

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	(1)
สารบัญ	(3)
สารบัญภาพ	(11)
สารบัญตาราง	(14)
บทที่ 1 การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1
ปรัชญาวิทยาศาสตร์สู่สังคม	2
พัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	4
1. วิทยาศาสตร์สมัยกลาง	6
2. วิทยาศาสตร์สมัยใหม่	8
3. พัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย	8
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	11
1. ทักษะการสังเกต	12
2. ทักษะการวัด	13
3. ทักษะการจำแนกประเภท	15
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	16
5. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ	17
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	18
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	21
8. ทักษะการพยากรณ์	21
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	23
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	24
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	25
12. ทักษะการทดลอง	25
13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	26
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	27
1. แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็น	27

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	(1)
สารบัญ	(3)
สารบัญภาพ	(11)
สารบัญตาราง	(14)
บทที่ 1 การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	1
ปรัชญาวิทยาศาสตร์สู่สังคม	2
พัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	4
1. วิทยาศาสตร์สมัยกลาง	6
2. วิทยาศาสตร์สมัยใหม่	8
3. พัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย	8
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	11
1. ทักษะการสังเกต	12
2. ทักษะการวัด	13
3. ทักษะการจำแนกประเภท	15
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	16
5. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ	17
6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	18
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	21
8. ทักษะการพยากรณ์	21
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	23
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	24
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	25
12. ทักษะการทดลอง	25
13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	26
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	27
1. แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็น	27

	หน้า
2. แสดงออกถึงควมมีใจกว้าง	27
3. แสดงออกถึงการแสวงห ความจริง	27
4. แสดงออกถึงการกล้าได้กล้าเสีย	27
5. แสดงออกถึงการมีจุดมุ่งหมาย	27
6. แสดงออกถึงความชัดเจน	28
7. แสดงออกถึงความมั่นใจในตนเอง	28
8. แสดงออกถึงความอดุสาหะ	28
9. แสดงออกถึงความพอใจ	28
10. แสดงออกถึงความเชื่อในทฤษฎี	28
11. แสดงออกถึงความรับผิดชอบ	28
12. แสดงออกถึงความร่วมมือกับผู้อื่น	28
วิธีการทางวิทยาศาสตร์	29
1. การสังเกต	30
2. การตั้งสมมติฐาน	31
3. การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง	31
4. การประเมินผลและการทบทวนผล	31
5. การสรุปผลและการนำไปใช้	31
ประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์	32
1. ความจริงหรือข้อเท็จจริง	33
2. แนวคิด	34
3. หลักการ	35
4. กฎ	36
5. ทฤษฎี	36
วิทยาศาสตร์สู่เทคโนโลยี	38
สรุป	39
เอกสารอ้างอิง	39

	หน้า
บทที่ 2 เทคโนโลยีเพื่อคุณภาพชีวิต	41
เทคโนโลยีชีวภาพ	41
1. เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์	43
2. เทคโนโลยีชีวภาพพืช	46
3. เทคโนโลยีชีวภาพสัตว์	47
4. สเต็มเซลล์	48
5. การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศไทย	51
เทคโนโลยีสารสนเทศ	51
1. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์	52
2. เทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม	54
3. ฐานข้อมูล	54
4. ระบบเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ	55
เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ	57
1. การสำรวจข้อมูลระยะไกล	57
2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	58
3. ระบบกำหนดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม	58
เทคโนโลยีวัสดุศาสตร์	64
1. ประเภทของวัสดุ	64
2. การนำวัสดุไปใช้งานโดยวิธีการวิจัยและพัฒนา	65
นาโนเทคโนโลยี	67
1. เคมีโมเลกุลขนาดใหญ่และการประกอบตัวเอง	68
2. เครื่องมือจัดการกับอะตอม	69
3. นาโนเทคโนโลยีของคาร์บอน-60	69
4. วิศวกรรมโปรตีน ดีเอ็นเอและการศึกษาจักรกลเชิงโมเลกุลที่มีในธรรมชาติ	70
5. นาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณเพื่อการออกแบบจักรกลนาโน	71
6. นาโนไบโอเทคโนโลยี	71
เทคโนโลยีพลังงาน	72
1. แก๊สโซฮอล์	73

	หน้า
2. ดีโซซอล	74
3. ไบโอดีเซล	74
4. พลังงานน้ำ	76
5. พลังงานลม	78
6. พลังงานแสงอาทิตย์	79
7. พลังงานความร้อนจากแก๊ส	80
8. แก๊สชีวภาพ	80
9. พลังงานนิวเคลียร์	81
เทคโนโลยีอวกาศ	83
1. จรวด	83
2. ดาวเทียม	84
3. ยานอวกาศ	84
4. กระสวยอวกาศ	85
5. สถานีอวกาศ	85
สรุป	85
เอกสารอ้างอิง	86
บทที่ 3 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม	89
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	89
1. สิ่งแวดล้อมมีบทบาทต่อการสร้างเทคโนโลยี	89
2. เทคโนโลยีมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม	90
เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อคุณภาพชีวิต	91
1. เทคโนโลยีในการป้องกันมลพิษ	91
2. เทคโนโลยีในการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม	92
การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิต	95
ปัญหาสิ่งแวดล้อมกับคุณภาพชีวิต	98
1. มลพิษทางน้ำ	99
2. โครงการพระราชดำริด้านบำบัดน้ำเสีย	103
3. มลพิษทางอากาศ	109

	หน้า
4. มลพิษทางเสียง	113
5. เทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอย	114
สรุป	118
เอกสารอ้างอิง	118
บทที่ 4 การบริโภคเพื่อสุขภาพ	121
ปัญหาการบริโภคในปัจจุบัน	121
สิทธิของผู้บริโภค	123
หน้าที่ของผู้บริโภค	124
การบริโภคยา	125
1. ประเภทของยา	126
2. การเลือกซื้อยา	126
3. การใช้ยาให้ปลอดภัย	127
4. อันตรายจากการใช้ยา	129
5. ยาปลอมและยาเสื่อมคุณภาพ	130
การบริโภคเครื่องสำอาง	130
1. การเลือกซื้อเครื่องสำอาง	130
2. อันตรายจากเครื่องสำอาง	131
3. ข้อควรระวังในการใช้เครื่องสำอางบางชนิด	132
4. การทดสอบเครื่องสำอาง	133
การบริโภคอาหาร	133
1. อาหารที่ให้โทษต่อร่างกาย	133
2. การเลือกซื้ออาหาร	134
3. อาหารที่ควรบริโภค	136
4. หน้าที่ของสารอาหารต่อร่างกาย	137
5. พิษภัยในอาหาร	139
6. การป้องกันอันตรายจากการกินอาหาร	144
การบริโภคข้อมูลข่าวสารทางสุขภาพ	144
การใช้บริการทางสุขภาพ	145

	หน้า
1. ข้อควรปฏิบัติในการไปพบแพทย์	145
2. ผลเสียจากการบริโภคผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพ	147
3. หลักการเลือกผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพ	147
สรุป	148
เอกสารอ้างอิง	148
บทที่ 5 การสร้างเสริมสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ	149
องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย	149
1. สมรรถภาพทางกลไก	149
2. องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ	150
3. ปัจจัยการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย	150
4. ลักษณะของผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดี	150
5. การทดสอบสมรรถภาพทางกาย	151
การออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพ	152
1. ประเภทของการออกกำลังกาย	153
2. หลักการออกกำลังกาย	154
3. ขั้นตอนการออกกำลังกาย	155
4. ข้อปฏิบัติในการออกกำลังกาย	155
5. การอบอุ่นร่างกายและการcooldown	157
6. ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบอุ่นร่างกาย	157
7. ชนิดของการอบอุ่นร่างกาย	158
8. การcooldown	158
9. ประโยชน์ของการออกกำลังกาย	159
10. โทษของการไม่ออกกำลังกาย	160
กิจกรรมนันทนาการเพื่อการสร้างเสริมสุขภาพ	161
1. ประโยชน์ของกิจกรรมนันทนาการ	161
2. ลักษณะของกิจกรรมนันทนาการ	162
3. หลักเกณฑ์การเลือกกิจกรรมนันทนาการ	162
4. ขอบข่ายของกิจกรรมนันทนาการ	163

	หน้า
สรุป	164
เอกสารอ้างอิง	164
บทที่ 6 ผลกระทบจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	165
ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมนุษย์	165
1. เทคโนโลยีชีวภาพ	165
2. เทคโนโลยีทางทหาร	167
3. เทคโนโลยีแบบอัตโนมัติ	170
4. เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์	170
5. การเปลี่ยนแปลงประชากรมนุษย์	170
ผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม	174
1. จำนวนสมาชิกในครอบครัว	174
2. การขาดแคลนที่อยู่อาศัยและผลกระทบต่อสุขภาพจิต	174
3. การว่างงาน	175
4. อาชญากรรมและยาเสพติด	175
5. การเพิ่มภาวะเสี่ยงดู	175
6. ความเหลื่อมล้ำไม่เท่าเทียมกันในสังคม	176
7. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสังคม	176
8. ผลกระทบจากเทคโนโลยีสารสนเทศต่อสังคม	177
9. การพัฒนาสังคมไทย	177
ผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อเศรษฐกิจ	178
1. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน	178
2. การเพิ่มผลผลิตและรายได้	178
3. การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางเศรษฐกิจ	179
4. การเปลี่ยนแปลงโอกาสทางเศรษฐกิจ	179
ผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อการเมือง	180
ผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อวัฒนธรรม	181
1. ที่อยู่อาศัย	182
2. การแต่งกาย	182
3. การท่องเที่ยว	182

	หน้า
4. วิธีชีวิต	182
ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อม	183
1. ดิน น้ำ และป่าไม้	183
2. ด้านบรรยากาศ	184
3. สารพิษที่ก่ออันตรายในสิ่งแวดล้อม	194
4. ขยะมูลฝอย	196
5. ขยะอิเล็กทรอนิกส์	197
6. ขยะในอวกาศ	198
สรุป	200
เอกสารอ้างอิง	201

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 รูปแบบการสังเกต	12
1.2 การอ่านค่าจากไม้เมตรที่มีหน่วยย่อยที่สุดเป็นเซนติเมตร	15
1.3 แผนภูมิแสดงการจำแนกประเภท	16
1.4 เงาของวัตถุ	17
1.5 ขั้นตอนของการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย	19
1.6 ลักษณะของเหรียญ	19
1.7 การสื่อความหมายด้วยแผนภาพ แสดงการไหลเวียนของโลหิตในหัวใจ	19
1.8 การสื่อความหมายโดยใช้กราฟ	20
1.9 รูปแบบการลงความเห็น	21
1.10 ขั้นตอนการพยากรณ์	22
1.11 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิของน้ำจากการต้ม	22
1.12 ขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์	30
1.13 การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์	33
1.14 ระดับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	38
2.1 รากฐานของเทคโนโลยีชีวภาพและการประยุกต์ใช้	42
2.2 การตัดต่อยีน	43
2.3 แบคทีเรีย ยีสต์ และรา	44
2.4 ส่วนประกอบของถังหมัก	45
2.5 การผลิตแก๊สชีวภาพ	45
2.6 การผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล	46
2.7 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	47
2.8 การโคลนนิ่งแกะ	47
2.9 การบำบัดโรคด้วยยีน	48
2.10 เซลล์ต้นแบบอวัยวะ	50
2.11 การสร้างโมโนโคลนอล แอนติบอดี	50
2.12 เครื่องอำนวยความสะดวกภายในบ้าน	52

ภาพที่	หน้า
2.13 การประมวลผลให้ออกมาในรูปของเอกสาร	53
2.14 การแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์	53
2.15 ตำแหน่งและการโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก	59
2.16 สถานีควบคุมการทำงานของดาวเทียม GPS	59
2.17 หลักการทำงานของ GPS	60
2.18 การนำร่องด้วยเครื่อง GPS ในเฮลิคอปเตอร์และรถยนต์	62
2.19 การผสมผสานเทคโนโลยีต่างๆ ที่รวมเป็นหนึ่งเดียวกับเครื่อง GPS	63
2.20 การเชื่อมต่อและรูปแบบการติดตั้งระบบ TAFF GPS Vehicle Tracking	63
2.21 โมเลกุลที่สามารถมาประกอบกันเองด้วยแรงกระทำระหว่างโมเลกุลที่เหมาะสม	68
2.22 ลูกคิดนาโน	69
2.23 ท่อนาโนที่โมเลกุลของคาร์บอน-60 มาต่อกันเป็นรูปตัว T ใช้ทำเป็นอุปกรณ์สำหรับ วงจรนาโนอิเล็กทรอนิกส์	70
2.24 ท่อนาโนซึ่งอาจดัดแปลงนำมาใช้เป็นเกียร์และแบร้งสำหรับส่งกำลังในทาง วิศวกรรมเครื่องกลระดับโมเลกุล	70
2.25 แบบจำลองของโมเลกุลของดีเอ็นเอรูปลูกบาศก์	71
2.26 เรือดำน้ำระดับนาโนซึ่งขับเคลื่อนด้วยหางเบคทีเรีย	71
2.27 ปริมาณการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วง พ.ศ. 2534-2547	72
2.28 การใช้พลังงานตามสาขาเศรษฐกิจใน พ.ศ. 2547	72
2.29 กระบวนการผลิตแก๊สโซฮอล์	73
2.30 ปฏิกริยา transesterification	75
2.31 กระบวนการผลิตไบโอดีเซล	76
2.32 ฝ่ายทคณาและเขื่อน	77
2.33 กังหันลมตามแนวแกนนอน	78
2.34 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	79
2.35 ถ่านแกลบ	80
2.36 ปฏิกริยาการเกิดแก๊สชีวภาพ	80
2.37 ปฏิกริยานิวเคลียร์	81
3.1 เครื่องวัดพีเอช	93
3.2 เครื่องมือตรวจวัดควันไอเสีย	94

ภาพที่	หน้า
3.3 เครื่องวัดระดับเสียง	95
3.4 การนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ร่วมกับข้อมูลเชิงคุณลักษณะใน GIS	96
3.5 ถังดักไขมันสำหรับใช้ในครัวเรือน	103
3.6 ภาพรวมการศึกษาวิจัยของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ	104
3.7 ลักษณะของแปลงระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพืชและหญ้ากรอง	105
3.8 การเติมอากาศในน้ำโดยใช้กังหันน้ำชัยพัฒนา	108
3.9 อุปกรณ์ลดมลพิษจากไอเสียของรถยนต์	112
3.10 อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง	114
3.11 ลักษณะโครงสร้างของหลุมฝังกลบขยะ	116
3.12 การฝังกลบแบบพื้นที่ (area method) เหมาะกับพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินอยู่ตื้น	117
3.13 การฝังกลบแบบร่อง (trench method) เหมาะกับพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินอยู่ลึก	117
4.1 แผนภูมิการประสานประโยชน์ของผู้ผลิตและผู้บริโภค	122
4.2 การเกิดสารไนโตรซามีนในร่างกาย	142
4.3 บริการสาธารณสุขของประเทศไทย	146
6.1 พืชจีเอ็มโอบางชนิด	166
6.2 ภัยจากอาวุธเคมีและระเบิดต่อมนุษย์	168
6.3 ลูกไฟและสภาพบ้านเมืองที่เสียหายจากระเบิดปรมาณู	169
6.4 ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์	185
6.5 ปรากฏการณ์เรือนกระจก	185
6.6 แก๊สเรือนกระจก	186
6.7 กิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก	187
6.8 การเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) แก๊สมีเทน (CH ₄) และอุณหภูมิของบรรยากาศ	188
6.9 การปลดปล่อยแก๊สมีเทนออกสู่บรรยากาศของภาคส่วนต่างๆ ในช่วง ค.ศ. 1850-2000	188
6.10 ชั้นบรรยากาศของโลก	192
6.11 ชั้นบรรยากาศเหนือทวีปแอนตาร์กติกาซึ่งมีโอโซนลดลงเมื่อ ค.ศ. 1980	193

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ช่วงการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาโดยนับเวลาแกว่งครบรอบ	18
1.2 การสื่อความหมายโดยใช้ตาราง	20
1.3 ค่าของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์	20
1.4 อุณหภูมิของน้ำจากการต้ม	22
1.5 เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ในน้ำ น้ำมันพืช และน้ำมันเครื่อง	23
4.1 ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในอาหารประเภทเนื้อสัตว์	142
4.2 ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในผักชนิดต่างๆ	142
5.1 วิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกาย	151
6.1 จำนวนผู้เจ็บป่วยด้วยโรคต่างๆ ในเขตภาคกลางกับชาวจังหวัดระยองในช่วง 5 ปีแรก (พ.ศ. 2527- 2531) และ 10 ปีต่อมา (พ.ศ. 2531-2541) ของการสร้างนิคมอุตสาหกรรม ที่มาบตาพุด	173

บทที่ 1

การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความรู้ต่างๆ ได้แฝงอยู่ในสังคมมนุษย์มายาวนานพอๆ กับวิวัฒนาการของมนุษย์ ในซีกโลกตะวันตกปรากฏตั้งแต่สมัยอารยธรรมกรีกโบราณ ส่วนซีกโลกตะวันออกชนชาติจีนมีอารยธรรมเจริญรุ่งเรืองมายาวนานกว่า 6,000 ปี และอินเดียยาวนานกว่า 2,000 ปี วิธีการศึกษาของมนุษย์ยึดความจริงที่ว่าความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุเป็นความจริงเบื้องต้นในสังคม ความคิดของคนในสังคมเป็นเพียงภาพสะท้อนของความจริงทางวัตถุที่เกิดขึ้นในสมองของมนุษย์ ความรู้ของมนุษย์เกิดจากการรับรู้ เนื่องจากมนุษย์หรือสัตว์มีอวัยวะรับรู้ที่ประกอบด้วยระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัส มีสมองที่สามารถจดจำสิ่งต่างๆ ได้ สามารถสร้างมโนภาพและพัฒนาความคิดได้ ความแตกต่างของมนุษย์จากสัตว์ชนิดอื่นๆ คือมีพัฒนาการของสมองที่เจริญมากกว่าเป็นผลให้มนุษย์มีความเฉลียวฉลาดมากกว่าสัตว์อื่น เครื่องมือการเรียนรู้ของมนุษย์ในยุคอารยธรรมโบราณใช้ความทรงจำกับมโนภาพ (concept) ที่เกิดขึ้นในสมอง ความรู้หรือปัญญาเริ่มแรกของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในครั้งปฐมกาล (primordial man) เป็นความสามารถในการหาอาหาร ซึ่งแรกๆ มนุษย์ใช้มือเปล่าต่อมาใช้ไม้กระบองต่อสู้อะไรสักอย่าง เมื่อรู้จักใช้หินเหล็กไฟและดัดแปลงการทำขวานหินทำให้สามารถหาอาหารได้สะดวกยิ่งขึ้น ความรู้ในการทำไม้กระบอง ขวานหินหรือเครื่องมือเครื่องใช้ชนิดอื่นๆ ปรากฏเฉพาะในสัตว์พวกไพรเมต (primate) เท่านั้น ไม่พบในสัตว์ประเภทอื่น สิ่งที่เกิดขึ้นเป็นปัญญา (intellect) หรือความรู้ที่ใช้เครื่องมือนอกกายจึงมิใช่เป็นสัญชาตญาณ ความรู้ที่พัฒนาขึ้นมาเหล่านี้มิได้อยู่ที่อวัยวะหากแต่อยู่ที่ความทรงจำ เมื่อมนุษย์มีความเจริญทางปัญญามากขึ้นจึงเกิดความรู้ในการเลี้ยงสัตว์ การทำกิจกรรม เพาะปลูกพืชเพื่อใช้เป็นอาหาร การพัฒนาความคิดทำให้เกิดลัทธิความเชื่อทางศาสนา ปรัชญาและวิทยาศาสตร์เจริญต่อมาเป็นลำดับ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าความรู้หรือปัญญาเกิดจากการเรียนรู้ การรับรู้ในการฝ่าฟันอุปสรรคเพื่อหาเลี้ยงชีวิต ถ้าไม่มีอุปสรรคปัญญาก็ไม่เกิด ไม่มีเหตุการณ์ในสภาพความเป็นอยู่ของมนุษย์ปรัชญาก็ไม่เกิด แนวทางของปรัชญาจึงเป็นการศึกษาเหตุของการเกิดของสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติรอบตัวมนุษย์

เมื่อปรัชญาเกิดจากการศึกษาเหตุต่างๆ ดังนั้นปรัชญาจึงมีหลากหลายสาขาขึ้นอยู่กับสังคมว่าจะพัฒนาไปอย่างไร ปรัชญาของระบบหนึ่งๆ ย่อมเป็นเสมือนโลกทัศน์ของสังคมในยุคสมัยใดสมัยหนึ่ง ที่มีความเป็นมาจากสภาพความเป็นอยู่ของผู้คนในสมัยนั้นๆ ซึ่งผสมผสานกับระบบการค้นหาคำความจริง การรวบรวมหลักคิดของคนในยุคหนึ่งๆ เอาไว้อย่างเป็นระบบ ปรัชญาจึงมีรายละเอียดหลายนัยยะ ปรัชญาในสมัยแรกมีโลกทัศน์เกี่ยวกับการค้นหาคำความจริงที่แตกต่างกันอยู่หลายแนวทาง Walter Fritz (2004) เสนอแนะว่าโลกตะวันตกมีการแสวงหาคำรู้ หรือความจริงที่แตกต่างกันหลายลัทธิความเชื่อเช่น ลัทธิอุดมคตินิยมหรือมโนภาพนิยมหรือจิตนิยม (idealism) เชื่อว่าความรู้ที่แท้จริงเกิดจากการรับรู้ของจิต ลัทธิสัจจะนิยมหรือความจริงนิยม (realism) เชื่อว่าความจริงมีอยู่เป็นอิสระจากจิตและสามารถรับรู้ได้ ลัทธิอัตถิภาวนิยมหรือนามนิยม (nominalism) เชื่อว่านามธรรมเป็นความคิดรวบยอดของแต่ละสิ่ง ไม่มีความจริงอยู่ในมโนภาพของนามธรรม นัยยะนี้ความจริงจึงมี

สาเหตุมาจากการรับรู้ของประสาทสัมผัสทั้งหมด ลัทธิสารนิยม (materialism) เชื่อว่าความจริงทั้งหมดประกอบด้วยสารหรือเชื่อในสิ่งที่มีตัวตน ความรู้เกิดจากประสาทสัมผัสและจิต ลัทธิประจักษ์นิยมหรือพิชานนิยม (empiricism) เชื่อว่าประสบการณ์เท่านั้นที่เป็นแหล่งของความรู้ ประสบการณ์รับรู้ผ่านประสาทสัมผัส ซึ่งสื่อสารกับสิ่งที่อยู่ภายนอกเป็นผลให้เกิดมโนภาพในเรื่องต่างๆ สะสมประสบการณ์การรับรู้ไว้ใช้ภายหลัง โดยสรุปพิชานนิยมก็คือการผสมผสานระหว่างสารและจิตนั่นเอง ลัทธิเหตุผลนิยม (rationalism) เชื่อว่าความรู้ได้มาจากการหาเหตุผล การรับรู้ความจริงมีสาเหตุมาจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทุกด้าน ส่วนลัทธิวิมตินิยม (skepticism) เชื่อว่าพื้นฐานด้านความสงสัยเป็นที่มาของความรู้สมบูรณ์และความมีอยู่เป็นสิ่งที่เข้าถึงได้

ปรัชญาวิทยาศาสตร์สู่สังคม

ปรัชญา (philosophy) มาจากคำในภาษากรีกสองคำคือ “ philos ” แปลว่า ความรัก ความสนใจหรือความเลื่อมใส และคำว่า “ sophia ” แปลว่า ความรู้ ปัญญาหรือวิทยา เมื่อรวมกันแล้วกลายเป็นคำว่า philosophia ฉะนั้นคำว่าปรัชญาจึงแปลว่าความรักในปัญญา (สมิคร บวรवास, 2544) แต่เดิมอารยธรรมโบราณของกรีกและอินเดีย คาดว่ามีปัญญาอยู่เพียงสองด้านคือ ปัญญาทางศาสนาและปัญญาทางปรัชญา ปัญญาทางด้านศาสนาเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับทางด้านพิธีการ ความรู้เกี่ยวกับเทพเจ้า และนอกเหนือจากการหัตถกรรมและกสิกรรมแล้วจะเป็นความรู้ทางด้านปรัชญา เครื่องมือของปรัชญาคือตรรกวิทยา (logic) ซึ่งเป็นระเบียบในการใช้ความคิดเป็นการคิดด้วยเหตุผล ข้อเท็จจริงทางประวัติศาสตร์ แสดงว่าตรรกวิทยาเกิดขึ้นเมื่อมีรัฐ (state) มีการปกครองและมีกฎหมายแล้ว สาเหตุแห่งการเกิดน่าจะมาจากการถกเถียงของมนุษย์นั่นเอง การมองภาพรวมแห่งวิวัฒนาการความรู้ความคิดของมนุษย์พัฒนาจากวิญาณนิยมและลัทธิความเชื่อในเทวดาที่เรียกว่าเทวนิยม (theism) ไปสู่ความเชื่อทางศาสนา ลัทธิเชื่อในปรัชญา ลัทธิเชื่อในวิทยาศาสตร์ และในที่สุดก้าวมาถึงปรัชญาที่เป็นวิทยาศาสตร์

ในสมัยก่อนมนุษย์ยังไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกายกับจิต โดยคิดว่าเมื่อคนตายแล้วจิตสามารถแยกออกจากร่างกายไปได้ ความเชื่อในแนวนี้นี้คือความเชื่อตามแนวของลัทธิวิญญาณนิยมซึ่งเป็นการเชื่อดั้งเดิมของมนุษย์ การเชื่อว่าจิตหรือวิญญาณเป็นสิ่งอมตะเป็นผลทำให้เกิดความเชื่อในเรื่องอื่นๆ ตามมาเช่น เชื่อในเรื่องผี เทวดา สวรรค์และนรก และตามมาด้วยการพยายามเอาลัทธิเทวนิยมไปอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ เชื่อว่ามีเทวดาเป็นผู้อยู่เบื้องหลังปรากฏการณ์ต่างๆ การมองโลกทัศน์แบบนั้นต่อมาพัฒนาไปเป็นศาสนาในยุคทาส ปรัชญาที่เกิดขึ้นในปลายยุคทาสจึงมีการพัฒนาความรู้สองแบบคือแบบศาสนาและแบบวิทยาศาสตร์ ต่อเมื่อถึงยุคปัจจุบันซึ่งมีข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่างๆ มากมาย การตอบปัญหาต่างๆ ทางปรัชญาโดยอาศัยข้อมูลจากวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและวิทยาศาสตร์สังคมเป็นสิ่งที่กระทำได้แล้ว ปรัชญาที่เกิดขึ้นในช่วงกลางคริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมาจึงเป็นปรัชญาวิทยาศาสตร์

ปรัชญาวิทยาศาสตร์จัดเป็นสาขาหนึ่งของปรัชญาซึ่งศึกษาถึงพื้นฐานของกระบวนการทางปัญญาหรือกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ข้อสมมติฐานโดยนัยยะทางด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (เช่น ฟิสิกส์ เคมี คณิตศาสตร์ ชีววิทยา) และวิทยาศาสตร์สังคม (เช่น จิตวิทยา พฤติกรรมศาสตร์) หรือเศรษฐศาสตร์อยู่ใน

กระบวนการแสวงหาความรู้โดยแนวทางของปรัชญาวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น ปรัชญาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับญาณวิทยา (epistemology) และภววิทยา (ontology) ซึ่งปรัชญาสาขานี้เป็นการศึกษาธรรมชาติของสิ่งที่มีอยู่หรือความมีอยู่ หลักการของญาณวิทยาถือว่าความรู้ได้จากการคิดไปจากเหตุผล และการปฏิบัติของญาณวิทยาก็คือการศึกษาค้นคว้าเป็นแนวทางของนักคิดในปัจจุบัน แนวทางของปรัชญาวิทยาศาสตร์ครอบคลุมการแสวงหาความจริง การอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ความคิดรวบยอดหรือมโนภาพ (concepts) วิธีการแสวงหาความจริงของวิทยาศาสตร์ว่าอธิบายหรือทำนายออกมาได้อย่างไรนั้น ข้อที่เป็นจุดเด่นของปรัชญาวิทยาศาสตร์คือมีวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การสร้างองค์ความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การใช้เหตุผลในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป การสร้างโมเดล (models) เพื่อสังคมและสร้างสาระความรู้ของวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

แนวทางของปรัชญาวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับปัจจัยสองชนิดคือ ข้อเท็จจริงซึ่งจะต้องเป็นข้อเท็จจริงเชิงประจักษ์ (empirical facts) และความคิดที่มีเหตุผล ซึ่งเมื่อพิจารณาจากหลักความเชื่อหรือทฤษฎีที่เป็นที่มาของการแสวงหาความจริงและความรู้แล้ว จะเห็นว่าเป็นไปตามแนวคิดของประจักษ์นิยมซึ่งขึ้นอยู่กับหลักฐาน ซึ่งพวกประจักษ์นิยมมีทรรศนะว่าความรู้ได้มาจากประสบการณ์ โดยวิธีนี้เรื่องราวความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเกิดจากประสบการณ์ของมนุษย์ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นมาจากการทดสอบ โดยผ่านการทดลองและการสังเกต เมื่อทฤษฎีมีหลักฐานข้อมูลเพียงพอเป็นที่ยอมรับของสังคม วิทยาศาสตร์จะถูกนำไปขยายผลและใช้งาน หรืออธิบายว่าสิ่งต่างๆ ทำงานได้อย่างไร หรือเกิดขึ้นได้อย่างไร นอกจากนี้พวกประจักษ์นิยมยังถือว่าการสังเกตเกี่ยวข้องกับการรับรู้ และมีผลต่อเนื่องไปสู่การปฏิบัติ ดังนั้นการสังเกตจึงเป็นรากฐานสำคัญที่จะทำให้เข้าใจสิ่งต่างๆ

ในการสร้างทฤษฎีนักวิทยาศาสตร์จะต้องเริ่มจากการแสวงหาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องให้พบเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อนำข้อเท็จจริงมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนว่ามีนัยสำคัญเพียงพอที่จะนำไปทดสอบหรือไม่ ถ้านัยสำคัญเพียงพอข้อเท็จจริงเหล่านั้นจะนำไปทดสอบสมมติฐานและถูกนำไปใช้ในการสนับสนุนการทดลองในแต่ละขั้นตอนจนกว่าการทดลองจะเสร็จสิ้นลง ถ้าผลการทดลองได้รับการยืนยัน คำตอบที่ได้จะพัฒนาต่อไปเป็นองค์ความรู้หรือทฤษฎี (สุรพงษ์ โสธนะเสถียร, 2544) สิ่งเหล่านี้ยืนยันได้จากผลงานของกาลิเลโอ (Galileo) ในการทดลองที่หอเอนเมือง ปีซาใน ค.ศ. 1590 นับเป็นครั้งแรกที่ใช้แนวทางของปรัชญาวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่เป็นการทดลองอย่างจริงจังและเป็นทางการ เพื่อแสดงถึงความรู้เชิงประจักษ์ หลังจากนั้นใน ค.ศ. 1660 ซึ่งถือได้ว่าเป็นปีเริ่มต้นในการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ เมื่อนิวตัน (Newton) ได้เสนอผลงานที่เป็นทฤษฎีวิทยาศาสตร์ในแนวใหม่ ที่มีการใช้ปรัชญาวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานระหว่างประจักษ์นิยมร่วมกับแบบแผนการใช้เหตุผล หรือการอาศัยข้อเท็จจริงไปพร้อมกับความคิด มีการทดลองปฏิบัติไปพร้อมกับการสร้างทฤษฎี วิธีการแบบนี้ไปสู่การปฏิวัติอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 16 ซึ่งต่อมาทำให้มีการยอมรับอำนาจของมนุษย์แทนที่อำนาจของศาสนา และมีอิทธิพลอย่างกว้างขวางทั้งในทางเศรษฐกิจ การเมืองและสังคมจนถึงยุคปัจจุบันนี้

วิธีการของปรัชญาวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมิได้แตกต่างจากวิธีการที่ Euclid ใช้ในการสร้างทฤษฎีบททางเรขาคณิตกล่าวคือ ปรัชญาวิทยาศาสตร์สามารถสร้างทฤษฎีบท (theorem) ได้จากสิ่งที่เห็นจริงแล้ว (axiom) ซึ่งสิ่งที่เห็นจริงแล้วมีอยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง (real world) ดังนั้นผลของการเป็นทฤษฎีบทก็ต้องสอดคล้องกับโลก

ของความเป็นจริง ในทางกลับกันทฤษฎีบทที่ได้ย่อมสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับโลกทางกายภาพด้วย ในทำนองเดียวกันนี้เป็นวิธีที่นิวตันใช้ในการสร้างทฤษฎีโดยเฉพาะในการเรื่องการทดสอบมวลสารที่เป็นอนุภาคเล็กๆ แล้วอาศัยความจริงของความรู้เรื่องอนุภาคไปอนุมานกับมวลสารที่ใหญ่ขึ้นและขยายเลยไปถึงการอธิบายจักรวาลได้ ตัวอย่างเช่นการคำนวณแรงดึงดูดของโลกต่อผลแอปเปิล สามารถนำไปคำนวณวงโคจรของจักรวาลได้ด้วยกฎของแรงโน้มถ่วง ดังนั้นความสำคัญของการศึกษาแบบวิทยาศาสตร์อยู่ที่ระเบียบวิธีการและการนำไปสู่ผลสรุป ระเบียบวิธีการต่างๆ มีรากฐานมาจากการสังเกตรวมกับแนวทางอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการสังเกตเช่น การนิรนัย การอุปนัย และการถกเถียงของที่ประชุมวิชาการ จนกระทั่งสามารถนำไปสู่ข้อสรุปได้

