378.1691
ก 13

การศึกษาผลการเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้หนังสือมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

17 ต.ค. 2538

ปริญญานิพนธ์

ของ

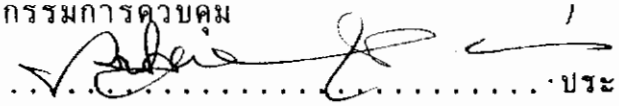
กิตติภูมิ มีประดิษฐ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2538

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
195077

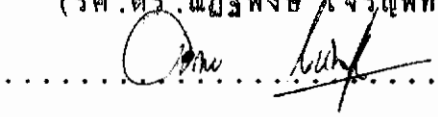
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม



.....ประธาน

(รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)



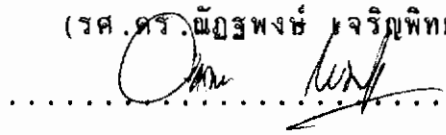
..... กรรมการ

(ดร.อรรณพ โพธิสุข)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รศ.ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)



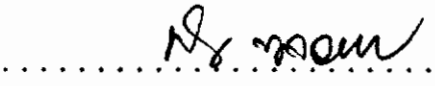
..... กรรมการ

(ดร.อรรณพ โพธิสุข)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร.กาญจนา ชูครุวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร. ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ ..8.... เดือน ..มีนาคม..... พ.ศ. 2534..

ประกาศคุณูปการ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และบูรพาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอนและวางรากฐานทางการศึกษาให้แก่ผู้วิจัย

ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับข้อคิดและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานคณะกรรมการที่ปรึกษา ดร.อรรณพ โพธิสุข กรรมการที่ปรึกษา และขอกราบขอบพระคุณ ดร.กาญจนา ชูครุวงศ์ ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสมทบในการสอบปากเปล่า

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ รัชนีพร พุคยาภรณ์ ท่านอธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ให้โอกาสและสนับสนุนการศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา โดยมอบทุนการศึกษาและอนุญาตให้ผู้วิจัยลาศึกษาต่อได้เต็มเวลา ความกรุณาครั้งนี้ผู้วิจัยจะขอจดจำและรำลึกถึงพระคุณตลอดไป

ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือทางด้านวิชาการเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ทีฆทรัพย์ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ความร่วมมือร่วมใจจากเพื่อนร่วมงานในภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เพื่อนร่วมรุ่นวิทยาศาสตร์ศึกษารุ่นที่ 5 และกำลังใจที่ได้จากเพื่อนๆ ทุกคนเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งต่อผู้วิจัยก่อให้เกิดแรงผลักดันและช่วยจุดประกายให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้และขออภัยที่มิได้เอ่ยถึงผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือและเกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้หมดทุกท่าน แต่ผู้วิจัยขอยืนยันว่าความกรุณาที่ทุกท่านมอบให้จะอยู่ในใจและความรู้สึกนึกคิดของผู้วิจัยตลอดเวลา

กิตติภูมิ มีประดิษฐ์

สารบาญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	เอกสารเกี่ยวกับหนังสือเรียน	6
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสือเรียน	19
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและชุดการสอน	23
	เอกสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	28
	เอกสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษา	33
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมศึกษา	43
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	47
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	48
	การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	49
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	49
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย	54
	วิธีดำเนินการทดลอง	55

บทที่ หน้า

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 55

4 การวิเคราะห์ข้อมูล 58

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 58

การวิเคราะห์ข้อมูล 58

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 59

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 70

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 70

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า 70

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 71

การวิเคราะห์ข้อมูล 72

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 73

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า 73

ข้อเสนอแนะ 81

บรรณานุกรม 83

ภาคผนวก 94

ประวัติย่อผู้วิจัย 172

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แบบแผนการวิจัย 54

2 การศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย ของนักศึกษา
กลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ
มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยศรีปทุม 60

3 การศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัยของนักศึกษา
กลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้
เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ 64

4 การเปรียบเทียบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัยหลังการทดลอง
ระหว่างนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์
โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัย
ศรีปทุมกับนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้
เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ 68

5 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย
วิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม 96

6 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบผลการเรียนด้านจิตพิสัย
วิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม 97

7 คะแนนผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยระหว่างการทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 98

8 คะแนนผลการเรียนด้านจิตพิสัยระหว่างการทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 100

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 การจำแนกประเภทของจุดประสงค์ของการศึกษาตามลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียน 3 ด้าน (Domains)..... 18

2 รูปแบบโครงสร้างของสิ่งแวดล้อมและแนวการศึกษาให้เกิดความสามารถทางการจัดการสิ่งแวดล้อม..... 35

3 กราฟแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง..... 62

4 กราฟแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$%) ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง..... 63

5 กราฟแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม..... 66

6 กราฟแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$%) ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม..... 67

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

มหาวิทยาลัยศรีปทุมเป็นสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งหนึ่ง จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติสถาบันอุดมศึกษาเอกชน พศ.2512 เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2513 ใช้ชื่อว่า "วิทยาลัยไทยสุริยะ" ต่อมา วิทยาลัยไทยสุริยะได้รับพระราชทานนามใหม่จากสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เป็น "วิทยาลัยศรีปทุม" เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2515 และได้รับอนุญาตจากทบวงมหาวิทยาลัยให้เปลี่ยนประเภทเป็น "มหาวิทยาลัยศรีปทุม" ตามพระราชบัญญัติสถาบันอุดมศึกษาเอกชน พศ.2522 เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2530 (มหาวิทยาลัยศรีปทุม. 2537 : 14)

มหาวิทยาลัยศรีปทุมจัดการศึกษาสำหรับปริญญาตรีเป็นระบบทวิภาค โดยแบ่งการศึกษาในหนึ่งปีออกเป็นสองภาค คือ ภาคการศึกษาปกติ กับภาคฤดูร้อน ภาคการศึกษาปกติเป็นภาคการศึกษาบังคับ แบ่งออกเป็นภาคการศึกษาที่ 1 และภาคการศึกษาที่ 2 มีระยะเวลาเรียนในแต่ละภาคไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ สำหรับภาคฤดูร้อนมีระยะเวลาเรียนไม่น้อยกว่า 8 สัปดาห์ ทั้งนี้ ต้องมีชั่วโมงศึกษาของแต่ละรายวิชาในภาคฤดูร้อนรวมกันทั้งหมด เทียบเท่ากับชั่วโมงศึกษาในภาคการศึกษาปกติ ภาคการศึกษาฤดูร้อนเป็นภาคการศึกษาไม่บังคับ ยกเว้นหลักสูตรที่กำหนดให้ต้องศึกษาภาคฤดูร้อนด้วย

วิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อมเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (General Science) ซึ่งมหาวิทยาลัยศรีปทุมจัดให้เป็นวิชาพื้นฐานสำหรับปริญญาตรีใน 3 คณะด้วยกัน คือ คณะศิลปศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ และคณะนิเทศศาสตร์ ต่อมาคณะบริหารธุรกิจยกเลิกวิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อม โดยจัดให้เรียนวิชาคณิตศาสตร์แทน ปัจจุบัน

วิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อมจึงเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่เป็นวิชาพื้นฐานของคณะศิลปศาสตร์และคณะนิเทศศาสตร์ (มหาวิทยาลัยศรีปทุม. 2536 : 45, 135)

วิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ได้จัดเข้ามาเป็นวิชาพื้นฐานสำหรับบริญญาตรี เมื่อปีการศึกษา 2530 เพื่อแทนวิชา ศป.102 วิชามนุษย์กับวิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้รหัสวิชาและชื่อวิชา ศป.154 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ต่อมาในปีการศึกษา 2531 ได้เปลี่ยนรหัสวิชาใหม่อีกครั้งเป็น ศป.141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้ใช้รหัสและชื่อวิชานี้มาจนกระทั่งปีการศึกษา 2535 จึงได้เปลี่ยนรหัสและชื่อวิชาอีกครั้งหนึ่งเป็น GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

วิชา GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม เป็นวิชาที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม โดยชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอันเนื่องมาจากพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีผลต่อสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และอนาคตของมนุษย์

เมื่อผู้วิจัยซึ่งเป็นอาจารย์ประจำของมหาวิทยาลัยศรีปทุมได้รับมอบหมายให้สอนวิชา GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม พบว่ายังไม่มีหนังสือหรือตำราที่ใช้ประกอบการสอนเป็นของมหาวิทยาลัยศรีปทุม อาจารย์ที่เคยสอนวิชานี้ส่วนใหญ่ใช้ตำราหลายเล่มประมวลออกมาในรูปของเอกสารอัดสำเนาเย็บเล่มให้นักศึกษาใช้ประกอบการเรียน ซึ่งไม่สามารถบรรจุรายละเอียดให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด บางครั้งจึงทำให้เกิดจุดบอดในการเรียนรู้จากการที่นักศึกษาไม่สามารถไปค้นคว้าเพิ่มเติมได้ เป็นเหตุทำให้ผลการเรียนของนักศึกษาไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เรียบเรียงเนื้อหาสาระ และรายละเอียดของวิชานี้ตามขอบข่ายของรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรขึ้นมาเป็นหนังสือเพื่อให้นักศึกษาได้ใช้ประกอบการเรียน หนังสือที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้นมานี้มีชื่อว่า "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม"

การเรียบเรียงหนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" นี้ ผู้วิจัยได้อาศัยหลักเกณฑ์บางส่วนของ สุไร พงษ์ทองเจริญ (2523 : 26) กล่าวคือ หนังสือเรียนที่ดีจะต้องสอดคล้องกับหลักสูตรทั้งในด้านจุดประสงค์เฉพาะ จุดประสงค์ทั่วไป และ

ตรงกับคำอธิบายรายวิชา (Course Description) ผู้เขียนจะต้องศึกษาเนื้อหาของหลักสูตรอย่างละเอียด หนังสือที่จะเขียนขึ้นนั้นต้องมีเนื้อหาเร้าความสนใจของผู้เรียน การจัดบทเรียนจะต้องเริ่มจากง่ายไปหายาก เพื่อผู้เรียนจะได้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและไม่เกิดความสับสน

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้อาศัยหลักเกณฑ์การประเมินหนังสือเรียนของแมคคีย์ (Mackey's Parameters) บางส่วนมาเป็นแนวทางในการเรียบเรียงหนังสือเล่มนี้ด้วย ซึ่งหลักเกณฑ์ที่ได้นำมาปรับใช้มีดังนี้

1. การเลือก (Selection) เนื่องจากเราไม่สามารถสอนทุกสิ่งทุกอย่างให้แก่นักเรียนได้ทั้งหมด หรือผู้รู้ก็ไม่ได้รู้ทั้งหมด ดังนั้น สิ่งที่จะสอนให้แก่ผู้เรียนจึงต้องเลือกเรื่องที่จะสอน โดยพิจารณาจากจุดมุ่งหมายของหลักสูตร (The purpose of the course) ระดับของผู้เรียน (The level of the student) และช่วงเวลาของการสอน (The duration of the programme) นอกจากนี้ยังมีเกณฑ์เบื้องต้นในการเลือก ดังนี้

1.1 ปริมาณ (Quantity) หมายถึง แบบของหนังสือที่สอนมีอะไรบ้าง และมีปริมาณเท่าใด

1.2 สัดส่วน (Proportion) หมายถึง สัดส่วนของรายการเนื้อหาในแต่ละเรื่อง คิดเป็นร้อยละจากจำนวนเรื่องทั้งหมด

1.3 การใช้ประโยชน์ (Utility) หมายถึง สิ่งที่เลือกมาสอนจากหนังสือเรียนใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อย่างไร

2. การเรียงลำดับ (Gradation) เป็นการพิจารณาเนื้อหาว่าเนื้อหาใดควรมาก่อนหรือหลัง จัดกลุ่ม (Grouping) แล้วเรียบเรียงเป็นรูปเล่ม (Productivity)

เนื่องจากยังไม่ทราบว่าหนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมนี้ เป็นหนังสือที่ช่วยให้นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับวิชา GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม เพิ่มขึ้นหรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นควรนำหนังสือเล่มนี้ไปทดลองใช้

และทดสอบผลการเรียนของนักศึกษาว่า ได้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยมากน้อยเพียงใด

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัย ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

2. เพื่อศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัย ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

3. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัย ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม กับนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะทำให้ทราบว่าการสอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม จะช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัยกับด้านจิตพิสัยของวิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อมได้มากน้อยเพียงไร ผลการวิจัยดังกล่าว จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงหนังสือเล่มนี้ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพต่อผลการเรียนของนักศึกษามากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อมอันเป็นวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะศิลปศาสตร์แลคณะนิเทศศาสตร์ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ในภาคการศึกษาที่ 1/2537 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 40 คน

3. ระยะเวลาของการศึกษาค้นคว้า ใช้เวลาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 15 สัปดาห์

4. ตัวแปรที่จะศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน แยกเป็น 2 แบบ คือ

4.1.1 การสอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

4.1.2 การสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ การเรียนรู้ 2 ด้าน คือ

4.2.1 ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

4.2.2 ด้านจิตพิสัย (Affective Domain)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. วิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาวิทยาศาสตร์บังคับที่นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีทุกคนต้องเรียนอย่างน้อย 3 หน่วยกิต ในการวิจัยครั้งนี้ คือ

วิชา GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา 6 บท ได้แก่ สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อม ระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์ ประชากรมนุษย์ และสารพิษและมลภาวะ

2. การสอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม เพียงเล่มเดียว

3. การสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ หมายถึง กระบวนการเรียนการสอน วิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม โดยใช้หนังสือทั่วไปหลายๆ เล่มประกอบกัน แต่ไม่ใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

4. ผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย หมายถึง ผลการเรียนรู้ 6 ประการ คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน ในการวิจัยครั้งนี้วัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย หมายถึง ผลการเรียนรู้ 5 ประการ คือ การรับรู้ การตอบสนอง การสร้างค่านิยม การจัดระบบ และการสร้างคุณลักษณะ ในการวิจัยครั้งนี้วัดการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จำแนกเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับหนังสือเรียน
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสือเรียน
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและชุดการสอน
4. เอกสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม
5. เอกสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษา
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมศึกษา

เอกสารเกี่ยวกับหนังสือเรียน

ความหมายของหนังสือเรียน

ปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการได้เรียกหนังสือที่ใช้สำหรับเป็นคู่มือประกอบหลักสูตรการศึกษาว่า "หนังสือเรียน" ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับตำรับตำรา ตำราเรียน ตำราสอน ตำราความรู้ และแบบเรียน แต่แตกต่างกันในรายละเอียดของโครงสร้างและเป้าหมาย ในทรรศนะนักการศึกษาไทยมักจะเกิดความสับสนในความหมายของคำว่า Textbook เพราะอาจจะแปลว่าตำรา ซึ่งเป็นหนังสือที่บรรจุสาระความรู้ต่างๆ อย่างหนึ่ง กับอีกความหมายหนึ่งแปลว่าแบบเรียนหรือหนังสือเรียน ซึ่งบรรจุสาระความรู้ต่างๆ ตามหลักสูตรการศึกษาของแต่ละระดับ ได้มีผู้ให้ความหมายของหนังสือเรียนไว้ต่างกัน ดังนี้

ครอนบัค และคนอื่นๆ (Cronbach and others. 1955 : 3) ได้กล่าวถึงหนังสือเรียน (Textbook) ว่าเป็นประเภทหนึ่งของคู่มือการเรียนการสอน

(Textbook) ที่มีบทบาทอยู่ในระบบโรงเรียนมาแต่ดั้งเดิมก่อนที่คู่มือประเภทอื่น เช่น อุปกรณ์โสตทัศน์ แบบเรียนโปรแกรม วัสดุคู่มือการเรียนการสอนและอื่นๆ จะเกิดมีขึ้นอย่างในปัจจุบัน โรเบิร์ต ไบเออร์สเตดท์ (Robert Bierestedt) ผู้ร่วมงานของ ครอนบัค (Cronbach) กล่าวถึงหนังสือเรียนว่า หนังสือเรียนโดยพื้นฐานทั่วไปก็มีลักษณะเช่นเดียวกับหนังสือประเภทอื่นๆ กล่าวคือ เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดสานต่อวัฒนธรรม ความรู้ต่างๆ แต่โดยลักษณะทางบทบาทหน้าที่ของหนังสือเรียนนั้น ก็คือ การสนองความมุ่งหมายทางวิทยาการระดับสูงอย่างมีแบบแผน ทั้งในเชิงวิเคราะห์และวิจัย

โนเลน และไกเอทซ์ (Nolen and Goetz. 1959 : 3-4) ได้อธิบาย และให้ความหมายของ "Textbook" ว่าเป็นชื่อเรียกหนังสือที่ใช้ในวิชาเรียน ซึ่งมีเนื้อหาสอดคล้องกับวิชานั้นๆ เมื่อก่อนหนังสือประเภทนี้เรียกว่า "School book" ซึ่งใช้สำหรับผู้เรียนคนละเล่มประกอบด้วยวิชาอ่าน เลข ภูมิศาสตร์ หรือวิชาอื่นๆ ที่กำหนดไว้แต่ละระดับเรียนแต่ละวันที่เปิดเรียน แต่ในปัจจุบันหนังสือเรียนนี้ ถือว่าเป็นอุปกรณ์พื้นฐานทั้งการเรียนของเด็กและการสอนของครู

พัฒน์ น้อยแสงศรี (2527 : 2) ให้คำนิยามหนังสือเรียนว่า เป็นหนังสือที่เรียบเรียงหรือเขียนขึ้นอย่างมีระบบ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนตามหลักสูตรในกระบวนวิชาที่เปิดสอน

กู๊ด (Good. 1959 : 567-568) ให้คำอธิบาย "Textbook" ว่าหมายถึง

1. คู่มือที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน

2. หนังสือที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับรายวิชาที่จัดไว้อย่างเป็นระบบ โดยมีจุดมุ่งหมาย ที่จะใช้ประกอบการเรียนการสอน แต่ละระดับการศึกษา และใช้เป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าในรายวิชานั้นๆ

บุญเหลือ เทพยสุวรรณ (2523 : 5) กล่าวว่าหนังสือที่ตรงกับความหมายในภาษาอังกฤษว่า "Textbook" ถือว่าเป็นหลักในการสอนวิชานั้นๆ ใน

การเขียนหนังสือชนิดนี้ ผู้เขียนจะต้องวางขั้นตอน เรียบเรียงสำนวนภาษาใส่ภาพประกอบเพื่อสะดวกแก่การเรียนการสอน แต่ถ้าพิจารณาคำว่า "ตำรา" จะมีความหมายกว้างกว่านั้น ในวัฒนธรรมไทยเรามีตำรามานานแล้วก่อนที่จะมีความสัมพันธ์กับชนชาติตะวันตก เช่น ตำราพิชัยสงคราม ตำราคชลักษณ์ ตำราโหราศาสตร์ ตำราแพทย์ เป็นต้น ในปัจจุบัน "ตำรา" หมายถึง หนังสือที่ให้ความรู้ทางวิชาการ ไม่จำกัดว่าต้องเป็นหนังสือใช้ในระดับใด ซึ่งอาจเป็นหนังสือที่ใช้ด้วยกันได้หลายระดับ โดยให้ทรรศนะว่าการที่เรียก "หนังสือเรียน" ว่า "ตำรา" เพราะมีลักษณะดังนี้

1. เป็นหนังสือที่มุ่งให้ความรู้
2. เป็นหนังสือที่มีลำดับขั้นตอน
3. เป็นหนังสือที่ใช้ศัพท์และสำนวนที่มีความหมายเชิงวิชาการ
4. เป็นหนังสือที่บรรจุความรู้อันรับรองได้ว่า เป็นบรรทัดฐาน ของวิชาการ
5. เป็นหนังสือที่แสดงแหล่งที่มาของความรู้ อย่างมีหลักฐานชัดเจนและเชื่อถือได้

ปัจจุบัน เราถือว่าหนังสือเรียนเป็นสื่อประเภทหนึ่ง ที่เรียกว่า "สิ่งพิมพ์" (Printing Materials) ซึ่งเป็นสื่อที่ดีที่สุดในบรรดาสิ่งพิมพ์ทั้งหลาย ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยลักษณะที่แท้จริงหนังสือเรียนก็เป็น "วัสดุการอ่าน" (Reading Materials) ซึ่งสร้างขึ้นอย่างมีระบบ เมื่อหนังสือเรียนมีเป้าหมายที่ชัดเจน กล่าวคือเป็นคู่มือประกอบการเรียนการสอน จึงนับได้ว่าหนังสือเรียนเป็น "วัสดุหลักสูตร" (Curriculum Materials) ประเภทหนึ่งที่มีพัฒนาการทางการศึกษาแนวคิดใหม่ๆ โดยบรรจุเนื้อหาอย่างใหม่ที่ก้าวหน้าทันสมัยลงในหนังสือเรียน

<u>การเขียนหนังสือเรียน</u>

หนังสือเรียนนับเป็นวัสดุหลักสูตรประเภทหนึ่ง ที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความมุ่งหมายของจุดประสงค์ทางการศึกษา (Educational objectives)

ที่รัฐกำหนดขึ้น ซึ่งหมายถึงจุดประสงค์ของหลักสูตรการศึกษานั่นเอง ดังนั้น การสร้างหรือการเขียนหนังสือเรียน จะต้องมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรแต่ละรายวิชาตามระดับของการศึกษา

การเขียนหนังสือเรียนหรือตำราเรียน บุญเหลือ เทพยสุวรรณ (2522 : 6-8) แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมงานก่อนเขียน ในการเขียนหนังสือเรียนนั้น จะต้องเตรียมงานเป็นระยะเวลายาวนาน การเตรียมจะเริ่มด้วยการศึกษาวิชาต่างๆ อย่างกว้างขวางและลึกซึ้งด้วยความสนใจ และต้องหาความรู้ที่เกี่ยวเนื่องกับวิชานั้นเป็นวงรอบไปหลายทิศทาง เมื่อมีความรู้กว้างขวางในวิชาใดวิชาหนึ่งแล้วและเมื่อจะเขียนหนังสือที่จะเป็นตำราถ่ายทอดวิชาให้แก่ผู้อื่น ก็จะต้องเริ่มศึกษาค้นคว้าเพื่อการเขียนตำรานั้นโดยเฉพาะ ซึ่งจะต้องมีขบวนการ ดังต่อไปนี้

1.1 กำหนดจุดมุ่งหมาย ในการเขียนหนังสือจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้แน่วแน่ที่สุดที่จะทำได้ เช่น

1.1.1 มุ่งจะเขียนให้ผู้อ่านที่มีความรู้ระดับไหน

1.1.2 ความรู้ที่จะให้นั้นเพื่อประโยชน์อะไร

1.1.3 มุ่งให้ผู้อ่านใช้ความพากเพียรเพียงไหน ในวงกว้างวงแคบอย่างไร

1.2 ศึกษาวิชาที่จะเขียน เมื่อกำหนดจุดมุ่งหมายชัดเจนแล้ว ก็เริ่มศึกษาวิชาที่ผู้เขียนต้องการจะถ่ายทอด เพื่อเป็นการศึกษาทบทวนความรู้เก่า ซึ่งมักจะพบว่าตนเองเข้าใจไม่แจ่มแจ้งเท่าใดนัก และในการศึกษาทบทวนจะพบว่าเกิดความเข้าใจใหม่ๆ ขึ้นอีกด้วย

1.3 ค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อได้ศึกษาทบทวนความรู้เก่า แล้วได้ข้อคิดใหม่ๆ ขึ้นมาก็จะต้องค้นคว้าเพิ่มเติมอีก การค้นคว้าเพิ่มเติมนี้จะได้จากแหล่งต่างๆ ดังนี้

1.3.1 ซักถามผู้ทรงคุณวุฒิในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับวิชาที่จะเขียนลงในหนังสือตำรา

1.3.2 อ่านหนังสือวิชาการภาษาต่างประเทศ และภาษาไทย

1.3.3 ท่องเที่ยวไปให้ถึงสถานที่ที่เป็นแหล่งให้ความรู้

1.3.4 เสาะหาและขอความช่วยเหลือ ผู้ที่จะสละเวลาอ่านต้นร่างเพื่อทักท้วงหรือตั้งข้อสงสัย หรือชี้ข้อบกพร่อง

1.3 ต้องมีเครื่องมือในการบันทึกความรู้ต่างๆ เช่น มีบัตรไว้สำหรับคัดข้อความที่จะใช้จากหนังสือเล่มใดเล่มหนึ่ง และบัตรจดหนังสือที่จะใช้อ้างในบรรณานุกรม เป็นต้น

2. การเขียน กระบวนการเขียนจะต้องมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ผู้เขียนจะต้องวางโครงเรื่องที่จะบรรจุเนื้อเรื่องที่จะเขียน วางลำดับขั้นตอนว่าจะกล่าวถึงอะไรก่อนอะไรหลัง ประมาณอย่างหยาบๆ ว่าจะแบ่งเป็นบท เป็นตอน เป็นช่วงสักเท่าใด เป็นอย่างไร

2.2 ลงมือเขียน สังเขปเรื่อง ในบทหนึ่งๆ หรือตอนหนึ่งๆ

2.3 กำหนดไว้อย่างหยาบๆ ว่า จะจบอย่างไร

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525 : 79-81)ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการเขียนหนังสือเรียนว่า ผู้เขียนจำเป็นจะต้องเข้าใจธรรมชาติของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน (ผู้ใช้หนังสือ) และธรรมชาติของความรู้ โดยธรรมชาติของกระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ตัวความรู้ ตัวผู้เรียน และการเรียนรู้ ส่วนธรรมชาติของความรู้นั้นมี 2 ระดับ คือ ระดับวิชา (Subject) และระดับสาขาวิชา (Discipline) ซึ่งมีขั้นตอนของความรู้

(Hierachy of Knowledge) 4 ขั้น คือ

ขั้นต้น - ได้แก่ ข้อมูลขั้นพื้นฐาน (Foundation)

ขั้นที่สอง - ได้แก่ มโนทัศน์ (Concept)

ขั้นที่สาม - ได้แก่ หลักการสรุป (Generalization)

ขั้นที่สี่ - ได้แก่ หลักและทฤษฎี (Principles and Theories)

สมิธ และคนอื่นๆ (Smith and others. 1962 : 751-755) ได้จำแนกหนังสือเรียนออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. หนังสือเรียนพื้นฐาน (Basal Textbooks) ซึ่งเป็นแกนของลักษณะวิชาในแต่ละระดับการศึกษา

2. หนังสือเรียนเสริมพื้นฐาน (Co - basal Textbooks) ส่วนใหญ่จะผลิตขึ้นเพื่อสนองความแตกต่างของสภาพการศึกษาของแต่ละท้องถิ่น

3. หนังสืออ่านประกอบ (Supplementary Textbooks) เป็นหนังสือที่ผลิตขึ้นเพื่อขยายและสร้างเสริมประสบการณ์ ความต้องการและความสนใจตลอดกระทั่งความบันเทิงใจแก่ผู้เรียน

4. หนังสือแบบฝึกหัด (Workbooks) เป็นหนังสือที่ผลิตขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการฝึกทักษะในการเรียนรู้โดยเฉพาะ

5. คู่มือการสอนของครู (Teacher's Editions and Guides) เป็นหนังสือที่ผลิตขึ้นสำหรับครูผู้สอน ที่ใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน ซึ่งถือว่าเป็นหนังสือเรียนประเภทหนึ่งเหมือนกัน

<u>หนังสือเรียนกับทฤษฎีการเรียนรู้</u>

หนังสือเรียนเป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทสิ่งพิมพ์วจนลักษณ์ (printed verbal symbolic) ที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกับสื่อการเรียนรู้ประเภทอื่นๆ อีก 9

ประเภทในกรวยประสบการณ์ (Cone of Experience) 10 ประเภท คือ การกระทำจริง ประสบการณ์จำลอง นาฏการ การสาธิต ทัศนศึกษา นิทรรศการ โทรทัศน์และภาพยนตร์ ภาพนิ่ง และเครื่องเสียงทัศนลักษณ์ เพราะหนังสือเรียนสามารถแจกแจงชี้แนะรายละเอียดในการใช้สื่อประเภทต่างๆ ไว้ในเนื้อหาของหนังสือนั้นได้เป็นอย่างดี หนังสือเรียนจึงเป็นสื่อการเรียนรู้ซึ่งเป็นที่รวมของสื่ออื่นๆ และหนังสือเรียนมีคุณลักษณะที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1. ทำให้เกิดมโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด (concept) ในการเรียนรู้ที่ชัดเจน

2. เร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ในเรื่องราวต่างๆ ด้วยตนเองอย่างกว้างขวาง

3. ทำให้การเรียนรู้มีความคงทนถาวร

4. สามารถทบทวนความรู้ต่างๆ ได้ในทันทีที่ต้องการ

5. เป็นแหล่งวิชา อันเป็นจุดเริ่มต้น ที่จะนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6. พัฒนาความคิดของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดสายและงอกงามอยู่ตลอดเวลา

7. ขยายประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

8. เป็นคู่มือสำหรับค้นคว้าหาข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่ไปกับบทเรียนในห้องเรียน

9. เป็นเครื่องช่วยกำหนด ขอบข่ายการเรียนรู้ การประเมินผล (Edgar Dale. 1959 : 42-71)

ไรอัน (Ryan) ได้ให้เหตุผลว่า การถ่ายโยงความรู้เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดพัฒนาการแก่ผู้เรียนซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ทั้งทางพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษพิสัยหนังสือเรียนนับเป็นสื่ออย่างหนึ่งที่สามารถตอบสนองพัฒนาการการเรียนรู้ดังกล่าว ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าจะพิจารณาว่าหนังสือ

เรียนเป็นสื่อในการถ่ายโยงความรู้อย่างไร ตามทฤษฎีการถ่ายโยงความรู้ (Transfer of Learning Theory) อาจสรุปได้ 6 ทฤษฎี (หทัย ต้นหยง. 2528 : 41-43) ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีการฝึกสมอง (Mental Discipline) เป็นทฤษฎีถ่ายโยงความรู้ที่เก่าแก่ที่สุดก่อนศตวรรษที่ 19 ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นการเรียนโดยการฝึกสมอง เพราะนักการศึกษาสมัยโบราณ เช่น พลาโต (Plato) หรือแม้แต่ในสมัยต่อๆ มาก็เชื่อว่า การฝึกสมองให้ผู้เรียนจดจำ ฝึกคิดหาเหตุผลจะทำให้ผู้เรียนเฉลียวฉลาด สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดสากลที่จะต้องสร้างรูปแบบของหนังสือเรียนขึ้น โดยมีแบบฝึกหัด มีคำถาม คำตอบ มีบทสรุป ให้ผู้เรียนฝึกฝนจนกระทั่งจดจำ และเข้าใจความรู้ต่างๆ ได้

2. ทฤษฎีเชื่อมโยงจิตสำนึก (Apperception) เป็นแนวคิดของแฮร์บาร์ต (Herbart) เป็นต้นความคิดหลัก 5 ขั้น (Five Formal Steps) คือ ขั้นเตรียม ขั้นนำเสนอบทเรียน ขั้นเปรียบเทียบ ขั้นสรุปหลักการ และขั้นนำไปใช้ เขาเชื่อว่ามนุษย์โดยลักษณะทางธรรมชาติมีภาวะจิตใต้สำนึก เมื่อเรียนรู้สิ่งใด ความรู้ย่อมทำให้เกิดความคิดหรือการรู้สำนึก เก็บสะสมไว้อย่างต่อเนื่องระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่ ด้วยกลไกของมวลการรับรู้ (Apperceptive Mass) เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ประสบการณ์ของจิตใต้สำนึกก็จะผนวก หรือเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ๆ เหล่านั้น หนังสือเรียนจึงเป็นสื่อการสอนที่สนองการเชื่อมโยงจิตสำนึกได้เป็นอย่างดี

3. ทฤษฎีเชื่อมต่อสถานการณ์ตอบสนอง (Connectionism) ผู้นำในแนวคิดนี้ คือ ธอร์นไดค์ (Thorndike) เชื่อว่า การทำงานของสมองของมนุษย์ประกอบด้วยสถานการณ์เดิม ซึ่งเชื่อมต่อกับสถานการณ์สิ่งเร้าและการตอบสนองที่ได้รับมาใหม่ หมายถึง การเรียนรู้ในภาวะก่อนจะเชื่อมโยงกันกับการเรียนรู้ในภาวะหลังโดยอัตโนมัติ ด้วยกระบวนการสิ่งเร้า และตอบสนอง (S-R bond) จะเห็นว่าการสร้างหนังสือเรียนในปัจจุบัน ได้อิงหลักการนี้อยู่เป็นอันมาก เพราะ

หนังสือเรียนได้กำหนดสถานการณ์จำลอง (Indentical Element) ไว้อย่างหลากหลาย ทั้งการจัดรูปเล่ม สีสัน มีภาพตื่นตาตื่นใจ มีนิทาน นิยาย ตัวอย่าง เหตุการณ์ และการตั้งปัญหาให้คิด ล้วนแล้วแต่เร้าใจให้ผู้เรียนเกิดการตอบสนอง ก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง

4. ทฤษฎีเสริมแรง (Operant Conditioning) ผู้นำในแนวคิดนี้ คือ สกินเนอร์ (Skinner) เขาเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกริยาสะท้อนหลังจากเกิดกระบวนการของสิ่งเร้า และการตอบสนอง ซึ่งอาจเป็นการเสริมแรงแบบมีเงื่อนไข เช่น ได้รับความพอใจจากรางวัลต่างๆ หรือเป็นการเสริมแรงแบบอุปนัย คือ ได้รับความพอใจที่มีความหวัง หรือเป็นแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หนังสือเรียนซึ่งบรรจุเนื้อหาที่เร้าใจ เช่น บทเพลง ร้อยกรอง และกิจกรรมที่สนุกสนานบันเทิงใจ การเสริมแรงจึงเป็นทฤษฎีที่ประยุกต์ใช้ในวิชาศิลปะ วรรณกรรม ได้เป็นอย่างดี และโดยทางอ้อมอาจใช้ศิลปะและวรรณกรรมเป็นการเสริมแรงจำลองในหนังสือต่างๆ ได้อีกด้วย

5. ทฤษฎีหลักการสรุปจากประสบการณ์ (Generalization of Experience) ผู้นำในแนวคิดนี้ คือ จัดด์ (Judd) ซึ่งเชื่อในทฤษฎีการเรียนรู้ในรูปการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนอย่างกว้างขวาง จะทำให้ผู้เรียนสรุปหลักการขึ้นเองได้โดยอัตโนมัติ และหลักการสรุปนี้เอง จะเป็นตัวถ่ายโยงไปสู่สถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ๆ เขามีความเห็นแตกต่างจาก ธอร์นไดค์ (Thorndike) ที่เชื่อในสถานการณ์จำลอง (Indentical Element) ทฤษฎีหลักการสรุปจากประสบการณ์นี้ ส่วนใหญ่จะประยุกต์ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาของหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

6. ทฤษฎีการหยั่งรู้หยั่งเห็น (Insight into the configuration of a perceived situation) เป็นทฤษฎีถ่ายโยงความรู้ในความเชื่อของนักจิตวิทยากลุ่ม Gestalt Field Psychologist ซึ่งมี โคห์เลอร์ (Kohler) เป็นผู้นำกลุ่มค้นคว้า เขาได้ศึกษาทดลองกระบวนการรู้ของลิง (Apes) และ

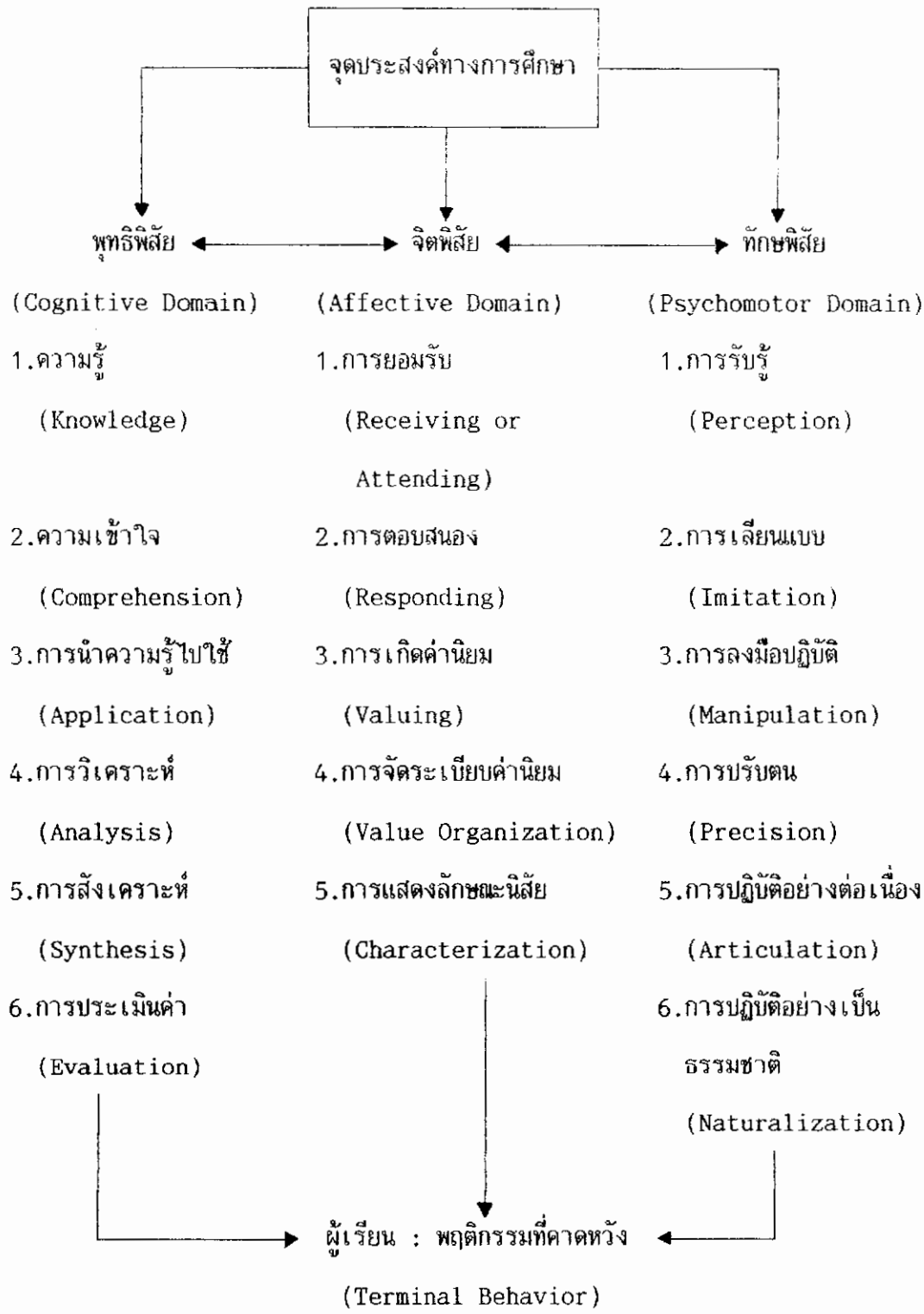
มนุษย์ พบว่าการเรียนรู้นั้นมีการหยั่งรู้ (Insight) เป็นสื่อถ่ายโยงขั้นพื้นฐานของมนุษย์ การที่มนุษย์เรียนรู้ได้ก็ด้วยการปลูกฝังการหยั่งรู้ใหม่ ซึ่งขยาย และเชื่อมโยงกับความหยั่งรู้เดิม การหยั่งรู้เกิดจากเป้าประสงค์ของผู้เรียนที่วางไว้อย่างแน่นอน เพื่อแสวงหาลู่ทางที่จะสามารถหยั่งเห็น จากสิ่งแวดล้อมและโครงสร้างส่วนรวม (Configuration) ทฤษฎีการหยั่งรู้หยั่งเห็นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการสร้างหนังสือเรียน โดยสร้างรายละเอียดเนื้อหาให้เป็นโครงสร้างส่วนรวมซึ่งผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ด้วยการหยั่งรู้ได้ด้วยกระบวนการสืบสวนสอบสวน และการค้นพบด้วยตัวผู้เรียนเอง

<u>หนังสือเรียนกับจุดประสงค์ของการศึกษา</u>

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปในวงการศึกษาว่า บลูม (Bloom. 1956 : 1-9) ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้สอนและจัดประชุมสัมนานักการศึกษาในสหรัฐอเมริกา เกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่เกิดจากการศึกษา และการจัดการเรียนการสอน ได้สรุปและจำแนกประเภทของจุดประสงค์ทางการศึกษา (Taxonomy of Educational Objectives) โดยจำแนกลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียน ออกเป็น 3 ลักษณะ หรือ 3 ด้าน (Domains) คือ (1) ด้านพุทธิพิสัยหรือด้านความรู้ความคิด (Cognitive Domain) (2) ด้านจิตพิสัยหรือด้านอารมณ์และความรู้สึก (Affective Domain) และ (3) ด้านทักษพิสัยหรือด้านความคล่องแคล่ว (Psychomotor Domain) ในแต่ละพิสัยได้จำแนกพฤติกรรมย่อยตามลำดับต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพประกอบ 1

การเขียนหนังสือเรียนหรือ ตำราเรียน เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเรื่องใดๆ ควรถือเป็นหลักปฏิบัติที่จะต้องกำหนดมโนทัศน์ (Concept) และตั้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นการสร้างความคาดหวังในคุณประโยชน์ของหนังสือเรียน ว่าเมื่อผู้ใดได้ศึกษาหาความรู้จากหนังสือเรียนเล่มนั้นๆ แล้วบุคคลผู้นั้นได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม มีความรู้ ความสามารถมีความก้าวหน้าในวิชาชีพนั้น (หทัย ตันหยง. 2528 : 70)

หนังสือเรียนที่ดีจะต้องสอดคล้องกับหลักสูตร ทั้งในด้านจุดประสงค์เฉพาะของหลักสูตร จุดประสงค์ทั่วไป และตรงกับคำอธิบายรายวิชา ผู้เขียนจะต้องศึกษาเนื้อหาของหลักสูตรอย่างละเอียด หนังสือเรียนที่เขียนขึ้นนั้น ควรจะมีเนื้อหาเร้าความสนใจของผู้เรียน การจัดบทเรียนควรเริ่มจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สึกพอใจที่จะนำความรู้ไปทำแบบฝึกหัดส่วนหนึ่งได้อย่างง่ายดาย และสามารถทำส่วนที่ยากปานกลางไปจนถึงส่วนที่ยากที่สุดได้ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าตนเองมีความสามารถที่จะเรียน และแก้ปัญหาเองได้สำเร็จ (สุไร พงษ์ทองเจริญ. 2533 : 26)



ภาพประกอบ 1 การจำแนกประเภทของจุดประสงค์ทางการศึกษา ตามลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียน 3 ด้าน (Domains)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสือเรียน

คงศักดิ์ พร้อมเทพ (2512 : 38)ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาเรื่องความนิยมใช้หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าแบบเรียนวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทย ได้แก่ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ของบุญถิ่น อัตถากร แบบเรียนวิทยาศาสตร์ของ ประยงค์ พงษ์ทองเจริญ และแบบเรียนของ ประชุมสุข อาชวอำรุง และคณะ

สุนทร เชยชื่น (2524: 50) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างหนังสือการ์ตูนประกอบการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าเมื่อผู้สอนได้จัดเนื้อหาของหนังสือการ์ตูนให้เหมาะสมกับพัฒนาการของเด็กแล้ว จะสามารถนำหนังสือการ์ตูนไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้กลุ่มที่เรียนโดยใช้หนังสือการ์ตูนประกอบการเรียนซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้ใช้หนังสือการ์ตูนซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม และยังปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้หนังสือการ์ตูนประกอบการเรียน มีบรรยากาศในการเรียนที่สนุกสนานเพลิดเพลินเป็นกันเอง กล้าแสดงออก และมีความสนใจเนื้อหาวิชา มากกว่ากลุ่มที่เรียน โดยไม่ได้ใช้หนังสือการ์ตูนประกอบการเรียนด้วย

เกษมา จงสูงเนิน (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการใช้กับไม่ใช้หนังสือการ์ตูนประกอบบทเรียนในการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการใช้หนังสือการ์ตูนประกอบบทเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้หนังสือการ์ตูน นักเรียนกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูงและปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ นักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถสูงมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถปานกลาง และมีความสนใจสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถต่ำ การเรียนด้วยการใช้กับไม่ใช้หนังสือการ์ตูนกับระดับความสามารถสูง ปารกลาง และต่ำ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์

ชำเรือง พัทรชนม์ (2525 : 62) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างหนังสืออ่านประกอบการสอนวิชาภาษาไทย ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะการอ่านโดยใช้หนังสืออ่านประกอบเรื่อง "ความคาดหวังของดวงใจ" แล้วทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยด้านการอ่านสูงขึ้นมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฝึกทักษะการอ่านโดยไม่ได้ใช้หนังสือเรียนอ่านประกอบเรื่องเดียวกัน

อักษร รุ่งมณี (2525 : 92) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการเพิ่มความเข้าใจในการอ่านและทัศนคติต่อการอ่าน ระหว่างการสอนตามปกติ กับการสอนโดยการจัดกิจกรรมส่งเสริมการอ่าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนอ่านโดยมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการอ่านประกอบการอ่านตามปกติ (กลุ่มทดลอง) จะมีคะแนนความเข้าใจในการอ่านเพิ่มขึ้น และมีคะแนนทัศนคติต่อการอ่านเพิ่มสูงขึ้นมากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนอ่านตามปกติ (กลุ่มควบคุม)

สมหมาย ทัติวงษ์ (2526 : 73) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างหนังสือนิทานร้อยกรองประกอบภาพสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในเขตพระโขนง สังกัดกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้หนังสือนิทานร้อยกรองประกอบภาพ ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยไม่ได้ใช้หนังสือเรื่องเดียวกัน

