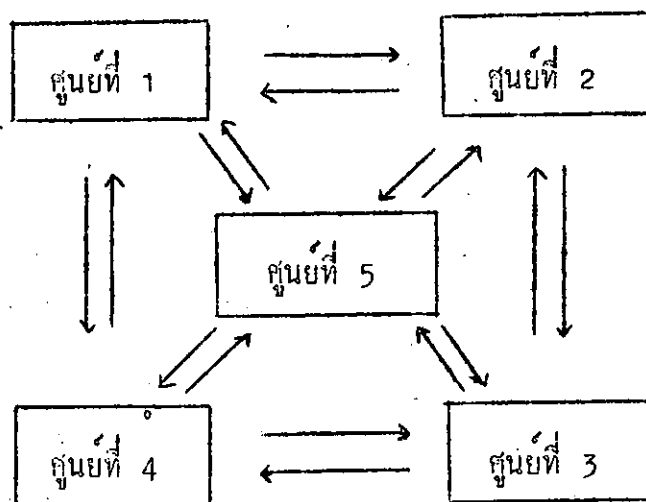
ชุดการสอนในศูนย์การเรียนรู้

คำชี้แจง

การสอนด้วยชุดการสอนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน

1. ครูจะต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ซึ่งมีได้จัดเตรียมไว้ในชุดการสอน (สิ่งที่ครูต้องเตรียม)
2. ครูจะต้องจัดชั้นเรียนตามข้อเสนอแนะที่ให้ไว้
3. ครูจะต้องศึกษาเนื้อหาที่การสอนโดยละเอียดพอสมควร และศึกษาชุดการสอนในศูนย์-
การเรียนอย่างรอบคอบ
4. ก่อนสอนครูต้องเตรียมชุดการสอนไว้บนโต๊ะประจำกลุ่มไว้อย่างเรียบร้อย โดยให้
นักเรียนแต่ละคนได้รับหนึ่งชุด เว้นแต่สื่อการสอนที่ต้องใช้ร่วมกันในกลุ่ม
5. ก่อนสอนครูต้องให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเสียก่อน โดยให้ข้อสอบที่จัดเตรียม
ไว้ให้
6. ก่อนสอนถ้าเป็นการเรียนโดยการ จัดชั้นเรียนแบบศูนย์การเรียนเป็นครั้งแรก ให้ครู
ชี้แจงให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนโดยวิธีนี้
7. การสอนแบ่งออกเป็น 3 ลำดับขั้นคือ
 - 7.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - 7.2 ขั้นเข้าสู่กิจกรรม
 - 7.3 ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล
8. เมื่อต้นที่ที่นักเรียนทุกกลุ่มประกอบกิจกรรม ครูไม่ควรพุดคั่งจนเกินควร
9. ขณะที่เด็กประกอบกิจกรรม ครูต้องเดินดูการทำงาน of นักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด
หากมีนักเรียนคนใดมีปัญหาควร เข้าไปให้ความช่วยเหลือจนปัญหานั้นคลี่คลาย
10. หากมีนักเรียนคนใดทำงานช้าจนเกินไป ครูต้องดึงออกมาทำกิจกรรมพิเศษ ึ่งเตรียม
ไว้สำหรับนักเรียนที่เรียนช้า
11. ถ้าหากนักเรียนคนใด กลุ่มใดทำงานได้เร็วจนเกินไป ครูต้องเตรียมกิจกรรมพิเศษไว้
เพื่อช่วยทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม

12. การ เปลี่ยนกลุ่มจะกระทำได้ เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มประกอบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว หรือ อย่างน้อย 2 กลุ่มก็จะเปลี่ยนกันได้เลย หรือถ้าหากว่ามีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเสร็จก่อนโดย ที่ยังไม่มียกลุ่มอื่นเสร็จ ก็ให้เปลี่ยนไปยังศูนย์สำรองทันที และเมื่อมีกลุ่มใดว่างก็ให้ละ จากกลุ่มกิจกรรมไปยังกลุ่มนั้น ดังแผนผังการ เปลี่ยนกลุ่ม



13. ก่อนบอกให้เปลี่ยนกลุ่ม ครูจะคงเน้นให้นักเรียนเก็บชุดการสอนของกลุ่มคนไว้ในสภาพ เรียบร้อย ห้ามถือคีมือไปควย ยกเว้นกระดานคำตอบของนักเรียนเองและขอให้เปลี่ยน อย่างช้าๆ เป็นระเบียบเรียบร้อย
14. การสรุปบทเรียนควรจะ เน้นกิจกรรมของทุกกลุ่มหรือตัวแทนของกลุ่มมารวมกัน
15. หลังจากการสอนเสร็จสิ้นลงเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำข้อสอบหลังการ เรียน ซึ่งเป็น ฉบับเกี่ยวกับข้อสอบก่อนการ เรียน
16. ในกรณีที่นักเรียนคนใดขาดการ เรียนในหน่วยใดหน่วยหนึ่ง ให้นักเรียนเรียนเป็นราย บุคคลจากชุดการสอนที่เตรียมไว้ โดยครูอาจแยกมาอย่างละหนึ่งชุดสำหรับนักเรียน คนนั้น
17. หลังจากให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาทุกกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ครูเก็บกระดานคำตอบของ นักเรียนไว้ในแขนของนักเรียนแต่ละคน เพื่อการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความ

กาวหนาของผู้เรียน

หมายเหตุ

- ก. กิจกรรมสำรองจะต้องเตรียมไว้ 2 ประเภท สำหรับนักเรียนที่เรียนช้าและสำหรับนักเรียนที่เรียนเร็ว อาจจะออกมาในรูปของการสอนแบบต่างๆ และชุดการสอน
- ข. ครูจะต้องให้นักเรียนรู้จักหิ้งในเกียรติ โดยไม่ลอกหรือแอบดูคำตอบในกรณีที่บทเรียนนั้นมีคำตอบเฉลยไว้
- ค. สิ่งที่ครูจะต้องเตรียมต้องกำหนดไว้ให้ละเอียด โดยเฉพาะสิ่งที่ต้องมีไว้ในชุดการสอน

บทบาทของผู้เรียน

ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงบทบาทของผู้เรียนดังต่อไปนี้

1. อ่านบัตรคำสั่งหรือคำแนะนำและปฏิบัติตามขึ้นอย่างระมัดระวัง
2. พยายามตอบคำถามหรืออภิปรายอย่างสุดความสามารถ คำถามที่ปรากฏไว้ในชุดการสอนไม่ใช่ข้อสอบ แต่เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้
3. นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติงาน อภิปรายอย่างจริงจังและไม่ชักชวนเพื่อนเพื่อชักใบให้เรือเสีย ไม่ออกนอกกลุ่มนอกทาง
4. เวลาเปลี่ยนกลุ่มขอให้จักรบัตรคำสั่งและสื่อการสอนอย่างอื่นๆ ให้เรียบร้อยเพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นมาใช้ได้ทันที ถ้าหากมีอะไรชำรุดเสียหายต้องแจ้งให้ครูทราบทันที
5. เมื่อถูกจากศูนย์กิจกรรมต้องจัดเก้าอี้ให้เรียบร้อย และเปลี่ยนไปยังอีกกลุ่มหนึ่งด้วยความเป็นระเบียบ
6. นักเรียนต้องใช้ชุดการสอนอย่างระมัดระวัง
7. เนื่องจากการทำกิจกรรมแต่ละกลุ่มมีเวลาจำกัด และต้องเปลี่ยนไปทำกลุ่มอื่นอีก นักเรียนจะต้องตั้งใจทำให้เสร็จอย่างรวดเร็ว

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. ชุดการสอนตามจำนวนกลุ่มนักเรียน
2. อุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้มีทั้งระบุไว้ในแต่ละชุดการสอน
3. ขอสอบก่อนและหลังการเรียนเพื่อทดสอบผลของการเรียนรู้ ซึ่งมีจำนวนเท่ากับนักเรียน
4. กระดาษคำตอบแบบทดสอบ จำนวน 2 เท่าของนักเรียน
5. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 6 คน
6. จัดโต๊ะศูนย์การเรียนเป็น 6 ศูนย์ โดยให้ศูนย์ที่ 6 เป็นศูนย์สำรองเพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากที่มีในศูนย์อื่น สำหรับคนหรือกลุ่มที่เรียนเร็ว
7. กระดาษจดบันทึกช่วยความจำ (เมื่อนักเรียนต้องการ)
8. กระดาษตอบแบบฝึกหัดในศูนย์กิจกรรมตามจำนวนนักเรียน
9. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำสำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่มเท่ากับจำนวนนักเรียน
10. ป้ายประจำศูนย์ 6 ป้าย

กิจกรรมก่อนการเรียนแบบศูนย์การเรียน

1. ครูให้นักเรียนเข้านั่งประจำศูนย์ตามกลุ่มที่แบ่งไว้
2. แจกแบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้นักเรียนทำ หากการเรียนครั้งนั้นเป็นครั้งแรก
3. เมื่อนักเรียนทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูเก็บกระดาษคำตอบและข้อสอบคืน
4. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนอย่างคร่าวๆ
5. ครูให้นักเรียนอ่านคำแนะนำไว้ในแต่ละศูนย์อย่างระมัดระวัง
6. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้ภาพประกอบของเนื้อหาแต่ละหน่วย

ชุดการสอนที่ 1



จาก

ชุดการสอนที่ 1 ราก

เวลา ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

เนื้อหา แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ศูนย์กิจกรรม คือ

- ศูนย์ที่ 1 ลักษณะและหน้าที่ของราก
- ศูนย์ที่ 2 ชนิดของราก
- ศูนย์ที่ 3 รูปพรรณสัณฐาน ระบบและการงอกของราก
- ศูนย์ที่ 4 การแพร่และการทดลอง
- ศูนย์ที่ 5 ขบวนการออสโมซิสและการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดการสอนเรื่อง ราก
2. รากของต้นไม้ทั้งรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่
3. รูปภาพของรากชนิดต่างๆ
4. แผนภูมิแสดงความแตกต่างระหว่างรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่
5. แผนภูมิแสดงการงอกของราก
6. ภาพแสดงลักษณะของรากขนอ่อน หมวกราก
7. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ไข่ไก่
 - 7.1 ปีกเกอร์ขนาด 250 ซี.ซี. จำนวน 2 ใบ
 - 7.2 น้ำ
 - 7.3 น้ำเชื่อม
 - 7.4 หมึกแดง
 - 7.5 กระดาษเชลโลเฟน
 - 7.6 กรวยแก้วรูปผักบัว
 - 7.7 คางคกขี้มด

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. ให้รู้จักลักษณะและการงอกของรากโดยทั่วไป
2. ให้รู้จักรากชนิดต่างๆ
3. ให้ทราบถึงหน้าที่ของรากโดยทั่วไปและหน้าที่พิเศษ
4. ให้เข้าใจถึงกระบวนการแพร่และออสโมซิส
5. ให้รู้วิธีการทดลองการแพร่และออสโมซิส

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรากได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถเขียนลักษณะของรากโดยทั่วไปได้ถูกต้อง
3. นักเรียนสามารถบอกชนิดของรากได้อย่างถูกต้อง
4. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรากปฐมภูมิและรากทุติยภูมิได้อย่างถูกต้อง
5. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรากพิเศษได้อย่างถูกต้องอย่างน้อย 5 ชนิด
6. นักเรียนสามารถบอกหน้าที่ของรากได้อย่างถูกต้อง
7. นักเรียนสามารถเขียนกระบวนการงอกของรากได้อย่างถูกต้อง
8. นักเรียนสามารถเขียนลักษณะของระบบรากแก้วและรากฝอยได้ถูกต้อง
9. นักเรียนสามารถบอกหน้าที่ของรากแก้วและรากฝอยได้ถูกต้อง
10. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของท่อน้ำเลี้ยงและท่อลำเลียงของท่อน้ำเลี้ยงในรากได้อย่างถูกต้อง
11. นักเรียนสามารถบอกลักษณะและหน้าที่ของรากขนอ่อนได้อย่างถูกต้อง
12. นักเรียนสามารถทำการทดลองการแพร่และกระบวนการออสโมซิสได้อย่างถูกต้อง
13. นักเรียนสามารถเขียนสรุปผลที่เกิดจากการแพร่และออสโมซิสได้ถูกต้อง
14. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของรากได้อย่างน้อย 3 ข้อ
15. นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ได้อย่างถูกต้อง

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ดูภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. สังเกตลักษณะของรากพืชจากรากที่มีให้ในศูนย์
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบของนักเรียน
5. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
6. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอากระดาษคำตอบไปด้วยทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนศูนย์ .