ตัวอย่างของปรัชญาวิทยาศาสตร์ที่นำความเจริญมาสู่สังคม เช่น การพิจารณาสังคมในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 และช่วงต้นคริสต์ศตวรรษที่ 19 กล่าวคือในช่วงนั้นมีเหตุการณ์ปฏิวัติเกิดขึ้นหลายแห่งในยุโรป ประเทศฝรั่งเศสมีการปฏิวัติครั้งใหญ่และมีการเผยแพร่ประชาธิปไตยไปทั่วยุโรป สภาพความเป็นอยู่ในขณะนั้นนับได้ว่าประเทศอังกฤษมีการค้าเจริญขึ้นมาก่อนและมีการปฏิวัติอุตสาหกรรมก่อนประเทศใดๆ ในยุโรป ต่อมาฝรั่งเศสและอเมริกาก็เจริญตามมา ซึ่งในขณะนั้นประเทศเยอรมันยังล้าหลัง จนกระทั่งปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 กลับมีความเจริญทางเทคโนโลยีมากกว่าประเทศอื่นๆ ทั้งนี้เพราะประเทศเยอรมันมีกระบวนการและนำความคิดใหม่มาใช้ ขณะที่อังกฤษและฝรั่งเศสมัวเสียเวลาของเก่าจึงมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีล้าหลังกว่าในช่วงเวลานั้น

องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นสะสมอยู่ในสังคมและถ่ายทอดสู่ผู้คนในสังคมรุ่นแล้วรุ่นเล่า มีการสร้างสรรค์เกิดขึ้นใหม่อยู่ตลอดเวลา มนุษย์เรียนรู้จากสังคมก็มาก สร้างและสะสมความรู้ขึ้นมาใหม่ก็มาก ถ้าปราศจากสังคมซึ่งสะสมองค์ความรู้ต่างๆ มนุษย์คงไม่มีความเป็นอยู่เช่นปัจจุบันนี้ ไม่มีความสะดวกสบาย ไม่มีเสื้อผ้าสวมใส่ ไม่มีเครื่องใช้ในการดำรงชีพ ไม่มีไฟฟ้าใช้ สภาพชีวิตความเป็นอยู่คงไม่แตกต่างจากสัตว์อื่นๆ จึงเห็นได้ว่าสังคมให้สิ่งที่มีคุณค่าแก่มนุษย์ และถ้าปราศจากแนวทางของปรัชญาวิทยาศาสตร์สังคมก็จะไม่สามารถสร้างความรู้ต่างๆ และเรียนรู้เข้าใจความจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติได้

พัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำว่าวิทยาศาสตร์มีความหมายตรงกับภาษาอังกฤษว่า science มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า scientia วิทยาศาสตร์มีความหมายสองส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นเครื่องมือหรือวิธีการคิดค้นหาเหตุผลอย่างเป็นระบบที่เชื่อถือได้ หรืออาจกล่าวถึงวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นกระบวนการ (science as a process) ส่วนที่สองหมายถึงองค์ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์และความจริงที่มนุษย์ค้นพบ แล้วนำมาประมวลไว้เป็นหมวดหมู่อย่างเป็นระบบซึ่งเรียกว่าองค์ความรู้สากลของมนุษย์ทั้งหมด (universal body of knowledge) ส่วนเทคโนโลยี (technology) หมายถึงการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ หรืออาจกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีเป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (applied science) เทคโนโลยีมีองค์ประกอบสองส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นความรู้หรือกระบวนการ (software) อีกส่วนหนึ่งคือทรัพยากรธรรมชาติหรือเครื่องมือ (hardware) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นศาสตร์ที่ต้องพึ่งพาอาศัยและเกื้อกูลซึ่งกันและกัน กล่าวคือเทคโนโลยีเกิดขึ้นโดย

มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์รองรับ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วเพราะมีเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาค้นคว้า

พัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีจุดกำเนิดหรือเริ่มต้นเมื่อใดยากที่จะกำหนดได้ สันนิษฐานว่ากำเนิดขึ้นมาพร้อมกับมนุษย์ เพราะมนุษย์จำเป็นต้องเรียนรู้ธรรมชาติเพื่อการดำรงชีวิตอยู่รอด สิ่งมีชีวิตดึกดำบรรพ์ประเภทเซลล์เดียวกำเนิดขึ้นราว 600 - 3,000 ล้านปีที่ผ่านมา จากสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกลายเป็นพืชและสัตว์หลายเซลล์ จนเมื่อ 500,000 ปีก่อนคริสต์ศักราชมนุษย์หรือโฮโมซาเปียนส์ (*Homo sapiens*) ได้ถือกำเนิดขึ้นมาในยุคน้ำแข็งยุคสุดท้าย มนุษย์เรียนรู้ธรรมชาติด้วยการลองผิดลองถูกต้องร่อนแร่พบเพชรเพื่อยังชีพ มนุษย์มีวิวัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นเป็นลำดับ โดยมนุษย์มีวิวัฒนาการด้านต่างๆ อย่างต่อเนื่อง การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของมนุษย์ยุคเริ่มแรกเป็นการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ นับตั้งแต่สิ้นยุคน้ำแข็งยุคสุดท้ายเมื่อประมาณ 10,000 ปีที่แล้วมา มนุษย์ได้เริ่มศึกษาสังเกตธรรมชาติที่อยู่รอบตัวเช่น การเกิดกลางวันกลางคืน ข้างขึ้นข้างแรม ฤดูกาล การโคจรของดวงดาว นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตอีกด้วย วิทยาศาสตร์ยุคแรกเริ่มเมื่อประมาณ 6,000 ปีก่อนคริสต์ศักราชซึ่งอยู่ในยุคหินใหม่ มนุษย์มีความฉลาดมากขึ้นเริ่มรู้จักเอาชนะธรรมชาติ รู้จักการกลั่นกรอง การเพาะปลูก รู้จักการตั้งถิ่นฐานเป็นหลักแหล่งสร้างบ้านเพื่ออยู่อาศัย อยู่รวมกันเป็นสังคม มีการใช้โลหะหลอมซึ่งเรียกว่ายุคสำริด (bronze age) โดยนำทองแดงมาผสมกับดีบุกเพื่อให้มีความแข็งแรงยิ่งขึ้น ตอนปลายของยุคโลหะเริ่มมีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรซึ่งถือได้ว่าเข้าสู่สมัยประวัติศาสตร์

ประมาณ 4,000 ปีก่อนคริสต์ศักราช ชนชาติอียิปต์ได้ประดิษฐ์อักษรเฮียโรกลีฟิค (hieroglyphic) ซึ่งเป็นอักษรภาพ เริ่มมีตัวอักษรทำให้ศิลปวิทยาการต่างๆ มีการบันทึกเรื่องราวในสมัยนั้นอย่างมากมาย จากการขุดสุสานอียิปต์โบราณทำให้พบข้อความอักษรเฮียโรกลีฟิค จนกระทั่งคริสต์ที่ 19 ศิลปวิทยาการต่างๆ ของอียิปต์โบราณที่เป็นความลับมากกว่า 2,000 ปี จึงถูกเปิดเผย ชาวอียิปต์รู้จักการหาพื้นที่ หาปริมาตรของรูปทรงต่างๆ รู้จักทำปฏิทินตามจันทรคติ ราว 1,700 ปีก่อนคริสต์ศักราช การแพทย์ของอียิปต์เจริญมาก โดยมีการแบ่งประเภทตามอาการของโรคและเป็นพื้นฐานการแพทย์ของกรีก ในสมัยต่อมากรีกได้รับการยกย่องว่าเป็นชาติที่สนใจศึกษาค้นคว้าธรรมชาติอย่างลึกซึ้ง แต่ความรู้ที่สะสมจากสมัยกรีกยังมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงของธรรมชาติอยู่มาก ทั้งนี้เพราะการแสวงหาความรู้ในสมัยนั้นใช้เหตุผลตามข้อเท็จจริงเชิงประจักษ์ทางตรรกวิทยาในการแสวงหาความรู้ แม้จะมีผู้ตั้งทฤษฎีที่ถูกต้องในบางเรื่องแต่ก็ไม่เป็นที่ยอมรับ เพราะไม่สอดคล้องกับความเชื่อทางศาสนา กรีกเป็นพวกแรกที่ศึกษาเกี่ยวกับมนุษย์และจักรวาลอย่างมีเหตุผลและมีความเชื่อในเรื่องของเทพเจ้า สิ่งทีเรียกว่าวิทยาศาสตร์ในขณะนั้นจึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของปรัชญา

กรีกมีตัวอักษรที่ดัดแปลงจากอักษรฟินิเซียน (Phoenician) ซึ่งชาวฟินิเซียนได้ดัดแปลงมาจากอักษรเฮียโรกลีฟิคของอียิปต์และอักษรคูนิฟอร์มของเมโสโปเตเมีย และกลายเป็นแบบอย่างพัฒนาสู่อักษรละติน (Latin) และอังกฤษในปัจจุบัน การที่กรีกมีตัวอักษรทำให้สามารถสื่อความหมายและถ่ายทอดวิทยาการได้มากขึ้น ทำให้ศิลปวิทยาการเจริญอย่างมาก และเจริญมากที่สุดในสมัยอเล็กซานเดรีย (Alexandria) นครอเล็กซานเดรียในอียิปต์เป็นศูนย์กลางวิทยาการ นับเป็นความเจริญทางวิทยาศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ของโลกในสมัยนั้น (323 ปีก่อน

คริสต์ศักราช) วิทยาศาสตร์ในยุคนี้เริ่มเปลี่ยนแปลงจากการสรุปทางตรรกศาสตร์ตามเหตุผลมาเป็นการค้นคว้าทดลอง มีการรวบรวมข้อมูลก่อนตั้งเป็นสมมติฐาน นครอเล็กซานเดรียมีความรุ่งเรืองได้ 700 ปีจึงถูกทำลาย เพราะประชาชนมีความขัดแย้งในเรื่องศาสนา หนังสือต่างๆ ที่มีคุณค่าถูกเผาทำลายสิ้น ใน ค.ศ. 640 ชาวอาหรับได้เข้ายึดครองนครอเล็กซานเดรีย ทำให้ยุคทองของการพัฒนาวิทยาศาสตร์เกิดการชะงักงัน วิทยาศาสตร์เริ่มมาจนถึง ค.ศ. 450 นับเป็นการสิ้นสุดของวิทยาศาสตร์ยุคโบราณ นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในยุคโบราณได้แก่

เทลีส (Thales 636–546 ก่อนคริสต์ศักราช) ได้รับการยกย่องว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกของมนุษยชาติ เขากล่าวว่ากฎเกณฑ์ต่างๆ ของธรรมชาติไม่ใช่การกระทำของพระเจ้า

พีทาโกรัส (Pythagoras 582–507 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ได้รับการยกย่องว่าเป็นนักคณิตศาสตร์คนแรกของโลก

เอมเพโดคลีส (Empedocles 495–430 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ศึกษาทดลองเกี่ยวกับร่างกายมนุษย์และเชื่อว่าจักรวาลประกอบด้วย ดิน น้ำ ลม ไฟ

เดโมคริตัส (Democritus 470–370 ปีก่อนคริสต์ศักราช) เชื่อว่าทุกสิ่งทุกอย่างในโลกและจักรวาลประกอบด้วยอะตอม

ฮิปโปคราเตส (Hippocrates 460–377 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ได้ชื่อว่าเป็นบิดาแห่งการแพทย์ เชื่อว่าโรคทุกชนิดเกิดจากธรรมชาติ ไม่ใช่การกระทำของธรรมชาติหรือภูตผีปิศาจ

เพลโต (Plato 427–342 ปีก่อนคริสต์ศักราช) เชื่อว่าเส้นทางโคจรของดวงดาวเป็นวงกลม (ต่อมาอีก 2,000 ปี เคนปเลอร์ จึงพบว่าดวงดาวมีวงโคจรเป็นวงรี)

อริสโตเติล (Aristotle 384–322 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ศึกษาศาสตร์หลายแขนง และได้รับยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งสัตววิทยาและธรรมชาติวิทยา คำสอนของอริสโตเติลมีอิทธิพลต่อความคิดความเชื่อ มีการถ่ายทอดและเชื่อถือในชนชาติต่างๆ นานถึง 2,000 ปี

ยุคลิด (Euclid 330–260 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ได้รับยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งวิชาเรขาคณิต

อาร์คิมิดีส (Archimedes 281–212 ปีก่อนคริสต์ศักราช) ได้รับยกย่องว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ในยุคโบราณทางด้านฟิสิกส์ และเป็นนักประดิษฐ์ที่ฉลาดล้ำยุค

1. วิทยาศาสตร์สมัยกลาง

วิทยาศาสตร์สมัยกลางเริ่มตั้งแต่ ค.ศ. 450–1,700 วิทยาศาสตร์ในยุคนี้ยังไม่สามารถแยกออกจากปรัชญา เนื่องจากคนในยุคนี้ยังเชื่อว่าวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ความสามารถทางปัญญาในการคิดหาเหตุผลมากกว่าการลงมือทดลอง ความรู้ที่ได้จึงคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง วิธีการเข้าถึงความรู้ไม่ว่าจะเป็นแบบอนุมาน (deductive) และอุปมาน (inductive) ยังไม่มีหลักเกณฑ์เท่าที่ควร และจากการรุกรานแย่งดินแดนของพวกอนารยชน (barbarian) ใน ค.ศ. 476 ไปยังอาณาจักรที่เคยรุ่งเรืองมาก่อน (เช่น จักรวรรดิโรมัน) ทำให้วิชาการต่างๆ ชะงักไป ระหว่างศตวรรษที่ 9–11 ความรู้ที่ยังคงหลงเหลืออยู่บ้างได้ถูกแปลงจากภาษากรีกโบราณเป็นภาษาอารบิก (Arabic) โดยไม่มีการคิดค้นเพิ่มเติม หลังศตวรรษที่ 11 ความรู้และภาษาอารบิกถูก

แปลงไปเป็นภาษาละติน และบางส่วนถูกแปรไปเป็นภาษาฮีบรู (Hebrew) อารยธรรมของพวกเขาได้รับแผ่ขยายไปโดยชนชาติอาหรับ สเปน มอริอโค และอินเดีย ซึ่งในช่วงระยะเวลานั้นแนวคิดและความเชื่อทางศาสนาแตกแขนงออกเป็นหลายลัทธิ เช่น มุสลิม คริสเตียน และยิว

ตั้งแต่ต้นสมัยกลางจนถึงปลายสมัยกลางแทบจะไม่มีความรู้ใหม่ๆ เพิ่มขึ้นเลย เรียกยุคนี้ว่ายุคมืด จนถึงกลางศตวรรษที่ 14 จึงเข้าสู่ยุคฟื้นฟูศิลปวิทยา (renaissance) มีการประดิษฐ์แท่นพิมพ์โดยโยฮันน์ กูเตนเบิร์ก (Johann Gutenberg ค.ศ. 1397–1468 ชาวเยอรมัน) ทำให้มีการเผยแพร่วิชาการด้านวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวางมากขึ้น และนำไปสู่การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ครั้งยิ่งใหญ่ในคริสต์ศตวรรษที่ 16–18 ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าเป็นอย่างมาก และเกิดการตื่นตัวในการศึกษาธรรมชาติมากขึ้น ผู้คนเริ่มตระหนักว่าการที่จะบอกว่าสิ่งใดเป็นจริงทางวิทยาศาสตร์จะต้องตรวจสอบกับประสบการณ์ของตนเองโดยอาศัยการสังเกตและทดลอง ในคริสต์ศตวรรษที่ 16 การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เริ่มใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยฟรานซิส เบคอน (Francis Bacon) ได้เผยแพร่แนวคิดที่ไม่ควรเชื่อสิ่งที่ได้ยินถ้าปราศจากการทดลอง คริสต์ศตวรรษที่ 17 มีการศึกษาการเล่นแร่แปรธาตุเพื่อเปลี่ยนโลหะให้เป็นทองคำ และทดลองเพื่อค้นหาอายุวัฒนะ เริ่มแปรสภาพไปสู่การทดลองอย่างเป็นระบบมากขึ้น ทฤษฎีใหม่ๆ ถูกค้นพบมากขึ้น ทำให้วิทยาศาสตร์เริ่มแยกตัวออกจากปรัชญา โดยที่วิทยาศาสตร์สนใจธรรมชาติในส่วนที่เป็นสสารหรือวัตถุที่มีตัวตน เป็นเรื่องของรูปธรรมเป็นส่วนใหญ่ ขณะที่ปรัชญามุ่งศึกษาเรื่องของนามธรรม นักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในยุคนี้ได้แก่

โคเปอร์นิคัส (Nicholaus Copernicus ค.ศ. 1473–1543 เชื้อสายโปแลนด์) ได้ให้ทฤษฎีเกี่ยวกับจักรวาลว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ โลกไม่ใช่ศูนย์กลางของจักรวาล ซึ่งนับเป็นการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ครั้งสำคัญ เพราะเป็นการอ้างทฤษฎีที่ค้านกับความเชื่อเดิมเมื่อ 1,500 ปีมาแล้ว ซึ่งเสนอโดยโทเลมี

เคปเลอร์ (Kepler ค.ศ. 1568–1630 ชาวเยอรมัน) เชื่อว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ และเสนอว่าวงโคจรของดาวเคราะห์เป็นวงรีไม่ใช่วงกลม นอกจากนี้ยังพบอีกว่าดาวเคราะห์แต่ละดวงโคจรด้วยความเร็วไม่คงที่ โดยความเร็วจะมากขึ้นเมื่อโคจรเข้าใกล้ดวงอาทิตย์

วีเซเลียส (Andreas Vesalius ค.ศ. 1514–1563) นักกายวิภาคศาสตร์ผู้ศึกษาจากศพคนได้คัดค้านคำสอนของเกเลน ทำให้คำสั่งสอนของเกเลนซึ่งเชื่อถือกันมายาวนานถึง 1,500 ปี ถูกล้มล้างไป การศึกษากายวิภาคของคนจากร่างกายของคนทำให้การพัฒนาด้านการแพทย์เจริญก้าวหน้ามากขึ้น

กาลิเลโอ (Galileo Galilei ค.ศ. 1564 – 1642 ชาวอิตาลี) เป็นทั้งนักดาราศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ และนักฟิสิกส์ ผู้มีความคิดก้าวหน้ามากโดยไม่เห็นด้วยกับความเชื่อวิทยาศาสตร์ยุคโบราณของอริสโตเติล โทเลมี และเกเลน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ทั้งสามท่านนี้มีอิทธิพลต่อการพัฒนาของวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ มายาวนานกว่าพันปี นอกจากนี้ยังขัดแย้งกับคำสอนทางศาสนา จึงทำให้กาลิเลโอประสบปัญหาอย่างมากในการเผยแพร่ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

โรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle ค.ศ. 1627–1692) บิดาแห่งวิชาเคมีสมัยใหม่ โดยมีการศึกษาทดลองประกอบกับการตั้งทฤษฎี ด้านชีววิทยามีการศึกษาเกี่ยวกับกำเนิดของชีวิต จุลินทรีย์ พฤกษศาสตร์ มีการค้นพบ

เซลล์และประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์โดยเลเวนฮุค (Leuwenhoek) นอกจากนี้เรดิ (Redi) ได้ทดลองให้เห็นว่า สิ่งมีชีวิตย่อมเกิดจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดมาก่อนเช่น หนอนแมลงวันเกิดจากแม่แมลงวัน

ลิวเวนฮุค (Leuwenhoek) ศึกษาจุลชีวันโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ และรอเบิร์ต ฮุก (Robert Hooke) ค้นพบ เซลล์

เซอร์ ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton ค.ศ. 1642–1727) พบกฎแห่งการโน้มถ่วงและสร้างกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงได้เป็นคนแรก อีกทั้งยังสามารถไขความลับทฤษฎีสู่ระยะจักรวาลของโคเปอร์นิคัสได้อย่างชัดเจน

2. วิทยาศาสตร์สมัยใหม่

วิทยาศาสตร์สมัยใหม่เริ่มเมื่อประมาณ ค.ศ. 1700 โดยมีผลงานสำคัญของฟรานซิส เบคอน (Francis Bacon) กาลิเลโอ (Galileo) เคปเลอร์ (Kepler) เดการ์ตส์ (Descartes) นิวตัน (Newton) และลินเนียส (Linnaeus) โดยระหว่างศตวรรษที่ 17–18 เป็นการค้นพบที่เป็นรากฐานทางวิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน ผลจากการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยนำไปสู่การปฏิวัติทางอุตสาหกรรม มีการใช้เครื่องจักรกลช่วยทำงานทำให้ได้ผลผลิตเร็วและมีปริมาณมากกว่าเดิม การปฏิวัติทางอุตสาหกรรมและการค้นพบวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาเป็นการเริ่มต้นของวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ความเชื่อเรื่องทฤษฎีฟลอจิสตัน (phlogiston theory) ที่ว่า “สารที่ติดไฟได้ทุกชนิดประกอบด้วยฟลอจิสตัน เมื่อสารนั้นติดไฟจะกลายเป็นฟลอจิสตันออกมา สารที่ติดไฟได้ดีแสดงว่ามีฟลอจิสตันมาก” ยังมีอยู่แม้ว่าพริสทลีย์ (Joseph Priestley) ได้ทำการทดลองและพบก๊าซออกซิเจนแล้วก็ตาม แต่ยังไม่สามารถสรุปผลการทดลองและสร้างทฤษฎีได้ ความเชื่อในทฤษฎีฟลอจิสตันมีมาจนถึงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18

ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา ความเจริญก้าวหน้าและการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างรวดเร็วและกว้างขวางในทุกสาขาวิชา การค้นคว้า ทดลอง การค้นพบและประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ ทำให้โลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่น การค้นพบไดนาโม ไฟฟ้า โทรเลข โทรศัพท์ วิศวกรรม การบันทึกภาพ การบันทึกเสียง การส่งกระจายเสียง วิทยุ โทรทัศน์ การเก็บรักษาอาหารด้วยตู้เย็น และผลิตภัณฑ์พลาสติก ต่อมาศตวรรษที่ 20 ถือได้ว่าเป็นยุคแห่งการปฏิวัติทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกือบทุกสาขา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการค้นพบเอกซ-เรย์ (X-ray) การค้นพบกัมมันตภาพรังสี การวิเคราะห์สภาพทางจิตของมนุษย์ การค้นพบลักษณะของยีนตามแนวคิดของเมนเดล การค้นพบแผนที่ยีนหรือลายพิมพ์ดีเอ็นเอของมนุษย์ พันธุวิศวกรรม การโคลนสิ่งมีชีวิต การค้นพบทฤษฎีควอนตัม การค้นพบทฤษฎีสัมพัทธภาพ และการแยกอะตอม เหล่านี้ถือเป็นรากฐานสำคัญที่ทำให้มนุษย์ขึ้นสู่อวกาศเพื่อแสวงหาที่อยู่แหล่งใหม่ในกาแล็กซี การพัฒนาของวิทยาศาสตร์ทุกสาขาทั้งเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วทั้งนี้เพื่อสนองความต้องการของมนุษย์

3. พัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มิอยู่ในวัฒนธรรมของคนไทยมาช้านาน ความเป็นสากลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้มีการแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว ช่วงศตวรรษที่ผ่านมาการติดต่อสื่อสารทำได้ง่าย

ขึ้น มีความเข้าใจกันว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยล้วนมีต้นกำเนิดจากต่างประเทศ ซึ่งถ้าศึกษาให้ดีแล้วจะพบว่าประเทศไทยมีแกนของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฝังลึกมานานแล้วกว่าหมื่นปีก่อนประวัติศาสตร์ของไทย ดังจะเห็นได้จากหลักฐานทางวัฒนธรรมที่บ้านเชียง ซึ่งมีความเจริญรุ่งเรืองมากกว่า 1,000 ปี โดยมีการใช้โลหะในการทำเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ และเครื่องปั้นดินเผา (ได้รับอิทธิพลมาจากอินเดีย จีน ละโว้ ลาว เอเชียตอนใต้) การเกิดอย่างเป็นเหตุผลอันมาจากศาสนาพุทธก็เป็นส่วนที่มีอยู่ในสังคมไทยมาช้านาน การพัฒนาวิทยาศาสตร์ของไทยเริ่มได้รับอิทธิพลจากชาติตะวันตกตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา และได้รับเพิ่มขึ้นอย่างมากตั้งแต่รัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวเป็นต้นมา ช่วงศตวรรษที่ผ่านมาจัดได้ว่าเป็นศตวรรษของการเริ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบสากล โดยมีการวางรากฐานทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันต่างๆ และมีการสร้างความเข้มแข็งทางวิชาการมากขึ้น ถึงกระนั้นในปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยก็ยังไม่สามารถเทียบกับนานาชาติอารยประเทศได้ การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยมีความเป็นมาโดยลำดับพอสังเขปได้ดังนี้

พ.ศ. 2411 พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงคำนวนการเกิดอุบัติเหตุสุริยุปราคาเต็มดวงได้อย่างแม่นยำ สร้างเกียรติคุณให้แก่วงการวิทยาศาสตร์ของไทยไปทั่วโลก

พ.ศ. 2438 พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ปลูกพรรณไม้นานาชนิดให้มีสภาพป่าแบบธรรมชาติในเขตพระราชวังดุสิต (บริเวณเขาดินวนา) จัดว่าเป็นสวนพฤกษชาติแห่งแรกของไทย

พ.ศ. 2456 พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงเปิดสถานปาสเตอร์ (เวลานั้นเรียกว่าปัสตูรสภา) ต่อมาเรียกว่าสถานเสาวภา สามารถผลิตวัคซีนป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าได้ในประเทศไทย

พ.ศ. 2464 เจ้าหมื่นดิลกคุณเดชมกรหลวงสงขลานครินทร์ โดยความช่วยเหลือของมูลนิธิร็อกกีเฟลเลอร์ ให้มีการปรับปรุงการเรียนการสอนในราชแพทยวิทยาลัย (ต่อมาเป็นคณะแพทยศาสตร์และศิริราชพยาบาล) ทำให้แพทยศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยเข้าสู่มาตรฐานสากล

พ.ศ. 2491 จัดตั้งสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

พ.ศ. 2499 จัดตั้งสภาวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2500 มีรายงานการพบเครื่องปั้นดินเผาลายเขียนสี ตำบลบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ได้ค้นพบว่าเป็นแหล่งอารยธรรมก่อนประวัติศาสตร์อายุประมาณ 6,000 – 7,000 ปี

พ.ศ. 2506 จัดตั้งสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย

พ.ศ. 2507 ติดตั้งคอมพิวเตอร์เครื่องแรกของไทยที่คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2514 จัดตั้งสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

พ.ศ. 2515 จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ทำหน้าที่ส่งเสริมและพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศ

พ.ศ. 2516 นักวิทยาศาสตร์ค้นพบค้างคาวที่เล็กที่สุดในโลกที่ถ้ำในอำเภอไพรโยก จังหวัด กาญจนบุรี มีชื่อว่าค้างคาวกิตติหรือค้างคาวหน้าหมู (*Craseonycteris thonglongyai* Hill)

พ.ศ. 2522 จัดตั้งกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน (ต่อมาเปลี่ยนชื่อเป็น กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ใน พ.ศ. 2535) ปัจจุบันแยกเป็นกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกระทรวงพลังงานตามโครงสร้างการปฏิรูประบบราชการ

พ.ศ. 2524 รายงานการค้นพบฟอสซิลกระดูกไดโนเสาร์เป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น

พ.ศ. 2525 กำหนดวันวิทยาศาสตร์แห่งชาติ เพื่อเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เป็น “พระบิดาแห่งวิทยาศาสตร์ไทย” (18 สิงหาคมของทุกปี)

พ.ศ. 2526 จัดตั้งศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ

พ.ศ. 2530 จัดตั้งสถาบันจุฬารักษ์ เพื่อดำเนินการวิจัยและนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ

พ.ศ. 2531 เริ่มมีการใช้อินเตอร์เน็ตในประเทศไทย โดยเชื่อมต่ออีเมลจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ไปยัง AARNET ที่มหาวิทยาลัยเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย

พ.ศ. 2531 ค้นพบปูน้ำจืดและกิ้งกักเตาชนิดใหม่ในประเทศไทยได้แก่ ปูเจ้าฟ้า ปูราชินี ปูทูลกระหม่อม ปูแม่ฟ้าหลวง และกิ้งก่าฟ้า

พ.ศ. 2534 จัดตั้งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดยเป็นการรวมตัวของศูนย์ พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ศูนย์เทคโนโลยีเพื่อการ พัฒนา โดยมีกฎหมายพิเศษให้เป็นหน่วยงานพิเศษของรัฐ

พ.ศ. 2538 เริ่มโครงการความหลากหลายทางชีวภาพ

พ.ศ. 2542 เกิดกระแสตื่นตัวและอภิปรายถกเถียงอย่างกว้างขวางในเรื่องจีเอ็มโอ (GMOs : genetically modified organisms) ตั้งโครงการศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ และตั้งศูนย์เทคโนโลยีพลังงานและเทคโนโลยีสะอาด

พ.ศ. 2543 ตั้งสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ มีภารกิจในการพัฒนาความรู้ ทรัพยากรและให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม

พ.ศ. 2544 กำหนดวันเทคโนโลยีของไทยเพื่อเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในฐานะเป็น พระบิดาแห่งเทคโนโลยีไทย (19 ตุลาคมของทุกปี)

พ.ศ. 2545 ปรับเปลี่ยนโครงสร้างจากกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเป็น กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นองค์กรหลักในการเชื่อมโยงความรู้และภูมิปัญญาของประเทศ เพื่อ สร้างความสามารถในการแข่งขัน และพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่ยั่งยืน

จากลำดับเหตุการณ์สำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทยพอสรุปได้ว่า ช่วงครึ่งแรกของ คริสต์ศตวรรษที่ผ่านมาเป็นช่วงที่เปิดรับวิทยาการใหม่เข้ามาเพื่อนำมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ ผู้ที่มีบทบาทสำคัญ เป็นคนชั้นปกครองที่มีโอกาสได้รับการศึกษาจากต่างประเทศ การรับวิทยาการใหม่ๆ บางครั้งอาจขัดแย้งกับ ความเชื่อดั้งเดิมของไทยเช่น การแพทย์แผนใหม่กับการแพทย์แผนไทย เป็นที่น่าเสียดายว่าภูมิปัญญาดั้งเดิมที่มี คุณค่าถูกเพิกเฉยละทิ้งด้วยความคิด ความเชื่อที่วิทยาการใหม่ๆ จะดีกว่าของโบราณ วิ ท ย า ศ า ส ต ร์ แ ล ซ

เทคโนโลยีของไทยได้เริ่มมีความเป็นตัวเองในช่วงประมาณ 4 ทศวรรษที่ผ่านมา จากการที่เป็นเพียงวิชาพื้นฐานที่เรียนจากตำรามาเป็นวิชาที่มีการวิจัยเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ที่เป็นประโยชน์ทั้งในแง่ความเข้าใจธรรมชาติและ การนำไปประยุกต์ ทำให้มีคุณค่าและความหมายในตัวของมันเองมากขึ้น ในส่วนของนักวิทยาศาสตร์ได้เปลี่ยน บทบาทจากการเป็นผู้ถ่ายทอดวิชามาเป็นผู้แสวงหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง แม้ในปัจจุบันการพัฒนาในหลาย ส่วนยังไม่สมบูรณ์นักและยังต้องดำเนินการต่อไปอีก จนกว่าที่นักวิทยาศาสตร์ไทยจะมีบทบาทสร้างสรรค์ สังคมไทยเองและยื่นเคียงบาเคียงไหล่กับนักวิทยาศาสตร์ชาติอื่นๆ ในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ให้แก่มนุษย์ ชาติ แต่ก็พูดได้ว่าประเทศไทยได้ผ่านช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อนั้นมาแล้ว

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

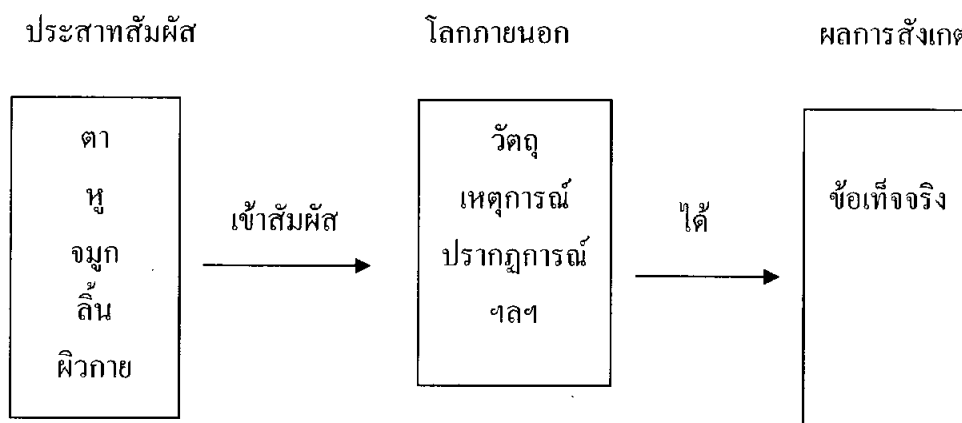
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นยุทธวิธีหรือกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการ แสวงหาความเป็นไปของธรรมชาติที่มีอยู่และเกิดขึ้นแล้ว ธรรมชาติเป็นสิ่งที่มียู่และเกิดขึ้นก่อน นักวิทยาศาสตร์เป็นเพียงผู้ใช้กลวิธีที่ชาญฉลาดเข้าไปศึกษาหาความจริง หากกฎเกณฑ์เงื่อนไขและความเป็นไป ทางธรรมชาติในภายหลัง การทำงานของนักวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนมีระเบียบมีแบบแผนในการดำเนินงานที่ เรียกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) หรืออาจไม่มีรูปแบบไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเป็นการทำงาน ที่ต้องใช้วิจารณ์ญาณและความคิดสร้างสรรค์อันเป็นคุณลักษณะเฉพาะของบุคคลที่แตกต่างกันอย่างซึ่งเรียกว่า วิธีแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หรือที่นิยมเรียกกันว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process) ไม่ว่าจะ พิจารณาการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบใดก็ตาม สิ่งที่ไม่แตกต่างกันทั้งสองแนวคิดก็คือ นักวิทยาศาสตร์ใช้เครื่องมือหรือกระบวนการแสวงหาความจริงของธรรมชาติที่เหมือนกัน สมาคมอเมริกันเพื่อ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science : AAA's) ได้ตีพิมพ์ หนังสือ Science - A Process Approach, Commentary for Teachers (ค.ศ. 1970) กล่าวถึงกระบวนการที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความเป็นจริงของธรรมชาติมีทั้งหมด 13 กระบวนการ แบ่งเป็นขั้นพื้นฐาน 8 กระบวนการ ได้แก่ การสังเกต (observing) การวัด (measuring) การจัดจำแนกประเภท (classifying) การหา ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (space/space and space /time relationships) การใช้ ตัวเลขหรือคำนวณ (number using) การจัดกระทำและสื่อความหมาย (organizing and communicating) การลง ความเห็นจากข้อมูล (inferring) และการพยากรณ์ (prediction) ส่วนกระบวนการขั้นผสมผสานอีก 5 กระบวนการ ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน (formulating hypothesis) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operationally defining) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) การทดลอง (experimenting) การตีความหมายและลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา ที่เป็นกระบวนการที่ นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างได้ผลและนำไปสู่ความสำเร็จสิ่งที่ได้คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทำงานของ นักวิทยาศาสตร์จะสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถในการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ แสวงหาความรู้ ดังนั้นจึงควรเรียนรู้และพัฒนาให้เกิดความชำนาญหรือเกิดทักษะ ซึ่งจะทำให้การทำงานมี