รัศมี บุญญสิทธิ์ (2530 : 87) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างหนังสือสำหรับเด็กเพื่อพัฒนาทักษะการอ่านของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลอุดมวิทยา

จังหวัดปทุมธานี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการอ่านสูงกว่ากลุ่มควบคุม

กัลยา ตุลพิจิตร (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังสือเรียนเล่มเล็ก ระหว่างวิธีสอนแบบ "วรรณี" กับวิธีสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังสือเรียนเล่มเล็ก (สอนแบบวรรณี) มีความสามารถในการอ่านวิชาภาษาไทยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังเรียนเล่มเล็กแต่สอนตามวิธีสอนในคู่มือครู

หทัย ตันหยง (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างหนังสือเล่มเล็กเชิงวรรณกรรม เพื่อเป็นสื่อพัฒนาการอ่าน ในระดับประถมศึกษา โดยใช้การสอนด้วยวิธีสอนแบบมุ่งประสบการณ์ภาษา ที่ใช้หนังสือเล่มเล็กเชิงวรรณกรรม กับการสอนด้วยวิธีสอน แบบมุ่งประสบการณ์ภาษา ที่ใช้หนังสือเรียนปกติเชิงวรรณกรรม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบมุ่งประสบการณ์ภาษาที่ใช้หนังสือเล่มเล็กเชิงวรรณกรรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอน ด้วยวิธีสอนแบบมุ่งประสบการณ์ภาษาที่ใช้หนังสือปกติเชิงวรรณกรรม

ทัศนี โชติพฤติพงศ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียน กลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อแบบเรียนเล่มเล็กเชิงวรรณกรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อใบงาน

ประไพ พักตรเกษม (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยวิเคราะห์หนังสือสำหรับเด็กที่มีเนื้อหาส่งเสริมการเรียนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมปีที่ 6 พบว่า การวิเคราะห์หนังสือจำนวน 292 ชื่อเรื่อง มีเนื้อหาส่งเสริมการเรียนการสอนในระดับน้อยถึงระดับมากที่สุด รวม 58 ชื่อเรื่อง

195077

ส่วนอีก 234 ชื่อเรื่อง ไม่มีเนื้อหาส่งเสริมการเรียนการสอน หนังสือจำนวน 58 ชื่อเรื่องนี้มีเนื้อหาส่งเสริมการเรียนการสอนในระดับน้อยเป็นส่วนใหญ่ โดยหน่วยที่ 4 ชาติไทยมีมากที่สุด จำนวน 36 ชื่อเรื่อง รองลงมาคือ หน่วยที่ 1 สิ่งที่มีชีวิตมี 22 ชื่อเรื่อง นอกนั้นแต่ละหน่วยมีไม่เกิน 8 ชื่อเรื่อง และหน่วยที่ 10 ประชากรศึกษาไม่มีหนังสือที่มีเนื้อหาส่งเสริมการเรียนการสอน

นัยนา นาคะสิงห์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยวิเคราะห์วัสดุหลักสูตรกลุ่มทักษะภาษาไทยตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ได้แก่ คู่มือการสอน หนังสือเรียน และแบบฝึกหัด พบว่า วัสดุหลักสูตรทั้งสามประเภทมีข้อกำหนด และข้อเสนอแนะให้จัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทั้งสามด้าน โดยข้อความที่ส่งเสริมด้านความเข้าใจมีจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการวิเคราะห์วิจารณ์ และด้านการสรุปความคิดรวบยอดมีจำนวนน้อยที่สุด

เริงฤดี นรานันทน์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยสำรวจระดับความยากง่ายของตำราและวารสารภาษาอังกฤษที่นิสิตปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการสอนแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าผลการวิจัยปรากฏว่า

1. มัธยฐานของระดับความยากง่ายของตำราและวารสารภาษาอังกฤษในสาขาการสอนภาษาไทย คือ 13.5 และ 17+ และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 9-17+ และ 14-17+ ตามลำดับ

2. มัธยฐานของระดับความยากง่ายของตำราและวารสารภาษาอังกฤษในสาขาการสอนภาษาอังกฤษ คือ 13 และ 15 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 7-17+ และ 10-17+ ตามลำดับ

3. มัธยฐานของระดับความยากง่ายของตำราภาษาอังกฤษในสาขาการสอนฝรั่งเศส คือ 13 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 12-15

4. มัธยฐานของระดับความยากง่ายของตำราและวารสารภาษาอังกฤษในสาขาการสอนสังคมศึกษา คือ 13 และ 15 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 9-17+ และ 10-17+ ตามลำดับ

5. มัธยฐานของระดับความยากง่ายของตำราและวารสารภาษาอังกฤษในสาขาการสอนคณิตศาสตร์ คือ 16.5 และ 17 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 9-17+ และ 16-17+ ตามลำดับ

6. มัธยฐานของระดับความยากง่ายของตำราและวารสารภาษาอังกฤษในสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คือ 12.5 และ 16 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 9-16 และ 13-17+ ตามลำดับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและชุดการสอน

วราภรณ์ ถิรสิริ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า บทเรียนที่มีจำนวนข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ บทเรียนเรื่องสมบัติของสาร ข้อความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป เลือกตอบมี 16 ข้อความ

วชิราภรณ์ อมฤตินันท์ (2531 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบการสอนเรื่องโภชนาการและอนามัยของอาหารโดยใช้บทเรียนมโนธรรมสำนึกกับบทเรียนแบบปลายเปิด พบว่าคะแนนทดสอบหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนแบบมโนธรรมสำนึกสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้บทเรียนแบบปลายเปิด ความคิดเห็นต่อบทเรียนมโนธรรม สำนึกทั้ง 4 ตอน คือ เนื้อเรื่อง สื่อการเรียนการสอน คำหลักและการสอนการอ่านอยู่ในเกณฑ์มากและปานกลางตามลำดับ โดยเฉพาะภาพสื่อการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมาก

สรรเพชร นุศรีอัน (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยศึกษาการสร้างหน่วยบทเรียนไมดูลเรื่องการตรวจ และซ่อมอัลเตอร์เนเตอร์ระดับประกาศ

นียบัตรวิชาชีพในวิชาปฏิบัติเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด พบว่าหน่วยบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นภาคทฤษฎีมีประสิทธิภาพ 91.62/94.74 สูงกว่าเกณฑ์ 90/90 ที่กำหนดไว้และภาคปฏิบัติมีประสิทธิภาพ 87.09/92.15 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

บุญลักษณ์ พิมพา (2530 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการสร้างบทเรียนโมดูลเรื่อง กาพย์ยานี 11 สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนจากบทเรียนโมดูลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน และบทเรียนโมดูลที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.8/80.4

เลื่อน นามพรหม และคนอื่นๆ (2531 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาจำนวนตัวเลขที่มีหลายหลักของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอสนม จังหวัดสุรินทร์พบว่า นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์เรื่อง "โจทย์ปัญหาจำนวนเลขหลายหลัก" จากบทเรียนโมดูลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนปกติ

ไพจิตร ไชตินิสากรณ์ (2530 : บทคัดย่อ)ได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยครูกับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนโปรแกรม พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยครูกับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม ไม่แตกต่างกันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากการสอนซ่อมเสริมโดยวิธีการทั้งสอง สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการสอนซ่อมเสริม

สิริรัตน์ ชมพันธ์ และคนอื่นๆ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องบทประยุกต์ ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม ประกอบการสอนของครูเป็นแบบฝึกหัดกับการสอนโดยนักเรียนเรียนด้วยตนเอง จากบทเรียน

โปรแกรมและระหว่างการสอนโดยนักเรียนเรียนด้วยตนเองกับการสอนของครูตามปกติพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนที่ได้รับการสอนต่างกันมีความแตกต่างกันโดยนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยครูใช้บทเรียนโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ทำการสอนตามปกติ และกลุ่มที่ใช้บทเรียนโปรแกรมให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง นักเรียนที่เรียนด้วยตนเองจากบทเรียนโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มทำการสอนตามปกติ

นิรัชรินทร์ ชำนาญกิจ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม กับการสอนปกติไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน

พัชรี ปั้นมูล (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบโปรเจคไตล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมเทปโทรทัศน์กับที่เรียนโดยการสอนตามแนวของ สสวท. พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมเทปโทรทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามแนวของ สสวท.

สุชาดา สุภัททธรรม (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์เรื่อง "เซทและตรรกศาสตร์" โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ พบว่านักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีพื้นความรู้ไม่แตกต่างกัน และเมื่อทดสอบหลังเรียนปรากฏว่าผลการเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

วัชรินทร์ ศรีรักษา (2530 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยสร้าง และทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมเทปโทรทัศน์เพื่อการสอนเรื่อง "การจราจรสำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา" พบว่าบทเรียนดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานและค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบหลังการทดลองมากว่าค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง

ธรณชฎล ปานะดิษฐ์ และคณะ (2531 :บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลการเรียนของชุดการสอนอย่างมีวิจารณญาณ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิชาภาษาไทย สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอสนม จังหวัดสุรินทร์ พบว่า ชุดการสอนฝึกการอ่านอย่างมีวิจารณญาณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามปกติ

เกรียงไกร ใจสุข (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยสร้างชุดการสอนวิชาสังคมศึกษาโลกของเราเรื่อง "ปัญหาประชากรและคุณภาพชีวิต" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนธาตุพนม จังหวัดนครพนม พบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนมีคะแนนการทดสอบหลังเรียนรู้สูงกว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและมีความคิดเห็นว่าชุดการสอนดังกล่าวมีความเหมาะสมมาก

อุดม กัสมัง (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาการสร้างชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพวิชาสังคมศึกษาโลกของเราเรื่อง "ปัญหาสิ่งแวดล้อม" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนโดยใช้ชุดการสอนมาก

วัชรินทร์ บุญมาทิต (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกัน

เบญจลักษณ์ เดชครุธ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาการสร้างชุดการสอนเพื่อซ่อมเสริมวิชาเคมีเรื่องสมดุลของกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริม โดยใช้และไม่ใช้ชุดการสอนเปรียบเทียบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนซ่อมเสริมโดยใช้ชุดการสอน พบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 84.23/83.62 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้นักเรียนกลุ่มที่ใช้ชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ชุดการสอนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ศิริรัตน์ ฐิติวราภรณ์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิชาสังคมศึกษาซึ่งใช้ชุดการสอนกับวิธีสอนปกติโดยวิธีการสังเคราะห์แบบอภิมาน พบว่า ชุดการสอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนปกติ การใช้ชุดการสอนมีแนวโน้มว่าจะให้ผลสูงกับนักศึกษาระดับอุดมศึกษามากกว่าระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กาญจนา สุขใจ (2531 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตระหว่างการสอนโดยใช้ชุดการสอนแและการสอนปกติ พบว่า ชุดการสอนเรื่องประวัติศาสตร์สมัยกรุงศรีอยุธยา และกรุงธนบุรี มีประสิทธิภาพ 88.9/88.6 ส่วนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนดังกล่าวสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อชุดการสอนและต้องการการเรียนบทเรียนอื่นๆ จากชุดการสอน

แก้วตา คณะวรรณ และคณะ (2531 :บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยศึกษาการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเองสำหรับแม่บ้านชนบทอีสาน พบว่า ความสามารถในการอ่าน เขียน และคิดเลขได้ของแม่บ้านชนบทเพิ่มขึ้น วิธีการเรียนด้วยตนเอง โดยใช้วิทยุเทปและแถบบันทึกเสียงใช้ได้ผลกับแม่บ้านชนบท แต่การเรียนเลขคณิตยังจำเป็นต้องมีครูช่วยสอนประกอบด้วย ส่วนการเรื่องทำอาหาร ทำขนมเรียนด้วยการปฏิบัติได้ผลดีมาก

เอกสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

ความหมายและขอบเขตของสิ่งแวดล้อม

เมื่อกล่าวถึงคำว่า "สิ่งแวดล้อม" คนส่วนใหญ่มักจะคิดถึง ดิน น้ำ อากาศ ป่าและสัตว์ป่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความเคยชินเกี่ยวกับข่าวสารข้อมูลในเรื่องมลพิษสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำเสีย อากาศเสีย การลักลอบตัดไม้ทำลายป่า และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ความเคยชินเกี่ยวกับข่าวและเหตุการณ์ดังกล่าว ทำให้ความเข้าใจในความหมายของสิ่งแวดล้อมแคบลงไป เพื่อที่จะขยายความให้กว้างขวางและชัดเจนยิ่งขึ้น จึงขอเสนอแนวคิดของ นักวิชาการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับ ความหมายของคำว่า "สิ่งแวดล้อม" ในหลายมิติทั้งวงแคบและวงกว้างดังนี้

เกษม จันทร์แก้ว (2536 : 16-18) ให้ความหมายสิ่งแวดล้อมว่า สิ่งแวดล้อมหมายถึง "สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา" ซึ่งเป็นคำนิยามสั้น ง่ายต่อการเข้าใจ แต่ในความลุ่มลึกของความหมายนี้ชี้ให้เห็นว่าสิ่งแวดล้อมในโลกนี้เป็นทุกสิ่งทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นสิ่งของ บ้านเรือน ถนน วัด แม่น้ำ ดิน ป่าไม้ น้ำ กฎระเบียบ ฯลฯ

แต่มีข้อที่น่าสังเกตว่า สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัวนั้นมีหลายสิ่งหลายอย่าง มีทั้งใกล้ตัวเรา ทั้งแนวตั้งและแนวนอน เป็นทั้งทรัพยากรธรรมชาติและมลสาร คือเป็นทั้งคุณและโทษต่อมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมด้วยกันเอง ความหมายที่บรรยายนั้นสอดคล้องกับความหมายใน พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ว่า "สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น"

คำนิยามทั้งหมดนี้อาจกล่าวได้ว่าทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบๆ ตัวเรานั้นเป็นสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น ไม่ว่าสิ่งเหล่านั้นจะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองหรือที่มนุษย์สร้างขึ้น ไม่ว่าจะเห็นได้หรือไม่สามารถเห็นได้ หรือไม่ว่าจะใกล้หรือไกลตัวเราก็เป็นสิ่ง

แวดล้อม ซึ่งหมายถึงว่า สิ่งแวดล้อมนั้นมีขอบเขตกว้างใหญ่ไพศาล ยากที่จะกำหนดลงไปได้ว่าบริเวณที่สิ่งแวดล้อมที่จะมาเกี่ยวข้องกับตัวเรากว้างหรือแคบเพียงใด แต่ที่จะต้องตระหนักได้ก็คือ ถ้าสิ่งเหล่านั้นมีผลมาเกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อตัวเราแล้ว ก็อาจยอมรับได้ว่า "สิ่งเหล่านั้นคือสิ่งแวดล้อม"

สิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น 2 ประการ ดังนี้

1. สิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ (natural environment) ในความหมายของสิ่งแวดล้อมนั้นได้เน้นให้เห็นถึงคำรวมว่า "สิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ" โดยแท้จริงแล้วหมายถึงสิ่งใดที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น ดิน น้ำ แร่ ป่าไม้ สัตว์ มนุษย์ อากาศ แสงแดด ฯลฯ ต่างก็เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติทั้งสิ้น มีข้อสังเกตว่า สิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาตินั้น บางชนิดอาจจะใช้เวลาเพียงชั่วโมง หรือวันหรือเดือน แต่บางชนิดอาจจะใช้เวลาเป็นสิบๆ ร้อยๆ ปี จึงจะเกิดขึ้นเป็นสิ่งนั้นๆ ได้ และสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาตินั้นอาจมีสีสันแตกต่างกัน บางชนิดสีเขียว บางชนิดสีแดง บางชนิดสีดำ ฯลฯ เหล่านี้เป็นต้น ที่สำคัญอย่างยิ่งก็คือ สิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาตินั้น ส่วนมากแล้วจะต้องมีสิ่ง (แวดล้อม) อื่นประกอบเสมอ จะเกิดอยู่โดยโดดเดี่ยวเดียวดายไม่ได้ ด้วยเหตุนี้จึงมักพบว่า ถ้าสิ่งแวดล้อมหนึ่งถูกทำลายไป มักจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียง ไม่ทางตรงก็ทางอ้อมหรืออาจมีผลกระทบต่อการกำเนิดตามธรรมชาติที่อาจจะมีปริมาณน้อยหรือสูญไป หรืออาจมีผลทำให้สิ่งแวดล้อมอื่น ที่อยู่ใกล้เคียงและเกิดขึ้นก่อนหน้านั้นแล้ว ได้รับผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม มีข้อที่น่าสังเกตอีกประเด็นหนึ่งก็คือ สิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติแต่ละสิ่งนั้น อาจอยู่รวมกลุ่มหรืออยู่โดดเดี่ยวก็ได้ อนึ่ง สิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาตินั้น อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. สิ่งที่มีชีวิต (biotic environment) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ มีลักษณะและสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์ และมนุษย์ เป็นต้น ทั้งพืช สัตว์ และมนุษย์นี้อาจมีขนาดเล็ก ใหญ่ สูง ต่ำ กว้าง ยาว เบา หนัก ดำ ขาว เขียว หรือแดง ก็ได้ ตามชนิดและกรรมพันธุ์ของสิ่งเหล่านั้นที่จะควบคุม

ลักษณะของตนเองให้มีลักษณะเช่นนั้นตลอดไปชั่วกาลนาน อย่างไรก็ดี ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่อยู่รอบๆ สิ่งนั้น ก็อาจมีผลทำให้ทั้งขนาด รูปทรง และสีของสิ่งนั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ อาจจะใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง ตามลักษณะของการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่อยู่รอบๆ สิ่งนั้นเป็นหลักสำคัญ

2. สิ่งที่ไม่มีชีวิต (abiotic environment) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติที่ไม่มีชีวิต อาจเห็นหรือไม่สามารถเห็นได้ เช่น ดิน น้ำ ก๊าซ อากาศ ควัน เมฆ รังสีความร้อน แสงสว่าง เสียง เป็นต้น สิ่งเหล่านี้โดยธรรมชาติแล้วจะพบอยู่ประจำ อาจอยู่ในรูปของการรวมกลุ่มของตัวมันเอง หรือกระจายอยู่กับสิ่งแวดล้อมอื่นก็ได้ หรืออาจมีขนาด รูปทรง สี และลักษณะอะไรก็ได้ตามสภาพของการเกิด และธรรมชาติของสิ่งนั้นๆ

2. สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (man-made environment) สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัวเรานั้น นอกจากจะมีโดยธรรมชาติแล้ว อาจเกิดขึ้นโดยมนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น เช่น เมือง บ้าน ถนน สะพาน โต๊ะ เก้าอี้ เรือ รถ เครื่องบิน วัตถุมีพิษ เสียง อารมณ์ เจดีย์ วัด วัฒนธรรม ศาสนา ประเพณี การศึกษา ฯลฯ เหล่านี้เป็นต้น สิ่งเหล่านี้อาจจะเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยความตั้งใจหรือไม่ตั้งใจทั้งในอารมณ์ดีและอารมณ์เสียก็ได้ อาจเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นให้เห็นได้ จับต้องได้ และอาจมองไม่เห็นก็ได้ อย่างไรก็ดี เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อสนองความต้องการของตนเองทั้งโดยทางตรงที่ตนเองตั้งใจ หรือทางอ้อมอาจจะเกิดขึ้นโดยที่มนุษย์ไม่ตั้งใจก็ได้ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น จึงสรุปสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ประการใหญ่ๆ คือ

1. สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (physical environment) เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นที่สามารถมองเห็นได้ ได้แก่ วัสดุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น บ้านเรือน ถนน เมือง สะพาน รถ เครื่องบิน เรือ เจดีย์ วัด การเกษตร ฯลฯ เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการมีชีวิตอยู่ บางอย่างก็จำเป็น บางอย่างก็เป็นสิ่งที่ฟุ่มเฟือย อนึ่ง สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นนี้อาจเก็บหรือรักษาหรือจัด

วางไว้ที่ใดก็ได้ตามความต้องการของมนุษย์ สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นนั้นไม่มีโอกาสที่จะกำหนดสถานที่อยู่ของตนเองได้ อีกทั้งเป็นสิ่งที่ยากที่จะทำตนเองอยู่ในภาวะแวดล้อมตามที่ต้องการได้ แต่มักจะรบกวนสิ่งที่อยู่ ณ ที่นั้นแล้วหรืออาจจะถูกรบกวนโดยสิ่งอื่นๆ ที่อยู่รอบๆ ก็ได้

2. สิ่งแวดล้อมทางสังคมหรือนามธรรมสิ่งแวดล้อม (Social environment หรือ abstract environment) เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยความตั้งใจและไม่ตั้งใจ หรือเป็นการสร้างเพื่อความเป็นระเบียบของการอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข หรืออาจเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยพฤติกรรมอย่างตั้งใจและไม่ตั้งใจ ยกตัวอย่างเช่น สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์มีในลักษณะมโนภาพ คือ วัฒนธรรม ประเพณี ศาสนา กฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ กฎเกณฑ์ รวมไปถึงการทะเลาะวิวาท การส่งเสียงด่าทอ พฤติกรรม และการแสดงออกที่เป็นภัยต่อสังคม ทั้งเสียง ลักษณะท่าทางอันยียวน หรือการส่อเจตนาทางอารมณ์บางอย่าง ที่ไม่เป็นที่พึงพอใจต่อมนุษย์ผู้พบเห็น ดังนั้น พอจะอนุมานได้ว่าสิ่งแวดล้อมที่เป็นมโนภาพนั้นไม่สามารถจะเห็นได้แต่เป็นลักษณะทางพฤติกรรมของมนุษย์ที่แสดงออกสู่สิ่งแวดล้อมอื่นๆ ทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ ทั้งดีทั้งร้ายและทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ผู้พบเห็น

วินัย วีระวัฒนานนท์ (2530 : 191) ได้ให้ความหมาย สิ่งแวดล้อมว่า คือ สิ่งที่อยู่โดยรอบสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะมนุษย์รวมทั้งสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและทางสังคม ซึ่งเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตของมนุษย์ และเป็นปัจจัยในการกำหนดวิธีการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

เกษม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา (ม.ป.ป. : 3) กล่าวว่า สิ่งแวดล้อมประกอบด้วยทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ สิ่งแวดล้อมที่เกิดโดยธรรมชาติ ได้แก่

1. บรรยากาศ (Atmosphere) ซึ่งประกอบด้วย อ๊อกซิเจน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ฯลฯ

2. ส่วนที่เป็นน้ำบนผิวโลก (Hydrosphere) ซึ่งได้แก่ แม่น้ำทะเลสาบ น้ำใต้ดินและมหาสมุทร

3. ส่วนที่เป็นดินของโลก (Lithosphere) ซึ่งได้แก่ ดินและแร่ธาตุต่างๆ

4. ส่วนที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ (Biosphere) ซึ่งรวมถึงพืชและสัตว์ต่างๆ

สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่

1. สาธารณูปการต่างๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ถนน เขื่อนเก็บน้ำ

2. ระบบของสถาบันและสังคมมนุษย์

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ม.ป.ป. : 9-10) ให้ความหมายสิ่งแวดล้อมว่า คือทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ทั้งที่เป็นรูปธรรม (จับต้องและมองเห็นได้) และนามธรรม (วัฒนธรรม แบบแผนประเพณี ความเชื่อ) มีอิทธิพลเกี่ยวโยงถึงกันเป็นปัจจัยในการเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ผลกระทบจากปัจจัยหนึ่งจะมีส่วนเสริมสร้างหรือทำลายอีกส่วนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ สิ่งแวดล้อมเป็นวงจรและวัฏจักรที่เกี่ยวข้องกันทั้งระบบ แยกออกเป็นลักษณะกว้างๆ ได้ 2 ส่วน คือ

1. สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ ภูเขา ดิน น้ำ อากาศ ทรัพยากรทุกประเภท

2. สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ชุมชนเมือง สิ่งก่อสร้าง โบราณสถาน ศิลปกรรมชนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรม ฯลฯ เป็นต้น

กอดดาร์ด (Godard. 1982 : 332) ได้กล่าวถึงสิ่งแวดล้อมโดยวิเคราะห์ในแง่ทฤษฎีระบบ สิ่งแวดล้อมจะหมายถึง สิ่งที่อยู่นอกระบบแต่จะมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ เช่น ในระดับสังคม สามารถให้คำจำกัดความ "สิ่งแวดล้อม" ในฐานะที่เป็นปัจจัยทางกายภาพและนิเวศน์วิทยาที่มีปฏิสัมพันธ์กับเศรษฐกิจและสังคม

อัลท์แมน และเคมเมอร์ส (Altman and Chemers. 1984 : 4) กล่าวถึงสิ่งแวดล้อมกายภาพว่ามีหลายมิติ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. สิ่งแวดล้อมธรรมชาติ เช่น ภูเขา หุบเขา มหาสมุทร อุณหภูมิของอากาศ ฝนตก ฯลฯ

2. สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น บ้าน ชุมชน เป็นต้น

จากความหมายของคำว่า "สิ่งแวดล้อม" เท่าที่กล่าวมาแล้วทำให้สามารถสรุปได้ว่า สิ่งแวดล้อมนั้นอาจเป็นอะไรก็ได้ อาจเกิดขึ้นตามธรรมชาติ มนุษย์สร้างขึ้นอาจเห็นได้หรือไม่สามารถเห็นได้ อาจเป็นของแข็ง ของเหลว ก๊าซ หรืออาจเป็นทั้งโลหะ อโลหะ อาจเป็นสิ่งที่มีชีวิตหรือไม่มีชีวิต อาจมีสีสันแตกต่างกันไป หรืออาจมีสีเพียงสีใดสีหนึ่งหรือไม่มีสีให้เห็น

เอกสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษา

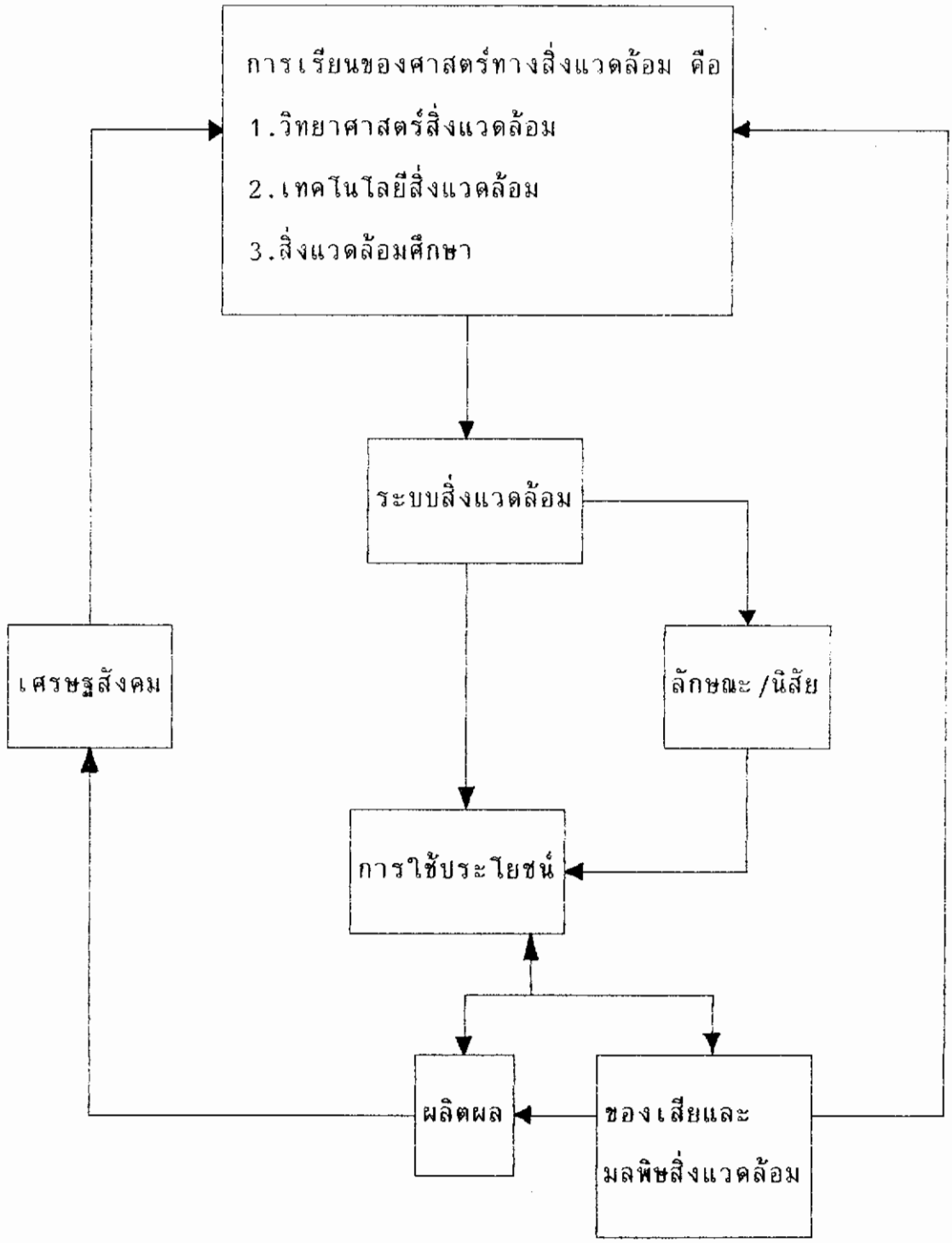
ความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษา

นักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาทั้งภายในและภายนอกประเทศได้ให้ความหมายของคำว่า "สิ่งแวดล้อมศึกษา" ไว้ในหลายรูปแบบ แต่อย่างไรก็ตามในทุกความหมายจะมีแนวทางและหลักการที่ใกล้เคียงกัน ดังต่อไปนี้คือ

เกษม จันทร์แก้ว (2536 : 10-11) ให้ความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษาว่า สิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการถ่ายทอดความรู้ทางสิ่งแวดล้อม (เรื่องหนึ่ง) ด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่ประชากรเป้าหมายตั้งแต่อนุบาล จนถึงอุดมศึกษาต่อชนทุกเพศทุกวัย ทั้งในระบบและนอกระบบการศึกษา โดยเน้นให้เกิดความรู้ทางสิ่งแวดล้อมแบบชั่วชีวิตคือ ต้องมีการเรียนรู้ตลอดเวลา ทั้งนี้ต้องตามให้ทันต่อเหตุการณ์และความเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งที่เป็นดิน หิน น้ำ อากาศ และชีวิต

หลักปฏิบัติในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจะต้องเรียนจากศาสตร์ 3 สาย คือวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและสิ่งแวดล้อมศึกษา (แต่ละสายอาจมีหลายสาขาวิชา) ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อกันและ

กันอย่างแน่นแฟ้น มีขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน การขาดความต่อเนื่องของศาสตร์สายใดสายหนึ่ง มีผลทำให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมไม่มากก็น้อย ถ้าเริ่มพิจารณาจาก ภาพประกอบ 2 จะเห็นได้ว่า ระบบสิ่งแวดล้อมนั้นมีลักษณะ/นิสัย หรือความเป็นรูปลักษณะของตัวเอง ตั้งแต่ชนิดเดียว (individual)จนถึงระบบย่อยต่างก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ที่จะให้ผลิตผลและของเสียควบคู่กันทุกครั้งที่มีการใช้ประโยชน์ ที่จะให้ต่อเศรษฐกิจและสังคม ส่วนของเสียและมลพิษสิ่งแวดล้อมจะย้อนกลับทำร้ายระบบได้ ซึ่งทั้งหมดเหล่านี้ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมจะมีบทบาทในการค้นคว้าวิจัย ให้รู้แก่นแท้ของสิ่งเหล่านั้น อันจะนำไปสู่วิธีการป้องกัน ฟื้นฟูพัฒนาและเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้น ผลงานดังกล่าวนำไปสู่การออกแบบ ประดิษฐ์ก่อสร้าง แก้ไข และการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ ตลอดจนการนำไปใช้ให้เหมาะสม นี่ก็คือบทบาทของเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ศาสตร์ทั้ง 2 สาย คือ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวพันกัน การขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใดก็เท่ากับมีความล้มเหลวในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมคอยอยู่ข้างหน้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นั่นหมายถึงว่า การผสมผสานศาสตร์ทั้ง 2 สาย เป็นการสร้างแผนดำเนินการต่อระบบนิเวศที่เป็นรูปธรรมและสามารถกระทำได้ไม่เลื่อนลอยและเป็นเพียงหลักการ สำหรับสิ่งแวดล้อมศึกษานั้น เป็นศาสตร์สายที่สำคัญเช่นกัน เป็นศาสตร์ที่ชี้แนวการนำความรู้และความเข้าใจทั้งทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติไปสู่บุคคลที่ปรารถนาจะมีความรู้และการนำไปสู่อาชีพ เมื่อเป็นเช่นนี้นักสิ่งแวดล้อมศึกษามิใช่รู้เพียงวิธีการถ่ายทอดเท่านั้น ต้องมีความรู้ศาสตร์ทั้ง 2 สาย พอที่จะถ่ายทอดได้และประชากรเป้าหมายเป็นใคร ต้องทำอย่างไรจึงจะได้ผลการให้การศึกษาตามที่ปรารถนา



ภาพประกอบ 2 รูปแบบโครงสร้างของสิ่งแวดล้อมและแนวการศึกษาให้เกิดความสามารถทางการจัดการสิ่งแวดล้อม

ที่มา : เกษม จันทร์แก้ว (2536:11)

สมพร ธรรมาพิทักษ์กุล (2529 : 15) กล่าวว่า สิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นกระบวนการทางการศึกษาในการให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักมีทักษะ เจตคติ ค่านิยม และการตัดสินใจที่ถูกต้องเหมาะสม ตลอดจนมีพฤติกรรมที่รับผิดชอบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อนำไปสู่การดำรงชีวิตที่มีคุณภาพ

ชาร์ล (Griffith. 1971 : 9-10) กล่าวว่า สิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นขบวนการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ทั้งสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ทำให้ทุกคนมีความตระหนักถึงเรื่องของสิ่งแวดล้อม ปัญหา และผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์

แสตปป์ (วรรณิภา ศุกรียพงษ์. 2527 : 14 ; อ้างอิงมาจาก Stapp. 1981 : n.d.) ให้ความหมายสิ่งแวดล้อมศึกษาว่า เป็นขบวนการที่มีความมุ่งหมายที่จะพัฒนาประชากรของโลกให้มีความตระหนักในเรื่องสิ่งแวดล้อมทั้งหมด และปัญหาที่เกี่ยวข้องรวมทั้งมีความรู้ เจตคติ แรงจูงใจในการปฏิบัติและทักษะในการปฏิบัติงานเฉพาะบุคคลหรือเป็นกลุ่มเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

เวปป์ (ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. 2532 : 5 ; อ้างอิงมาจาก Webb, 1980 : 10) ในการประชุมที่เนวาดาเมื่อปี พ.ศ. 2513 จัดขึ้นโดย IUCN (International Union for Conservation of Natural Resources) ให้ความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษาว่า คือกระบวนการที่ทำให้เกิดค่านิยมและให้รู้ถึงแนวความคิดหลัก (concept) เพื่อพัฒนาทักษะและเจตคติที่จำเป็นที่จะทำให้เกิดความเข้าใจและซาบซึ้งถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ

จากความหมายของสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ได้รวบรวมขึ้นทำให้สามารถสรุปได้ว่า สิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นกระบวนการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น และรวมถึงปัจจัยที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมที่ทำให้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและผลกระทบต่อมนุษย์ เพื่อสร้างพฤติกรรมแก่สังคมในการรักษาและปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์ในเรื่องสิ่งแวดล้อมศึกษาในระดับสากล

ข้อตกลงของยูเนสโกในการประชุมระหว่างรัฐบาล ที่เมืองทะบิลิสี (Tbilisi) เมื่อปี ค.ศ. 1977 หรือที่เรียกโดยย่อว่า The Belgrade Charter หรือ กฎบัตรกรุงเบลเกรด (UNESCO. 1978) ได้ตกลงให้นิยามของวัตถุประสงค์ของสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ 6 ข้อ ดังนี้

1. ความตระหนัก (awareness) เพื่อช่วยให้บุคคลและกลุ่มสังคมตื่นตัว และมีสื่อสัมผัสต่อสิ่งแวดล้อม และปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

2. ความรู้ (knowledge) เพื่อช่วยให้บุคคลและกลุ่มสังคมมีความเข้าใจในสิ่งแวดล้อม และปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และเข้าใจถึงความดำรงอยู่อย่างรับผิดชอบ และบทบาทของมนุษยชาติ

3. ทัศนคติ (attitude) เพื่อช่วยให้บุคคลและกลุ่มสังคมได้ซึมซาบถึงค่านิยมของสังคม มีความรู้สึกห่วงใยและผูกพันต่อสิ่งแวดล้อม และมีความบันดาลใจที่จะมีส่วนร่วมในการพิทักษ์และปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

4. ทักษะ (skill) เพื่อช่วยให้บุคคลและกลุ่มสังคมมีความรู้ และความชำนาญในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

5. ความสามารถในการประเมิน (evaluation ability) เพื่อช่วยให้บุคคลและกลุ่มสังคมสามารถประเมินการปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม และหลักสูตรการศึกษาในองค์ประกอบต่างๆ คือ ระบบนิเวศน์, การเมือง,เศรษฐกิจ, สังคม, ศิลปะ และการศึกษา

6. การมีส่วนร่วม (participation) เพื่อช่วยให้บุคคลและกลุ่มสังคมพัฒนาความรู้สึกรับผิดชอบ และความเร่งด่วนของการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้มาซึ่งการปฏิบัติที่เหมาะสมสำหรับแก้ไขปัญหาต่างๆ เหล่านั้น

ในการประชุมสมัชชานานาชาติว่าด้วยเรื่องการศึกษาและการอบรมสิ่งแวดล้อมที่กรุงมอสโคว์ในปี ค.ศ. 1987 (UNESCO. 1987 : 3) โดยมีองค์กรนานาชาติหลายองค์กรรวมทั้ง IUCN เข้าร่วมสังเกตการณ์ ที่ประชุมได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษา และอบรมสิ่งแวดล้อมศึกษาในระดับนานาชาติในทศวรรษ 1990 ไว้ดังนี้

1. การสร้างแหล่งข้อมูล และการเปิดโอกาสให้ใช้ประโยชน์

2. การเพิ่มสมรรถนะในการวิจัยและการทดลอง โดยเฉพาะในการสอนด้านคุณค่าการถ่ายทอดความรู้และการพัฒนาความตระหนักในเรื่องสิ่งแวดล้อม

3. การพัฒนาหลักสูตรและอุปกรณ์การสอน

4. การอบรมผู้สอนในทุกๆ ระยะ

5. การเพิ่มมิติด้านสิ่งแวดล้อมในการสอนด้านวิชาชีพและด้านเทคนิค รวมทั้งการอบรมและพัฒนาจิตสำนึกของผู้สอน

6. การให้ความรู้แก่สาธารณชนโดยการใช้เทคโนโลยีทางสื่อชนิดต่างๆ

7. การสอนสิ่งแวดล้อมในระดับมหาวิทยาลัย รวมทั้งการปรับปรุงองค์กรและบุคลากรเพื่อการนี้ในสถาบันต่างๆ

8. การสนับสนุนการอบรมในวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อม

9. การพัฒนาสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยความร่วมมือระดับนานาชาติและภูมิภาค

<u>สิ่งแวดล้อมศึกษาในประเทศไทย</u>

สิ่งแวดล้อมศึกษาเข้ามามีบทบาทในการจัดการศึกษาของประเทศไทยเป็นครั้งแรกเมื่อมีการบรรจุวิชาธรรมชาติศึกษาลงในชั้นประถมศึกษา ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรประถมศึกษา พ.ศ. 2491 ต่อมาในปี 2498 ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรเดิมอีกครั้ง โดยมุ่งที่จะดำเนินการตามหลักสูตรการศึกษาแผนใหม่ (Progressive education) และได้ประกาศใช้หลักสูตรนี้ในปี

2508 จึงได้มีการเปลี่ยนแปลงมาเป็นวิทยาศาสตร์เบื้องต้น และสังคมศึกษาแทน พร้อมทั้งได้บรรจุเรื่องการสงวนทรัพยากรธรรมชาติไว้ในระดับประถมศึกษาปีที่ 2 แต่เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนมุ่งให้ความรู้ด้านการท่องจำจึงไม่บรรลุจุดมุ่งหมายสำคัญในการสร้างเจตคติที่ถูกต้อง อันจะมีผลต่อเนื่องไปถึงการปฏิบัติการที่ถูกต้องด้วย (วรวิทย์ วศินสรากร. 2519 : 97,100,102)

สำหรับในประเทศไทยได้มีการประชุมเรื่องการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษาของประเทศ 2 ครั้ง โดยความรับผิดชอบของศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการครั้งที่ 1 เป็นการประชุมปฏิบัติการ เพื่อพิจารณาเรื่องสิ่งแวดล้อมศึกษากับหลักสูตร ระหว่างวันที่ 25-29 กรกฎาคม พ.ศ. 2520 ที่ประชุมเสนอจุดมุ่งหมาย หลักการโครงสร้าง และเนื้อหากว้างๆ ของสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ควรบรรจุไว้ในหลักสูตร

ครั้งที่ 2 เป็นการประชุมปฏิบัติการการพิจารณายกร่าง และจัดแบ่งเนื้อหาสิ่งแวดล้อมศึกษาให้เหมาะสมกับระดับชั้น ระหว่างวันที่ 26-29 กันยายน พ.ศ. 2520 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณา

1. จุดมุ่งหมาย หลักการ โครงสร้างของสิ่งแวดล้อมศึกษา

2. ความมุ่งหมาย และเนื้อหาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา ที่ควรจะสอดแทรกไว้ในหลักสูตร ประถมศึกษา และมัธยมศึกษาทุกระดับชั้น

3. ความมุ่งหมายของเนื้อหาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาที่จะจัดไว้เป็นวิชาเลือกระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากผลการประชุมนี้ กระทรวงศึกษาธิการได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดสิ่งแวดล้อมศึกษา ซึ่งสิ่งแวดล้อมศึกษาได้ถูกบรรจุไว้ในการศึกษาทุกระดับชั้น ทั้งในระบบและนอกระบบโรงเรียน แต่เนื่องจากสิ่งแวดล้อมศึกษาเป็นการเรียนที่หวังผลในทางปฏิบัติที่จะให้เกิดพฤติกรรมที่จะเป็นการส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม การเตรียมครูอาจารย์ที่มีความรู้และทักษะในการสอนวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา จึงเป็นความจำเป็นเร่งด่วน เพื่อให้การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมบรรลุจุด

มุ่งหมาย (วินัย วีระวัฒนานนท์. 2527 : 154-155)

สิ่งแวดล้อมศึกษาในระดับอุดมศึกษา

ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ (2536 : 3) ได้กล่าวถึงพัฒนาการของหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษาในระดับชั้นปริญญาบัณฑิต โดยเริ่มจากปี พ.ศ. 2526 มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้รับการอนุมัติให้เปิดหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมในคณะวิศวกรรมศาสตร์ขึ้น และอีก 2 ปีต่อมา คือในปี พ.ศ. 2528 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ก็ได้เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมขึ้นด้วยเช่นกัน สำหรับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้เปิดสอนวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาลขึ้นมาเป็นเวลานานแล้วแต่ต่อมาภายหลัง ในปี พ.ศ. 2532 ได้เปลี่ยนชื่อเป็น "วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม"

องค์ประกอบของหลักสูตรทั้ง 3 นี้ มีความละม้ายคล้ายคลึงกันและแตกต่างกันอยู่หลายประการ เช่น สิ่งดีเหมือนกันก็คือ ทุกหลักสูตรมีกลุ่มวิชาที่เรียกว่า "วิชาทั่วไปพื้นฐาน" อันประกอบด้วย สังคมวิทยา, มนุษยวิทยา, ภาษาอังกฤษ, คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยมีวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์อยู่ด้วยหลายวิชา

วิชากลุ่มที่สองเรียกว่า "วิชาบังคับ" จุดสนใจของกลุ่มนี้อยู่ที่ความแตกต่างของจำนวนหน่วยกิตรวมของทั้ง 3 หลักสูตร โดยมีส่วนปลีกย่อยแต่นับว่ามีความสำคัญคือ จำนวนหน่วยกิตรวมในกลุ่มวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (Environmental Engineering) ซึ่งปรากฏว่าจำนวนหน่วยกิตของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จะใกล้เคียงกับของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คือ 26 และ 27 หน่วยกิต ตามลำดับ แต่จะแตกต่างเป็นอย่างมากกับหลักสูตรของมหาวิทยาลัยขอนแก่น คือ 38 หน่วยกิต

จุดที่แตกต่างนี้ จะเห็นได้ชัดว่าหลักสูตรของมหาวิทยาลัยขอนแก่นได้นำเอาวิชาด้านวิศวกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งมหาวิทยาลัยอื่น เช่น จุฬาลงกรณ์ได้นำไปบรรจุไว้ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตแล้ว วิชาเหล่านี้ได้แก่ การบำบัด

น้ำเสีย การจัดการสิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตว่าหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บางหลักสูตรได้ให้ความสนใจทางด้านวิชาชีววิทยาน้อยมาก ดังเช่นวิชาชีววิทยาสำหรับวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจัดว่าเป็นวิชาพื้นฐาน มีเพียงหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เท่านั้นที่เปิดสอน ส่วนที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไม่มี ทั้ง 2 หลักสูตรดังกล่าว บังคับให้นักศึกษาเรียนวิชาชีววิทยาสำหรับวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อมแทน