0000000000000

ราก

หน่วยที่ 1
 ดูนัยที่ 1

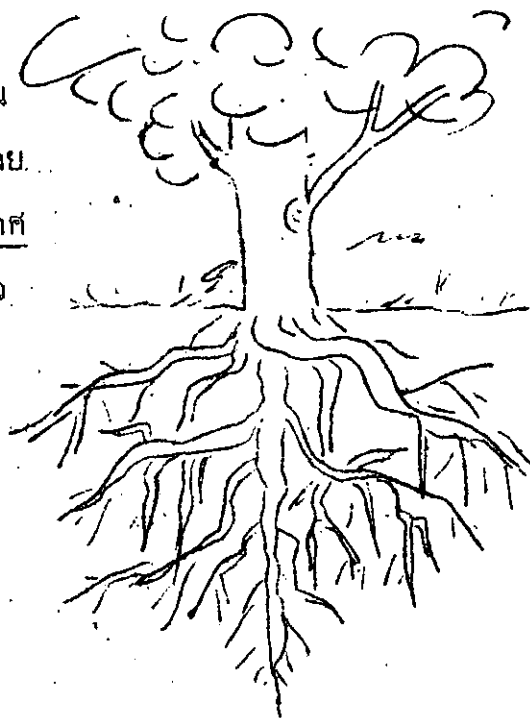
ลักษณะของราก

ราก คือ อวัยวะหรือส่วนของพืชซึ่งโดยมากมักเจริญงอกลงสู่ใต้ดินตามแรงดึงดูดของโลก เพื่อกูดอาหารและยึดลำต้น เมื่อรากเจริญงอกลงไปในดินแล้วก็จะแตกแขนงออกไปมากมาย

รากของพืชบางอย่างอาจไม่ลงสู่ใต้ดิน แต่หอบแขวนหรืออาศัยเกาะพันกับสิ่งอื่นคล้ายกับลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเรียกว่า รากอากาศ รากอากาศของพืชบางอย่างอาจจะมีสีเขียว แต่รากพืชโดยทั่วๆ ไปมักไม่มีสีเขียว

ลักษณะของรากโดยทั่วๆ ไป คือ

1. งอกลงสู่ดิน
2. ไม่มีข้อหรือปล้อง
3. มี หมวกราก



หมวกราก

หน้าที่ของราก

รากมีหน้าที่ที่สำคัญอย่างยิ่ง 2 ประการคือ

1. ดูด น้ำและเกลือแร่ต่างๆ ที่เป็นสารละลายอยู่ในดิน แล้งลำเลียงขึ้นไปยังส่วนอื่นของพืช ซึ่งส่วนมากจะขึ้นไปทึ่ใบโดยผ่านทางลำต้นหรือกิ่ง

2. ยึด พื้นดินเพื่อพยุงและค้ำจุนลำต้นเอาไว้

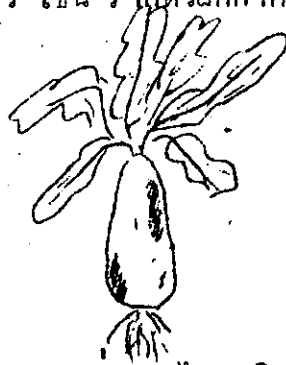
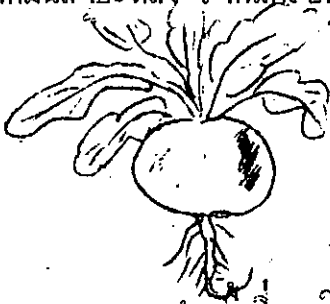
นอกจากนั้น รากยังมีหน้าที่อื่นๆ อีกคือ

3. ช่วยลำเลียง ส่งอาหาร น้ำ เกลือแร่ ไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ของพืช

4. หน้าที่พิเศษ ซึ่งได้แก่

1. เลื้อยคลานหรือยึดเกาะ เพื่อพยุงลำต้นให้ขึ้นไปสู่ที่สูงได้ เช่น รากพญู พริกไทย รากกล้วยไม้บางชนิด ฯลฯ

2. เก็บสะสมอาหาร รากที่ทำหน้าที่แบบนี้จะต้องมีลักษณะพองเป็นหัว และอวบอ้วน เพราะเก็บสะสมอาหารเอาไว้ เช่น รากหัวผักกาด รากมันเทศ รากมันสำปะหลัง รากแคร์รอต ฯลฯ



3. ทำหน้าที่หายใจ ส่วนมากรากจะอยู่ขนานไปกับผิวดินหรือน้ำ แล้วขับถ่ายรากขึ้นมาเพื่อหายใจ เช่น รากผักกระเฉด รากแพลงพวน ปลายรากของกล้วยไม้ ฯลฯ

4. ทำหน้าที่ค้ำจุนลำต้น ส่วนมากจะมีรากอยู่เหนือพื้นดิน เป็นรากอากาศนั่นเอง รากชนิดนี้จะแตกออกจากข้อของลำต้นแล้วพุ่งทะแยงลงสู่ดิน เพื่อ

5. ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง รากที่ทำหน้าที่แบบนี้จะมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์อยู่ จึงสามารถสร้างอาหารได้เอง เช่น รากกล้วยไม้ รากไทร ฯลฯ
6. เป็นทางลำเลียงของน้ำและเกลือแร่จากดินไปสู่ลำต้น
7. เป็นทางลำเลียงของอาหารสำเร็จจากลำต้น

แบบฝึกหัดท้ายหน่วย

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เหตุใดรากจึงงอกลงสู่ดิน?

ก. เพื่อคูดอาหาร	ข. เพื่อยึดลำต้น
ค. เพราะโลกออกแรงดึงดูด	ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ
2. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของราก?

ก. มีหมวกราก	ข. มีข้อและปล้อง
ค. งอกลง	ง. มีรากขนอ่อน
3. รากผอมทำหน้าที่อย่างไร?

ก. เก็บอาหาร	ข. สะสมน้ำ
ค. ยึดลำต้น	ง. คุมน้ำจากบนดิน
4. รากในข้อใดที่ต่างพวกออกไป?

ก. โกงกาง	ข. ลำเจียก
ค. กาฝาก	ง. ไทร

5. ผู้ที่มีรากทองเป็นตัวแทนเก็บอาหารคือข้อใด?

ก. มันฝรั่ง

ข. ชিং

ค. มันสำปะหลัง

ง. กลวย

???????

บัตร คำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ดูภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
4. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
5. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอา
กระดาษคำตอบไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ .

000000000000

ราก

หน่วยที่ 1

ตอนที่ 2

ราก คือ ส่วนของพืชที่โดยมากมักเจริญงอกลงสู่ใต้ดินตามแรงดึงดูดของโลก.

ชนิดของราก จำแนกออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. รากปฐมภูมิ เป็นรากที่มีกำเนิดและเจริญเติบโตมาจาก เมสลิส รากชนิดนี้จะพุ่งคืบลงสู่ใต้ดินเรื่อยไป ตอนโคนจะโตแล้วค่อยๆ เรียวเล็กไปถึงปลาย หน้าที่ส่วนใหญ่สำหรับเป็นหลักรับส่วนอื่นๆ ของพืชให้ทรงตัวอยู่ได้ จึงเรียกกันทั่วๆ ไปว่า รากแก้ว

2. รากทุติยภูมิ เป็นรากที่เจริญเติบโตออกมาจากรากแก้ว เรียก รากแขนง มักจะงอกเอียงลงไปในดินจนเกือบขนานไปกับผิวดิน รากชนิดนี้จะแตกแขนงออกไปเป็นทอดๆ ใต้อีกเรื่อยๆ ส่วนมากเรามักจะเรียกรากแขนงอันแรกที่แตกจากรากแก้วว่า รากกิ่ง และรากที่แตกจากรากกิ่งจึงจะเรียกว่า รากแขนง

ทั้งรากปฐมภูมิและรากทุติยภูมิเรียกรวมกันว่า รากสามัญ

3. รากวิสามัญ เป็นรากที่มีได้มีกำเนิดมาจากเมสลิส แต่ก็ไม่ได้เป็นแขนงของรากปฐมภูมิด้วย รากชนิดนี้อาจแตกออกจากโคนต้นของพืช ตามข้อของลำต้นหรือกิ่ง (เช่นรากไทร) ตามใบ (เช่นรากของต้นค้ายใบเป็น) ดังนั้นส่วนใหญ่ของรากวิสามัญจึงเป็นรากอากาศด้วย ซึ่งแยกออกได้เป็น

3.1 รากฝอย เป็นรากเส้นเล็กๆ มากมายขนาดโตสม่ำเสมอกัน งอกออกจากรอบๆ โคนต้นแทนรากแก้วที่ผุเสียไป พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่ เช่น รากข้าว ข้าวโพด หนุ่ย หนาก มะพร้าว กระชาย และพบในพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด เช่น รากต้อยติ่ง มันเทศ มันแกว มันสำปะหลัง รักเร่ ถั่วพู ฯลฯ



3.2 รากลำต้น เป็นรากที่แตกออกจากข้อของลำต้น ที่อยู่ใต้ดินและเหนือดินขึ้นมาเล็กน้อย แล้วพุ่งทะแยงลงไป ในดินเพื่อช่วยพยุงลำต้นเอาไว้ไม่ให้ล้มง่าย เช่น รากเตย ขาวโปก ลำเจียก ยางอินเคีย ไทรย้อย โกงกาง ฯลฯ



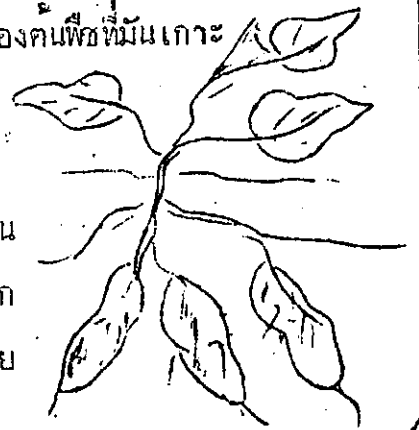
3.3 รากเกาะ เป็นรากที่มักแตกออกมาข้อของลำต้น แล้วมาเกาะตามหลักหรือ เสา เพื่อพยุงลำต้นให้ติดแน่นและชูลำต้นขึ้นที่สูง เช่น รากพลู พญาก้าง พริกไทย กล้วยไม้ และไม้เลื้อยบางชนิด

3.4 รากสังเคราะห์แสง เป็นรากที่แตกออกจากข้อของลำต้นหรือกิ่ง แล้วห้อยลง มาในอากาศ มีสีเขียวของคลอโรฟิลล์จึงทำหน้าที่สังเคราะห์แสงได้ เช่น รากกล้วยไม้ ไทร โกงกาง กร่าง รากกล้วยไม้นั้นยังมีเปลือกพิเศษ นุ่ม คล้ายฟองน้ำซึ่งเรียกว่า นาม หมออยู่ขอบนอกของรากสำหรับทำหน้าที่ช่วยดูดน้ำ ความชื้น เก็บน้ำ และหายใจ

3.5 รากหายใจหรือรากหนอย เป็นรากที่แตกแขนงออกจากรากใหญ่ที่แทง ลงไปในดินอีกทีหนึ่ง แต่แทนที่จะงอกลงไปใ้ดินกลับชูปลายขึ้นมาเหนือพื้นดินหรือผิวน้ำ เช่น รากลำพู แสม แพงพวยน้ำ โกงกาง ตึกกระเจด ฯลฯ

3.6 รากกาฝาก เป็นรากของพืชที่เป็น พาราสิต ไปเกาะพืชชนิดอื่นเพื่อแย่ง อาหาร เช่น รากกาฝาก ซึ่งพืชพวกนี้ถึงแม้ใบจะเป็นสีเขียว แต่ก็ยังคงเป็นพาราสิต เกาะกินพืชอื่นๆ รากของมันจะแทงลงไปถึงท่อลำเลียงอาหารของต้นไม้ที่มันเกาะ

3.7 รากหัว เป็นรากที่มีหน้าที่เก็บสะสมอาหารจำพวก แป้ง น้ำตาลหรือโปรตีนเอาไว้เป็นจำนวนมากจนมีรูปร่างอวบ อ้วนขึ้นมา มีทั้งที่เป็นรากหัวที่เปลี่ยนแปลงมาจากรากแก้ว เช่น หัวผักกาด หัวแครอท บีท ฯลฯ และรากหัวที่เปลี่ยนมาจากราก ฝอย เช่น รากมันสำปะหลัง รักเร่ มันแกว ถั่วต่างๆ กระชาย เป็นต้น



แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 1

ศูนย์ที่ 2

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้อง

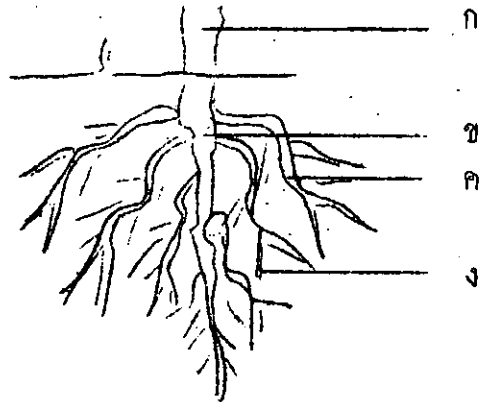
1. จากภาพข้อใดคือรากแก้ว?

ก.

ข.

ค.

ง.



2. รากกล้วยไม้เป็นรากแบบเดียวกับข้อใด?

ก. ไทร

ข. โกงกาง

ค. เศรษฐี

ง. กล้วย

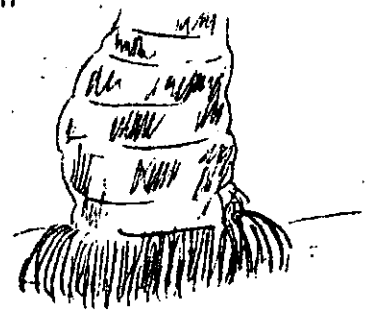
3. จากภาพเป็นรากชนิดใด?

ก. รากค้ำจุน

ข. รากหายใจ

ค. รากฝอย

ง. รากอากาศ



4. รากในข้อใดที่ต่างพวกออกไป?

ก. ข้าว

ข. พญา

ค. มะพร้าว

ง. มะละกอ

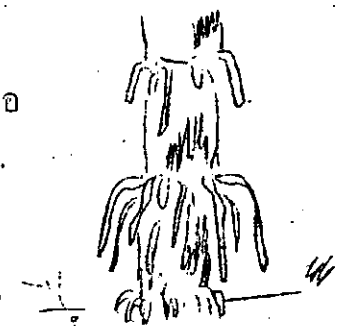
5. จากภาพเป็นรากชนิดใด?

ก. รากค้ำจุน

ข. รากหายใจ

ค. รากฝอย

ง. รากเกาะ



บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ดูภาพประกอบ เนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ศึกษารายละเอียดจากแผนภูมิที่มีอยู่อย่างละเอียดและให้เข้าใจ
4. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
5. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
6. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอกสารคำตอบไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ .

๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐

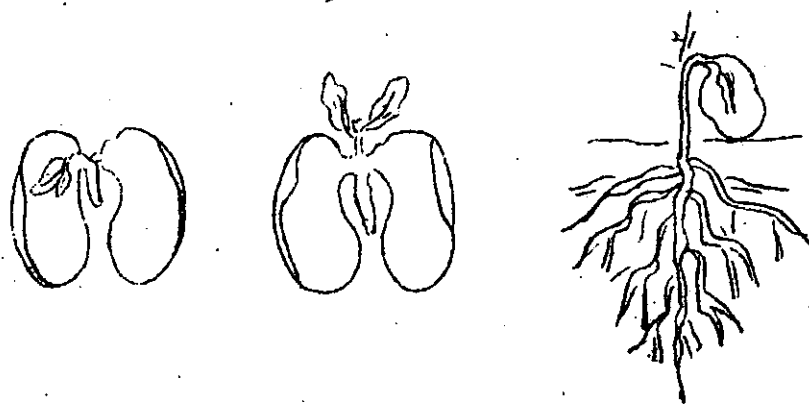
ราก

หน่วยที่ 1
ตอนที่ 3

ราก คือ ส่วนของพืชที่งอกลงสู่ดินตามแรงดึงดูดของโลก เพื่อดูดอาหารและยึดลำต้น

รูปพรรณสัณฐานของราก

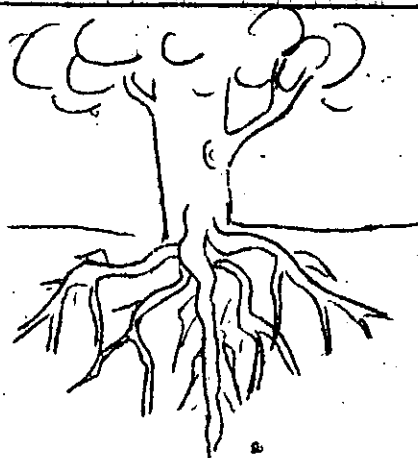
เมื่อเราเอาเมล็ดพืชมาเพาะ จะพบว่าสิ่งแรกที่โผล่พ้นเปลือกหุ้มเมล็ดออกมาคือ ราก ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นรากอ่อนอยู่ในเมล็ด รากที่งอกออกมานั้นต่อไปจะเจริญเติบโต ยืดยาวออกกลายเป็นรากอันแรก ซึ่งเรียกว่า รากแก้ว จากรากแก้วก็แตกแขนงออกไปอีกเรียกว่า รากกิ่ง รากแขนง ดังภาพ



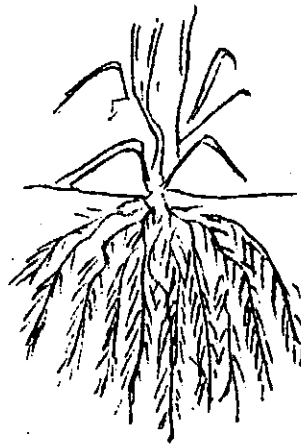
ระบบของราก

รากชนิดต่างๆ โดยเฉพาะพวกรากใต้ดิน เมื่อพิจารณาตามรูปร่างลักษณะการแผ่กระจายไปในดินแล้ว ก็พอจะจำแนกออกเป็นกลุ่มหรือระบบใหญ่ๆ ได้ 2 ระบบคือ

1. ระบบรากแก้ว หมายถึง รากพืชใดๆ ที่มีทั้งรากแก้วและรากแขนง รากระบบนี้พบในพืชใบเลี้ยงคู่ที่งอกออกจากเมล็ดตามปกติ ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่งอกจากเมล็ดใหม่ๆ ก็มีรากระบบนี้เหมือนกัน แต่มีอายุได้ไม่นานก็จะเน่าเปื่อยตายไปแล้วเกิดรากระบบที่ 2 ขึ้นมาแทน



ระบบรากแก้ว

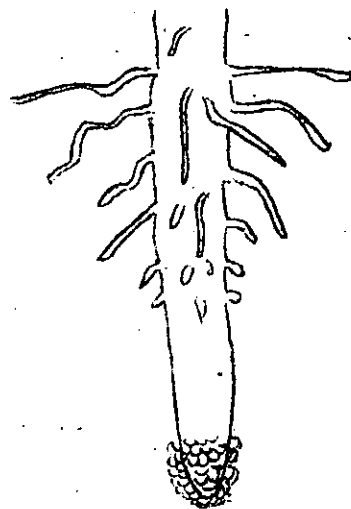


ระบบรากฝอย

2. ระบบรากฝอย หมายถึง รากของพืชใดๆ ที่มีทั้งรากฝอยและรากแขนงต่างๆ ที่แตกออกไปทั้งหมด รากเหล่านี้จะแผ่กระจายไปทุกทิศทุกทางรอบอาณาเขต พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่

หมวกราก

เป็นบริเวณของรากที่อยู่ปลายสุด มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ทำหน้าที่เป็นปลอกหุ้มเซลล์อ่อนๆ ที่กำลังเกิดใหม่เพื่อป้องกันมิให้เป็นอันตราย เมื่อรากขยายตัวยาวออกและแทงลงไปในดิน หมวกรากจะต้องนำลงไปกับเซลล์ของมันจึงมักจะฉีกขาดอยู่เสมอ แต่ก็จะมีเซลล์ที่สร้างเสริมขึ้นมาอยู่เรื่อยๆ ดังนั้นปลายของรากจึงไม่เป็นอันตรายขณะที่ไหลลงดิน นอกจากนี้แล้วเมื่อเยื่อในบริเวณหมวกรากตายลงก็จะกลายเป็นเมือกใสๆ สำหรับให้ปลายรากแทงลงไปในดินได้ง่ายขึ้นอีกด้วย รากของพืชดอกเกือบทุกชนิดมีหมวกรากอยู่ปลายสุด ยกเว้นพวกพืชน้ำส่วนมากจะไม่มี และหมวกรากนี้ไม่มีในส่วนอื่นใดของพืชอีกเลย นอกจากที่รากเท่านั้น



รากขนอ่อน

รากขนอ่อนมีหน้าที่คุ้ยน้ำและเกลือแร่จากดิน และช่วยยึดลำต้นให้ทรงตัวอยู่ได้ รากขนอ่อนเจริญเติบโตโดยมีส่วนยื่นออกเป็นหลอดจากตัวราก จึงทำให้เซลล์มีพื้นที่ผิวในการดูดน้ำและเกลือแร่ได้มากขึ้น

รากขนอ่อนจะมีอยู่ในบริเวณเหนือหมวกรากขึ้นไปเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับบริเวณอื่นของรากจะไม่มีรากขนอ่อนเลย ส่วนรากที่อยู่เหนือบริเวณรากขนอ่อนขึ้นไป รากขนอ่อนมักจะเหี่ยวแห้งและตายไปเนื่องจากรากขนอ่อนแต่ละอันมีชีวิตอยู่ได้ค่อนข้างมากไม่เกิน 7-8 วัน ขณะที่มันกำลังจะตายไปก็จะเกิดรากขนอ่อนขึ้นมาใหม่ในบริเวณของรากขนอ่อนที่อยู่ต่ำลงไปอีก



แบบฝึกหัด	หน่วยที่ 1 ศัพท์ที่ 3																				
จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด																					
- รากอันแรกที่ยื่นออกมาจากเมล็ดคือรากอะไร? <table> <tr> <td>ก. รากฝอย</td> <td>ข. รากแขนง</td> </tr> <tr> <td>ค. รากแก้ว</td> <td>ง. รากขนอ่อน</td> </tr> </table> - ระบบรากในข้อใดที่ส่วนมากพบในพืชใบเลี้ยงคู่? <table> <tr> <td>ก. ระบบรากแก้ว</td> <td>ข. ระบบรากฝอย</td> </tr> <tr> <td>ค. รากขนอ่อน</td> <td>ง. รากอากาศ</td> </tr> </table> - ส่วนใดของรากที่ช่วยป้องกันรากอ่อนๆ ที่งอกลงไปในดิน? <table> <tr> <td>ก. รากขนอ่อน</td> <td>ข. รากแก้ว</td> </tr> <tr> <td>ค. รากฝอย</td> <td>ง. หมวกราก</td> </tr> </table> - พืชใดในข้อต่อไปนี้ที่ไม่มีหมวกราก? <table> <tr> <td>ก. พืชน้ำ</td> <td>ข. พืชใบ</td> </tr> <tr> <td>ค. พืชดอก</td> <td>ง. พืชกิ่ง</td> </tr> </table> - รากใช้ส่วนใดค้ำค้ำและเกสือแร่? <table> <tr> <td>ก. หมวกราก</td> <td>ข. รากแก้ว</td> </tr> <tr> <td>ค. รากขนอ่อน</td> <td>ง. รากฝอย</td> </tr> </table> *****		ก. รากฝอย	ข. รากแขนง	ค. รากแก้ว	ง. รากขนอ่อน	ก. ระบบรากแก้ว	ข. ระบบรากฝอย	ค. รากขนอ่อน	ง. รากอากาศ	ก. รากขนอ่อน	ข. รากแก้ว	ค. รากฝอย	ง. หมวกราก	ก. พืชน้ำ	ข. พืชใบ	ค. พืชดอก	ง. พืชกิ่ง	ก. หมวกราก	ข. รากแก้ว	ค. รากขนอ่อน	ง. รากฝอย
ก. รากฝอย	ข. รากแขนง																				
ค. รากแก้ว	ง. รากขนอ่อน																				
ก. ระบบรากแก้ว	ข. ระบบรากฝอย																				
ค. รากขนอ่อน	ง. รากอากาศ																				
ก. รากขนอ่อน	ข. รากแก้ว																				
ค. รากฝอย	ง. หมวกราก																				
ก. พืชน้ำ	ข. พืชใบ																				
ค. พืชดอก	ง. พืชกิ่ง																				
ก. หมวกราก	ข. รากแก้ว																				
ค. รากขนอ่อน	ง. รากฝอย																				

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. คุภาพระกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ทำการทดลองคำสั่งระดับชั้นในบัตร เนื้อหา
4. จดบันทึกผลการทดลองในบัตรบันทึกผล
5. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์
6. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
7. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอา
กระดานคำออกไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ .

๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐

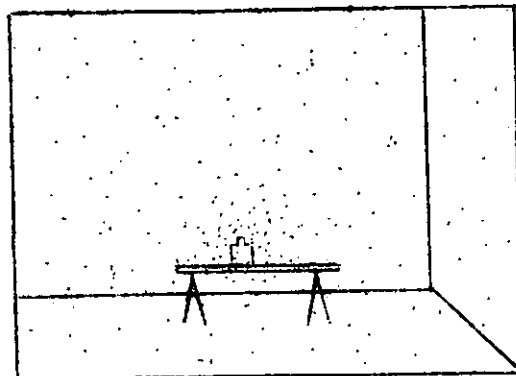
ราก

หน่วยที่ 1

ตอนที่ 4

การแพร่

การแพร่ คือ ปรากฏการณ์ของสสาร (ของเหลวและก๊าซ) ที่แพร่หรือฟุ้งกระจายจากที่ๆ มีความเข้มข้นของโมเลกุลของสสารนั้นสูงไปสู่ที่ๆ มีความเข้มข้นของโมเลกุลของสสารนั้นต่ำ ตัวอย่างง่ายๆ ก็คือ ให้ใครคนหนึ่งเปิดจุกขวดน้ำหอมที่หน้าชั้นเรียนสักครู่นักเรียนทั้งชั้นก็จะไ้กลิ่นน้ำหอมทั่วๆ กัน ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะ เมื่อเปิดจุกขวดน้ำหอมออกโมเลกุลของน้ำหอมจะกระจายออกมาจากขวด เพราะในขวดมีโมเลกุลของน้ำหอมมาก ส่วนภายนอกขวดไม่มีโมเลกุลของน้ำหอมอยู่เลย และเมื่อโมเลกุลออกมาจากขวดแล้วก็จะกระจายไปทั่วห้องเรียนเพราะโมเลกุลของน้ำหอมที่ห้องเรียนมีมากกว่าบริเวณอื่นๆ ของห้อง ปรากฏการณ์การกระจายของน้ำหอมจากที่ๆ มีโมเลกุลของน้ำหอมมากไปสู่ที่ๆ มีโมเลกุลของน้ำหอมน้อยเช่นนี้เรียกว่า การแพร่



การแพร่ของน้ำหอมดังกล่าว ไม่ใช่ น้ำหอมเป็นตัวแพร่อย่างเดียว โมเลกุลของอากาศรอบห้องก็จะแพร่เข้าสู่บริเวณที่มีโมเลกุลของน้ำหอมมากกว่า เพราะบริเวณนั้นมีโมเลกุลของอากาศต่ำ คือ โมเลกุลของน้ำหอมและโมเลกุลของอากาศต่างแพร่เข้าหากัน แต่โมเลกุลของน้ำหอมจะแพร่จากที่ๆ มีความเข้มข้นมากไปสู่ที่ๆ มีความเข้มข้นน้อย ส่วนโมเลกุลของอากาศซึ่งเห็นสาร เล็กๆ จะแพร่จากที่ๆ มีความเข้มข้นน้อยไปสู่ที่ๆ มีความ

๕๕ เข็มขี้แมงก

ออสโมซิส ก็คือ ปรากฏการณ์การแพร่ของน้ำหรือสารที่มีโมเลกุลเล็กๆ ซึ่งเรียกว่า "ตัวทำละลาย" จากที่ๆ มีความเข้มข้นของโมเลกุลของน้ำหรือสารนั้นสูงไปสู่ที่ๆ มีความเข้มข้นของโมเลกุลของน้ำหรือสารนั้นต่ำ โดยผ่านเยื่อคั้นกลาง ที่เรียกว่า

เยื่อเลือกผ่าน เยื่อเลือกผ่าน

ถ้าความเข้มข้นของน้ำมีมาก สารที่อยู่ร่วมกับน้ำก็就会有ความเข้มข้นน้อย เช่น น้ำเชื่อม ถ้ามีน้ำมาก น้ำตาลก็จะน้อย แต่ถ้ามีน้ำน้อย น้ำตาลก็จะมีมาก ซึ่งอันนี้เรียกว่า น้ำเชื่อมมีความเข้มข้นมากนั่นเอง

การทดลองแสดงการแพร่

อุปกรณ์

1. ปีกเกอร์
2. น้ำ
3. คางทิบหิม

การทดลอง

1. เติมน้ำลงในปีกเกอร์ประมาณ 2 ใน 3 ของปีกเกอร์
2. ใส่คางทิบหิมชิ้นเล็กๆ ลงไป 3-4 ชิ้น
3. สังเกตผลที่เกิดขึ้น
4. บันทึกผลการทดลองลงในกระดาษที่ให้บันทึกผล

แบบฝึกหัด

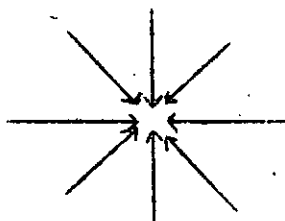
หน่วยที่ 1

ศูนย์ที่ 4

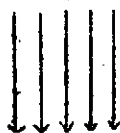
จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดเป็นทิศทางของการแพร่?

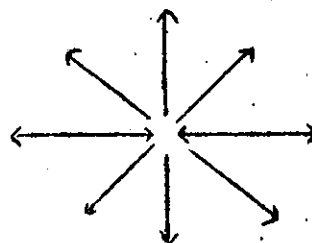
ก.



ค.



ข.



ง.



2. ในการทดลองการแพร่ นั้นข้อใดเป็นสาเหตุทำให้เกิดการละลาย?

ก. คางทิบทิบ

ข. น้ำ

ค. อากาศ

ง. ทั้ง 3 ข้อ

3. ในการทดลองถ้าใช้ เม็ดทรายแทนคางทิบดินจะเป็นเช่นใด?

ก. ไม่เกิดการแพร่

ข. จะเกิดการฟุ้งกระจาย

ค. ต้องใช้น้ำเคือกแทน

ง. ทั้งไว้นานๆ จึงจะเกิดผล

4. ลักษณะการแพร่ของอากาศเป็นแบบใด?

ก. จากที่มีความเข้มข้นมากไปสู่ความเข้มข้นน้อย

ข. จากที่มีความเข้มข้นน้อยไปสู่ความเข้มข้นมาก

ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ

ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

5. หากในการทดลองเราใช้น้ำเชื่อมที่เข้มข้นหยดลงในน้ำจะเกิดการแพร่หรือไม่?