ประสิทธิภาพ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ตนเองอย่างยิ่ง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะมีรายละเอียดดังนี้

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากวัตถุหรือสถานการณ์ต่างๆ การสังเกตจึงเป็นกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญมากของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ส่วนนี้มีรากฐานมาจากความเป็นคนช่างสังเกตช่างสงสัยมีความอยากรู้อยากเห็นและชอบทดลองค้นคว้า บางครั้งการสังเกตด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ก็มีข้อจำกัดและข้อบกพร่องซึ่งอาจทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดพลาด การแก้ไขข้อผิดพลาดและช่วยขยายขอบเขตของการสังเกตทำได้โดยการใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกตหรือใช้การสังเกตซ้ำหลายๆ ครั้งหรือใช้หลายๆ คนในการสังเกตสิ่งเดียวกัน ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตถือว่าเป็นข้อเท็จจริง รูปแบบของการสังเกตแสดงดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 รูปแบบการสังเกต

ที่มา : (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531)

การเป็นคนช่างสังเกตเป็นลักษณะนิสัยที่ทุกคนสามารถมีได้และฝึกหัดได้ ไม่เฉพาะนักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่จะต้องเป็นคนช่างสังเกต แต่การสังเกตผู้สังเกตจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ควรใช้ประสาทสัมผัสหลายๆ อย่างในการสังเกต ได้แก่ การมองดู การฟัง การดมกลิ่น การชิมรส การสัมผัส เพื่อรับรู้ข้อมูลของสิ่งที่สังเกตให้ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตามสิ่งที่ผู้สังเกตต้องระวังและต้องมั่นใจว่าวัตถุนั้นไม่มีอันตรายเช่น ไม่ควรชิมสารใดๆ เป็นอันตรายถ้าไม่ทราบว่าสารนั้นมีพิษหรือไม่

1.2 สังเกตเชิงเปรียบเทียบทุกครั้งที่เป็นไปได้ การสังเกตเชิงเปรียบเทียบเป็นการสังเกตที่จะต้องมีการอ้างอิงโดยประมาณเช่น วัตถุมีอุณหภูมิประมาณเท่าอุณหภูมิห้อง หรือวัตถุขนาดประมาณเท่าเมล็ดถั่วเขียว ซึ่งในที่นี้อุณหภูมิห้องหรือเมล็ดถั่วเขียวเป็นสิ่งที่อ้างอิงสามารถช่วยวัดค่าได้แม่นยำ

1.3 การสังเกตการเปลี่ยนแปลง ต้องสังเกตให้รู้ทั้งลักษณะและปริมาณของวัตถุที่เกิดการเปลี่ยนแปลงรวมถึงการทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่น การจุดเทียนไข และการเผาพลาสติก การสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต้องระบุเงื่อนไขที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่น จุดเทียนไขบริเวณใด มีภาชนะครอบหรือไม่ หรือการเผาพลาสติกมีวิธีการเผาอย่างไร

1.4 การสังเกตกับการลงความเห็น การสังเกตเป็นการบอกลักษณะของวัตถุหรือปรากฏการณ์โดยใช้ประสาทสัมผัส ส่วนการลงความเห็นเป็นการอธิบายผลของการสังเกตเช่น สังเกตพบว่าบนภูเขามีเปลวไฟลุกไหม้ แล้วนักเรียนบอกกับเพื่อนว่าเมื่อสักครู่นี้คงมีชาวบ้านจุดไฟเผา การบอกเช่นนี้เป็นการลงความเห็นจากการที่มีเปลวไฟลุกไหม้ การลงความเห็นอาจมีข้อโต้แย้งได้เช่น มีคนอาจบอกว่าไฟไหม้เกิดจากการที่ไม้ขีดสีกันจนเกิดประกายไฟ หรือไฟลุกลามมาจากที่ดินของชาวบ้านที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งทั้งสองประการนี้ต่างก็มีโอกาสเป็นไปได้

2. ทักษะการวัด

การวัดเป็นกระบวนการใช้เครื่องมือเพื่อวัดปริมาณที่ต้องการทราบค่า ปริมาณที่วัดได้จะมีความถูกต้องเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้วัด ทักษะในการเลือกและการใช้เครื่องมือ การวัดเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นทักษะการวัดจึงมีความสำคัญมากในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์บางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องวัดอย่างละเอียดเช่น ถ้าต้องการทราบว่าสารชนิดหนึ่งเมื่อละลายในน้ำแล้วจะดูดหรือคายความร้อน ในกรณีนี้ไม่จำเป็นต้องวัดปริมาณสาร ปริมาณน้ำและอุณหภูมิของน้ำอย่างละเอียด เพราะการวัดปริมาณต่างๆ แม้จะคลาดเคลื่อนไปบ้างแต่ก็ยังสรุปได้ว่าเมื่อสารละลายน้ำแล้วจะดูดหรือคายความร้อน ถ้าผู้ทดลองต้องการวัดปริมาณสารและปริมาณความร้อนที่ดูดหรือคายออกมาว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร จะต้องวัดปริมาณต่างๆ อย่างละเอียดเช่น อาจจะต้องใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดอ่านทศนิยมได้ 2 หรือ 3 ตำแหน่ง แต่โดยทั่วไปเครื่องมือที่มีความละเอียดในการวัดมากเท่าใดราคาก็ยิ่งแพง ถ้าจุดมุ่งหมายของการวัดไม่ต้องการทราบค่าที่ละเอียดเครื่องมือที่มีราคาแพงและมีความละเอียดมากในการวัดก็ไม่จำเป็น การวัดมักแทรกอยู่ในกิจกรรมของการสังเกต รวบรวมข้อมูล และการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณต่างๆ ในปัจจุบันมีมากมาย นับตั้งแต่เครื่องมือง่ายๆ จนถึงเครื่องมือที่มีความซับซ้อนและราคาแพง ที่จริงแล้วประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ก็สามารถวัดค่าปริมาณต่างๆ ออกมาได้แต่ก็มีข้อจำกัด ดังนั้นเครื่องมือวัดจึงช่วยขยายขอบเขตประสาทสัมผัสทั้ง 5 ที่ไม่สามารถให้ผลอย่างละเอียดได้ โดยทั่วไปการวัดปริมาณต่างๆ มีอยู่ 2 แบบได้แก่

2.1 การวัดโดยตรง เป็นการวัดปริมาณต่างๆ โดยการนำเครื่องมือวัดไปวัดสิ่งนั้นแล้วอ่านค่าจากเครื่องมือวัดได้โดยตรงเช่น การวัดความยาวของโต๊ะ การวัดอุณหภูมิของของเหลว ฯลฯ

2.2 การวัดทางอ้อม เป็นการวัดปริมาณโดยไม่มีเครื่องมือที่จะวัดค่าปริมาณนั้นออกมาได้แต่สามารถทำได้โดยการวัดค่าปริมาณอย่างอื่นก่อน แล้วนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณจึงจะได้ค่าที่ต้องการทราบเช่น การวัดพื้นที่ของสนามฟุตบอล ไม่มีเครื่องมือใดที่จะวัดพื้นที่ของสนามฟุตบอลออกมาได้ แต่ทำได้โดยการวัด

ความกว้างและความยาว แล้วจึงนำค่าทั้งสองมาคูณกันจึงจะได้ค่าพื้นที่ของสนามฟุตบอลออกมา การวัดระยะห่างระหว่างโลกกับดวงจันทร์และการวัดความเร็วของแสงก็เป็นการวัดทางอ้อม

การวัดจะต้องกำหนดหน่วยการวัดและใช้หน่วยมาตรฐานในระบบสากลหรือระบบเอสไอ (SI : International System of Unit) ประกอบด้วยหน่วยมูลฐาน (basic unit) หน่วยเสริม (supplementary unit) หน่วยอนุพันธ์ (derived unit) และคำอุปสรรค (prefixes)

1. หน่วยมูลฐานมี 7 หน่วยหลัก ดังนี้

ปริมาณ	หน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร	m
มวล	กิโลกรัม	kg
เวลา	วินาที	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A
อุณหภูมิ	เคลวิน	K
ความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา	Cd
ปริมาณของสาร	โมล	mol

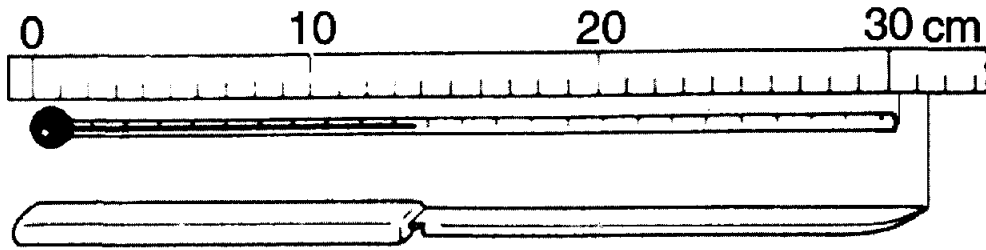
2. หน่วยเสริม ในระบบเอสไอมี 2 หน่วยคือ เรเดียน(radian : ra) เป็นหน่วยวัดมุมเชิงระนาบ และ สเตอเรเดียน (sterradian : sr) เป็นหน่วยวัดมุมตัน

3. หน่วยอนุพันธ์ เป็นหน่วยซึ่งมีหน่วยพื้นฐานหลายหน่วยมาเกี่ยวเนื่องกันเช่น

หน่วยอนุพันธ์	หน่วยมูลฐาน
คูลอมบ์	แอมแปร์และวินาที
นิวตัน	วินาที เมตร และกิโลกรัม
จูล	นิวตันและเมตร
วัตต์	จูลและวินาที
ลูเมน	แคนเดลาและสเตอเรเดียน

4. คำอุปสรรค เป็นตัวแทนตัวพหุคูณของปริมาณที่มีค่ามากๆ หรือน้อยๆ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสะดวกในการสื่อสารเช่น ไมโคร ($\mu = 10^{-6}$ m) และ กิโล (k = 10^3 m)

ข้อมูลที่ได้จากการวัดจะมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใดนอกจากหน่วย เครื่องมือวัด และวิธีการวัดแล้วยังขึ้นอยู่กับ การอ่านค่าจากเครื่องวัดด้วย การอ่านค่าเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น อ่านให้ตรงกับความละเอียดของเครื่องมือวัดหรืออ่านให้ถูกวิธีของการวัด ตัวอย่างเช่น ในการวัดความยาวของวัตถุโดยใช้ไม้เมตรที่มีหน่วยย่อยที่สุดเป็นเซนติเมตรดังภาพที่ 1.2

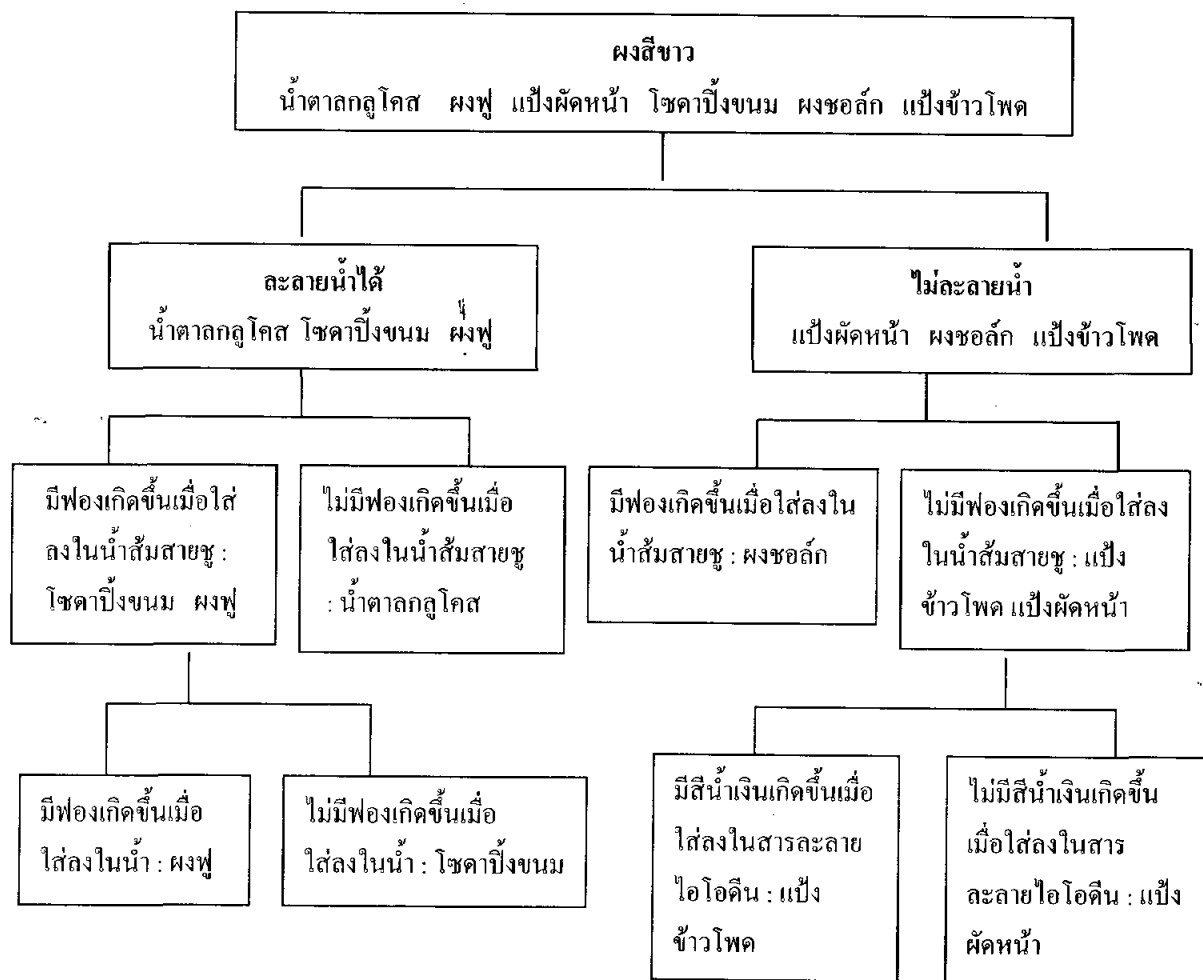


ภาพที่ 1.2 การอ่านค่าจากไม้เมตรที่มีหน่วยย่อยที่สุดเป็นเซนติเมตร

จากภาพที่ 1.2 ทุกคนคงอ่านค่าความยาวของเทอร์โมมิเตอร์ได้ตรงกันคือ ยาว 30 เซนติเมตรเศษ แต่เศษเท่าใดนั้นแต่ละคนอาจจะประมาณได้ไม่เท่ากัน บางคนอาจอ่านได้เป็น 30.3 เซนติเมตร ในขณะที่อีกคนอาจอ่านได้เป็น 30.4 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าในการวัดปริมาณเดียวกันด้วยเครื่องมือชนิดเดียวกันค่าที่วัดได้อาจไม่เท่ากัน ตามปกติการอ่านค่าที่ได้จากการวัดของนักวิทยาศาสตร์จะอ่านถึงทศนิยม 1 ตำแหน่งของหน่วยย่อยที่สุดของเครื่องมือวัด จากตัวอย่างในภาพที่ 1.2 ถ้าอ่านความยาวได้เท่ากับ 30 เซนติเมตรถือว่าไม่ละเอียดพอ แต่ถ้าอ่านได้ 30.35 เซนติเมตรถือว่าอ่านเกินความละเอียดที่เครื่องมือจะวัดได้และเป็นการอ่านที่ไม่ถูกต้อง เพราะเครื่องมือมีความละเอียดในการวัดเป็น 0.1 หรือ 1 ใน 10 ของเซนติเมตรเท่านั้น ดังนั้นความยาวของเทอร์โมมิเตอร์ควรเป็น 30.3 เซนติเมตรหรือ 30.4 เซนติเมตร และความยาวของมิดควรเป็น 31.3 หรือ 31.4 เซนติเมตร

3. ทักษะการจำแนกประเภท

การจำแนกประเภทเป็นกระบวนการที่จัดจำพวกวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่หรือกลุ่ม การจำแนกประเภทสิ่งของมีความสำคัญมากในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เช่น มีการจัดธาตุต่างๆ เป็นหมวดหมู่เป็นตารางธาตุ มีการจัดจำพวกพืชหรือสัตว์ออกเป็นไฟลัม (phylum) ชั้น (class) อันดับ (order) วงศ์ (family) สกุล (genus) และชนิด (species) จุดประสงค์หลักของการจำแนกประเภทเพื่อสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้า การจำแนกประเภทไม่ได้มีเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น วิชาอื่นๆ หรือในชีวิตประจำวันก็มีการจำแนกอยู่เป็นประจำเช่น การจำแนกนักศึกษาออกเป็นคณะต่างๆ แต่ละคณะก็จะมีหลายสาขาวิชา การจำแนกร้านค้าออกเป็นร้านขายของชำ ร้านขายยา ร้านขายอาหาร การจำแนกหนังสือในห้องสมุดออกเป็นหมวดต่างๆ ในการจำแนกสิ่งของหรือวัตถุต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ต้องมีเกณฑ์ในการจำแนก ถ้าเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตอาจจะใช้เกณฑ์เกี่ยวกับสี รูปร่าง ขนาด ลักษณะผิว และประโยชน์ ฯลฯ ส่วนพวกสิ่งมีชีวิตอาจใช้เกณฑ์ด้านการกินอาหาร การสืบพันธุ์ ที่อยู่อาศัย การเคลื่อนไหว ฯลฯ การจำแนกสิ่งของผู้จำแนกจะใช้อะไรเป็นเกณฑ์ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการจำแนก แต่โดยทั่วไปจะไม่จำแนกเพียง 1 ชั้น แต่จะจำแนกต่อไปอีกเป็น 2 ชั้น หรือ 3 ชั้น หรือ 4 ชั้นก็ได้ ตัวอย่างเช่น ในการทดลองครั้งหนึ่งใช้สารเคมีที่เป็นผงสีขาวคือ น้ำตาลกลูโคส แป้งผัดหน้า ผงชอล์ก ผงฟู โซดาปิ้งขนม และแป้งข้าวโพด จากสารเคมีดังกล่าวอาจพิจารณาใช้เกณฑ์และจำแนกได้ดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 แผนภูมิแสดงการจำแนกประเภท

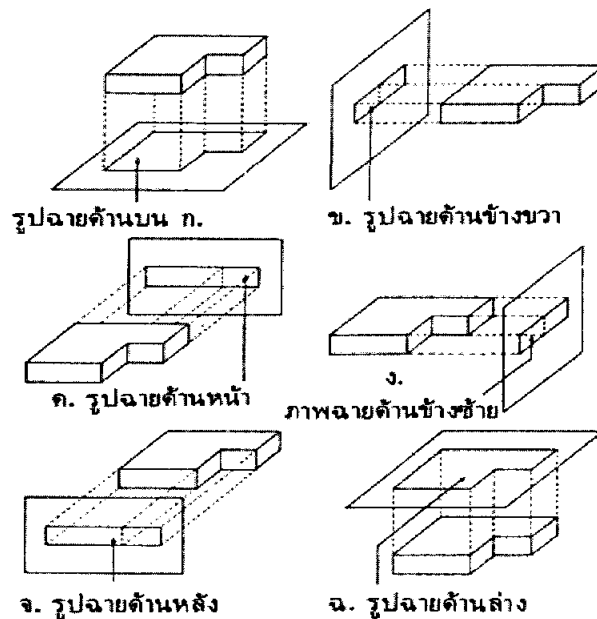
ที่มา : (ธงชัย ชิวปรีชา และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2529)

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

ตามความหมายเดิมสเปส หมายถึงที่ว่างซึ่งถูกวัตถุไปแทนที่ แต่ในที่นี้ขอกำหนดความหมายของสเปสว่า หมายถึงรูปทรงของวัตถุ เพราะบริเวณที่ถูกแทนที่ด้วยวัตถุถ้าเอาวัตถุนั้นออกมาก็จะกลายเป็นที่ว่างและที่ว่างนั้นจะมีรูปร่างเหมือนวัตถุที่ไปแทนที่ทุกประการ ที่ว่างตรงนั้นก็คือสเปสของวัตถุนั้นนั่นเอง

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลาเป็นความสามารถหรือชำนาญในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปหนึ่งมิติ สองมิติ สามมิติ และรวมไปถึงความสามารถในการระบุรูปทรง ขนาด ตำแหน่ง ทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุในเวลาต่างๆ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลามีความสำคัญมากสำหรับการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เช่น การเขียนเวกเตอร์บอกตำแหน่ง ขนาดและทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อเทียบกับสิ่งอ้างอิง การอธิบายเกี่ยวกับโมเลกุลของสารต่างๆ การอธิบายเกี่ยวกับพันธะเคมี ฯลฯ ล้วนต้องอาศัยความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างสเปส กับสเปสเช่น เมื่อฉายไฟไปยังวัตถุสามมิติอันหนึ่งในทิศต่างๆ กัน จะปรากฏเงาบนฉากที่มีรูปร่างต่างกัน ฉากเงาที่เกิดขึ้นเรียกว่ารูปฉาย เงาที่เกิดขึ้นจะมีรูปร่างแบบใดขึ้นอยู่กับรูปร่างของวัตถุและทิศทางของแสงที่เข้ามายังวัตถุ ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางของแสงที่ฉายเข้ามากับเงาที่เกิดขึ้นแสดงดังภาพที่ 1.4 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาเช่น ถ้าเดินรอบสนามฟุตบอลซึ่งมีความยาวรอบสนาม 2,000 เมตร ด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อนาที โดยเริ่มเดินที่มุมด้านใดด้านหนึ่งของสนาม เมื่อผ่านไป 10 นาที จะอยู่ตรงส่วนใดของสนาม และถ้าจะเดินให้รอบสนามจะใช้เวลานานเท่า



ภาพที่ 1.4 เงาของวัตถุ

ที่มา : (ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2529)

5. ทักษะการใช้ตัวเลขหรือการคำนวณ

การใช้ตัวเลขหรือการคำนวณเป็นการนำตัวเลขจากข้อมูลจากการทดลอง การสังเกต การสำรวจ หรือข้อมูลจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเพื่อให้ได้ตัวเลขใหม่เกิดขึ้น ซึ่งตัวเลขใหม่ที่เกิดขึ้นจะทำให้รู้ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่น่ามาคำนวณ ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้ใหม่ตามมา การคำนวณเป็นการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การแก้สมการ หาค่าเฉลี่ย การเขียนกราฟ ฯลฯ มาใช้แก้ปัญหา ทักษะการคำนวณจะแตกต่างจากทักษะอื่นตรงที่ส่วนใหญ่จะเรียนกันในวิชาคณิตศาสตร์แล้วนำมาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ การที่รวมทักษะนี้เป็นทักษะทางวิทยาศาสตร์ก็ด้วยเหตุผลสองประการคือ เพื่อให้ตระหนักว่าการคำนวณเป็นทักษะที่จำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้ได้ฝึกหัดทวนการคำนวณบางเรื่องที่เป็นพื้นฐานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในการศึกษาวิชาอื่นๆ ตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าการคำนวณมีประโยชน์ต่อวิทยาศาสตร์เช่น ข้อมูลในตารางที่ 1.1 เป็นการทดลองการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาจนครบรอบ แล้ววัดเวลาที่ลูกตุ้มแกว่งครบรอบ

ตารางที่ 1.1 ช่วงการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาโดยนับเวลาแกว่งครบรอบ (วินาที)

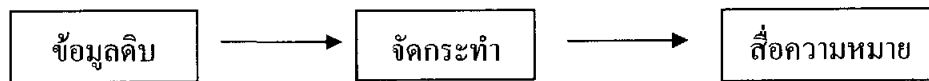
การทดลองครั้งที่	ช่วงการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา		
	10 ชม.	20 ชม.	30 ชม.
1	54	54	53
2	55	52	53
3	51	54	54
4	51	52	53
5	52	52	51
ค่าเฉลี่ย (การคำนวณ)	52.8	52.8	52.8

ที่มา : (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2529)

จากข้อมูลในตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าตัวเลขของเวลาการแกว่งครบรอบจากการทดลองครั้งที่ 1 ถึง 5 ของทุกช่วงการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาแทบจะไม่เท่ากันเลย ทำให้ได้ภาพรวมออกมาว่าการทดลองแต่ละครั้งแต่ละช่วงของการแกว่งใช้เวลาไม่เท่ากัน แต่พอคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเวลาการแกว่งครบรอบในแต่ละช่วงปรากฏว่าได้ตัวเลขเท่ากัน (52.8 วินาที) จึงทำให้มีความรู้สึกที่ว่าตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณนี้เด่นชัดมีความหมายมากขึ้น และทำให้สรุปได้ว่าการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาไม่ว่าช่วงกว้างในการแกว่งจะเป็นเท่าใดจะได้เวลาในการแกว่งครบรอบเท่ากันเสมอ ซึ่งถ้าไม่มีการคำนวณจะสรุปออกมาได้ยาก

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

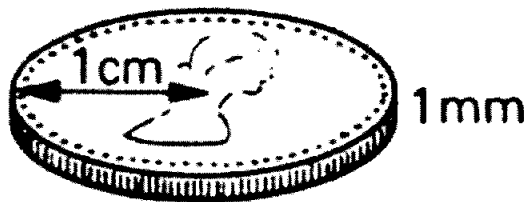
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเป็นความสามารถในการใช้ภาษาพูดหรือภาษาเขียน รวมทั้งการเขียนแผนภาพ แผนที่ ตาราง กราฟ หรือสร้างสื่ออื่นๆ ประกอบการพูดหรือการเขียนบรรยายเพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ตนเองต้องการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนถูกต้องและรวดเร็ว สามารถตอบคำถามหรือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ กระบวนการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูลมีความสำคัญมากในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เพราะข้อมูล (ข้อมูลดิบ) ที่ได้จากการสังเกต การวัด การสำรวจ ฯลฯ เป็นเพียงการบันทึกในขั้นต้น ไม่ได้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้เกิดความหมายขึ้นมาทันที ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะเข้าใจและคงลำบากที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นไปเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจ เพราะข้อมูลเหล่านั้นมีความหมายน้อยมากหรือแทบจะไม่มีมีความหมายเลย ยิ่งถ้าคนอื่นไม่ใช่ผู้มีประสบการณ์โดยตรงกับสิ่งนั้นแล้วเมื่ออ่านหรือฟังข้อมูลแล้วคงจะยากที่จะเข้าใจ ดังนั้นจึงต้องนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำเสียใหม่ด้วยวิธีการต่างๆ แล้วจึงค่อยนำข้อมูลเหล่านั้นไปถ่ายทอดหรือสื่อความหมายให้ผู้อื่นทราบ (ภาพที่ 1.5)



ภาพที่ 1.5 ขั้นตอนของการจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย

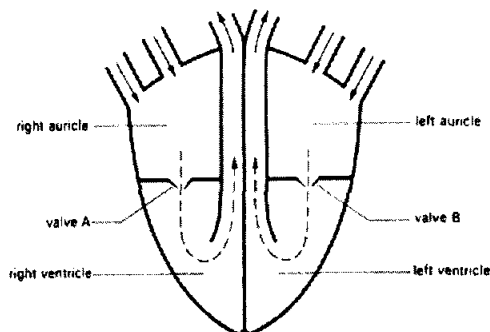
การสื่อความหมายเป็นกระบวนการที่สำคัญไม่ใช่เฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่เป็นกระบวนการที่สำคัญในทุกกิจกรรม การสื่อความหมายที่ดีต้องสั้น กระชับ ชัดเจน และไม่กำกวม รูปแบบการนำเสนอข้อมูลหรือการสื่อให้ผู้อื่นทราบมีหลายวิธีเช่น

6.1 การสื่อความหมายด้วยการพูดหรือบรรยาย เป็นการสื่อความหมายของเหตุการณ์ วัตถุ ข้อมูล ให้ผู้อื่นเข้าใจโดยการพูดหรือบรรยายเช่น มีเหรียญดังภาพที่ 1.6 จะสื่อความหมายโดยการพูดหรือบรรยายได้ว่าเหรียญมีลักษณะเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร หนา 1 มิลลิเมตร เนื้อโลหะตรงกลางมีพิมพ์นูนรูปด้านข้างของคนตั้งแต่หัวไหล่ขึ้นไป ขอบข้างของเหรียญขรุขระเป็นริ้วโดยรอบ



ภาพที่ 1.6 ลักษณะของเหรียญ

6.2 การสื่อความหมายโดยใช้แผนภาพ แผนภาพในที่นี้หมายถึงภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญ และต้องการแสดงโดยที่ไม่เขียนแสดงส่วนที่เป็นรายละเอียด ภาพที่เป็นองค์ประกอบในแผนภาพไม่จำเป็นต้องเป็นภาพเหมือน แต่อาจใช้สัญลักษณ์ง่ายๆ และไม่ซับซ้อนเพื่อให้ผู้อื่นดูแล้วเข้าใจง่ายวิธีการนี้ดีกว่าการบรรยายให้ฟังเพียงอย่างเดียวเช่น ถ้าจะบรรยายให้เข้าใจถึงระบบการทำงานของหัวใจกับการไหลเวียนของโลหิตในหัวใจ (ภาพที่ 1.7) โดยไม่มีแผนภาพประกอบ จะสื่อสารเพื่อทำความเข้าใจได้ยากและต้องใช้เวลามาก แต่ถ้าใช้แผนภาพสื่อความหมายแทนการบรรยายจะทำให้เข้าใจได้อย่างรวดเร็วและชัดเจน



ภาพที่ 1.7 การสื่อความหมายด้วยแผนภาพ แสดงการไหลเวียนของโลหิตในหัวใจ

ที่มา : (Bates and Dudley-Evan, 1999)

6.3 การสื่อความหมายโดยใช้ตาราง ในการนำเสนอข้อมูลที่ประกอบด้วยข้อมูลหลายจำนวน นิยมนำเสนอในรูปตารางเพราะสามารถจัดข้อมูลได้หลายแบบ การสร้างตารางไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว แต่ตารางที่ดีควรเป็นตารางที่กะทัดรัด เหมาะสมกับหน้ากระดาษ อ่านง่าย และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลที่ต้องการทราบได้อย่างรวดเร็ว ดังตัวอย่างในตารางที่ 1.2

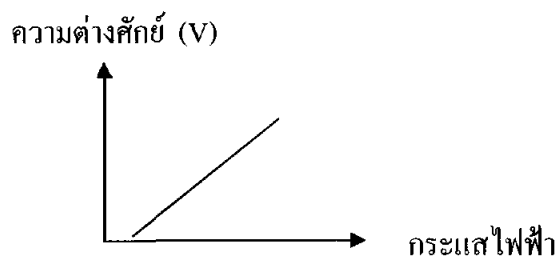
ตารางที่ 1.2 การสื่อความหมายโดยใช้ตาราง

กลุ่มเลือด	ชนิดของแอนติเจนบนเยื่อหุ้มเซลล์	ชนิดของแอนติบอดีในซีรัม
A	A	Anti - B
B	B	Anti - A
AB	AB	ไม่มี
O	R ^H	Anti - A และ Anti - B

6.4 การสื่อความหมายโดยใช้กราฟ ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การสื่อความหมายโดยใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจะช่วยให้มองเห็นภาพและเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปในการเขียนกราฟจะใช้แกนอ้างอิง 2 แกนที่ตั้งฉากกัน ก่อนที่จะนำข้อมูลไปเขียนกราฟจะต้องศึกษาให้เข้าใจว่าอะไรคือตัวแปรต้น และอะไรคือตัวแปรตาม ตัวอย่างเช่น ในการทดลองวัดค่าความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองข้างของตัวต้านทานไฟฟ้าตัวหนึ่ง โดยเปลี่ยนค่ากระแสไฟฟ้าต่างกัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1.3 ตัวแปรต้นที่ทำการศึกษาในกรณีนี้คือกระแสไฟฟ้า และตัวแปรตามคือความต่างศักย์ (ภาพที่ 1.8)

ตารางที่ 1.3 ค่าของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

กระแสไฟฟ้า (A)	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
ความต่างศักย์ (V)	3	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0