นอกจากหลักสูตร สำหรับนิสิตนักศึกษาในขั้นบริญญาตรี ในสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อมแล้ว ต่อมาภายหลังมหาวิทยาลัยอื่นๆ เช่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และมหาวิทยาลัยขอนแก่นได้รับอนุมัติจากทบวงมหาวิทยาลัยให้เปิดสอนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมขั้นบริญญาขึ้นอีกด้วย

<u>วิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา</u>

บอบ สตีเวนสัน (Bob Stevenson. 1981 : 22) กล่าวว่า ขบวนการแก้ปัญหาเป็นวิธีสอนแบบหนึ่งที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา ขบวนการแก้ปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจและศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหาได้ ปัญหาที่กำหนดควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมีตัวอย่างของปัญหาที่ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้

สแตบป์ (สุภาวดี บุญไทก. 2526 : 75 ; อ้างอิงมาจาก Stapp. n.d.) กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาควรเน้นกระบวนการ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving) และการเลือกสรรค่านิยม (Values clarification) ซึ่งทั้ง 2 กระบวนการมีความสัมพันธ์กันเพราะการฝึกทักษะในการแก้ปัญหานั้นสามารถพัฒนาค่านิยมของนักเรียนด้วยกัน ซึ่งทั้ง 2 กระบวนการดังกล่าวมีประโยชน์เมื่อนักเรียนได้ใช้ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง วิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาควรเน้นที่ทั้งครูและนักเรียนหาความรู้ร่วมกันโดยหลีกเลี่ยงการสอนแบบเดิมที่ครูทำหน้าที่เป็นผู้ให้ฝ่ายเดียว

วินัย วีระวัฒนานนท์ (2527 : 179-182) ได้เสนอตัวอย่างวิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาที่นิยมใช้สอนกันอยู่ในปัจจุบันมีดังนี้

1. การศึกษานอกห้องเรียน เป็นวิธีสอนที่ได้เรียนรู้โดยตรงจากธรรมชาติ

2. การใช้ภาพยนต์ สไลด์ และแผ่นใส

3. การใช้สถานการณ์จำลองและเกมส์การสร้างสถานการณ์จำลอง เป็นการสมมติให้ผู้เรียนเป็นคนเข้าไปอยู่ในสถานการณ์อย่างหนึ่งแล้วให้แต่ละคนอภิปรายหรือตัดสินใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

4. การเชิญวิทยากร

5. การทดลอง การทดลองเป็นการทำให้ผู้เรียนได้พบเห็นปัญหาหรือเข้าใจสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น

6. การสัมภาษณ์

7. การจัดกิจกรรมพิเศษ

8. การทำรายงาน

9. การอภิปรายโต้แย้ง (Debate) เป็นการให้ผู้เรียนหาข้อมูลมายืนยันสนับสนุนความคิดของตน

10. การแสดง (Role-playing) การให้ผู้เรียนแสดงบทบาทของบุคคลต่างๆ ตามเรื่อง

11. การฉวยโอกาส การเปลี่ยนทัศนคติทางสิ่งแวดล้อม บางครั้งก็ต้องคอยจังหวะโอกาสที่เหมาะสม เช่น การจะบอกให้ผู้เรียนบางคนไม่ทิ้งเศษกระดาษบนพื้นดินก็อาจทำให้ผู้เรียนปฏิบัติอยู่เช่นเดิมได้ ต่อเมื่อนักเรียนคนหนึ่งเดินไปเหยียบเปลือกกล้วยที่ทิ้งไว้แล้วลื่นล้มลงศรีษะแตก ผู้สอนควรรีบอธิบายถึงการทิ้งขยะไม่เป็นระเบียบ ทำให้มีผู้ได้รับบาดเจ็บได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมศึกษา

ไกสินทร์ รังสยาพันธ์ (2521 : 85-86) ได้ศึกษาวิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาโดยสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับวิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ได้ผลก็คือ วิธีสอนให้นักเรียนเห็นสภาพปัญหาและลงมือปฏิบัติจริง และวิธีสอนโดยการศึกษานอกสถานที่เป็นวิธีสอนที่ดี นอกจากนี้วิธีสอนแบบบรรยายเป็นวิธีสอนที่นักเรียนทุกคนคิดว่าเป็นวิธีที่ได้ผลดีเป็นอันดับถัดมา

อัศนีย์ ศรีสุข (2521 : 31) ได้ศึกษาทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งแวดล้อมด้วยบทเรียนสำเร็จรูปของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนทัศนคติ พบว่า

1. ทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ก่อนการสอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองภายหลังการสอนสูงขึ้นกว่าทัศนคติ ก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติภายหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิเชียร คำจันทร์ (2522 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1โดยการสอนแบบศูนย์การเรียนกับการสอนปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน เจตคติต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งสองกลุ่ม ส่วนเจตคติต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบศูนย์การเรียนกับนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบปกติ ไม่แตกต่างกัน

นิพนธ์ แสงเล็ก (2529 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อชุมชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคมศึกษาจากการสอนแบบศึกษานอกสถานที่กับการสอนตามคู่มือครู โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง 34 คน กลุ่มควบคุม 34 คน กลุ่มทดลองที่ใช้การสอนแบบศึกษานอกสถานที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทัศนคติของนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบศึกษานอกสถานที่สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลัดดา ศิลาน้อย (2530 : 66-67) ได้วิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคมศึกษา โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน กลุ่มทดลองใช้การสอนโดยใช้กิจกรรมในแหล่งชุมชนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เจตคติของนักเรียนที่เรียนจากการใช้กิจกรรมในแหล่งชุมชนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศก์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บาร์โทส (Batos. 1973 : 3249) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการให้นักศึกษาครูมีประสบการณ์นอกสถานที่กับประสบการณ์ในชั้นเรียนวิชาการศึกษาในรัฐเวอจิเนียร์ โดยสุ่มตัวอย่างจากนักศึกษา 487 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม พบว่า ความเจริญงอกงามเป็นไปทางบวกมากที่สุดเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติไปพร้อมๆ กัน นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมต่างๆ อาจจะเริ่มได้ตั้งแต่ระยะแรกในการฝึกฝน ซึ่งจะทำได้ง่ายขึ้นหากจัดให้มีภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้สอดคล้องกัน และในการจัดโปรแกรมจะต้องจัดให้ต่อเนื่องกันตลอดระยะเวลาที่ฝึกฝน โดยให้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสได้รับประสบการณ์ตรง เพื่อนำทฤษฎีไปปฏิบัติได้

เบรานีส (Beranis. 1974 : 1892-A) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมระหว่างปิดภาคเรียนว่า ทำให้เจตคติของนักเรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมพิเศษระหว่างปิดภาคเรียนมีความต้องการจะไปอยู่ค่ายพักแรมหรือเดินทางท่องเที่ยวโดยให้มีครอบครัวเข้าร่วมกิจกรรมด้วย และพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมพิเศษนี้ มีเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมดีขึ้นมาก และเชื่อว่าตนเองสามารถจำและเข้าใจสิ่งต่างๆ ที่เขาเรียนรู้อยู่ในโรงเรียนและในห้องเรียนได้ดีขึ้นด้วย แต่เจตคติเหล่านี้จะไม่ปรากฏกับนักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมพิเศษที่โรงเรียนจัดขึ้นในระหว่างปิดภาคเรียน

เพค (Peck. 1976 : 4233-A) ได้เปรียบเทียบการสอนตามจุดประสงค์ด้านความคิดความเข้าใจ และด้านความรู้ในสถานการณ์ 3 อย่าง คือ การสอนในห้องเรียน สอนนอกห้องเรียน และการผสมผสานระหว่างการสอนในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนนอกห้องเรียนมีคะแนนความคิด ความเข้าใจเฉลี่ยหลังการสอนมากขึ้นอีก 2 กลุ่มก็มีคะแนนเฉลี่ยหลังการสอนสูงขึ้น แต่ไม่มากเท่ากลุ่มที่ได้รับการสอนนอกห้องเรียน ส่วนคะแนนความรู้สึกเฉลี่ยหลังการสอนสูงขึ้นในกลุ่มที่ได้รับการสอนนอกห้องเรียนและในห้องเรียน แสดงถึงการมีเจตคติที่ดีขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบผสมผสานมีเจตคติลดลงเล็กน้อย

เบคเกอร์ (Becker. 1978 : 4566-A) ได้ศึกษาผลของการใช้ประสบการณ์นอกห้องเรียนต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาว่าการเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับ 6 จะมีนัยสำคัญหรือไม่ ระหว่างเด็กที่เรียนโดยใช้ประสบการณ์นอกห้องเรียนและการเรียนในห้องเรียนกับนักเรียนที่เรียนปกติในห้องเรียนอย่างเดียว โดยมีการทดสอบความคิดรวบยอด 5 ประเด็นคือ สิ่งแวดล้อม ความเป็นอิสระ การสงวนทรัพยากรธรรมชาติ มลภาวะ ผลกระทบของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาพบว่า กลุ่ม

ทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเจตคติสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญใน 2 ประเด็น คือ การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญระหว่างเด็กผู้หญิงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเด็กผู้ชายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในความคิดรวบยอด 2 ประเด็น คือ มลภาวะ และผลกระทบของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม

ฟอล์ค และบอลลิ่ง (Falk and Balling. 1982 : 22-28) ได้วิจัยเรื่อง สภาพแวดล้อมในการศึกษาค้นคว้านอกสถานที่มีผลต่อการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยทดลองกับนักเรียน จำนวน 96 คน ที่เรียนอยู่ในระดับ 3 และระดับ 5 ด้วยการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งไปศึกษาค้นคว้าในสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงตลอดวัน ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งได้รับการสอนนอกห้องเรียนในระหว่างชั่วโมงที่เรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยประสบการณ์ตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ส่วนการวัดด้วยการสังเกตพบว่า พฤติกรรมต่างๆ จะเปลี่ยนไปตามอายุและสภาพแวดล้อมจากแบบจำลองที่จัดทำขึ้น ได้ชี้ให้เห็นว่าความสัมพันธ์ของการเรียนรู้และพฤติกรรม มีผลต่อขีดขั้นของพัฒนาการและความแปลกใหม่ของสิ่งแวดล้อม

เชปปาร์ค และสปิลแมน (Shepard and Speelman. 1985/86 : 20-23) ได้ศึกษาเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลมาจากการศึกษานอกห้องเรียน โดยทำการทดลองในช่วงฤดูร้อนแบ่งเด็กออกเป็น 8 กลุ่ม เข้าค่าย 4 ค่าย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนไปในทางบวก การออกค่ายมีผลเพียงเล็กน้อยต่อเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นยังพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาของโครงการกับพัฒนาการของเจตคติต่อการอนุรักษ์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม มีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

2. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม มีผลการเรียนด้านจิตพิสัยสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามลำดับขั้นดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
3. การดำเนินการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะศิลปศาสตร์และคณะนิเทศศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ในภาคการศึกษา 1/2537 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. สุ่มกลุ่มการเรียน โดยการสุ่มอย่างง่ายมา 1 กลุ่มการเรียน กลุ่ม

การเรียนละ 80 คน จากนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสิ้น 7 กลุ่มการเรียน

2. สุ่มกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มอย่างง่ายอีกครั้ง เพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

<u>การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง</u>

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

2. เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

3. แผนการสอนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น

3.1 แผนการสอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

3.2 แผนการสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

4. แบบทดสอบผลการเรียน ประกอบด้วย

4.1 แบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย

4.2 แบบทดสอบผลการเรียนด้านจิตพิสัย

<u>ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ</u>

1. หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ซึ่งเป็นหนังสือที่ผู้วิจัยได้เขียนขึ้น เพื่อใช้สำหรับประกอบการสอนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตรทั้งในด้านจุดประสงค์เฉพาะ จุดประสงค์ทั่วไป และคำอธิบายรายวิชา (Course Description) เพื่อให้สามารถกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะเขียนได้อย่างสมบูรณ์และไม่ขาดตกบกพร่อง

1.2 นำเนื้อหาที่จะเขียนมาแบ่งเป็นบทต่างๆ ได้ 6 บท คือ

1.2.1 สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม

1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อม

1.2.3 ระบบนิเวศ

1.2.4 ทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์

1.2.5 ประชากรมนุษย์

1.2.6 สารพิษและมลภาวะ

1.3 แจกแจงแต่ละบทเรียนออกเป็นบทเรียนย่อยได้รวม 45 บทเรียนย่อย

1.4 ทำการเขียนเนื้อหารายละเอียดของแต่ละบทเรียนย่อยโดยอาศัยเกณฑ์

1.4.1 เนื้อหาของหนังสือจะต้องเหมาะสมกับระดับผู้เรียน (Level of the Student)

1.4.2 เนื้อหาของหนังสือจะต้องเหมาะสมกับช่วงเวลาของการสอน (Duration of the programme)

1.4.3 เนื้อหาเร้าความสนใจของผู้เรียน

1.4.4 มีการเรียงลำดับ (Gradation) และจัดกลุ่มของเนื้อหาทางวิชา จากง่ายไปยากเพื่อไม่ให้ผู้เรียนสับสน

1.4.5 เนื้อหาของหนังสือจะต้องส่งเสริมผลการเรียนทางด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของผู้เรียน

1.5 นำหนังสือที่ผู้วิจัยเขียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมซึ่งประกอบด้วย รศ.ดร. สมบัติ ทีฆทรัพย์

อาจารย์อาลิน ภวนะวิเชียร และอาจารย์วราภรณ์ ไทยมา อ่านเพื่อปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำหนังสือที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการวิชาการของมหาวิทยาลัยศรีปทุม เพื่อลงความเห็นและพิจารณาอนุมัติให้ใช้ประกอบการสอนได้

2. เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

2.1 คัดเลือกหนังสือและตำราทางวิชาการที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียนบทที่ 1-6 ในหนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

2.2 นำเนื้อหาที่คัดเลือกมาได้เปรียบเทียบกับเนื้อหาหนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม โดยจัดทำในลักษณะคู่ขนาน

2.3 นำเอกสารที่จัดเตรียมไปปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน (ประกอบด้วย อาจารย์ปรเมษฐ์ ปัญญาเหล็ก หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และอาจารย์วราภรณ์ ไทยมา หัวหน้าภาควิชาพื้นฐานทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม) พิจารณาตรวจสอบเนื้อหาในบทเรียนของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ให้มีเนื้อหาครอบคลุมหลักสูตรและตรงตามจุดประสงค์เฉพาะจุดประสงค์ทั่วไป และคำอธิบายรายวิชาที่ทางมหาวิทยาลัยได้กำหนดไว้

2.4 นำเนื้อหาที่ได้มาจัดแบ่งออกเป็นเอกสารอ่านประกอบ รวม 15 บท เพื่อใช้ประกอบการสอนในระยะเวลาทั้งสิ้น 15 สัปดาห์

3. แผนการสอนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์เฉพาะ จุดประสงค์ทั่วไป คำอธิบายรายวิชา และระยะเวลาที่กำหนด สำหรับการเรียนการสอนจากคู่มือหลักสูตรภาคการศึกษาที่ 1/2537 ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

3.2 วิเคราะห์จุดประสงค์เฉพาะ จุดประสงค์ทั่วไป กิจกรรมการเรียนการสอน และความคิดรวบยอดของเนื้อหาวิชา

3.3 สร้างแผนการสอนประจำสัปดาห์รวม 15 สัปดาห์ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ประกอบด้วย ความคิดรวบยอด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล

3.4 แผนการสอนประจำสัปดาห์ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยกลุ่มควบคุมจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวันพุธ และกลุ่มทดลองจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวันพฤหัสบดี ขั้นตอนการจัดกิจกรรมมีดังนี้

3.4.1 แจกเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า โดยกลุ่มทดลองจะได้รับหนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้รับเอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

3.4.2 ผู้วิจัยควบคุมให้นักศึกษาอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาในหนังสือ หรือเอกสารที่ได้รับก่อนดำเนินการสอนเป็นเวลาประมาณ 30 นาที

3.4.3 ทำการทดสอบย่อยเพื่อเป็นการควบคุมให้นักศึกษามุ่งความสนใจไปที่หนังสือและเอกสารที่ตนเองได้รับ ทั้งนี้จะไม่มีการนำคะแนนที่ได้ไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลใดๆ ทั้งสิ้น แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยจะไม่บอกเงื่อนไขดังกล่าวแก่นักศึกษา ขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

3.4.4 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามปกติ โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอนตามความเหมาะสมในเนื้อหาวิชา โดยนำหนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม และเอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ เข้ามาร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ ขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 100 นาที

3.4.5 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอน ผู้วิจัยจะต้องเก็บรวบรวมหนังสือและเอกสารอ่านประกอบกลับคืนไว้กับผู้วิจัย

3.5 นำแผนการสอนที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง

3.6 นำแผนการสอนที่สร้างไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีปทุมที่ไม่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเพื่อหาข้อบกพร่องแล้วปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. แบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัย ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นดังนี้

4.1 กำหนดนิยามปฏิบัติการของการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัย

4.2 ร่างข้อคำถามให้สอดคล้องกับนิยามปฏิบัติการตามข้อ 4.1 (ในขั้นนี้ร่างข้อคำถามให้มีจำนวนเกินกว่าที่จะใช้จริง ประมาณ 2.5 เท่า)

4.3 นำร่างข้อคำถามไปปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่าน (ประกอบด้วย รศ.ดร.สมบัติ ทีฆทรัพย์ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร อาจารย์ปรเมษฐ์ บัญญาเหล็ก หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม อาจารย์วราภรณ์ ไทยมา หัวหน้าภาควิชาพื้นฐานทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม และอาจารย์วรรณรี บานชื่น หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม) เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

4.4 ปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และขอความเห็นชอบจากกรรมการที่ปรึกษาบริญญานิพนธ์

4.5 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ นำผลการทดสอบมาหาค่าอำนาจจำแนก แล้วเลือกข้อสอบไว้ประมาณ 60 ข้อ นำแบบทดสอบส่วนนั้นมาหาค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น .92

4.6 จัดทำแบบทดสอบจริงเพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งถูกกำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการสุ่ม และมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Randomized Pretest-Posttest Control Group Design) แบบแผนการทดลองเป็นดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

Group	Pretest	Treatment	Posttest
(R)E	T_1	X	T_2
(R)C	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

R คือ การสุ่มเพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม

E คือ กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

C คือ กลุ่มควบคุม (Control Group)

X คือ การสอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

T_1 คือ การทดสอบก่อนทดลองสอน

T_2 คือ การทดสอบหลังทดลองสอน

วิธีดำเนินการทดลอง

1. สุ่มนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัย

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน

3.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

3.2 กลุ่มควบคุม สอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

4. ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างหลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอน ตามแผนการสอน รวม 15 สัปดาห์

5. รวบรวมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านความเชื่อมั่น คำนวณโดยใช้สูตร K-R 20 ตามสูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2}\right\}$$

เมื่อ n หมายถึง จำนวนข้อ

p หมายถึง สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q หมายถึง สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ $= 1-p$

S_t^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ด้านอำนาจจำแนกใช้สูตร

$$r = \frac{N - L}{N_H}$$

เมื่อ r หมายถึง อำนาจจำแนก

H หมายถึง จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูง

L หมายถึง จำนวนคนตอบถูก ในกลุ่มไม่เก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูง

และด้านความยากง่ายใช้สูตร

$$P = \frac{H + L}{N}$$

เมื่อ P หมายถึง ความยากง่ายของข้อสอบ

H หมายถึง จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูง

L หมายถึง จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มไม่เก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ

N หมายถึง จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มเก่งและกลุ่มไม่เก่ง

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ในการทดสอบสมมติฐาน สถิติพื้นฐานที่ใช้ได้แก่ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละส่วนสถิติในการทดสอบสมมติฐานใช้การทดสอบค่าที (t-test) กรณี Sepa rated Variance ที่ระดับ .05 และ ดำเนินการคำนาณโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันในการอ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิจัยดังนี้

n	แทน	จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\bar{X}_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองสอน
$\bar{X}_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองสอน
$\bar{X}_1$ (%)	แทน	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละก่อนการทดลองสอน
$\bar{X}_2$ (%)	แทน	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละหลังการทดลองสอน
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าอัตราส่วนวิกฤตใน t-distribution
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
p	แทน	ระดับความเชื่อมั่น
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำตามลำดับความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. การศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมกระทำโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ (เปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม)

2. การศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ กระทำโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ (เปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม)

3. การเปรียบเทียบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยระหว่างนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมกับนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ กระทำโดยใช้การทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระกันใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

<u>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. จุดมุ่งหมายที่ 1 ที่ว่า เพื่อศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นปรากฏผลดังแสดงในตาราง 2

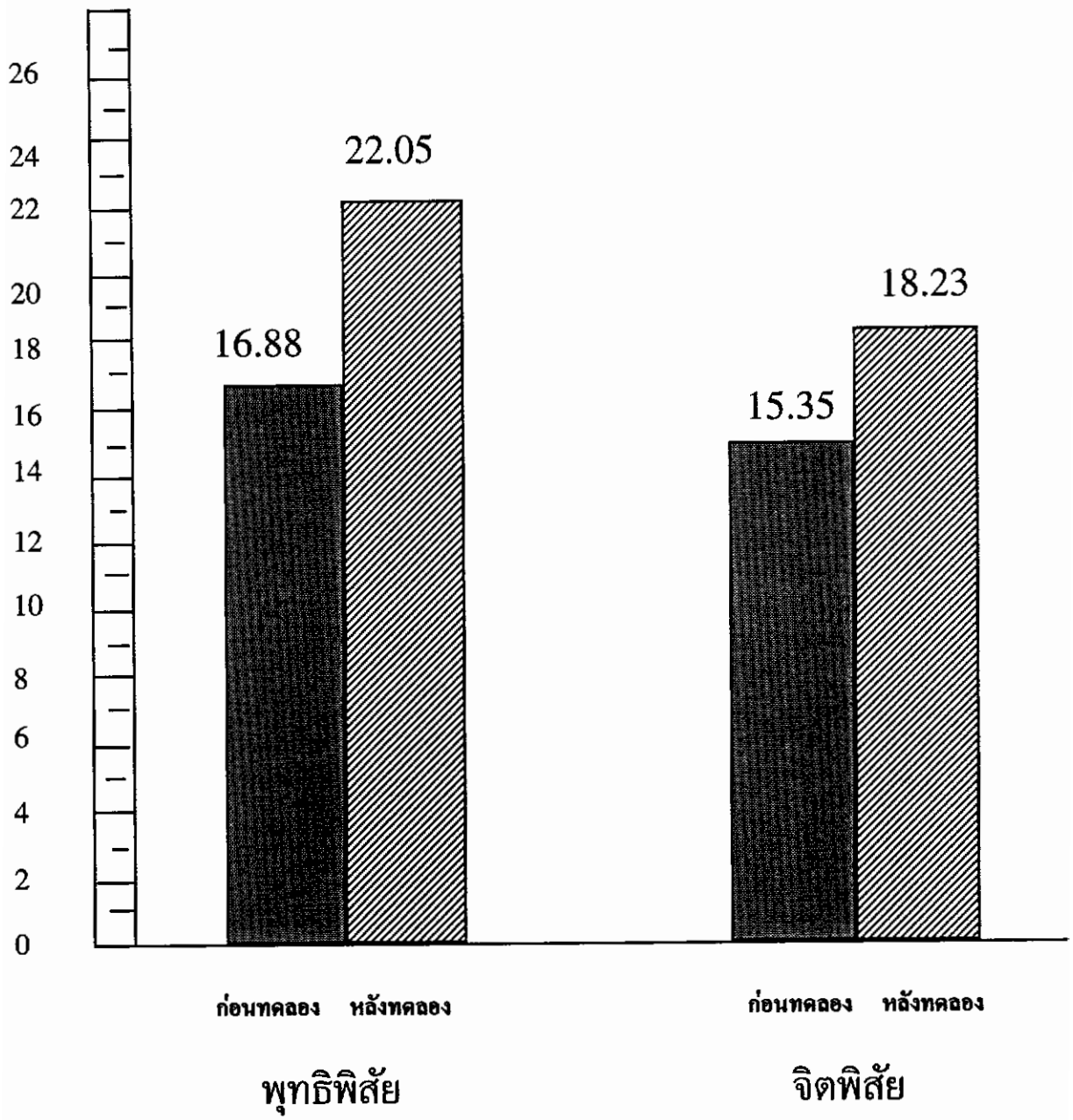
ตาราง 2 การศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

ผลการเรียน	ก่อนการทดลองสอน				หลังการทดลองสอน				เปลี่ยนแปลง	
	n	$\bar{X}_1$	SD	$\bar{X}_1$(%)	n	$\bar{X}_2$	SD	$\bar{X}_2$(%)	$\bar{X}_2-\bar{X}_1$	$\bar{X}_2-\bar{X}_1$(%)
ด้านพุทธิพิสัย	40	16.88	5.31	56.27	40	22.05	4.81	73.50	5.17	17.23
ด้านจิตพิสัย	40	15.35	4.62	51.17	40	18.23	5.29	60.77	2.88	9.60

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม มีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยก่อนการทดลองสอน 16.88 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) หรือคิดเป็นร้อยละ 56.27 หลังการทดลองสอนมีคะแนนเฉลี่ย 22.05 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 73.50 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยเพิ่มขึ้น 5.17 คะแนนหรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 17.23 ส่วนผลการเรียนด้านจิตพิสัย พบว่านักศึกษากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองสอน 15.35 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) หรือคิดเป็นร้อยละ 51.17 หลังการทดลองสอนมีคะแนนเฉลี่ย 18.23 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 60.77 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านจิตพิสัยเพิ่มขึ้น 2.88 คะแนน หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 9.60

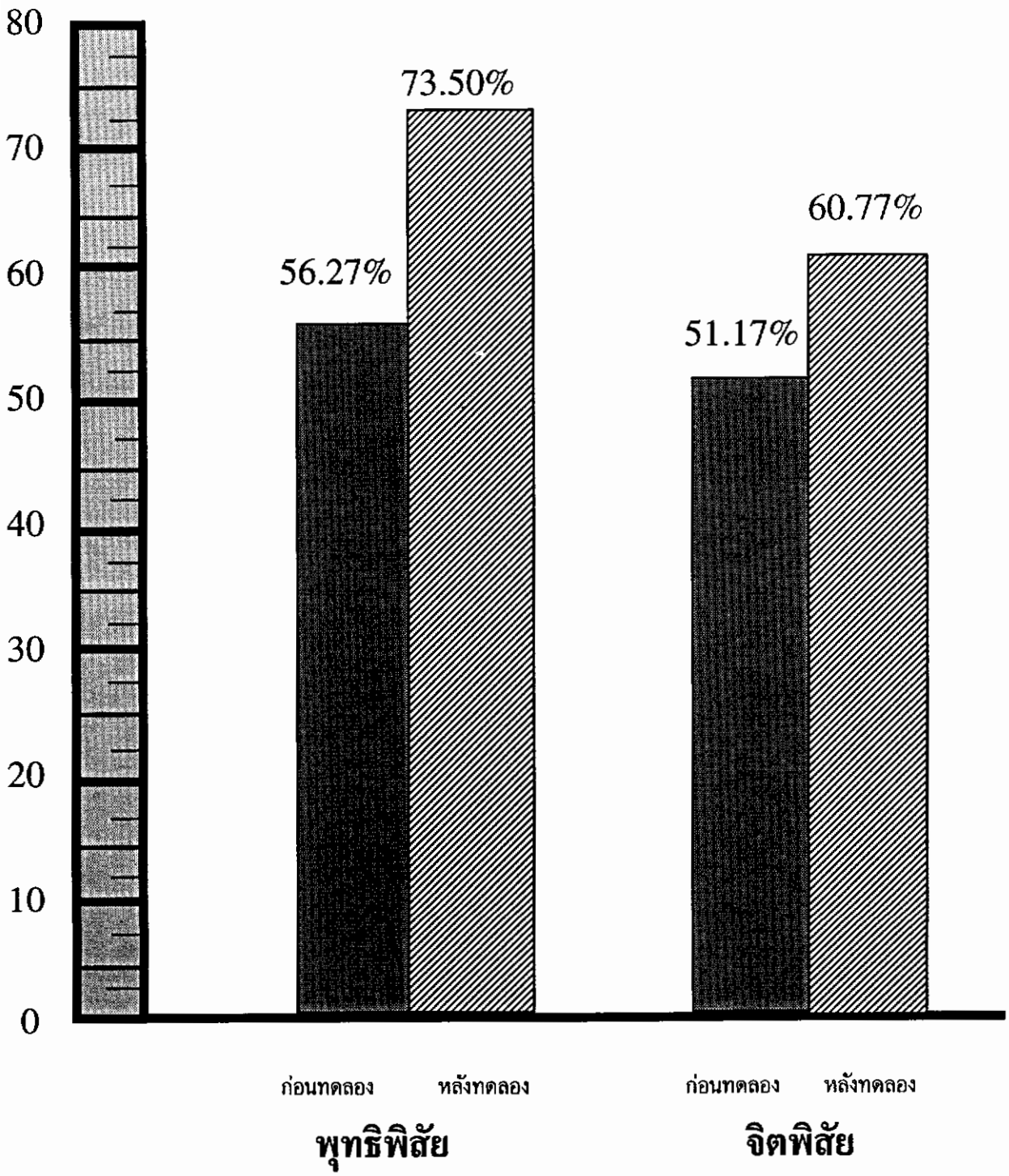
ในการนี้ผู้วิจัยได้นำผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของกลุ่มทดลองทั้งที่คิดเป็นคะแนนและคิดเป็นร้อยละแสดงออกมาในรูปของกราฟแท่งเพื่อสะดวกแก่การพิจารณาดังภาพประกอบที่ 3 และ 4

การสอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม



ภาพประกอบ 3 กราฟแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

การสอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม



ภาพประกอบ 4 กราฟแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$%) ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

2. จุดมุ่งหมายที่ 2 ที่ว่าเพื่อศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยที่ผู้วิจัยขึ้น ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

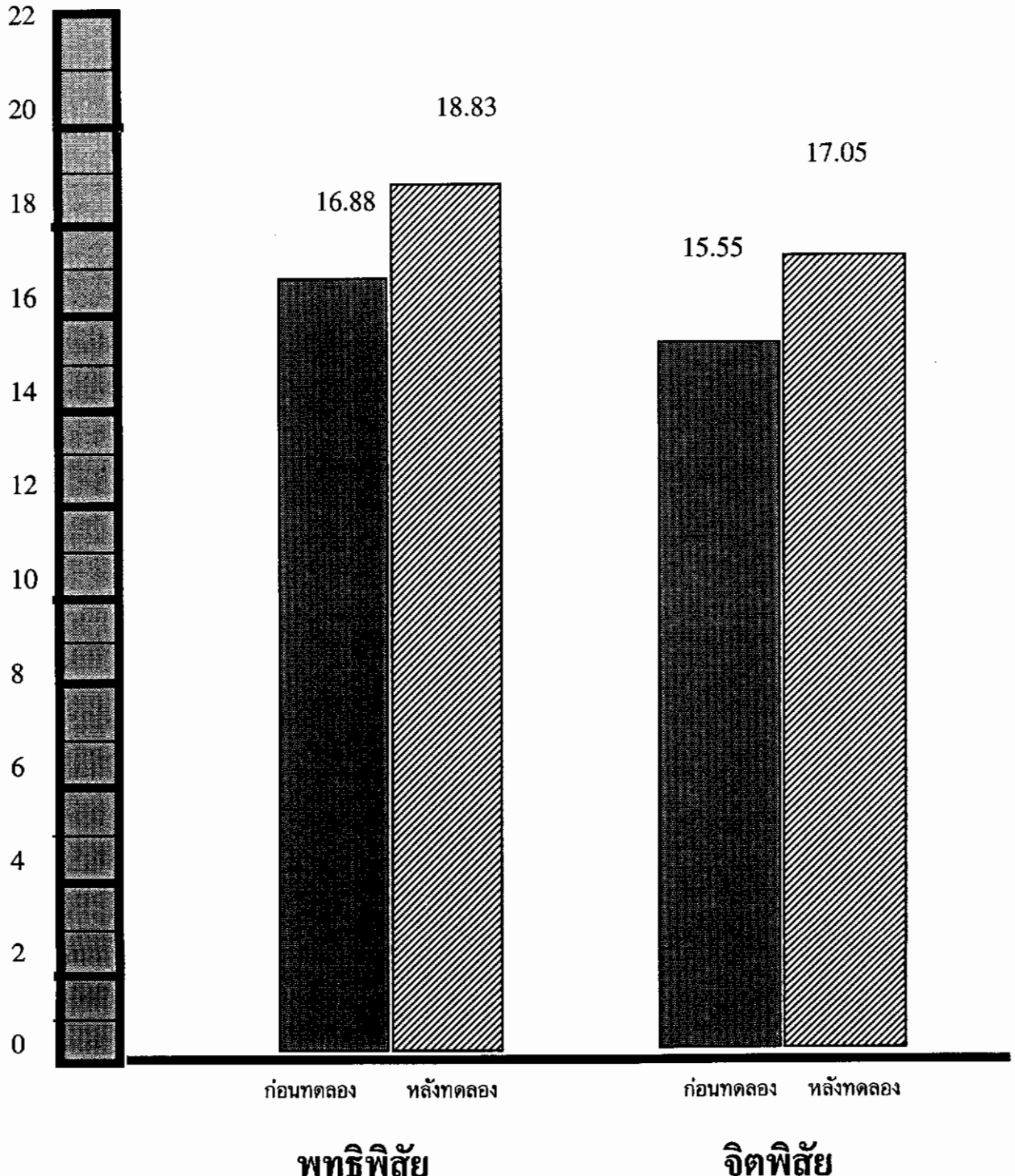
ผลการเรียน	ก่อนการทดลองสอน				หลังการทดลองสอน				เปลี่ยนแปลง	
	n	$\bar{X}_1$	SD	$\bar{X}_1$ (%)	n	$\bar{X}_2$	SD	$\bar{X}_2$ (%)	$\bar{X}_2-\bar{X}_1$	$\bar{X}_2-\bar{X}_1$ (%)
ด้านพุทธิพิสัย	40	16.88	5.84	56.27	40	18.83	5.30	62.77	1.95	6.50
ด้านจิตพิสัย	40	15.55	5.51	51.83	40	17.05	5.54	56.83	1.50	5.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ มีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยก่อนการทดลองสอน 16.88 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) หรือคิดเป็นร้อยละ 56.27 หลังการทดลองสอนมีคะแนนเฉลี่ย 18.83 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 62.77 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยเพิ่มขึ้น 1.95 คะแนนหรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 6.50 ส่วนผลการเรียนด้านจิตพิสัยพบว่านักศึกษากลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองสอน 15.55 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน)

หรือคิดเป็นร้อยละ 51.83 หลังการทดลองสอนมีคะแนนเฉลี่ย 17.05 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 56.83 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านจิตพิสัยเพิ่มขึ้น 1.50 คะแนนหรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 5.00

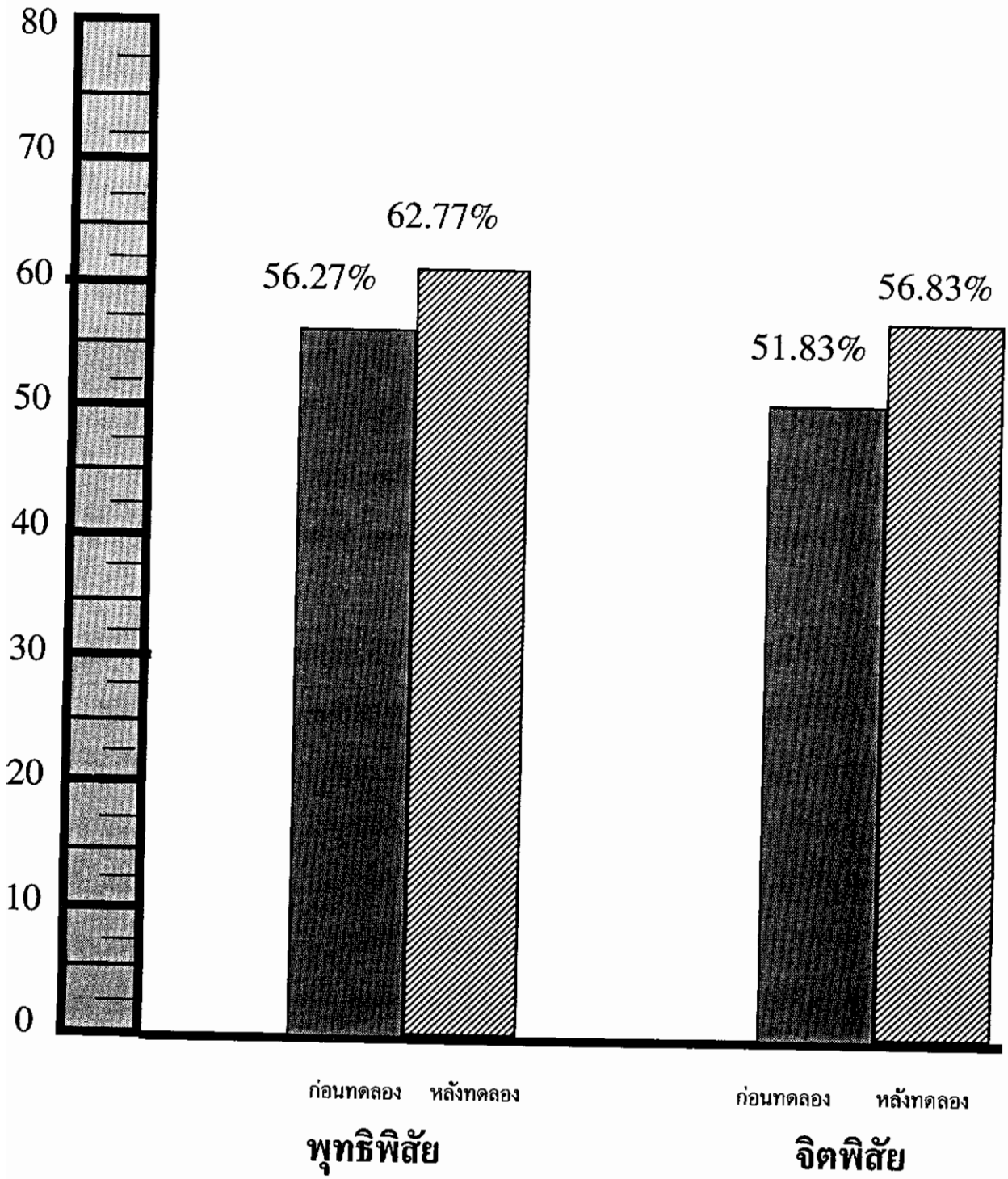
ในการนี้ผู้วิจัยได้นำผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของกลุ่มควบคุมทั้งที่คิดเป็นคะแนนและคิดเป็นร้อยละแสดงออกมาในรูปของกราฟแท่งเพื่อสะดวกแก่การพิจารณาดังภาพประกอบที่ 5 และ 6

การสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ



ภาพประกอบ 5 กราฟแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัย ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

การสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ



ภาพประกอบ 6 กราฟแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$%) ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัยก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

3. จุดมุ่งหมายที่ 3 ที่ว่าเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมกับนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยหลังการทดลองระหว่างนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม กับนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			ผลการทดสอบ		
ผลการเรียน	n	$\bar{X}$	SD	n	$\bar{X}$	SD	t	df	p
ด้านพุทธิพิสัย	40	22.05	4.81	40	18.83	5.30	2.85*	77.29	.006
ด้านจิตพิสัย	40	18.23	5.29	40	17.05	5.54	.97	77.84	.335

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยหลังการทดลองของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ สำหรับผลการเรียนด้านจิตพิสัย พบว่า ผลการเรียนด้านจิตพิสัยหลังการทดลองของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมไม่แตกต่างกับนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหานดไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้หนังสือมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยศรีปทุมซึ่งสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลการเรียน ด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัย ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

2. เพื่อศึกษาผลการเรียน ด้านพุทธิสัย และด้านจิตพิสัย ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

3. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียน ด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัย ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม กับนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

2. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมมีผลการเรียนด้านจิตพิสัยสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปี 1 คณะศิลปศาสตร์และคณะนิเทศศาสตร์ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมในภาคการศึกษาที่ 1/2537 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 หนังสือมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยศรีปทุม เป็นหนังสือที่ผู้วิจัยเขียนขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งสิ้น 6 บท คือ สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อม ระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์ ประชากรมนุษย์ และสารพิษและมลภาวะ

2.2 เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ เป็นเอกสารประกอบการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยคัดเลือกหนังสือและตำราทางวิชาการที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียนบทที่ 1-6 ในหนังสือมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยศรีปทุม แล้วนำเนื้อหาที่คัดเลือกได้มาเปรียบเทียบในลักษณะคู่ขนาน ต่อจากนั้นจึงนำไปให้

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ตรวจสอบและแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องก่อนทำการทดลอง

2.3 แผนการสอนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม เป็นแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เนื้อหาที่บรรจุในแผนการสอนเป็นเนื้อหาตามหลักสูตรวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม แบ่งแผนการสอนออกเป็นแผนการสอนประจำสัปดาห์ รวม 15 สัปดาห์

2.4 แบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัยของการเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก มีจำนวนข้อด้านละ 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .81 และ .80 ตามลำดับ

3. <u>การดำเนินการทดลอง</u>

3.1 ทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 ทดลองสอนโดยกลุ่มทดลองสอนโดยใช้หนังสือมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ส่วนกลุ่มควบคุมสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

3.3 ทดสอบหลังการทดลอง

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

การวิเคราะห์ข้อมูลกระทำตามลำดับความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้ากล่าวคือสำหรับ การศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกระทำโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ (เปรียบเทียบกับคะแนนเต็ม) ส่วนกรณีการเปรียบเทียบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยระหว่างกลุ่มทดลอง

และกลุ่มควบคุมกระทำโดยใช้การทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระกัน (ระดับ .05)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักศึกษากลุ่มทดลองมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยเพิ่มขึ้น 5.17 คะแนน หรือร้อยละ 17.23 ส่วนผลการเรียนด้านจิตพิสัยเพิ่มขึ้น 2.88 คะแนน หรือร้อยละ 9.60

2. นักศึกษากลุ่มควบคุมมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยเพิ่มขึ้น 1.95 คะแนน หรือร้อยละ 6.50 ส่วนผลการเรียนด้านจิตพิสัยเพิ่มขึ้น 1.50 คะแนน หรือร้อยละ 5.00

3. ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม (อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05) ส่วนผลการเรียนด้านจิตพิสัยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาผลการเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ได้ผลการวิจัยพร้อมการอภิปรายผลตามลำดับความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. จากจุดมุ่งหมายที่ 1 ที่ว่า เพื่อศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม มีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยก่อนการทดลองสอน 16.88 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) หรือคิดเป็นร้อยละ 56.27 หลังการทดลองสอนมีคะแนนเฉลี่ย 22.05 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 73.50 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยเพิ่มขึ้น

5.17 คะแนน หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 17.23 ส่วนผลการเรียนด้านจิตพิสัย พบว่านักศึกษากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองสอน 15.35 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) หรือคิดเป็นร้อยละ 51.17 หลังการทดลองสอนมีคะแนนเฉลี่ย 18.23 คะแนนหรือคิดเป็นร้อยละ 60.77 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านจิตพิสัยเพิ่มขึ้น 2.88 หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 9.60

จากผลการวิจัยข้างต้นผู้วิจัยขอแยกการอภิปรายผลออกเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

1.1 ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย

การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมแสดงให้เห็นว่า หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ที่ผู้วิจัยเขียนขึ้นมีส่วนช่วยในการพัฒนาผลการเรียนทางด้านพุทธิพิสัยได้ในระดับหนึ่ง นับเป็นประโยชน์ที่ได้รับโดยตรงจากคุณภาพหนังสือเรียน ไม่ว่าจะเป็นสรรพวิชาในสาขาใดก็แล้วแต่หนังสือเรียนที่ดีจะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 6 ประการซึ่งได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทร เชยชื่น (2524 : 50) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างหนังสือการ์ตูนประกอบการเรียนกลุ่มเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิตผลการวิจัยพบว่าเมื่อผู้สอนได้จัดเนื้อหาของหนังสือให้เหมาะสมกับพัฒนาการของเด็กแล้วสามารถนำหนังสือไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้กลุ่มที่เรียนโดยใช้หนังสือประกอบการเรียนซึ่งเป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้ใช้หนังสือการ์ตูนซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม และงานวิจัยของ หทัย ตันหยง และคนอื่นๆ (2532 : บทคัดย่อ) ที่ศึกษาการสร้างหนังสือเรียนเล่มเล็กเชิงวรรณกรรม เพื่อเป็นสื่อการพัฒนาการอ่านในระดับประถมศึกษาพบว่า สื่อหนังสือเรียนเล่มเล็กเชิงวรรณกรรมมีขนาดอิทธิพลด้านผลสัมฤทธิ์ในการอ่านในภาพรวม 1.09 หรือคิดเป็น Percentile ที่ 86.00 ด้าน