ก. เกิดการแพร่

ข. ไม่เกิดการแพร่

ค. ไม่แน่นอน

ง. เป็นได้ทั้ง 3 กรณี

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ดูภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ทำการทดลองตามลำดับชั้นในบัตร เนื้อหา
4. จดบันทึกผลการทดลองในบัตร บันทึกผล
5. ตอบคำถามในระบบทดสอบประจำศูนย์
6. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
7. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอา
กระดาษคำตอบไปก๊วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ .

0000000000000000

ราก

หน่วยที่ 1
ตอนที่ 5

ขบวนการออสโมซิส

ออสโมซิส คือ ขบวนการในการแพร่ของโมเลกุลของของเหลวหรือตัวทำละลาย จากบริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวมากกว่า เข้าสู่บริเวณที่มีโมเลกุลของของเหลวน้อยกว่า โดยผ่านเยื่อบางๆ ที่เรียกว่า เยื่อเพอมีเบิล เมมเบรน

หรือกล่าวได้อีกอย่างว่า ออสโมซิส ก็คือ ขบวนการในการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของของเหลวหรือตัวทำละลาย จากสารละลายที่เจือจางกว่า เข้าสู่สารละลายที่เข้มข้นกว่า โดยผ่านเยื่อเพอมีเบิล เมมเบรน

นักชีววิทยาก็พบว่าของเหลวที่ซึมผ่านเยื่อบางๆ นั้นคือ "น้ำ" นั่นเอง เพราะโมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่ผ่านเยื่อไ้รวดเร็วกว่าโมเลกุลของสารอื่นๆ และน้ำยังเป็นสารสำคัญที่พืชยอมให้เข้าหรือออกจากเซลล์ในปริมาณมากที่สุดอยู่เสมอ ดังนั้น ออสโมซิส จึงหมายถึง การแพร่ของน้ำจากสารละลายที่เจือจางกว่า เข้าสู่สารละลายที่เข้มข้นกว่า โดยผ่านเยื่อเพอมีเบิล เมมเบรน

การแพร่โดยมีเยื่อบางๆ ที่เรียกว่า เยื่อเพอมีเบิล เมมเบรน มากันไว้นี้ จะแตกต่างกับการแพร่ธรรมดา สมมติว่าเอาเยื่อบางๆ นี้มาเกี่ยวระหว่างสารละลายของน้ำตาลในน้ำ กับน้ำบริสุทธิ์ โมเลกุลของน้ำจะซึมผ่านจากน้ำบริสุทธิ์เข้าสู่สารละลายของน้ำตาล แต่โมเลกุลของน้ำตาลไม่สามารถซึมผ่านเข้าสู่ น้ำบริสุทธิ์ได้ เพราะโมเลกุลของน้ำตาลใหญ่กว่าเยื่อไปไม่ได้

เยื่อเพอมีเบิล เมมเบรนนั้น เป็นเยื่อที่ยอมให้โมเลกุลของสารบางอย่าง เช่น น้ำ เคลื่อนผ่านไปได้สะดวก แต่ในขณะเดียวกันก็ไม่ยอมให้โมเลกุลของสารบางอย่าง เช่น น้ำตาล แบคทีเรีย ผ่านไปได้ เยื่อนี้มีได้แก่ เยื่อชั้นในของเปลือกไข่ กระเพาะปัสสาวะของสัตว์ กระดาษแก้ว และกระดาษเซลโลเฟน เป็นต้น

การทดสอบเกี่ยวกับขบวนการออสโมซิส

อุปกรณ์

- | | |
|------------------------|---------------|
| 1. บีกเกอร์ | 2. น้ำเปล่า |
| 3. น้ำเชื่อมเข้มข้นมาก | 4. หมึกแดง |
| 5. กระดาษเซลโลเฟน | 6. ขาจับ |
| 7. หนังสือ | 8. กรวยผักบัว |

การทดลอง

1. เทน้ำใส่บีกเกอร์ประมาณ 2 ใน 3
2. หยดหมึกแดงลงในน้ำเชื่อมแล้วเทใส่กรวยผักบัวให้พอดีเสมอปากกรวย
3. รัดปากกรวยด้วยหนังสือให้แน่นแล้วคว่ำปากลง นำไปเสียบกับขาจับ
4. ปรับขาจับให้สามารถหย่อนปากกรวยลงในบีกเกอร์ได้ ให้พอน้ำท่วมปากกรวย
5. ทำเครื่องหมายของระดับน้ำเชื่อมในกรวยแล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น
6. จดบันทึกผลการทดลองในกระดานบันทึกผล

แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 1

ศูนย์ที่ 5

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้อง

1. ออสโมซิส คือข้อใด?

- ก. การแพร่ของโมเลกุลตัวทำละลายจากสารละลายที่เจือจางสู่สารละลายที่เข้มข้น
- ข. การแพร่ของโมเลกุลตัวทำละลายจากสารละลายที่เข้มข้นสู่สารละลายที่เจือจาง
- ค. การแพร่ของโมเลกุลตัวทำละลายผ่านเยื่อ
- ง. การแพร่ของโมเลกุลตัวทำละลายผ่านเยื่อจากสารละลายที่เจือจางสู่ที่เข้มข้น

2. ปรากฏการณ์ใดเป็นออสโมซิส?

- ก. กลิ่นน้ำหอมฟุ้งกระจายไปรอบๆ
- ข. การกระจายสีของเกล็ดคางคก
- ค. รากขนอ่อนดูดน้ำจากดิน
- ง. น้ำเชื่อมละลายในน้ำ

3. ถ้าไม่มีเยื่อเซมิเพอมีเบิล เบมเบรน ผลจะเป็นเช่นใด?

- ก. ไม่เกิดการแพร่
- ข. ไม่เกิดการดูดซึม
- ค. ไม่มีการกระจาย
- ง. ไม่เกิดการแผ่

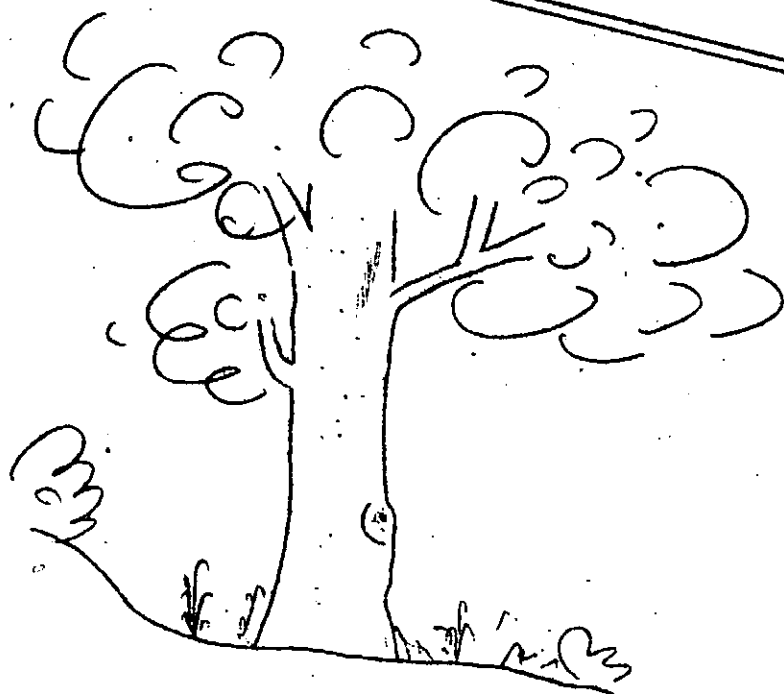
4. ในการทดลอง กระดาษเซลโลเฟน ทำหน้าที่แทนสิ่งใด?

- ก. ตัวทำละลาย
- ข. น้ำเชื่อม
- ค. เยื่อเซมิเพอมีเบิล เบมเบรน
- ง. น้ำ

5. ตัวทำละลายหมายถึงข้อใด?

- ก. น้ำ
- ข. น้ำเชื่อม
- ค. น้ำตาล
- ง. ทั้ง 3 ข้อ

8611510261 2



ลำดวน

ชุดการสอนที่ 2 ลำต้น

เวลา ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

เนื้อหา แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ศูนย์กิจกรรมคือ

ศูนย์ที่ 1 ลักษณะและหน้าที่ของลำต้น

ศูนย์ที่ 2 ชนิดของลำต้น

ศูนย์ที่ 3 ลักษณะและชนิดของตา วงปี กระพี้และแก่นของลำต้น

ศูนย์ที่ 4 การทดลองการดูดน้ำและการลำเลียงน้ำของลำต้น

ศูนย์ที่ 5 การขยายพันธุ์พืชโดยการตอน

วัสดุอุปกรณ์

1. ลำต้นของพืชหลายๆ ชนิด
2. ภาพแสดงลักษณะของลำต้นแบบต่างๆ
3. แผนภูมิแสดงลักษณะแตกต่างของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่
4. ภาพแสดงลักษณะของลำต้นแบบต่างๆ
5. ภาพแสดงลักษณะตาของต้นพืช
6. ภาพแสดงลักษณะของวงปี กระพี้และแก่น
7. แบบเรียนโปรแกรมเรื่องการขยายพันธุ์พืชโดยการตอน
8. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

8.1 ปีกเกอร์

8.3 ต้นผักกระสัง

8.2 น้ำ

8.4 หมึกแดง

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. ให้รู้จักลักษณะของลำต้นแบบต่างๆ
2. ให้รู้ว่าลำต้นแบ่งเป็นชนิดต่างๆ อย่างไร
3. ให้ทราบหน้าที่ของลำต้นโดยทั่วไปและพิเศษ
4. ให้ทราบถึงขบวนการลำเลียงน้ำและการดูดน้ำของลำต้น
5. ให้ทราบถึงขบวนการขยายพันธุ์พืชโดยการตอน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของลำต้นได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถชี้ส่วนของลำต้นได้อย่างถูกต้อง
3. นักเรียนสามารถวาดภาพที่แสดงส่วนของลำต้นได้อย่างถูกต้อง
4. นักเรียนสามารถแยกประเภทของลำต้นได้อย่างถูกต้อง
5. นักเรียนสามารถจำแนกได้ว่าพืชใดมีต้นบนดิน พืชใดมีต้นใต้ดิน
6. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าลำต้นโดยทั่วไปมีหน้าที่อย่างไร
7. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าลำต้นพืชที่กำหนดให้มีหน้าที่พิเศษอย่างไร
8. นักเรียนสามารถบอกลักษณะแตกต่างของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ได้
9. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของตาแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง
10. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของวงปีได้อย่างถูกต้อง
11. นักเรียนสามารถลักษณะของกระพี้และแก่นได้อย่างถูกต้อง
12. นักเรียนสามารถบอกกระบวนการในการทอนได้
13. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของลำต้นที่จะใช้ในการทอนได้
14. นักเรียนสามารถทำการทดลองการดูดน้ำและการลำเลียงน้ำของลำต้นได้
15. นักเรียนสามารถบอกผลที่เกิดจากการดูดน้ำและการลำเลียงน้ำได้
16. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของลำต้นได้

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ดูภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
4. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เขาที่เดิมให้เรียบร้อย
5. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอากระดาษคำตอบไปด้วยทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนศูนย์ .

๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐

ลำต้น

หน่วยที่ 2

ตอนที่ 1

ลำต้น คือ อวัยวะหรือส่วนของพืชซึ่งโดยมากมักเจริญขึ้นเหนือดินต้านแรงดึงดูดของโลก อันเป็นทิศทางที่ตรงข้ามกับราก และยังเป็นที่เกิดใบอีกด้วย

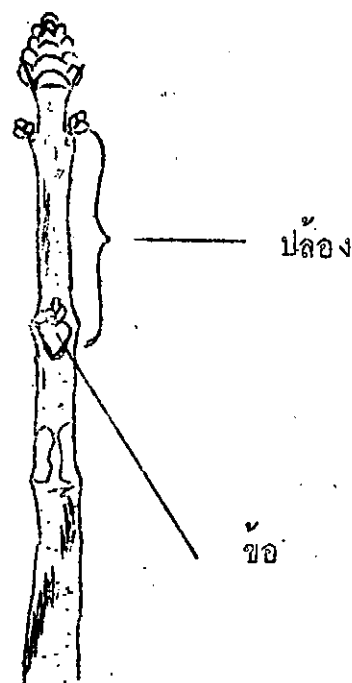
ส่วนของลำต้น

ลำต้นประกอบขึ้นด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ข้อ และ ปล้อง

1. ข้อ เป็นส่วนของลำต้นตรงที่มีใบหรือตาหรือกิ่งงอกออกมา บางทีตรงข้อนี้ก็อาจมีดอกงอกออกมาแทนกิ่ง หรือมีหนามงอกออกมาแทนกิ่งหรือใบก็ได้ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะส่วนเหล่านี้เป็นกิ่งหรือใบที่เปลี่ยนแปลงไปนั่นเอง ตามปกติข้อมักจะพองโตกว่าส่วนอื่นๆ ของต้น

2. ปล้อง เป็นส่วนของลำต้นที่อยู่ระหว่างข้อหนึ่งกับอีกข้อหนึ่ง

ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมักจะเห็นข้อและปล้องได้ชัดเจน เช่น ในต้นอ้อย-ข้าว ข้าวโพด และไม้ทั้งหลาย ในพืชใบเลี้ยงคู่ที่เป็นไม้ล้มลุก ก็มักจะเห็นข้อและปล้องได้ชัดเจนเหมือนกัน เช่น ต้นผักทอง ผักบุ้ง ส่วนพืชใบเลี้ยงคู่ที่เป็นไม้ยืนต้นมักจะเห็นข้อและปล้องไม่ชัดเพราะว่ามีเปลือกไม้มาหุ้มโดยรอบ แต่ถ้าเป็นกิ่งอ่อนที่แตกออกมาใหม่ๆ ก็ยังคงเห็นข้อและปล้องได้ชัดเจนอยู่



หน้าที่ของลำต้น

ลำต้นมีหน้าที่ที่สำคัญ 2 อย่างคือ

1. เป็นแกนสำหรับช่วยพุงกิ่งก้านสาขา ใบและดอกให้ใบทางออกรับแสงแดดให้มากที่สุด ทั้งนี้เพราะแสงแดดเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับใบที่จะสร้างอาหาร ดังนั้นจึงต้องมีวิธีที่จะจัดใบให้ทางออกรับแสงแดดให้ทั่วถึงกัน

2. เป็นตัวกลางสำหรับลำเลียงน้ำและ เกลือแร่ ส่งผ่านไปยังส่วนต่างๆ ของพืช คือ เมื่อรากดูดน้ำและ เกลือแร่ส่งผ่านขึ้นมายังลำต้นแล้ว ลำต้นก็จะลำเลียงส่งต่อไปยังใบและส่วนอื่นๆ และเมื่อใบสร้างอาหารจากการสังเคราะห์แสงแล้ว ก็จะส่งผ่านลำต้นไปยังรากและส่วนอื่นๆ ทั่วๆ ไปเช่นกัน

นอกจากนี้ลำต้นยังมีหน้าที่พิเศษอื่นๆ อีกหลายอย่าง คือ

3. เลื้อยคลานหรือปีคเกาะ เช่น ผักนึ่ง เถาวัลย์ ถั่ว ฯลฯ

4. เก็บสะสมอาหาร มักมีลักษณะอวบอ้วน เช่น ขิง ข่า แห้ว เผือก มันฝรั่ง บัวหอม กระเทียม พลับพลึง ทองคิง ฯลฯ

5. ทำการสังเคราะห์แสง มักมีสีเขียว เช่น ตะบองเพชร พญาไร้ใบ ฯลฯ

6. ควบน้ำและ เกลือแร่ เช่น สาหร่ายหางกระรอก ฯลฯ

7. ขยายพันธุ์ ซึ่งได้แก่พวกที่ขยายพันธุ์ได้ด้วยการตอน ทับกิ่ง ทาบกิ่ง และปักชำ

แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 2

ตอนที่ 1

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. พืชในข้อใดที่มองเห็นข้อและปล้องได้ชัดเจนตลอดชีวิต

ก. ฝักบัว

ข. เถือก

ค. อ้อย

ง. พักทอง

2. เรามีข้อสังเกตอย่างไรว่าส่วนใดเป็นข้อ

ก. มีใบเกิดออกมา

ข. มีตาอยู่

ค. มีดอกหรือหนามงอกออกมา

ง. ทั้ง 3 ข้อ

3. จากภาพทางขวามือหมายเลขใดคือปล้อง

ก.