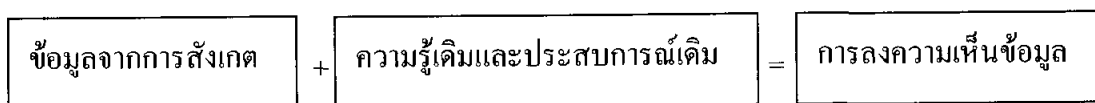
ภาพที่ 1.8 การสื่อความหมายโดยใช้กราฟ

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

การลงความเห็นของข้อมูลเป็นการอธิบายเหตุผลที่ได้จากการสังเกตว่า เกิดอะไรขึ้นกับสิ่งที่สังเกต การลงความเห็นเป็นการมองย้อนไปหาสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ที่สังเกตได้ว่าเป็นอะไร เกิดจากอะไร โดยจะไม่กล่าวถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลายเรื่องที่ได้จากการลงความเห็นของนักวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นมาแล้วในอดีตเช่น ความรู้เรื่องไดโนเสาร์ซึ่งเป็นความรู้ที่เกิดจากการพบโครงกระดูกของไดโนเสาร์ แล้วนำโครงกระดูกมาต่อกันเพื่อพิจารณาถึงโครงสร้างของสัตว์ชนิดนี้ เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างแล้วจึงใช้ความรู้เกี่ยวกับสัตว์วิทยามาลงความเห็นเกี่ยวกับรายละเอียดส่วนอื่นอีกจนได้ข้อมูลเกี่ยวกับไดโนเสาร์ออกมา นอกจากนี้ความรู้เกี่ยวกับดาวอังคารก็ถือว่าเป็นความรู้ที่ได้จากการลงความเห็นอีกแบบหนึ่ง เพราะเป็นการนำข้อมูลที่สังเกตได้มาสรุปโดยที่ไม่ได้เห็นดาวอังคารโดยตรง การลงความเห็นต่างจากการสังเกตตรงที่การสังเกตเป็นการรวบรวมข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ส่วนการลงความเห็นเป็นการอธิบายผลที่ได้จากการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูลจะถูกต้องเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัย 4 ประการดังนี้

1. ความถูกต้องของข้อมูล ถ้าข้อมูลที่สังเกตได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง การลงความเห็นก็จะไม่ถูกต้องด้วย
2. จำนวนข้อมูล ถ้ามีข้อมูลเพียงพอการลงความเห็นจะถูกต้องมากยิ่งขึ้น
3. ประสบการณ์เดิม การลงความเห็นส่วนหนึ่งจะเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ที่เคยพบเห็นเหตุการณ์นั้นมาแล้ว ถ้ามีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นจะทำให้การลงความเห็นถูกต้องมากขึ้นด้วย
4. ความสามารถในการมองเห็น เป็นการใช้ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้อามาเชื่อมโยงเป็นข้อสรุปได้มากน้อยเพียงใด

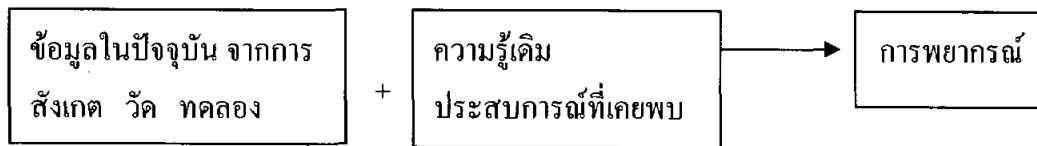
จากที่กล่าวมาพอสรุปเกี่ยวกับการลงความเห็นข้อมูลได้ดังภาพที่ 1.9



ภาพที่ 1.9 รูปแบบการลงความเห็น

8. ทักษะการพยากรณ์

การพยากรณ์เป็นการทำนายคำตอบหรือทำนายการเกิดเหตุการณ์ล่วงหน้า เนื่องจากเหตุการณ์นั้นยังไม่เกิดขึ้นหรือไม่สามารถที่จะทดสอบสัมผัสเหตุการณ์นั้นได้โดยตรง ในการคาดคะเนเหตุการณ์ใดๆ ล่วงหน้า จำเป็นอย่างยิ่งต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่จะพยากรณ์ โดยข้อมูลนั้นจะต้องเป็นข้อมูลในปัจจุบันซึ่งอาจได้มาจากการสังเกต การวัด การสำรวจ หรือทดลอง แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเป็นพื้นฐานในการพยากรณ์ โดยผสมผสานกับความรู้และประสบการณ์เดิมที่เคยพบมาช่วยในการพยากรณ์ ซึ่งการพยากรณ์มีรูปแบบดังภาพที่



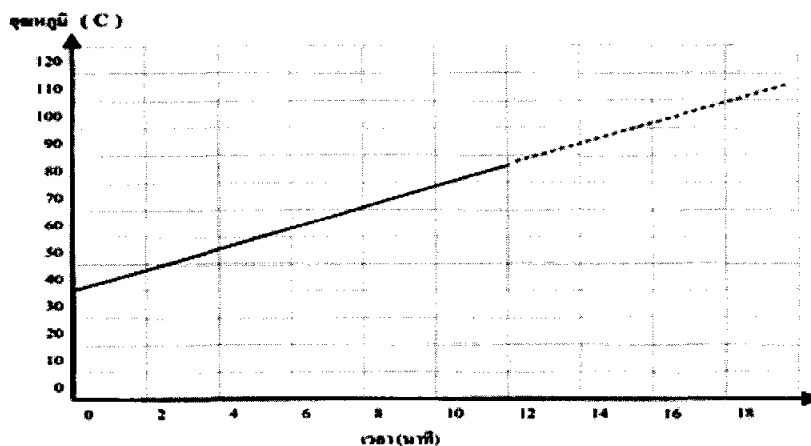
ภาพที่ 1.10 ขั้นตอนการพยากรณ์

การทำนายในทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์มาก เนื่องจากในการทดลองบางเรื่องไม่สามารถทดลองได้ทุกเงื่อนไข เนื่องจากทำการทดลองได้ในบางเงื่อนไขเท่านั้น ทำให้มีข้อมูลจำกัดหรือมีข้อมูลเพียงบางส่วน ซึ่งอาจนำข้อมูลนี้มาใช้ในการทำนายสิ่งที่ต้องการทราบได้อย่างใกล้เคียง การทำนายทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

8.1 การทำนายเพิ่มเติมความ (interpolation) เป็นการทำนายค่าที่อยู่ระหว่างค่าที่มีอยู่ภายในขอบเขตของข้อมูลที่สังเกตได้เช่น จากการวัดอุณหภูมิในการต้มน้ำทุกๆ 2 นาที เป็นระยะเวลา 12 นาที ได้ผลดังตารางที่ 1.4 ซึ่งสามารถนำข้อมูลมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำกับอุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนไปได้เป็นดังภาพที่ 1.11

ตารางที่ 1.4 อุณหภูมิของน้ำจากการต้ม

เวลา (นาที)	0	2	4	6	8	10	12
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	40	48	56	64	72	80	88



ภาพที่ 1.11 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิของน้ำจากการต้ม

ที่มา : (ดัดแปลงจาก อนันต์ จันทร์ทวี, 2529)

จากภาพที่ 1.11 สามารถทำนายอุณหภูมิแบบเพิ่มเติมความได้ว่า ที่เวลาต้มน้ำ 3 นาที อุณหภูมิของน้ำเป็น 52°C และที่เวลา 5 นาที อุณหภูมิของน้ำเพิ่มเป็น 60°C

8.2 การทำนายแบบขยายความ (extrapolation) เป็นการนำค่าที่มากกว่าหรือน้อยกว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เช่นจากภาพที่ 1.11 สามารถทำนายแบบขยายความได้ดังนี้คือ เมื่อต้มน้ำ 14 นาที อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 96°C และเมื่อต้มน้ำ 18 นาที อุณหภูมิของน้ำจะเท่ากับ 112°C อย่างไรก็ตามถ้าทำนายแบบขยายความนอกขอบเขตของข้อมูลมากเกินไป จะมีโอกาสเกิดความผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนได้มาก นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงธรรมชาติหรือข้อจำกัดของสิ่งที่กำลังศึกษาด้วย

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานเป็นข้อความชั่วคราวที่ตั้งขึ้นเพื่อต้องการทดสอบถึงผลลัพธ์ที่คาดการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อขยายความให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่อยู่ในขอบข่ายเดียวกันให้กว้างขวางขึ้น อาจตั้งโดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกตหรือจากการลงความเห็นจากข้อมูล ซึ่งสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ตัวอย่างเช่น จากผลการสังเกตพบว่าอัตราเร็วในการตกของวัตถุในของเหลวขึ้นอยู่กับความหนืดของของเหลว ข้อความเช่นนี้จะครอบคลุมถึงวัตถุหลายชนิดซึ่งยังไม่แน่ใจว่าเป็นจริงหรือไม่ จึงต้องทำการทดลองเพื่อตรวจสอบ ถ้าการทดลองสอดคล้องหรือสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งขึ้นสมมติฐานนั้นจะเป็นที่ยอมรับ แต่ถ้าไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้สมมติฐานนั้นจะถูกตัดทิ้งไป หรือถ้าสอดคล้องเป็นส่วนใหญ่แต่มีบางการทดลองไม่สอดคล้องจะต้องปรับปรุงแก้ไขสมมติฐานใหม่ให้รัดกุมยิ่งขึ้นและทำการทดสอบใหม่

ตัวอย่างการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า “อัตราเร็วในการตกของวัตถุในของเหลวขึ้นอยู่กับความหนืดของของเหลว” วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ได้แก่ (1) ขวดแก้วทรงสูงขนาดและรูปร่างเหมือนกัน 3 ใบ สามารถปิดฝาได้สนิท (2) ก้อนวัตถุชนิดเดียวกันที่มีขนาดและรูปร่างเหมือนกัน 3 ก้อนเช่น ก้อนเหล็กทรงกลมที่มีรัศมีเท่ากัน 3 ก้อน หรือก้อนอลูมิเนียมทรงกลมที่มีรัศมียาวเท่ากัน 3 ก้อน (3) ของเหลวที่มีความหนืดต่างกัน 3 ชนิดเช่น น้ำ น้ำมันพืช และน้ำมันเครื่อง วิธีการทดลองทำโดยบรรจุของเหลวลงในขวดแก้วใบละ 1 ชนิดจนเต็มขวด จากนั้นใส่วัตถุลงในขวดแก้วขวดละ 1 ก้อนแล้วปิดฝาให้สนิท คว่ำขวดแก้วที่ละใบพร้อมกับจับเวลาที่ก้อนวัตถุเคลื่อนที่จากก้นขวดไปยังปากขวดแล้วบันทึกข้อมูล (ตารางที่ 1.5)

ตารางที่ 1.5 เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ในน้ำ น้ำมันพืช และน้ำมันเครื่อง

ชนิดของของเหลว	เวลาที่วัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ (วินาที)
น้ำ	
น้ำมันพืช	
น้ำมันเครื่อง	

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า “อัตราเร็วในการตกของวัตถุในของเหลวขึ้นอยู่กับความหนืดของของเหลว” ซึ่งตัวแปรอิสระคือความหนืดของของเหลว ตัวแปรตามคืออัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของวัตถุในของเหลว ตัวแปรอื่นๆ ที่คาดว่าจะส่งผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งได้ออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมให้ตัวแปรอื่นๆ คงที่แล้วคือชนิดของวัตถุ ขนาด และรูปร่างของขวดแก้ว ถ้าผลการทดลองปรากฏการณ์ว่าวัตถุในขวดที่บรรจุ น้ำ น้ำมันพืช และน้ำมันเครื่อง เคลื่อนที่เร็วเป็นอันดับ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ข้อมูลจากการทดลองนี้จะสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ถ้าต้องการทราบข้อมูลที่สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้มาน้อยเพียงใด จะต้องใช้ของเหลวชนิดอื่นที่แตกต่างกันออกไปเช่น แอลกอฮอล์ น้ำเชื่อม ฯลฯ แล้วทำการทดลองซ้ำกันหลายๆ ครั้ง

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเป็นการกำหนดความหมายของคำหรือสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยความหมายที่กำหนดขึ้นมาต้องสามารถทำการวัด สังเกต หรือทดสอบได้ นิยามเชิงปฏิบัติการจะไม่เหมือนนิยามทั่วไปเนื่องจากมีความเป็นรูปธรรมมากกว่า และมีความสำคัญมากในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เช่น ต้องการศึกษากัมมุลของหมูเพื่อดูว่ามีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นหรือไม่ การทดลองนี้ทำได้โดยนำมูลหมูไปหมักในถังแล้วปิดฝาไว้สักระยะหนึ่ง แล้วจึงเปิดฝาดังเพื่อดูว่ามีแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นหรือไม่ การที่จะรู้ว่ามียอกซิเจนหรือไม่ต้องไปอ่านดูความหมายของแก๊สออกซิเจนว่าเขียนไว้อย่างไร ซึ่งจากนิยามโดยทั่วไปกล่าวว่า “ออกซิเจนเป็นธาตุชนิดหนึ่งในสภาวะอิสระจะอยู่ในรูปของแก๊ส แต่ละโมเลกุลประกอบด้วย 2 อะตอม มีเลขมวลเท่ากับ 8 เลขอะตอมเท่ากับ 16” ซึ่งจากนิยามโดยทั่วไปของออกซิเจนไม่มีทางจะตรวจสอบได้เลยว่าในถังหมักมูลหมูมียอกซิเจนหรือไม่เพราะสังเกตออกซิเจนไม่ได้ เนื่องจากโมเลกุลของออกซิเจนมีขนาดเล็กมาก ทำให้ไม่ทราบว่าแก๊สชนิดใดโมเลกุลมี 2 อะตอม และแก๊สใดมีอะตอมหนัก 16 ดังนั้นนิยามในลักษณะนี้จึงไม่เกิดประโยชน์ต่อการทดลองในครั้งนี้ จึงจำเป็นต้องกำหนดนิยามของออกซิเจนใหม่โดยอาศัยคุณสมบัติบางอย่างของออกซิเจน โดยนิยามที่กำหนดขึ้นมานี้สามารถสังเกตและทดสอบออกซิเจนได้ นิยามเชิงปฏิบัติการในกรณีนี้ควรจะเป็น “ออกซิเจนคือแก๊สที่สามารถทำให้เกิดการลุกไหม้ได้” ถ้านำก้อนรูปที่เกือบจะมอดดับแล้วหรือนำถ่านติดไฟแดงๆ แหย่ลงไปบริเวณที่มีแก๊สออกซิเจน ก้อนรูปจะลุกเป็นเปลวไฟได้อีกครั้งหนึ่ง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการควรใช้ภาษาในการสื่อความหมายเพื่อให้คนอื่นเข้าใจตรงกัน ส่วนใหญ่จะพบในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพซึ่งสามารถระบุได้ชัดเจนว่า จะต้องทำอะไร จะสังเกตอะไร ซึ่งนับได้ว่ามีประโยชน์มากในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และในชีวิตประจำวัน ตัวอย่างนิยามเชิงปฏิบัติการเช่น “วัชพืชหมายถึง พืชที่เกิดขึ้นเองในที่ที่ไม่ต้องการจะให้เจริญเติบโต” “ความหนาแน่นหมายถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการหารค่าของมวลวัตถุ (มีหน่วยเป็นกิโลกรัม) ด้วยค่าของปริมาตร (มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร)” และ “ความดันหมายถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการหารค่าของแรงทั้งหมดที่กระทำต่อวัตถุด้วยค่าของพื้นที่ของวัตถุบริเวณที่ถูกแรงนั้นกระทำ”

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ตัวแปร (variable) คือสิ่งที่กำลังศึกษาหาความสัมพันธ์ และรวมถึงสิ่งที่จะมีผลต่อเรื่องที่กำลังศึกษาเช่น ถ้าต้องการศึกษาว่าโปรตีนมีผลต่อการเจริญเติบโตของสุนัขหรือไม่ ในการศึกษานี้มีจุดประสงค์คืออยากรู้ว่าสุนัขกินอาหารที่มีโปรตีน กับกินอาหารที่ไม่มีโปรตีนจะมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้นทั้งโปรตีนและการเจริญเติบโตของสุนัขจึงเป็นตัวแปรในการทดลองนี้ ตัวแปรในทางวิทยาศาสตร์มีอยู่ 3 ชนิดคือ

1. ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ (independent variable) คือสิ่งที่กำลังศึกษาว่าเป็นสาเหตุของอีกสิ่งหนึ่งหรือไม่ จากตัวอย่างข้างบนโปรตีนถือว่าเป็นตัวแปรต้น เพราะกำลังศึกษาว่าเป็นสิ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสุนัขหรือไม่ ตัวแปรต้นเป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นมาจะมีกี่ตัวก็ได้

2. ตัวแปรตาม (dependent variable) คือสิ่งที่กำลังรอดูผลว่าจะเป็นอย่างไ ตัวแปรตามอยู่ภายใต้อิทธิพลของตัวแปรต้น หรือตัวแปรตามถูกกำหนดโดยตัวแปรต้น จากตัวอย่างข้างบนตัวแปรตามคือการเจริญเติบโตของสุนัข

3. ตัวแปรควบคุม (control variable) คือสิ่งที่มีผลต่อตัวแปรตามเหมือนตัวแปรต้น แต่ยังไม่ต้องการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรนี้ต่อตัวแปรตาม จึงต้องทำการควบคุมไว้ก่อน จากตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้น สิ่งที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสุนัขอาจมีหลายอย่างเช่น สภาพแวดล้อม พันธุ์ของสุนัข เพศของสุนัข อายุของสุนัข ฯลฯ ดังนั้นในขณะที่ทำการทดลอง จึงต้องทำสิ่งเหล่านี้ให้เหมือนกันหมดในทุกกลุ่มทดลองเรียกสิ่งเหล่านี้ว่าตัวแปรควบคุม ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการควบคุมตัวแปรที่ไม่ต้องการศึกษาซึ่งมีผลต่อการทดลอง ถ้าไม่ควบคุมสิ่งเหล่านี้แล้วผลการทดลองที่ได้จะคลาดเคลื่อน

ตัวอย่างการกำหนดและควบคุมตัวแปรเช่น ตั้งสมมติฐานว่าปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปจะมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างจากปลาที่ไม่ได้รับอาหารสำเร็จรูป จากการพิจารณาสมมติฐานจะได้ตัวแปรต้นคืออาหารสำเร็จรูป ตัวแปรตามคืออัตราการเจริญเติบโตของปลา และตัวแปรอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของปลา เช่น อายุของปลา ปริมาณอาหารที่ปลาได้รับ สิ่งแวดล้อม เพศ น้ำหนักของปลา ฯลฯ

12. ทักษะการทดลอง

การทดลองเป็นปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยการทดลองเป็นการสร้างเหตุการณ์ หรือจำลองสถานการณ์ขึ้นมาเพื่อที่จะสังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้การควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ไว้แล้ว การทดลองจะทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์เป็นความรู้ได้ การทดลองโดยทั่วไปจะต้องประกอบไปด้วย 3 กิจกรรมได้แก่

12.1 การวางแผนการทดลอง เป็นการเตรียมการก่อนทดลองซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยกิจกรรมต่อไปนี้คือ

1. การกำหนดปัญหาของการทดลองว่าต้องการศึกษาอะไร การตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ตั้งไว้ โดยสมมติฐานต้องตั้งให้ชัดเจน และสามารถแนะวิธีการทดลองได้
2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่ต้องการศึกษา
3. ระบุตัวแปร โดยต้องระบุให้ชัดเจนว่าในการทดลองนี้ตัวแปรต้นคืออะไร ตัวแปรตามคืออะไร และตัวแปรควบคุมคืออะไร
4. ระบุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลองว่าต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง
5. การออกแบบการทดลอง เป็นการระบุกระบวนการทดลองว่าในการลงมือปฏิบัติจริงนั้นจะ ทำอย่างไร โดยรูปแบบการทดลองต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
6. การออกแบบวิธีบันทึกผลการทดลอง เป็นการบอกวิธีบันทึกผลการทดลองว่าจะบันทึกผล แบบใด

12.2 การลงมือทดลอง ต้องปฏิบัติตามที่ได้วางแผนไว้

12.3 การบันทึกผลการทดลอง โดยบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มที่กำหนดไว้เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การทดลองเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ ผู้ดำเนินการทดลอง จะต้องนำเอาหลายๆ กระบวนการมาใช้ประกอบกันจึงจะนำไปสู่ความสำเร็จ แม้ผลการทดลองจะเป็นตัวบ่งชี้ความถูกต้องของสมมติฐาน แต่บางครั้งผลการทดลองก็ก่อให้เกิดความสงสัยใคร่รู้ต่อไปอีกและเป็นที่มาของสมมติฐานใหม่ การทดลองใหม่ ความรู้ใหม่ ทำให้การศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องไม่หยุดยั้ง

13. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

การตีความหมายและลงข้อสรุปเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือจากการสำรวจมาสรุปเป็นความรู้ การตีความหมายเป็นการบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ในรูปของกราฟ ตาราง รูปภาพ สัญลักษณ์ ฯลฯ ให้ออกมาอยู่ในรูปของภาษาพูดที่เข้าใจง่าย ส่วนการลงข้อสรุปเป็นการบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามของข้อมูลหลังจากที่มีการตีความแล้ว ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดลอง สังเกต และการวัด โดยทั่วไปก่อนที่จะนำเสนอให้ผู้อื่นทราบ ส่วนใหญ่จะต้องผ่านการจัดกระทำมาก่อน ดังนั้นข้อมูลจึงไม่อยู่ในรูปของการบรรยาย แต่มักจะอยู่ในรูปของตาราง กราฟ สัญลักษณ์ รูปภาพ ฯลฯ ที่รวบรวมรายละเอียดของข้อมูลไว้อย่างครบถ้วนและกะทัดรัด ในการที่จะนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการอ้างอิงอธิบายหรือเพื่อจุดประสงค์ใดก็ตามจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตีความหมายของข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นภาษาพูดหรือภาษาเขียน เพื่อสื่อความหมายกับคนทั่วๆ ไปได้ง่ายขึ้น และถ้าสามารถบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรได้จะทำให้รู้ความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยรวมได้

เจตคติทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่มีส่วนช่วยทำให้นักวิทยาศาสตร์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็คือ คุณลักษณะพิเศษที่ฝังลึกอยู่ในจิตใจของนักวิทยาศาสตร์ทุกคน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการคิด การกระทำ และการตัดสินใจ บางท่านเรียกสิ่งดังกล่าวนี้ว่า จิตวิญญาณทางวิทยาศาสตร์ (Spirits of science) เพราะจิตวิญญาณเป็นตัวกำหนดความรู้สึกรู้สึกนึกคิด และพฤติกรรมการกระทำ องค์ประกอบดังกล่าวนี้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitude)

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลที่ยึดมั่นในอิสระเสรีแห่งความคิด เคารพความจริง อดทนรอคอยความรู้จากความพยายามของตน โดยไม่คำนึงว่าความรู้นั้นจะเป็นประโยชน์หรือไม่ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่างจากเจตคติทั่วไปคือ เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่เป็นการกระทำของนักวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ส่วนเจตคติทั่วไปเป็นความรู้สึกรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งของ ตัวบุคคล และเหตุการณ์ ดังนั้นบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะต้องเป็นบุคคลที่มีคุณสมบัติดังนี้

1. แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็น (curiosity)

การแสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็นเช่น พอใจที่จะเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ พอใจที่จะได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่ พอใจที่จะได้ข้อสรุปที่มีหลักฐานสนับสนุน แสดงความสนใจปัญหาประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแสดงความต้องการที่จะหาคำตอบในสิ่งที่ตนอยากรู้

2. แสดงออกถึงความมีใจกว้าง (Openness)

การแสดงออกถึงความมีใจกว้างเช่น รับฟังการวิพากษ์วิจารณ์จากผู้อื่น เห็นความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม ตระหนักและยอมรับข้อจำกัดของความรู้ที่ค้นพบในปัจจุบัน

3. แสดงออกถึงการแสวงหาความจริง (Reality orientation)

การแสดงออกถึงการแสวงหาความจริงเช่น ยอมรับในความสามารถของตนเองตามสภาพเป็นจริง เชื่อในการเปลี่ยนแปลงที่มีเหตุผล เห็นความสำคัญของการแสวงหาความรู้จากแหล่งต่างๆ ยอมรับข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ มีความอดสาหัสในการแสวงหาความรู้ ไม่เชื่อถือความรู้ที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสำคัญของวิธีการแสวงหาความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และตระหนักถึงความสำคัญของความเชื่อถือว่าอาจเป็นที่มาของการค้นพบใหม่ๆ ได้

4. แสดงออกถึงการกล้าได้กล้าเสีย (Risk taking)

การแสดงออกถึงการกล้าได้กล้าเสียเช่น ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ในข้อผิดพลาดของตนกล้าแสดงออกซึ่งความคิดเห็น มีความเป็นตัวเอง ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี และยอมรับวิธีการและเทคโนโลยีใหม่ๆ

5. แสดงออกถึงการมีจุดมุ่งหมาย (Objectivity)

การแสดงออกถึงการมีจุดมุ่งหมายเช่น ยอมรับข้อสรุปที่มีข้อมูลหรือหลักฐานสนับสนุนมากกว่าข้อสรุปที่ปราศจากหลักฐาน และพอใจที่จะยอมรับข้อสรุปที่ผ่านการทดสอบหรือการโต้แย้งที่เชื่อถือได้

6. แสดงออกถึงความชัดเจน (Precision)

การแสดงออกถึงความชัดเจนเช่น พอใจข้อสรุปที่ได้ใจความชัดเจน สามารถให้นิยามศัพท์สำคัญๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้ภาษาและประโยคได้อย่างเหมาะสม การแสวงหาสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ และมีความพยายามที่จะตรวจสอบปัญหาด้วยวิธีการหลายๆ อย่าง

7. แสดงออกถึงความมั่นใจในตนเอง (Confidence)

การแสดงออกถึงความมั่นใจในตนเองเช่น เชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง และพอใจที่ได้ใช้สติปัญญาด้วยตนเอง

8. แสดงออกถึงความอดสาหะ (Perseverance)

การแสดงออกถึงความอดสาหะเช่น มีความพยายามทำงานให้ได้ผลสมบูรณ์ที่สุดไม่ทอดย เพียรพยายามหาแนวทางใหม่เมื่อเกิดความผิดพลาดหรือล้มเหลว และอดทนรอคอยเพื่อความรู้ที่ถูกต้อง

9. แสดงออกถึงความพอใจ (Satisfaction)

การแสดงออกถึงความพอใจเช่น แสดงความพอใจที่จะใช้วิธีการเสาะแสวงหาความรู้ และแสดงออกถึงความมั่นใจในตนเองที่จะก้าวไปสู่จุดมุ่งหมายในอนาคต

10. แสดงออกถึงความเชื่อในทฤษฎี (Respect of theoretical structure)

การแสดงออกถึงความเชื่อในทฤษฎีเช่น ยอมรับทฤษฎีและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่าช่วยในการศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ช่วยให้เกิดการแสวงหาความรู้ใหม่ ยอมรับทฤษฎีในปัจจุบันว่าเป็นพื้นฐานในการค้นพบความรู้ใหม่ในอนาคต และตระหนักถึงความสำคัญของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการที่จะได้มาซึ่งความรู้ ทฤษฎี และแนวคิดใหม่ๆ

11. แสดงออกถึงความรับผิดชอบ (Responsibility)

การแสดงออกถึงความรับผิดชอบเช่น ให้ความร่วมมือกับกลุ่มในการทำกิจกรรมจนสำเร็จลุล่วงเต็มใจที่จะทำกิจกรรมนอกเหนือจากการเรียนในชั้นเรียน ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงจนกว่าจะมีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้ เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา เต็มใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ใช้เหตุผลประกอบการวิพากษ์วิจารณ์ และเป็นผู้ริเริ่มทำกิจกรรมเพื่อผลประโยชน์ต่อกลุ่ม

12. แสดงออกถึงความร่วมมือกับผู้อื่น (Consensus and collaboration)

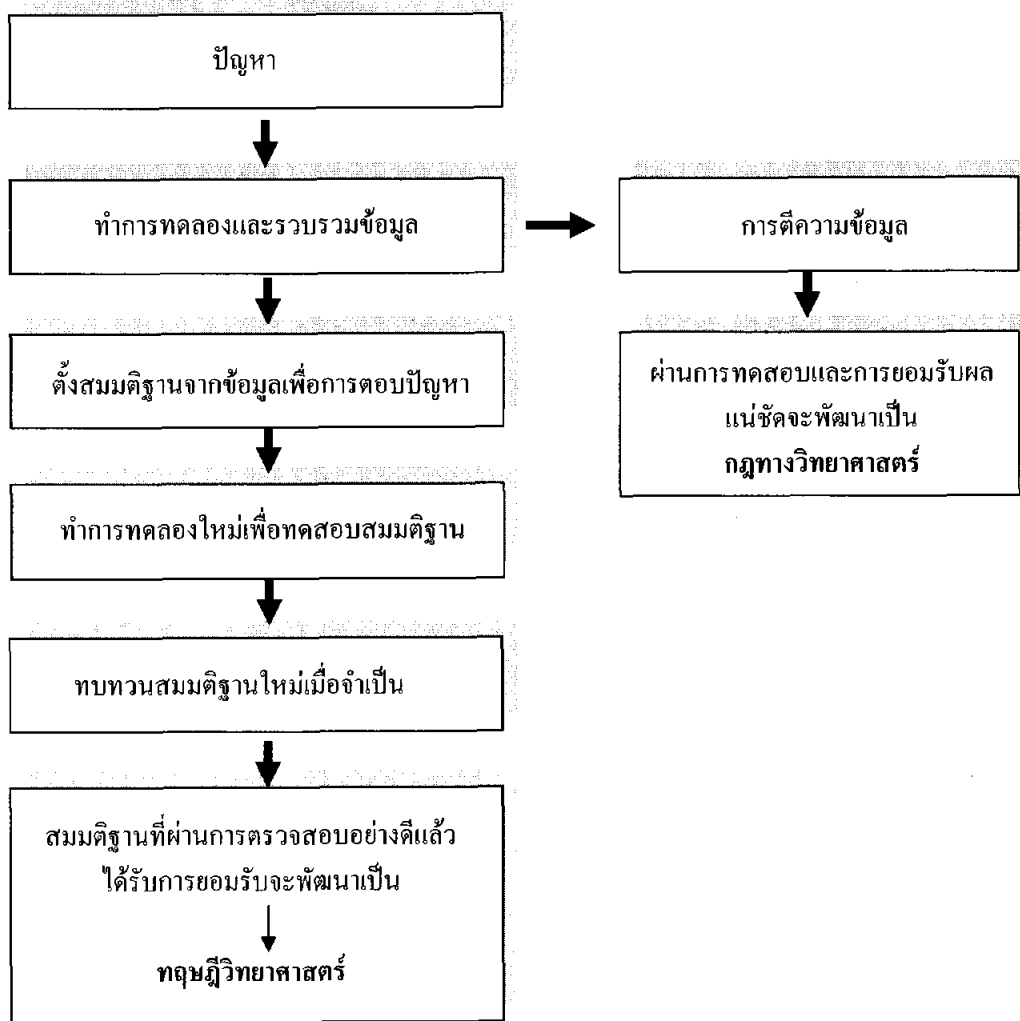
การแสดงออกถึงความร่วมมือกับผู้อื่นเช่น เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนตามเหตุผลของผู้อื่นที่ดีกว่า เต็มใจรับความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น และเต็มใจที่จะทำความเข้าใจต่อความคิดเห็นของผู้อื่น

วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นรากฐานของการศึกษาค้นคว้าและการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ที่อยู่บนพื้นฐานของหลักฐานทางกายภาพ นักวิทยาศาสตร์เสนอความรู้และยืนยันการค้นพบสิ่งใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโลกอยู่ตลอดเวลาทั้งในลักษณะที่เป็นรูปแบบของทฤษฎี ข้อสังเกต สมมติฐาน การนิรนัย (deduction) การพยากรณ์หรือการคาดการณ์ (predictions) ในปรากฏการณ์ของธรรมชาติ ซึ่งพิสูจน์ยืนยันได้โดยกระบวนการทดลอง วิธีการที่ใช้อยู่บนตรรกะของการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (scientific practice) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและจัดว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างและหาข้อสนับสนุนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ มากยิ่งขึ้น พัฒนาการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความเป็นมาควบคู่กับการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังปรากฏในตำราเก่าแก่ของ Edwin Smith Papyrus (ca 1600 BC) ซึ่งเป็นหนังสือเกี่ยวกับการศัลยกรรม ได้อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการตรวจสอบ การวิเคราะห์สมมูลฐานของโรค การรักษา และการทำนายปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาโรคในสมัยนั้น หรือย้อนหลังไปในศตวรรษที่ 13 Roger Bacon ได้อธิบายไว้ในข้อเขียน Arab alchemists โดยเขาศึกษาปรัชญาและแนวทางของอริสโตเติล (Aristotle) ว่ารูปแบบการศึกษาได้มีการทำซ้ำเป็นวัฏจักรของการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลองและจำเป็นที่จะต้องมีการพิสูจน์

ในศตวรรษที่ 17 Francis Bacon พยายามที่จะให้หลักการและเหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการรวมกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา จนกระทั่งกาลิเลโอเสนอการทดลองเชิงปริมาณและการวิเคราะห์ด้วยคณิตศาสตร์ขึ้นมา โดยนำไปอธิบายกฎทางฟิสิกส์ และเมื่อ Isaac Newton ทำการศึกษาอย่างเป็นระบบ พัฒนาโมเดลจนสามารถค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก สิ่งเหล่านี้ถือเป็นตัวอย่างของการพัฒนาวิธีการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันรู้จักกันในนามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นที่ยอมรับในชุมชนวิชาการ ไม่ถูกปฏิเสธว่าเป็นความรู้ขยะ สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นเพราะได้ใช้วิธีการศึกษาที่เป็นระบบ

วิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติซึ่งอยู่บนพื้นฐานที่ว่าเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นแบบแผนที่สามารถเข้าใจได้โดยอาศัยการสังเกตอย่างรอบคอบและการทดลอง ซึ่งไดอะแกรมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์แสดงดังภาพที่ 1.12