ความสนใจในการอ่านในภาพรวม 1.46 หรือคิดเป็น Percentile ที่ 92.79 ซึ่งนับว่าสูงมาก

การที่หนังสือเรียนมีส่วนช่วยในการพัฒนาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยมีสาเหตุสืบเนื่องมาจากหนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมเล่มนี้ผู้วิจัยได้เขียนขึ้นให้สอดคล้องกับหลักสูตรทั้งในด้านจุดประสงค์เฉพาะ จุดประสงค์ทั่วไป และตรงกับคำอธิบายรายวิชาในหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี ซึ่งหลักสูตรในระดับปริญญาตรีทั่วไป จะเอื้อต่อการพัฒนาผลการเรียนทางด้านพุทธิพิสัยอยู่แล้วดังงานวิจัยของ เกษกานดา สุภาพจน์ (2533 : บทคัดย่อ) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิตวิชาเอกธุรกิจศึกษา-การเลขานุการของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2529 พบว่าความมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาเอกธุรกิจศึกษา-การเลขานุการ มีความสอดคล้องตามแนวการจำแนกความมุ่งหมายทางการศึกษาทั้ง 3 ด้าน แต่เน้นด้านทักษะพิสัย และพุทธิพิสัยมากกว่า จิตพิสัย ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนต่างๆ ที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง และสอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียนก็มักจะก่อให้เกิดพัฒนาการของผลการเรียนทางด้านพุทธิพิสัยเพิ่มทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นการใช้ชุดการสอน ชุดการเรียนด้วยตนเองบทเรียนแบบโปรแกรม และบทเรียนที่สร้างขึ้นเองซึ่งตรงกับงานวิจัยของ แก้วตา คณะวรรณและคนอื่นๆ (2531 : บทคัดย่อ) ที่ศึกษาการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเองสำหรับแม่บ้านชนบทอีสาน พบว่าความสามารถในการอ่าน เขียน และคิดเลขได้ของแม่บ้านชนบทเพิ่มขึ้น

เหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่มีส่วนเสริมผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยจากการใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ที่ผู้วิจัยเขียนขึ้นคือ การจัดวิธีการสอนบางบทเรียนเป็นไปในลักษณะวิธีการให้คำปรึกษาแบบกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ อารยะรังสฤษฎ์ (2532 : บทคัดย่อ)ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยวิธีการให้คำปรึกษาแบบกลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มทดลองก่อนเข้ากลุ่ม และหลังเข้ากลุ่มมีความแตกต่างกัน

หลังการเข้าร่วมกลุ่มคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

1.2 ผลการเรียนด้านจิตพิสัย

การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมแสดงให้เห็นว่า หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ที่ผู้วิจัยเขียนขึ้นนอกจากจะช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย แล้วยังสามารถช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยของผู้เรียนได้ในระดับหนึ่งด้วย

การที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญของผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยและพยายามสอดแทรกการพัฒนาความรู้สึก อารมณ์ ทัศนคติ ค่านิยม และความเชื่อในการจรรโลงรักษาสิ่งแวดล้อมเข้าไปในกระบวนการเรียน การสอน ทั้งในหนังสือเรียน และขณะทดลองสอนก็เพราะจิตพิสัยเป็นปริเขต (Domain) หนึ่งในสารบบจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Taxonomy of Educational Objectives) ซึ่งเสนอโดย เดวิด ฮาร์ครัธวอล และคณะ เมื่อปี ค.ศ.1964 ซึ่งเน้น การพัฒนาจิตใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ (อุทุมพร ทองอุไทย 2531 : 12) ผู้วิจัยมีความเชื่อว่า หนังสือเรียนที่ดีเมื่อเขียนให้พัฒนาผลการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยได้ ก็จะสามารถเขียนให้ต่อเนื่องไปพัฒนาจิตพิสัยได้ในระดับหนึ่ง

สาเหตุที่หนังสือเรียน "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมมีส่วนช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยของกลุ่มทดลองในการศึกษาครั้งนี้น่าจะเกิดจากเนื้อหาในบทเรียนที่ผู้วิจัยพยายามสอดแทรกโดยเน้นให้เห็นถึงความสำคัญในการอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะต้องเริ่มจากตัวผู้เรียนเป็นอันดับแรก โดยผู้เรียนจะต้องเกิดความตระหนักในสิ่งแวดล้อม (Environmental Awareness) เสียก่อน ต่อจากนั้นการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ (Attitude) และค่านิยม (Value) ทางสิ่งแวดล้อมก็จะเกิดตามมา ดังที่วินัย วีระวัฒนานนท์ (2530 : 149) ได้เสนอสถานการณ์สิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อเปลี่ยนทัศนคติโดยอาศัยขั้นตอนต่างๆ ของเบนจามิน บลูม(Benjamin Bloom)

ซึ่งจะต้องเริ่มจากข้อมูลเบื้องต้น (Information)โดยการเปลี่ยนทัศนคติจะต้องอาศัยข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมที่จำเป็น เช่น ระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงประชากร ทรัพยากร และความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อม ซึ่งผู้วิจัยได้เขียนเนื้อหาทั้งหมดลงในหนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมแล้วโดยบรรจุอยู่ในบทเรียนที่ 1-6 ต่อจากนั้นจะเป็นขั้นความคิดรอบยอด (Concept) การวิเคราะห์ (Analysis) การนำไปใช้ (Application)และเกิดการสรุปผลในบุคคลเป็นทัศนคติ (Attitude) ซึ่งเป็นเป้าหมายของการเรียน

2. จากจุดมุ่งหมายที่ 2 ที่ว่า เพื่อศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า นักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ มีคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยก่อนการทดลองสอน 16.88 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) หรือคิดเป็นร้อยละ 56.27 หลังการทดลองสอนมีคะแนนเฉลี่ย 18.83 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 62.77 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยเพิ่มขึ้น 1.95 คะแนนหรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 6.50 ส่วนผลการเรียนด้านจิตพิสัยพบว่านักศึกษากลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองสอน 15.55 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน) หรือคิดเป็นร้อยละ 51.83 หลังการทดลองสอนมีคะแนนเฉลี่ย 17.05 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 56.83 เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านจิตพิสัยเพิ่มขึ้น 1.50 คะแนน หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 5.00

จากผลการวิจัยข้างต้นผู้วิจัยขอแยกการอภิปรายผลออกเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

2.1 ผลการเรียนพุทธิพิสัย

การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ แสดงให้เห็นว่า หนังสือเรียนวิชา "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ที่ผู้เขียน

ท่านอื่นๆ เขียน และผู้วิจัยนำมาใช้ประกอบการสอนมีคุณภาพเชิงวิชาการที่จะส่งผลให้เกิดพัฒนาการทางด้านพุทธิพิสัยแก่ผู้เรียน

การเขียนตำราเปรียบเสมือนกระบวนการทอผ้า (Textile) คือการบรรจงทอเส้นด้ายทั้งแนวตั้ง และแนวนอนให้เป็นผืน และลวดลายตามเจตนารมณ์ของผู้ทอ การเขียนตำราเป็นศิลปะของการใช้ภาษาเป็นการนำความคิด ความรู้มาสานรวมกันให้เป็นองค์ความรู้ (พจน์ สะเพียรชัย 2536 : 1)เมื่อเป็นเช่นนี้ นักวิชาการ และผู้เขียนตำราทุกคนจึงพยายามที่จะถ่ายทอดความคิดและใส่องค์ความรู้ทั้งมวลที่ตนเองมีความชำนาญลงไปในตำราโดยระมัดระวังในคุณภาพของตำราที่ตนเขียนเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นเมื่อผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้จากตำราหรือหนังสือเรียนก็จะทำให้เกิดการเติมเต็มทางด้านวิชาการจึงส่งผลให้ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียนสูงขึ้นด้วย

2.2 ผลการเรียนด้านจิตพิสัย

การเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้เอกสารประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ แสดงให้เห็นว่าเอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ สามารถช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยของผู้เรียนได้ในระดับหนึ่งเช่นกัน ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยพยายามคัดเลือกเอกสารอ่านประกอบจากหนังสือหลาย ๆ เล่มที่เหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้และสติปัญญาของผู้เรียน นอกจากนั้นเนื้อหาภายในเล่มจะต้องมีส่วนเสริมสร้างความตระหนักในสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทัศนคติ ค่านิยมทางสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน ซึ่งมีเหตุผลเช่นเดียวกับจุดมุ่งหมายในการเขียนหนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ที่ผู้วิจัยเขียนขึ้น

การใช้กลวิธีการสอนที่เหมือนกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผนวกกับการเลือกสรรเอกสารอ่านประกอบที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกัน ย่อมเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ผลการเรียนด้านจิตพิสัยของนักศึกษาที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เอกสารประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

3. จากจุดมุ่งหมายที่ 3 ที่ว่า เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมกับนักศึกษาที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยหลังการทดลองของนักศึกษากลุ่มที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ ส่วนผลการเรียนด้านจิตพิสัยไม่แตกต่างกัน

จากผลการวิจัยข้างต้นผู้วิจัยขอแยกการอภิปรายผลออกเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

3.1 ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย

เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย หลังการทดลองระหว่างนักศึกษาที่เรียนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม กับนักศึกษาที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม มีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าหนังสือเรียนที่ผู้วิจัยเขียนขึ้นสามารถส่งเสริมพัฒนาการ การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยมากกว่าเอกสารอ่านประกอบที่รวบรวมโดยการถ่ายเอกสารเนื้อหาบางบทมาจาก หนังสือหลายๆ เล่ม ซึ่งแม้เนื้อหาที่ได้จะถูกต้องและตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร แต่ความกลมกลืนในเนื้อหาวิชาการและความยากง่ายของบทเรียนจะไม่เท่ากัน

การที่ผู้วิจัยได้เขียนหนังสือเรียนวิชา "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ด้วยตนเองเปรียบเสมือนการสร้างสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน กระบวนการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผลและสภาพแวดล้อมทางปัญญาของผู้เรียนในมหาวิทยาลัยศรีปทุม สื่อการเรียนประเภทหนังสือเรียน บทเรียนแบบโปรแกรม บทเรียนแบบไมคูล หรือชุดการเรียนรายวิชาต่างๆ

ยังเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับครู อาจารย์ และผู้สอนในสถาบันการศึกษาทุกแห่งจะต้องเริ่มสร้างขึ้น เพราะสื่อต่าง ๆ เหล่านี้สามารถส่งผลทางบวกต่อสัมฤทธิผลทางด้านพุทธิพิสัยแก่ผู้เรียนมากกว่าวิธีการสอนหรือการใช้สื่อการสอน แบบธรรมดา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริรัตน์ ชมพันธ์ และคนอื่นๆ (2533 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 เรื่องบทประยุกต์ ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมประกอบการสอนของครูเป็นแบบฝึกหัดกับการสอนของครูตามปกติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยส่วนรวมแตกต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ทำการสอนตามปกติ และงานวิจัยของ พัชรี ปั้นมูล (2532 : บทคัดย่อ) ซึ่งทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบโปรเจคไตล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมเทปโทรทัศน์กับกลุ่มที่เรียนโดยการสอนตามแนวของ สสวท. พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมเทปโทรทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามแนวทาง สสวท. และงานวิจัยของวัชรินทร์ ศรีรักษา (2530 : บทคัดย่อ) ซึ่งทำการวิจัยโดยการสร้างและทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมเทปโทรทัศน์เพื่อการสอนเรื่อง "การจราจรสำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา" พบว่า บทเรียนดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานและค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบหลังการทดลองมากกว่าค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง

นอกจากนี้เหตุผลที่ทำให้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ส่งผลให้ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยของนักศึกษาสูงขึ้น เนื่องมาจากข้อบกพร่องของเอกสารประกอบการสอนที่ได้จากหนังสืออื่นๆ ไม่เหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ของนักศึกษาและในบางครั้งความคลาดเคลื่อนของมโนมติ (concept) ในบทเรียนของหนังสือเรียนหลายๆ เล่ม สามารถส่งผลต่อผลการเรียนได้

จากเหตุผลและข้อสนับสนุนงานวิจัยที่ยกมานี้จึงน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยของนักศึกษาที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม สูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ

3.2 ผลการเรียนด้านจิตพิสัย

เปรียบเทียบผลการเรียนด้านจิตพิสัยหลังการทดลองระหว่างนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมกับนักศึกษาที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่านักศึกษาที่เรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุมมีผลการเรียนด้านจิตพิสัยไม่แตกต่างกับนักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่น ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เกิดจากเนื้อหาในหนังสือเรียนและเอกสารอ่านประกอบมีความใกล้เคียงกันในเรื่องการเสริมสร้างผลการเรียนทางด้านจิตพิสัย ผู้เขียนหนังสือเรียนทุกคนควรทั้งผู้วิจัยมุ่งหวังที่จะให้เนื้อหาในหนังสือเรียนของตนเองมีส่วนช่วยเสริมสร้าง ความตระหนักในสิ่งแวดล้อมเพื่อให้บรรลุผลไปถึงการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและค่านิยมทางสิ่งแวดล้อม อันเป็นแนวทางที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่สังคมไทยกำลังเผชิญในปัจจุบัน

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย มหาวิทยาลัยศรีปทุมควรพิจารณาใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ที่ผู้วิจัยเขียนขึ้นนี้เป็นตำราหลักแทนการใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดอาจารย์ผู้สอนควรแนะนำให้นักศึกษาใช้เอกสารอื่นรวมทั้งแหล่งวิชาที่เกี่ยวข้องเป็นสื่อการเรียนเสริมหนังสือ ดังกล่าวด้วย

2. เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ด้านจิตพิสัยการเลือกใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ที่ผู้วิจัยเขียนขึ้นหรือเลือกใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ อาจไม่เพียงพอในการนี้ควรเสริมด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อสิ่งแวดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มเติม โดยใช้การอภิปราย ใช้การทัศนศึกษาใช้การศึกษาจากสื่อที่ทันสมัย เช่น วิดีทัศน์ ฯลฯ

3. มหาวิทยาลัยศรีปทุมควรส่งเสริมให้ผู้สอนได้ผลิตหนังสือขึ้นใช้เป็นตำราหลักของรายวิชา และมีการประเมินคุณภาพ จากนั้นจึงใช้เอกสาร และแหล่งวิชาอื่นๆ มาเสริมหนังสือที่ผู้สอนได้ผลิตขึ้น

<u>ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป</u>

1. ควรมีการทำการวิจัยในทำนองนี้โดยศึกษาตัวแปรผลการเรียนหรือตัวแปรตามให้กว้างขวาง และละเอียดกว่าที่ได้ศึกษา จากการวิจัยครั้งนี้รวมทั้งศึกษาผลการเรียนแจกแจงตามลักษณะบางประการของนักศึกษา เช่น เพศ พื้นฐานความรู้เดิม สำนึกสาธารณะเชิงสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

2. ควรศึกษาในทำนองเดียวกับการวิจัยครั้งนี้อีกโดยเน้นการเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างการใช้หนังสือที่ผู้วิจัยเขียนขึ้นเปรียบเทียบกับการใช้หนังสือควบคู่กับเอกสารอื่นๆ หรือหนังสืออื่นๆ

3. ควรทำการวิจัยในทำนองนี้อีกโดยศึกษาในเชิงการวิจัยและพัฒนาเพื่อหาทางปรับปรุงรูปแบบ และกระบวนการนำเสนอเนื้อหาสาระของหนังสือให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4. ควรทำการวิจัยในทำนองนี้อีกโดยเน้นในเรื่องการสร้างตำราที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ในด้านจิตพิสัยอย่างมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กัลยา ตุลพิจิตร. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถทางการอ่านในวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้หนังสือเรียนเล่มเล็กระหว่างวิธีแบบวรรณีกับวิธีสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

กาญจนา สุขใจ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่องประวัติศาสตร์สมัยกรุงศรีอยุธยาและธนบุรี "ระหว่างการสอนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมพลนิกายาราม จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

เกรียงไกร ใจสุข. การสร้างชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพ วิชาสังคมศึกษาโลกของเรา ส.306 เรื่อง "ปัญหาประชากรและคุณภาพชีวิต" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

เกษกานดา สุภาพพจน์. การประเมินหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต วิชาเอกธุรกิจศึกษาการเลขานุการของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2529. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

เกษม จันทร์แก้ว. สิ่งแวดล้อมศึกษา. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2536.

เกษม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. "สภาวะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยในปัจจุบัน," วารสารสุขภาพ. 7(6) : 105 - 11 ; มีนาคม 2522.

เกษมา จงสูงเนิน. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการใช้กับไม่ใช้หนังสือการ์ตูนประกอบบทเรียน ในการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

แก้วตา คณะวรรณ และคนอื่นๆ. โครงการการสร้างชุดการเรียนหนังสือด้วยตนเองสำหรับแม่บ้านชนบทอีสาน. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2531.

โกลินทร์ รังสยาพันธ์. การศึกษากับปัญหาความสกปรกเป็นพิษของสิ่งแวดล้อม. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.

คงศักดิ์ พร้อมเทพ. การศึกษาเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของครูในโรงเรียนรัฐบาลจังหวัดพระนคร พ.ศ. 2511. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2512. อัดสำเนา.

จิราภรณ์ อารยะรังสฤษฎ์. การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยวิธีการให้คำปรึกษาแบบกลุ่ม. เชียงใหม่ : คณะมนุษย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2532.

ชาติชาย อ่อนเจริญ. ความรู้และความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสมุทรปราการ เกี่ยวกับมลพิษทางสิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2533. อัดสำเนา.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญผล, 2525.

ชำเรือง พัทรชนม์. การสร้างหนังสืออ่านประกอบวิชาภาษาไทยในระดับประถมศึกษาปีที่4. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2525. อัดสำเนา.

ณรงค์ รมณียกุล และคนอื่นๆ. การศึกษาความสามารถในการใช้ทักษะพื้นฐานด้านการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น เกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพชีวิตของนักเรียน. สำนักงานศึกษาธิการเขต เขตการศึกษา 7 พิษณุโลก, 2531.

ทัศนี โชติพฤฒิพงศ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนกลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการสอนโดยใช้สื่อแบบเรียนเล่มเล็กเชิงวรรณกรรมกับการสอนโดยใช้สื่อใบงาน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ "แนวทางจัดการศึกษาสิ่งแวดล้อมในอนาคตกรณีของอุดมศึกษาไทย," เอกสารประกอบสัมนาเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยครั้งที่ 3. ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ 31 ตุลาคม - 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2536 กรุงเทพฯ, 2536. อัดสำเนา.

ธรณชฎล ปานะดิษฐ์ และคนอื่นๆ. การศึกษาผลการเรียนของชุดการสอบการอ่านอย่างมีวิจารณญาณชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิชาภาษาไทย ของสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอสนม จังหวัดสุรินทร์. สุรินทร์ : สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอสนม จังหวัดสุรินทร์, 2531.

นัยนา นาคะสิงห์. การวิเคราะห์วัสดุ หลักสูตรกลุ่มทักษะภาษาไทยตามหลักสูตรประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533. อัดสำเนา.

นิพนธ์ แสงเล็ก. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อชุมชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคมศึกษาแบบนอกสถานที่กับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

นิรัชรินทร์ ชำนาญกิจ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความมั่นคงในการจำโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

บุญเหลือ เทพยสุวรรณ. ศาสตราจารย์ ม.ล. "ประสบการณ์จากการเขียนตำราและเอกสารทางวิชาการ," การเขียนตำราและบทความทางวิชาการ. กรุงเทพฯ : สมาคมสตรีอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย, 2523.

บุญเหลือ แฝงเรียง และคนอื่นๆ. การศึกษาคุณลักษณะด้านจิตพิสัยและองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเกิดคุณลักษณะด้านจิตพิสัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในเขตการศึกษา 6. ลพบุรี : สำนักงานศึกษาธิการเขต เขตการศึกษา 6 จังหวัดลพบุรี, 2532.

บุญญลักษณ์ พิมพา. การสร้างบทเรียนไมคูลวิชาภาษาไทยเรื่อง "กาพย์ยานี 11 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.

เบญจลักษณ์ เดชครุธ. ผลของชุดการสอนเพื่อซ่อมเสริมวิชาเคมี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533. อัดสำเนา.

ประไพ พักตรเกษม. การวิเคราะห์หนังสือสำหรับเด็กที่มีเนื้อหาส่งเสริมการเรียนการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมปีที่ 6. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

พจน์ สะเพียรชัย. "การเขียนตำราร่วมกับของสถาบันอุดมศึกษาเอกชน," รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการเขียนตำราร่วมกันของสถาบันอุดมศึกษาเอกชน. ณ โรงแรมแก่นอินน์ 27-28 มกราคม พ.ศ.2536 ขอนแก่น, 2536. อัดสำเนา.

พัฒน์ น้อยแสงศรี. "รูปแบบของตำราที่เหมาะสมกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง," ใน การประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการเขียนบทเรียนโปรแกรม. (คณะกรรมการวิชาการมหาวิทยาลัยรามคำแหง ณ โรงแรมทรอปิคคานา พัทยา ชลบุรี, 2527.

พัชรี ปั้นมูล. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบโปรเจคไตล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมเทปโทรทัศน์กับการสอนตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒพิษณุโลก, 2532. อัดสำเนา.

พิกุล คำรอด. ค่านิยมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนและความคิดเห็นเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนของครูโรงเรียนประถมศึกษาจังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531. อัดสำเนา

ไพจิตร์ โลตินิสากรณ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยครูกับการสอนซ่อมเสริม โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม. วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.

มหาวิทยาลัยศรีปทุม. คู่มือและหลักสูตรระดับปริญญาตรี 2536-2537. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา ฝ่ายพัฒนาเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2536.

รัศมี บุญญะสิทธิ์. การสร้างหนังสือสำหรับเด็ก เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลอุดมวิทยา จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530. อัดสำเนา.

เริงฤดี นรานันทน์. การสำรวจระดับความยากง่ายของตำราและวารสารภาษาอังกฤษที่นิสิตปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาการสอนแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้า. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534. อัดสำเนา.

ลัดดา ศิลาน้อย. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาสังคมศึกษาจากการสอนโดยใช้กิจกรรมในแหล่งชุมชน. บริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. การพัฒนาการสอนสิ่งแวดล้อม. ศูนย์สิ่งแวดล้อมศึกษา วิทยาลัยครูพระนคร, 2532.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทศึกษาพรจำกัด, 2528.

เลื่อน นามพรหม และคนอื่นๆ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาจำนวนตัวเลขที่มีหลายหลักของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาอำเภอสนม จังหวัดสุรินทร์ที่เรียนด้วยบทเรียนโมดูลสำหรับใช้เรียนด้วยตนเองกับเรียนด้วยวิธีสอนปกติ. สุรินทร์ : สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอสนม จังหวัดสุรินทร์, 2531.

วชิราภรณ์ อมฤตนันท์. การเปรียบเทียบการสอนเรื่อง "โภชนาการและอนามัยของอาหาร" โดยใช้บทเรียนแบบมโนธรรมสำนักกับบทเรียนแบบปลายเปิด. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531. อัดสำเนา.

วรรณิภา ศุกริยพงษ์. การสร้างหลักสูตรฝึกอบรมสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับครูมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2527. อัดสำเนา.

วราภรณ์ ถิรสิริ. การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 8 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533. อัดสำเนา.

วัชรินทร์ บุญมาทิต. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เห็นคำถามแบบเอกนัยคำถามแบบอเนกมัย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

วัชรินทร์ ศรีรักษา. การสร้างบทเรียนโปรแกรมเทปโทรทัศน์เพื่อการสอนเรื่องการจราจรสำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2530. อัดสำเนา

วิชัย วงษ์ใหญ่. พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2525.

วินัย วีระวัฒนานนท์. "นโยบายสิ่งแวดล้อมศึกษาของประเทศไทย," วารสารการศึกษานอกโรงเรียน. 25(126) : 28-34 ; มิถุนายน-กรกฎาคม 2528.

_____. สิ่งแวดล้อมศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2530.

_____. "สิ่งแวดล้อมศึกษา บทเรียนเพื่อชีวิต," วารสารการศึกษานอกโรงเรียน. 23(132) : 39-41 ; มิถุนายน-กรกฎาคม 2528.

_____. กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษาแนวคิดพื้นฐานและการนำไปปฏิบัติสำหรับนักแวดล้อมศึกษา. มหาวิทยาลัยมหิดล, 2529.

สมพร ธรรมาพิทักษ์กุล. "สิ่งแวดล้อมศึกษาตามวิถีแห่งเต๋า," ดุรุปริทัศน์. 10 : 14-25 ; มกราคม 2528.

สมศรี เจ็งไพจิตร. ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมด้านจิตพิสัยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัดสำเนา.

สมหมาย ทัติวงษ์. การสร้างหนังสือนิทานร้อยกรองประกอบภาพสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526. อัดสำเนา.

สรรเพชร นุศรีอัน. การสร้างหน่วยบทเรียนไมดูลเรื่อง "การตรวจและซ่อมอัลเตอร์-เนเตอร์" ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพในวิชาปฏิบัติเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2532. อัดสำเนา.

สิริรัตน์ ชมพันธ์ และคนอื่นๆ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์วิชาบทประยุกต์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ. ระยอง : สำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดระยอง, 2533.

สุชาดา สุภัทธธรรม. การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเซทและตรรกศาสตร์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2529.

สุภาวดี บุญโนทก. การเปรียบเทียบวิธีสอนเนื้อหาสิ่งแวดล้อมศึกษาของครูมัธยมศึกษาตอนต้น กับวิธีสอนที่เหมาะสมตามความคิดของนักวิชาการ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2529. อัดสำเนา.

สุไร พงษ์ทองเจริญ. "หลักสูตรวิชาภาษาอังกฤษในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และการสอนแบบเอกัตภาพ," มนุษย์ศาสตร์ปริทรรศน์. 2 : 25-32 ประจำภาคเรียนที่สอง 2523.

หทัย ตันหยง. การเขียนหนังสือแบบเรียน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.

_____. รายงานการวิจัย การสร้างหนังสือเรียนเล่มเล็กเชิงวรรณกรรมเพื่อเป็นสื่อพัฒนาการอ่านในระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บริษัทประยูรวงษ์ จำกัด, 2532.

อัศนีย์ ศรีสุข. การศึกษาทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องสิ่งแวดล้อมด้วยบทเรียนสำเร็จรูปของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

อักษร รุ่งมณี. การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่าน และทัศนคติต่อการอ่านระหว่างการสอนอ่านแบบปรกติ และการอ่านโดยกิจกรรมส่งเสริมการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.

อุดม กัสมัง. การสร้างชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพวิชาสังคมศึกษา ส.306 โลกของเราเรื่อง "ปัญหาสิ่งแวดล้อม" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พศ. 2521. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

อุทุมพร จามรมาน. การวัดและประเมินการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา. เล่มที่ 3. กรุงเทพฯ : โครงการตำราวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม, 2530.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 5 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย วิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1	.78	.41	16	.76	.48
2	.65	.59	17	.41	.48
3	.36	.74	18	.66	.56
4	.61	.41	19	.77	.44
5	.53	.33	20	.66	.52
6	.71	.52	21	.68	.52
7	.65	.41	22	.69	.44
8	.32	.44	23	.57	.59
9	.77	.52	24	.58	.70
10	.39	.59	25	.56	.59
11	.72	.48	26	.56	.59
12	.57	.74	27	.60	.59
13	.43	.33	28	.60	.56
14	.80	.44	29	.84	.33
15	.77	.26	30	.48	.56

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ = .81

ค่าความยากง่าย (P) = .32 - .84

ค่าอำนาจจำแนก (r) = .26 - .74

ตาราง 6 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลการเรียนด้านจิตพิสัย วิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	P	r	ข้อที่	P	r
1	.61	.48	16	.79	.44
2	.44	.63	17	.67	.56
3	.52	.26	18	.60	.52
4	.62	.56	19	.57	.48
5	.80	.44	20	.64	.47
6	.42	.30	21	.71	.44
7	.55	.37	22	.34	.41
8	.65	.67	23	.31	.22
9	.50	.33	24	.77	.37
10	.50	.56	25	.56	.82
11	.41	.48	26	.47	.48
12	.72	.44	27	.72	.44
13	.53	.59	28	.59	.56
14	.66	.59	29	.48	.33
15	.70	.48	30	.58	.56

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ = .80

ค่าความยากง่าย (P) = .31 - .80

ค่าอำนาจจำแนก (r) = .22 - .82

ตาราง 7 คะแนนผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยระหว่างการสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เลขที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	16	22	6	16	16	0
2	15	23	8	10	13	3
3	23	30	7	13	21	8
4	23	26	3	20	21	1
5	21	27	6	9	11	2
6	14	17	3	24	25	1
7	9	15	6	13	14	1
8	11	16	5	20	24	4
9	12	24	12	10	19	9
10	12	17	5	20	21	1
11	12	17	5	9	12	3
12	16	27	11	7	13	6
13	27	28	1	23	23	0
14	15	23	8	23	19	-4
15	23	25	2	13	15	2

ตาราง 7 (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
21	26	22	-4	19	26	7
22	21	20	-1	14	24	10
23	20	24	4	15	27	12
24	25	29	4	25	27	2
25	23	24	1	17	17	0
26	11	22	11	8	9	1
27	18	25	7	26	21	-5
28	21	23	2	24	28	4
29	12	17	5	14	16	2
30	20	21	1	26	17	-9
31	15	24	9	15	14	-1
32	12	26	14	21	22	1
33	8	12	4	11	13	2
34	17	29	12	23	23	0
35	13	13	0	8	15	-7
36	15	27	12	18	23	5
37	9	11	2	27	26	-1
38	20	26	6	14	16	2
39	20	22	2	14	9	5
40	11	19	8	24	20	-4

ตาราง 8 คะแนนผลการเรียนด้านจิตพิสัยระหว่างการสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เลขที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	20	25	5	12	13	1
2	22	28	6	11	8	-3
3	15	24	9	13	22	9
4	16	16	0	13	16	3
5	24	24	0	10	13	3
6	9	11	2	15	20	5
7	16	13	-3	6	7	1
8	12	17	5	22	22	0
9	7	15	8	11	11	0
10	10	12	2	16	20	4
11	14	19	5	7	11	4
12	14	12	-2	7	14	7
13	18	25	7	23	29	6
14	16	13	-3	13	24	11
15	16	13	-3	16	13	-3
16	18	17	-1	17	16	-1
17	17	20	3	12	14	2
18	27	25	-2	24	19	-5
19	14	11	-3	21	20	-1
20	16	24	8	13	17	4

ตาราง 8 (ต่อ)

เลขที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
21	16	23	7	22	26	4
22	16	16	0	11	9	-2
23	19	19	0	16	18	2
24	25	22	-3	27	21	-6
25	22	27	-5	18	10	-8
26	15	18	3	12	9	-3
27	10	16	6	22	22	0
28	16	19	3	23	26	3
29	10	15	5	13	12	-1
30	13	17	4	20	22	2
31	13	23	10	9	11	2
32	14	18	4	21	21	0
33	15	14	-1	10	17	7
34	15	23	8	20	24	4
35	20	11	-9	15	18	3
36	11	19	8	24	18	6
37	6	7	1	20	24	4
38	13	27	14	17	13	-4
39	11	16	5	8	16	8
40	13	15	2	12	16	4

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบผลการเรียน

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

แบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย

วิชา GSC141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม (Man and Environment)

เวลาทำสอบ 90 นาที

ชื่อ-สกุล ..... รหัส.....

ผู้ออกข้อสอบ อาจารย์กิตติภูมิ มีประดิษฐ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

คำสั่ง 1. ห้ามนำเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ

2. ห้ามนำข้อสอบออกจากห้องสอบ

3. ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ ให้ทำลงใน กระดาษคำตอบแบบปรนัย ด้วยดินสอ 2B หรือ เข้มกว่า

---

1. ในทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมข้อใด ไม่ใช่ความหมายของประชากรสิ่งมีชีวิต

ก. สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกัน

ข. สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งที่อยู่เดียวกัน

ค. สิ่งมีชีวิตที่บริโภคอาหารเหมือนกัน

ง. สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิต ในช่วงเวลาเดียวกัน

2. คำกล่าวที่ว่า "ประชากรเป็นหน่วยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ" สอดคล้องกับเหตุผลในข้อใด

ก. ประชากรเป็นแหล่งพลังงานอันดับแรกของระบบนิเวศ

ข. ประชากรเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติที่เกิดขึ้น

ค. ประชากรเป็นรากฐานสำคัญของปัจจัย 4 แห่งการดำรงชีวิต

ง. ประชากรเป็นกลุ่มสมาชิกที่สำคัญของห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารในระบบนิเวศ

3. การหลั่งไหลของประชากรจากต่างจังหวัดเข้ามาทำงานในกรุงเทพฯ และพักอาศัยอยู่ตามชุมชนแออัดตามเขตต่างๆ แสดงถึงคุณสมบัติของประชากรในเรื่องใด

ก. ความหนาแน่นของประชากร ข. การแพร่กระจายของประชากร

ค. การกระจายตัวของประชากร ง. ถูกหมดทุกข้อ

4. "จำนวนลูกหลานของสิ่งมีชีวิตแม้จะมีจำนวนมากมาย แต่มิได้มีชีวิตอยู่รอดทั้งหมดจะมีก็แต่เฉพาะสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเท่านั้นที่จะมีชีวิตอยู่รอดและมีโอกาสสืบทอดลูกหลานได้" ตรงกับทฤษฎีในข้อใด

ก. การลดลงโดยธรรมชาติของมัลธัส ข. การป้องกันโดยธรรมชาติของมัลธัส

ค. การป้องกันการเพิ่มทางธรรมชาติ- ง. การคัดเลือกทางธรรมชาติของ-
-ของดาร์วิน -ดาร์วิน

5. ถ้าการเพิ่มของประชากรมนุษย์ และการเพิ่มของอาหารมีลักษณะการเพิ่มที่สวนทางกันจะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมในเรื่องใดมากที่สุด

ก. การเร่งหาแหล่งพลังงานใหม่ๆ มาทดแทนแหล่งพลังงานเก่าที่ลดลงตลอดเวลา

ข. อาหารไม่เพียงพอกับความต้องการของประชากรและมลพิษสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นตลอดเวลา

ค. ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจะเพิ่มมากขึ้นทำให้ประชากรต้องมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น

ง. ถูกหมดทุกข้อ

6. การเพิ่มของจำนวนประชากรนอกจากขึ้นกันสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพ แล้วยังขึ้นกับเหตุผลในข้อใด

ก. ความหนาแน่นของประชากร

ข. ปริมาณมลพิษสิ่งแวดล้อม

ค. ความสามารถทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในการให้กำเนิดบุตร

ง. ถูกหมดทุกข้อ

7. การเพิ่มจำนวนประชากรมนุษย์ตั้งแต่ปี พศ.2193 ถึง พศ.2535 มีข้อสรุปใดที่ถูกต้องและแนวโน้มการเพิ่มประชากรในอนาคตข้างหน้าจะเป็นอย่างไร

ก. การเพิ่มประชากรในอดีตไม่มีแบบแผนที่แน่นอนตายตัวเหมือนการเพิ่มในอนาคต

ข. การเพิ่มประชากรในอดีตรวดเร็วแต่ในอนาคตจะมีการชลอตัวเนื่องมาจากการคุมกำเนิด

ค. การเพิ่มประชากรเป็น 2 เท่าตัวใช้ระยะเวลาสั้นลง และในอนาคตปริมาณประชากรมนุษย์จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่รวดเร็วกว่าเดิม

ง. ไม่มีข้อสรุปใดที่ถูกต้องแน่นอนเพราะเป็นการคาดการณ์อนาคต

8. การปฏิวัติเกษตรกรรม ส่งผลสำคัญต่อการเพิ่มประชากรอย่างไร

ก. ผลผลิตของอาหารเพิ่มขึ้น

ข. จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นแต่ไม่สม่ำเสมอ

ค. อายุขัยเฉลี่ย ของประชากรเพิ่มขึ้น

ง. ถูกหมดทุกข้อ

9. สภาพความเป็นอยู่และการทำงานของประชากรมีผลต่ออัตราการลดลงของประชากรในสภาพสังคมแบบใดมากที่สุด

ก. ครอบครัวเกษตรกรรม ข. ครอบครัวประชาธิปไตย

ค. ครอบครัวอุตสาหกรรม ง. ครอบครัวยุคใหม่

10. การเปลี่ยนแปลงประชากรของประเทศที่พัฒนาแล้วกับประเทศกำลังพัฒนามีข้อแตกต่างกันในเรื่องใด

ก. ประเทศพัฒนาแล้วมีอัตราการเพิ่มประชากรสูงกว่า

ข. ประเทศพัฒนาแล้วมีอัตราการเพิ่มประชากรต่ำกว่า

ค. อัตราการเพิ่มของประชากรของประเทศทั้ง 2 แบบ มีค่าใกล้เคียงกัน

ง. ไม่มีคำตอบข้อใดถูก

11.ข้อใดไม่ใช่ความหมายที่ถูกต้องของการวางแผนครอบครัว

ก. การมีบุตรให้น้อยที่สุดหรือไม่มีบุตรเลย

ข. การเว้นระยะการมีบุตรตามสุขภาพมารดา

ค. การมีบุตรตามระยะเวลาเพื่อสอดคล้องกับสถานภาพทางเศรษฐกิจ

ง. การมีบุตรและเว้นระยะการมีบุตรเพื่อสอดคล้องกับสถานภาพทาง
เศรษฐกิจโดยมีเป้าหมายสูงสุดคือ คุณภาพชีวิตที่ดีของประชากร

12.การพิจารณาเกี่ยวกับอาหารจะต้องคำนึงถึงเรื่องใด

ก. ชนิดของอาหาร ข. ปริมาณของอาหาร

ค. คุณค่าทางโภชนาการ ง. ถูกหมดทุกข้อ

13.ถ้าประชากรในประเทศได้รับพลังงานจากสารอาหารจำพวกคาร์บอไฮเดรต
ในปริมาณมาก และพลังงานจากโปรตีน ในปริมาณน้อยสามารถทำนายได้
ว่าจะเกิดภาวะใด
แก่ประชากรของประเทศนั้นๆ ตามมาด้วย

ก. ภาวะขาดธาตุอาหาร ข. ภาวะขาดสมดุลของสารอาหาร

ค. ภาวะการระบาดของโรคระบาด ง. ภาวะการลดลงของจำนวนประชากร

14.สารอาหารประเภทใดที่มีหน้าที่เป็นเอมไซม์ฮีโมโกลบินเพื่อลำเลียงออกซิเจน
ปอดไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย

ก. โปรตีน ข. คาร์บอไฮเดรต

ค. ไขมัน ง. เกลือแร่

15.การบริโภคพืชประเภทกะหล่ำปลี หัวผักกาด ซึ่งมีสารไทโอกูลโคไซด์อยู่จะ
ส่งผลให้เกิดโรคอะไร ถ้าบริโภคแบบดิบๆ เป็นจำนวนมาก

ก. โลหิตจาง ข. คอพอก

ค. ลำไส้อักเสบ ง. ตับอักเสบ

16.ข้อใดไม่ใช่ สารปนเปื้อน ที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขอนามัยของมนุษย์

ก. สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าแมล

ข. เชื้อจุลินทรีย์

ค. สารกัมมันตรังสี

ง. สารคลอโรฟิล

17.ในลำดับขั้นการกิน การถ่ายเทหมุนเวียนของสสารและพลังงานจะมีสถานการณ์อย่างหนึ่งเกิดขึ้น คือ

ก. การเพิ่มขึ้นของสสารที่เกิดตลอดเวลา

ข. การเพิ่มขึ้นของพลังงานที่เกิดตลอดเวลา

ค. ความสมดุลของสสารและพลังงาน

ง. ถูกหมดทุกข้อ

18.บรรยากาศชั้นใดที่มี โอโซน อยู่และมีคุณสมบัติในการกรองรังสีอุลตราไวโอเลต

ก. โทรโปสเฟียร์ ข. สตาร์โตสเฟียร์

ค. ไอโอโนสเฟียร์ ง. ถูกหมดทุกข้อ

19. องค์ประกอบของอากาศบริสุทธิ์และอากาศแห้งใกล้ระดับน้ำทะเลจะมีก๊าซใดอยู่มากที่สุด (78% โดยปริมาตร)

ก. ไนโตรเจน ข. ออกซิเจน

ค. อาร์กอน ง. คาร์บอนไดออกไซด์

20. รูโหว่ของชั้นบรรยากาศเกิดจากการทำลายเนื่องจากสารใด

ก. ซีเอฟซี และฮาลอน ข. คาร์บอนมอนอกไซด์

ค. อาร์กอน และอัลดีไฮด์ ง. คาร์บอนมอนอกไซด์ และคีโตน

21. การใช้ซีเอฟซีมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากสาเหตุใด

ก. มีการลดการใช้โฟมและสารขับดันในกระป๋องสเปรย์

ข. เปลี่ยนไปใช้เฮชเอฟซี

ค. กระบวนการรีไซเคิลถูกนำมาใช้กันมากในปัจจุบัน

ง. ถูกหมดทุกข้อ

22. ฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ไมครอน (5×10^{-6} m) ที่พบในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่ได้แก่

ก. อลูมิเนียม ข. ซิลิกอน

ค. โซเดียม ง. ถูกหมดทุกข้อ

23. การติดเครื่องแอคทิเวเตดคาร์บอนเข้าไปในรถยนต์เพื่อช่วยลดก๊าซใด

ก. คาร์บอนไดออกไซด์ ข. คาร์บอนมอนอกไซด์

ค. ไนโตรเจนไดออกไซด์ ง. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

24. การป้องกันการเกิดสภาวะเรือนกระจกจะต้องมีการควบคุมการใช้สารใดให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

ก. ซีเอฟซีและฮาลอน ข. ซีเอฟซีและคาร์บอนไดออกไซด์

ค. คาร์บอนไดออกไซด์และฮาลอน ง. ถูกหมอทุกข้อ

25. สารที่ใช้เติมลงในน้ำมันเบนซินแทนตะกั่วคือ

ก. เอธานอลและซีเอฟซี ข. เอ็มทีบีอีและซีเอฟซี

ค. เอ็มทีบีอีและเอธานอล ง. เอธานอลและอีเทอร์

26. สารประกอบพวกคลอริเนเตดไฮโดรคาร์บอน เช่น ไดเอลดริน เอนดริน และเฮบตาคลอเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำที่เกิดจากแหล่งใด

ก. สถานพยาบาล ข. พื้นที่เกษตรกรรม

ค. โรงแรมและสถานบริการ ง. ปั๊มน้ำมัน

27. ผลจากการใช้ผงซักฟอกทำให้น้ำเสียได้อย่างไร

ก. เกิดยูโทรฟิเคชั่น

ข. เกิดการอุดตันของท่อระบายน้ำ

ค. สาหร่ายและพืชน้ำได้รับฟอสเฟตจึงเจริญเติบโตได้ดี-

-ทำให้น้ำขาดออกซิเจน

ง. ถูกหมดทุกข้อ

28. ข้อใดแสดงถึงประโยชน์ของป่าไม้ในเขตนิเวศ (Ecosphere) ที่เด่นชัดที่สุด

ก. ช่วยดูดซับมลพิษทางอากาศ

ข. เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจของมนุษย์

ค. ช่วยควบคุมอุณหภูมิของอากาศ

ง. ช่วยให้เกิดวัฏจักรของน้ำและออกซิเจน

29. จุดมุ่งหมายของการทำสวนพฤกษศาสตร์ในประเทศไทย เพื่อเป็นการ

ก. การอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า

ข. การลดปัญหาการทำไร่เลื่อนลอย

ค. การรวบรวมพันธุ์ไม้ต่างๆ ไม่ให้สูญพันธุ์

ง. การพักผ่อนหย่อนใจของประชาชน

30. ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ที่เด่นชัดที่สุดของสิ่งมีชีวิต

ก. การหมุนเวียนของสารและพลังงาน

ข. ลำดับขั้นการกิน

ค. การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร

ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ค

เฉลยแบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย

ข้อ	คำตอบที่ถูก	ข้อ	คำตอบที่ถูก
1	ค	16	ง
2	ข	17	ค
3	ง	18	ข
4	ง	19	ก
5	ง	20	ก
6	ค	21	ง
7	ค	22	ง
8	ก	23	ข
9	ค	24	ง
10	ข	25	ค
11	ก	26	ข
12	ง	27	ง
13	ก	28	ง
14	ก	29	ค
15	ข	30	ง

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

แบบทดสอบผลการเรียนด้านจิตพิสัย

ข้อสอบวิชา GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม (Man and Environment)

เวลาทำสอบ 90 นาที

ชื่อ - สกุล.....**รหัส**.....