ข.

ค.

ง.

4. ข้อใดที่ทำหน้าที่แบบเดียวกับเือก

ก. มันฝรั่ง

ข. มันเทศ

ค. มันแกว

ง. มันสำปะหลัง

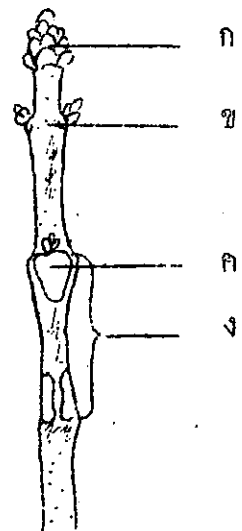
5. ลำต้นทำหน้าที่สังเคราะห์แสงได้ต้องมีสีใด

ก. เขียว

ข. เหลือง

ค. น้ำตาล

ง. ทั้ง 3 ข้อ



บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. รูปภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
4. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
5. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอากระดาษคำตอบไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์

๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐

ลำต้น

หน่วยที่ 2
ตอนที่ 2

ลำต้น คือ ส่วนของพืชที่ส่วนมากมักเจริญขึ้นเหนือดิน ลำต้นมี 2 ส่วนคือ ข้อและปล้อง มีหน้าที่ที่สำคัญคือ ลำเลียงน้ำและอาหารและเป็นแกนเพื่อพรางกิ่งก้านสาขา ใบ ดอก ให้ชูอยู่ในอากาศได้

ชนิดของลำต้น

ลำต้นโดยมากมักจะเจริญงอกขึ้นตรงอยู่บนพื้นดิน แต่ก็มีพืชอีกมากที่ไม่อยู่เหนือดินแต่กลับอยู่ใต้ดิน ฉะนั้นจึงแยกลำต้นออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ลำต้นเหนือดิน ต้นไม้ต่างๆ ไปมักจะส่งลำต้นขึ้นมาเหนือพื้นดินเป็นต้นสูงใหญ่แข็งแรง เช่น ไม้ยืนต้นทั้งหลาย ส่วนที่เป็นลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไปจากที่ตรงก็มี คือ

ก. ลำต้นที่ทอดขนานไปกับผิวดินหรือน้ำ ทั้งนี้เพราะลำต้นอ่อนไม่สามารถตั้งตรงอยู่ได้ เช่น ต้นหญ้า ผักบุ้ง ผักกระเฉด แตงโม บวบ กาก ผักแว่น ผักตบชวา ฯลฯ

ข. ลำต้นพัน เป็นลำต้นที่เลื้อยหรือไต่ขึ้นสู่ที่สูง พืชพวกนี้มักมีลำต้นอ่อน ถ้าหากมีหลักหรือต้นไม้ที่มีลำต้นที่ตรงอยู่ใกล้ๆ มันก็จะไต่ขึ้นสู่ที่สูงทันที เช่น ต้นถั่ว บอระเพ็ด ผักบุ้งฝรั่ง ผอศทอง เถาวัลย์ ฯลฯ

ค. มือเกาะ เป็นลำต้นที่คดแปลงไปเป็นมือเกาะสำหรับพันหลักเพื่อไต่ขึ้นสู่ที่สูง ส่วนของมือเกาะจะบิดเป็นเกลียวคล้ายลวดสปริงเพื่อยึดหยุ่น เมื่อลมพัดยอกเอนไปมามือเกาะก็จะยึดหลักได้ เช่น ต้นองุ่น บวบ น้ำเต้า พักทอง แตงกวา กระถกรก พวงชมพู ลัดดา โคลกระออม ลิ้นมังกร ฯลฯ

ง. ลำต้นเลื้อยโดยใช้ราก เป็นลำต้นที่ไต่ขึ้นสู่ที่สูงโดยใช้รากซึ่งงอกออกมาตามข้อ ยึดกับหลักหรือต้นไม้ เช่น ต้นพริกไทย พลูด พลูด่าง ฯลฯ

จ. หนาม เป็นลำต้นที่คดแปลงไปเป็นหนามรวมทั้งขอเกี่ยว เพื่อไต่ขึ้นสู่ที่สูง เช่น ต้นเฟื่องฟ้า ทรุษจีน มะนาว มะกรูด และส้มต่างๆ

จ. ลำคันทที่มีลักษณะคล้ายใบ คือ ลำคันทที่แผ่เป็นแผ่นแบนหรือเป็นเส้นเล็กๆ ยาวๆ และมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ มีลักษณะคล้ายใบมาก เช่น ต้นสนทะเลหรือสนปฏิพัทธ์ ต้นโปรงฟ้า ต้นสามสิบ และบางชนิดยังมีลักษณะอวบอ้วนเพราะอมน้ำเอาไว้มาก เช่น กระบองเพชร สลัดโค พญาไร้ใบ

2. ลำคันทไคคิน ลำคันทเหล่านี้มีข้อและปล้องและบางทีก็มีตาด้วย ส่วนมากมีรูปร่างกลมๆ เป็นหัว เป็นแฉ่งและมีปล้องสั้นๆ อวบอ้วนเพราะสะสมอาหารไว้มาก ซึ่งแยกออกได้เป็น

ก. ไรโซม เป็นลำคันทไคคินที่เราเรียกว่า แฉ่งหรือเหง้า นั้นเอง มักอยู่ขนานไปกับผิวดิน มีข้อและปล้องเห็นได้ชัดเจน ความข้อมีใบเก๋ๆ เล็กๆ สีน้ำตาลหุ้มไว้ และมีรากงอกลงดิน มักมีลักษณะอวบอ้วน เช่น กล้วย พุทธรักษา ขมิ้น ชিং ข่า ว่าน สะระแหน่ มันฝรั่ง หญาแพรก ฯลฯ

ข. หัวเบอร์ เป็นลำคันทที่เก็บโตมาจากปลายไรโซม มีปล้องประมาณ 3-4 ปล้องตามข้อไม่มีใบเกล็ดและราก มีอาหารสะสมอยู่มากในลำคันทจึงอวบอ้วนกว่าไรโซม ตรงที่เป็นตากก็จะเป็นรอยบุ๋มลงไป เช่น มันฝรั่ง มันมือเสือ มันกลอย หญาหัวหมู ฯลฯ

ค. บัลด์ เป็นลำคันทไคคินที่ค้ำตรง เป็นลำคันทเล็กๆ มีปล้องมากและสั้น ตามปล้องมีใบเกล็ดซ้อนกันหลายชั้นห่อหุ้มลำคันทเอาไว้จนเห็นเป็นหัวขึ้นมา อาหารจะสะสมอยู่ในใบเกล็ดในลำคันทไม่มีอาหารอยู่เลย มีรากฝอยเป็นเส้นเล็กๆ งอกออกมาหลายเส้น เช่น หอม กระเทียม พลับพลึง ฯลฯ

ง. คอรัม เป็นลำคันทไคคินที่ค้ำตรง มีลักษณะต่างๆ ไปคล้ายบัลด์ แต่อาหารสะสมไว้ในลำคันทแทนที่จะสะสมเอาไว้ในใบเกล็ด จึงทำให้ลำคันทอ้วนมาก เห็นข้อได้ชัด ความข้อมีใบเกล็ดบางๆ หุ้ม มีรากฝอยหลายเส้น เช่น เปือก หัวจิ้ง ชอนกลิ้งฝรั่ง หัวบัวจีน ฯลฯ

แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 2

ตอนที่ 2

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ลำต้นในข้อใดที่ไม่สามารถยืนตั้งตรงขึ้นไปได้

ก. แดงโม

ข. มะเขือ

ค. จามจุรี

ง. มะพร้าว

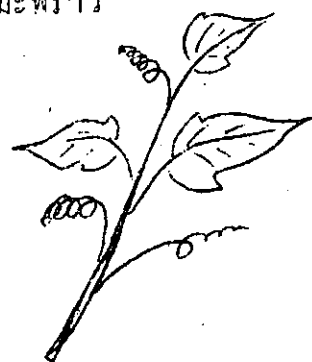
2. จากภาพเป็นลำต้นแบบใด

ก. สังเคาะห์แดง

ข. หนาม

ค. มือเกาะ

ง. พัน



3. ลำต้นใดที่มีลักษณะและทำหน้าที่เหมือนกับใบ

ก. กระตกรก

ข. ตะบองเพชร

ค. เฟื่องฟ้า

ง. ฝอยทอง

4. ลำต้นใดที่ชาวบ้านเรียกว่า เหง้าหรือแง่ง

ก. ถั่วฝักยาว

ข. กระเทียม

ค. มันมือเสือ

ง. เผือก

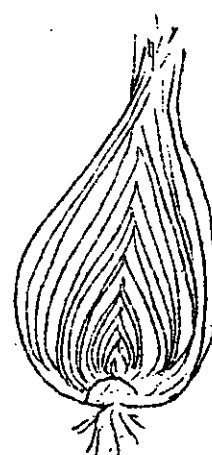
5. จากภาพเป็นลำต้นชนิดใด

ก. ไรโซม

ข. มัลย์

ค. คอรัม

ง. ทิวเบอร์



บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ดูภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
4. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
5. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอากระดาษคำตอบไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ .

000000000000

ลำต้น

หน่วยที่ 2

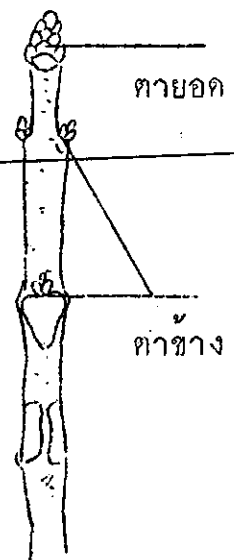
ตอนที่ 3

ลำต้น คือ ส่วนของพืชซึ่งโคมามากมักเจริญขึ้นเหนือพื้นดิน ลำต้นมี 2 ส่วนคือ ข้อและปล้อง มีหน้าที่ส่วนใหญ่คือเป็นทางลำเลียงน้ำและอาหารและเป็นแกนเพื่อพยุงกิ่งก้าน และส่วนอื่นๆ ให้ชูอยู่ในอากาศได้ ลำต้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ลำต้นใต้ดิน และลำต้นเหนือดิน

ตาและชนิดของตา

เมื่อเมล็ดงอกแล้ว เราอาจแบ่งอวัยวะของพืชออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบราก และ ระบบลำต้น ระบบลำต้นนี้มี "ตา" แรกออกเป็นกิ่งหรือแขนงอื่นซึ่งเป็นส่วนของลำต้น และใบ หรือตาเหล่านั้นอาจแตกออกเป็นดอกอย่างเดี่ยว หรือเป็นทั้งดอกและใบปนกันไป พืชหลายชนิดมี เกล็ดหุ้มตา ซึ่งเป็นใบที่เปลี่ยนแปลงไปหุ้มตาไว้ขณะที่ยังอ่อนอยู่ เพื่อป้องกันน้ำระเหยหรือป้องกันอันตรายต่างๆ จากภายนอก เมื่อได้เวลาเกล็ดหุ้มตาก็กะกางออก ตาที่ซ่อนอยู่ภายในก็จะเติบโตออกมาเป็นลำต้น กิ่ง หรือดอกต่อไป

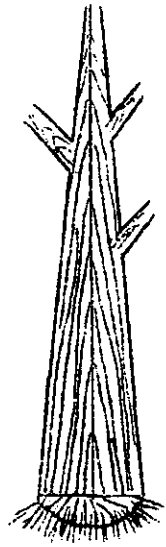
ตาที่ปลายยอดของลำต้นหรือกิ่งเรียกว่า ตายอด ซึ่งเมื่อเจริญเติบโตยืดยาวออกมาก็เป็นผลให้ลำต้นหรือกิ่งนั้นยืดยาวออกไปหรือสูงขึ้นนั่นเอง ส่วนกิ่งก้านของลำต้นและดอกก็เติบโตมาจากตาข้างที่เรียกว่า ตาข้าง ซึ่งอยู่ที่ซอกใบ



วงปี

เมื่อตัดลำต้นของไม้ใหญ่ๆ อายุมากๆ ออกตามขวาง จะเห็นเนื้อไม้เป็นวงๆ รอบๆ ลำต้นหลายวงด้วยกัน วงเหล่านี้ก็คือ วงปี ถ้าตัดหรือผ่าไม้ตามยาวจะเห็นวงปีเป็นทางยาวๆ คล้ายกับยอดภูเขาซ้อนกันหลายๆ ชั้น บางทีเรียกว่า ลายไม้ ซึ่งช่วยให้บานประทุหนาท่างหรือเครื่องแต่งบ้านมองดูสวยงามขึ้น