ภาพที่ 1.12 ขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์
ที่มา : (Miller and Tyler, 2005)

จากภาพที่ 1.12 กระบวนการศึกษาเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ปัญหา หลังจากนั้นเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยอาศัยการสังเกต ซึ่งอาจจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์ช่วยวัดและประเมินผล เพื่อนำไปสู่กระบวนการทดลองเพื่อศึกษาปัญหานั้นๆ ผลการศึกษาไม่ว่าจะเป็นข้อมูลวิทยาศาสตร์หรือข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นต้องสามารถทำซ้ำได้โดยผู้อื่น (ซึ่งปกติจะเป็นผู้ที่ทำงานอยู่ในสาขานั้นๆ) ผลงานที่ศึกษาเสร็จแล้วควรจะต้องมีการตีพิมพ์เผยแพร่และถูกตรวจสอบโดยนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานอยู่ในสาขาเดียวกัน (peer review) มีการตรวจสอบทั้งวิธีการศึกษา การทดลอง และการให้เหตุผลที่สนับสนุนสมมติฐาน กระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้ให้นักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อถือ ลดข้อเบี่ยงเบนและความลำเอียงที่เกิดขึ้นกับการศึกษา ขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์อาจมีวิธีการที่แตกต่างกันไปบ้าง ขั้นตอนที่สำคัญพอสรุปได้ดังนี้

1. การสังเกต (observation)

การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าสังเกตเหตุการณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบตัว รวมถึงการใช้เครื่องมือช่วยขยายความสามารถของประสาทสัมผัสและการบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสังเกต เพื่อนำไปใช้

ในการระบุปัญหาและการทำงานในขั้นต่อไป

2. การตั้งสมมติฐาน (hypothesis)

สมมติฐานเป็นคำตอบสรุปของการศึกษาที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า โดยคำตอบนี้ได้มาจากการไตร่ตรองโดยใช้หลักเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุด โดยมีรากฐานของทฤษฎี ผลการศึกษาค้นคว้า หรือผลการวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น สมมติฐานอาจจะถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้หลังจากที่ได้ทำการศึกษาแล้ว

3. การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง (experiment)

การทดลองเป็นการลงมือปฏิบัติเพื่อตรวจสอบข้อสมมติฐานของปัญหา การดำเนินการในขั้นตอนนี้ อาจจะต้องเกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลอง การใช้สถิติเป็นเครื่องมือช่วยเพื่อความถูกต้อง วิธีการเก็บข้อมูล และการวางแผนการทำงาน เป็นต้น

4. การประเมินผลและการทบทวนผล (evaluation and iteration)

ขั้นตอนนี้เป็นการพิสูจน์ทดสอบและปรับปรุงผลการทดลองกล่าวคือ เป็นกระบวนการตรวจสอบและประเมินผลโดยดูว่าผลการทดลองที่ได้เป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ การทำซ้ำจะช่วยเพิ่มความถูกต้องและความเชื่อมั่นในผลการทดลองที่ได้รับ ถ้าผลการศึกษาไม่เหมือนเดิมบางที่ต้องกลับไปเริ่มที่การตั้งสมมติฐานใหม่ ดังนั้นกระบวนการทำงานทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นกระบวนการที่สามารถวนซ้ำในขั้นตอนต่างๆ ได้ การทำงานในขั้นตอนนี้อาจให้ผู้อื่นที่อยู่ในสาขาเดียวกันช่วยตรวจสอบด้วยก็ได้

5. การสรุปผลและการนำไปใช้ (conclusion and reproducibility)

ขั้นตอนนี้เป็นการลงข้อสรุปผลการตรวจสอบสมมติฐาน โดยใช้การพิจารณาทุกๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ เทคนิควิธี ทฤษฎี หลักเหตุผล และข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ ถ้าสมบรูณ์ยอมรับได้ ไม่มีความขัดแย้งหรือข้อโต้แย้งใดๆ ผลการศึกษานั้นสามารถพัฒนาเป็นความรู้วิทยาศาสตร์ประเภทต่างๆ เช่น หลักการ ข้อเท็จจริง กฎ และทฤษฎี เป็นต้น

การใช้เหตุผลสำหรับการลงข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์มีวิธีการอยู่สองแบบคือ การใช้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) และแบบนิรนัย (Deductive reasoning) การใช้เหตุผลแบบอุปนัยหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า bottom-up วิธีนี้ใช้การสังเกตที่เฉพาะ ใช้เครื่องมือวัดต่างๆ ใช้ข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อจะนำไปสู่ข้อสรุปหรือแม้แต่การตั้งสมมติฐานก็ตาม ตัวอย่างเช่น การสังเกตเห็นวัตถุต่างๆ ตกลงสู่พื้นดินที่ระดับความสูงต่างๆ การให้เหตุผลแบบอุปนัยอาจสรุปว่าวัตถุทุกชนิดจะตกลงสู่พื้นโลกไม่ว่าจะปล่อยให้ตกลงมาจากที่ระดับความสูงเท่าใดก็ตาม

การใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรือเรียกว่า Top-down เป็นการใช้ตรรกะที่มีอยู่เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป กล่าวคือเป็นการใช้หลักการนำไปสู่ข้อสรุป ตัวอย่างหลักการหรือข้อเท็จจริงเช่น นกทุกชนิดมีขนแบบขนนก (feather) เมื่อนกกระजิบเป็นนกชนิดหนึ่ง ดังนั้นข้อสรุปเชิงนิรนัยก็คือ นกกระजิบทุกตัวมีขนแบบขนนก

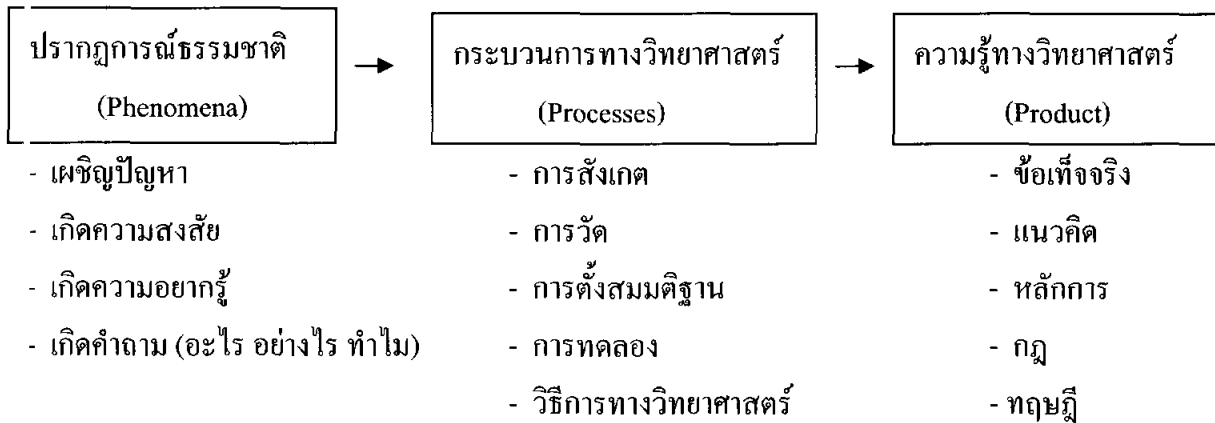
ในชีวิตของคนแต่ละคนมีปัญหาหรือความไม่เข้าใจในสิ่งต่างๆ มากมาย แต่ละคนอาจใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป วิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วยตัวอย่างเช่น มีปัญหาอยู่ว่า “ จะเลี้ยงโคเนื้อด้วยหญ้าพันธุ์โคใดจึงจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ” การหาพันธุ์หญ้าด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะเริ่มต้นด้วยการศึกษาปัญหาให้ชัดเจนเข้าใจตรงกัน การเจริญเติบโตของโคที่ดีที่สุดจะใช้อะไรเป็นเกณฑ์ ถ้าใช้เกณฑ์การสังเกตอาจมีความคลาดเคลื่อนมาก จึงควรใช้ขนาดและน้ำหนักของโคที่เปลี่ยนไปเป็นเกณฑ์จะชัดเจนกว่า จากนั้นจึงทบทวนขอบเขตของปัญหาว่าการเจริญเติบโตของโคเนื้อขึ้นอยู่กับอะไรอีกบ้างเช่น พันธุ์โค น้ำ อาหารที่นอกเหนือจากหญ้า อากาศ การเลี้ยงดู ปริมาณอาหาร อุณหภูมิ และชนิดของพันธุ์หญ้าเป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้จะเป็นตัวแปร แต่ปัญหาที่ต้องการศึกษาคือชนิดของพันธุ์หญ้างั้นพันธุ์หญ้าจึงเป็นตัวแปรต้น การเติบโตของโคเป็นตัวแปรตาม ปัจจัยอื่นๆ ที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม ขั้นตอนต่อไปจะต้องตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาเช่น หญ้าพันธุ์โคบางที่จะทำให้โคเติบโตได้ดีที่สุด สมมติฐานอาจตั้งได้หลายข้อ สมมติว่าเลือกหญ้า 4 พันธุ์ A, B, C, D การทดลองนี้จึงตั้งสมมติฐานได้ 4 ข้อ ต่อจากนั้นจึงทดลองเลี้ยงโคด้วยหญ้าทั้ง 4 ชนิด ทั้งนี้ต้องใช้โคที่เป็นพันธุ์เดียวกันมีขนาดน้ำหนักเริ่มต้นเท่ากัน การทดลองควรมีจำนวนหลายๆ ซ้ำ (replication) แล้วใช้ค่าเฉลี่ยมาพิจารณาจะทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำผลมาเปรียบเทียบกันก็จะได้คำตอบ

ปัจจุบันวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ในทุกศาสตร์ก็ได้ ทั้งนี้เพราะวิธีการศึกษามีลักษณะเป็นกิจกรรมที่มีกระบวนการทางสังคม มีความเป็นสาธารณะ มีลักษณะเป็นสากลสามารถตรวจสอบและยอมรับได้

ประเภทความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลัที่เกิดปรากฏการณ์ที่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงที่มีอยู่และเกิดขึ้นพร้อมกับธรรมชาติ มนุษย์เป็นผู้ค้นพบเงื่อนไขหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ เช่น ออกซิเจนเป็นแก๊สที่ช่วยให้ไฟติด ไฮโดรเจนเป็นแก๊สที่ติดไฟ ที่ความดันปกติมีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 100°C สิ่งเหล่านี้เป็นความจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติ เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบปรากฏการณ์ธรรมชาติที่รับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสและเป็นปรากฏการณ์ที่ไม่เคยรู้มาก่อนซึ่งก่อให้เกิดความสงสัยว่ามีอะไรเกิดขึ้น เกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมจึงเกิดเหตุการณ์นี้ คำถามที่ว่า มีอะไรเกิดขึ้นเป็นการนำไปสู่การหารายละเอียดของข้อมูล คำถามที่ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรเป็นการนำไปสู่การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือรายละเอียดต่างๆ ที่เกิดขึ้น และคำถามที่ว่าทำไมจึงเกิดเป็นการนำไปสู่การหาคำอธิบายหรือเหตุผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น คำถามเหล่านี้เป็นสิ่งขัดดันให้นักวิทยาศาสตร์หาวิธี หรือ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสืบเสาะแสวงหาความรู้จนนำไปสู่คำตอบหรือคำอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งก็คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์แสดงได้ดังภาพที่ 1.13



ภาพที่ 1.13 การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความรู้ที่เกิดขึ้นจะได้รับการยอมรับว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่นั้นจะต้องตั้งอยู่บนเงื่อนไข 3 ประการคือ (1) จะต้องเป็นความรู้ทางธรรมชาติ (2) จะต้องได้มาจากการใช้กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้แบบวิทยาศาสตร์ และ (3) จะต้องเป็นความรู้ที่ผ่านการทดสอบยืนยันแล้วว่าเป็นจริง (สุวัณน์ นิยมคำ, 2531) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 5 ประเภทดังนี้

1. ความจริงหรือข้อเท็จจริง

ความจริงหรือข้อเท็จจริง (Fact) เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการสังเกตหรือสำรวจปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่างๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสโดยตรงหรือใช้อุปกรณ์ช่วยในการสังเกต ไม่ใช่ความรู้ที่เกิดจากความคิดเห็นหรือมโนคติต่อสิ่งที่สังเกต จะสังเกตกี่ครั้งทดลองกี่หนก็ได้ผลเหมือนเดิมเสมอ ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงหรือความจริงต้องมีลักษณะดังนี้

1.1 ต้องเป็นสิ่งที่มียุ่จริงในธรรมชาติ เช่น สุนัขมีสี่ขา ปลาบางชนิดออกลูกเป็นตัว เหล็กเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว

1.2 ไม่ว่าจะสังเกตหรือทดลองกี่ครั้งต้องได้ผลเหมือนเดิม เช่น มะนาวมีรสเปรี้ยว ปลาว่ายน้ำได้ จะทดลองกี่ครั้งหรือสังเกตกี่หนก็จะได้ผลเหมือนเดิมเสมอ ดังนั้นข้อเท็จจริงจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา

1.3 เป็นหน่วยย่อยที่สุดของความรู้ หรือเป็นจุดเริ่มต้นของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน ถ้าพัวข้อเท็จจริงมีความหมายน้อยมากต้องนำมาประกอบกันจึงจะมีความหมายทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ช่วยทำให้เข้าใจสิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ ได้กว้างขวางขึ้นเปรียบได้เหมือนกับการประกอบภาพจิ๊กซอ

โดยภาพจิกซอแต่ละภาพจะไม่ให้ข้อมูลมากนัก แต่ถ้านำจิกซอแต่ละภาพมาประกอบกันเป็นภาพที่สมบูรณ์จะมีความหมายและทำให้เกิดความเข้าใจในภาพชัดเจนมากขึ้น

1.4 ไม่ใช่ความจริงอย่างสมบูรณ์ อาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง แต่ความคลาดเคลื่อนนี้ยังอยู่ในขอบเขตที่เชื่อถือและยอมรับได้เช่น ข้อเท็จจริงที่ว่าคนมีนิ้วมือ 10 นิ้ว คนทุกเชื้อชาติในโลกนี้มีนิ้วมือ 10 นิ้ว แต่บางครั้งอาจพบว่าบางคนมีนิ้วมือ 11 หรือ 12 นิ้ว แต่ยังคงเป็นที่ยอมรับโดยทั่วกันว่าคนมีนิ้วมือ 10 นิ้ว ซึ่งเป็นความจริงทางวิทยาศาสตร์

1.5 เป็นความรู้ที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์ อาจมีการใช้เครื่องมือช่วยขยายขอบเขตของการสัมผัสได้ เป็นความรู้ที่ไม่ซับซ้อนไม่ต้องพิสูจน์ทดลองเพื่อยืนยันเช่น ฝักทองมีสีเหลือง และน้ำเมื่อได้รับความร้อนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น

1.6 เป็นความรู้ที่เกิดจากการสังเกต ไม่นำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ในการสังเกตเช่น มะนาวเป็นผลไม้ที่รสเปรี้ยว มะดันเป็นผลไม้ที่รสเปรี้ยว แสดงว่ามะนาวและมะดันมีกรดชนิดเดียวกันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งข้อความที่ว่ามะนาวและมะดันมีกรดชนิดเดียวกันเป็นองค์ประกอบไม่ใช่ข้อเท็จจริงเพราะเป็นการนำความรู้และประสบการณ์ไปช่วยในการสังเกต ตัวอย่างความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงหรือความจริงทางวิทยาศาสตร์เช่น น้ำได้รับความร้อนจะกลายเป็นไอ วัตถุนี้มีผิวค่อนข้างหยาบและแข็ง ใบไม้ส่วนใหญ่มีสีเขียว สารนี้มีกลิ่นคล้ายผลไม้ แมงมุมมี 8 ขา

2. แนวคิด

แนวคิด (Concept) เป็นความรู้ที่เกิดจากการหลอมรวมหรือผสมผสานหลายๆ ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกันเพื่อเกิดเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้นจึงเป็นความรู้ที่เกิดจากความคิดความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ โดยการคิดพิจารณาอย่างเป็นเหตุเป็นผลและจัดระบบข้อเท็จจริงจนเกิดความเข้าใจ ทำให้สามารถสรุปรวมเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ แนวคิดเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งของแต่ละบุคคลอาจตรงกันหรือแตกต่างกันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิม ประสบการณ์ วุฒิภาวะ และขอบเขตของความสามารถในการรับรู้ของแต่ละบุคคล แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามลักษณะการนำไปใช้ในทางวิทยาศาสตร์ได้ 3 ประเภทดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดแบ่งประเภท เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่างๆ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ไว้เป็นกลุ่มหรือเป็นชนิด เพื่อใช้ในการกล่าวถึงสิ่งเหล่านั้นให้เข้าใจตรงกันเช่น สุนัขเป็นสัตว์ที่มี 4 ขา เลี้ยงลูกด้วยนม มีจมูกที่เปียกชื้นตลอดเวลา ฯลฯ คุณสมบัติเหล่านี้เป็นคุณสมบัติร่วมกันของสุนัขทุกตัว แม้ว่าสุนัขบางตัวจะมีลักษณะแตกต่างออกไปเช่น ขนาดรูปร่าง สีขน ความสั้นยาวของขนและหาง อาจใช้แนวคิดเกี่ยวกับสุนัขจำแนกสุนัขออกจากสัตว์ประเภทอื่นได้ ตัวอย่างแนวคิดเกี่ยวกับการจัดแบ่งประเภทเช่น (1) ดาวฤกษ์เป็นดาวที่มีแสงระยิบระยับและมีแสงสว่างในตัวเอง (2) กล้องโทรทรรศน์คือเครื่องมือที่ใช้ส่องขยายวัตถุที่อยู่ไกลยากต่อการดูด้วยตาเปล่า (3) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง มีเลือดอุ่น ออกลูกเป็นตัว

หัวใจมีสี่ห้อง มีฟันฝังในขากรรไกร (4) สารละลายเป็นสารที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ 2 ชนิด มาผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นแนวคิดที่บอกถึงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือสิ่งต่างๆ ทั้งในเชิงเปรียบเทียบและในเชิงเป็นเหตุเป็นผลต่อกันเช่น มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน ตัวอย่างแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์เช่น (1) ความเร็วเป็นปริมาณสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ (2) กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจะแปรผกผันกับความต้านทานเมื่อความดันไฟฟ้าคงที่ (3) ความหนาแน่นเป็นปริมาณสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตร (4) แรงเป็นปริมาณสัมพันธ์ระหว่างมวลกับอัตราเร่งในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับสิ่งที่มองไม่เห็น เป็นแนวคิดเชิงนามธรรมไม่มีตัวตน มองไม่เห็น สัมผัสไม่ได้ เกิดจากจินตนาการของนักวิทยาศาสตร์ในการพยายามอธิบายคุณลักษณะของสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานบางประการสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ตัวอย่างแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งที่มองไม่เห็นเช่น (1) โมเลกุลของสารประกอบประกอบด้วยอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป (2) อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน (3) แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (4) อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่เคลื่อนที่ได้ (5) ความดันของแก๊สเกิดจากการชนกันระหว่างโมเลกุลของแก๊สกับโมเลกุลของแก๊ส หรือโมเลกุลของแก๊สกับผนังภาชนะที่ใช้บรรจุ

3. หลักการ

หลักการ (Principle) เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการประมวลแนวคิดตั้งแต่ 2 แนวคิดเข้าด้วยกัน และสามารถใช้เป็นหลักในการอ้างอิงได้ ด้วยเหตุนี้หลักการจึงต้องเป็นความจริงที่สามารถทดสอบได้ และได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง เป็นความรู้ที่ผ่านการกลั่นกรองตรวจสอบอย่างรอบคอบมีความเป็นปรนัยในตัวเองและเป็นที่เข้าใจตรงกัน อาจกล่าวได้ว่าหลักการเป็นแนวคิด แต่เป็นแนวคิดที่มีความถูกต้องชัดเจนและตรวจสอบได้ หลักการจัดว่าเป็นแนวคิดแต่แนวคิดไม่จำเป็นต้องเป็นหลักการเสมอไป บางแนวคิดอาจเป็นหลักการแต่บางแนวคิดอาจไม่เป็นหลักการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวคิดนั้นๆ ว่าเกิดจากข้อเท็จจริงที่ทั้งความเป็นจริงและเข้าใจตรงกันหรือไม่ เช่นข้อความที่ว่า “ การแพร่คือการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อย ” ข้อความนี้จัดเป็นทั้งแนวคิดและหลักการ ทั้งนี้เพราะแนวคิดดังกล่าวเป็นแนวคิดที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน ผ่านการพิจารณากลั่นกรองอย่างรอบคอบแล้ว ส่วนข้อความที่ว่า “ หัวเผือกเป็นอาหารที่ให้สารคาร์โบไฮเดรต ” ข้อความนี้เป็นเพียงแนวคิดเท่านั้น ทั้งนี้เพราะแต่ละคนอาจมีแนวคิดเกี่ยวกับเผือกต่างกันออกไป บางคนอาจมองว่าเป็นผลไม้ชนิดหนึ่ง บางคนอาจมองว่าหัวเผือกสามารถนำไปเลี้ยงสัตว์ได้ นำมาทำขนมหวานได้ จะเห็นได้ว่าแต่ละคนอาจมีแนวคิดต่อสิ่งเดียวกันแตกต่างกัน หากสามารถรวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับหัวเผือกให้สื่อความหมายได้กว้างขวางเข้าใจตรงกัน และใช้เป็นหลักในการอ้างอิงได้ก็สามารถจัดเป็นหลักการได้ ตัวอย่างหลักการเช่น (1) สสารเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว (2) แสงจะเกิดการหักเหเมื่อเคลื่อนที่เข้าสู่ตัวกลางต่างชนิดกัน (3) แม่เหล็กขั้วชนิดเดียวกันจะผลักกัน

แต่ข้าวต่างกันจะดูดกัน (4) คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงาน (5) เมื่อวัตถุมลงไปในของเหลว น้ำหนักของวัตถุจะหายไป โดยน้ำหนักที่หายไปจะมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวในส่วนที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่

4. กฎ

กฎ (Law) เป็นความรู้ที่มีลักษณะคล้ายกับหลักการ กฎและหลักการสามารถใช้แทนกันได้เพราะกฎเป็นหลักการอย่างหนึ่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งอาจเขียนแทนได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากกฎเป็นหลักการอย่างหนึ่งดังนั้นกฎจึงมีความเป็นจริงในตัวเอง มีความเป็นปรนัย และสามารถทดสอบได้ผลตรงกันทุกครั้ง แต่ถ้ามีผลการทดลองใดที่ไม่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับกฎแล้ว กฎนั้นจะต้องถูกยกเลิกไป กฎมีที่มาสองทางคือ มาจากการอุปมานข้อเท็จจริง (inductive) โดยนำหลายๆ ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกันมาสรุปรวมกันเป็นแนวคิด เป็นหลักการ และมาจากการอนุมานทฤษฎี (deductive) โดยดึงส่วนย่อยของทฤษฎีมาเป็นกฎ เช่น กฎสัดส่วนพหุคูณซึ่งแยกย่อยมาจากทฤษฎีอะตอมของดาลตัน ตัวอย่างกฎเช่น (1) กฎการแยกตัวของหน่วยกรรมพันธุ์ (Law of segregation) ซึ่งเป็นกฎข้อที่ 1 ของเมนเดลกล่าวว่า “ลักษณะแต่ละลักษณะที่ถ่ายทอดไปยังลูกหลานถูกควบคุมด้วยหน่วยเฉพาะที่แน่นอนที่เรียกว่า แฟกเตอร์ (factor หรือยีน) ซึ่งอยู่เป็นคู่และจะแยกตัวออกจากกันก่อนที่จะส่งต่อไปยังลูก โดยลูกจะได้รับแฟกเตอร์หนึ่งจากพ่อและอีกแฟกเตอร์หนึ่งจากแม่เสมอ” (2) กฎสัดส่วนคงที่ (Law of definite proportions) กล่าวว่า “อัตราส่วนระหว่างมวลสารของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีค่าคงที่เสมอ” (3) กฎของคูลอมบ์ (Coulomb's law) กล่าวว่า “แรงระหว่างประจุไฟฟ้าจะเป็นปฏิภาคโดยตรงระหว่างประจุและเป็นปฏิภาคผกผันกับระยะทางระหว่างขนาดของประจุยกกำลังสอง” เมื่อกำหนดให้ Q_1 เป็นประจุไฟฟ้าชนิดที่ 1 Q_2 เป็นประจุไฟฟ้าชนิดที่ 2 r เป็นระยะห่างระหว่างประจุ และ F เป็นแรงระหว่างประจุ ซึ่งจากกฎของคูลอมบ์จะได้ $F \propto (Q_1 Q_2) / r^2$ และ $F \propto k(Q_1 Q_2) / r^2$ เมื่อ k เป็นค่าคงที่ของการแปรผัน

5. ทฤษฎี

ทฤษฎี (Theory) เป็นความรู้ที่เป็นหลักอย่างกว้างๆ เพื่อใช้อธิบายหลักการและกฎหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ในการแสวงหาความรู้ นักวิทยาศาสตร์ใช้การสังเกต การสรุปรวมข้อมูล การสร้างสมมติฐาน ทำให้ได้ความจริงที่เป็นความรู้ทั้งข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ และกฎ ความรู้ดังกล่าวบอกได้แต่เพียงว่าจะเกิดอะไร จะเป็นอย่างไร มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันแค่ไหนซึ่งยังไม่เพียงพอ นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะรู้ถึงเหตุปัจจัยของการเกิดปรากฏการณ์ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ทำไมจึงเกิดปรากฏการณ์เช่นนั้น ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงพยายามสร้างแบบจำลอง (model) ขึ้นโดยเขียนเป็นหลักการกว้างๆ เกี่ยวกับสิ่งนั้นเพื่อใช้อธิบายข้อเท็จจริงย่อยๆ และสามารถพยากรณ์ปรากฏการณ์ที่ยังไม่เคยพบในขอบเขตของแบบจำลองได้ การสร้างทฤษฎีมีที่มาได้ 2 ทางคือ

5.1 สร้างทฤษฎีโดยการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือทดลอง แล้วประมวลความรู้ที่ศึกษาได้ โดยวิธีอุปมานร่วมกับจินตนาการสร้างเป็นแบบจำลองหรือข้อความเพื่อใช้อธิบายผลการศึกษานั้นให้ได้

5.2 สร้างทฤษฎีโดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์แต่เพียงอย่างเดียว ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือทดลอง โดยสร้างเป็นแบบจำลองหรือข้อความออกมาตามความคิดที่คิดว่าน่าจะเป็นเช่นนั้น ต่อมาภายหลังเกิดปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีขึ้น นักวิทยาศาสตร์ก็อาศัยทฤษฎีที่สร้างไว้ไปอธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสอดคล้อง ทฤษฎีที่เขียนขึ้นมานั้นก็จะเป็นที่ยอมรับ หากขัดแย้งหรือไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ทฤษฎีนั้นจะถูกยกเลิกไป การที่จะยอมรับว่าทฤษฎีที่สร้างขึ้นมา นั้นเป็นจริงหรือไม่ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 3 ประการได้แก่

1) ทฤษฎีจะต้องอธิบาย กฎ หลักการ และข้อเท็จจริงของเรื่องราวที่อยู่ในขอบเขตของทฤษฎีได้เช่น ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็กสามารถอธิบายได้ว่าเหตุใดแม่เหล็กขั้วเดียวกันจึงผลักรัน แม่เหล็กต่างขั้วกันจึงดูดกัน

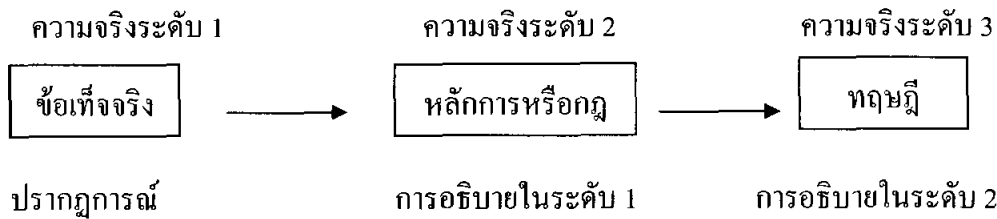
2) ทฤษฎีจะต้องอนุมานออกไปเป็นกฎหรือหลักการบางอย่างได้เช่น ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน สามารถแตกย่อยบางส่วนออกเป็นกฎสัดส่วนพหุคูณได้

3) ทฤษฎีจะต้องพยากรณ์ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นตามมาได้ โดยเป็นเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีนั้น

ในการสร้างทฤษฎีเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์เดียวกันอาจสร้างทฤษฎีได้มากกว่าหนึ่งทฤษฎี ตัวอย่างเช่น ปรากฏการณ์การเกิดไฟฟ้าสถิต มีทฤษฎีที่สามารถนำไปอธิบายการเกิดปรากฏการณ์นี้ได้หลายทฤษฎีทั้งทฤษฎีของการไหลคู่ ทฤษฎีการไหลเดี่ยว และทฤษฎีอิเล็กตรอนเป็นต้น

ตัวอย่างทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เช่น (1) ทฤษฎีกลของแก๊ส (Gas's law) กล่าวว่า “ แก๊สประกอบด้วยโมเลกุลขนาดเล็กมากและอยู่ห่างกัน โมเลกุลของแก๊สเป็นโมเลกุลอิสระไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันเลย แต่ละโมเลกุลเคลื่อนไหวเป็นเส้นตรงตลอดเวลาด้วยความเร็วคงที่ไปตามทิศทางใดทิศทางหนึ่งจนกระทั่งโมเลกุลเหล่านั้นชนกันเองหรือชนผนังภาชนะที่บรรจุแล้วจะเปลี่ยนทิศทางและอาจเปลี่ยนความเร็วด้วย ” (2) ทฤษฎีคัดเลือกตามธรรมชาติ (theory of natural selection) กล่าวว่า “ สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องมีการต่อสู้เพื่อความอยู่รอด สิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมย่อมสามารถสืบพันธุ์เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ของตนไว้ เกิดเป็นกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมที่สุดเท่านั้นที่อยู่รอด ” (3) ทฤษฎีผ่าเหล่า (mutation theory) กล่าวว่า “ การผ่าเหล่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกรรมพันธุ์อย่างกะทันหัน ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงนี้สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ และถ้าลักษณะใหม่นี้มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นๆ ก็จะมีชีวิตสืบพันธุ์ได้ต่อไป ”

ลักษณะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถ้าจะจัดแบ่งลำดับตามความสามารถและความสลับซับซ้อนของการคิด สามารถจัดแบ่งได้ 3 ระดับดังภาพที่ 1.14



ภาพที่ 1.14 ระดับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ที่มา : (ดัดแปลงจาก สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531)

จากภาพที่ 1.14 ความจริงระดับ 1 บอกว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้างจากการสังเกตและการวัด (ได้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่เชื่อถือได้) ความจริงระดับ 2 บอกความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลว่าเป็นอย่างไร (ผลที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุอะไร หรือสัมพันธ์กันอย่างไร) ความจริงระดับ 3 อธิบายความสัมพันธ์ที่มีอยู่ในกฎได้ (ทำไมจึงเกิดปรากฏการณ์นี้ หรือทำไมความสัมพันธ์ที่ได้จึงเป็นเช่นนั้น)

วิทยาศาสตร์สู่เทคโนโลยี

ปัจจุบันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปมากและมีการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในหลายด้าน ที่สำคัญได้แก่เทคโนโลยี ซึ่งเป็นการนำความรู้วิทยาศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยในคริสต์ศตวรรษที่ 18 เจมส์ วัตต์ (James Watt) ได้นำหลักการทางฟิสิกส์และคุณสมบัติของน้ำไปสร้างเป็นเครื่องจักรไอน้ำ ต่อมามีการนำเครื่องจักรไอน้ำไปใช้ลากขนส่งของจึงสร้างเป็นรถจักรไอน้ำและเกิดรถไฟสายแรกขึ้นในประเทศอังกฤษ และได้แพร่ขยายต่อไปทั่วยุโรปและอเมริกา หลังจากนั้นมีการพัฒนาเครื่องยนต์ดีเซลขึ้นมาแทนที่เครื่องจักรกลไอน้ำ ปลายศตวรรษที่ 19 มีการพัฒนาเครื่องบินขึ้นมาใช้ในการคมนาคมขนส่ง ทางด้านเคมีได้มีการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมแก้วทำให้มีการประดิษฐ์กระจก และมีการใช้กระจกมากขึ้น เกิดการขยายตัวทางอุตสาหกรรมเคมีมากขึ้นเช่น การทำกรดกำมะถัน การผลิตโซดาคาร์บอเนต และสารเคมีชนิดอื่นๆ ในประเทศสวีเดน อัลเฟรด โนเบล (Alfred Nobel) ค้นพบวิธีทำระเบิดไดนาไมต์ (dynamite) และมีการนำไปใช้ในสงคราม สร้างความเสียหายมากมาย จนโนเบลเกิดความสังเวชจึงแสวงหาสันติภาพและตั้งรางวัลโนเบลขึ้นเพื่อบอບให้แก่ผู้ที่เขียนบทความทางสันติภาพและผู้ที่ค้นพบหลักวิชาการใหม่ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์อันเป็นคุณประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ อย่างไรก็ตามมีการนำเอาไดนาไมต์ไปใช้ในอุตสาหกรรมเหมืองแร่และเหมืองหินซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมาก ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกุญแจไขไปสู่ความก้าวหน้าของวิทยาการด้านต่างๆ และความเจริญทางด้านเทคโนโลยีมีผลต่อความสะดวกสบายของมนุษย์

สรุป

การศึกษาในลักษณะของวิทยาศาสตร์มีประเด็นหลักอยู่ที่ระเบียบวิธีการศึกษาและการนำผลไปสู่ข้อสรุป ระเบียบวิธีการศึกษามีรากฐานมาจากการสังเกตซึ่งรวมไปถึงแนวทางอื่นๆ ที่ช่วยเสริมผลการสังเกต เช่น การทดลอง การพิสูจน์ การนิรนัย การอุปนัย ตลอดจนการถกเถียงกันในที่ประชุมทางวิชาการเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ผลการศึกษาอาจจะออกมาในรูปของข้อเท็จจริง แนวคิดรวบยอด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ สมมติฐาน เป็นเพียงข้อความชั่วคราวที่ต้งขึ้นเพื่อทำการพิสูจน์ ผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถือเป็นการสร้างสรรค์ความรู้ที่เกิดประโยชน์ แต่การนำไปใช้เป็นเรื่องของจริยธรรมของผู้นำไปใช้เช่น การนำความรู้เรื่องพลังงานนิวเคลียร์ไปใช้ในทางสันติ เป้าหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์อยู่ที่การแสวงหาองค์ความรู้ ไม่ใช่เพื่อคุณหรือโทษ สารที่แท้จริงอยู่ที่ความพยายามในการเข้าใจธรรมชาติ การยอมรับว่าธรรมชาติเป็นสิ่งที่มิอยู่ มี ระเบียบแบบแผนและตั้งอยู่บนหลักเกณฑ์ที่สามารถเข้าใจได้ องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้ผ่านการพัฒนามาเป็นระยะเวลายาวนานควบคู่กับสังคมมนุษย์ยุคแล้วยุคเล่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างความเจริญให้แก่มวลมนุษย์อย่างมาก การประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังนั้นการอธิบายจึงมุ่งถึงสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ซึ่งบางครั้งอาจต้องอาศัยการใช้ตรรกศาสตร์ คณิตศาสตร์ สถิติ การใช้จินตนาการอย่างมีเหตุผล และการมีเจตคติที่ไม่ลำเอียงต่อผลการศึกษานั้นเป็นแนวทางของปรัชญาวิทยาศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- สมักร บุรวาส. (2544). **ปรัชญา** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สยาม.
- สมปรางนา วงศ์บุญหนัก และคณะ. (2543). **วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ: โครงการส่งเสริมการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรพงษ์ โสธนะเสถียร. (2544). **วิทยปรัชญา** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ประสิทธิ์ภักดิ์ แอนด์ พริ้นติ้ง.
- Bates, M., and Dudley – Evans, T. (1997). **Nucleus English for science and technology general science**. Edinburgh: Longman.
- Hewitt, J. (2004). **Scientific Philosophy** (Chapter2). [Online]. Available: <http://freespace.virgin.net./john.hewitt/pg-ch02.html> .
- Miller, G., and Tyler, Jr. (2005). **Living in the environment** (14th ed.). Singapore: Thomson Brooks /Cole.
- Stanford Encyclopedia of Philosophy. (2005). **Scientific Realism**. [Online]. Available: <http://plato>.

stanford.edu/entries/scientific-realism/.