ผู้ออกข้อสอบ **อาจารย์กิตติภูมิ มีประดิษฐ์**

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

คำสั่ง 1. ห้ามนำเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ

2. ห้ามนำข้อสอบออกจากห้องสอบ

3. ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ ให้ทำลงในกระดาษคำตอบแบบปรนัย ด้วยดินสอ 2 B หรือเข้มกว่า

---

1. การสูญเสีย**ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity)** ของระบบนิเวศเป็นผลสืบเนื่องมาจากการกระทำของสิ่งใด

   ก. การเพิ่มปริมาณประชากร

   ข. ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

   ค. กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) ที่เกิดจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์

   ง. อายุขัยเฉลี่ย (Life expectancy) ของสิ่งมีชีวิตทุกสปีชีส์จะลดลง โดยข้อกำหนดทางธรรมชาติ

2. แนวทางในการแก้ปัญหาเรื่องก๊าซต่าง ๆ ที่ทำให้**ผิวโลกร้อนขึ้น (Global warming)** ในข้อใดที่นักศึกษาคิดว่าเหมาะสมที่สุดในสถานการณ์ปัจจุบันของประเทศ

   ก. สร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันเตา

   ข. ตรากฎหมายกเลิกการใช้สาร C F C ในผลิตภัณฑ์ทุกชนิด

   ค. ปรับปรุงสภาพป่าเสื่อมโทรมโดยออกเอกสารสิทธิ์ ส.ป.ก 4-01 ทั่วประเทศโดยเร่งด่วน

   ง. ใช้มาตรการทางด้านภาษีสิ่งแวดล้อม โดยยึดหลักผู้ก่อให้เกิดมลพิษเป็นผู้จ่าย

3. การยกเลิกข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการกีดกันทางเพศ แล้วเปิดโอกาสให้สตรีมีงานทำมากขึ้น และได้รับการศึกษาในระดับสูง ส่งผลให้เกิดการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในเรื่องใด

   ก. อายุขัยเฉลี่ยของสตรีจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากอาชีพการงานดีขึ้น

   ข. อัตราการเกิดของประชากรมนุษย์ลดลงเนื่องจากความรู้ในการวางแผนครอบครัวของสตรีเพิ่มมากขึ้น

   ค. คุณภาพสิ่งแวดล้อมดีขึ้นเนื่องจากสตรีมีการศึกษาสูงขึ้น

   ง. แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติจะได้ผลเนื่องจากการส่งเสริมบทบาททางสังคมของสตรี

4. จากข้อความที่ว่า **"สรรพสิ่งทั้งหลายย่อมมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน"** ก่อให้เกิดแนวคิดในการส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างไร

   ก. มนุษย์ไม่สามารถอยู่อย่างโดดเดี่ยวในธรรมชาติได้ต้องพึ่งพาอาศัยสรรพสิ่งต่าง ๆ ในการดำรงชีวิต

   ข. มนุษย์ทุกคนมีสิทธิในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติทุกชนิดในโลก

   ค. มนุษย์ทุกคนจะต้องพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเองให้ดีเสียก่อนจึงจะพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้

   ง. มนุษย์มีต้นกำเนิดจากธรรมชาติและจะกลับคืนสู่ธรรมชาติ

5. จากข้อความที่ว่า **"พลังงานไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้และพลังงานสามารถเปลี่ยนรูปจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งได้"** เป็นแนวคิดที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องการใช้พลังงานของประชากรมนุษย์ได้อย่างไร

   ก. การใช้พลังงานนิวเคลียร์เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงานในปัจจุบัน

   ข. พลังงานไม่มีวันสูญสิ้นไปจากโลก มนุษย์จะต้องค้นคว้าหาแหล่งพลังงานใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น เพื่อทดแทนพลังงานในรูปแบบเก่า

   ค. การประหยัดพลังงานทุกรูปแบบจะส่งผลให้เกิดการลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างดีที่สุด

   ง. ธรรมชาติมีกลไกในการรักษาสมดุลและฟื้นฟูสภาพแวดล้อมใหม่ด้วยตัวของมันเอง ดังนั้นมนุษย์จะต้องไม่พยายามแก้ไขดัดแปลงแหล่งพลังงานในธรรมชาติ เพราะอาจก่อให้เกิดการสูญเสียสมดุลได้

6. นักศึกษาสามารถช่วยรณรงค์ในเรื่องการพัฒนาคุณภาพ**แหล่งที่อยู่อาศัย (habitat)** ของประชากรมนุษย์ในสังคมเมืองได้อย่างไร

   ก. รณรงค์ให้รัฐจัดการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพที่อยู่อาศัยเช่นกรณีชุมชนแออัด

   ข. รณรงค์ให้ประชากรมนุษย์ในสังคมเมืองทุกชุมชนเกิดความตระหนักในคุณภาพของแหล่งที่อยู่อาศัยและลดปริมาณ**สารมลพิษ (pollutants)** โดยวิธีการง่าย ๆ เช่น **การรีไซเคิล (Recycle)**

ค. รณรงค์ให้รัฐสร้างสวนสาธารณะเพิ่มขึ้นให้เพียงพอกับอัตราการเพิ่มปริมาณประชากรในสังคมเมือง

ง. รณรงค์ให้เกิดการบังคับใช้กฎหมายและพระราชบัญญัติสิ่งแวดล้อมที่มีบทลงโทษผู้กระทำผิดอย่างรุนแรง

7. มาตรการที่จะช่วยกระตุ้นให้ประชากรรักสิ่งแวดล้อมและสำนึกในความสำคัญของธรรมชาติที่ดีที่สุดน่าจะเป็นในกรณีใด

ก. เพิ่มบทลงโทษให้รุนแรงเพื่อให้เกิดการหลาบจำ

ข. ปลูกฝังให้เกิดความรักสิ่งแวดล้อมแก่เยาวชนตั้งแต่ในระดับอนุบาล และพยายามสอดแทรกลงในหลักสูตรการศึกษาทุกระดับ

ค. ใช้สื่อมวลชนทุกสาขาร่วมกันกระตุ้นเตือน

ง. ใช้มหาวิทยาลัยเป็นสถาบันให้การศึกษาวิชาการทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะ

8. แนวทางในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่รัฐประกาศใช้ จะ**ไม่**สัมฤทธิ์ผลถ้าประชากรขาดจิตสำนึกในข้อใด

ก. จริยธรรมสิ่งแวดล้อม

ข. คุณธรรมทางศาสนา

ค. ความซื่อสัตย์สุจริต

ง. การใฝ่หาความรู้วิชาการทางด้านสิ่งแวดล้อม

9. ขอบเขตปฏิบัติที่นักศึกษากระทำได้ในข้อใดสามารถช่วยควบคุมให้ระบบสิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาวะสมดุลได้

ก. ตั้งกลุ่มระมัดระวังการตัดไม่ทำลายป่าในท้องถิ่นที่ตนอาศัยอยู่

ข. ค้นคว้าวิจัยหาแหล่งพลังงานใหม่ทดแทนแหล่งพลังงานเก่า

ค. ใช้ทรัพยากรทุกชนิดอย่างเต็มที่เพราะมีระบบรียูส และรีไซเคิล

ง. กระตุ้นเตือนให้สมาชิกในครอบครัวเติมน้ำมันไร้สารตะกั่วในรถยนต์

10. ถ้านักศึกษาจบออกไปประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรรมวิธีการปฏิบัติในข้อใดที่จะช่วยส่งเสริมคุณภาพ**ปัจจัยเกื้อหนุนระบบนิเวศด้านภูมิศาสตร์ (Geological Input)**

ก. รับผิดชอบและระมัดระวังในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืช

ข. ปรับปรุงคุณภาพของดินให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้ได้มากที่สุด

ค. จัดหาแหล่งน้ำธรรมชาติมาเกื้อหนุนการเกษตรและสำรองปริมาณน้ำโดยการสูบเจาะบ่อน้ำบาดาล

ง. จัดการประชุมสัมนาเกษตรกรท้องถิ่นเพื่อหาวิธีเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร

11. การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ วิธีใดที่นักศึกษาคิดว่าจะสามารถเกื้อกูลและอำนวยประโยชน์ให้ประชากรมนุษย์ในพื้นที่ใกล้เคียงแหล่งน้ำมากที่สุด
    ก. การสร้างฝายและเขื่อนเก็บกักน้ำ
    ข. การสร้างคลองชลประทาน
    ค. การสร้างแท็งค์น้ำขนาดใหญ่
    ง. การสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม
12. การกระทำในข้อใดถือเป็นการทำลายทรัพยากรสัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงพื้นที่เกษตรกรรมทางอ้อม
    ก. การใช้สารเคมีและยาฆ่าแมลงที่เป็นอันตรายในกระบวนการผลิตทางการเกษตร
    ข. การล่าสัตว์ป่าเพื่อนำชิ้นส่วนและซากมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต
    ค. การนำลูกอ่อนของสัตว์ป่ามาเลี้ยงเพื่อขยายพันธุ์แล้วปล่อยกลับคืนสู่ป่า
    ง. การทำแนวเขตรั้วลวดหนามเพื่อแบ่งแยกพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าอย่างชัดเจน
13. การสร้างสนามกอล์ฟบริเวณพื้นที่ที่เคยใช้ทำการเกษตรและพื้นที่ป่าไม้ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลต่อทรัพยากรสัตว์ป่าอย่างไร
    ก. ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ป่าจะสูญเสียไปและแก้กลับคืนไม่ได้
    ข. สัตว์ป่าจะถูกจับและส่งไปยังเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า
    ค. สัตว์ป่าจะถูกเลี้ยงดูอย่างดีโดยการลำเลียงสู่สวนสัตว์ตามภูมิภาคต่าง ๆ
    ง. กลไกการรักษาสมดุลของระบบนิเวศจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่โดยจะมีสัตว์ป่าชนิดใหม่เข้ามาอาศัยอยู่แทน
14. การนำไม้เข้าจากกัมพูชาและพม่า ส่งผลดีหรือผลเสียต่อสภาพแวดล้อมในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อย่างไร
    ก. **ผลเสีย** เนื่องจากการพิจารณาความสมบูรณ์ของสภาพแวดล้อมจะต้องมองภาพรวมสภาพแวดล้อมของประเทศเพื่อนบ้านด้วย
    ข. **ผลเสีย** เนื่องจากเป็นการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางระบบนิเวศของกัมพูชาและพม่า
    ค. **ผลดี** เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยลดจำนวนลง สภาพแวดล้อมในไทยจึงต้องเร่งฟื้นฟู
    ง. **ผลดี** เนื่องจากเป็นการสร้างความร่วมมือทางเศรษฐกิจและสภาพแวดล้อมในภูมิภาค

15. จากการที่สื่อสารมวลชนทุกประเภทพยายามรณรงค์ให้**ประชาชนประหยัดน้ำ** กิจกรรมในชีวิตประจำวันของนักศึกษาข้อใดที่ส่งเสริมแนวทางการประหยัดน้ำได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมที่สุด
    ก. เลือกใช้สุขภัณฑ์ที่ประหยัดน้ำราคาถูกและใช้น้ำเท่าที่จำเป็นในทุกกิจกรรมในชีวิตประจำวัน
    ข. สร้างบ่อบำบัดน้ำเสียภายในบ้านก่อนปล่อยทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ
    ค. นำน้ำทิ้งจากการชำระล้างมาใช้รดต้นไม้
    ง. จำกัดปริมาณการใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคของสมาชิกในครอบครัวไม่ให้เกิน 100 ลิตรต่อคนต่อวัน
16. **กิจกรรมในหมู่นักศึกษา**ข้อใดที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยมากที่สุด
    ก. **การรับน้องใหม่**ด้วยวิธีการที่รุนแรงแต่สนุกสนานในหมู่นักศึกษา
    ข. **การจัดงานรื่นเริง**ที่มีดนตรีประกอบเสียงดังก่อให้เกิดความรำคาญต่อบุคคลอื่น
    ค. **การใช้รถยนต์ส่วนตัว**เพื่อแสดงออกถึงฐานะทางเศรษฐกิจและค่านิยมในหมู่นักศึกษา
    ง. **การแข่งกีฬาประจำภายในมหาวิทยาลัย**ที่ผู้แข่งขันไม่รู้จักการควบคุมตนเองและไม่มีน้ำใจนักกีฬา
17. นักศึกษาคิดว่าปัจจัยในข้อใดที่ส่งผลให้ประชากรมนุษย์ในชุมชนเมืองเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง
    ก. การรู้จักปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น
    ข. ความเจริญก้าวหน้าทางการแพทย์และสาธารณสุขอยู่ในระดับสูง
    ค. การมีอาหารบริโภคอย่างอุดมสมบูรณ์
    ง. การเปลี่ยนจากสังคมเกษตรกรรมเป็นสังคมอุตสาหกรรม
18. ถ้านักศึกษามีส่วนร่วมในการตัดสินใจออกมาตรการควบคุมปริมาณประชากรหนูนาที่มากัดกินพืชผลการเกษตร นักศึกษาจะเลือกใช้วิธีการในข้อใดที่จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ**น้อยที่สุด**
    ก. การใช้สิ่งมีชีวิตควบคุมกันเอง
    ข. การใช้สารเคมีที่มีพิษ
    ค. การทำลายที่อยู่อาศัย
    ง. การจำกัดอาหารและน้ำ
19. นักศึกษาคิดว่าแนวทางในข้อใดเป็นการเพิ่มปริมาณประชากรสัตว์ป่าที่ได้ผลที่สุด
    ก. การออกกฎหมายห้ามล่าสัตว์ป่าทุกชนิด
    ข. การออกกฎหมายกำหนดสัตว์ป่าสงวนหรือสัตว์ป่าคุ้มครอง
    ค. ส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสัตว์ป่า
    ง. เปลี่ยนค่านิยมในการเลี้ยงและบริโภคสัตว์ป่าเพื่อเป็นยาหรืออาหารเสริมบำรุงร่างกาย

20. กิจกรรมในชีวิตประจำวันข้อใดถือเป็นการอนุรักษ์พลังงานที่ง่ายที่สุดสำหรับนักศึกษา

ก. ใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่สามารถหุงครั้งเดียวบริโภคได้หลายมื้อ

ข. เปิดวิทยุทิ้งไว้ตลอดวันเพราะการเปิดวิทยุแต่ละครั้งใช้ไฟมากกว่าปกติ

ค. เปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ในห้องแม้ไม่มีคนอยู่เพราะการเปิดแต่ละครั้งคอมเพรสเซอร์กินไฟมาก

ง. รีดผ้าครั้งละหลาย ๆ ตัว เพื่อเป็นการประหยัดไฟและเวลา

21. ถ้าประเทศไทยยังคงขายสินค้าประเภทเกษตรกรรมและแร่ธาตุในสภาพที่เป็นวัตถุดิบ แต่ซื้อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป ตลอดจนน้ำมันดิบจากต่างประเทศต่อไปในอนาคตสภาพแวดล้อมของประเทศไทยจะเป็นอย่างไรและสืบเนื่องจากเหตุผลใด

ก. **เสื่อมโทรมลง** เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติไม่สามารถฟื้นตัวได้ทันและขาดงบประมาณที่จะนำมาช่วยฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมเนื่องจากขาดดุลการค้า

ข. **เสื่อมโทรมลง** เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติที่ส่งออกในรูปของวัตถุดิบจะหร่อยหรอลงแต่ขยะมีพิษที่เกิดจากผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากต่างประเทศจะเพิ่มขึ้น

ค. **ดีขึ้น** เนื่องจากไม่ต้องสร้างโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์ มลพิษสิ่งแวดล้อมจึงลดลงด้วย

ง. **ดีขึ้น** เนื่องจากไม่ต้องนำเข้าเทคโนโลยีการผลิตและอุตสาหกรรมจากต่างประเทศ ช่วยลดการขาดดุลการค้าได้มาก

22. ถ้านักศึกษามีส่วนร่วมในการกำหนดมาตรการควบคุมปริมาณการเพิ่มประชากร แนวทางใดที่นักศึกษาคิดว่าเหมาะสมกับประเทศไทยมากที่สุด

ก. การออกกฎหมายบังคับให้แต่ละครอบครัวมีบุตรได้ไม่เกิน 2 คน

ข. การให้ความรู้เรื่องเพศศึกษาแก่เด็กและเยาวชนทั่วไป

ค. การให้ความรู้ประชาชนเกี่ยวกับเรื่องการวางแผนครอบครัว

ง. การลดหย่อนภาษีแก่ครอบครัวที่มีบุตรน้อย

23. อุปนิสัยการบริโภค (Food Habit) ของประชากรในประเทศไทยข้อใดที่นักศึกษาคิดว่าส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยมากที่สุด

ก. การบริโภคอาหารราคาแพงเพื่อแสดงออกถึงฐานะทางเศรษฐกิจ

ข. การบริโภคอาหารมังสวิรัติโดยเชื่อในเรื่องกรรมจากการฆ่าสัตว์ตัดชีวิต

ค. การปรุงแต่งรูปสีกลิ่นและรสชาดของอาหารก่อนการบริโภคทุกครั้ง

ง. การหลงเชื่อคำโฆษณาและพยายามเลียนแบบอุปนิสัยการกินจากชาติตะวันตก

24. **"การรณรงค์ให้มีการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจะต้องทำตั้งแต่ระดับชุมชนจนถึงระดับโลกและถือว่าทุกคนมีส่วนรับผิดชอบต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น"** เป็นแนวคิดที่เกิดจากเหตุผลประกอบในข้อใด

ก. การรวมกลุ่มขององค์กรต่าง ๆ ในโลกเพิ่มขึ้น ความรับผิดชอบต่อสภาพแวดล้อมของโลกจึงเพิ่มขึ้นด้วย

ข. **โลกของสิ่งมีชีวิต (Biosphere)** เป็นของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด แต่มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ตักตวงประโยชน์มากที่สุด มนุษย์จึงต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบ

ค. การเห็นแก่ตัวของมนุษย์ในสังคมโลกมีเพิ่มขึ้น ปัญหาสิ่งแวดล้อมจึงเพิ่มขึ้น การรณรงค์แก้ไขปัญหาจึงต้องกระทำโดยเร่งด่วน

ง. ประเทศที่พัฒนาแล้วมีการเร่งปรับปรุงสภาพแวดล้อมตลอดเวลา แต่ประเทศด้อยพัฒนายังไม่ประสบผลสำเร็จในการแก้ไข จึงต้องเร่งสร้างความร่วมมือในสังคมโลก

25. ความพยายามในการทำรูปแบบของสสารต่าง ๆ ให้เป็นรูปแบบที่มนุษย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษได้เนื่องจากเหตุผลข้อใด

ก. ก่อให้เกิดความไม่เป็นระเบียบกับสิ่งแวดล้อม

ข. ก่อให้เกิดความสะดวกสบายมากจนขาดความรับผิดชอบ

ค. ขาดรูปแบบควบคุมผลกระทบที่ตามมา

ง. รูปแบบที่เปลี่ยนแปลงไปขาดการวิเคราะห์วิจัยที่ถูกต้อง

26. การเพิ่มขึ้นของปริมาณมลพิษสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย นักศึกษาคิดว่าส่วนใหญ่เกิดจากเหตุผลในข้อใด

ก. ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข. สภาพการกำจัดของเสียที่ครอบคลุมไม่ถึงทุกจุดที่เกิดมลพิษ

ค. ความรู้ทางวิชาการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของประชาชนยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

ง. การขาดการดูแลเอาใจใส่ของเจ้าหน้าที่รัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบ

27. รัฐบาลร่วมมือกับผู้ผลิตน้ำมันส่งเสริมให้ประชาชนหันมาใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว เพราะตระหนักถึงความสำคัญและเหตุผลในข้อใด

ก. เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้นสมควรปรับสภาพการใช้น้ำมันให้เป็นชนิดเดียวกับประเทศที่พัฒนาแล้ว

ข. การลงทุนในการผลิตน้ำมันไร้สารตะกั่วต่ำกว่าน้ำมันที่ใช้ทั่วไป

ค. ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่มีอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

ง. การบังคับจากองค์กรการค้าต่างประเทศให้นำเข้าน้ำมันไร้สารตะกั่ว

28. การพัฒนาในรูปแบบใดที่นักศึกษาคิดว่าสามารถช่วยลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นได้

ก. การนำทรัพยากรธรรมชาติกลับมาใช้ใหม่

ข. การนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้

ค. การหยุดยั้งการเพิ่มปริมาณประชากรมนุษย์

ง. การสร้างค่านิยมในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

29. แนวทางในข้อใดเป็นการพัฒนาค่านิยมของการ**พัฒนาที่ยั่งยืน**ที่นักศึกษาคิดว่าเหมาะสมที่สุดในสภาพการณ์ปัจจุบัน

ก. การใช้ของที่ผลิตในประเทศไทย

ข. การส่งเสริมการอนุรักษ์วัฒนธรรมและประเพณีท้องถิ่น

ค. การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด

ง. การใช้วัสดุตามธรรมชาติ

30. จากคำกล่าวที่ว่า **"ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาของคนทุกคน ทุกคนจะต้องร่วมมือกันพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม"** นักศึกษาคิดว่าการกระทำในข้อใดที่จะมีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ก. ปรับเปลี่ยนลักษณะนิสัยของตัวเองให้เอื้อต่อการพัฒนาและอนุรักษ์เป็นอันดับแรก ต่อจากนั้นจึงขยายแนวคิดและการปฏิบัติออกสู่ชุมชน

ข. เข้าร่วมโครงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทุกโครงการ ทั้งที่จัดโดยภาครัฐและเอกชน

ค. บริจาคเงินและสิ่งของแก่มูลนิธิ และสมาคมต่าง ๆ ที่รณรงค์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

ง. ใช้สินค้าที่มีเครื่องหมายและตราผลิตภัณฑ์ที่บ่งบอกถึงความตระหนักในสิ่งแวดล้อมเท่านั้น

เฉลยแบบทดสอบผลการเรียนด้านจิตพิสัย

ข้อ	คำตอบที่ถูก	ข้อ	คำตอบที่ถูก
1	ก	16	ค
2	ง	17	ข
3	ข	18	ก
4	ก	19	ง
5	ค	20	ง
6	ข	21	ก
7	ข	22	ค
8	ก	23	ง
9	ง	24	ข
10	ก	25	ก
11	ก	26	ข
12	ก	27	ค
13	ก	28	ง
14	ก	29	ข
15	ก	30	ก

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่าง หนังสือเรียนวิชา "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

เขียนโดย อ.กิตติภูมิ มีประดิษฐ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทที่ 2

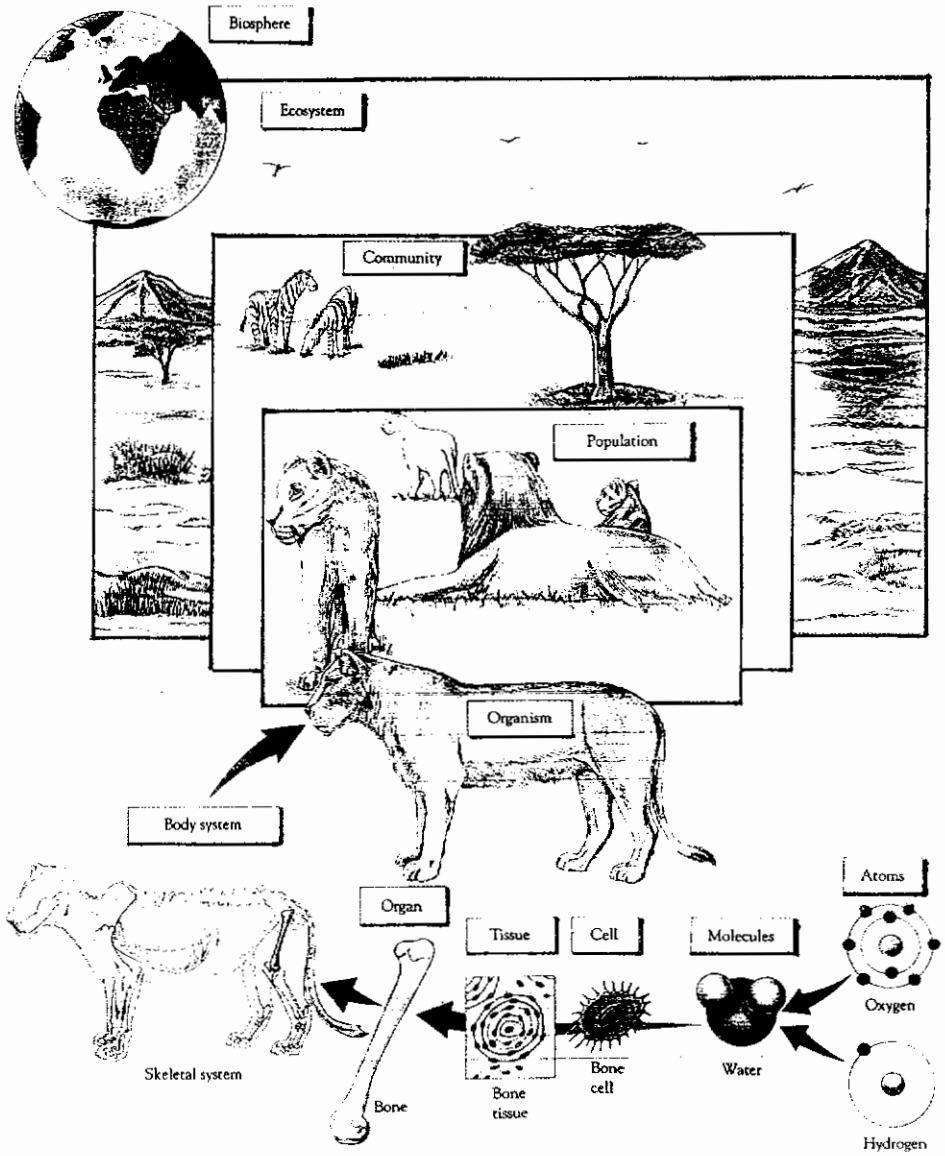
นิเวศวิทยา

2.1 ความหมายของนิเวศวิทยา

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของมนุษย์นับวันจะยิ่งเพิ่มสูงขึ้น มนุษย์สามารถดัดแปลงธรรมชาติให้เหมาะสมและอำนวยความสะดวกสบายให้แก่ชีวิต แต่มนุษย์ก็ยังไม่เข้าใจธรรมชาติและมีความรู้เกี่ยวกับโลกของสิ่งมีชีวิตน้อยมาก โดยเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับสังคมของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม แนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดขึ้นอย่างกว้างขวางและทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การแก้ไขปัญหาดังกล่าวจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้ต้นเหตุของปัญหา นั่นคือจะต้องมี ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสังคมของสิ่งมีชีวิตอย่างดีเสียก่อน โดยจะต้องรู้ลักษณะและองค์ประกอบของสมาชิกในสังคม รู้ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในสังคม และรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่เป็นส่วนประกอบในสังคม โดยจะต้องมีความสามารถในการทำนายและวางแผนควบคุมการเปลี่ยนแปลงในอนาคต เมื่อเกิดการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ความรู้พื้นฐานดังกล่าวเราเรียกว่า "นิเวศ-วิทยา (Ecology)" ส่วนการศึกษาที่เน้นหนักในเรื่องการทำงานและหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มต่าง ๆ ในสังคม เช่น การถ่ายทอดพลังงาน การหมุนเวียนของธาตุอาหาร การสร้างสารอินทรีย์จากสารอนินทรีย์ ตลอดจนการใช้ผลผลิตที่สร้างขึ้นเรารวมเรียกว่า "ระบบ-นิเวศ (Ecosystem)"

นิเวศวิทยา คือวิชาที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ตลอดจนปัจจัยทั้งหลายทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพที่มีผลต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น หรือในทางกลับกันก็คืออิทธิพลของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ที่มีต่อปัจจัยต่าง ๆ ขอบข่ายของนิเวศวิทยาสมัยใหม่กำหนดจากลำดับการประสานงานของสิ่งมีชีวิตในระดับต่าง ๆ จากใหญ่ไปเล็กตามลำดับขั้น ตั้งแต่ชุมชน (community) ประชากร(population)สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด(organism) อวัยวะ (organ) เซล (cell) และยีน (gene) (รูปที่ 2.1) เมื่อแต่ละระดับเหล่านี้มี

ปฏิกริยาหรือมีผลกระทบกระทั่งกับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (energy and matter) ทำให้เกิดเป็น "ลักษณะระบบการทำงาน" (characteristic functional systems) ระบบที่มีสิ่งมีชีวิตเป็นองค์ประกอบซึ่งเรียกว่า "ระบบชีวิต" (biosystem) ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในระดับต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นหรืออาจจะก่อขึ้นในระหว่างระดับใด ๆ ก็ได้ ที่เหมาะสมหรือสะดวกแก่การวิเคราะห์



รูปที่ 2.1 ระดับการรวมกลุ่มของสิ่งมีชีวิต (Levels of biological organization)

(จาก Raven , Berg and Johnson , 1993 หน้า 42)

การศึกษาทางนิเวศวิทยาสามารถแบ่งเป็นแขนงย่อยได้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น แบ่งตามชนิดของสิ่งมีชีวิตสามารถแบ่งได้เป็น 1) นิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ (Microbial Ecology) 2) นิเวศวิทยาของแมลง (Insect Ecology) 3) นิเวศวิทยาของสัตว์มีกระดูกสันหลัง(Vertebrate Ecology) และ 4) นิเวศวิทยาของพืช(Plant Ecology) เป็นต้น ส่วนการแบ่งตามสภาพถิ่นที่อยู่อาศัย (habitat) สามารถแบ่งเป็นแขนงย่อยได้ดังนี้ 1) นิเวศวิทยาในแหล่งน้ำจืด (Freshwater Ecology) 2) นิเวศวิทยาทางทะเล (Marine Ecology) 3) นิเวศวิทยาในแหล่งน้ำกร่อย (Estuarine Ecology) และ 4) นิเวศวิทยาภาคพื้นทวีป (Terrestrial Ecology)

สำหรับวิธีการศึกษาทางนิเวศวิทยา มีวิธีการศึกษา 2 แบบ คือ

1) การศึกษารายตัวแต่ละบุคคล หรือแต่ละชนิดโดยเฉพาะ (autecology) เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม แมลง นก หรือพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง เป็นต้น โดยการศึกษานี้ จะเน้นเกี่ยวกับวงชีวิตและพฤติกรรมในเชิงการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม

2) การศึกษากลุ่มของสิ่งมีชีวิตทั้งกลุ่มที่อยู่ร่วมกันในบริเวณหนึ่ง (synecology) เช่น การศึกษากลุ่มของสิ่งมีชีวิตในป่า หรือกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำแห่งหนึ่ง เป็นต้น ทั้งนี้การศึกษาดังกล่าวจะเน้นถึงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเป็นสำคัญ

2.2 ระบบนิเวศ

2.2.1 ความหมายของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ หมายถึงระบบที่มีความสลับซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันและมีการกระทำร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันหรือระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในอาณาเขตที่ไม่แน่นอน ระบบนิเวศเป็นระบบเปิดเพราะมีการถ่ายทอดพลังงาน และธาตุอาหารจากระบบอื่น เราสามารถแบ่งระบบนิเวศออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่มคือ 1) ระบบนิเวศบนบก (Terrestrial Ecosystem) และ 2) ระบบนิเวศในน้ำ (Aquatic Ecosystem) อย่างไรก็ตามระบบนิเวศทั้งสองยังสามารถแบ่งตามลักษณะของระบบได้อีก เช่น

ระบบนิเวศป่าไม้ (Forest Ecosystem) ระบบนิเวศทุ่งหญ้า (Grassland Ecosystem) และระบบนิเวศน้ำจืด (Fresh Water Ecosystem) เป็นต้น ซึ่งการศึกษาระบบนิเวศใด ๆ ก็ตามมีหลักการที่สำคัญคือจะเป็นการศึกษาถึงองค์ประกอบหรือโครงสร้างของระบบ และการศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบนั้น ๆ

2.2.2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

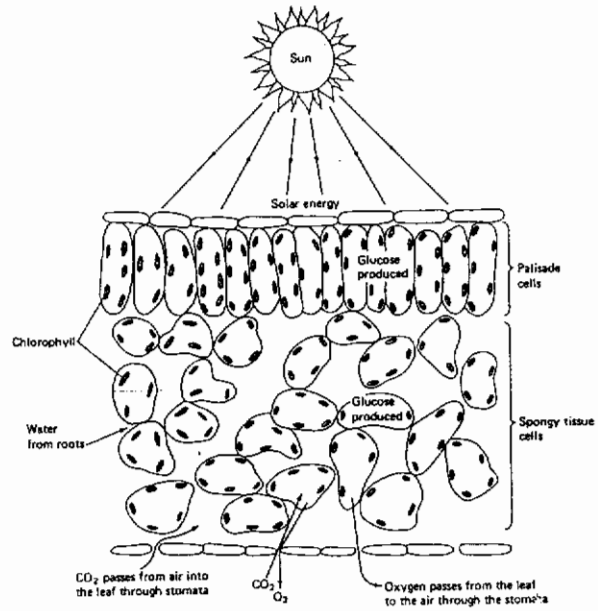
นักนิเวศวิทยาแบ่งองค์ประกอบหรือโครงสร้างของระบบนิเวศออกเป็น 2 องค์ประกอบที่สำคัญคือ 1) องค์ประกอบที่มีชีวิต (biotic component) และ 2) องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (abiotic component) โดยองค์ประกอบที่มีชีวิตสามารถแบ่งตามความสามารถในการสร้างอาหารได้ 2 พวกคือ

1) สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ (autotrophic organism) คือสิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการจับพลังงานแสงแล้วใช้สารประกอบอนินทรีย์อย่างง่าย นำมาสังเคราะห์เป็นสารที่ซับซ้อน ซึ่งเราเรียกว่ากระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) หรือกระบวนการสังเคราะห์เคมี (Chemosynthesis)

2) สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ (heterotrophic organism) คือสิ่งมีชีวิตที่มีขบวนการการทำงานของร่างกายสามารถสลายโมเลกุลของสารวัตถุดิบ แล้วจัดเรียงเป็นโมเลกุลสารชุดใหม่เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานในการดำรงชีวิตและประกอบกิจกรรมต่าง ๆ

ถ้าแบ่งตามบทบาทหน้าที่เราสามารถแบ่งองค์ประกอบที่มีชีวิตได้เป็น

1) ผู้ผลิต (producers) คือสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างคาร์บอไฮเดรต ได้ ที่สำคัญมากที่สุดคือพืชสีเขียวซึ่งมีสารคลอโรฟิล ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานเคมีด้วยการสังเคราะห์สารประกอบคาร์บอนที่มีพลังงานสูงเช่น น้ำตาล แป้ง ฯลฯ จากคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนั้นผู้ผลิตยังหมายถึงพวก Chemosynthetic Bacteria ซึ่งรับพลังงานโดยผ่านการออกซิไดซ์ สารประกอบอนินทรีย์บางชนิด เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ กำมะถัน และเกลือแอมโมเนียม เป็นต้น (รูปที่ 2.2)



รูปที่ 2.2 ภาพตัดขวางของใบไม้ขณะรับแสงอาทิตย์และเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง

สิ่งมีชีวิตบางพวกมีการบริโภคแบบผสม (mixotrophic) เช่น ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง และพวกพืชกินแมลง (insectivorous plant) อื่น ๆ ซึ่งมีการบริโภคแบบพืช และการบริโภคแบบสัตว์ ผสมกัน

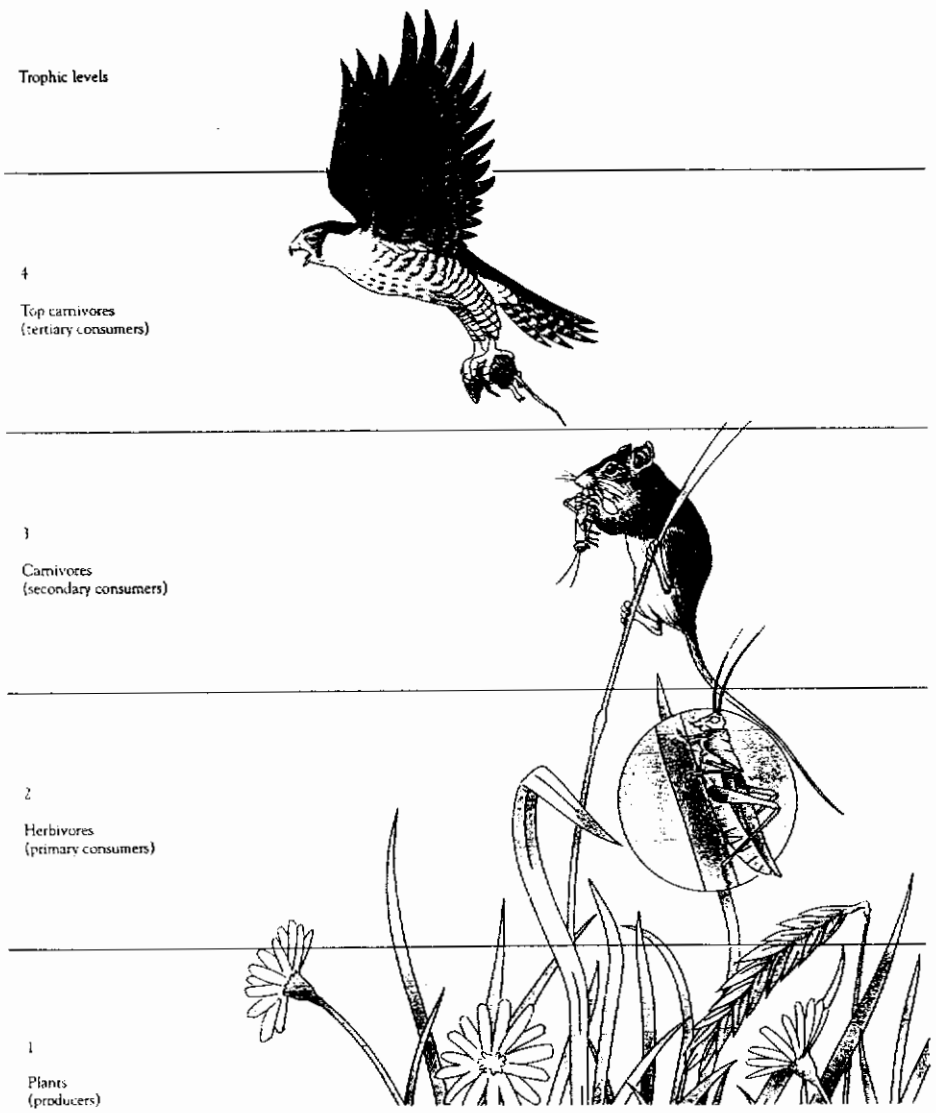
2) ผู้บริโภค (consumers) คือสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ต้องบริโภคสารอื่นเป็นอาหาร ผู้บริโภคสามารถจำแนกตามขั้นตอนของการบริโภคได้เป็น

2.1) ผู้บริโภคปฐมภูมิ (primary consumers) โดยทั่วไป หมายถึงสัตว์กินพืช (herbivore) ผู้บริโภคปฐมภูมิไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ด้วยตนเอง แต่มีกระบวนการทางสรีระทำให้สามารถนำพลังงาน ที่อยู่ในรูปของเนื้อเยื่อพืชมาใช้ได้ ได้แก่พวกแมลง และสัตว์ที่มีกีบเท้า (hoofed animals) เป็นต้น

2.2) ผู้บริโภคทุติยภูมิ (secondary consumers) หมายถึงสัตว์กินสัตว์ (carnivore) โดยทั่วไปผู้ล่าจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงกว่าเหยื่อ มีพัฒนาการทางด้าน

โครงสร้างมากกว่าเหยื่อ เช่น มีกงเล็บอันแหลมคม มีจงอยปาก มีเขี้ยว ได้แก่พวก เสือ แมว จรเข้ นกฮูก เป็นต้น

2.3) ผู้บริโภคตติยภูมิ (tertiary consumers) หมายถึงสัตว์กินสัตว์ (top carnivore) หรือพวก Omnivore ซึ่งบริโภคสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับขั้นการบริโภคอื่น ๆ มากกว่าหนึ่งระดับ เช่น บริโภคทั้งพืชและสัตว์หลายต่อหลายชนิดด้วยกัน (รูปที่ 2.3)

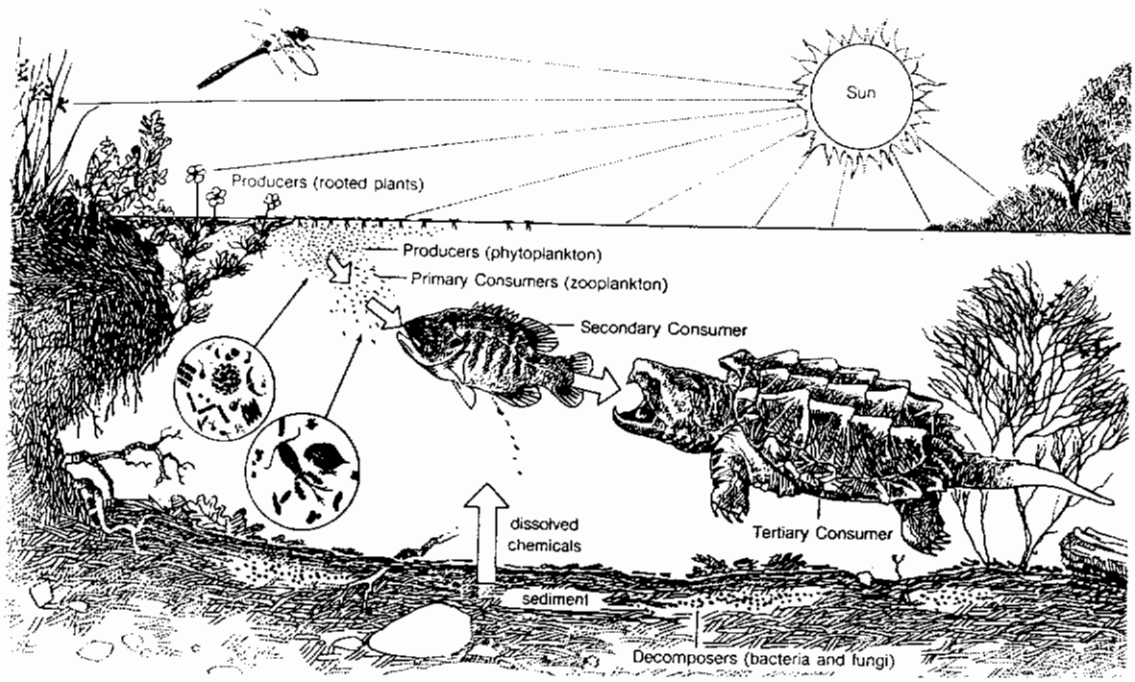


รูปที่ 2.3 การแบ่งองค์ประกอบที่มีชีวิตในระบบนิเวศตามลำดับขั้นการบริโภค (จาก Raven , Berg and Johnson , 1993 หน้า 52)

3) ผู้ย่อยสลาย (decomposer) คือสิ่งมีชีวิตที่มีกระบวนการทางสรีระที่สามารถสลายสารอินทรีย์ที่ตายแล้ว ของเสีย และกากอาหารให้เป็นสารที่มีขนาดของโมเลกุลเล็กลง ซึ่งได้แก่สิ่งมีชีวิตจำพวกแบคทีเรีย สารที่มีขนาดของโมเลกุลเล็กลงเนื่องจากการสลายของผู้ย่อยสลายชนิดต่าง ๆ นั้น บางชนิดอาจกลายเป็นธาตุอาหารที่ผู้ผลิตนำไปใช้ร่วมกับสารอินทรีย์อื่น ๆ ในลักษณะที่ใช้เป็นแหล่งพลังงาน บางชนิดมีคุณสมบัติในการเร่งหรือห้ามกระบวนการของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ กระบวนการเปลี่ยนแปลงสารประกอบจากรูปสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่เป็นสารอนินทรีย์ที่มีโมเลกุลเล็กลง เรียกว่า การกลายเป็นแร่ธาตุ (mineralization)

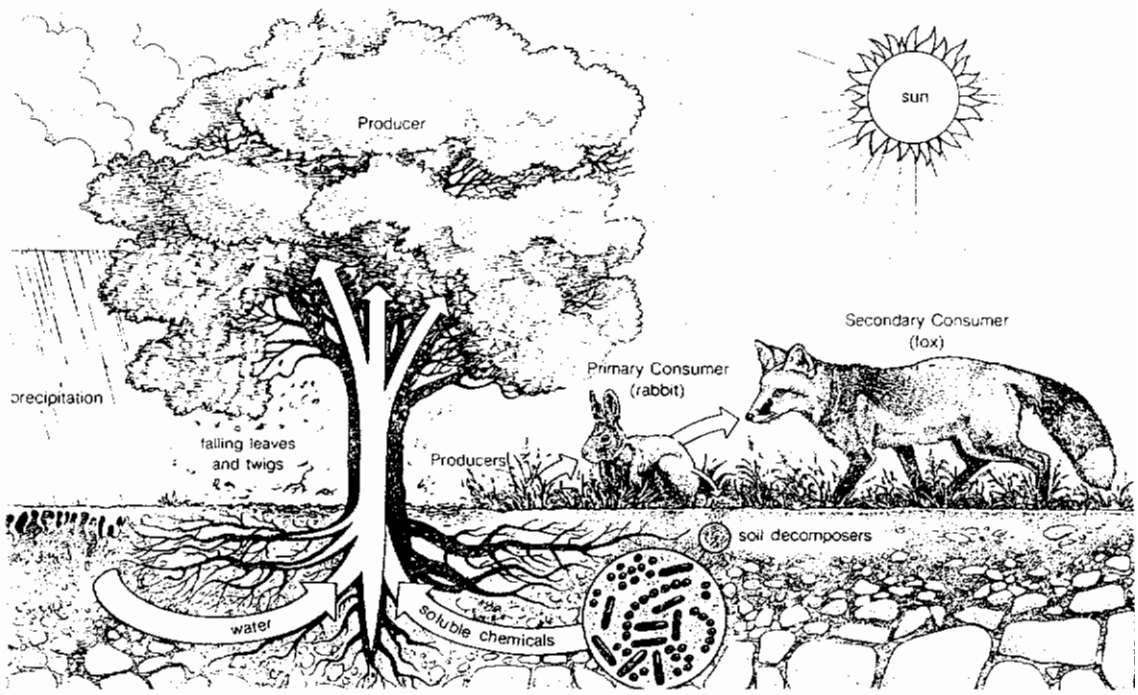
2.2.3 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ เป็นการถ่ายทอดที่ไม่ครบวงจร (non-cyclic) เพราะในห่วงโซ่อาหาร (food chain) พลังงานส่วนหนึ่งสูญเสียไปในรูปของความร้อน ซึ่งพลังงานส่วนนี้พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เราสามารถเรียงลำดับการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศได้ดังนี้คือ เมื่อดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดในระบบนิเวศ ส่งผ่านแสงอาทิตย์มายังโลก พืชสีเขียวซึ่งเป็นผู้ผลิต จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาทำปฏิกริยากับสารอนินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมซึ่งประกอบด้วยน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้เกิดสารอินทรีย์ขึ้นในพืช นับว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการสะสมพลังงานในพืช พลังงานส่วนนี้จะถูกนำไปใช้และสูญเสียไปในกิจกรรมต่าง ๆ เช่นกระบวนการหายใจ (respiration) ต่อจากนั้นพลังงานจะถูกถ่ายทอดไปยังสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร ในทำนองเดียวกันพลังงานที่สะสมในสัตว์ก็จะถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และบางส่วนของพลังงานจะสูญเสียไปในกิจกรรมต่าง ๆ เช่นการหายใจและการเผาผลาญสารอาหารของสัตว์ พลังงานที่เหลือในสัตว์ก็จะถูกถ่ายทอดต่อไปยังสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร และมนุษย์จะเป็นผู้ที่ได้รับพลังงานเป็นลำดับสุดท้ายในห่วงโซ่อาหาร ขณะที่มีการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารก็จะมีการล้มตายของผู้บริโภคทั้งหลายบ้าง ซึ่งพลังงานต่าง ๆ จะถูกถ่ายทอดต่อไปยังผู้ย่อยสลาย ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตลำดับสุดท้ายของการถ่ายทอดพลังงานและพลังงานบางส่วนจะมีการสูญเสียไปเช่นกัน (รูปที่ 2.4 - 2.5)