การเกิดวงปีนี้เนื่องจากท่อน้ำท่ออาหารใหม่ๆ เกิดเร็วผิดปกติ และเติบโตต่างกันในฤดูน้ำมากและฤดูแล้ง ในระยะปีหนึ่งถ้าไม่คิดถึงฤดูฝน ฤดูร้อน ฤดูหนาวและอื่นๆ แล้ว เราอาจแบ่งได้เป็น 2 ฤดูคือ ฤดูน้ำมากกับฤดูน้ำแล้ง ในฤดูน้ำมากหรือฤดูฝนในพื้นที่มีน้ำมาก ทำให้เนื้อเยื่อเจริญแบ่งตัวได้เร็วให้ท่อน้ำมากและเซลล์อวบน้ำขนาดใหญ่พอถึงฤดูแล้งน้ำในดินมีน้อยมากรากดูดไค้้น้อย เซลล์ขาดน้ำและอาหารทำให้เนื้อเยื่อเจริญแบ่งตัวได้ช้าจึงได้ท่อน้ำน้อยและขนาดเล็ก เมื่อเกิดเนื้อไม้ทั้ง 2 ฤดูก็ครบปีพอดี ดังนั้นในปีหนึ่งๆ จึงมีวงปีเกิด 1 วง แต่ละวงก็มีเนื้อไม้ 2 ส่วนดังกล่าว



กระพี้และแก่น

ต้นไม้ใหญ่แก่ๆ ที่ตัดตามขวางนอกจากจะเห็นวงปีแล้ว บางทีก็เห็นเนื้อไม้มีสีต่างกันอีกเป็น 2 ส่วน คือ เนื้อไม้ส่วนนอกมีสีค่อนข้างอ่อนหรือจางกว่าเนื้อไม้ส่วนใน ส่วนที่มีอ่อนนั้นเรียกว่า กระพี้ และส่วนที่มีสีเข้มเรียกว่า แก่น แก่นเป็นเนื้อไม้ที่เกิดมานานและเล็กทำหน้าที่ให้น้ำและเกลือแร่แล้ว แต่มีสารต่างๆ ตกค้างอยู่มาก เช่น ยาง น้ำมัน จึงทำให้มีสีเข้มและแข็งแรงแรงมาก ส่วนกระพี้เป็นเนื้อไม้ที่เกิดทีหลังยังให้น้ำและเกลือแร่ได้ และมีสารต่างๆ ตกค้างน้อยสีจึงอ่อนและเนื้อไม้ไม่แข็งแรงเท่าแก่น เมื่อต้นไม้มีอายุมากขึ้น กระพี้ก็จะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นแก่นและเนื้อไม้ตอนนอกที่เจริญเติบโตมาใหม่ก็จะ เป็นกระพี้เพิ่มเติมอยู่เรื่อยๆ

แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 2

ศูนย์ที่ 3

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. กิ่งและดอกของต้นไม้เกิดจากส่วนใด

ก. ราก

ข. ทา

ค. ใบ

ง. ปล้อง

2. ส่วนที่ทำให้ลำต้นยึดยาวออกไปได้คือ

ก. ตาข้าง

ข. ตายอด

ค. ตาคู่

ง. ตาข้อ

3. การที่ท่อน้ำท่ออาหารเกิดเร็วติดกันนั้น ทำให้เกิดส่วนใดขึ้นมา

ก. แก่น

ข. กระจี้

ค. วงปี

ง. ไชเล็ม

4. ในปีหนึ่งๆ นั้นมีวงปี เกิดขึ้นกี่วง

ก. 1 วง

ข. 2 วง

ค. 3 วง

ง. 4 วง

5. ส่วนที่มีสีอ่อนๆ และยังสามารถลำเลียงน้ำและอาหารได้อีกคือส่วนใด

ก. กระจี้

ข. แก่น

ค. วงปี

ง. โพเอน

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ดูภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ทำการทดลองตามลำดับขั้นในบัตร เนื้อหา
4. จดบันทึกผลการทดลองในบัตรบันทึกผล
5. ตอบคำถามในแบบทดสอบประจำศูนย์
6. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
7. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอากระดาษคำตอบไปก๊วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ .

0000000000000000

ลำต้น

หน่วยที่ 2
ตอนที่ 4

การดูดน้ำของรากและการลำเลียงน้ำของลำต้น

น้ำเข้าไปในรากได้เนื่องจากความเข้มข้นของโมเลกุลของน้ำในดินมีมากกว่าในเซลล์ของราก น้ำจึงสามารถซึมผ่านผนังเซลล์ของรากชั้นนอก เข้าไปสู่ภายในเซลล์ด้วยวิธีออสโมซิส และถูกส่งต่อไป ด้วยวิธีการออสโมซิสด้วยเช่นกัน

การดูดเกลือแร่ต่างๆ นั้น เราอาจจะถือว่าเพราะเกลือแร่ละลายอยู่ในน้ำจึงถูกดูดเข้าไปพร้อมกับน้ำได้ แต่นักชีววิทยาได้ค้นพบว่า รากสามารถดูดเกลือแร่ขึ้นไปได้ด้วยแรงดึงดูดอย่างหนึ่งซึ่งเรียกว่า การดูดซึมเฉพาะอย่าง คือพืชมีพลังงานในตัวที่จะเลือกดูดสารบางอย่างขึ้นไปได้เอง เมื่อน้ำเข้าไปอยู่ภายในพืชแล้วมันจะถูกดูดลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ ของพืชโดยผ่านทางท่อลำ (ไซเล็ม) ซึ่งเป็นท่ออยู่ตรงกลางลำต้นนั่นเอง

สภาพแวดล้อมบางอย่างที่มีอิทธิพลต่อการดูดน้ำของพืช

1. ปริมาณของน้ำในดิน ถ้าน้ำในดินมีพอประมาณ การดูดน้ำของพืชจะเพิ่มขึ้นโดยรวดเร็วทั่วๆ ไป แต่ถ้าน้ำในดินมีมากเกินไป เช่นมีมากจนขังและหลอรากของพืชตลอดเวลา รากจะดูดน้ำได้น้อยและช้าลง เพราะว่าน้ำที่มีมากนั้นทำให้ออกซิเจนในดินน้อยลง รากจึงขาดน้ำไป

2. อุณหภูมิในดิน ถ้าอุณหภูมิในดินไม่สูงเกินไปนัก การดูดน้ำจะเกิดได้รวดเร็ว แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะเป็นอันตรายได้ และถ้าเย็นจัดเกินไปก็ไม่มีการดูดน้ำเกิดขึ้น

3. การถ่ายเทอากาศในดิน การถ่ายเทอากาศหรือออกซิเจนในดินมีความสำคัญต่อการดูดน้ำ ถ้าหากในดินชื้นมากจะทำให้การถ่ายเทออกซิเจนไม่ดีเท่าที่ควร

4. ความเข้มข้นของสารละลายในดิน ถ้าน้ำในดินมีตัวถูกละลายมาก สารละลายในดินก็จะมี ความเข้มข้นมาก ทำให้น้ำแพร่เข้าไปในรากได้ยาก

การทดลองการดูดน้ำและการลำเลียงน้ำของลำต้น

อุปกรณ์

1. ปีกเกอร์
2. น้ำ
3. หมึกแดง
4. ต้นผักกระสัง

การทดลอง

1. ถอนต้นผักกระสังระวังอย่าให้รากขาด นำไปแช่ในน้ำให้กินหลอดให้หมด
2. เติมน้ำใส่ปีกเกอร์พอประมาณที่รากหยั่งถึง
3. หยดหมึกแดงลงไปแล้วแช่ให้หมึกกระจายไปทั่ว
4. สอดรากผักลงไปในสี สักพอสมควร
5. สังเกตผลที่เกิดขึ้นแล้วจับบันทึกผลการทดลอง
6. เมื่อมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นแล้ว เอาจี๊ดคักลำต้นดูและสังเกตลักษณะของลำต้นว่ามีลักษณะเป็นเช่นใด แล้วบันทึกผล

แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 2

ศูนย์ที่ 4

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. น้ำเข้าสู่รากและลำต้นได้ด้วยวิธีการแบบใด

ก. การดูดซึม

ข. การออสโมซิส

ค. การแผ่

ง. ทั้ง ก และ ข

2. พืชสามารถดูดเกลือแร่ได้ทุกชนิดใช่หรือไม่

ก. ใช่

ข. ไม่ใช่

ค. ไม่แน่นอน

ง. ทั้ง 3 กรณี

3. ส่วนใหญ่รากดูดน้ำและเกลือแร่ได้ด้วยส่วนใด

ก. รากแก้ว

ข. รากแขนง

ค. รากฝอย

ง. รากขนอ่อน

4. ในการทดลองดำใช้ต้นถั่วแทนผลจะเป็นเช่นใด

ก. จะไม่มีการดูดน้ำและเกลือแร่

ข. ทำให้สังเคราะห์ปฏิกิริยาได้ยาก

ค. ต้องใช้น้ำสีค่าแทน

ง. ต้องหาต้นที่มีรากใหญ่ๆ จึงจะได้

5. น้ำสีแดงที่รากถูกขึ้นไปตามลำต้นจะมีลักษณะกระจายเป็นแบบใด

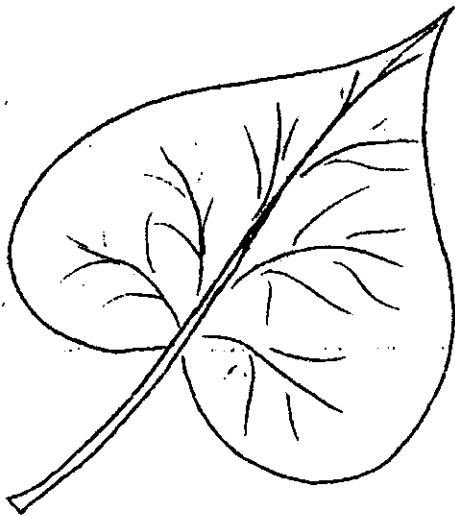
ก. อยู่ทั่วไป

ข. มีสีแดงเต็มลำต้น

ค. อยู่เฉพาะที่ท่อน้ำตรงกลางลำต้น

ง. ทั้ง 3 กรณี

ပုဂံသီလဝါ 3



၇၂

ชุดการสอนที่ 3 ใบ

เวลา ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

เนื้อหา แบ่งออกเป็น 5 ศูนย์ด้วยกัน คือ

ศูนย์ที่ 1 ลักษณะของใบ

ศูนย์ที่ 2 ส่วนประกอบของใบ

ศูนย์ที่ 3 ชนิดของใบ

ศูนย์ที่ 4 หน้าที่ของใบ

ศูนย์ที่ 5 การสังเคราะห์แสง การคายน้ำและการหายใจ

วัตถุประสงค์

1. ใบไม้แบบต่างๆ
2. ภาพแสดงส่วนประกอบของใบ
3. ภาพแสดงชนิดของใบ
4. แผนภูมิ สรุปหน้าที่ของใบพร้อมภาพประกอบ
5. แผนภูมิแสดงการสังเคราะห์แสง การคายน้ำและการหายใจ
6. แผนภาพแสดงลักษณะ เซลล์ภายในของใบ
7. ภาพแสดงลักษณะ ของใบที่ทำหน้าที่ต่างๆ
8. แผนภูมิแสดงความแตกต่างของใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. ให้รู้จักลักษณะของใบต่างๆ ใบ
2. ให้ทราบถึงส่วนประกอบโดยทั่วไปของใบ
3. ให้ทราบว่าใบมีกี่ชนิดอะไรบ้าง
4. ให้ทราบหน้าที่ของใบ
5. ให้ทราบขบวนการสังเคราะห์แสง การคายน้ำและการหายใจ
6. ให้ทราบถึงประโยชน์และโทษของใบ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของใบได้อย่างถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถบอกชนิดของใบได้อย่างถูกต้อง
3. นักเรียนสามารถวาดภาพของใบได้อย่างถูกต้อง
4. นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบของใบได้อย่างถูกต้อง
5. นักเรียนสามารถชี้ส่วนของใบแต่ละส่วนได้อย่างถูกต้อง
6. นักเรียนสามารถวาดภาพแสดงส่วนประกอบของใบได้อย่างถูกต้อง
7. เมื่อให้ใบ คำสั่ง ใบมะละกอ ใบผักทอง ใบจามจุรี ใบมะขาม ใบกุหลาบ มา
นักเรียนสามารถจำแนกได้ว่าใบใดเป็นใบเดี่ยวและใบใดเป็นใบประกอบได้อย่าง
ถูกต้อง
8. นักเรียนสามารถบอกหน้าที่ของใบได้อย่างถูกต้อง
9. เมื่อให้ใบตะบองเพชร ใบคำสิงห์ ก้ามกุ้ง ห้วหอม ใบคว่ำเตยหางายเป็น
เฟื่องฟ้า ใบหม้อข้าวแกงลิงมา นักเรียนสามารถจำแนกได้ว่าใบเหล่านี้มีหน้าที่
อย่างไรได้อย่างถูกต้อง
10. นักเรียนสามารถบอกกระบวนการสังเคราะห์แสงได้อย่างถูกต้อง
11. นักเรียนสามารถบอกผลที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงได้อย่างถูกต้อง
12. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าคลอโรฟิลล์ช่วยในการปรุงอาหาร
13. นักเรียนสามารถบอกกระบวนการหายใจและการคายน้ำของใบได้อย่างถูกต้อง
14. นักเรียนสามารถบอกผลที่เกิดจากการหายใจและการคายน้ำได้
15. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์และโทษของใบได้อย่างน้อยอย่างละ 4 ข้อ

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตรเนื้อหาให้เข้าใจและละเอียด
2. ดูภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของใบที่นักเรียนเคยเห็นและจากภาพใบ
4. วาดภาพ ใบ แบบใดก็ได้ที่นักเรียนเคยเห็นมาคนละ 2 ภาพลงในกระดาษกิจกรรม
5. ตอบคำถามใบแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
6. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
7. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอากระดาษคำตอบไปด้วย .

000000000000000000

ใบ

หน่วยที่ 3

ตอนที่ 1

ใบ คือ อวัยวะหรือส่วนของพืชที่เจริญเติบโตขึ้นออกมาทางด้านข้างของลำต้น เพื่อทำหน้าที่เป็นโรงครัวในการปรุงอาหาร ใบส่วนมากมักมีสีเขียวจัดของคลอโรฟิลล์เพื่อจะได้สร้างอาหารได้ แต่ที่มีสีอื่นๆ ก็มี เช่น สีแดง ใต้แก่ ใบถั่วเขียวสด สีเงินและทอง ใต้แก่ ใบเงิน ใบทอง สีเขียวสลับแดงหรือเหลือง ใต้แก่ ใบโกศล เป็นต้น

ใบ มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไปสุดแล้วแต่วิธีการของพืช พืชส่วนใหญ่มีใบที่แผ่เป็นแผ่นแบน แต่ก็ยังมีหลายชนิดที่ใบเป็นเส้นเล็กๆ คล้ายเข็ม เช่น ใบสน บางชนิดใบอาจกลายเป็นแผ่นหรือเกล็ดเล็กๆ ที่ไม่มีสีเขียวซึ่งเรียกว่า ใบเกล็ด เช่น ใบเกล็ดของหัวหอม บางชนิดใบอาจกลายเป็นรูปทรงกระบอกกลวง เช่น ใบหอม บางชนิดใบอาจกลายเป็นอวัยวะสำหรับจับแมลงเป็นอาหาร เช่น ใบหม้อข้าวแกงลิง เป็นต้น



แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 3

ศูนย์ที่ 1

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ไบเปรียบเสมือนส่วนใดของบ้าน

ก. ห้องรับแขก

ข. ห้องนอน

ค. ห้องครัว

ง. ห้องอาหาร

2. ไบมักเกิดจากส่วนใด

ก. ช่อ

ข. กิ่ง

ค. ลำต้น

ง. ปล้อง

3. ถ้าไบไม่มีสีเขียวผลจะเป็นเช่นใด

ก. จะไม่มีการหายใจ

ข. จะไม่มีการคายน้ำ

ค. จะไม่มีการปรุงอาหาร

ง. จะไม่มีการเปลี่ยนสีของไบเลย

4. ส่วนมากไบมักมีโครงสร้างเป็นแบบใด

ก. แผ่นกลม

ข. แผ่นแบน

ค. แผ่นกลวง

ง. แผ่นเล็กๆ แอบเข็ม

5. ไบในข้อใดที่มีลักษณะคล้ายเข็ม

ก. ไบหอม

ข. ไบสน

ค. ไบเกล็ด

ง. ไบโกศ

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. เติมคำตอบลงในช่องว่างที่มีอยู่ในบัตรกิจกรรมโดยให้ตรงกับที่ลูกศรโยงออกมา
4. เขียนชื่อกำกับในแต่ละส่วนของเซลล์ไปตามที่ลูกศรโยงออกมา
5. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
6. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
7. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอากระดาษคำตอบของนักเรียนไปด้วย .

000000000000

ใบ

หน่วยที่ 3

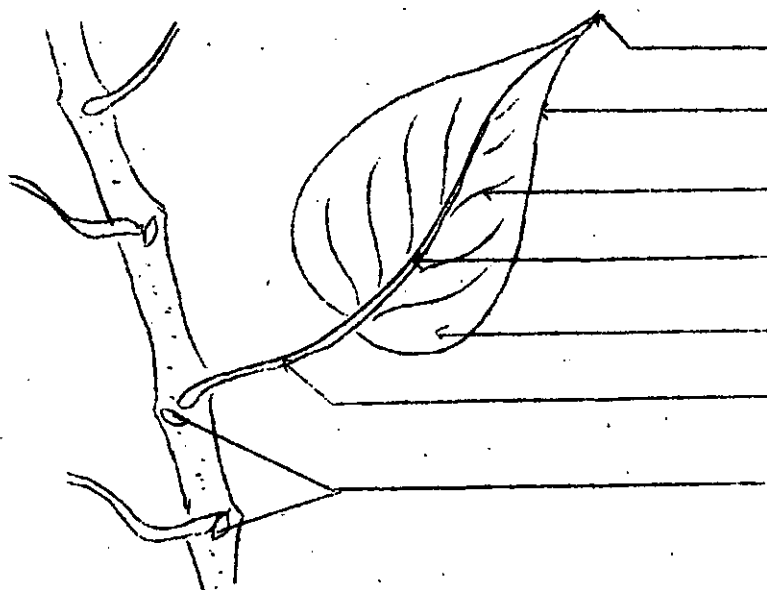
ตอนที่ 2

ส่วนประกอบของใบ

ใบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ทิวใบ เป็นส่วนของใบที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนๆ และเป็นส่วนสำคัญที่สุดของทิวใบ เพราะว่ามีลักษณะที่แบนบาง จึงทำให้เซลล์ที่มีคลอโรฟิลล์อยู่สัมผัสกับแสงแดดได้มากที่สุด ภายในทิวใบจะมีส่วนที่มีลักษณะเป็นเส้นและเป็นสันนูนขึ้นมาเห็นได้ชัด ทำให้แบ่งทิวใบออกเป็น 2 ซีก เส้นที่เป็นสันนี้คือ เส้นกลางใบ และเส้นกลางใบนี้จะมีแขนงแยกออกไปมากมายภายในทิวใบ เรียกแขนงนี้ว่า เส้นใบ ซึ่งมีลักษณะต่างๆ กันเป็นโครงช่วยให้ทิวใบเป็นแผ่นกางอยู่ได้ นอกจากนี้ก็ยังมีส่วนที่เป็น ยอดใบ และ ขอบใบ อีกด้วย

2. ก้านใบ เป็นส่วนของใบที่ติดต่อกันระหว่างทิวใบกับลำต้น ก้านใบมีหน้าที่ส่วนใหญ่ในการลำเลียงน้ำและเกลือแร่ที่ผ่านมารากรากและลำต้นไปยังทิวใบ และลำเลียงอาหารที่ทิวใบปรุงเอาไว้ออกไปยังส่วนอื่นๆ ของพืช ที่โคนก้านใบนี้จะมี หูใบ รองรับเอาไว้เพื่อทำหน้าที่คุ้มกันใบเมื่อยังอ่อนๆ อยู่ เมื่อใบเจริญเติบโตพอสมควรแล้วหูใบก็จะหลุดล่อนไป



ยอดใบ

ขอบใบ

เส้นใบ

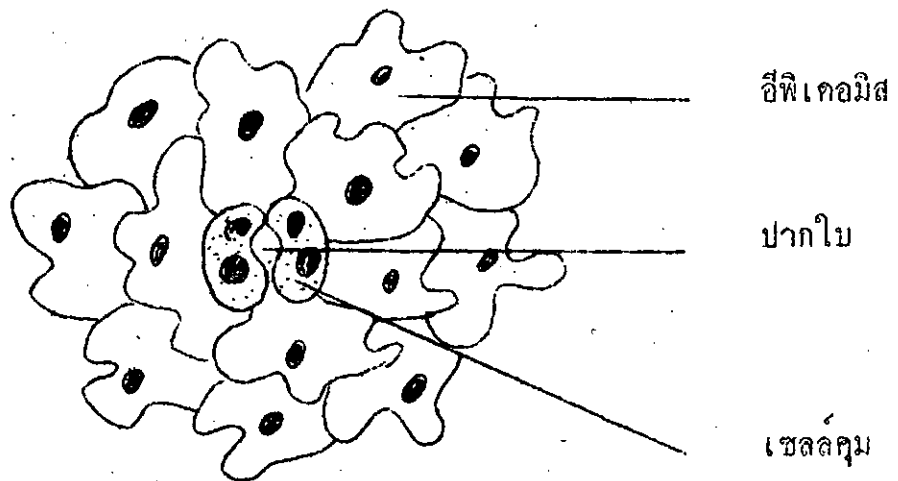
เส้นกลางใบ

ทิวใบ

ก้านใบ

หูใบ

ผิวหนังของใบมีช่องเล็กๆ ที่เรียกว่า ปากใบ หรือ รูใบ มักมีที่ผิวล่างของใบมากกว่าผิวบน ปากใบเป็นช่องระหว่างเซลล์คุม คู่หนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่ว การเต่งตัวและการหดตัวของเซลล์คู่นั้นๆ ทำให้ปากใบนี้เปิดและปิด ปากใบเป็นทางถ่ายเทก๊าซต่างๆ และไอน้ำจากภายในพืชกับภายนอกพืช ซึ่งช่วยให้อากาศบริเวณที่มีต้นไม้สดชื่นมากขึ้น



แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 3

ศูนย์ที่ 2

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

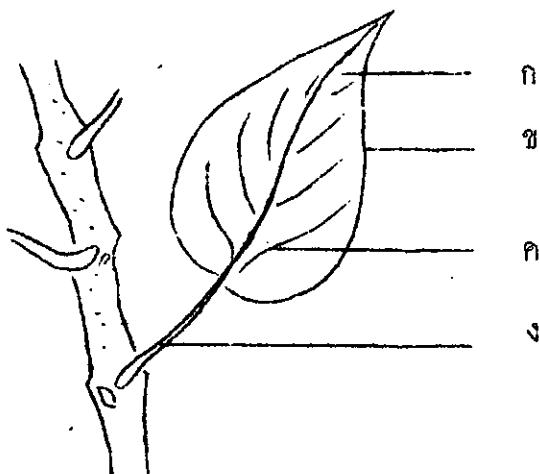
1. จากภาพข้อใดคือเส้นใบ

ก.

ข.

ค.

ง.



2. จากภาพที่ 1 ข้อใดคือก้านใบ

ก.

ข.

ค.

ง.

3. ถ้าภายในตัวใบไม่มีเส้นใบผลจะเป็นเช่นใด

ก. จะไม่มีการปรุงอาหาร

ข. จะไม่มีการลำเลียงอาหาร

ค. ใบไม่สามารถแผ่ออกเป็นแผ่นได้

ง. ใบไม่สามารถคายน้ำได้

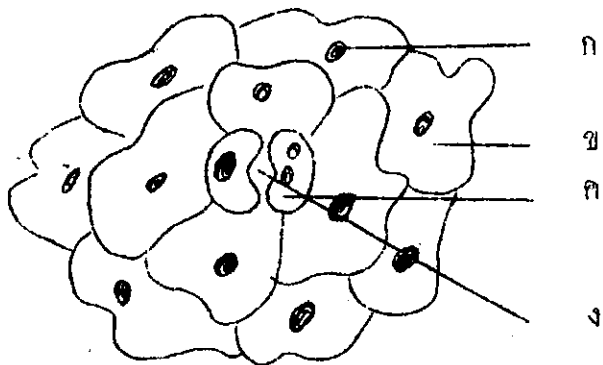
4. จากภาพข้อใดคือปากใบ

ก.

ข.

ค.

ง.



5. ข้อใดที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

ก. ปากใบ - ตัวใบ

ข. ก้านใบ - ขอบใบ

ค. ก้านใบ - เส้นกลางใบ

ง. ปากใบ - เซลล์คุม

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ดูภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
4. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
5. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอา
กระดาษคำตอบไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์ .

000000000000

ใบ

หน่วยที่ 3 ตอนที่ 3

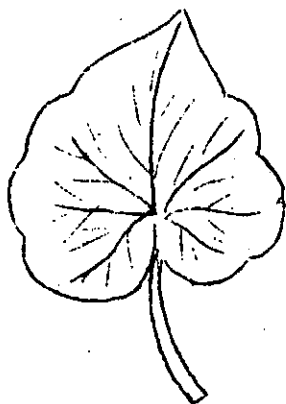
ชนิดของใบ

ใบแบ่งตามหน้าที่ออกเป็น 4 ชนิดคือ

1. ใบแท้ เป็นใบที่เราเห็นกันอยู่ทั่วไป ใบนั้นเอง มีสีเขียวและแผ่เป็นแผ่นบางๆ เพื่อทำหน้าที่ในการปรุงอาหาร หายใจ และคายน้ำ
2. ใบเลี้ยง คือ ใบแรกที่อยู่ในเมล็ดและงอกออกมาจากเมล็ด ทำหน้าที่สะสมอาหารหรือทำการสังเคราะห์แสง เพื่อให้อาหารเลี้ยงต้นอ่อน
3. ใบเกล็ด เป็นใบที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นใบเกล็ดเล็กๆ มักไม่มีคลอโรฟิลล์ ส่วนมากมีสีน้ำตาลหุ้มตาหรือยอดอ่อนเพื่อป้องกันอันตราย
4. ใบดอก คือ กลีบดอกรวมทั้งกลีบเลี้ยงและใบประดับ กลีบดอกมีสีต่างๆ กัน เช่น สีแดง สีขาว สีส้ม สีม่วง เป็นต้น ใบประดับซึ่งอยู่ใต้กลีบดอกและกลีบเลี้ยงมักมีสีเขียวแคบๆ ที่ก็มีสีฉูดฉาด เช่น ดอกเฟื่องฟ้า หัวปลี ครีส์ทมาส เป็นต้น

ถ้าแบ่งใบตามลักษณะจะแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. ใบเดี่ยว เป็นใบซึ่งประกอบด้วย
 ตัวใบเพียงใบเดียวหรือแผ่นเดียว ติดอยู่กับ
 ก้านใบ เช่น ใบมะม่วง ใบกล้วย ใบขมิ้น
 เป็นต้น
2. ใบประกอบ เป็นใบซึ่งประกอบด้วยตัวใบ
 หรือใบเล็กๆ หลายๆ ใบติดอยู่กับก้านใบ
 1 ก้านตัวใบเล็กนี้จะต้องแยกจากกันโดย
 เด็ดขาด เช่น ใบมะยม ใบมะขาม เป็นต้น



แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 3

ศูนย์ที่ 3

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ใบในข้อใดที่เป็นใบเดี่ยว

ก. ใบจามจุรี

ค. ใบถั่ว

ข. ใบมะขาม

ง. ใบมะละกอ

2. ข้อใดเป็นใบคอก

ก. หัวปลี

ค. คริสต์มาส

ข. เฟื่องฟ้า

ง. ทั้ง 3 ข้อ

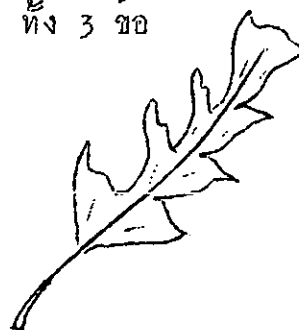
3. จากภาพเป็นใบชนิดใด

ก. ใบเกล็ด

ข. ใบเลี้ยง

ค. ใบเดี่ยว

ง. ใบประกอบ



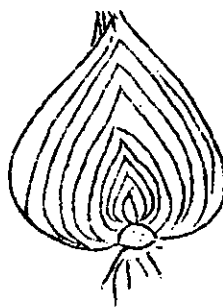
4. จากภาพเป็นใบชนิดใด

ก. ใบเกล็ด

ข. ใบเลี้ยง

ค. ใบคอก

ง. ใบเดี่ยว



5. ใบมะยมเป็นใบแบบเดียวกับใบในข้อใด

ก. ทุเรียน

ค. ชบา

ข. มะละกอ

ง. สาลี่

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ดูภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
4. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย
5. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอา
กระดาษคำตอบไปด้วยทุกครั้งที่เปลี่ยนศูนย์

000000000000

ใบ

หน่วยที่ 3

ตอนที่ 4

หน้าที่ของใบ

ใบมีหน้าที่โดยตรงคือ

1. ประจุอาหารโดยการสังเคราะห์แสง ใบได้รับน้ำและเกลือแร่ที่ละลายในน้ำจากทางรากและคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ คลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารสีเขียวจะทำให้เกิดเป็นน้ำตาลกลูโคส และในที่สุดก็กลายเป็นแป้ง

2. หายใจ ในการหายใจ ใบจะถูกคายออกซิเจนและคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทางปากใบ

3. คายน้ำ เมื่อรากดูดน้ำและเกลือแร่ขึ้นมาทางราก เกลือแร่จะถูกดูดขึ้นมาได้เมื่ออยู่ในสภาพของสารละลาย แต่ถ้าต้นไม้มีน้ำอยู่เต็มที่แล้วก็จะไม่สามารถดูดเกลือแร่ขึ้นมาได้อีก พืชจึงต้องคายน้ำออกจากตัว ใบจึงต้องทำหน้าที่คายน้ำ

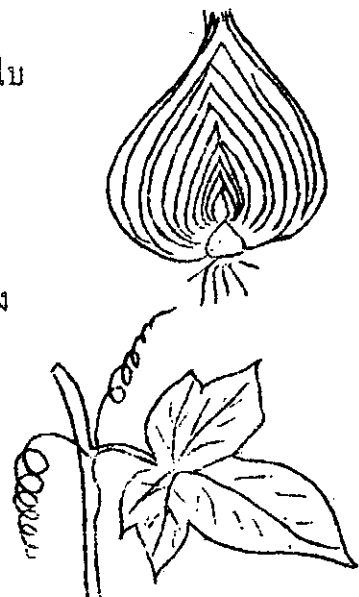
หน้าที่พิเศษของใบนั้น ใบจะเปลี่ยนแปลงรูปส่วนให้เหมาะกับหน้าที่นั้นๆ เช่น

1. ประหยัคน้ำ โคมใบเปลี่ยนเป็นหนามหรือเกล็ดเล็กๆ เช่น ตะบองเพชร สนปฏิพัทธ์

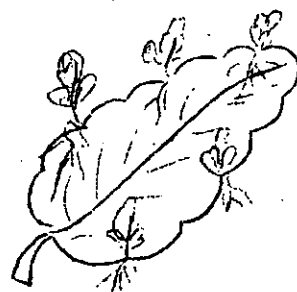
2. สะสมน้ำ เช่น กามก้วย หางจระเข้

3. สะสมอาหาร เช่น หอม กระเทียม ลักษณะของใบที่สะสมอาหารก็คือ จะมีใบซ้อนกันหลายๆ ชั้น และตัวใบมีลักษณะอวบอ้วน

4. เปลี่ยนเป็นมือจับหรือหนวดเพื่อเกาะ เช่น ตำลึง พักทอง องุ่น ตัวใบที่ทำหน้าที่นี้ จะมีลักษณะเป็นสายยาวๆ และหยัก ม้วนเป็นเกลียว สามารถยึดหยุ่นได้

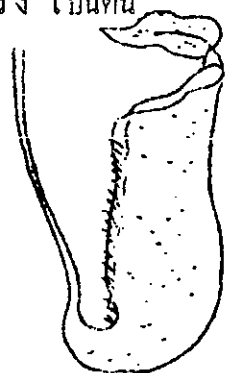


5. ทำการแพร่พันธุ์ โดยตัวใบจะมีลำต้นเล็กๆ
เกิดขึ้นมากมาย เช่น ใบคว่ำตายหงายเป็น



6. ทำการล่อแมลง ใบชนิดนี้จะมีลักษณะคล้ายดอกไม้ คือมีสีฉูดฉาดและสวยงาม
เพื่อทำการล่อแมลง เช่น เฟื่องฟ้า หัวปลี คริสต์มาส

7. ทำการจับแมลงเป็นอาหาร ใบชนิดนี้จะมีอวัยวะส่วนหนึ่งที่สามารถดักจับแมลง
ได้ คือ มีฝาปิดเปิดหรือกาบ คอยปิดเปิดเมื่อแมลงเข้ามาเกาะ เช่น ใบหม้อข้าวแกงลิง
ใบกาบหอยแครง เป็นต้น



8. ทำหน้าที่ป้องกันตาหรือยอดอ่อน ซึ่งได้แก่ ใบเกล็ดนั่นเอง

แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 3

ศูนย์ที่ 4

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. สิ่งจำเป็นในการปรุงอาหารของพืช คือข้อใด

ก. ก๊าซออกซิเจน

ข. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ค. น้ำ

ง. ก๊าซไฮโดรเจน

2. ใบที่ช่วยสะสมอาหารคือข้อใด

ก. กระเทียม

ข. หางจระเข้

ค. หัวปลี

ง. ตะบองเพชร

3. ใบหม้อข้าวแกงลิงทำหน้าที่อย่างไร

ก. สะสมอาหาร

ข. ลอแมลง

ค. จับแมลง

ง. สะสมน้ำ

4. กาบกล้วยทำหน้าที่อย่างไร

ก. สะสมน้ำ

ข. ป้องกันลำต้น

ค. สะสมอาหาร

ง. จับสัตว์เป็นอาหาร

5. ใบที่ช่วยป้องกันตาหรือยอดอ่อนคือข้อใด

ก. ใบเลี้ยง

ข. ใบดอก

ค. ใบเกล็ด

ง. ใบประดับ

บัตรคำสั่ง

1. อ่านบัตร เนื้อหาให้ละเอียด
2. ภาพประกอบเนื้อหาแต่ละตอนให้เข้าใจ
3. ตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์ลงในกระดาษคำตอบ
4. เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เสาที่เดิมให้เรียบร้อย
5. ย้ายไปเรียนยังศูนย์ต่อไป ถ้ายังไม่มีศูนย์ว่างให้ไปที่ศูนย์สำรอง โดยถือเอา
กระดาษคำตอบไปด้วยทุกครั้งที่ได้รับศูนย์ .

๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐๐

ใบ

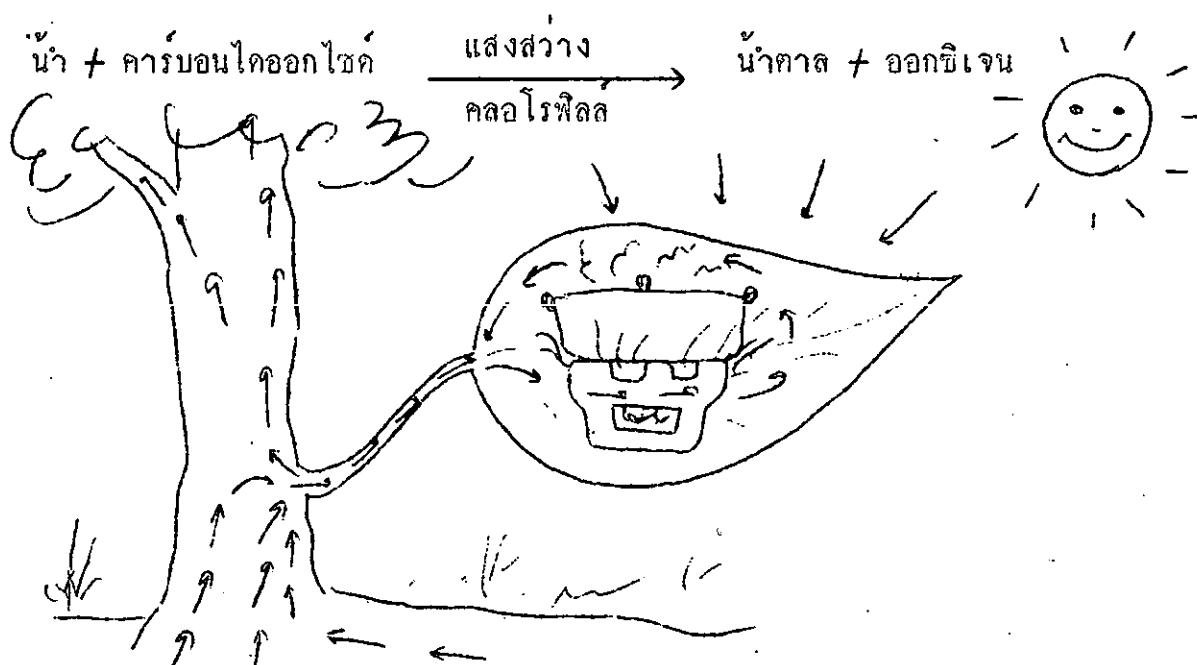
หน่วยที่ 3

ตอนที่ 5

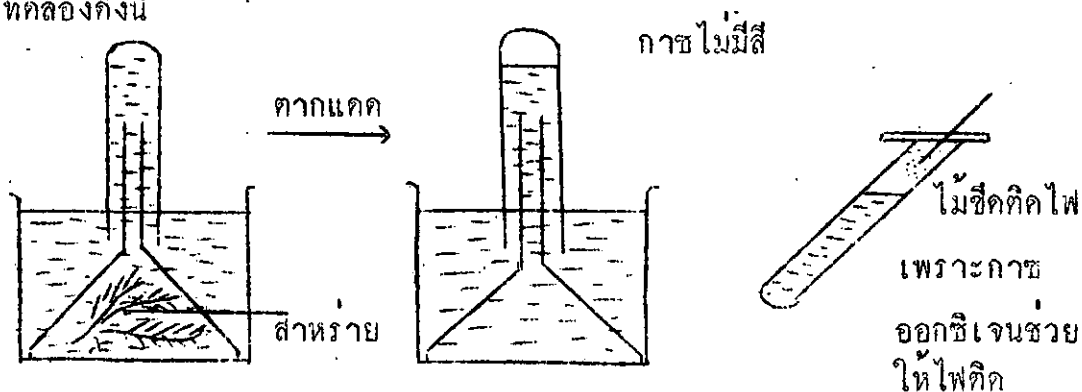
การสังเคราะห์แสง การหายใจ และการคายน้ำ

การสังเคราะห์แสง คือ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นใบไม้สีเขียว ทำให้วัตถุดิบคือ น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ เปลี่ยนเป็นน้ำตาล โดยมีคลอโรฟิลล์และแสงสว่างเป็นตัวการ

ปฏิกิริยาขบวนการสังเคราะห์แสง



ในขบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อพืชปรุงอาหารแล้วก็จะคาย ก๊าซออกซิเจน ออกมา ซึ่งมีการทดลองดังนี้



การหายใจของพืช

พืชก็เหมือนสัตว์ในข้อที่ว่า ต่างก็ต้องมีการหายใจ โดยใช้ออกซิเจนในการหายใจและคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเหมือนๆ กัน

การเปรียบเทียบการปรุงอาหารกับการหายใจ

การปรุงอาหาร	การหายใจ
1. ปรุงที่ใบสีเขียวหรือส่วนที่มีสีเขียว 2. ปรุงได้ตอนที่แสงแดดเท่านั้น 3. ใช้พลังงานจากแสงแดดไป 4. ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ 5. คายออกซิเจน 6. เป็นการสร้างอาหาร	1. หายใจทุกส่วน 2. หายใจได้ตลอดเวลา 3. ได้พลังงานออกมาให้พืชใช้ 4. ใช้ออกซิเจน 5. คายคาร์บอนไดออกไซด์ 6. เป็นการทำลายอาหาร

การคายน้ำของพืช

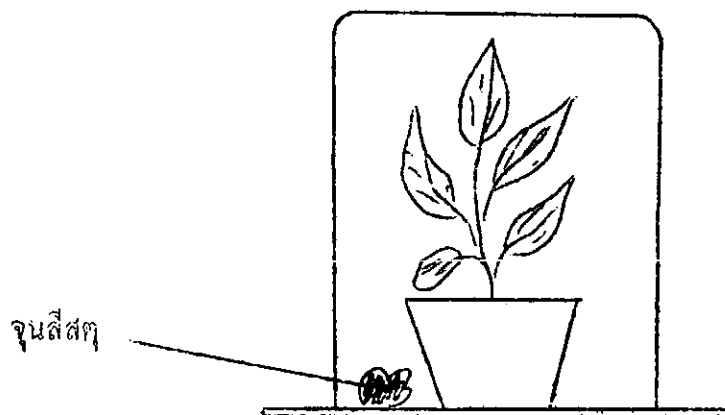
การคายน้ำเกิดขึ้นทุกส่วนของพืช เช่นที่ ผิวใบ ผิวลำต้นที่ยังอ่อน ที่รูของลำต้น แต่ส่วนใหญ่จะเกิดที่ผิวใบตรงปากใบ การคายน้ำเกิดขึ้นตลอดเวลา จะมากหรือน้อยแล้วแต่ อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศและสภาพแวดล้อม เช่น เวลากลางวันปากใบจะเปิดกว้างกว่าเวลากลางคืน หรือเมื่อพืชได้น้ำชุ่มชื้น เซลล์คุมที่ปากใบจะเต่งตัว ปากใบก็เปิดกว้าง

การคายน้ำมีประโยชน์คือ

1. ช่วยลดความร้อน
2. ช่วยทำให้รากพืชดูดน้ำจากดินแทนน้ำที่ระเหยไป ทำให้มีการหมุนเวียนของน้ำในลำต้นพืช จึงได้น้ำและเกลือแร่จากดิน

การทดลองการคายน้ำของพืช

1. จุนสีสตุเป็นของแข็งสีขาว ถ้าถูกน้ำจะกลายเป็นสีน้ำเงิน จึงใช้สำหรับเป็นสารที่ทดสอบ
2. พลาสติกที่หุ้มกระถางและซีซี้งที่รากหน้าดินป้องกันการระเหยของน้ำจากดิน
3. ต่อน้ำกระถางไปตั้งไว้กลางแดดสักครู่ เพื่อให้รูใบเปิดคายน้ำออกมา
4. จะสังเกตเห็นจุนสีสตุค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าต้นไม้คายน้ำออกมา



แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 3

ศูนย์ที่ 5

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. ในการสังเคราะห์แสง ถ้าไม่มีแสงสว่างจะเป็นเช่นใด
 - ก. จะไม่มีการหายใจ
 - ข. จะไม่มีการคายน้ำ
 - ค. จะไม่มีการปรุงอาหาร
 - ง. จะไม่มีการลำเลียงน้ำและเกลือแร่
2. ส่วนใหญ่การคายน้ำของพืชเกิดที่ส่วนใด
 - ก. เซลล์คุม
 - ข. ปากใบ
 - ค. ผิวใบ
 - ง. ยอดใบ
3. ขบวนการใดที่เป็นการสร้างอาหาร
 - ก. การสังเคราะห์แสง
 - ข. การหายใจ
 - ค. การคายน้ำ
 - ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ
4. ถ้าไม่มีการคายน้ำผลจะเป็นเช่นใด
 - ก. ไม่มีการดูดน้ำจากดิน
 - ข. ไม่มีฝนตกเลย
 - ค. ใบมีสีสดอยู่ตลอดเวลา
 - ง. อากาศชุ่มชื้นมาก
5. ขบวนการใดที่ต้องใช้ออกซิเจนมาก
 - ก. การปรุงอาหาร
 - ข. การหายใจ
 - ค. การคายน้ำ
 - ง. การสังเคราะห์แสง