Walter, F. (2005). **A Scientific Philosophy**. [Online]. Available : <http://www.Intelligent-systems.com>.

_____. (2005). **Ancient Philosophy**. [Online]. Available :<http://www.Intelligent-systems.com>.

_____. (2005). **Response Rules**. [Online]. Available :<http://www.Intelligent-systems.com>.

Wikipedia.encyclopedia. (2005). **Philosophy of science**. [Online]. Available : [http://en.wikipedia.org/wiki/Philosophy of_ science](http://en.wikipedia.org/wiki/Philosophy_of_science).

_____. (2005). **Science studies**. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Science_studies.

_____. (2005). **Scientific method**. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_method.

บทที่ 2

เทคโนโลยีเพื่อคุณภาพชีวิต

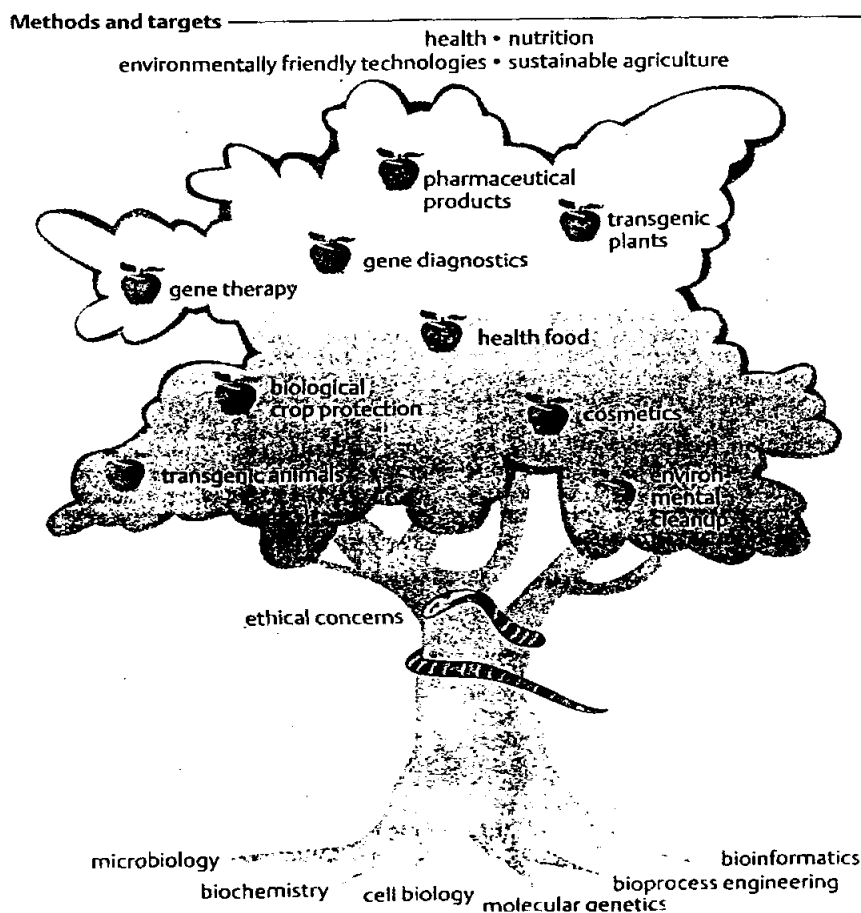
ปัจจุบันพัฒนาการของเทคโนโลยีทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์เปลี่ยนไปมาก เมื่อย้อนไปในอดีตที่โลกมีกำเนิดมาประมาณ 4,600 ล้านปี เชื่อกันว่าพัฒนาการตามธรรมชาติทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตบนโลกประมาณ 500 ล้านปีที่ผ่านมา ยุคไดโนเสาร์มีอายุอยู่ในช่วง 200 ล้านปีที่ผ่านมา สิ่งมีชีวิตที่เป็นเผ่าพันธุ์มนุษย์ค่อยๆ พัฒนามาจากตะเน่าเมื่อห้าแสนปีที่แล้วมนุษย์สามารถส่งสัญญาณท่าทางสื่อสารระหว่างกันและพัฒนาเป็นภาษามนุษย์สามารถสร้างตัวหนังสือและจารึกไว้ตามผนังถ้ำเมื่อประมาณ 5,000 ปีที่แล้ว ซึ่งกล่าวได้ว่ามนุษย์ต้องใช้เวลาอันพอสมควรในการพัฒนาตัวหนังสือที่ใช้แทนภาษาพูด จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่ามนุษย์สามารถจัดพิมพ์หนังสือได้เมื่อประมาณ 500 - 800 ปีที่แล้ว จึงทำให้การสื่อสารด้วยข้อความและภาษาเพิ่มมากขึ้น การสื่อสารโดยส่งข้อความเป็นเสียงทางสายโทรศัพท์ได้ประมาณร้อยกว่าปีที่แล้ว และเมื่อประมาณห้าสิบปีที่แล้วได้มีการส่งภาพทางโทรทัศน์และคอมพิวเตอร์ทำให้มีการใช้สารสนเทศในรูปแบบข่าวสารมากขึ้น ในปัจจุบันมีสถานีวิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ และสื่อต่างๆ ที่ใช้ในการกระจายข่าวสาร มีการแพร่ภาพทางโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อรายงานเหตุการณ์ปัจจุบัน เห็นได้ชัดว่าเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทอย่างมาก การพัฒนาเทคโนโลยีรวดเร็วขึ้นเมื่อมีการพัฒนาอุปกรณ์ทางด้านคอมพิวเตอร์และส่วนประกอบอื่นๆ ทางด้านคอมพิวเตอร์ซึ่งจะเห็นได้ว่าในช่วงสี่ห้าปีที่ผ่านมา มีผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งมีคอมพิวเตอร์เข้าไปเกี่ยวข้องให้เห็นอยู่ตลอดเวลา

ประเทศใดมีเทคโนโลยีมากย่อมทำให้มีความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านเศรษฐกิจและการเมือง ดังนั้นทุกประเทศจึงให้ความสำคัญต่อการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาช่วยงานด้านต่างๆ เทคโนโลยีเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยในการพัฒนาให้สินค้าและบริการให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่นทรายที่พบบ่อยบนพื้นดินตามชายหาด ชายทะเลซึ่งเป็นสารประกอบของซิลิกอน ทรายเหล่านี้มีราคาต่ำจึงไม่ค่อยมีคุณค่า แต่เมื่อมีการแยกสกัดเอาสารซิลิกอนให้บริสุทธิ์และเจือด้วยสารบางชนิดกลายเป็นสารกึ่งตัวนำสามารถนำมาผลิตเป็นทรานซิสเตอร์และไอซี (Integrated circuit หรือ IC) ซึ่งไอซีเป็นอุปกรณ์ที่รวมวงจรอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากไว้ด้วยกันใช้เป็นชิพซึ่งเป็นส่วนสำคัญของคอมพิวเตอร์ ดังนั้นทรายเมื่อผ่านกรรมวิธีทางเทคโนโลยีแล้วจะได้สารที่มีราคาสูง จึงทำให้มีมูลค่าเพิ่มจากวัตถุดิบนั้นโดยทั้งนี้ เป็นผลมาจากการใช้เทคโนโลยี ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีหลายด้านอันได้แก่

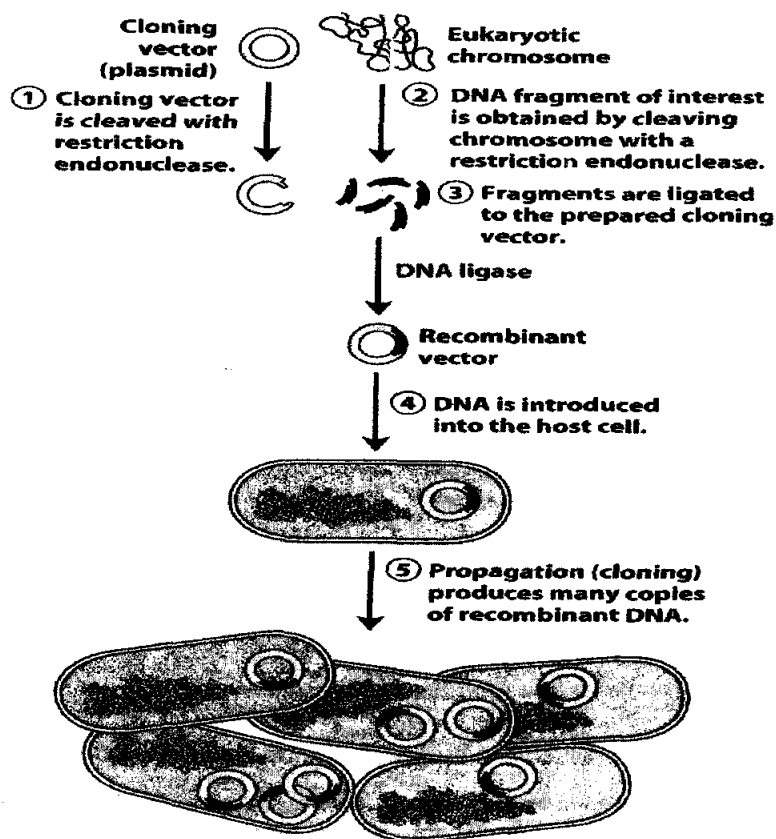
เทคโนโลยีชีวภาพ

มนุษย์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) ในชีวิตประจำวันมานานแล้ว ซึ่งเทคโนโลยีชีวภาพเป็นการนำเอาสิ่งมีชีวิตหรือกระบวนการทางชีวภาพไปสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ โดยเทคโนโลยีชีวภาพตั้งอยู่บนรากฐานความรู้ทางด้านชีวโมเลกุล ชีววิทยาของเซลล์ วิศวกรรมกระบวนการ และชีวเคมี (ภาพที่ 2.1) รวมทั้งพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) ซึ่งเป็นการดัดแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ภาพที่ 2.2) ทำให้มีการสร้างสิ่งมีชีวิตที่มี

ลักษณะตามต้องการหรือที่เรียกว่าสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (GMOs : genetic modified organisms) นอกจากนี้ยังมีความรู้ใหม่ๆ เช่น การศึกษาพันธุกรรมทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต (genomics) การศึกษาโปรตีนทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต (proteomics) การศึกษาเซลล์ทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต (cellomics) และมีการศึกษาเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ของเซลล์ทำให้เกิดความรู้ในสาขาวิชาวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (tissue engineering) ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจสิ่งมีชีวิตได้อย่างลึกซึ้ง ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้เป็นอย่างมากในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านชีววิทยาและที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาไว้เป็นฐานข้อมูลและได้พัฒนาလာมาเป็นชีวสารสนเทศ (bioinformatics) เช่น มีการนำข้อมูลรหัสพันธุกรรมตลอดจนข้อมูลการถอดรหัสและแปลรหัสไปเป็นโปรตีนใส่ไว้ในฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์แล้วมีการใช้ข้อมูลร่วมกันโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการทำนายโครงสร้างโปรตีนที่เปลี่ยนไป เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนหรือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างสภาวะจำลองในกระบวนการหมักของจุลินทรีย์



ภาพที่ 2.1 รากฐานของเทคโนโลยีชีวภาพและการประยุกต์ใช้
ที่มา : (Schmidt, 2003)



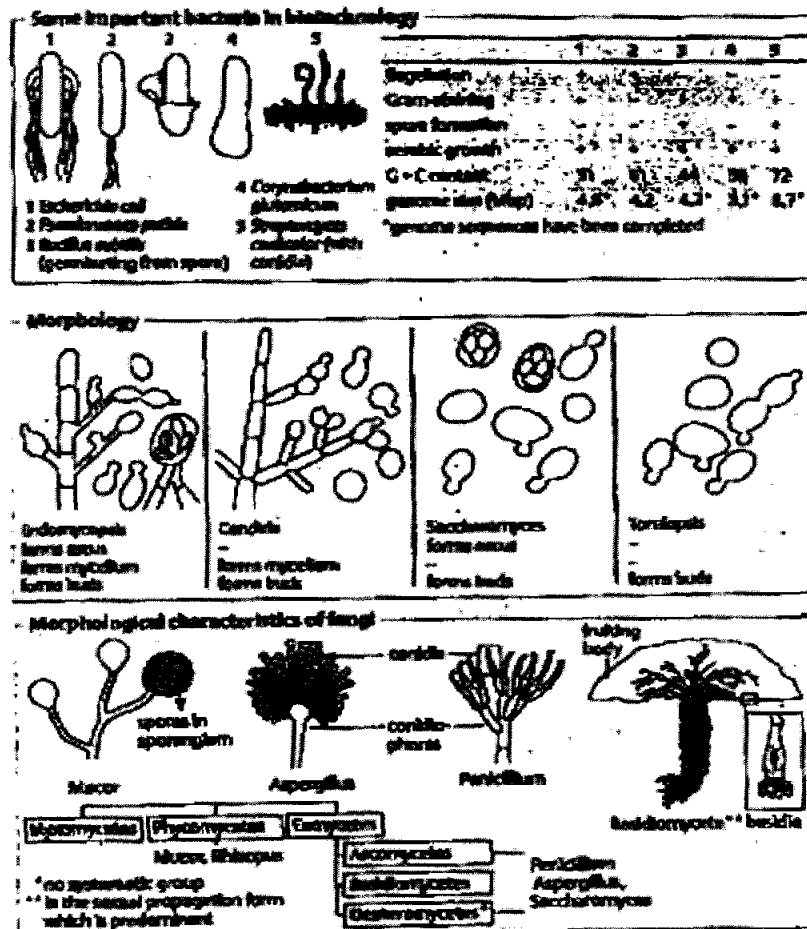
ภาพที่ 2.2 การตัดต่อยีน

ที่มา : (สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548)

เทคโนโลยีชีวภาพมีความเกี่ยวข้องกับความรู้หลายสาขา ซึ่งสามารถจัดแบ่งแขนงของเทคโนโลยีชีวภาพโดยอาศัยชนิดของสิ่งมีชีวิตได้เป็นหลายด้านดังนี้

1. เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์ (microbial biotechnology)

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา เป็นต้น (ภาพที่ 2.3) จุลินทรีย์มีความสำคัญต่อกระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพ เนื่องจากเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วและสามารถผลิตสารต่างๆ ที่มนุษย์ต้องการ ได้จึงได้นำจุลินทรีย์มารวมกับความรู้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

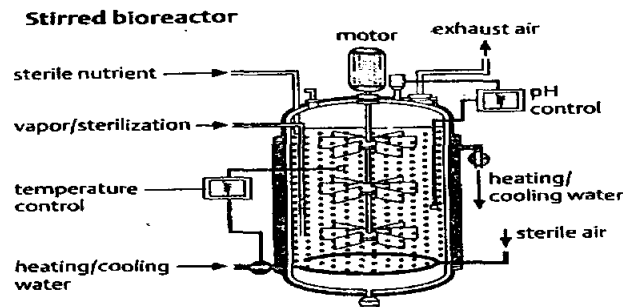


ภาพที่ 2.3 แบคทีเรีย ยีสต์ และรา

ที่มา : (Schmidt, 2003)

1.1 เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์กับอาหาร มีการนำยีสต์บางชนิดมาทำเป็นอาหารที่เรียกว่าโปรตีนเซลล์เดียว (single cell protein) โดยการนำยีสต์มาเลี้ยงในถังหมัก (ภาพที่ 2.4) ที่สามารถควบคุมภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์เพื่อให้ได้ยีสต์จำนวนมาก จากนั้นนำยีสต์ไปอบแห้งเพื่อนำมาใช้เป็นอาหารของมนุษย์ สัตว์ หรือในอุตสาหกรรมอื่นๆ ยีสต์ยังนำไปใช้ในการผลิต เบียร์ ไวน์ และขนมปัง นอกจากนี้จุลินทรีย์ยังช่วยทำให้อาหารมีรสชาติรับประทานเพิ่มขึ้นเช่น แบคทีเรียแลคติก (lactic acid bacteria) ใช้ทำนมเปรี้ยว โยเกิร์ต และแฮม เป็นต้น ส่วนพวกราใช้ในการทำชีสและเต้าเจี้ยว นอกจากนี้ยังใช้จุลินทรีย์เพื่อผลิตสารต่างๆ เช่น กรดอะมิโน เอนไซม์ และสารอื่นๆ อีกหลายชนิด

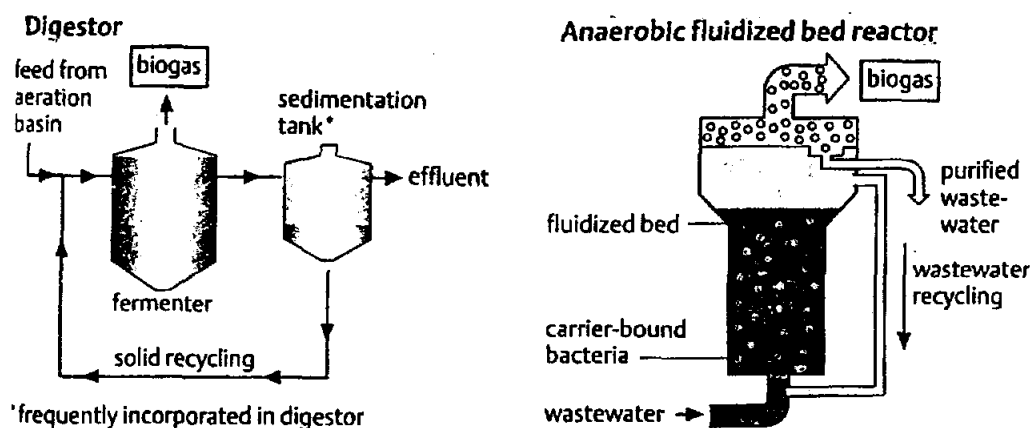
1.2 เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์กับการแพทย์ ได้มีการนำเอาจุลินทรีย์มาใช้ในการผลิตยาปฏิชีวนะหลายชนิดเช่น ยาเพนิซิลลิน (จากเชื้อรา *Penicillium notatum*) มีการใช้แบคทีเรียในการผลิตฮอร์โมนอินซูลินเพื่อใช้รักษาโรคเบาหวาน ฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโต (growth hormone) เพื่อใช้รักษาโรคแคระแกร็นของมนุษย์ และสารอินเทอร์เฟอรอน (interferon) เพื่อใช้รักษาโรคมะเร็ง



ภาพที่ 2.4 ส่วนประกอบของถังหมัก

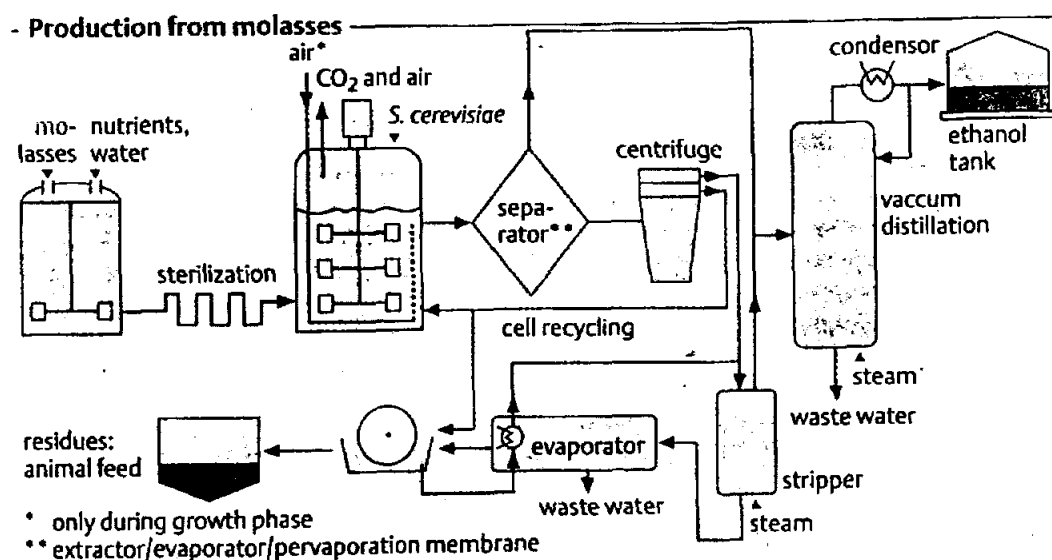
ที่มา : (Schmidt, 2003)

1.3 เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์กับสิ่งแวดล้อม ในธรรมชาติจุลินทรีย์ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังนั้นจึงมีการนำเอาจุลินทรีย์มาใช้ในการย่อยสลายสารต่างๆ เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยเช่น จีโกลินทรีย์อีเอ็ม (effective microorganism) ร่วมกับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในการหมักเศษพืช เศษอาหาร และซากอินทรีย์สารทำให้ได้น้ำหมักชีวภาพหรือปุ๋ยชีวภาพเพื่อใช้รดต้นไม้ทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตดี นอกจากนี้ยังใช้แบคทีเรีย (*Pseudomonas* sp. และ *Acinetobacter* sp.) ย่อยสลายคราบน้ำมันที่ปนเปื้อนในทะเลได้ ซึ่งมีผลทำให้สิ่งแวดล้อมสะอาดขึ้น นอกจากนี้ยังใช้จุลินทรีย์เพื่อผลิตพลังงานทดแทนเช่น ผลิตแก๊สชีวภาพ (biogas) (ภาพที่ 2.5) ซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการหมักจุลินทรีย์กับเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและใช้ยีสต์ในการผลิตแอลกอฮอล์ โดยนำยีสต์มาหมักรวมกับกากน้ำตาลเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ (ภาพที่ 2.6) แล้วนำแอลกอฮอล์ไปผสมกับน้ำมันเบนซินเพื่อทำเป็นแก๊สโซฮอล์ (gasohol) และในอนาคตจะมีพลังงานสะอาดที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมซึ่งได้จากจุลินทรีย์เช่น การใช้จุลินทรีย์ผลิตพลังงานไฮโดรเจนและผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 การผลิตแก๊สชีวภาพ

ที่มา : (Schmidt, 2003)

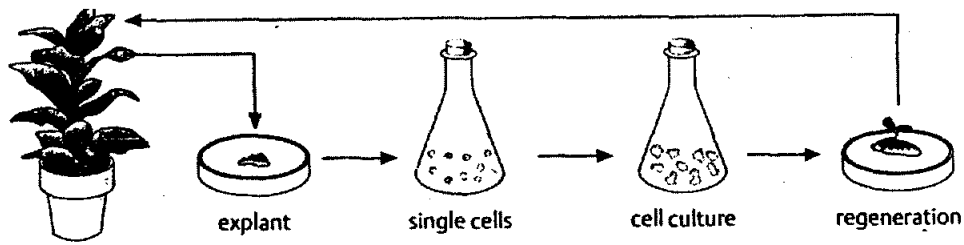


ภาพที่ 2.6 การผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล

ที่มา : (Schmidt, 2003)

2. เทคโนโลยีชีวภาพพืช (plant biotechnology)

ในระบบนิเวศพืชทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตและเป็นอาหารสำหรับสัตว์รวมถึงมนุษย์ด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการขยายพันธุ์พืชเพื่อให้ได้พืชจำนวนมากและมีการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อให้ได้พันธุ์พืชที่ตรงกับความต้องการของมนุษย์ เทคโนโลยีที่นำมาใช้คือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (plant tissue culture) ซึ่งเป็นการขยายพันธุ์พืชโดยใช้ชิ้นส่วนหรือเซลล์ของพืชมาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์เพื่อให้ได้ต้นพืชที่ตรงตามความต้องการของมนุษย์และได้ปริมาณมากในระยะเวลาสั้น (ภาพที่ 2.7) นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชยังนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชที่ปราศจากโรคและการสร้างพืชที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิม ในปัจจุบันได้มีการนำกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมพืชเข้ามาใช้เพื่อตัดแต่งยีนของพืช โดยการใส่ยีนที่ไม่ใช่ของพืชเข้าไปในพืชเช่น นำยีนที่สร้างสารพิษของแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* (บีที : Bt) ใส่เข้าไปในพืชบางชนิด (เช่น ฝ้าย ข้าวโพด และถั่วเหลือง) เพื่อให้พืชสามารถสร้างโปรตีนที่เป็นพิษต่อแมลง แต่ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์เป็นผลทำให้มีการฉีดยาฆ่าแมลงน้อยลง นอกจากนี้ยังมีการสร้างพันธุ์มะละกอที่สามารถต้านทานต่อโรคไวรัสจุดด่างวงแหวน ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการจีโนมข้าวนานาชาติ โดยรับผิดชอบในเรื่องการหาลำดับเบสในโครโมโซมคู่ที่ 9 ของข้าว และค้นหายีนในข้าวที่ทนต่อสภาพแห้งแล้ง ยีนที่ให้ความหอม และยีนที่ทนต่อสภาพน้ำท่วม ในอนาคตจะมีการใช้เทคโนโลยีชีวภาพพืชเพื่อสร้างพืชที่ผลิตพลาสติก ข้าวสีทองที่มีวิตามินเอสูงและพืชที่สามารถผลิตวัคซีนป้องกันโรคได้

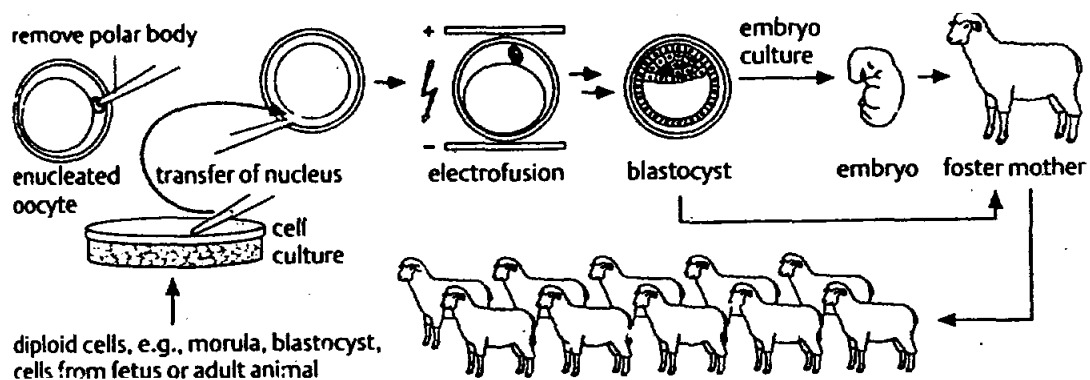


ภาพที่ 2.7 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ที่มา : (Schmidt, 2003)

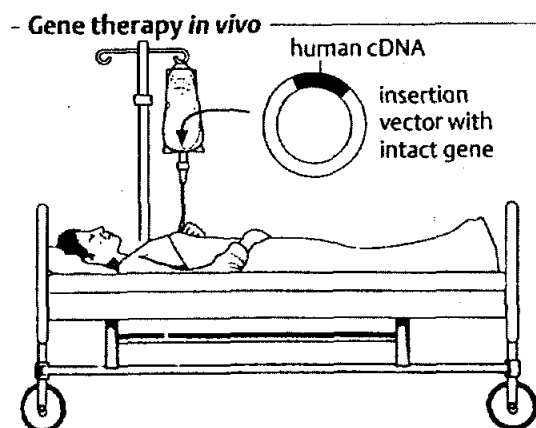
3. เทคโนโลยีชีวภาพสัตว์ (animal biotechnology)

เทคโนโลยีชีวภาพสัตว์มีจุดเริ่มต้นมาจากเมื่อสามารถเปลี่ยนถ่ายนิวเคลียสซึ่งเป็นแหล่งรวมพันธุกรรมในกบได้เป็นผลสำเร็จ ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านนี้ได้ก้าวหน้าไปไกลมาก โดยเมื่อ พ.ศ. 2540 ดร. เอียน วิลมุต ใช้กระบวนการโคลนนิ่ง (cloning) สร้างแกะที่มีลักษณะเหมือนกับแกะที่เป็นเจ้าของเซลล์ต้นกำเนิดทุกประการได้เป็นผลสำเร็จ (ภาพที่ 2.8) แล้วตั้งชื่อแกะที่ได้จากการโคลนนิ่งนี้ว่า “ดอลลี่” ซึ่งเป็นแกะที่ถูกสร้างขึ้นจากเซลล์ของแกะที่โตเต็มที่แล้ว ในปัจจุบันได้ทำการทดลองโคลนนิ่งในสัตว์หลายชนิดเช่น ลิง แมว วัว และม้า เทคโนโลยีชีวภาพสัตว์ที่มีผลโดยตรงต่อมนุษย์คือ โครงการจีโนมมนุษย์ (human genome project) ซึ่งเป็นการอ่านรหัสพันธุกรรมทั้งหมดของมนุษย์ ซึ่งรหัสพันธุกรรมนี้ประกอบด้วยเบสสี่ชนิดได้แก่ อะดีนีน (A) กวานีน (G) ไซโทซีน (C) และไทมีน (T) มาเรียงต่อกันจนกลายเป็นพันธุกรรมของมนุษย์ โครงการจีโนมมนุษย์มีประโยชน์ในการรักษาโรคทางพันธุกรรม โดยลำดับเบสในพันธุกรรมของคนที่เป็นโรคทางพันธุกรรมจะไม่เหมือนกับลำดับเบสในพันธุกรรมของคนปกติ ซึ่งวิธีการรักษาทำได้โดยการเปลี่ยนลำดับเบสในพันธุกรรมของคนที่เป็นโรคให้เหมือนกับของคนปกติ ซึ่งวิธีการรักษาในลักษณะนี้เรียกว่า การบำบัดโรคด้วยยีน (gene therapy) (ภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.8 การโคลนนิ่งแกะ

ที่มา : (Schmidt, 2003)



ภาพที่ 2.9 การบำบัดโรคด้วยยีน

ที่มา : (Schmidt, 2003)

4. สเต็มเซลล์ (stem cell)