รูปที่ 2.4 การถ่ายทอดพลังงานในสระน้ำซึ่งเป็นระบบนิเวศน้ำจืด

(จาก Miller , G.Tyler , Jr.,1992 หน้า 88)



รูปที่ 2.5 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศบนบก

(จาก Miller , G.Tyler , Jr.,1992 หน้า 88)

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าทุก ๆ ลำดับขั้นตอนของการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่เป็นสมาชิกของระบบนิเวศจะใช้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโต สูญเสียไปในการหายใจ และเปลี่ยนรูปเป็นความร้อนไปในธรรมชาติซึ่งความร้อนดังกล่าวพืชไม่สามารถนำไปสังเคราะห์แสงได้อีก

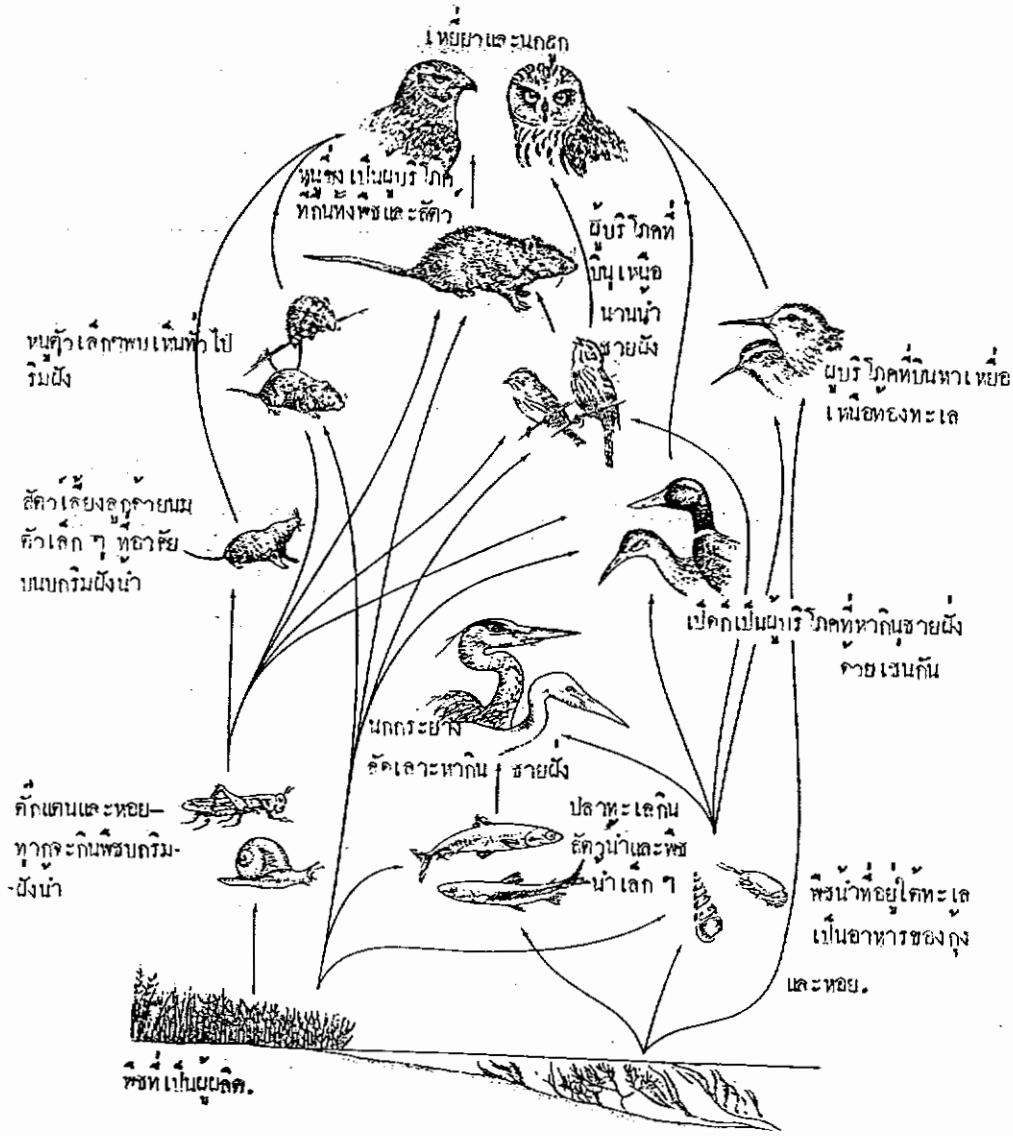
พลังงานตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการทำงาน พลังงานเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดงาน โดยทั่วไปพลังงานแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ 1) พลังงานศักย์ (Potential Energy) และ 2) พลังงานจลน์ (Kinetic Energy) พลังงานศักย์ในสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่จะเป็นพลังงานสะสมและพร้อมที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ เช่น การหดตัวของกล้ามเนื้อจะทำให้แขนขาหรืออวัยวะอื่นเคลื่อนไหวได้ เป็นต้น ส่วนพลังงานจลน์จะเกิดขึ้นเมื่อสสารหรือวัตถุเกิดการเคลื่อนที่และมีความเร็ว

ตามกฎข้อที่หนึ่งของพลังงานที่ว่า "พลังงานไม่สามารถสร้างขึ้นหรือถูกทำลายลงแต่สามารถเปลี่ยนรูปจากรูปแบบหนึ่งไปยังรูปแบบอื่น ๆ ได้" เช่นพลังงานแสงอาทิตย์จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานศักย์ในสารอาหารต่าง ๆ นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อส่องมาถึงโลกจะถูกใช้ไปในรูปแบบต่าง ๆ โดยที่ประมาณร้อยละ 2 เท่านั้นที่ถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงการส่งผ่านพลังงานจะส่งผ่านจากส่วนที่มีความหนาแน่นมากไปสู่ส่วนที่มีความหนาแน่นน้อยและดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ เช่นการถ่ายทอดพลังงานจากสัตว์กินพืชไปยังสัตว์กินสัตว์ พลังงานที่ถูกส่งต่อไปให้สัตว์กินสัตว์จะลดลงจากเดิม เพราะสัตว์กินสัตว์ต้องใช้พลังงานเพื่อขบวนการหายใจและเมตาบอลิซึมของตนเองด้วย

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานเคมี จะถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในห่วงโซ่อาหาร ในลักษณะของเหยื่อ (prey) และผู้ล่า (predator) โดยที่ห่วงโซ่อาหารจะมีการแตกแขนงติดต่อกันระหว่างห่วงโซ่อาหารหลายห่วงโซ่ ซึ่งเรียกว่า สายใยอาหาร (food web) (รูปที่ 2.6)

สายใยอาหารหนึ่ง ๆ อาจประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตมากกว่าหนึ่งร้อยชนิด โดยมีผู้ล่าหลายชนิดมากินเหยื่อชนิดเดียวกันหรือข้ามเปลี่ยนชนิดของเหยื่อกันได้ อย่างไรก็ตาม

ห่วงโซ่อาหารแต่ละห่วงโซ่ภายในสายใยอาหารจะมีการถ่ายทอดพลังงานเชื่อมต่อกัน 3 ช่วง นั่นคือ มี 4 ระดับ



รูปที่ 2.6 สายใยอาหารจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค

จากรูป 2.6 พืชที่ขึ้นบริเวณชายฝั่งถือว่าเป็นผู้ผลิตซึ่งเป็นลำดับขั้นอาหารที่หนึ่งและเป็นแหล่งสะสมพลังงานเคมีที่มีอยู่ถึงร้อยละ 99 ของแหล่งสะสมสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในโลกของสิ่งมีชีวิต ส่วนผู้บริโภคจะสะสมไว้เพียงร้อยละ 1 เท่านั้น สารประกอบอินทรีย์ที่สร้างจากผู้ผลิต เรียกว่า ผลผลิตปฐมภูมิ (primary productivity)

พลังงานจากพืชบริเวณชายฝั่งเข้าสู่สัตว์กินพืช เช่น ตั๊กแตน ซึ่งเป็นผู้บริโภคปฐมภูมิ ถ้านับตามลำดับขั้นอาหารถือว่าเป็นลำดับขั้นอาหารที่สอง ต่อมาเมื่อตั๊กแตนถูกกินโดยนก ซึ่งเป็นผู้บริโภคทุติยภูมิ ถือว่าเป็นลำดับขั้นอาหารที่สาม เมื่อนกถูกกินโดยหนู ซึ่งเป็นผู้บริโภคตติยภูมิถือเป็นลำดับขั้นอาหารที่สี่ ขั้นสุดท้ายหนูถูกกินโดยเหยี่ยว ซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับสูงสุด(สำหรับห่วงโซ่อาหารนี้)ถือเป็นลำดับขั้นอาหารที่ห้า จะเห็นได้ว่าการเชื่อมต่อกันระหว่างลำดับขั้นอาหารภายในห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารในระบบนิเวศตามตัวอย่างนี้จะไม่เกิน 4 ช่วงคือ พืชชายฝั่ง⟶ตั๊กแตน⟶นก⟶หนู⟶เหยี่ยว และนับจำนวนลำดับขั้นอาหารจะได้ 5 ขั้น

มีสิ่งมีชีวิตอีกกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารคือผู้กินซากพืชซากสัตว์ หรือผู้กินสารอินทรีย์ (detritivore) สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะกินสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วและทำให้อาหารขนาดเล็กลง โดยเศษที่เหลือจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียต่อไป สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้แก่ แร้ง ปู ไส้เดือน มด ปลวก เป็นต้น

2.2.4 ปิรามิดของการถ่ายทอดพลังงาน

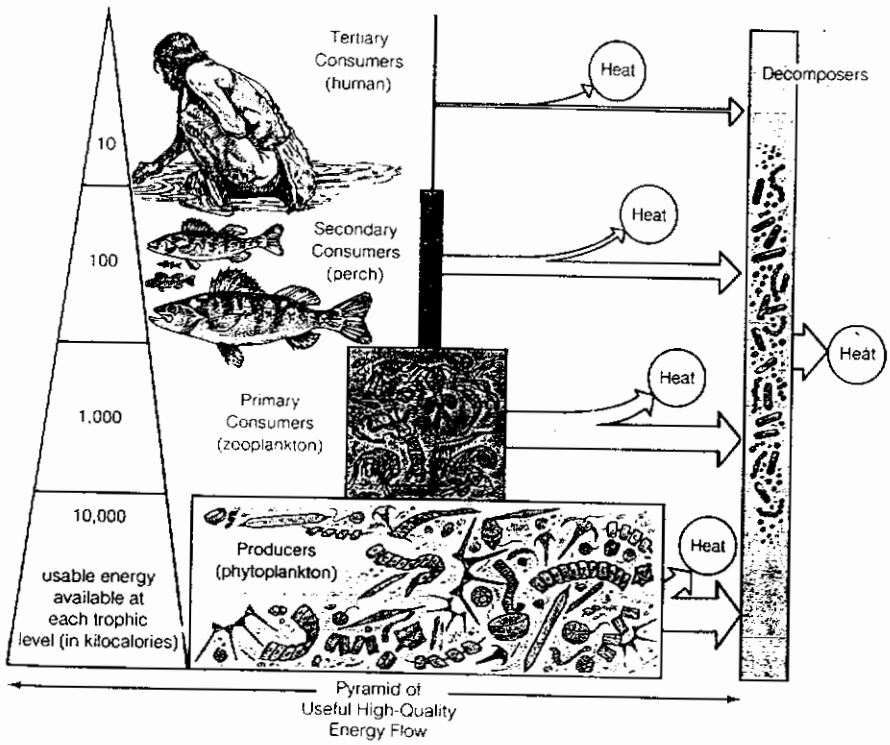
มวลชีวภาพ (Biomass) หมายถึงผลผลิตที่เป็นสารอินทรีย์ซึ่งเกิดจากพืชหรือผู้ผลิต พลังงานเคมีที่ถูกเก็บสะสมไว้ในพันธะเคมีของสารประกอบอินทรีย์ ถือว่าเป็นพลังงานที่มีคุณภาพสูงจัดเป็นมวลชีวภาพด้วยเช่นกัน แต่พลังงานเคมีซึ่งเป็นพลังงานศักย์จะลดน้อยลงเมื่อพันธะเคมีในสสารถูกทำลายโดยกระบวนการหายใจภายในเซล (cell respiration) ของสิ่งมีชีวิตที่เป็นสมาชิกในห่วงโซ่หรือสายใยอาหาร

ก่อนที่จะมีการถ่ายเทมวลชีวภาพจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค มวลชีวภาพบางส่วนจะมีการสลายพันธะและใช้เป็นพลังงานในผู้ผลิตโดยพลังงานบางส่วนจะสูญเสียไปในรูปของความร้อนที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่าพลังงานที่มีคุณภาพสูงซึ่งถูกถ่ายทอดต่อไปยังผู้บริโภคที่อยู่ในลำดับขั้นต่อ ๆ ไปจะมีปริมาณลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห่วงโซ่อาหารที่สั้นจะมีการลดประสิทธิภาพการถ่ายทอดพลังงานจากลำดับขั้นอาหารหนึ่งไปยังลำดับขั้นอาหารต่อ ๆ ไปซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจน โดยพลังงานร้อยละ 10 ที่เก็บไว้ในพืชจะถูก

เปลี่ยนเป็นมวลชีวภาพของสัตว์กินพืช ส่วนอีกประมาณร้อยละ 90 ถูกใช้ไปเพื่อเมตาบอลิซึม แล้วยังสูญเสียไปในรูปของความร้อนในกระบวนการถ่ายทอดพลังงานเหลือไว้สำหรับส่งต่อไปได้เพียงร้อยละ 10 เท่านั้น พลังงานที่เก็บไว้จะลดลงจากเดิมมากยิ่งขึ้นเมื่อห่วงโซ่อาหารยาวขึ้นหรือลำดับขั้นอาหารเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าพลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปนั้นจะลดลงตามลำดับความยาวที่เพิ่มขึ้นของห่วงโซ่อาหาร แต่ถือได้ว่ามีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงานดี เพราะการถ่ายทอดไม่ได้ถูกหยุดยั้งไว้

ถ้าพลังงานแสงอาทิตย์ส่องลงมาที่พื้นดินหนึ่งตารางเมตรในหนึ่งวันมีค่าประมาณ 1,300,000 แคลอรี พลังงานนี้ถูกนำมาใช้เพื่อการสังเคราะห์แสงโดยผู้ผลิตเพียงร้อยละ 1-2 จึงได้พลังงานเก็บไว้ในผู้ลิต 13,000 - 26,000 มื่อผู้ผลิตถูกกินโดยสัตว์กินพืช พลังงานที่ถูกเก็บไว้ในสัตว์กินพืชจะมีเพียงร้อยละ 10 คือมีค่า 1,300-2,600 แคลอรี เมื่อสัตว์กินพืชถูกกินโดยสัตว์กินสัตว์ พลังงานจะถูกเก็บไว้ในสัตว์กินสัตว์เพียงร้อยละ 10 ดังนั้นจึงลดลงเหลือ 130 - 260 แคลอรี ถึงแม้ว่าเนื้อสัตว์จะมีพลังงานและคุณค่าทางอาหารมากกว่าพืช แต่สัตว์กินสัตว์จำเป็นต้องใช้พลังงานมากเพื่อใช้ล่าเหยื่อที่เป็นสัตว์กินพืช ดังนั้นพลังงานสุทธิที่เก็บไว้ในสัตว์กินสัตว์ก็จะมีประมาณร้อยละ 10 เช่นเดียวกันกับสัตว์กินพืช กฎการเก็บพลังงานไว้ร้อยละ 10 (ten percent law) นี้ไม่คงที่เสมอไป บางครั้งอาจน้อยกว่าหรือมากกว่าขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารและวิธีการวัด

สัดส่วนของปริมาณพลังงานที่ถูกถ่ายทอดในระหว่างลำดับขั้นอาหารใช้เป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงโครงสร้างของระบบนิเวศ ซึ่งอาจแสดงได้ในรูปปิรามิดของจำนวนสิ่งมีชีวิต หรือมวลชีวภาพเช่น ในระบบนิเวศทุ่งหญ้า หญ้าซึ่งเป็นผู้ผลิตต้องมีจำนวนมากพอที่จะให้สัตว์กินพืชมากินได้ตลอดเวลาจึงจะทำให้ระบบนิเวศทุ่งหญ้ามีฐานกว้าง ปิรามิดของมวลชีวภาพนั้นส่วนใหญ่จะเป็นแบบฐานกว้างยอดเล็กเช่นเดียวกับปิรามิดของการถ่ายทอดพลังงานและปิรามิดของจำนวนสิ่งมีชีวิต (รูปที่ 2.7)



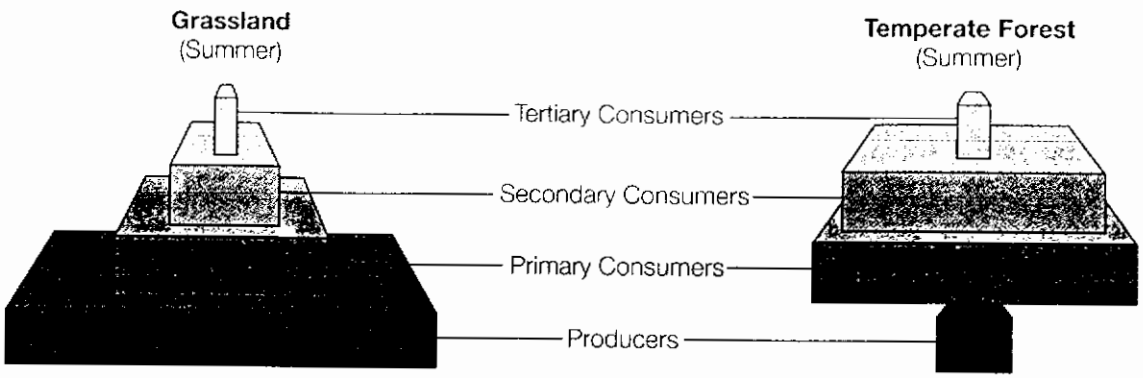
รูปที่ 2.7 ปิรามิดของการถ่ายทอดพลังงานแสดงให้เห็นว่าระหว่างการถ่ายทอดพลังงานจะมีการสูญเสียพลังงานไป 10 % ในทุก ๆ ลำดับขั้นของการบริโภค ดังนั้นจำนวนประชากรสิ่งมีชีวิตในระดับล่างหรือฐานปิรามิดจะมีจำนวนมากที่สุดและค่อย ๆ ลดจำนวนลง

(จาก Miller , G.Tyler , Jr.,1992 หน้า 95)

2.2.4.1 ปิรามิดของจำนวนสิ่งมีชีวิตและมวลชีวภาพ (Pyramids of Numbers and Biomass)

ถ้าเราเก็บตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตที่เป็นสมาชิกในระบบนิเวศมานับจำนวนและแยกชนิดตามลำดับขั้นของการบริโภค ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงในรูปปิรามิดของจำนวนสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ตัวอย่างเช่น แพลงตอนพืช (phytoplanckton) จำนวน 1,000,000 ตัว ในบ่อน้ำจะเป็นอาหารแก่แพลงตอนสัตว์ (Zooplanckton) 10,000 ตัว และจะถูกปลา 100 ตัวใช้เป็นอาหาร **คน**เพียง 1 คนก็จะใช้ปลา 100 ตัวเป็นอาหารภายในเวลา 1เดือน

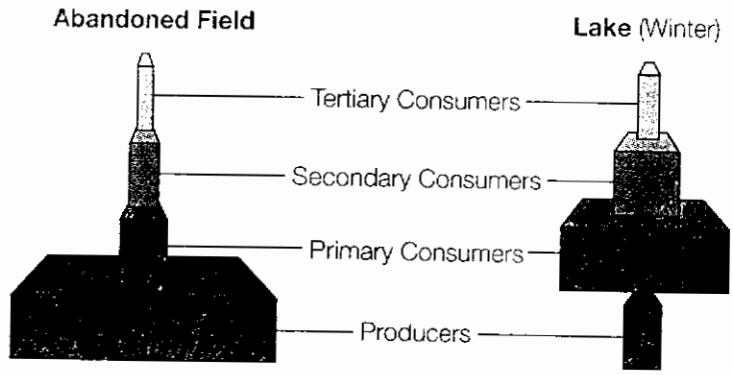
ปิรามิดของจำนวนสิ่งมีชีวิตอาจเกิดในลักษณะหัวกลับได้ เช่น ป่าเขตอบอุ่นจะมีต้นไม้ใหญ่อยู่มาก ดังนั้นจำนวนประชากรเมื่อนับเป็นจำนวนต้นก็จะมีจำนวนน้อยยอดปิรามิดจึงกว้างกว่าฐาน (รูปที่ 2.8)



รูปที่ 2.8 ปิรามิดของจำนวนสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (ซ้าย) ระบบนิเวศแบบทุ่งหญ้า ปิรามิดของจำนวนสิ่งมีชีวิตจะเป็นแบบหัวตั้ง (ขวา) ระบบนิเวศแบบป่าเขตอบอุ่นปิรามิดของจำนวนสิ่งมีชีวิตจะเป็นแบบหัวกลับ

(จาก Miller , G.Tyler , Jr., 1992 หน้า 96)

ในแต่ละลำดับขั้นของการบริโภคของสมาชิกในห่วงโซ่หรือสายใยอาหารจะมีการถ่ายทอดมวลชีวภาพพร้อมไปกับการถ่ายทอดพลังงาน มวลชีวภาพสามารถวัดได้จากน้ำหนักแห้งของสารอินทรีย์ทั้งหมดในสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างการวัดมวลชีวภาพ เช่น วิธีการเก็บเกี่ยว (Harverst method) ซึ่งเหมาะมากสำหรับระบบนิเวศบนบกโดยเฉพาะบริเวณนาข้าวหรือทุ่งหญ้า และใช้ในกรณีที่ไม่มีศัตรูพืชต่าง ๆ มารบกวน วิธีทำเริ่มจากนำเมล็ดพืชมาหว่านในพื้นที่แล้วเก็บพืชรวมทั้งรากนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง ก็จะได้ค่ามวลชีวภาพในหน่วยน้ำหนักหรือแคลอรีต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา เป็นต้น ข้อมูลของมวลชีว-ภาพสามารถนำมาสร้างเป็นปิรามิดของมวลชีวภาพของระบบนิเวศได้ (รูปที่ 2.9)



รูปที่ 2.9 ปิรามิดของมวลชีวภาพ (ซ้าย) ระบบนิเวศในทุ่งนา (ขวา) ระบบนิเวศในทะเลสาบฤดูหนาว

(จาก Miller , G . Tyler , Jr., 1992 หน้า 96)

2.2.4.2 ผลผลิตของผู้ผลิต (Productivity of Producers)

ในระบบนิเวศปริมาณผลผลิตที่ผู้ผลิตเก็บสะสมไว้ในรูปมวลชีวภาพในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เรียกว่า ผลผลิตปฐมภูมิ (primary productivity) ของระบบนิเวศ ตามความเป็นจริงแล้วพลังงานในระบบนิเวศขึ้นกับอัตราการผลิตมวลชีวภาพที่ผลิตได้โดยผู้ผลิตและอัตราการใช้มวลชีวภาพของผู้ผลิตในการดำรงชีวิต ผลต่างระหว่างอัตราทั้งสองเรียกว่า ผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ (net primary productivity)

ผลผลิตสุทธิ (net productivity) นิยมใช้เพื่อแสดงว่าบริเวณใดบริเวณหนึ่งมีผลผลิตหรือไม่ ตัวอย่างเช่น ในการวัดผลผลิตสุทธิทุ่งหญ้าซึ่งประกอบด้วยหญ้าที่เป็นพืชล้มลุกเป็นส่วนใหญ่ วัดมวลชีวภาพของผู้ผลิตได้ 4,950,000 แคลอรี/$ม^2$ ส่วนพลังงานแสงที่ส่องมายังบริเวณเดียวกันมีมากถึง 471,000,000 แคลอรี่/$ม^2$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าพลังงานแสงสามารถเป็นพลังงานเคมีได้เพียงร้อยละ 1-2 เท่านั้น

การหาค่าผลผลิตมีหลายวิธีแต่ละวิธีเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับสภาพของระบบนิเวศ ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นวิธีการวัดทางอ้อม ตัวเลขที่ได้จากการคำนวณเป็นค่าโดยประมาณ ตัวอย่างเช่น

วิธีหาออกซิเจน (Oxygen Method) เป็นวิธีการคำนวณหาค่าแก๊สออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ซึ่งอยู่ในสภาวะสมดุลกับอาหารที่สร้างขึ้นเหมาะสำหรับใช้กับระบบนิเวศของแหล่งน้ำ คือ นำขวดไบโอโลจิคัลออกซิเจนดีมานด์ (BOD) 3 ขวด

ขวดที่ 1 บรรจุน้ำที่เก็บจากแหล่งน้ำที่ต้องการหาค่าผลผลิตให้เต็มขวดแล้วนำมาหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (DO) หรือ Dissolved Oxygen ด้วยวิธีไทเทรชั่น ค่าที่ได้จะเป็นค่า CB (Control Bottle)

ขวดที่ 2 บรรจุน้ำที่เก็บจากแหล่งน้ำเดียวกัน นำไปรับแสงให้เต็มที่ใช้เวลา 1-6 ชั่วโมง แล้วนำมาหาค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์แสงโดยแพลงตอนพืช ซึ่งส่วนหนึ่งถูกใช้ในการหายใจของแพลงตอนพืชค่าที่ได้จะเป็นค่า LB (Light Bottle)

ขวดที่ 3 บรรจุน้ำที่เก็บจากแหล่งน้ำเดียวกันกับขวดที่สอง แล้วหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมเพื่อป้องกันแสงทิ้งไว้ 1-6 ชั่วโมง พร้อมกับขวดที่ 2 เนื่องจากน้ำในขวดที่ 3 ไม่ได้รับแสง ดังนั้นออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจึงเป็นส่วนที่เหลือจากที่ถูกใช้ในการหายใจ ค่าที่ได้จะเป็นค่า DB (Dark Bottle)

เมื่อได้ค่าต่าง ๆ แล้วก็จะนำไปคำนวณโดยใช้สมการ 2.1-2.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีความสำคัญต่อคุณภาพของน้ำเพราะออกซิเจนช่วยให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้ในน้ำ และผลของการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำยังพิจารณาได้จากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วย น้ำที่มีคุณภาพดีจะมี DO ประมาณ 5-7 ppm และแก๊สออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อยลงเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

บริเวณผิวน้ำในแหล่งน้ำที่สะอาดมักจะมีค่า DO สูง แต่ DO อาจลดลงอย่างรวดเร็วถ้าหากมีสารอินทรีย์อยู่ในแหล่งน้ำนั้น เพราะแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) เมื่อย่อยสารอินทรีย์แล้วจะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง

ค่า BOD หรือ Biochemical Oxygen Demand คือปริมาณความต้องการแก๊สออกซิเจนทางเคมี เป็นค่าที่ใช้วัดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ โดยการออกซิไดซ์ด้วยโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ในสารละลายของกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4)

สมการที่ใช้ในการหาค่าผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ

$$NP = 374\frac{LB - CB}{N(PQ)} \qquad .....(2.1)$$

สมการที่ใช้ในการหาค่าผลผลิตปฐมภูมิสุทธิทั้งหมด

$$GP = 374\frac{LB - DB}{N(PQ)} \qquad .....(2.2)$$

สมการที่ใช้ในการหาค่าผลผลิตการหายใจ

$$RP = 374\frac{CB - DB}{LB} \qquad .....(2.3)$$

ในกรณีทราบค่าผลผลิตปฐมภูมิสุทธิและค่าผลผลิตการหายใจก็สามารถหาค่าผลผลิตปฐมภูมิทั้งหมดจากสมการ

$$GP = RP + NP \qquad .....(2.4)$$

กำหนดให้ NP = ผลผลิตปฐมภูมิสุทธิ (Net Primary Productivity) มีหน่วยเป็น เมกะแคลอรี่/ชั่วโมง

CB = ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในขวดที่ 1

LB = ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในขวดที่ 2

DB = ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ละลายอยู่ในขวดที่ 3

PQ = ค่าสังเคราะห์แสงคงที่ (Photosynthesis Quotient) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.25

N = จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการทดลอง

374 = ค่าที่ใช้เปลี่ยนหน่วยการละลายของแก๊สออกซิเจนในน้ำ ให้เป็นหน่วย เมกะแคลอรี่/ลูกบาศก์เมตร

GP = ผลผลิตปฐมภูมิทั้งหมด (Gross Primary Productivity) มีหน่วยเป็น เมกะแคลอรี่/ชั่วโมง

RP = ผลผลิตการหายใจ (Respiration Product) มีหน่วยเป็น เมกะแคลอรี่/ชั่วโมง

1 เมกะแคลอรี่ = 10,888 แคลอรี่

2.2.5 ปัจจัยเกื้อหนุนระบบนิเวศ

ระบบนิเวศเปรียบได้กับกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งจะต้องมีปัจจัยเกื้อหนุนกระบวนการผลิต ระบบนิเวศแต่ละระบบจะมีวัตถุดิบหรือปัจจัยที่ป้อนเข้าสู่ระบบแตกต่างกัน ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานและผลผลิตของระบบที่ได้รับแตกต่างกันออกไป ปัจจัยเกื้อหนุนระบบนิเวศจำแนกตามที่มาแตกต่างกัน ดังนี้

1) ปัจจัยทางด้านกายภาพ (physical factors) ระบบนิเวศแต่ละแหล่งจะมีปัจจัยทางด้านกายภาพที่คอยเกื้อหนุนระบบนิเวศแตกต่างกันออกไป ส่งผลให้เกิดอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นสมาชิกในระบบนิเวศ สำหรับปัจจัยทางด้านกายภาพที่พบร่วมกันในแหล่งที่อยู่โดยทั่ว ๆ ไป ได้แก่

1.1) แสงอาทิตย์ เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารของพืช ผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ นอกจากนั้นยังมีผลต่อสรีรวิทยาของพืชหลายชนิด เช่น การเจริญเติบโต การเคลื่อนไหว การออกดอกและบานของดอกไม้ เป็นต้น ถ้าพิจารณาในสัตว์ แสงอาทิตย์จะมีผลทางอ้อมต่อการสร้างอาหารของพืชซึ่งจะเป็นอาหารของสัตว์ หรือในกรณีสัตว์บางชนิดต้องดำรงชีวิตภายในบริเวณที่ไม่มีแสงสว่าง เช่น ไส้เดือนดิน ค้างคาว นกฮูก และในทางตรงกันข้ามสัตว์หลายชนิดก็ยังต้องการแสงสว่างเพื่อการหาอาหาร หลีกเลี่ยงจากสิ่งที่มีอันตราย ตลอดจนสืบพันธุ์ ส่วนสัตว์ที่ดำรงชีวิตในน้ำจะไม่ต้องการแสงสว่างมากนักในเวลากลางวันจึงมักอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่ค่อนข้างลึก และขึ้นมาอยู่บริเวณผิวน้ำเมื่อความเข้มของแสงอาทิตย์ลดลง

1.2) บรรยากาศ ส่วนประกอบของบรรยากาศมีทั้งแก๊สที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่น แก๊สออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืชแต่แก๊สบางชนิดสามารถก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ นอกจากนั้นความดันบรรยากาศก็เป็นปัจจัยอีกประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่นในแหล่งน้ำความดันบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นตามความลึก ปลาบางอย่างอาศัยในบริเวณน้ำที่ลึกมาก ๆ และมีการปรับตัวให้ทนต่อความดันที่สูงได้เป็นอย่างดีทำให้ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในบริเวณใกล้ผิวน้ำ เป็นต้น

1.3) ความเป็นกรดเป็นด่าง ในทางเคมีปริมาณของไฮโดรเจนอิออนจะเป็นตัวกำหนดความเป็นกรดเป็นด่าง(PH)ของระบบนิเวศ และมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตทั้งบนบกและในน้ำ เช่น พืชบางชนิดไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในดินที่มีความเป็นกรดสูง หรือในกรณีพืชน้ำสามารถนำคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำมาใช้เพื่อการสังเคราะห์แสงได้จะต้องขึ้นกับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในแหล่งน้ำนั้นด้วย

1.4) อุณหภูมิ เป็นปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศบนบกมากกว่าระบบนิเวศในน้ำ เพราะระบบนิเวศบนบกมีการผันแปรของอุณหภูมิตามฤดูกาลในช่วงกว้าง เช่นในเขตอบอุ่นของโลกอุณหภูมิอาจลดลงต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียส ในฤดู

หนาวและสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน สำหรับในน้ำนั้นอุณหภูมิจะมีความผันแปรตามความลึกถ้าความลึกเพิ่มขึ้นอุณหภูมิก็จะยิ่งลดต่ำลง เช่นทะเลหรือมหาสมุทรในเขตร้อนอุณหภูมิบริเวณผิวน้ำจะอยู่ในระดับประมาณ 30 องศาเซลเซียส เมื่อลึกจากผิวน้ำลงไป 1,500 เมตร เป็นต้น

ในสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำจะมีความทนทานต่อความผันแปรของอุณหภูมิในช่วงกว้างกว่าสิ่งมีชีวิตชั้นสูง เช่น สปอร์ของแบคทีเรียสามารถดำรงชีวิตในอุณหภูมิที่สูงมากกว่าที่พืชและสัตว์ชั้นสูงจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ สิ่งมีชีวิตต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต เพราะอุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อการทำงานของเอมไซม์ ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกริยาในกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกาย ในสัตว์เลือดเย็น(poikiothermic animals) ซึ่งอุณหภูมิของร่างกายเปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อม กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนไหวจะถูกยับยั้งให้น้อยลง ถ้าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมต่ำกว่า 6 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ส่วนในสัตว์เลือดอุ่น (homiothermic animals) จะมีการปรับตัวต่อการแปรผันของอุณหภูมิโดยมีกลไกในการรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ในระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอมไซม์ กิจกรรมต่าง ๆ จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ สำหรับพืชอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อสรีรวิทยาของพืชหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำของพืช

1.5) น้ำ เป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดในร่างกายของสิ่งมีชีวิต และจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เพราะไม่เพียงแต่เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงเท่านั้น ยังเป็นสารอาหารของสัตว์อีกด้วย สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้รับอิทธิพลจากน้ำในสภาพที่แตกต่างกัน เช่น ความชื้นของดิน ความชื้นของอากาศ และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในระบบนิเวศบนบกมีความต้องการน้ำในปริมาณที่เหมาะสมเท่านั้น สภาวะแห้งแล้งหรือน้ำท่วมย่อมทำให้เกิดผลเสียทั้งทางตรงและทางอ้อม ปริมาณน้ำในระบบนิเวศจะเป็นตัวกำหนดการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตด้วย เช่น พืชที่ขึ้นอยู่ในป่าดิบชื้นมีความต้องการปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,600 มิลลิเมตรต่อปี สัตว์ที่มีความทนทานต่อการขาดน้ำได้เท่านั้นจึงจะดำรงชีวิตอยู่ในทะเลทรายได้ ฝนที่ตกลงมาจะชะล้างอนุภาคของดินและ

แร่ธาตุต่าง ๆ ให้ไหลลงสู่แม่น้ำลำธาร ทะเลและมหาสมุทร ดังนั้นปริมาณน้ำฝนไม่เพียงมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศบนบกเท่านั้น ยังมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศในน้ำทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพของสสารต่าง ๆ ที่ฝนชะล้างลงมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบนิเวศน้ำจืดจะได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาสู่แหล่งน้ำโดยตรง

1.6) ดิน ผิวดินนอกจากเป็นปัจจัยเกื้อหนุนในด้านที่อยู่อาศัย การหาอาหาร การหลีกภัยจากศัตรู การสืบพันธุ์และเลี้ยงดูตัวอ่อนแล้ว ในดินยังมีองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น น้ำ ฮิวมัส และธาตุอาหารซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช ดินเป็นแหล่งที่อยู่ที่สำคัญของจุลินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย ลักษณะของผิวดิน ขนาดของอนุภาคของดินและธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตและกำหนดชนิดของพืชในระบบนิเวศต่าง ๆ ชนิดของพืชก็จะมีอิทธิพลต่อการกำหนดชนิดของสัตว์ที่จะมาอาศัยอยู่ร่วมในระบบนิเวศ เพราะสัตว์แต่ละชนิดย่อมบริโภคอาหารแตกต่างกัน

2) ปัจจัยทางด้านชีวภาพ (biological factors) เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ระบบนิเวศเกิดการถ่ายทอดพลังงานและมีการหมุนเวียนของสสาร ให้กลายสภาพจากสารที่ไร้ประโยชน์เป็นสารที่มีประโยชน์ ปัจจัยทางด้านชีวภาพมีหลายประเภท โดยแต่ละประเภทมีความสัมพันธ์ต่อกันในเชิงการถ่ายทอดพลังงานทางห่วงโซ่และสายใยอาหาร กระบวนการต่าง ๆ จะเกิดอย่างต่อเนื่องและสมดุลถ้าระบบนิเวศมีอิสระในการปรับตัวเอง

เราสามารถกล่าวได้ว่าสิ่งมีชีวิตเป็นปัจจัยทางด้านชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และมีการกำหนดความสัมพันธ์ในแง่ต่าง ๆ เช่นการถ่ายทอดพลังงานโดยการกินต่อกันเป็นทอด ๆ นอกจากนั้นยังมีความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (intraspecific relationship) และระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (interspecific relationship) ซึ่งความสัมพันธ์แบบแรกนั้นเป็นความสัมพันธ์ในกลุ่มประชากร ส่วนความสัมพันธ์แบบที่สองเป็นความสัมพันธ์ที่พบเห็นได้ทั่วไปและเกิดขึ้นตลอดเวลาทั้งภายในและภายนอกระบบนิเวศ ในที่นี้จะเน้นให้เห็นถึงความสัมพันธ์แบบที่สองซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของการอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

2.1) ภาวะที่ต้องพึ่งพา (mutualism) เป็นความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตสองชนิดจำเป็นต้องอาศัยอยู่ร่วมกัน ถ้าแยกจากกันแล้วจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เพราะต่างฝ่ายต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันเพื่อให้ได้รับประโยชน์ทั้งสองฝ่าย ตัวอย่างเช่นปลวกกับโปรโตซัวชนิด flagellate ในลำไส้ ปลวกกินไม้หรือกระดาษซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ แต่ปลวกกลับไม่มีเอมไซม์ที่จะปล่อยออกมาเพื่อย่อยเซลลูโลส จึงต้องอาศัยโปรโตซัวช่วยย่อยเซลลูโลส ถ้าไม่มีโปรโตซัวปลวกก็จะไม่ได้รับสารอาหารจากเซลลูโลสทำให้ดำรงชีวิตอยู่ไม่ได้ ส่วนโปรโตซัวซึ่งหาอาหารเองไม่ได้จะได้รับอาหารจากการย่อยครั้งนี้ด้วย

การอยู่ร่วมกันที่ทำให้ทั้งสองฝ่ายได้รับประโยชน์สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 ลักษณะคือ

(1) การอยู่ร่วมกันแบบถาวร (mutualism with continuous contact) เป็นการอยู่ร่วมกันตลอดชีวิตโดยที่ต่างฝ่ายต่างก็ได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน และถ้าขาดฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดไปอาจจะทำให้การดำรงชีวิตไม่ดีเท่าที่ควร ดังตัวอย่างซึ่งพบโดยทั่วไป ได้แก่

ก) ไลเคน (lichen) ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดคือ ราและสาหร่าย ราสามารถเก็บความชื้นได้ดีและทำหน้าที่สลายวัตถุต่าง ๆ ให้เป็นธาตุอาหารที่สิ่งมีชีวิตทั้งสองจะนำไปใช้ได้ ส่วนสาหร่ายจะทำหน้าที่สังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้อาหารมาใช้ในการดำรงชีวิตของทั้งสองฝ่ายเช่นกัน เราพบว่าถ้านำราดังกล่าวไปเลี้ยงโดยแยกออกจากสาหร่ายจากที่เคยดำรงชีวิตอยู่ร่วมกัน ราจะไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ส่วนสาหร่ายก็เช่นกันอาจอยู่อย่างโดด ๆ ได้หรือไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย

ข) แบคทีเรียกับพืชตระกูลถั่ว มีแบคทีเรียชนิดหนึ่งซึ่งอาศัยอยู่ในรากถั่วบริเวณคอร์เทค (cortex) ได้สกัดฮอร์โมนชนิดหนึ่งออกมาทำให้เกิดเป็นปมที่ราก แบคทีเรียชนิดนี้จะทำหน้าที่ตรึงไนโตรเจนให้กับถั่วขณะเดียวกันก็จะได้รับคาร์โบไฮเดรตและสารอื่น ๆ จากต้นถั่วนั้น ถ้าไม่มีแบคทีเรียนี้ต้นถั่วจะเจริญไม่ได้

(2) การอยู่ร่วมกันแบบชั่วคราว(mutualism without continuous contact) เป็นการอยู่ร่วมกันเพียงช่วงใดช่วงหนึ่งเป็นระยะเวลาสั้น ๆ แต่ทำให้ทั้งสองฝ่ายได้รับ

ประโยชน์จากการอยู่ร่วมกัน(protocooperation)เช่น นกเอี้ยงกับควาย นกเอี้ยงอาศัยกินพวกริ้นไรบนหลังควาย ขณะเดียวกันก็เท่ากับเป็นการทำลายแมลงที่มารบกวนควายเหล่านี้

ตัวอย่างอื่น ๆ ที่พบโดยทั่วไป เช่น ผึ้งที่ดูดน้ำหวานจากเกสรดอกไม้ ขณะเดียวกันก็เป็นการช่วยผสมเกสรดอกไม้ไปด้วย สัตว์ต่าง ๆ โดยเฉพาะนกที่กินผลไม้เป็นอาหารแล้วไปถ่ายอุจจาระในที่ต่าง ๆ เท่ากับเป็นการแพร่กระจายพันธุ์พืชชนิดนั้นไปด้วย

2.2) ภาวะมีการเกื้อกูล (commensalism) เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิด โดยฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์จากการอยู่ร่วมกัน ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งก็ไม่เสียประโยชน์และไม่ได้รับประโยชน์แต่อย่างใด

ภาวะการเกื้อกูลเป็นภาวะที่พบมากตามธรรมชาติ แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

(1) การเกื้อกูลตลอดชีวิต(commensalism with continuous contact) พบมากในสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตโดยการเกาะอยู่บนสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นทั้งพืช และสัตว์ ที่พบทั่วไปคือกล้วยไม้และเฟิร์น ซึ่งชอบขึ้นตามต้นไม้ใหญ่ชนิดอื่น เพียงเพื่ออาศัยให้ได้รับแสงและสภาวะที่เหมาะสม แต่ไม่ได้แย่งอาหารจากต้นไม้ที่อาศัยเกาะอยู่เลย เพราะมีการสังเคราะห์แสงได้ด้วยตนเองอยู่แล้ว สำหรับตัวอย่างของสัตว์ เช่นสัตว์เกาะนิ่งที่ชอบเกาะอยู่บนปลาวาฬสีเทา หรือเพรียงหินที่เกาะอยู่บนเปลือกหอยและแมงดาทะเล เป็นต้น

(2) การเกื้อกูลแบบชั่วคราว (commensalism without continuous contact) พบในสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งที่ต้องการให้สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นใช้เป็นที่กำบังศัตรู หรือใช้เป็นที่อยู่อาศัยและหาอาหาร เช่น นกที่ทำรังอยู่บนต้นไม้ เหาฉลามที่อาศัยเกาะอยู่กับปลาฉลามและปลาวาฬ เหาฉลามนี้มีการปรับตัวโดยใช้ครีบหลังดัดแปลงไปเป็นปุ่มดูดเพื่อใช้เกาะติดกับปลาใหญ่ ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับคือ การอาศัยกินเศษอาหารที่เหลือจากปลาใหญ่ ตัวอย่างอื่น ๆ เช่น ดอกไม้ทะเลกับปูเสฉวน ปูเสฉวนชอบจับเอาดอกไม้ทะเลที่เกาะอยู่ตามก้อนหินมาไว้บนเปลือกหอยที่มันอาศัยอยู่ข้างใน เพื่อป้องกันอันตรายจากปลาบางชนิดที่ชอบกินมันได้ ทั้งนี้เพราะดอกไม้ทะเลมีเข็มพิษทำให้ปลาไม่กล้ามารบกวน ส่วนดอกไม้ทะเลจะได้รับประโยชน์ตรงที่ได้เคลื่อนย้ายไปหาแหล่งอาหารใหม่อยู่เสมอ

2.3) ภาวะการเป็นปรสิต (parasitism) เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิด โดยฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์ เรียกว่า ปรสิต (parasite) ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ เรียกว่า ผู้ถูกอาศัย (host) ในวงชีวิตของปรสิตชนิดหนึ่งอาจมีผู้ถูกอาศัยได้มากกว่าหนึ่งชนิด เช่นพยาธิตัวตืด (tape worm) มีคนและหมูเป็นผู้ถูกอาศัย แต่ปรสิตต่าง ๆ จะไม่ทำอันตรายต่อผู้ถูกอาศัยในทันทีแต่จะค่อย ๆ เป็นไปทีละน้อย ผู้ถูกอาศัยมีชีวิตได้นานเท่าใด ปรสิตจะได้รับประโยชน์นานเท่านั้น

ภาวะการเป็นปรสิตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

(1) การเป็นปรสิตบางส่วนหรือบางคราว (partial parasitism) ฝ่ายที่เป็นปรสิตอาจจะหากินเองได้บ้าง เช่น ต้นกาฝากที่ขึ้นตามต้นไม้ใหญ่ต่าง ๆ โดยต้นของมันเองก็มีคลอโรฟิลสามารถสังเคราะห์แสงได้ ขณะเดียวกันก็สร้างรากพิเศษเจาะลงสู่ช่องน้ำและอาหารของต้นไม้ที่มันอาศัยอยู่ เพื่อดูดน้ำและธาตุอาหาร จึงอยู่ในประเด็นที่ไม่ได้พึ่งฝ่ายที่ถูกอาศัยไปทั้งหมด ตัวอย่างอื่น ๆ เช่น ยุง ปลิงน้ำจืด ค้างคาวดูดเลือด ซึ่งจะเกาะผู้ถูกอาศัยเพื่อดูดเลือดเป็นครั้งคราว

(2) การเป็นปรสิตถาวร(complete parasitism)ประเภทนี้ผู้เป็นปรสิตจะมีการปรับตัวให้มีชีวิตอยู่โดยการพึ่งผู้ถูกอาศัยโดยเฉพาะ และการเป็นปรสิตที่แท้จริงต้องไม่เป็นสาเหตุให้ผู้ถูกอาศัยตายลงได้ ตัวอย่างของปรสิตถาวร คือพยาธิใบไม้ในตับ พยาธิเส้นด้าย พยาธิปากขอ ที่อาศัยอยู่ในคนและสัตว์ต่าง ๆ เป็นต้น

การดำรงชีวิตในภาวะการเป็นปรสิตนั้นมักจะมีลักษณะเฉพาะต่อผู้ถูกอาศัยแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน เช่น หมัดสุนัข จะอาศัยอยู่เฉพาะในสุนัขเท่านั้นจะไม่อาศัยอยู่กับคนหรือสัตว์อื่น แต่ปรสิตบางชนิดจะไม่จำเพาะเจาะจง เช่น ยุงอาจกินเลือดทั้งในคนและสัตว์ชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้การดำรงชีวิตในภาวะการเป็นปรสิตอาจแตกต่างกันทั้งในด้านลักษณะการเข้าไปอาศัย ซึ่งผู้ถูกอาศัยสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การเป็นปรสิตภายนอก (ectoparasite)เช่นปลิงน้ำจืด เห็บเหา และการเป็นปรสิตภายใน (endoparasite) เช่น พยาธิต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อสัตว์และพืช เป็นต้น

2.4) การล่าเหยื่อ(Predation)เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิดในลักษณะที่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์จากการเป็นผู้ล่า (predator) และอีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์จากการเป็นเหยื่อ (prey) ตัวอย่างเช่น เสือ (ผู้ล่า) จับกระต่าย (เหยื่อ) กินเป็นอาหาร การล่าเหยื่อนี้เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศทุกระบบ ทำให้เกิดห่วงโซ่และสายใยอาหาร

2.5) การแก่งแย่ง(Competition)เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในลักษณะที่ต่างฝ่ายต่างแก่งแย่งปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีพทำให้เสียประโยชน์ด้วยกันทั้งสองฝ่าย ถ้าหากปัจจัยที่ต้องการไม่เพียงพอ ความสัมพันธ์แบบนี้เกิดขึ้นตลอดเวลาในระบบนิเวศ เช่น ต้นไม้และสัตว์แย่งแก๊สออกซิเจนในอากาศเพื่อการหายใจในเวลากลางคืน การแก่งแย่งมีทั้งที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน เป็นปัจจัยที่สำคัญที่คอยจำกัดจำนวนสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศให้เหมาะสม

2.6) ภาวะมีการย่อยสลาย (saprophytism) เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ยังมีชีวิตอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วและได้รับประโยชน์จากการย่อยสลายของอาหารที่มีอยู่ในซากของสิ่งมีชีวิต เช่น เห็ดราที่ขึ้นตามขอนไม้ ราที่ขึ้นตามขนมปัง เพราะการย่อยสลายถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศ

สรุป การทำงานของระบบนิเวศจะแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยเกื้อหนุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบนิเวศใดมีความหลากหลายของปัจจัยทางด้านชีวภาพมาก ระบบนิเวศนั้นก็จะมีความสลับซับซ้อนมากด้วย ตัวอย่างเช่น ระบบนิเวศของป่าไม้เขตร้อนชื้นมีความสลับซับซ้อนมากที่สุดและมีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย พิจารณาจากพลังงานที่ป้อนเข้าสู่ระบบนิเวศว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด โดยดูจากผู้ผลิตคือ พืชสีเขียว ซึ่งจะนำพลังงานที่ได้รับไปใช้ในการแปรรูปสสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดิน น้ำ และอากาศ ให้กลายเป็นสารอินทรีย์ซึ่งมีพลังงานสะสมอยู่ และสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นก็จะถูกถ่ายทอดไปสู่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศทั้งในรูปของสารอาหาร และเชื้อเพลิง ถ้าพืชสีเขียวสามารถสร้างสารอินทรีย์มาก ระบบนิเวศก็จะมีการไหลเวียนของพลังงานมาก เป็นผลให้เกิดการรักษาสมดุลของสสารต่าง ๆ ที่เข้าสู่

ระบบนิเวศทำให้ระบบนิเวศสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.6 การหมุนเวียนของสสารในระบบนิเวศ(Matter Cycling in Ecosystem)

ในธรรมชาติระบบนิเวศ ประกอบไปด้วยพืช สัตว์ จุลินทรีย์ และแร่ธาตุต่าง ๆ ส่วนประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตจะมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศไว้ การรักษาสมดุลของระบบนิเวศจะเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดพลังงาน การหมุนเวียนของสสารเป็นวัฏจักรและการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับแร่ธาตุต่าง ๆ ในธรรมชาติอย่างมาก เริ่มจากความต้องการสารอาหารของพืช (plant nutrients) เป็นอันดับแรกเพราะถือว่าพืชเป็นผู้ผลิตที่มีความสำคัญสูงสุด ซึ่งเราพบว่าธาตุอาหารที่สำคัญของพืชที่ได้จากดินมี 13 ธาตุคือ N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn, Cl ได้จากน้ำและอากาศ 4 ธาตุคือ H, O C, N โดยธาตุที่พืชต้องการปริมาณมากคือ N, P, K, Ca, Mg, S ธาตุกลุ่มนี้จึงมีโอกาสขาดแคลนได้ง่าย มนุษย์จึงเติมปุ๋ยซึ่งมีธาตุอาหาร เหล่านี้เพิ่มในดินเพื่อให้พืชสามารถนำไปใช้ Fe และ Mn มีมากตามธรรมชาติอยู่แล้วจึงไม่ค่อยขาดแคลน แต้มีมากเกินไปจะเป็นพิษต่อพืช ส่วน B นั้นในธรรมชาติมีน้อย จึงมีโอกาสขาดแคลนได้มาก

ปุ๋ยเคมีซึ่งมนุษย์เติมลงไปในดินเพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชจะมีสัดส่วนของธาตุหลักอยู่ 3 ธาตุคือ N, P และ K โดยสมบัติของธาตุแต่ละตัวเป็นดังนี้คือ

(1) ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุที่มีมากในบรรยากาศอยู่ในรูปของแก๊สไนโตรเจน เฉพาะจุลินทรีย์เท่านั้นที่สามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้ พืชชั้นสูงโดยทั่วไปไม่สามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้ พืชใช้ N ในรูปของ No_3^- และ NH_4^+ ซึ่งได้จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุและฮิวมัส

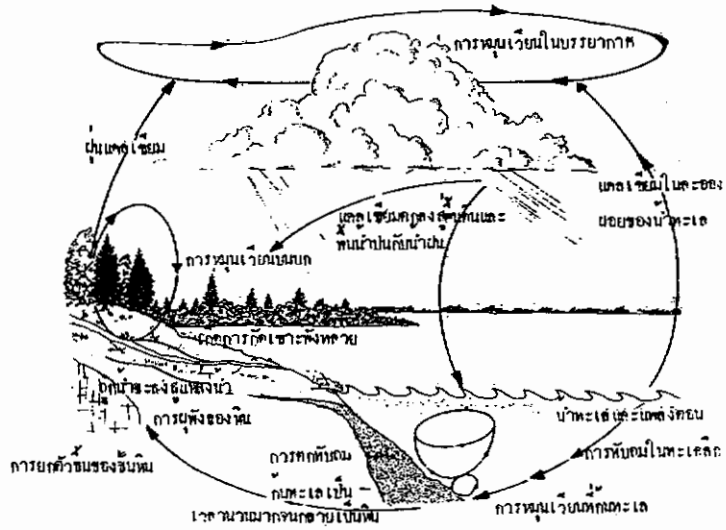
(2) ฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุที่มีมากในหินฟอสเฟต และอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่อยู่ในรูปของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยาก ถ้าไม่อยู่ในรูปของสารละลายพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นพืชมีโอกาสขาดฟอสฟอรัสทั้ง ๆ ที่มีฟอสฟอรัสอยู่มากในดิน

(3) โปตัสเซียม (K) มีในหินและแร่หลายชนิด พืชใช้โปตัสเซียมในรูปของ K^+ ซึ่งละลายในน้ำได้ดี เนื่องจากเกลือของโปตัสเซียมมีความเข้มสูง จึงควรระวังเมื่อใส่ปุ๋ยพวกนี้อย่าให้มากเกินไป และอย่าให้ชิดกับต้นหรือรากพืชเพราะจะเป็นอันตรายแก่พืชได้

ในธรรมชาติธาตุอาหารที่พืชต้องการมีการเคลื่อนย้ายจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่สิ่งมีชีวิต และจากสิ่งมีชีวิตปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมเราเรียกการหมุนเวียนนี้ว่า วัฏจักรชีวธรณีเคมี (biogeochemical cycle) การหมุนเวียนจะต้องผ่านทั้งโลกของสิ่งมีชีวิตและโลกของวัตถุธาตุ แหล่งสะสมธาตุอาหารของพืชแหล่งใหญ่ที่สุดได้แก่ มหาสมุทร เพราะมีพื้นที่มากถึง 70 % ของผิวโลกทั้งหมด อากาศเป็นแหล่งสะสมพวกแก๊สและฝุ่นละออง พื้นดินเป็นแหล่งสะสมอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ น้ำเป็นตัวเชื่อมโยงที่สำคัญของการหมุนเวียนของสสารเป็นวัฏจักร โดยเฉพาะในน้ำฝนจะมีสารอาหารของพืช เช่น Ca, Na, Mg, K, NH_4, NO_3, S, Si และ Al ปะปนอยู่ด้วย

การหมุนเวียนของสสารในระบบนิเวศสามารถแบ่งได้ตามชนิดของธาตุหรือสสารหลักที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ภายในระบบนิเวศที่เราพิจารณา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1 วัฏจักรของแคลเซียม



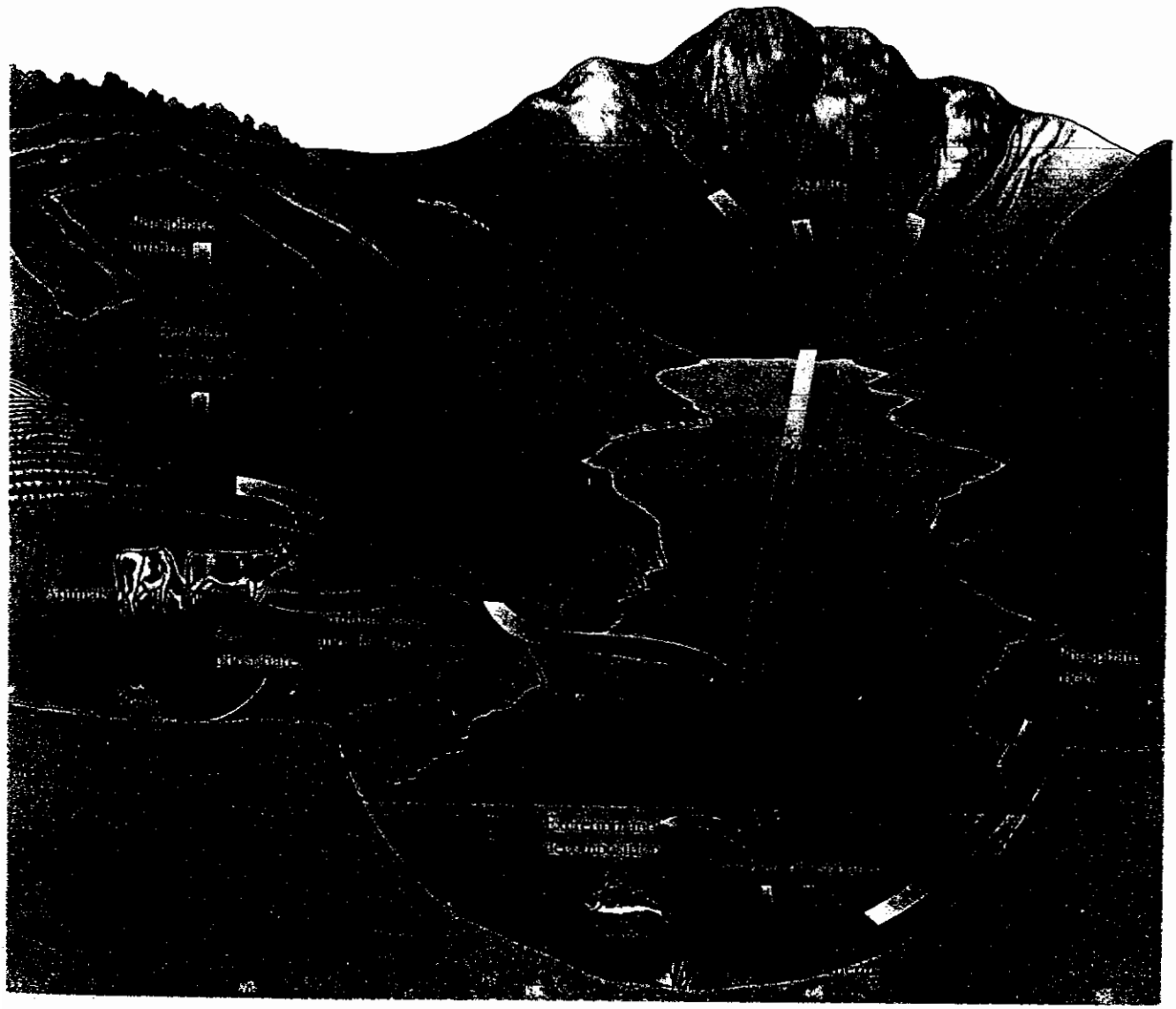
รูปที่ 2.10 วัฏจักรของแคลเซียม

ในวัฏจักรของแคลเซี่ยม (รูปที่ 2.10) จะเห็นได้ว่าสารประกอบของแคลเซียมในหินเมื่อถูกน้ำชะลงสู่แหล่งน้ำ และเกิดการกัดเซาะพังทลาย ส่วนหนึ่งจะไหลลงสู่ดินและพืชดูดซึมไปใช้ประโยชน์ซึ่งเราเรียกว่าการหมุนเวียนบนบก (terrestial cycles) อีกส่วนหนึ่งจะอยู่ในทะเล ในน้ำทะเลซึ่งอาจถูกแพลงตอนดูดซึมไปใช้และตกลงสู่ใต้ทะเล หรือไม่เช่นนั้นก็จะปะปนในละอองฝอยของน้ำทะเลสู่บรรยากาศ และตกลงมาปนกับน้ำฝนสู่ทะเลและบกต่อไป ส่วนที่อยู่ใต้ทะเลก็จะมีการหมุนเวียนทางห่วงโซ่อาหาร และจะตกตะกอนทับถมที่ก้นทะเลเป็นเวลานานจนกลายเป็นหิน และเมื่อมีการยกตัวของชั้นหินกลายเป็นหินบนบก เมื่อถูกน้ำกัดเซาะอีกก็จะเกิดการผุพังของหินตามกาลเวลา กลายเป็นแคลเซี่ยมในดินให้พืชใช้ต่อไป

2 วัฏจักรของฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบภายในเซลของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดโดยเฉพาะองค์ประกอบของ DNA , RNA และ ATP วัฏจักรของฟอสฟอรัส (รูปที่ 2.11) เริ่มต้นพิจารณาจากแหล่งสะสมโดย แหล่งสะสมฟอสฟอรัสที่สำคัญคือในดินและหินเมื่อดินและหินถูกชะล้างตามธรรมชาติจะได้สารฟอสฟอรัสซึ่งรากพืชดูดซึมไปใช้ได้ สารประกอบฟอสฟอรัสที่สร้างขึ้นโดยพืชจะถูกส่งต่อไปยังสัตว์ทางห่วงโซ่อาหาร เมื่อพืชและสัตว์ตายลงฟอสฟอรัสจะถูกปล่อยออกมาจากซากผุพังของสิ่งมีชีวิตและทับถมในแหล่งน้ำ ซึ่งแพลงตอนพืชสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ แล้วส่งต่อไปตามห่วงโซ่อาหาร ฟอสเฟตส่วนที่ทับถมในดินจะถูกพืชนำมาใช้ได้ ส่วนที่ตกลงสู่ก้นบ่อ ทะเล หรือมหาสมุทร จะนำกลับมาใช้ได้โดยการหมุนเวียนของกระแสน้ำจนมาสู่ระดับที่มีแสง แพลงตอนพืชจึงจะสามารถนำไปใช้ได้ถ้าแพลงตอนพืชตายลง แบคทีเรียจะเป็นตัวทำให้มีการย่อยสลายได้ฟอสเฟตกลับมาใช้ได้อีก

ฟอสฟอรัสบางส่วนถูกหมุนเวียนกลับมาสู่พื้นดินโดยนกกินปลา ถ่ายมูลทับถมไว้ตามถ้ำซึ่งสามารถนำมูลนกมาใช้ทำปุ๋ยได้ ตามธรรมชาติการหมุนเวียนฟอสฟอรัสกลับมาสู่พื้นดินไม่เพียงพอกับส่วนที่เสียลงน้ำ และบางส่วนหายไปในก้นมหาสมุทร ดังนั้นในปัจจุบันจึงต้องมีการเติมปุ๋ยฟอสเฟตลงในดินเพื่อให้มีฟอสเฟตใช้เพียงพอเพิ่มผลผลิตทางเกษตร

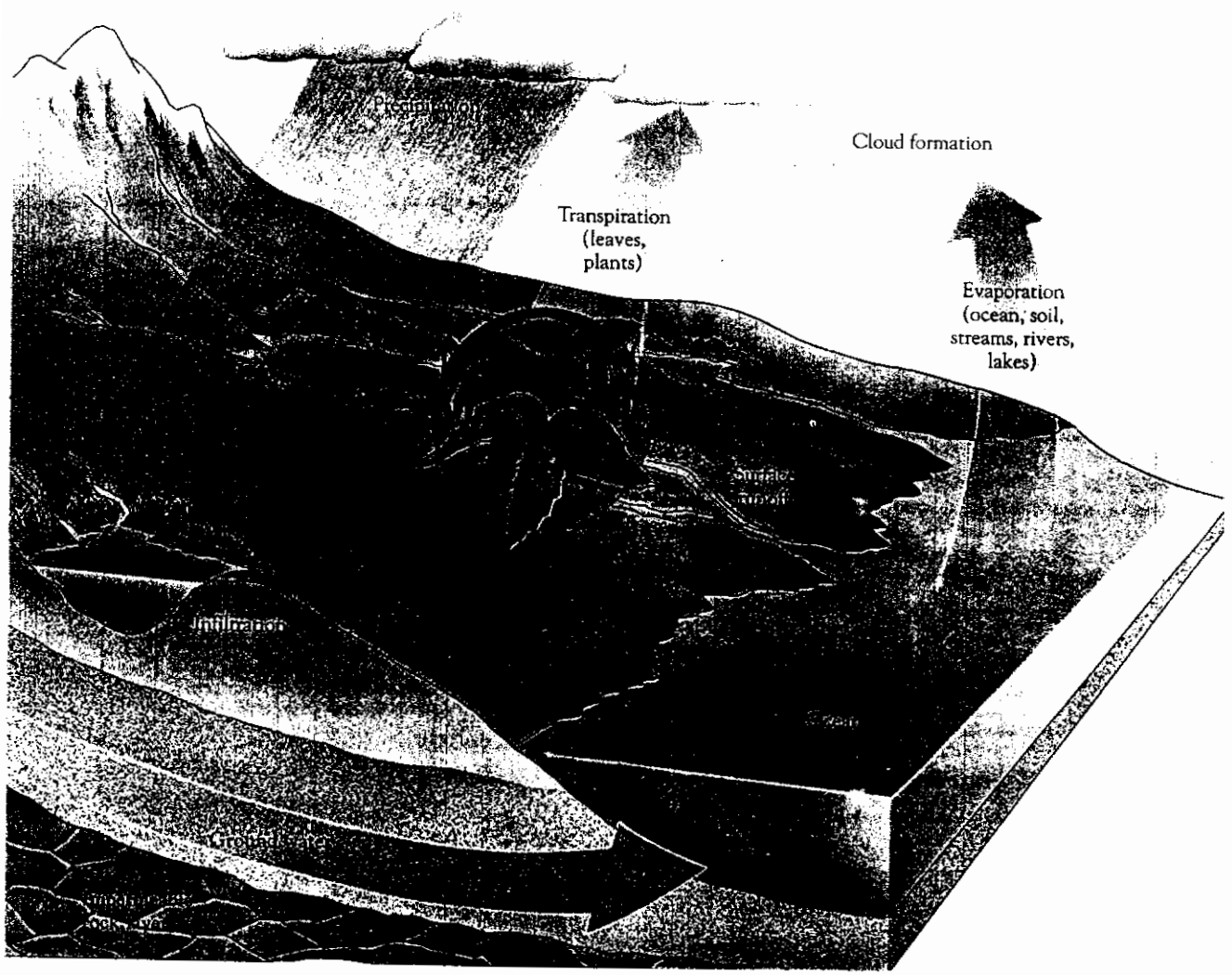


รูปที่ 2.11 วัฏจักรของฟอสฟอรัส

3 วัฏจักรของน้ำ

ปริมาณน้ำบนผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แหล่งน้ำที่สำคัญของโลกได้แก่มหาสมุทร ทะเลสาบ แม่น้ำลำคลอง แหล่งน้ำใต้ดิน ไอน้ำในอากาศ และน้ำที่อยู่ภายในสิ่งมีชีวิตซึ่งโดยทั่วไปแล้วมีเพียงร้อยละ 0.005 ของน้ำทั้งหมดบนผิวโลก

วัฏจักรของน้ำเริ่มต้นพิจารณาจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดของระบบนิเวศ พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ทำให้น้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ ระเหยกลายเป็นไอ พืชเมื่อได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ก็จะมีการคายน้ำออกสู่บรรยากาศ ไอน้ำจากแหล่งต่าง ๆ เมื่อลอยขึ้นสู่บรรยากาศก็จะรวมตัวกันเป็นเมฆแล้วตกลงมาเป็นฝน บางส่วนถูกดูดเก็บไว้ในดิน ส่วนที่ไม่ดูดเก็บก็จะไหลลงสู่แม่น้ำลำธาร ทะเลและมหาสมุทร น้ำในดินเมื่อไหลลงสู่ชั้นหินใต้ดินก็จะถูกเก็บกักไว้เป็นแหล่งน้ำบาดาล ซึ่งอาจกลับขึ้นสู่ผิวโลกตามธรรมชาติเป็นน้ำพุ หรือด้วยการขุดเจาะน้ำกลับมาใช้ น้ำส่วนที่อยู่ในดินจะถูกดูดมาใช้โดยพืช ส่วนสัตว์จะได้รับน้ำโดยตรงจากแหล่งน้ำหรือได้รับจากพืช และจะปล่อยน้ำออกมากับของเสียหรือจากการหายใจกลับคืนสู่บรรยากาศ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าน้ำสามารถหมุนเวียนเข้าสู่สิ่งมีชีวิตแล้วกลับออกมาสู่สิ่งแวดล้อมได้ (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 วัฏจักรของน้ำ

4 วัฏจักรของไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุ C,H และ O มาก วัฏจักรไนโตรเจนมีความสลับซับซ้อนและเป็นวัฏจักรที่สมบูรณ์ การหมุนเวียนเป็นวัฏจักรต้องเกี่ยวข้องกับสารอินทรีย์หลายชนิด แต่ละชนิดจะมีบทบาทเกี่ยวข้องเฉพาะตอนหนึ่งตอนใดของวัฏจักรเท่านั้น แม้สิ่งมีชีวิตจะอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ประกอบด้วยไนโตรเจนมากถึง 79 %ก็ตาม แต่จะมีสิ่งมีชีวิตไม่กี่ชนิดเท่านั้น ที่สามารถใช้ไนโตรเจนโดยตรงในรูปของแก๊ส อีกประการหนึ่งก็คือการถ่ายไนโตรเจนออกมาในรูปของเสียจะอยู่ในสภาพแก๊สเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ไนโตรเจนสามารถหมุนเวียนเป็นวัฏจักรโดยกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้ คือ

4.1) การจับหรือตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixation)ในบรรยากาศมีไนโตรเจนอิสระอยู่มากแต่สิ่งมีชีวิตไม่สามารถนำไปใช้ การนำไปใช้ต้องอยู่ในรูปของสารประกอบเช่น แอมโมเนีย ไนเตรท ยูเรีย โปรตีน และ กรดนิวคลีอิค เป็นต้น โดยปกติไนโตรเจนในบรรยากาศจะถูกตรึงแล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปไนเตรทเป็นส่วนใหญ่ก่อนเข้าสู่กระบวนการทางชีวภาพ การตรึงไนโตรเจนในบรรยากาศมี 2 กระบวนการ คือ

1) กระบวนการทางฟิสิกส์และเคมี (Electrochemical and Photochemical Fixation) ซึ่งจะต้องอาศัยปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า และการตกของอุกาบาต ทำให้เกิดพลังงานสูงพอที่จะเปลี่ยนไนโตรเจนในอากาศให้อยู่ในรูปสารประกอบที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ได้

2) ขบวนการทางชีวภาพ (Biochemical Fixation) สิ่งมีชีวิตจำพวกแบคทีเรียและสาหร่ายบางชนิดมีความสามารถจับไนโตรเจนอิสระ และเปลี่ยนไปเป็นไนเตรทได้ สิ่งมีชีวิตประเภทนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

พวกที่ 1 ตัวจับไนโตรเจนที่ต้องมีชีวิตร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น (symbiotic nitrogen fixers) ส่วนใหญ่เป็นพวกแบคทีเรียและรา เช่น แบคทีเรียสกุล Rhizobium ซึ่งอาศัยอยู่ในปมรากถั่วแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ปกติ Rhizobium จะอาศัยบริเวณคอร์เทกซ์ของราก การตรึงไนโตรเจนจึงเกิดบริเวณนี้ แบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์จะอาศัย

อยู่กับบางชนิด หรือบางสายพันธุ์เท่านั้น อาจเป็นเพราะสารบางอย่างที่พืชตระกูลถั่วแต่ละชนิดสกัดมาจะไม่เหมือนกัน

การตรึงไนโตรเจนนั้น เอมไซม์ไนโตรจิเนส (nitroginase) มีจะบทบาทในการเปลี่ยนไนโตรเจนในอากาศให้อยู่ในรูปของแอมโมเนีย โดยรวมตัวกับไฮโดรเจนดังสมการ

$$N_2 \longrightarrow 2N$$

$$2N + 3H_2 \longrightarrow 2NH_2$$

การเคลื่อนย้ายกลุ่มอะมิโน (transamination) จะทำให้เกิดกรดอะมิโนหลายชนิดที่สามารถจะนำไปสร้างสารประกอบโปรตีนต่อไป

พวกที่ 2 ตัวจับไนโตรเจนที่ดำรงชีวิตอิสระ (free-living nitrogen fixers) ได้แก่พวก สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำพวก anabaena แบคทีเรีย และยีสต์ โดยที่ azotobacter clostridium มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนได้ดีที่สุด จุลินทรีย์เหล่านี้สามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนมาเป็นเกลือไนเตรทจึงเรียกจุลินทรีย์เหล่านี้ว่า nitrogen fixing microorganism การตรึงไนโตรเจนในอากาศภายในโลกของสิ่งมีชีวิตกระทำได้ปีละประมาณ 140-700 มิลลิกรัม/ตารางเมตร โดยที่ส่วนใหญ่เป็นการตรึงทางชีวภาพ

2) การสร้างแอมโมเนีย (ammonification) เมื่อแก๊สไนโตรเจนถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของไนเตรทแล้วจะถูกดูดซึมนำไปสร้างเป็นโปรโตพลาสซึม โดยอยู่ในรูปของโปรตีนหรือกรดอะมิโน ซึ่งจะถูกถ่ายทอดไปตามลำดับขั้นของการบริโภค จากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารในร่างกายของสิ่งมีชีวิต กรดอะมิโนบางส่วนที่มากเกินพอจะเปลี่ยนแปลงไปในกระบวนการ ขจัดกลุ่มอะมิโน (deamination) โดยสูญเสียกลุ่มอะมิโนและได้เป็นแอมโนเนีย ซึ่งในสัตว์น้ำแอมโมเนียที่เหลือใช้จะถูกขับถ่ายออกมาเป็นของเสียในรูปแอมโมเนียโดยตรง สำหรับสัตว์บกจะถูกเปลี่ยนเป็น ยูเรีย(urea) ในสัตว์ปีกและสัตว์เลื้อยคลานจะถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นกรดยูริค(uric acid)แล้วจึงขับออกจากร่างกาย

เมื่อสิ่งมีชีวิตทุกระดับขั้นการบริโภคตายลง สารประกอบ ไนโตรเจน เช่น โปรตีน กรดนิวคลีอิค กรดอะมิโน และยูเรียจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ต่าง ๆ ทั้งราและแบคทีเรีย จนในที่สุดจะได้สารประกอบแอมโมเนีย

จุลินทรีย์กลุ่มที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายซากอินทรีย์ให้กลายเป็นแก๊สต่าง ๆ เช่น CH_4, H_2S, H_2, CO_2 และ NH_3 เรียกแบคทีเรียกลุ่มนี้ว่า putrefying bacteria สำหรับแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ย่อยสลายซากอินทรีย์ให้เป็นแก๊สแอมโมเนีย มีชื่อเรียกตามหน้าที่ว่า ammonifying bacteria

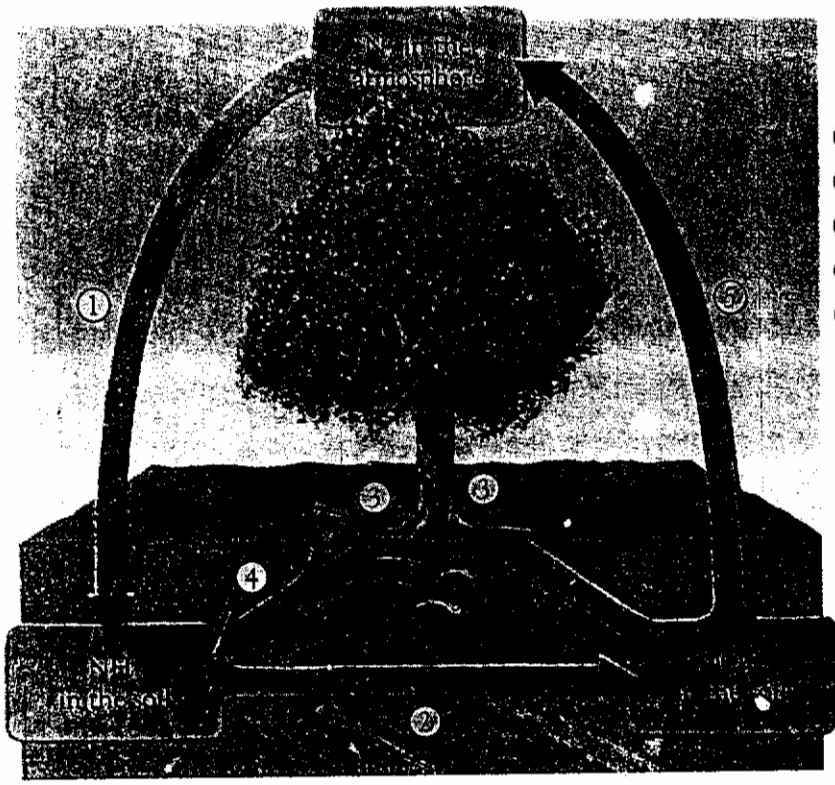
แก๊สแอมโมเนียเป็นพิษต่อเซล แต่ถ้ารวมกับไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในดินจะกลายเป็น NH_4^+ ซึ่งพืชบางชนิดสามารถดูดเอาไปใช้ประโยชน์ได้

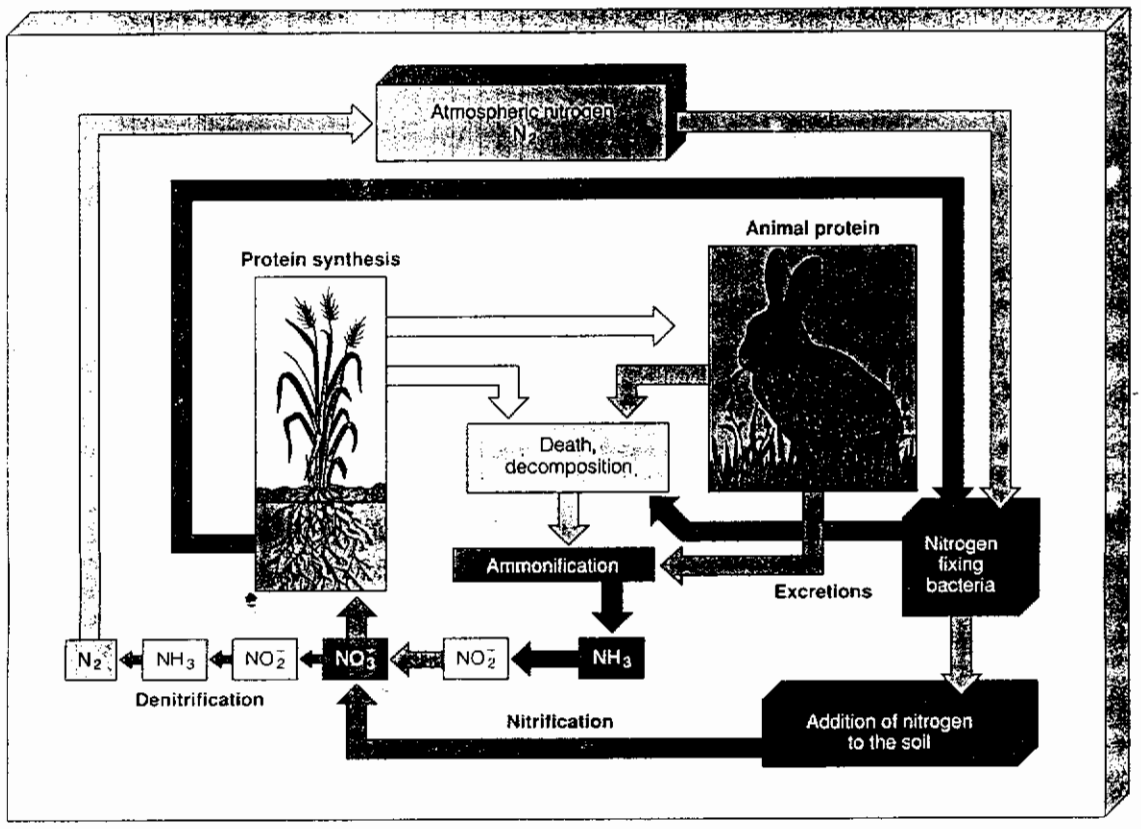
3) การสร้างไนเตรท (nitrification) เมื่อไนโตรเจนในรูปของสารประกอบแอมโมเนียเข้าสู่วัฏจักรอีกครั้งหนึ่งแล้ว บางส่วนจะถูกพืช และจุลินทรีย์บางชนิด เช่น แบคทีเรียในทะเลพวกเฮทเทอโรทรอพนำไปใช้ อย่างไรก็ตามแอมโมเนียส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบไนเตรท เราเรียกกระบวนการนี้ว่า กระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification)แบคทีเรียพวกที่มีบทบาทในกระบวนการนี้เรียกว่าไนตริไฟอิง แบคทีเรีย (nitrifying bacteria) ซึ่งเป็นพวกที่สร้างอาหารด้วยตนเองโดยวิธีสังเคราะห์เคมี (chemosynthetic autotrophs)

กระบวนการสร้างไนเตรทแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ก. การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียเป็นไนโตรต์ (nitrosification) โดยแบคทีเรียบางชนิด เช่น nitrosomonas , nitrosocystis และ nitrosoccus ดังสมการ

$$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O$$





รูปที่2.13 วัฏจักรของไนโตรเจน

ข. การเปลี่ยนแปลงไนโตรต์เป็นไนเตรท (nitrification) โดยอาศัยแบคทีเรียพวก nitrobacter และ nitrosococcus ดังสมการ

$$HNO_2 + O_2 \longrightarrow HNO_3$$

ปฏิกิริยาทั้ง ก และ ข ต่างก็ใช้แก๊สออกซิเจนเข้าร่วมทำปฏิกิริยา จึงจัดกระบวนการเหล่านี้เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ดังนั้น nitrifying bacteria เหล่านี้จึงเป็นแบคทีเรียที่หายใจโดยใช้แก๊สออกซิเจน (areobic bacteria) ด้วยเหตุนี้เราจึงต้องพรวนดินให้อากาศถ่ายเท แบคทีเรียเหล่านี้จะได้นำแก๊สออกซิเจนไปใช้ในปฏิกิริยาได้

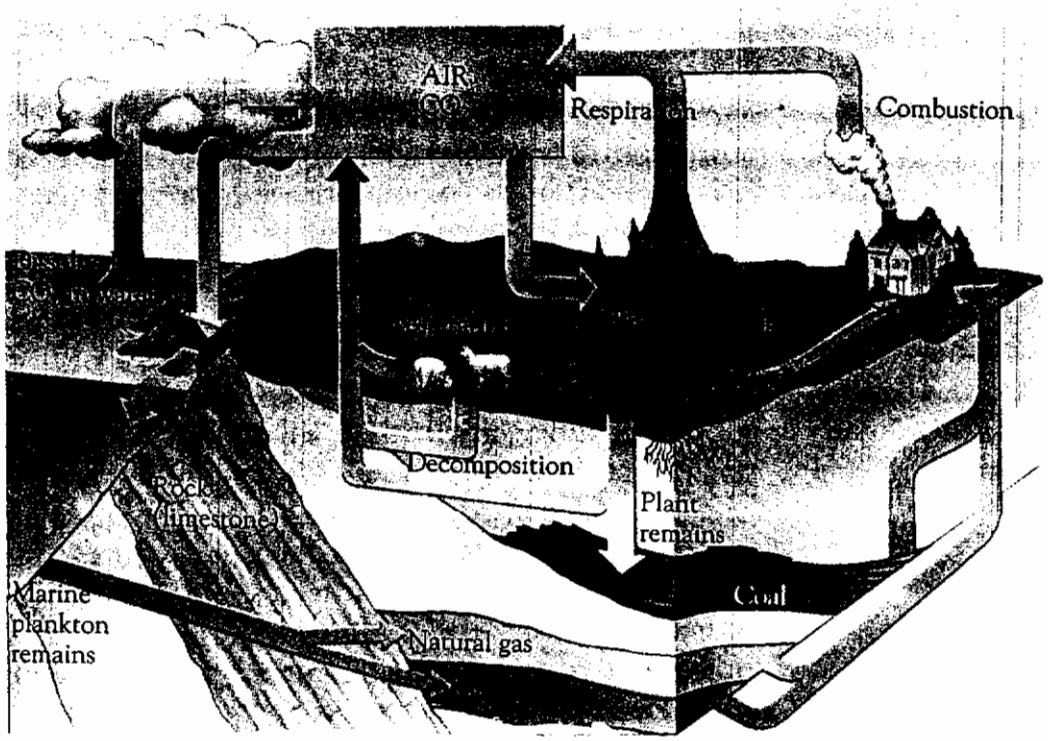
4) การสร้างไนโตรเจน(denitrification)ปกติสารประกอบไนเตรทในดินมักถูกชะล้างได้โดยง่าย จึงเป็นโอกาสที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และบางส่วนจะเคลื่อนที่ไปตามการไหลของน้ำใต้ดินสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม มีแบคทีเรียพวกหนึ่งชื่อว่าดีไนตริไฟอิงแบคทีเรีย (denitrifying bacteria) สามารถเปลี่ยนแปลงไนเตรทให้กลับคืนเป็นแก๊สไนโตรเจนในอากาศได้อีก ตัวอย่างของแบคทีเรียที่มีส่วนในการสร้างไนโตรเจนดังกล่าวคือพวก pseudomonas , micrococus และ chromobacterium เป็นต้น กระบวนการดังกล่าวทั้งหมดช่วยให้ไนโตรเจนหมุนเวียนเป็นวัฏจักรในระบบนิเวศ (รูปที่ 2.13)

5 วัฏจักรของคาร์บอน

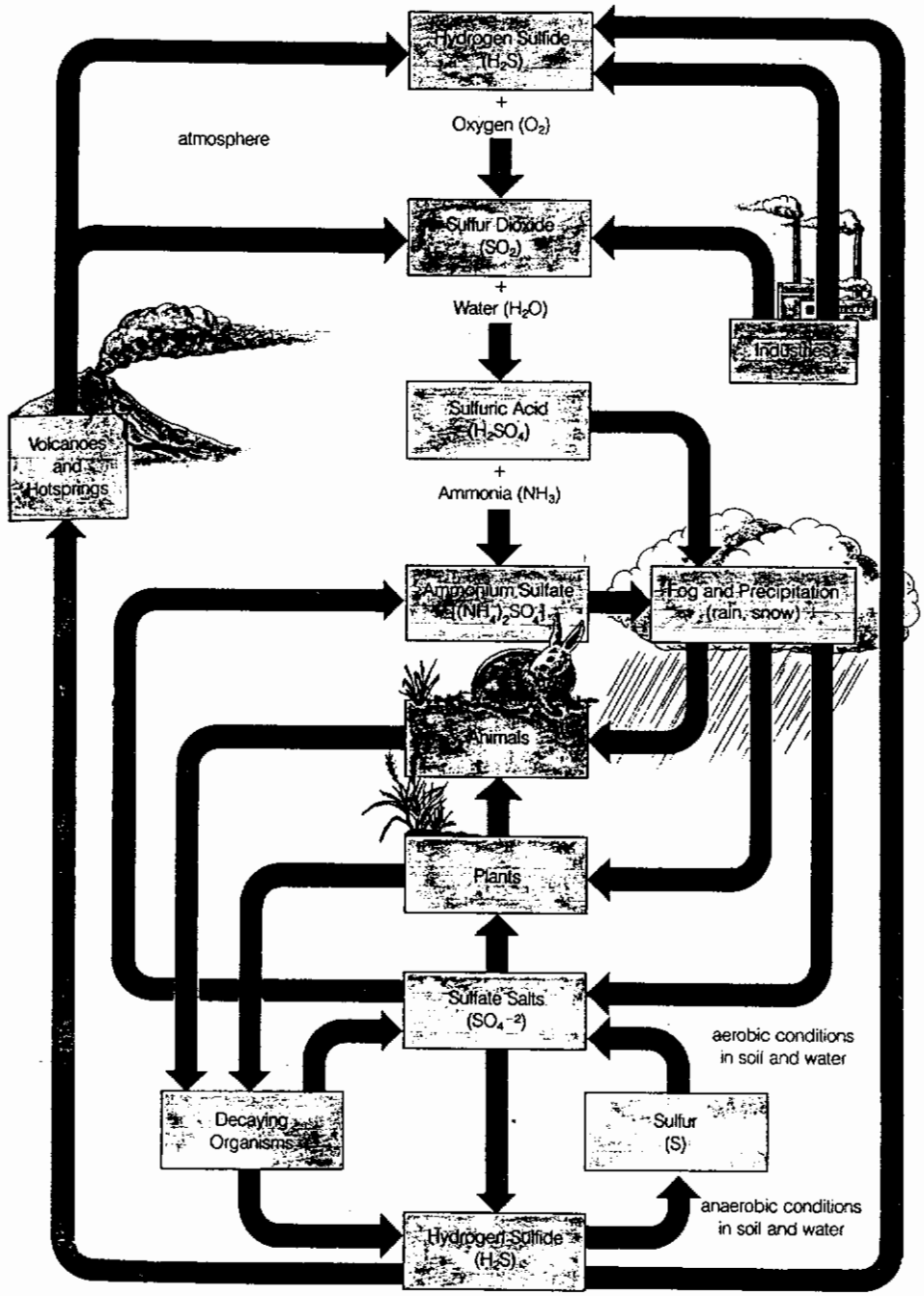
สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการคาร์บอน เพราะคาร์บอนเป็นธาตุหลักในสารประกอบไม่ว่าจะเป็นโปรตีน คาร์บอไฮเดรต หรือโมเลกุลของสารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด คาร์บอนสามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยการหมุนเวียนระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในรูปของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในบรรยากาศ ส่วนในทะเลและมหาสมุทรจะอยู่ในรูปของคาร์บอเนต(CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต(HCO_3^-) ซึ่งเป็นคาร์บอนไดออกไซด์อิสระโดยมีปริมาณสูงถึง 50 เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศหรือในน้ำเมื่อเข้าสู่พืชจะถูกสร้างเป็นสารอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง สารอาหารเหล่านี้สามารถถ่ายทอดต่อไปยังสัตว์ทาง