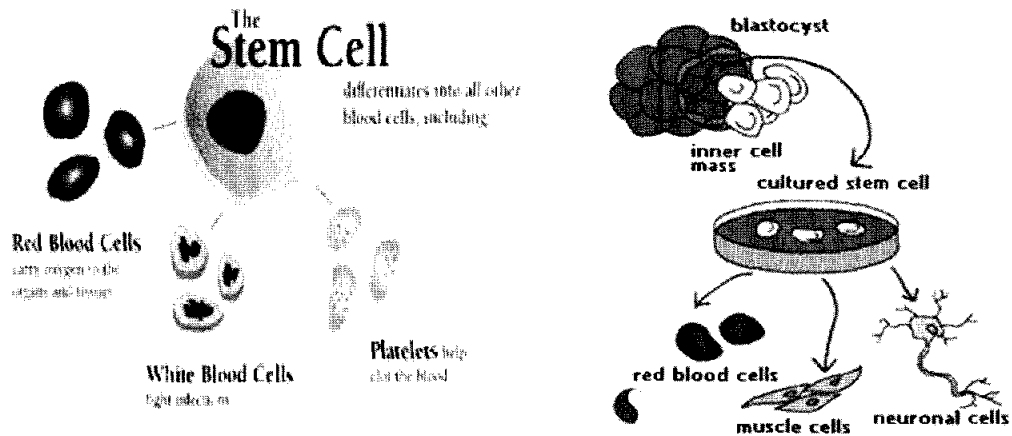
สเต็มเซลล์หรือที่เรียกว่าเซลล์ต้นกำเนิด เป็นเซลล์อ่อนที่พร้อมจะเจริญเติบโต แบ่งตัวเองขึ้นมาใหม่ และเปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเซลล์แต่ละเซลล์ในร่างกายของมนุษย์จะทำหน้าที่จำเพาะอย่างใดอย่างหนึ่งโดยไม่ย้อนกลับมาเช่น เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจหรือเซลล์สมอง เซลล์เหล่านี้เมื่อตายไปแล้วจะไม่มีเซลล์ใหม่มาทดแทน สเต็มเซลล์สามารถพัฒนาไปเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่เฉพาะเจาะจงได้ ในช่วงปี พ.ศ. 2503-2513 ซึ่งถือว่าเป็นยุคแรกที่นักวิทยาศาสตร์เริ่มทำการศึกษาวิจัยสเต็มเซลล์จากร่างกายโดยใช้เนื้อเยื่อที่โตเต็มวัย และนำไปทดลองใช้รักษาผู้ป่วยเด็กที่เป็นโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิดลูคีเมียในปี พ.ศ. 2511 เป็นครั้งแรก สเต็มเซลล์ทุกชนิดจะมีลักษณะพิเศษที่สำคัญ 3 ประการคือ (1) สามารถแบ่งตัวเองขึ้นมาใหม่ได้เป็นเวลานาน (2) เป็นเซลล์ที่ไม่ได้ทำหน้าที่เฉพาะเจาะจง (3) สามารถเปลี่ยนไปเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่เฉพาะเจาะจงได้ (ภาพที่ 2.10) นักวิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจ และศึกษาวิจัยเพื่ออธิบายคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญของสเต็มเซลล์ โดยศึกษาจากการแบ่งตัวของเซลล์ทั้งในเซลล์ตัวอ่อนหรือที่เรียกว่าเอ็มบริโอ และการแบ่งตัวที่ผิดปกติของเซลล์มะเร็ง โดยเอาเซลล์อ่อนที่ถูกคัดเลือกพร้อมทั้งเพิ่มจำนวนแล้วฉีดกลับเข้าไปยังอวัยวะในส่วนที่ต้องการรักษา ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการแพทย์ เนื่องจากเซลล์ต้นแบบอวัยวะสามารถนำไปใช้รักษาโรคและใช้สร้างอวัยวะเทียมได้เช่น การใช้เซลล์ต้นแบบอวัยวะในการรักษาโรคอัลไซเมอร์ ในปี พ.ศ. 2541 นักวิทยาศาสตร์สามารถเพาะสเต็มเซลล์จากตัวอ่อนมนุษย์และเซลล์สืบพันธุ์ ที่สามารถสร้างสายพันธุ์ของเซลล์ขึ้นมาได้สำเร็จ ต่อมาในปี พ.ศ. 2544 สเต็มเซลล์ตัวอ่อนเหล่านี้ถูกนำไปเพาะเป็นเซลล์เม็ดเลือด นับว่าเป็นความก้าวหน้าของงานวิจัยเกี่ยวกับสเต็มเซลล์ครั้งสำคัญ ปัจจุบันการรักษาโรคด้วยสเต็มเซลล์สามารถรักษาให้หายขาดได้เช่น ธาลัสซีเมีย ลิวคีเมีย อัลไซเมอร์ พาร์กินสัน อัมพาตไขสันหลัง กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด เบาหวาน เป็นต้น สเต็มเซลล์หาได้จากไขกระดูก กระแสเลือด และบางส่วนของร่างกายมนุษย์ แต่จุดที่มีคุณภาพดีกว่าก็คือ เลือดจากสายสะดือทารกแรกเกิดและจากตัวอ่อนมนุษย์โดยเฉพาะจากตัวอ่อนมนุษย์มี 2 แหล่งคือ ตัว

อ่อนมนุษย์ที่เหลือจากการใช้ปฏิสนธิในคลินิกผู้มีบุตรยาก และตัวอ่อนมนุษย์ที่ได้รับการโคลนนิ่ง โดยในร่างกายมนุษย์จะมีเซลล์ทั้งสิ้น 100 ล้านล้านเซลล์ แบ่งเป็นเซลล์ชนิดต่างๆ 220 ชนิด มีทั้งที่ตายไปและสร้างขึ้นมาใหม่อยู่เสมอๆ ซึ่งปกติร่างกายคนมีสเต็มเซลล์อยู่แล้ว แต่เมื่อเกิดพยาธิสภาพขึ้นก็จะทำให้สเต็มเซลล์ไม่สามารถทำงานได้ ในปัจจุบันมีสเต็มเซลล์อยู่ 2 แบบคือ สเต็มเซลล์จากตัวอ่อนมนุษย์ (embryonic stem cell) และสเต็มเซลล์เต็มวัย (adult stem cell) ซึ่งมีคุณสมบัติ (1) แบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้ (2) แบ่งตัวแล้วยังคงรักษาคุณสมบัติเดิมได้ (3) เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ชนิดอื่นได้ถ้าจำเป็น

ด้านวิธีการรักษาใช้วิธีเซลล์บำบัด การปลูกถ่ายเนื้อเยื่อและการปลูกถ่ายอวัยวะ ที่ผ่านมาผู้ป่วยที่เป็นโรคที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้จำนวนครึ่งหนึ่งต้องเสียชีวิตไประหว่างการรอรับบริจาคอวัยวะและญาติไม่สามารถหาซื้ออวัยวะได้ อีกทั้งในกรณีของผู้ที่ได้รับการบริจาคอวัยวะแล้วอาจเกิดการต่อต้านอวัยวะใหม่ได้ ถ้าผู้ให้และผู้รับไม่ได้มีความเกี่ยวข้องทางพันธุกรรมต่อกันเช่น เป็นพ่อแม่หรือพี่น้องต่อกัน แต่ถ้ามีการนำสเต็มเซลล์มาใช้งานจริงจะแก้ปัญหานี้ได้ เนื่องจากการใช้เซลล์ตัวเองไปเพาะเลี้ยงภายนอกให้เพิ่มจำนวนมากขึ้นแล้วนำกลับเข้าสู่ร่างกายใหม่จึงไม่เกิดการต่อต้าน อวัยวะจากการทำสเต็มเซลล์ก็จะอยู่กับผู้ป่วยได้นานกว่าและเป็นการรักษาโรคให้หายขาดได้ นอกจากนี้การรักษาด้วยสเต็มเซลล์ยังเป็นการลดความทุกข์ทรมานและลดความเสี่ยงต่อชีวิตของผู้ป่วย ปัจจุบันมีโครงการต่อเนื่องรักษาโรคจากสเต็มเซลล์โดยมหาวิทยาลัยมหิดลใช้ระยะเวลา 3 ปี ดำเนินการในปี 2549-2551 ใช้งบประมาณกว่า 40 ล้านบาทเพื่อรักษาโรคหัวใจขาดเลือด และโรคธาลัสซีเมียชนิดรุนแรง (วรวิทย์ เจริญศิริ, 2550) ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขของประเทศ โดยจะเป็นประโยชน์ทั้งคุณภาพชีวิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สาธารณสุข เพราะเป็นการรักษาผู้ป่วยให้หายขาดด้วยการปลูกถ่ายเซลล์ต้นกำเนิดจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่ยังไม่สามารถรักษาให้หายขาดมาตลอดเวลา 30 ปี ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการวิจัยสเต็มเซลล์ในส่วนเซลล์เต็มวัย อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะส่วนที่ได้จากไขกระดูกและสายสะดือเด็กหลังคลอด ซึ่งสามารถนำมารักษาโรคต่างๆ อาทิ มะเร็งเม็ดเลือด หลอดเลือดหัวใจตีบตัน เบาหวาน ธาลัสซีเมีย ปัจจุบันได้มีการรักษาไปแล้วประมาณ 1,000 ราย การนำสเต็มเซลล์มารักษาก่อนข้างมีข้อจำกัดในส่วนของหมู่เลือดเม็ดโลหิตขาวและเนื้อเยื่อจะต้องตรงกับผู้ป่วย ในส่วนที่ผู้ป่วยไม่สามารถนำเซลล์ต้นกำเนิดของตนเองมารักษาได้ ดังนั้นสภาวิชาชีพจึงได้จัดตั้งธนาคารเซลล์ต้นกำเนิดเม็ดโลหิตเพื่อขอรับบริจาคจากบุคคลทั่วไป

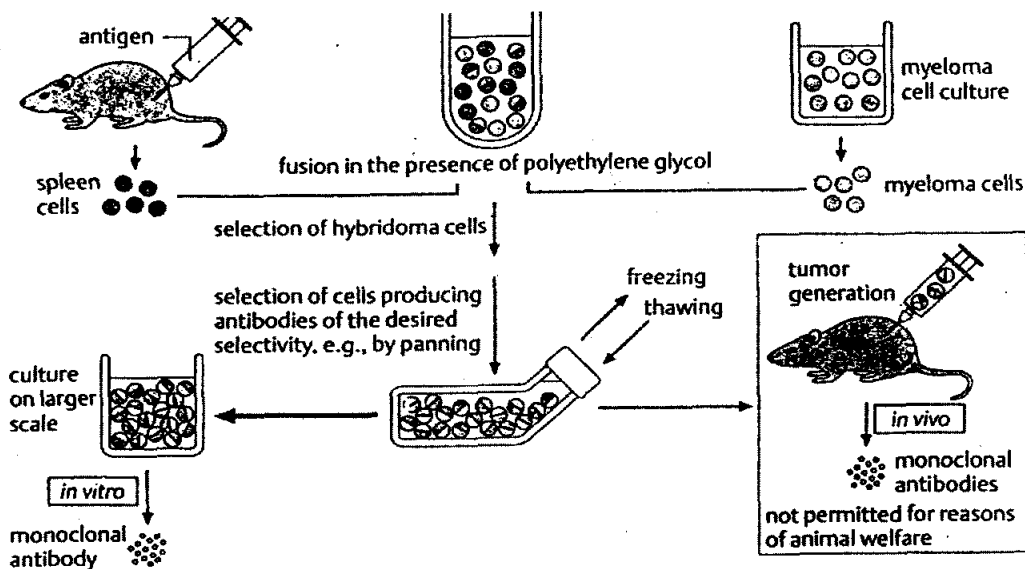
สเต็มเซลล์มีปัญหาในเชิงศีลธรรม กรณีการใช้สเต็มเซลล์จากตัวอ่อนของทารก ซึ่งยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ว่าเป็นการฆ่ามนุษย์หรือไม่ เนื่องจากการดึงตัวอ่อนมนุษย์ที่เกิดจากการปฏิสนธิของไข่กับอสุจิที่มีอายุ 5-7 วันออกมาไว้ในจานแก้วเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จากนั้นดูดเซลล์จากตัวอ่อนออกมาเพาะเลี้ยงเป็นสเต็มเซลล์ต่อไป โดยวิธีการนี้จะทำให้ตัวอ่อนมนุษย์ต้องตายไป และการซื้อขายเซลล์ไข่จะมีผลกระทบต่อสังคมหรือไม่ ซึ่งเป็นปัญหาในการพิจารณาว่าผิดจริยธรรมหรือไม่นั้นยังเป็นปัญหาอยู่ จึงต้องมีการพิจารณาข้อดีและข้อเสียเพื่อหลีกเลี่ยงกรณีสละชีวิตเพื่อชีวิต จึงมีคำถามว่าแท้จริงแล้วชีวิตเกิดขึ้นเมื่อไร เกิดขึ้นทันทีหลังปฏิสนธิ หรือเกิดขึ้นหลังจากการปฏิสนธิแล้วกี่วัน ตัวอ่อนที่เกิดจากการโคลนนิ่งไข่ชีวิตหรือไม่ ถ้าตัวอ่อนยังมีชีวิตเช่นนี้แล้วการใช้คำศัพท์เรียกว่าตัวอ่อนเป็นการถูกต้องหรือไม่ ในปัจจุบันโรงพยาบาลบางแห่งสามารถให้บริการ

เก็บสเต็มเซลล์ให้กับผู้คลอดได้ซึ่งก็คือเพื่อทารกเกิดใหม่ในอนาคตนั่นเอง โดยการเก็บเลือดจากสายสะดือประมาณ 120 ซีซีทางฝั่งมารดา วิธีนี้มีข้อจำกัดที่ต้องผ่าตัดคลอดเท่านั้น ค่าใช้จ่ายตกอยู่ประมาณ 4-5 หมื่นบาท ซึ่งถือว่าเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจในการบำบัดรักษาโรคร้ายในอนาคต (ตรอง มณีวัฒนา, 2550) จากผลการวิจัยล่าสุดที่เพิ่งเปิดเผยออกมาเป็นผลงานของทีมงานที่สถาบัน MIT สามารถเพาะเซลล์ผิวหนังของหนูให้กลายมาเป็นเซลล์พื้นฐานของตัวอ่อนได้ โดยนำมาผ่านกระบวนการ 2-3 สัปดาห์หลังจากนั้นจะกลายเป็นเซลล์พื้นฐานตัวอ่อนที่ไม่แตกต่างไปจากเซลล์ที่เอามาจากตัวอ่อนโดยตรง นอกจากนี้ยังใช้เทคโนโลยีไฮบริโดมา (hybridoma technology) ซึ่งเป็นการหลอมเซลล์มะเร็งกับเซลล์เม็ดเลือดขาวเพื่อให้ผลิตโปรตีนที่เรียกว่าโมโนโคลนอล แอนติบอดี (monoclonal antibody) (ภาพที่ 2.11) เพื่อใช้ประโยชน์ในการรักษาและตรวจวินิจฉัยโรค



ภาพที่ 2.10 เซลล์ต้นแบบอวัยวะ

ที่มา : (วรวิทย์ เจริญศิริ, 2550)



ภาพที่ 2.11 การสร้างโมโนโคลนอล แอนติบอดี

ที่มา : (Schmidt, 2003)

ในปัจจุบันมีการตัดต่อยีนในสัตว์เพื่อสร้างสัตว์ดัดแปลงพันธุกรรมที่ให้ประโยชน์แก่มนุษย์หลายชนิด เช่น การผลิตปลาที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีการนำยีนที่สร้างฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตใส่เข้าไปในปลา มีการสร้างสัตว์ปีกที่ทนทานต่อโรค การผลิตสัตว์ที่สามารถผลิตยาและวัคซีนรักษาโรคได้ (พุทธิพงษ์ จิตรปฏิมา, 2545) ในประเทศไทยได้มีใช้เทคโนโลยีดีเอ็นเอในการตรวจวินิจฉัยโรคห้วเหลือง (เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย) และ ตัวแดงจุดขาวในกุ้งกุลาดำ (เกิดจากเชื้อไวรัส) เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคดังกล่าวซึ่งเป็นผลทำให้มูลค่า การส่งออกกุ้งของประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น เทคโนโลยีชีวภาพสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำ วิจัยเกี่ยวกับการโคลนนิ่งมนุษย์จะต้องคำนึงถึงเรื่องชีวจริยธรรม (bioethics) ให้มากขึ้น

5. การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศไทย

ประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพต่อการพัฒนาประเทศจึงได้จัดตั้ง หน่วยงานศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (National Center for Genetic Engineering and Biotechnology : BIOTEC) ขึ้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2526 ภายใต้สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันอยู่ภายใต้การดูแลของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (ส.ว.ท.ช.) ซึ่งตั้งอยู่ที่อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง ประเทศไทย, 2546) มีภารกิจในการสร้างความรู้ความเข้าใจและความสามารถของประเทศให้มีความพร้อมใน การจัดการเทคโนโลยี รัฐบาลไทยได้เห็นความสำคัญของเทคโนโลยีชีวภาพจึงได้จัดตั้งคณะกรรมการนโยบาย เทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทย ในช่วง พ.ศ. 2547-2554 (อสาพร จิตรแจ่ม และ เอกฉนัย กอกิมพงษ์, 2547) ซึ่งมีสาระสำคัญ 6 ข้อคือ (1) เพื่อทำให้เกิดและพัฒนาธุรกิจชีวภาพสมัยใหม่ โดยมุ่งผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น ชุดตรวจวินิจฉัยโรค อาหารเสริมสุขภาพ และเมล็ดพันธุ์พืช ฯลฯ (2) ใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการช่วยทำให้ ประเทศไทยเป็นครัวของโลก (3) ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อทำให้คนไทยมีสุขภาพดี และเป็นศูนย์กลาง สุขภาพแห่งเอเชีย (4) ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมและผลิตพลังงานสะอาด (5) ใช้ เทคโนโลยีชีวภาพเป็นปัจจัยสำคัญของเศรษฐกิจพอเพียง โดยการต่อยอดกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนา คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชุมชนรวมทั้งการอนุรักษ์และการใช้ทรัพยากรในแต่ละพื้นที่ และ (6) พัฒนาระบบการ สร้างกำลังคนที่มีคุณภาพโดยผลิตนักวิจัยและบัณฑิตเทคโนโลยีชีวภาพให้มีคุณภาพจำนวนมาก

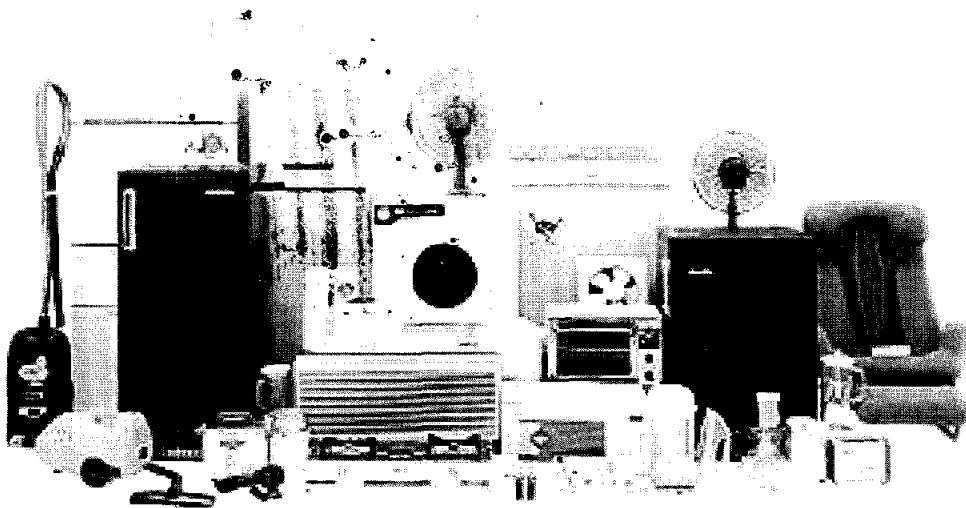
เทคโนโลยีสารสนเทศ

เทคโนโลยีสารสนเทศ (information technology : IT) เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการ สารสนเทศ โดยเกี่ยวข้องตั้งแต่การรวบรวมข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การประมวลผล การพิมพ์ การสร้างรายงาน และการสื่อสารข้อมูล ฯลฯ นอกจากนี้ยังรวมไปถึงเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดระบบการให้บริการ การใช้ และการ ดูแลข้อมูล คณะรัฐมนตรีประกาศให้ พ.ศ. 2538 เป็นปีแห่งเทคโนโลยีสารสนเทศไทยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

รณรงค์และส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างกว้างขวางทั้งในหน่วยงานของรัฐและเอกชน รูปแบบของเทคโนโลยีสารสนเทศประกอบด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และฐานข้อมูล ซึ่งทั้งสามส่วนนี้สามารถเชื่อมโยงเข้าด้วยกันทำให้สามารถส่งและแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันได้ทั้งภายในหน่วยงานภายในประเทศและระหว่างประเทศได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

1. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบันอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นส่วนประกอบในการทำงานมากขึ้นเช่น สัญญาณไฟจราจร ลิฟต์ บันไดเลื่อน เครื่องปรับอากาศ และเครื่องซักผ้า (ภาพที่ 2.12) คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญมากทางด้านการศึกษาและการประกอบอาชีพ ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ก้าวหน้าไปรวดเร็วมาก ด้วยขนาดที่เล็กลงแต่มีความจำหลักมากขึ้น แสดงผลได้ทั้งตัวอักษร ภาพประกอบเสียง ที่มีคุณภาพสูง ทำงานได้กว้างขวาง รวดเร็ว ง่ายต่อการใช้งาน และราคาถูกลงเมื่อเทียบกับสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ในช่วง



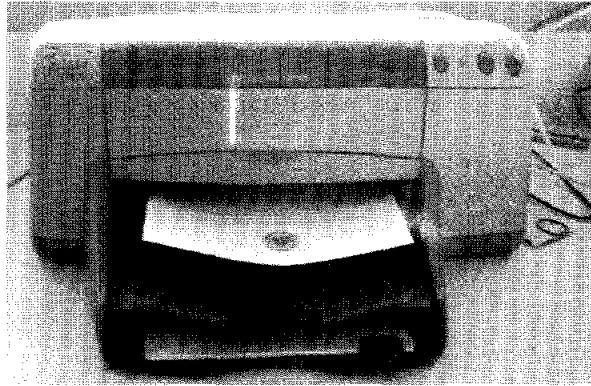
ภาพที่ 2.12 เครื่องอำนวยความสะดวกภายในบ้าน

ที่มา : (<http://web.ku.ac.th/schoolnet/f-snet3.htm>)

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลเข้าสู่ระบบ เช่น พนักงานของการไฟฟ้าไปที่บ้านพร้อมเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเพื่อบันทึกข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ในการสอบแข่งขันที่มีผู้สอบจำนวนมาก มีการใช้ดินสอระบายตามช่องที่เลือกตอบเพื่อให้เครื่องอ่านและเก็บรวบรวมข้อมูลได้ และมีการใช้รหัสแท่ง (bar code) กับสินค้า โดยพนักงานขายของในห้างสรรพสินค้าจะนำสินค้ามาผ่านการตรวจของเครื่องเพื่ออ่านข้อมูลของชื่อสินค้าซึ่งบรรจุอยู่ในรหัสแท่ง เป็นต้น

1.2 การประมวลผล โดยข้อมูลมักถูกจัดเก็บไว้ในสื่อต่างๆ เช่น แผ่นบันทึก แผ่นซีดี หรือเทป ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาประมวลผลเพื่อสะดวกในการใช้งานเช่น แยกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม เรียงลำดับข้อมูล การคำนวณ หรือคัดแยกข้อมูลที่จัดเก็บ ซึ่งเมื่อประมวลผลของข้อมูลแล้วอาจจะแสดงผลออกมาในรูปแบบที่เป็นเอกสาร

ก็ได้ (ภาพที่ 2.13)



ภาพที่ 2.13 การประมวลผลให้ออกมาในรูปของเอกสาร

1.3 การแสดงผล อุปกรณ์หรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการแสดงผลมีหลายอย่าง ซึ่งสามารถแสดงผลออกมาได้ในหลายลักษณะเช่น เป็นตัวหนังสือ ภาพ และเสียง โดยอาจจะพิมพ์ออกมาที่กระดาษ หรือเป็นวิดีโอ (ภาพที่ 2.14)



ภาพที่ 2.14 การแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

1.4 การทำสำเนา อุปกรณ์ที่ช่วยในการทำสำเนามีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องถ่ายเอกสาร และอุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แผ่นบันทึก และซีดีรอม) ดังนั้นการทำสำเนาข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในสื่ออิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ สามารถทำได้สะดวก รวดเร็ว และทำได้เป็นจำนวนมาก

1.5 การสื่อสาร เป็นวิธีการส่งข้อมูลหรือกระจายข้อมูลจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อกระจายข้อมูลออกไปยังปลายทางสามารถทำได้สะดวก รวดเร็ว ประหยัดแรงงานและสามารถกระจายข้อมูลได้เป็นจำนวนมากในคราวเดียวกัน

2. เทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม

เทคโนโลยีการสื่อสารที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์สามารถพบเห็นโดยทั่วไปเช่น เสียงจากวิทยุซึ่งกระจายเสียงข่าวสารหรือเพลง การใช้โทรศัพท์สื่อสารระหว่างกัน การดูรายการทีวี วีดีโอและวีซีดี การสื่อสารโทรคมนาคมเป็นการติดต่อสื่อสารทั้งทางเสียง ข้อความและภาพ ผ่านสายหรือไร้สายหรือทั้ง 2 อย่างไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ระบบสื่อสารโทรคมนาคมหลายประเภทเช่น โทรศัพท์ โทรเลข โทรศัพท์ เส้นใยนำแสง เคเบิลใต้น้ำ คลื่นวิทยุไมโครเวฟและดาวเทียม (ภาพที่ 2.15) เทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคมเสมือนเป็นเส้นโลหิตของเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นส่วนเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์กับฐานข้อมูลและเป็นส่วนเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องมือสื่อสารอื่นๆ เช่น โทรศัพท์ โทรสาร โทรทัศน์ และผู้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้สามารถส่งข้อมูลข่าวสารและโต้ตอบกันได้อย่างมีประสิทธิภาพในราคาไม่สูงเกินไป ปัจจุบันรัฐบาลได้ให้เอกชนเข้าร่วมลงทุนโดยให้ช่วยขยายเครือข่ายโทรศัพท์ เคเบิลใยแก้วนำแสงเพื่อการสื่อสารออกไปอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว ซึ่งนับว่าเอื้อต่อการให้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคมจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้านเช่น

2.1 การประชุมทางไกลผ่านจอภาพ (full motion picture) ผู้ร่วมประชุมไม่ได้อยู่ในสถานที่เดียวกันแต่สามารถเห็นหน้า ได้ยินเสียง และได้ตอบปรึกษาหารือกันได้เสมือนกับมาประชุมอยู่ในห้องเดียวกัน นับว่าเป็นการประหยัดเวลาเดินทางและมีความสะดวกอย่างมาก

2.2 วิดีทัศน์ตามความต้องการ (video on demand) ผู้ใช้ที่บ้านสามารถเลือกรายการต่างๆ ได้เช่น รายการกีฬา เพลง ละคร คาราโอเกะ รายการทางการศึกษา รายการวิทยาศาสตร์ และสารคดี อีกทั้งยังสามารถเลือกเวลาที่ต้องการรับชมได้เหมือนกับมีเครื่องเล่นวีดีทัศน์ที่บ้าน

2.3 การเรียนทางไกล (distance learning) ในปัจจุบันมีการเรียนทางไกลที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมไปยังพื้นที่ต่างๆ โดยที่ผู้เรียนสามารถเลือกเวลา วิชาเรียนได้ และดูซ้ำหลายๆ ครั้งได้จากการมีจอรับภาพซึ่งอยู่ที่บ้าน

3. ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล (database) เป็นการรวบรวมข้อมูลดิบที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อจัดเป็นระบบสารสนเทศ ทั้งนี้เพื่อง่ายต่อการสืบค้นสะดวกรวดเร็วและตรงกับวัตถุประสงค์ของการสืบค้น ข้อดีหรือประโยชน์ของฐานข้อมูลก็คือสามารถเก็บข้อมูลได้มากกว่าการจัดเก็บลงในวัสดุตีพิมพ์จึงทำให้ประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บและสามารถจัดกลุ่มข้อมูลได้อย่างรวดเร็วโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดระบบ สามารถปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลให้ถูกต้องและทันต่อเหตุการณ์ได้ตลอดเวลา สืบค้นได้สะดวกรวดเร็วเนื่องจากการเชื่อมโยงฐานข้อมูลเข้ากับระบบโทรคมนาคมที่ทันสมัยและการสืบค้นกระทำได้หลายระดับ ทั้งสืบค้นเรื่องอย่างกว้างๆ หรือสืบค้นเจาะลึกในประเด็นใดประเด็นหนึ่ง ฐานข้อมูลแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทดังนี้

3.1 ฐานข้อมูลสำเร็จรูป (CD-ROM) เป็นฐานข้อมูลที่บริษัทหรือองค์กรต่างๆ จัดทำขึ้นเพื่อจำหน่ายหรือเพื่อการบริการ

3.2 ฐานข้อมูลออนไลน์ (online database) เป็นฐานข้อมูลที่เชื่อมต่อกับแหล่งข้อมูลอื่น (สารสนเทศไม่ได้จัดเก็บที่ห้องสมุดที่ผู้ใช้งานกำลังค้นคว้าอยู่)

3.3 ฐานข้อมูลที่ห้องสมุดจัดทำขึ้น เป็นฐานข้อมูลที่ทางห้องสมุดมีไว้เพื่อบริการผู้มาใช้บริการ ฐานข้อมูลบรรณานุกรม หนังสือ ฐานข้อมูลบรรณารักษ์ และฐานข้อมูลปริญญานิพนธ์ เป็นต้น

4. ระบบเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ

การเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ ฐานข้อมูล และระบบสื่อสารโทรคมนาคมเข้าด้วยกันทำให้เกิดเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ตัวอย่างระบบเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทำได้แก่

4.1 ระบบ LAN (local area network) เป็นการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลภายในหน่วยงาน เพื่อให้สามารถใช้ฐานข้อมูลร่วมกันได้ หรือติดต่อสื่อสารกันทางคอมพิวเตอร์ที่มีสายเคเบิลต่อเชื่อมโยงกันไม่เกิน 2 กิโลเมตร สายเคเบิลที่ไข่มุกจะเป็นประเภทเส้นใยนำแสง ระบบ LAN มีประโยชน์มากในการใช้ฐานข้อมูล ซึ่งบริหารภายในหน่วยงานเช่น โรงเรียน กระทรวงและโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ในการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันจะต้องมีอุปกรณ์วงจรเชื่อมข่ายงาน (network interface card) สำหรับควบคุมการติดต่อสื่อสาร และมีระบบปฏิบัติการ (network operating system) เพื่อให้สามารถสร้างฐานข้อมูลและข่าวสาร รวมทั้งการเรียกค้นมาใช้ประโยชน์ได้สะดวก นอกจากนี้ยังต้องมีระบบการป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องสามารถเข้ามาเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้

4.2 ระบบ WAN (wide area network) เป็นระบบเครือข่ายเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีขนาดใหญ่ สามารถเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ข้ามจังหวัด ข้ามประเทศ หรือข้ามทวีปได้ โดยอาศัยเครือข่ายโทรศัพท์ทั้งระบบมีสาย ดาวเทียม และระบบเคเบิลใยแก้วนำแสง ทำให้สามารถเรียกใช้ฐานข้อมูลและติดต่อสื่อสารกันได้อย่างกว้างขวางเช่น การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (electronic mail) เครือข่ายที่เชื่อมโยงกันทั่วโลกเรียกว่า อินเทอร์เน็ต (internet) ซึ่งเป็นระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่กำลังแพร่หลายมากในปัจจุบัน ประเทศไทยมีอินเทอร์เน็ตใช้ครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2530 และเข้าสู่ระบบโดยสมบูรณ์เมื่อปี พ.ศ. 2535 โดยในปีนี้ได้มีการจัดตั้งองค์กรระหว่างประเทศขึ้นเพื่อเชื่อมโยงเครือข่ายสำหรับรับส่งข้อมูลข่าวสารไปทั่วโลกมีชื่อว่า Internet Society (ISOC) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อติดต่อประสานงานแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้มีการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์จำนวนมากจากทั่วโลกเข้าด้วยกัน จนกลายเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่สามารถส่งผ่านข้อมูลได้รวดเร็วไม่ว่าจะเป็นข้อความเสียงและภาพเคลื่อนไหว จึงมีชื่อเรียกรวมๆ ว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การใช้อินเทอร์เน็ตในปัจจุบันพบว่าเครือข่ายครอบคลุมไปทั่วโลก จึงกลายเป็นเครื่องมือสื่อสารในยุคใหม่ของผู้ใช้คอมพิวเตอร์ และคาดว่าในอนาคตจะมีผู้ใช้ระบบอินเทอร์เน็ตให้เป็นประโยชน์ในการติดต่อสื่อสารเพิ่มขึ้นอย่างมาก การใช้อินเทอร์เน็ตมีประโยชน์มากมาย เช่น

1. การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการรับส่งข้อความคล้ายกับการส่งจดหมายทางไปรษณีย์ แต่เป็นระบบอัตโนมัติผ่านทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์โดยเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ทั่วโลก ชื่อของผู้ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์มีรูปแบบดังนี้ ผู้ใช้ @ ชื่อศูนย์คอมพิวเตอร์ หลังชื่อโดเมนดังกล่าวเช่น

cicst@chulkn.chula.ac.th	[สถาบันการศึกษา (ac) ในประเทศไทย (th)]
trin @ nucleus.nectec.or.th	[กลุ่มองค์กร (or) ในประเทศไทย (th)]
pak @ medgen.iupui.edu	[สถาบันการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา (edu)]
cting @ gm w.ac.uk	[กลุ่มสถาบันการศึกษา (ac) ในประเทศอังกฤษ (uk)]

ในประเทศไทยมีโดเมนย่อยอยู่ 3 กลุ่มคือ กลุ่มองค์กร (or) สถาบันการศึกษา (ac) และหน่วยราชการ (go) ภายใต้โดเมน (th) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์มีข้อดีกว่าการติดต่อทางโทรศัพท์เพราะสามารถส่งได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องเกรงว่าผู้รับจะไม่ว่างหรือไม่สะดวก ทางผู้รับจะเปิดอ่านจดหมายก็ต่อเมื่อสะดวกที่จะอ่าน

2. Usenet News เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารต่างๆ ในรูปแบบเสนอข้อคิดเห็น อภิปรายโต้ตอบกันได้ทั่วโลกผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีผู้ใช้งานหลายแสนคนในแต่ละวัน ระบบ Usenet ทำหน้าที่กระจายข้อความ 1 ชุด ไปยังผู้อ่านนับแสนคนโดยไม่จำเป็นต้องส่งเป็น E-mail นับแสนฉบับไปยังทุกๆ คน เพียงแค่ส่งไปยังศูนย์ข่าวแต่ละแห่งๆ ละ 1 ฉบับ จากนั้นสมาชิกในศูนย์ก็จะส่งข่าวต่อไป Usenet มีระบบเครือข่ายคล้ายกับเครือข่ายของ BBS ที่เชื่อมต่อกันทั่วโลก ตัวอย่างกลุ่มคนไทยหรือนักเรียนไทยที่อยู่ต่างประเทศทั่วโลกสามารถแลกเปลี่ยนข่าวสารหรือเหตุการณ์ในประเทศไทยได้อย่างรวดเร็ว การเข้าระบบ Usenet สามารถต่อเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านโมเด็มไปยังเครื่องที่เน็คเท็คเมื่อเข้าสู่ระบบแล้วก็สามารถเรียกคำสั่ง run เพื่ออ่านข่าวได้