ห่วงโซ่อาหาร พืชและสัตว์จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศโดยกระบวนการหายใจ เมื่อพืชและสัตว์ตายลงจะถูกผู้ย่อยสลายเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ โดยบางส่วนของพืชที่ตายจะทับถมกันในดินกลายเป็นถ่านหิน และน้ำมัน มนุษย์สามารถนำกลับมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรูปเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuels) และนำมาใช้ในการเผาไหม้ (Combustion) คาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศอีกครั้งหนึ่ง (รูปที่ 2.14) นอกจากนี้ยังได้จากการระเบิดของภูเขาไฟเป็นครั้งคราว



รูปที่ 2.14 วัฏจักรของคาร์บอน



รูปที่ 2.15 วัฏจักรของกำมะถัน

6 วัฏจักรของกำมะถัน

ธาตุกำมะถันเป็นส่วนประกอบของโปรตีนบางชนิด แต่แหล่งสะสมธาตุกำมะถันแหล่งใหญ่จะอยู่ในดิน ซึ่งอาจอยู่ในรูปของกำมะถันบริสุทธิ์แถบภูเขาไฟ บริเวณน้ำพุร้อน หรือในรูปของสารประกอบซัลเฟต ในบรรยากาศธาตุกำมะถันจะอยู่ในรูปของซัลเฟอร์ไดออกไซด์

สิ่งมีชีวิตไม่สามารถนำก๋ามะถันบริสุทธิ์มาใช้หมุนเวียนและสร้างเป็นสารประกอบได้ ต้องดูดซึมทางรากพืช โดยที่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งได้มาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์รวมกับน้ำในบรรยากาศตกลงมาเป็นฝนที่มีกรดซัลฟิวริกลงสู่ดิน สารประกอบซัลเฟตบางชนิดที่อยู่ในดินเมื่อถูกกรดซัลฟิวริกจะแตกตัวได้เป็นซัลเฟต รากพืชก็จะดูดซึมเข้าไปพร้อมกับน้ำเพื่อสร้างเป็นสารประกอบอินทรีย์ต่อไป เมื่อพืชหรือสัตว์ที่กินพืชเข้าไปตายก็จะทับถมลงบนดินซึ่งในดินก็จะมีจุลินทรีย์มาย่อยสลายสารอินทรีย์ของพืชจนได้เป็นสารประกอบซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า มิเนอแรไลเซชั่น (mineralization)

สำหรับแร่ก๋ามะถันที่อยู่ในดินและหินเมื่อถูกชะล้างด้วยกระบวนการกัดกร่อนตามธรรมชาติเกิดเป็นสารประกอบซัลไฟต์ แล้วจึงถูกออกซิไดส์ได้ซัลเฟตซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้ ในกรณีที่ซัลเฟตถูกชะล้างไปกับน้ำก็จะมีพวกแอนาโรบิกแบคทีเรียมารีดิวซ์ซัลเฟตให้เป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์และออกซิเจนกลับคืนสู่บรรยากาศ เมื่อถูกฝนก็ละลายปนมากับน้ำลงสู่พื้นดินและน้ำได้อีก (รูปที่ 2.15)

สารประกอบไฮโดรเจนซัลไฟด์ในส่วนที่ไม่กลับคืนสู่บรรยากาศแต่คงสะสมอยู่ในดินและโคลนนั้น ถึงแม้จะไม่มีออกซิเจน แต่เมื่อถูกแสงแดดก็จะถูกแบคทีเรียออกซิไดส์ให้เป็นซัลเฟอร์และซัลเฟตได้ ไฮโดรเจนซัลไฟด์เมื่อรวมตัวกับเหล็กในดินได้สารประกอบเฟอรัสซัลไฟด์ (FeS) และเฟอรัสไดซัลไฟด์ (FeS_2) ซึ่งหายไปจากวัฏจักร แต่สามารถกลับคืนสู่บรรยากาศได้ในรูปของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และซัลเฟตโดยการระเบิดของภูเขาไฟและกระบวนการกัดกร่อนตามธรรมชาติ การนำถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียมมาเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมเป็นการนำก๋ามะถันกลับคืนสู่บรรยากาศในรูปของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นซัลเฟตเมื่อสัมผัสกับความชื้น แล้วตกลงมาพร้อมกับฝนสู่พื้นดินและน้ำได้

แบคทีเรียพวก thiobacilus สามารถสังเคราะห์กรดซัลฟิวริกจากก๋ามะถันที่อยู่ในดิน ความเป็นกรดของดินบางครั้งก็เกิดประโยชน์เพราะทำให้ธาตุต่าง ๆ เช่น K , Ca , Mn , Mg และ Al ถูกเปลี่ยนให้อยู่ในสภาพที่รากของพืชจะดูดซึมไปใช้ได้ และยิ่งไปกว่านี้ยังเป็นการเสริมให้ฟอสเฟตที่มีอยู่ในดินแล้วถูกรากพืชดูดซึมได้มากขึ้น ส่วนการมี

อุตสาหกรรมปิโตรเลียมมากในบริเวณใดบริเวณหนึ่งเกิดเป็นผลเสีย เพราะทำให้บรรยากาศแถบนั้นมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงเกินไป เมื่อมีฝนตกจึงเป็นฝนกรด ทำความเสียหายต่อพืชและสิ่งก่อสร้างได้

2.2.7 การอยู่รวมกันของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ในระบบนิเวศความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่เป็นสมาชิกในระบบนิเวศ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพที่คอยเกื้อหนุนระบบนิเวศ จะเกิดขึ้นภายในแหล่งที่อยู่ที่สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบกิจกรรมร่วมกัน การศึกษาเพื่อที่จะได้ทราบว่าสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร เมื่อมาดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันภายในระบบนิเวศ จะต้องเริ่มศึกษาตั้งแต่ความสำคัญของแหล่งที่อยู่ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ระดับการรวมกลุ่มของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ตามลำดับ

1) ความสำคัญของแหล่งที่อยู่ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

แหล่งที่อยู่เป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่เป็นสถานที่หรือบริเวณที่สิ่งมีชีวิตใช้เป็นที่อยู่อาศัย หาอาหาร หลบภัยจากศัตรู และสืบพันธุ์ ความหมายของแหล่งที่อยู่ทางนิเวศวิทยาถือว่าเป็นสถานที่อย่างไรก็ได้ เช่นในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์จะเป็นแหล่งที่อยู่ของแบคทีเรียหลายชนิด ต้นไม้เป็นแหล่งที่อยู่ของแมลงและนก ในธรรมชาติแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตจะมีขอบเขตและขนาดแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ขนาดเล็ก เช่น ในลำไส้ปลวกจะมีโปรโตซัวอาศัยอยู่ หรือขอนไม้เป็นที่อาศัยของเห็ดรา ส่วนแหล่งที่อยู่ที่มีขนาดใหญ่ เช่น ทะเล หรือมหาสมุทร ก็จะเป็นที่อยู่อาศัยของพืชน้ำและสัตว์น้ำ เป็นต้น

สิ่งมีชีวิตอาจใช้สถานที่แห่งใดแห่งหนึ่ง เป็นแหล่งที่อยู่อย่างถาวร หรือชั่วคราว และเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการดำรงชีวิต เช่น นกบางชนิดจะมีการอพยพเปลี่ยนแปลงแหล่งที่อยู่ตามฤดูกาล นักนิเวศวิทยาแบ่งแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตตามสภาพทางภูมิศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือแหล่งที่อยู่บนบก (teresstrial habitat) และแหล่งที่อยู่ในน้ำ (aquatic habitat) ซึ่งแต่ละประเภทยังแบ่งย่อยออกไปอีกมากมายเป็นต้นว่า แหล่งที่อยู่บนผิวดิน (ground habitat) แหล่งที่อยู่น้ำจืด

(fresh water habitat) แหล่งที่อยู่ในทะเลหรือมหาสมุทร (marine habitat) การแบ่งย่อยเช่นนี้เพื่อความสะดวกในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่แต่ละประเภท ซึ่งมีปัจจัยเกื้อหนุนต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันออกไป

การดำรงชีวิตของสมาชิกในระบบนิเวศ นอกจากจะต้องพึ่งพาอาศัยปัจจัยเกื้อหนุนทางกายภาพและชีวภาพจากระบบแล้ว ยังต้องพึ่งพาอาหารจากสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารอินทรีย์ที่ให้พลังงานสำหรับประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ในห่วงโซ่หรือสายใยอาหาร

2) ระดับการรวมกลุ่มของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดไม่สามารถดำรงชีวิตได้เพียงลำพัง ดังนั้นในแหล่งที่อยู่แต่ละแหล่งจะพบสิ่งมีชีวิตทั้งชนิดเดียวกัน และต่างชนิดกันมาอาศัยอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มไม่มากก็น้อย การอยู่ร่วมกันจะเริ่มตั้งแต่ระดับประชากร กลุ่มสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ และโลกของสิ่งมีชีวิต ตามลำดับ

ประชากรตามความหมายทางนิเวศวิทยาหมายถึง สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอาศัยในแหล่งที่อยู่เดียวกันและในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ดังนั้นประชากรก็คือการอยู่รวมกลุ่มของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันนั่นเอง การศึกษาทางนิเวศวิทยาในระดับประชากรมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการที่สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมาอยู่ร่วมกัน เช่น อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรอย่างไร สมาชิกของประชากรควรมีขนาดเท่าใดจึงจะเหมาะสมกับแหล่งที่อยู่แต่ละแหล่ง ลักษณะการกระจายตัวทางภูมิศาสตร์ของประชากรมีแบบแผนอย่างไรเป็นต้น ประชากรสิ่งมีชีวิตที่ได้รับความสนใจและมีการศึกษามากที่สุดในปัจจุบัน คือ ประชากรมนุษย์

กลุ่มสิ่งมีชีวิต หมายถึงสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกัน หรืออาจกล่าวได้ว่ากลุ่มสิ่งมีชีวิตคือประชากรสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ประชากรที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่แต่ละแหล่งนั่นเอง เช่น กลุ่มสิ่งมีชีวิตในสระน้ำแห่งหนึ่งอาจประกอบด้วยประชากร ปลา หอย กุ้ง แหน สาหร่าย บัว เป็นต้น กลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่แต่ละแหล่ง

อาจมีขนาดแตกต่างกัน แต่จะมีลักษณะร่วมกันประการหนึ่ง คือสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีจำนวนมากน้อยไม่เท่ากัน และจะมีเพียงชนิดเดียวหรือไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่มีจำนวนมากกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่อาศัยอยู่ร่วมกัน เช่น สิ่งมีชีวิตในนาข้าว มีต้นข้าวเป็นสิ่งมีชีวิตที่เด่นชัดเพียงชนิดเดียว (dominat species) ส่วนปูนา หนูนา กบ ตั๊กแตน จะเป็นสิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิดที่มาอาศัยรวมอยู่ด้วย (associated species) ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าต้นข้าวมาก โดยทั่วไปแล้วกลุ่มสิ่งมีชีวิตบนบกมักมีพืชชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่เด่นชัดเสมอ การเรียกชื่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตทางนิเวศวิทยาจึงอาจเรียกชื่อตามสิ่งมีชีวิตที่เด่นชัด เช่น กลุ่มสิ่งมีชีวิตทุ่งหญ้า กลุ่มสิ่งมีชีวิตป่าเต็งรัง กลุ่มสิ่งมีชีวิตป่าจาก หรืออาจเรียกชื่อตามลักษณะภูมิศาสตร์ของแหล่งที่อยู่ เช่น กลุ่มสิ่งมีชีวิต ทะเลสาบ กลุ่มสิ่งมีชีวิตป่าชายเลน เป็นต้น

3) การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) หมายถึง กระบวนการที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตพวกใดพวกหนึ่งเข้าครอบครองแทนที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตอีกพวกหนึ่งในบริเวณแหล่งที่อยู่เดียวกันอย่างมีลำดับขั้นเมื่อระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จนกระทั่งได้กลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุดยอด (climax community) ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ต่อไปเกิดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสภาวะสมดุล

ระบบนิเวศจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เช่นการเปลี่ยนฤดูกาล แต่ละช่วงฤดูกาลจะไม่มีความคงที่ เช่นฤดูร้อนบางปีสั้นและไม่ร้อนจัด แต่บางปียาวกว่าปกติและร้อนจัด สิ่งมีชีวิตจึงต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา อย่างในกรณีของสัตว์การย้ายแหล่งที่อยู่จะเกิดขึ้นเมื่อไม่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมเช่น สภาพอากาศที่ร้อนจัด หนาวจัด หรือการเกิดความอดอยากหิวโหยติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ๆ หลังจากนั้นสิ่งมีชีวิตอื่นที่เหมาะสมกว่าก็จะเข้ามาแทนที่

การเปลี่ยนแปลงแทนที่เกิดขึ้นได้ทั้งระบบนิเวศบนบกและในน้ำ ระยะเวลาและขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงแทนที่จะแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างองค์ประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตมักใช้พืชเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา เพราะมีการเจริญเติบโตอยู่กับที่และเห็นได้ชัดเจนกว่าสัตว์

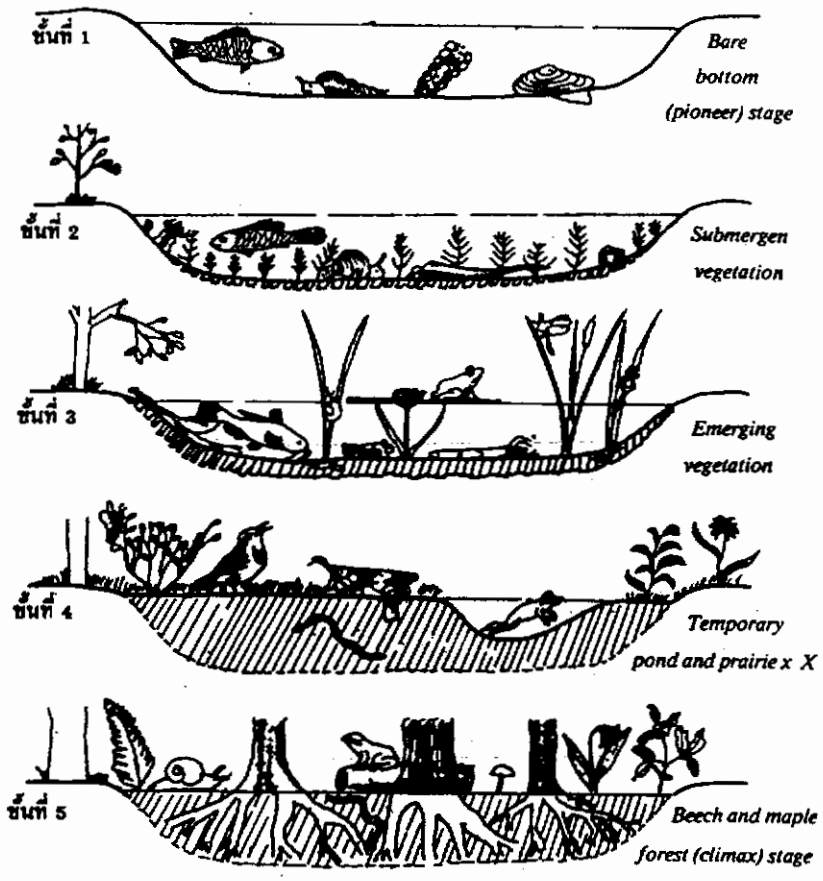
การเปลี่ยนแปลงแทนที่สามารถจำแนกตามลักษณะท้องที่ได้เป็น

1) การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ(primary succession)คือกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เริ่มจากบริเวณที่ไม่มีกลุ่มสิ่งมีชีวิตใด ๆ อยู่ก่อนเลย เพราะเป็นบริเวณท้องที่ที่เกิดใหม่ เช่นสันทรายที่โผล่จากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก หรือหินละลายจากภูเขาไฟ (lava) ที่เพิ่งเย็นตัวลงเมื่อเวลาผ่านไปนับพันปีหรือหมื่นปี

บริเวณที่ว่างเปล่าซึ่งมีแต่เฉพาะหิน ทราย และกรวด เมื่อเกิดการกัดกร่อนตามธรรมชาติและมีความชื้นพอเหมาะ แบคทีเรียสามารถนำสารเคมีที่มีอยู่ในขณะนั้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตเป็นครั้งคราวได้ สิ่งมีชีวิตแรกเริ่มที่สามารถเติบโตได้เรียกว่า สิ่งมีชีวิตชนิดบุกเบิก(pioneer species)ต่อมาเมื่อมีแร่ธาตุและสารอินทรีย์ที่เหมาะสม ไลเคนส์อาจเจริญได้จนกระทั่งพื้นที่บริเวณนั้นส่วนใหญ่จะเต็มไปด้วยไลเคนส์ ในช่วงเวลานั้นไลเคนส์เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่น เมื่อไลเคนส์ตายจะมีสารอินทรีย์ในพื้นที่ เหมาะที่มอสและลิเวอร์เวิร์ตเติบโตได้ พื้นที่แห่งนั้นก็จะถูกแทนที่ด้วยพวกมอสและลิเวอร์เวิร์ตจนเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่น ในช่วงเวลานี้ พื้นที่จะมีฮิวมัสเพิ่มมากขึ้น จนพอที่จะให้สิ่งมีชีวิตที่มีรากฝอยเจริญเติบโตได้ เมื่อมีเมล็ดของพืชอื่น เช่น หญ้า ปลิวมาตกบริเวณนี้ หญ้าจึงอาจเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่นต่อไป และในการเปลี่ยนแปลงขั้นถัดไปอาจแทนที่ด้วยพืชล้มลุก เช่น พืชตระกูลถั่ว หรือสาบเสือ จนกระทั่งถึงพืชชั้นสูงที่เป็นไม้ยืนต้นได้เป็นป่าสมบูรณ์ชนิดต่าง ๆ ที่เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุดยอด แต่ละขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ย่อมประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิด แต่จะมีเพียงไม่กี่ชนิดหรือชนิดเดียวเท่านั้นที่เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่น ดังตัวอย่างที่กล่าวมาแล้ว และการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในที่แห่งนั้นย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างทั้งสภาพภูมิอากาศ แร่ธาตุในดิน ตลอดจนสิ่งมีชีวิตที่อยู่บริเวณใกล้เคียง (รูปที่ 2.16)

2) การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ (secondary succession) คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เริ่มจากบริเวณที่เคยมีสิ่งมีชีวิตอยู่ก่อนแล้วแต่ถูกทำลายไป เช่น การสร้างเขื่อน การพังทลายของภูเขา การเกิดภูเขาไฟระเบิด ทำให้ผิวโลกเปลี่ยนแปลงและสิ่งมีชีวิตบริเวณนั้นตายลง การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิจะเกิดขึ้นได้รวดเร็วกว่าแบบปฐมภูมิ เพราะความอุดมสมบูรณ์ของอาหารมีมากกว่า การพัฒนาไปสู่กลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุดยอดของบางพื้นที่อาจใช้เวลาระหว่าง 50 ปี หรือบางพื้นที่อาจใช้มากกว่านี้ วิวัฒนาการ

ของสิ่งมีชีวิตในการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิโดยปกติจะเริ่มจากการเป็นทุ่งหญ้าแล้วเปลี่ยนสภาพไปเป็นป่าละเมาะหรือป่าไม้พุ่ม ในที่สุดก็จะกลายเป็นป่าไคลแมกซ์ (climax forest) ซึ่งเป็นขั้นที่สมบูรณ์แล้ว



รูปที่ 2.16 แสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงสภาพแหล่งที่อยู่อาศัยแบบบ่อไปสู่สภาพแหล่งที่อยู่อาศัยแบบป่าไม้พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตตามลำดับขั้น

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อม

2.3.1 วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิวัฒนาการ (evolution) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตทีละน้อยติดต่อกันเป็นเวลานาน จนกระทั่งสิ่งมีชีวิตปัจจุบันมีความแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตเดิมอย่างชัดเจน ทั้งทางด้านรูปร่างและการทำงานของร่างกาย การศึกษาว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีวิวัฒนาการอย่างไรจะต้องมีเหตุผลแสดงพอสมควรในทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งใช้หลักฐานต่าง ๆ และการพิสูจน์ในเชิงวิทยาศาสตร์อื่น ๆ มาประกอบ เพื่อให้ได้เหตุผลที่ถูกต้องที่สุด วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) วิวัฒนาการทางเคมี (chemical evolution) นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าโลกมีอายุประมาณ 4,500-5,000 ล้านปี หลังจากแตกออกจากดวงอาทิตย์ในตอนแรกจะมีกลุ่มแก๊สที่เป็นอนุภาคของธาตุต่าง ๆ ที่พบมากได้แก่อะตอมของธาตุ H, O, N และ C ซึ่งอาจจะมีอะตอมของธาตุอื่น ๆ ทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะรวมอยู่ด้วย เมื่อโลกเริ่มเย็นตัวลงอะตอมของธาตุต่าง ๆ จะทำปฏิกริยากันได้เป็นโมเลกุลของสารประกอบง่าย ๆ ขึ้น เช่น H_2O, NH_3, CH_4 เป็นต้น ไอน้ำและแก๊สต่าง ๆ จะปกคลุมและกลายเป็นชั้นบรรยากาศของโลกในตอนนั้น เมื่อโลกมีอุณหภูมิลดต่ำลงอีกไอน้ำจะจับตัวเป็นเมฆ กระทบกับความเย็นในเบื้องสูงกลั่นตัวเป็นฝนตกลงสู่พื้นโลกเนื่องจากพื้นโลกยังร้อนอยู่น้ำก็จะระเหยกลายเป็นไอกลับขึ้นไปใหม่ สภาพเช่นนี้วนเวียนอยู่เป็นเวลานานจนทำให้พื้นโลกเกิดเป็นแม่น้ำ ทะเล และมหาสมุทร แหล่งน้ำเหล่านี้มี NH_3 (gas) และ CH_4 (gas) ละลายอยู่ แก๊สเหล่านี้สามารถทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลซับซ้อนขึ้นได้ พลังงานของปฏิกริยาในระยะนั้น ได้แก่ การเกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า รวมทั้งประจุไฟฟ้าและรังสีต่างๆ จากดวงอาทิตย์คอยช่วยให้สารประกอบเหล่านั้นเกิดการรวมตัวกัน

แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลัง ได้แก่ เฮาแดน (J.B.S Haldance, ค.ศ. 1924) และโอปาริน (A.I. Oparin, ค.ศ. 1936) ได้กล่าวไว้ว่า สิ่งมีชีวิตประกอบขึ้นด้วยสารอินทรีย์ที่มีธาตุ C, N, H, O ประกอบอยู่ จึงพอจะยอมรับได้ว่า โลกขณะนั้นมีภาวะเหมาะสมที่จะทำให้ธาตุทั้ง 4 ชนิดประกอบตัวขึ้นกลายเป็นส่วนหนึ่งของสิ่งมีชีวิต

ยูเร่ส์ (Harold C.Urey. ค.ศ. 1930) และมิลเลอร์ (Stanley L. Miller, ค.ศ. 1930) ทำการทดลองพิสูจน์ว่าสารอินทรีย์เกิดจากสารอนินทรีย์ โดยนำไอน้ำ แอมโมเนีย มีเธนและไฮโดรเจน มารวมกันแล้วใช้กระแสไฟฟ้า spark ทำให้ได้สารอินทรีย์ประเภทโปรตีนขึ้นมา

คาร์วิน (Melvin Calvin, ค.ศ.1961) ได้ทำการทดลองคล้าย มิลเลอร์ โดยใช้รังสีแกมมาผ่านเข้าไปในขวดทดลอง ปรากฏว่าได้สารประกอบหลายชนิดที่พบในสิ่งมีชีวิต นอกจากนั้นยังได้สารที่ทำหน้าที่สะสมพลังงานในสิ่งมีชีวิตอีกด้วย แสดงว่าสารอินทรีย์สามารถเกิดจากสารอนินทรีย์ได้ถ้ามีพลังงานและสภาวะที่เหมาะสม จึงอาจยอมรับได้ว่าสิ่งมีชีวิตแรกนั้นเกิดจากการรวมตัวของสารอินทรีย์ในปริมาณและสภาวะที่เหมาะสม ซึ่งสภาพการณ์อย่างนี้อาจจะเกิดขึ้นเมื่อ 2,000 ล้านปี เมื่อสิ่งมีชีวิตแรกเกิดขึ้นก็จะมีวิวัฒนาการต่อไปเป็นเวลานานนับล้านปี จนกลายเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการทางเคมีของนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลัง เช่น A.I. Oparin, Harold C.Urey. และ Stanley L. Miller สามารถสรุปได้ดังนี้

monosaccharide + monosaccharide ⟶ polysaccharide

fatty acid + glycerin ⟶ fat

amino acid + amino acid ⟶ protein

purine,pyrimidine + sugar + phosphate ⟶ nucleotide

nucleotide + nucleotide ⟶ nucleic acid

nucleic acid + protein ⟶ nucleopretein

สารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นรากฐานของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโลก

(2) วิวัฒนาการทางชีววิทยา (biological evolution) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากวิวัฒนาการทางเคมีเกิดขึ้นแล้วประมาณ 3,000 ล้านปีโดยการเพิ่มจำนวนของ nucleoprotein ยังมีการดำเนินต่อไป และมีการเปลี่ยนแปลงที่

แสดงออกถึงคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิต เช่น การเพิ่มจำนวน การเป็นแบบพิมพ์ จนกระทั่งแสดงออกถึงการเป็นหน่วยของสิ่งมีชีวิตอย่างแท้จริง

กลุ่มของ nucleoprotein เสมือนกับเป็นสิ่งมีชีวิตแรกหรือเซลที่เกิดขึ้นในสมัยแรกและจะแสดงคุณสมบัติเพิ่มขึ้น เช่นมีกระบวนการหายใจ มีการใช้โมเลกุลของสารต่าง ๆ เป็นแหล่งพลังงานและมีการสร้างโมเลกุลใหม่ ๆ ขึ้นในเซล การรวมกลุ่มของ nucleoprotein ในเซลบางเซลจะรวมกันอย่างง่ายไม่เกิดเป็นรูปร่างใด ๆ เซลที่มีลักษณะเช่นนี้เรียกว่า nucleus ดังนั้นจึงเรียกเซลพวกนี้ว่า protista และสันนิษฐานว่า protista เป็นบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในปัจจุบัน

วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเป็นการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติที่ต้องอาศัยระยะเวลา มีกระบวนการเกิดที่กว้างขวาง มีองค์ประกอบที่สลับซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ มากมาย เช่นกระบวนการคัดเลือกทางธรรมชาติซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยให้ประชากรสิ่งมีชีวิตถูกจำกัดจำนวน โดยจะจัดสรรให้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีชีวิตอยู่ได้ในจำนวนหนึ่งเพียงพอที่จะสามารถอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นได้และรอดพ้นจากการทำลายโดยธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้เท่านั้นจึงจะสามารถมีชีวิตอยู่รอด และดำรงมีชีวิตต่อไปได้

การที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีสีแตกต่างกัน แมลงบางชนิดมีความต้านทานต่อ ดี.ดี.ที หรือมีสิ่งมีชีวิตพันธุ์ใหม่ขึ้นโดยกระทันหัน ทำให้ทุกวันนี้มีสัตว์และพืชชนิดต่าง ๆ มากมาย ทั้งนี้เป็นผลมาจากการแปรผันของ DNA ในเซลสืบพันธุ์ซึ่งกระบวนการนี้ก็คือการเกิดมิวเตชั่น (mutation)นั่นเอง การเกิดมิวเตชั่นสามารถถ่ายทอดต่อไปยังรุ่นลูกหลานได้ อาจเกิดลักษณะใหม่ ๆ ซึ่งอาจจะดีหรือไม่ดีก็ได้ แล้วแต่ชนิดของพืชและสัตว์ มิวเตชั่นมีความสำคัญต่อวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตมาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

พืชและสัตว์โดยทั่วไปจะมีจำนวนโครโมโซมตั้งแต่น้อยคู่จนมากเป็นสิบ ๆ คู่ เมื่อเกิดวิวัฒนาการจากการเป็นสิ่งมีชีวิตอย่างง่ายกลายเป็นสิ่งมีชีวิตที่สลับซับซ้อน อาจทำให้โครโมโซมของสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปด้วย ตัวอย่างเช่นกล้วยไม้ชนิดต่าง ๆ หรือผลแอปเปิลที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากจำนวนโครโมโซมที่แตก

ต่างกัน จำนวนโครโมโซมจะส่งผลเกี่ยวข้องไปถึงยีนส์ที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ พืชที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันแต่จำนวนยีนส์บนโครโมโซมอาจไม่เท่ากัน ทำให้ขนาดของผล สีของผลหรือขนาดของลำต้นแตกต่างกันได้

2.3.2 กฎทางวิทยาศาสตร์บางข้อที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

(1) กฎการอนุรักษ์สสาร (Law of Conservation of Matter) ซึ่งกล่าวไว้ว่า สสารทั้งหลายจะไม่ถูกทำลายให้สูญหายไป แต่มันจะไปอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่ง วัตถุธาตุทั้งหลายในโลกจะไม่เกิดขึ้นใหม่หรือถูกทำลายให้สลายลงไปได้ ธาตุทั้งหลายที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ในโลกจะมีจำนวนคงที่เสมอ เช่นการที่ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในโลกอาจหมดไปในเวลาอีก 40 ปีข้างหน้านั้น แท้จริงแล้วธาตุที่เป็นองค์ประกอบแท้ ๆ ของเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น H , C , O และ S ไม่ได้หมดไปจากโลกนี้ เพียงแต่มันจะสลายตัว และกลับเข้าสู่สิ่งแวดล้อมอีก ในรูปของสารประกอบอื่น ๆ

(2) กฎข้อที่ 1 ของพลังงาน (The First Law of Thermodynamics) ซึ่งกล่าวไว้ว่า พลังงานเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ แต่พลังงานสามารถเปลี่ยนรูปจากแบบหนึ่งไปสู่อีกแบบหนึ่งได้ พลังงานมีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานกล พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานเคมี ฯลฯ ซึ่งล้วนแต่เป็นพลังงานที่ไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ แต่เป็นการเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน เช่นการที่เราสามารถยกของได้นั้นอาศัยพลังงานที่ได้จากการรับประทานอาหาร ซึ่งในอาหารจะมีพลังงานเคมีสะสมอยู่ต่อจากนั้นพลังงานเคมีก็จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกลสามารถทำให้ยกของขึ้นได้ หรือในกรณีที่เราใช้พลังงานกลที่ได้จากพลังงานน้ำมาสร้างกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดพลังงานความร้อนและแสงสว่างเป็นต้น

2.4 กฎข้อที่ 2 ของพลังงาน (The Second Law of Thermodynamics) กระบวนการถ่ายทอดพลังงานจะไม่สามารถรักษาไว้ได้ทั้ง 100 % นั่นคือการถ่ายทอดพลังงานย่อมเกิดการสูญเสียพลังงานไปส่วนหนึ่ง การสูญเสียพลังงานออกสู่สิ่งแวดล้อมจะสูญเสียไปในรูปของความร้อน

ประสิทธิภาพของการส่งถ่ายพลังงานสามารถคำนวณได้ดังนี้คือ

$$\text{energy efficiency} = \frac{\text{energy of work output}}{\text{energy of work input}} \times 100\ \%$$

ดังนั้นจึงพอจะกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงานจะน้อยกว่า 100 % เสมอ เช่น ประสิทธิภาพในการใช้น้ำมันผลิตกระแสไฟฟ้าจะได้ประสิทธิภาพของการส่งถ่ายพลังงานเพียง 35 % เท่านั้น นอกนั้นจะสูญเสียให้กับสิ่งแวดล้อม

2.3.3 สิ่งแวดล้อมกับสมดุลธรรมชาติ

สิ่งแวดล้อมหมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ดังนั้นสิ่งที่อยู่โดยรอบตัวเราเป็นสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งไม่มีชีวิต สิ่งที่สามารถรับรู้ได้โดยประสาทสัมผัสหรือสิ่งที่ไม่สามารถรับรู้ได้โดยประสาทสัมผัส สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ล้วนแต่เป็นสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น สำหรับคำว่าสิ่งต่าง ๆ นั้นมีได้ทุกรูปแบบทั้งของแข็ง ของเหลว แก๊สหรืออาจหมายถึงการเมือง เศรษฐกิจสังคม ประเพณี วัฒนธรรม ฯลฯ

คำว่า รอบ ๆ ตัวเรา ในที่นี้มิได้มีความหมายแต่เฉพาะมนุษย์เท่านั้น ตัวเราอาจจะเป็นอะไรก็ได้ เช่น ตัวเราอาจเป็นป่าไม้ สัตว์ป่า หรือล่าธาร ฯลฯ ส่วนขอบเขตจำกัดของคำว่า รอบ ๆ ตัวเรา ซึ่งทำให้สงสัยว่ามีรัศมีกว้างไกลหรือครอบคลุมส่วนต่าง ๆ มากน้อยเท่าใด สามารถอธิบายได้ดังนี้คือ คำว่ารอบ ๆ ตัวเรามิได้มีข้อจำกัดว่ามีขอบเขตใกล้ไกลเพียงใด อาจใกล้ชิดติดคน หรือกว้างไกลครอบคลุมจักรวาลก็ได้ แต่เราคงไม่สามารถรู้ว่าสิ่งที่อยู่ไกลจากตัวเรามาก ๆ นั้น จะมีบทบาทอย่างไรต่อตัวเรา ซึ่งต้องขึ้นกับลักษณะและพฤติกรรมของสิ่งต่างๆเหล่านั้น ส่วนในประเด็นประโยชน์และโทษของสิ่งต่างๆที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรานั้นคงต้องยอมรับว่าประโยชน์และโทษเป็นของคู่กัน ขึ้นกับว่าตัวเราจะนำสิ่งเหล่านั้นมาใช้และปล่อยกลับคืนสู่สิ่งแวดล้อมในสภาพใด

สรุป สิ่งแวดล้อมเป็นทุกสิ่งทุกอย่างบนพื้นโลก ทั้งของแข็ง ของเหลว แก๊ส สารเคมี (ทั้งที่มีพิษและไม่มีพิษ) ต้นไม้ สัตว์ มนุษย์ ดิน หิน แร่ธาตุ สิ่งก่อสร้าง บ้านเรือน ถนน โรงเรียน วัด เมือง ชุมชน ศาสนา ประเพณี ระเบียบข้อบังคับ ฯลฯ และอาจกล่าวอีกนัยหนึ่งสิ่งแวดล้อมมีทั้งสิ่งที่ให้คุณและให้โทษต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เราเรียกว่า สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ (natrual environment) เช่นป่าไม้ สัตว์ป่า น้ำ ดิน อากาศ มนุษย์ แร่ธาตุ ฯลฯ แต่ถ้าเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเราเรียกว่า สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น(man-made environment) ได้แก่ บ้านเรือน ถนน เมือง วัฒนธรรม ศาสนา ประเพณี ฯลฯ

ถ้าจะแบ่งสิ่งแวดล้อมตามลักษณะของการดำรงชีวิตสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ (biological environment) ได้แก่สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต เช่น คน สัตว์ พืช ส่วนอีกกลุ่มคือ สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (physical environment)ได้แก่ สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต เช่น ดิน น้ำ อากาศ แร่ธาตุ ฯลฯ

ในบางครั้งเราสามารถแบ่งสิ่งแวดล้อมตามลักษณะรูปทรงที่สามารถรับรู้จากประสาทสัมผัส ได้แก่ สิ่งแวดล้อมที่เป็นรูปธรรม (physical-feature environment) คือสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้จากประสาทสัมผัส ประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ ต้นไม้ สัตว์ ดิน บ้านเรือน ฯลฯ อีกประเภทหนึ่งจะรับรู้ได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกเท่านั้นแต่ไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสรับรู้ได้ เรียกว่าสิ่งแวดล้อมที่เป็นนามธรรม(abstract environment หรือ social environment) ได้แก่ สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น แต่ไม่ใช่วัตถุ เช่น วัฒนธรรม ประเพณี การเมือง ศาสนา กฎหมาย ฯลฯ ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่ต้องสร้างจินตนาการและมีการแสดงออกทางพฤติกรรมของมนุษย์จึงจะทราบได้ชัดเจน เช่น พฤติกรรมทางศาสนา ประเพณีค่านิยมต่างๆ เป็นต้น

โดยธรรมชาติแล้วสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติมักอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีกฎ ระเบียบ และข้อบังคับทั้งที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและที่เกิดจากการที่มนุษย์

กำหนดขึ้นมา การอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มของสรรพสิ่งเหล่านี้จะแสดงออกถึงพฤติกรรมร่วมกันหรือพฤติกรรมคล้าย ๆ กัน ภายในขอบเขตของกลุ่มเมื่ออยู่ร่วมกันก็จะแสดงเอกลักษณ์ของกลุ่มออกมาอย่างชัดเจนจนสามารถจำแนกได้ว่า เอกลักษณ์นั้น ๆ เป็นอะไร เช่น ป่าไม้ ชนบท นิคมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย วัด เป็นต้น ภายในกลุ่มก็จะมีองค์ประกอบย่อย ๆ อีกหลายองค์ประกอบโดยแต่ละองค์ประกอบก็จะมีหน้าที่ภายในกลุ่มต่อจากนั้นก็จะร่วมกับสิ่งอื่นแสดงบทบาทและหน้าที่ให้เห็น อย่างไรก็ตามกลุ่มของสรรพสิ่งเหล่านี้นักนิเวศวิทยาเรียกว่า "ระบบนิเวศ" แต่นักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมเรียกว่า "ระบบสิ่งแวดล้อม" โดยทั่วไปแล้วคำว่า ระบบนิเวศและระบบสิ่งแวดล้อมจะมีความหมายบางส่วนที่แตกต่างกันในทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติแล้วจะเหมือนกัน ตามข้อเท็จจริงทางธรรมชาติระบบนิเวศหรือระบบสิ่งแวดล้อมจะมีทั้งทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกันหรือแยกกันอยู่โดยเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ดังนั้นเพื่อไม่ให้ความหมายผิดพลาดนักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมจึงใช้คำสองคำ คือ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกันเสมอ

ระบบสิ่งแวดล้อม ตามความหมายโดยทั่วไปมักจะมองในแง่พฤติกรรมและความสัมพันธ์ต่อกันและกัน ซึ่งจะแสดงออกถึงเอกลักษณ์เฉพาะกลุ่ม ในทางทฤษฎีระบบสิ่งแวดล้อมมีขอบเขตแคบกว่าระบบนิเวศ กล่าวคือ ระบบสิ่งแวดล้อมนั้นอาจเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศ เช่น ระบบสิ่งแวดล้อมของสัตว์ป่า ระบบสิ่งแวดล้อมของพืช ระบบสิ่งแวดล้อมของดิน ทั้งหมดจะเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศป่าไม้ เป็นต้น

ระบบนิเวศในสภาวะสมดุลตามธรรมชาติ จะมีสิ่งแวดล้อมปะปนกันหลายชนิด เช่น อาจมีดิน หิน ป่าไม้ มนุษย์ สัตว์ป่า อากาศ ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมทางด้านรูปธรรมหรือสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรืออาจมีวัฒนธรรม ประเพณี กฎระเบียบสังคม ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมทางด้านนามธรรมปะปนอยู่ด้วย ระบบนิเวศที่สมดุลจะมีสิ่งแวดล้อมประเภทต่าง ๆ ในปริมาณและสัดส่วนที่แตกต่างกัน เช่นถ้าพิจารณาระบบนิเวศของกรุงเทพมหานครซึ่งมีประชากรมากมายถึง 8.5 ล้านคน มีสลัมเกือบ 300 แห่ง มีรถยนต์กว่า 5 แสนคัน มีถนนกว่า 100 สาย หรืออาคารบ้านเรือนล้านกว่าคูหา ถ้าจะให้เกิดสภาวะสมดุลแล้วสิ่งแวดล้อมทุกชนิดจะต้องมีปริมาณที่ได้สัดส่วนกัน ไม่เช่นนั้นระบบนิเวศอาจเสียสมดุล นอกจากปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสมแล้วการกระจายตัวของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วทุกพื้นที่ในระบบนิเวศ ไม่เช่นนั้นการกระจายตัวของประชากรอาจเกิดปัญหาได้ เช่น อาจมีประชากรแออัดในพื้นที่หนึ่ง แต่อีกพื้นที่หนึ่งอาจไม่มีประชากรอาศัยอยู่เลย บริเวณที่มีประชากรอยู่หนาแน่นจะมีปัญหาสิ่งแวดล้อมมากกบริเวณที่มีความหนาแน่นของประชากรน้อยก็จะมีสภาพแวดล้อมที่ดีกว่า

การรักษาสมดุลธรรมชาติจะส่งผลให้ระบบนิเวศหรือระบบสิ่งแวดล้อมมีสภาพดีขึ้น ทำให้การดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เป็นไปด้วยดี มนุษย์คงจะปฏิเสธการนำสิ่งแวดล้อมภายในระบบนิเวศมาใช้เพื่อการดำรงชีวิตไม่ได้ แต่มนุษย์จะต้องไม่ทำลายสมดุลธรรมชาติ โดยข้อเท็จจริงสมดุลธรรมชาติจะสามารถฟื้นคืนสภาพได้ด้วยตัวของมันเองและรักษาสมดุลของตนเองไว้ได้ ถ้าการทำลายของมนุษย์ไม่เกินความสามารถในการฟื้นฟูได้ด้วยตนเอง

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นายกิตติภูมิ มีประดิษฐ์
เกิดวันที่	25 เดือนกันยายน พุทธศักราช 2507
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	86/94 ซ.ตรีมิตร พระราม 4
	พระโขนง กรุงเทพมหานคร 10110
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
	คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
	61 พหลโยธิน บางเขน
	กรุงเทพมหานคร 10900

ประวัติการศึกษา

พศ.2525	มัธยมศึกษาตอนปลาย (แผนกวิทยาศาสตร์)
	โรงเรียนพุทธจักรวิทยา กรุงเทพมหานคร
พศ.2530	ศษ.บ. (คณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์)
	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
พศ.2538	กศ.ม. วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การศึกษาผลการเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้หนังสือมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

บทคัดย่อ

ของ

กิตติภูมิ มีประดิษฐ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2538

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยในวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ในคณะศิลปศาสตร์และคณะนิเทศศาสตร์ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ในภาคการศึกษาที่ 1/2537 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน กลุ่มทดลองทำการสอนโดยใช้หนังสือ "มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม" ของ มหาวิทยาลัยศรีปทุม กลุ่มควบคุมทำการสอนโดยใช้เอกสารอ่านประกอบที่ได้จากหนังสืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมใช้เวลาในการทดลอง 15 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทั้งสองกลุ่มใช้เนื้อหาเดียวกันตามคำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ GSC 141 มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม แบบแผนการวิจัยที่ใช้ได้แก่ แบบสุ่มกลุ่มสอบก่อน-สอบหลัง (Randomized Control-group Pretest-Posttest Design) เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือแบบทดสอบผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพรรณนาซึ่งประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละและสถิติอนุมานคือการทดสอบค่า t (ที่ระดับ .05)ประกอบกัน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1) นักศึกษากลุ่มทดลองมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัยและด้านจิตพิสัยเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.23 และ 9.60 ตามลำดับ

2) นักศึกษากลุ่มควบคุมมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย และด้านจิตพิสัยเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.50 และ 5.00 ตามลำดับ

3) นักศึกษากลุ่มทดลองมีผลการเรียนหลังการทดลองสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านพุทธิพิสัย แต่ในด้านจิตพิสัยไม่แตกต่างกัน

A STUDY OF SCIENCE LEARNING OUTCOMES ATTAINED BY FRESHMEN UTILIZING A SRIPATUM UNIVERSITY'S TEXT ON "MAN AND ENVIRONMENT"

AN ABSTRACT

BY

KITTIPOOM MEPRADICT

Presented in partial fulfillment of the requirements for the

Master of Education degree in Science Education

at Srinakharinwirot University

March 1995

The purpose of this research was to study the cognitive and the affective learning outcomes earned by Sripatum University freshmen taught by utilizing a prepared text on "Man and Environment."

The sample of the study comprised eighty freshmen, from the Faculty of Liberal Arts and the Faculty of Communication Arts enrolled in GSC 141 : Man and Environment during the first semester of the 1994 academic year. Prior to the application of the Randomized Control-group Pretest-Posttest Design, forty students were randomly assigned to each group ; namely, the experimental group and the control group. The experimental teaching took fifteen weeks, or forty-five fifty minute periods, for each group. The learning outcomes were tested by utilizing the reseacher's made tests. Both descriptive statistic _ _ the mean, the standard deviation, and the percentage _ _ along with the inferential statistic _ _ the independent t-test, were used in data analyses.

The results revealed as follows :

1) The earned scores, for the experimental group, were 17.23% and 9.60% for the cognitive and the affective learning outcomes, respectively.

2) The earned scores, for the control group, were 6.50% and 5.00% for the cognitive and the affective learning outcomes, respectively.

3) The experimental group earned significantly higher score on the posttest than the control group on the cognitive but not on the affective learning outcomes.