3. FPT (File Transfer Protocol) เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการถ่ายโอนข้อมูลซึ่งข้อมูลที่ผู้ใช้งานจะขอบริการถ่ายโอนนั้นมีอยู่มากมายเช่น ข่าวสารประจำวัน บทความ และข้อมูลทางสถิติ เป็นต้น โดยปกติแล้วผู้ที่สามารถถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลจะต้องมีบัญชีผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์หลัก แต่เครือข่ายหลายแห่งได้เปิดบริการสาธารณะให้ผู้ใช้งานนอกสามารถถ่ายโอนข้อมูลด้วยชื่อบัญชี anonymous โดยไม่ต้องป้อนรหัสผ่านหรือบางแห่งอาจให้ป้อนรหัสผ่านด้วยที่อยู่ของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

4. อาร์ชี (Archie) เป็นระบบช่วยค้นหาที่อยู่ของแฟ้มข้อมูลบนคอมพิวเตอร์หลัก โปรแกรมจะสร้างบัตรรายการแฟ้มข้อมูลไว้ในรูปของฐานข้อมูลที่ค้นหาได้ เมื่อต้องการค้นหาแฟ้มข้อมูลที่สนใจอยู่ที่คอมพิวเตอร์หลักตัวใด สามารถทำได้โดยการเรียกใช้โปรแกรมอาร์ชี แล้วป้อนคำสั่งค้นหาชื่อแฟ้มข้อมูลและสามารถใช้ FTP ต่อเชื่อมไปยังคอมพิวเตอร์หลักเพื่อถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลต่อไปตัวอย่างเช่น การค้นหาหนังสือในห้องสมุด ซึ่งใช้โปรแกรมอาร์ชีทำหน้าที่สร้างบัตรรายการและเป็นเสมือนบรรณารักษ์ช่วยค้นหารายชื่อหนังสือที่เก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูล

5. โกเฟอร์ (Gopher) เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับเปิดค้นหาข้อมูล และขอบริการด้วยระบบเมนู โกเฟอร์เป็นเสมือนคลังห้องสมุดเป็นจุดศูนย์รวมการเรียกใช้บริการต่างๆ ที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ตได้อย่างสะดวก

และง่ายดาย โกเฟอร์มีเมนูให้ผู้เลือกใช้เลือกค้นหาข้อมูลไปที่ละหัวข้อและอาจมีเมนูย่อยให้เลือกคลิกลงไปได้
ตามลำดับ เมื่อเลือกไปจนกระทั่งถึงขั้นในสุดของหัวข้อนั้นๆ โกเฟอร์ก็จะแสดงข้อมูลบนจอภาพให้พลิกอ่านไป
ที่ละหน้า ระบบโกเฟอร์จึงเป็นเสมือนห้องสมุด อิเล็กทรอนิกส์มีขนาดมหึมาที่เชื่อมโยงกันทางเครือข่าย

6. เทลเน็ต (Telnet) เป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับการเข้าใช้ระบบจากระยะไกล เทลเน็ตช่วยให้
‘ผู้ใช้’ ในอินเทอร์เน็ตนั่งทำงานอยู่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ของตัวเองและเข้าไปใช้เครื่องอื่นที่อยู่ในสถานที่ต่างๆ ภายใน
เครือข่าย เครื่องที่ขอเข้าใช้อาจเป็นเครื่องที่อยู่ภายในห้องเดียวกันหรือในตึกเดียวกันหรือแม้กระทั่งเครื่องใดๆ
‘ทั่ว’ทุกมุมโลกที่เชื่อมต่อเป็นส่วนหนึ่งของอินเทอร์เน็ตอยู่

7. เวย์ส (WAIS) เป็นโปรแกรมสำหรับการค้นหาข้อมูล โดยผู้ใช้จะป้อนข้อมูลเกี่ยวข้องกับ
เนื้อหาที่อยู่ในแฟ้มนั้น ซึ่งมีลักษณะคล้ายโปรแกรมอาร์ชี แต่ผู้ใช้จะต้องป้อนชื่อของแฟ้มที่ต้องการค้นหา
โปรแกรมเวย์สจึงทำหน้าที่คล้ายบรรณารักษ์อิเล็กทรอนิกส์ เมื่อผู้ใช้ถามว่าจะหาข้อมูลจากที่ไหน
คอมพิวเตอร์จะพยายามที่จะหาข้อมูลที่คิดว่าเกี่ยวข้องมากที่สุดตามความต้องการ

8. World Wide Web (WWW) หรือเครือข่ายใยแมงมุม เป็นการให้บริการแหล่งข้อมูลโดยส่วน
ใหญ่สามารถขอใช้ด้วยเทลเน็ต เมื่อผู้ใช้ต้องการใช้ข้อมูลจะป้อนข้อมูลบัญชีผู้ใช้ด้วย WWW การใช้โปรแกรม
WWW นอกจากการค้นหาข้อมูลแล้วยังครอบคลุมถึงบริการอื่นๆ เช่น เทลเน็ต บริการข่าว Usenet และบริการ
อย่างอื่นภายในอินเทอร์เน็ตอีกหลายประเภท ซึ่งนับว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพอันหนึ่งแม้ว่าการใช้งานจะ
ยังไม่แพร่หลายนัก

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

ภูมิสารสนเทศ (geo-informatics) เป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ในการรวบรวมข้อมูล ซึ่ง
พื้นที่ของโลกซึ่งได้แก่ ตำแหน่งพิกัดอ้างอิงของโลก (ละติจูด-ลองจิจูด) ลักษณะธรรมชาติ (เช่น ภูมิประเทศ
ธรณีวิทยา อุทกวิทยา ป่าไม้ และพืชพรรณธรรมชาติ) และวัฒนธรรม (เช่น แนวแบ่งเขตการปกครอง สิ่งก่อสร้าง
และการทำลำนโนประชากร) เพื่อนำมาวิเคราะห์ ประมวลผล และเผยแพร่ด้วยเทคโนโลยีข่าวสาร (IT) สามารถใช้
ประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการสาธารณะด้านสิ่งแวดล้อมเช่น การสำรวจทรัพยากร การตรวจสอบ
บริเวณที่มีภัยพิบัติ หรือการแพร่กระจายของมลพิษ ด้านระบบสารสนเทศูปโภคต่างๆ (เช่น การวางแผนติดตั้งระบบ
ไฟฟ้า ประปา ระบบรวบรวมและกำจัดขยะมูลฝอย) ด้านคมนาคม (เช่น การนำร่องเครื่องบิน เรือเดินสมุทร และ
การติดตามรถยนต์) ด้านการท่องเที่ยว (เช่น การหาค่าศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยว และการกำหนดโปรแกรมการ
ท่องเที่ยว) รวมไปถึงด้านธุรกิจการค้า (เช่น การเลือกทำเลที่ตั้งของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ได้อย่างมี
ประสิทธิภาพ) ภูมิสารสนเทศมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ เทคโนโลยีสามเอส (3 S) อันได้แก่ RS, GIS และ GPS

1. การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing: RS)

เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่หรือปรากฏการณ์จากเครื่อง
บันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อใน

การได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะคือ ช่วงคลื่น (spectral) รูปทรงพื้นฐานของวัตถุบนพื้นโลก (spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (temporal)

2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

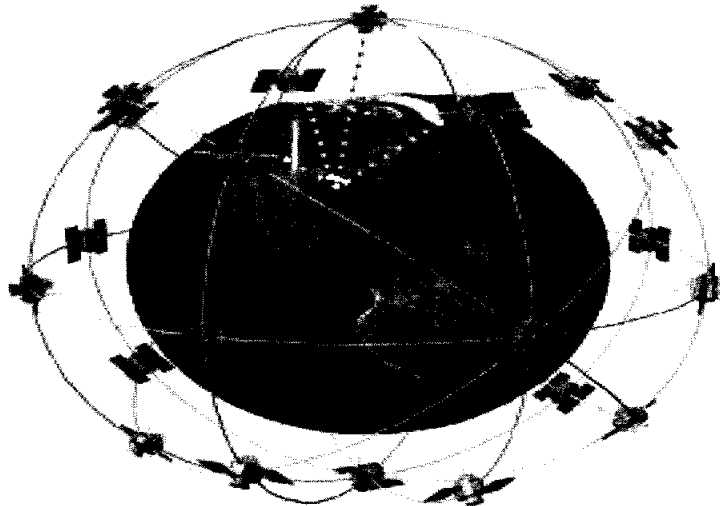
เป็นระบบสารสนเทศข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงาน มีการใช้เทคโนโลยีเพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ เริ่มตั้งแต่การรวบรวมข้อมูลและนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ การกำหนดเงื่อนไขสำหรับเลือกใช้ ข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์หรือสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ และท้ายที่สุดเป็นการแสดงผล ซึ่งเป็นการตอบคำถามเชิงพื้นที่ให้แก่ผู้ใช้

3. ระบบกำหนดตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System: GPS)

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือระบบสำรวจหาตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียมหรือ เป็นระบบการค้นหาคำแหน่งและนำทางด้วยดาวเทียมได้ถูกพัฒนาเสร็จสมบูรณ์และนำมาใช้งานตั้งแต่กลางปี ค.ศ.1990 ซึ่งประกอบด้วยดาวเทียมจำนวน 24 ดวง ที่โคจรรอบโลกวันละ 2 รอบ ทำให้เครื่องรับสัญญาณมองเห็นดาวเทียมไม่น้อยกว่า 4 ดวงบนท้องฟ้า ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดบนพื้นผิวโลก เป็นผลทำให้สามารถนำข้อมูลการรับสัญญาณ GPS ไปคำนวณหาตำแหน่งและความสูงได้ตลอดเวลา 24 ชั่วโมงในทุกสภาพอากาศและทุกแห่งบนพื้นผิวโลกในระดับความถูกต้องเป็นเซนติเมตร-20 เมตรขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องรับสัญญาณและวิธีการวัด

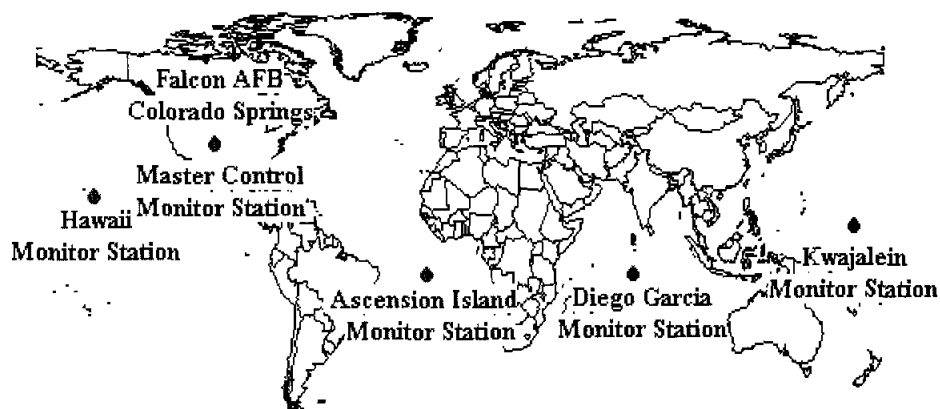
3.1 องค์ประกอบของ GPS ประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วนได้แก่

3.1.1 ส่วนอวกาศ (Space Segment) ดาวเทียม NAVSTAR GPS ของกระทรวง กลาโหมของ ประเทศสหรัฐอเมริกา มีดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง ใช้งานจริง 21 ดวง อีก 3 ดวงใช้เป็นดาวเทียมสำรอง แต่ละดวงมีรัศมีวงโคจรจากพื้นโลก 20,162.81 กิโลเมตร (หรือ 12,600 ไมล์) ดาวเทียมแต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 12 ชั่วโมง โดยดาวเทียมทั้ง 24 ดวงมีวงโคจรอยู่ 6 วงโคจรด้วยกันจะเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา ในลักษณะสานกันคล้ายลูกตะกร้อ (ภาพที่ 2.15) แม้ว่าดาวเทียม GPS ถูกส่งขึ้นไปในอวกาศเพื่อใช้ในการกิจการทหาร แต่ขณะเดียวกันก็อนุญาตให้พลเรือนใช้ได้เช่นกัน โดยไม่เสียค่าบริการใดๆ แต่จะมีความแม่นยำน้อยกว่าของทหาร โดยในปัจจุบันความคลาดเคลื่อนของพลเรือนจะอยู่ประมาณ 5-15 เมตร ในดาวเทียมติดตั้งนาฬิกาอะตอม (atomic clock) ที่มีความเที่ยงตรงสูงมาก ถึง 3 nanoseconds (ความเที่ยงตรง 0.000000003 ของวินาที หรือ 3×10^{-9})



ภาพที่ 2.15 ตำแหน่งและการโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก

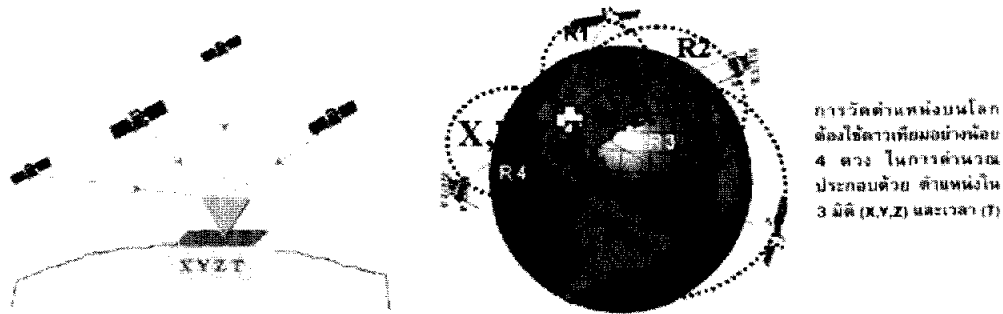
3.1.2 ส่วนสถานีควบคุม (Control Station Segment) สถานีควบคุมทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับดาวเทียมด้วยสัญญาณเรดาร์ ทำการคำนวณผลเพื่อให้ดาวเทียมอยู่ในวงโคจรในความสูง ความเร็ว และตำแหน่งที่ถูกต้อง แล้วส่งข้อมูลที่ไต่ไปยังดาวเทียมอยู่ตลอดเวลา สถานีควบคุมจะประกอบด้วย 5 สถานีย่อย ตั้งอยู่ที่เมือง Diego Garcia, Ascension Island, Kwajalein, และ Hawaii และมีสถานีควบคุมหลัก 1 สถานี ตั้งอยู่ที่เมือง Colorado Springs รัฐ Colorado สหรัฐอเมริกา (ภาพที่ 2.16)



Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

ภาพที่ 2.16 สถานีควบคุมการทำงานของดาวเทียม GPS

3.1.3 ส่วนผู้ใช้ (User Segment) ผู้ใช้ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับพลเรือน และส่วนที่เกี่ยวข้องกับทหาร ในส่วนของผู้ใช้จะมีหน้าที่พัฒนาเครื่องรับสัญญาณ (GPS receiver) ให้ทันสมัย และสะดวกแก่การใช้งาน สามารถที่จะใช้ได้ทุกแห่งในโลก และให้ค่าที่มีความถูกต้องสูง (ภาพที่ 2.17)



ภาพที่ 2.17 หลักการทำงานของ GPS

3.2 หลักการทำงานของ GPS ใช้หลักการคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่อง GPS ซึ่งจะต้องใช้ระยะทางจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอน เมื่อเครื่อง GPS สามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 3 ดวงขึ้นไปแล้วจะคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมถึงเครื่อง GPS โดยสูตรคำนวณทางฟิสิกส์คือ ระยะทางเท่ากับความเร็ว $\times$ เวลา โดยดาวเทียมทั้ง 3 ดวงจะส่งสัญญาณคลื่นวิทยุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 186,000 ไมล์ต่อวินาทีมายังเครื่อง GPS แต่ระยะเวลาในการรับสัญญาณได้จากดาวเทียมแต่ละดวงจะไม่เท่ากัน เนื่องจากระยะทางไม่เท่ากันเช่น

ดาวเทียม 1: ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.10 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 18,600 ไมล์ ($186,000 \text{ ไมล์ต่อวินาที} \times 0.10 \text{ วินาที} = 18,600 \text{ ไมล์}$) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในวงกลมที่มีรัศมี 18,600 ไมล์ ซึ่งจะเห็นว่าดาวเทียมเพียงดวงเดียวยังไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้

ดาวเทียม 2: ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.08 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 13,200 ไมล์ ($186,000 \text{ ไมล์ต่อวินาที} \times 0.08 \text{ วินาที} = 13,200 \text{ ไมล์}$) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในจุด Intersect ระหว่างวงกลมจากดาวเทียมดวงแรกกับดาวเทียมดวงที่ 2

ดาวเทียม 3: ระยะเวลาในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมดวงแรกถึงเครื่อง GPS คือ 0.06 วินาที ระยะทางระหว่างดาวเทียมกับ GPS คือ 11,160 ไมล์ ($186,000 \text{ ไมล์ต่อวินาที} \times 0.06 \text{ วินาที} = 11,160 \text{ ไมล์}$) ฉะนั้นตำแหน่งปัจจุบันก็จะสามารถเป็นจุดใดก็ได้ในจุด Intersect ระหว่างวงกลมจากดาวเทียมทั้ง 3 ดวง

จะเห็นได้ว่าจะเหลือตำแหน่งอยู่ 2 จุดที่บริเวณวงกลมทั้ง 3 ตัดกันคือตำแหน่งที่อยู่ในอวกาศ ซึ่งแน่นอนว่าเราไม่สามารถไปอยู่ในอวกาศได้ตำแหน่งนี้จะถูกตัดทิ้งอัตโนมัติ โดยเครื่อง GPS อีกตำแหน่งคือตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เราขึ้นถือเครื่อง GPS อยู่นั่นเอง ซึ่งความถูกต้องแม่นยำของตำแหน่งจะ

ขึ้นกับจำนวนดาวเทียมที่สามารถรับสัญญาณได้ในขณะนั้น ถ้ามีดาวเทียมมากกว่า 3 ดวงก็就会有ความละเอียดมากขึ้น และยังขึ้นกับเครื่อง GPS ด้วย ถ้าเป็นเครื่องที่มีราคาสูงซึ่งมักใช้เฉพาะงานเช่น งานรังวัดจะมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ข้อมูลตำแหน่งที่ได้มานั้นยังสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมในเครื่อง GPS เพื่อบอกจุดบนแผนที่และแสดงตำแหน่งของเราว่าอยู่จุดใดของแผนที่ได้อีกด้วย ทั้งนี้ก็ขึ้นกับข้อมูลแผนที่ที่ติดมากับเครื่องด้วยว่ามีความแม่นยำเพียงใด โดยแผนที่พื้นฐานจะไม่ได้ติดตั้งมากับเครื่อง GPS ทุกรุ่น ซึ่งอาจจะต้องซื้อแยกจากตัวเครื่อง

3.3 การประยุกต์ใช้งานเครื่อง GPS ในปัจจุบัน หลักวิชาการหลายสาขาเช่น ภูมิศาสตร์ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ และเรขาคณิต ได้ถูกนำมาประยุกต์เข้าด้วยกันเป็นระบบที่ตอบสนองการหาค่าพิกัดบนผิวโลกได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย โดยมีเพียงเครื่องรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS อยู่ในมือ GPS จึงนับเป็นเทคโนโลยีขั้นสูงที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อประยุกต์ใช้ในงานได้หลายด้านเช่น การนำร่องจากที่หนึ่งไปยังที่หนึ่งในยานพาหนะต่างๆ ทั้งรถยนต์ รถประจำทาง เครื่องบิน เฮลิคอปเตอร์ และเรือ (ภาพที่ 2.18) การจัดทำแผนที่ของสถานที่ต่างๆ (เช่น ไปรษณีย์ โรงไฟฟ้า และโรงพยาบาล) การควบคุมเครื่องจักรกล (เช่น เครื่องจักรกลในการทำเกษตรกรรม เครื่องจักรกลที่ใช้ในการขนส่งบริเวณท่าเรือ) การจัดระบบการจราจรและการขนส่ง (Intelligent Transport Systems: ITS) ในการแก้ปัญหาจราจร การปรับปรุงความปลอดภัย การเพิ่มประสิทธิภาพระบบคมนาคมขนส่ง และการใช้ระบบการประกันรถยนต์ (L-Commerce) การสำรวจและการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของโครงสร้างทางวิศวกรรมหรือเปลือกโลก การใช้อ้างอิงการวัดเวลาที่เที่ยงตรงที่สุดในโลก การออกแบบเครือข่าย คำนวณตำแหน่งที่ตั้งด้านโทรคมนาคมและด้านพลังงาน (เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบน้ำมัน) การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม(เช่น เส้นทางหากินของสัตว์ป่า การติดตามตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยด้านสิ่งแวดล้อม) การประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ เช่น การเงินการธนาคาร

เครื่องรับสัญญาณ GPS แบบนำหน (นำร่อง) ในปัจจุบันที่ผู้ใช้งานระดับพลเรือนมีราคาไม่สูง สามารถใช้งานได้ง่ายและไม่มีค่าบริการ ด้วยคุณสมบัติพื้นฐานของเครื่องรับทั่วไปมีฟังก์ชันการใช้งานในรูปแบบต่างๆ เช่น การนำไปยังพิกัดที่ต้องการ และการนำกลับมายังจุดเริ่มต้น การ Upload/Download เส้นทางที่หายสำคัญต่างๆ สู่อุปกรณ์ และปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตที่ได้พัฒนาฟังก์ชันอื่นๆ เข้าไปเพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้งานของผู้บริโภคที่มีความแตกต่างกัน ทุกวันนี้ในต่างประเทศมีการใช้อุปกรณ์ GPS กันอย่างกว้างขวาง และประชาชนมีความรู้เรื่อง GPS เป็นอย่างดี เพราะได้มีการใช้งานมาหลายปีแล้วและมีระบบเชื่อมโยงข้อมูลการจราจรในรูปแบบของดิจิทัล ประกอบกับมีการวางแผนเมืองอย่างเป็นระเบียบทำให้การพัฒนาระบบ GPS เป็นไปได้อย่างรวดเร็วเช่น ในรถแท็กซี่จะพบอุปกรณ์ GPS ประจำอยู่แทบทุกคัน และนักเดินทางก็มักจะพกอุปกรณ์ GPS ในรูปแบบ PDA หรือ Pocket PC กันเป็นส่วนมาก แทนการพกพาสมุดแผนที่อย่างในอดีต ปัจจุบันนี้ระบบ GPS สามารถค้นหาถึงระดับบ้านเลขที่หรือเบอร์โทรศัพท์และนำทางไปสู่เป้าหมายได้อย่างถูกต้อง การใช้ GPS ในการติดตามรถบรรทุก รถยนต์ รถแท็กซี่ ซึ่งต่อไปน่าจะแพร่หลายไปถึงรถพยาบาล รถตำรวจ รถโรงเรียน รถขนส่งสาธารณะ ฯลฯ การแสดงสภาพการจราจรที่คาดว่าในอนาคตจะมีจุดที่ต้องระวังในการขับขี่เช่น โกงอันตราย เขตชุมชนลดความเร็ว เป็นต้น



ภาพที่ 2.18 การนำร่องด้วยเครื่อง GPS ในเฮลิคอปเตอร์และรถยนต์

ปัจจุบันความต้องการในการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้พกพาไปที่ต่างๆ ได้นั้น มีแนวโน้มในการหลอมรวมเทคโนโลยีหลายประเภทเพื่อให้เป็นอุปกรณ์ที่มีความเบ็ดเสร็จในตัว (convergence technology) เป็นโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์รับ-ส่งข้อมูล บันทึกเสียง ฟังเพลง ฟังวิทยุ หรือแม้กระทั่งดูโทรทัศน์ได้ เช่นเดียวกับที่เครื่อง GPS ในขณะนี้สามารถทำอะไรได้มากกว่าเพียงแค่การบอกทางหรือนำทาง (ภาพที่ 2.19) ดังนั้นในอนาคตอันใกล้ GPS อาจถูกบรรจุไว้ในเครื่องใช้ที่กล่าวถึงข้างต้น มีการนำเครื่อง GPS ใช้ร่วมกับโทรศัพท์มือถือเพื่อให้บอกตำแหน่ง หรือผสมผสานกับเครื่อง PDA เพื่อใช้พกพาสามารถอ่านไฟล์เพลงชนิด MP3 มีระบบอัดเสียง และสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ ผ่านระบบอินฟราเรด (IrDA) และ USB (Universal Serial Bus) หรือคิดตั้งร่วมกับกล้องถ่ายรูปดิจิทัล ซึ่งเมื่อถ่ายภาพก็จะทำการบันทึกพิคัดไปในคราวเดียวกัน นอกจากนี้มีออกแบบเครื่อง GPS ให้อยู่บนข้อมือที่มีน้ำหนักที่มากกว่านาฬิกา ซึ่งมีน้ำหนักเพียง 78 กรัม เหมาะกับผู้ที่ชอบการออกกำลังกายและหลงใหลเครื่อง GPS โดยรับสัญญาณดาวเทียมได้แม้ว่าข้อมือจะอยู่ข้างตัว และสามารถคำนวณจำนวนพลังงานที่เผาผลาญหลังจากการออกกำลังกายแต่ละครั้งได้

เครื่อง GPS ได้ออกแบบให้ใช้กับรถมอเตอร์ไซด์ที่มีราคาและสมรรถนะสูง โดยเครื่อง GPS สามารถพูดเป็นข้อความบอกให้ผู้ขับขี่ใช้เส้นทางที่เครื่องกำหนดให้เตือนก่อนถึงจุดเลี้ยว หรือหากขับเลยก็จะแจ้งให้ทราบ พร้อมกับคำนวณเส้นทางใหม่และบอกให้ทราบ ถ้าฟังไม่ทันบนหน้าปัดจะมีปุ่มกดให้ซ้ำ แม้ว่าจะสวมหมวกนิรภัยก็ไม่ใช่อุปสรรคเนื่องจากสามารถใช้ปลั๊กสายหูฟังมาตรฐาน Small Talk ของโทรศัพท์ เสียบเข้าหู ก่อนสวมหมวกนิรภัย

ระบบบันทึกการใช้งานยานพาหนะเป็นการประยุกต์ใช้ GPS ร่วมกับเทคโนโลยี GPRS ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็น TAFF GPS Vehicle Tracking System (ภาพที่ 2.20 ก) จะสามารถให้ข้อมูลการเดินทางต่างๆ เช่น แสดงเส้นทางการเดินของรถ การใช้ความเร็วตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้ายของการเดินทาง และด้วยเทคโนโลยี GPRS ที่จะมีการส่งพิคัดที่ TAFF GPS Tracking รับมาจากดาวเทียมและส่งมาที่ Web Server โดยผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต (ภาพที่ 2.20 ข) จะทำให้ส่วนกลางรู้ได้ทันทีว่าขณะนี้รถอยู่ที่ไหนด้วยความเร็วเท่าใด ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากแก่องค์กรที่ต้องใช้ยานพาหนะในการขนส่งสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ โดยใช้ในการบริหารจัดการยานพาหนะ วางแผนการขนส่งให้ทันเวลา มีความสัมพันธ์กับปริมาณงาน สามารถจำกัดความเร็วในการขับขี่ ป้องกันอุบัติเหตุ ลดต้นทุนค่าน้ำมัน และค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ ข้อมูลของสถานที่ตั้งสำนักงานของสถานที่ต่างๆ สามารถให้พนักงานทำเครื่องหมายเพื่อบอกตำแหน่งและที่ตั้งของลูกค้า ได้ข้อมูลของสถานที่ที่ได้นำไปใช้เป็นตัวบอกเส้นทางกับพนักงานใหม่หรือ

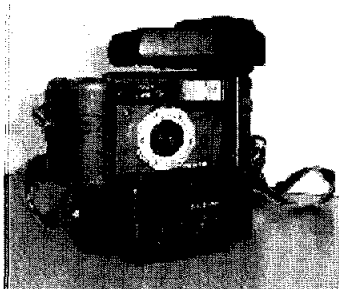
พนักงานที่ยังไม่รู้จักเส้นทาง



เครื่อง GPS ติดกับโทรศัพท์มือถือ
สามารถบอกตำแหน่งได้



เครื่อง PDA ใช้ร่วมกับ GPS
สำหรับเดินนำร่องในเมือง

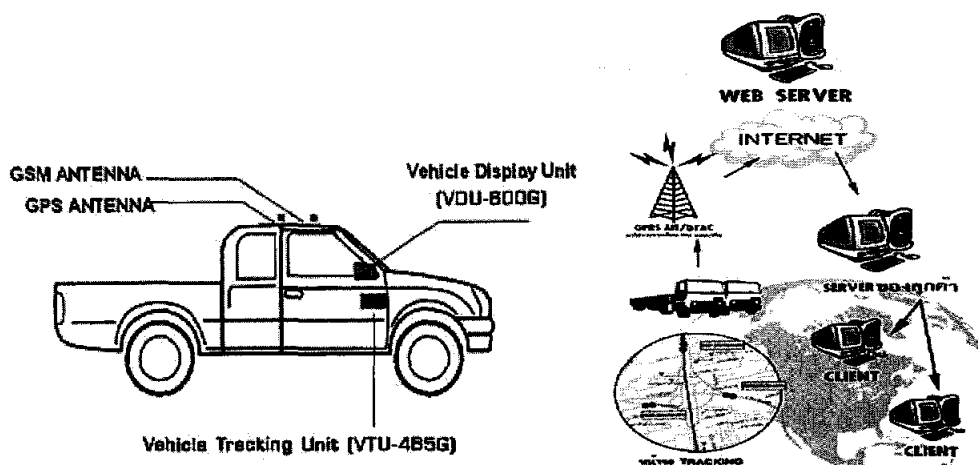


เครื่อง GPS ติดตั้งร่วมกับ
กล้องถ่ายวิดีโอดิจิทัล



เครื่อง GPS ขนาดเล็กสำหรับนักกีฬา

ภาพที่ 2.19 การผสมผสานเทคโนโลยีต่างๆ ที่รวมเป็นหนึ่งเดียวกับเครื่อง GPS



ภาพที่ 2.20 การเชื่อมต่อและรูปแบบการติดตั้งระบบ TAFF GPS Vehicle Tracking (online)

ที่มา : (<http://www.mastertech.co.th/gpsonline.htm#install>)

เทคโนโลยีวัสดุศาสตร์

วัสดุมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างมาก โดยวัสดุเข้ามาเกี่ยวข้องกับทุกคนทุกขณะในการดำรงชีวิตและทุกระบบ (เช่น การแพทย์ การสาธารณสุข การคมนาคม และเศรษฐกิจ) การพัฒนาประเทศต้องอาศัยวัสดุศาสตร์เข้าเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนา ดังนั้นการเตรียมคนเพื่อรองรับการพัฒนาประเทศด้วยการส่งเสริมให้ประชาชนมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวัสดุศาสตร์จึงมีความสำคัญ ความรู้ด้านวัสดุศาสตร์และวัสดุวิศวกรรมได้พัฒนาการก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดชนิดและประเภทของวัสดุที่มีความเหมาะสมกับงานสร้างเครื่องมือ เครื่องจักรกล อุปกรณ์สื่อสาร การขนส่ง และการก่อสร้าง ความสำเร็จหรือความก้าวหน้าเกี่ยวกับเรื่องของวัสดุสามารถยืนยันได้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมเช่น อาคารสูง รถยนต์ที่มีน้ำหนักเบา รถบรรทุกสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มากขึ้น การลดปริมาณเหล็กในงานคอนกรีตเหล็กอัดแรงในการทำเสาเข็ม พื้นสำเร็จ และเสาไฟฟ้า เป็นต้น วัสดุที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีทั้งที่ได้มาจากธรรมชาติโดยตรงซึ่งสามารถนำมาใช้งานได้ทันที (เช่น ดิน หิน กรวด หวาย แร่ธาตุ หนังสัตว์ เส้นใย น้ำมันจากพืช และยางพารา เป็นต้น) และโดยทางอ้อมซึ่งเป็นวัสดุประเภทสังเคราะห์ หรือวัสดุอุตสาหกรรม โดยเป็นวัสดุที่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปมาก่อนเช่น แก้ว พลาสติก ปูนซีเมนต์ กระดาษ ฟองน้ำ โฟม และเส้นใยสังเคราะห์

วัสดุศาสตร์เป็นการศึกษาเพื่อให้มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวข้องกับโครงสร้างวัสดุ ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญทำให้วัสดุมีคุณสมบัติทางกลแตกต่างกัน สามารถแบ่งวัสดุออกเป็นชนิดและประเภทตามลักษณะการเกิด คุณสมบัติและกรรมวิธีในการผลิต การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะกับลักษณะของงานโดยต้องคำนึงถึงความสะดวก ปลอดภัย ประหยัด และมีความคงทน สามารถวินิจฉัยหรือพิสูจน์ทราบได้ว่าชิ้นงานนั้นๆ ทำมาจากวัสดุอะไร เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุงหรือพัฒนางานต่อไป ส่วนวัสดุวิศวกรรมเป็นการศึกษาเรื่องของวัสดุในลักษณะการสำรวจ การวิจัย การปรับปรุง และพัฒนาเพื่อให้ได้วัสดุที่มีคุณสมบัติดียิ่งขึ้น และเป็นการแก้ไขข้อด้อยของวัสดุชนิดต่างๆ คำถามในเชิงวัสดุวิศวกรรมเช่น ทำอย่างไรชิ้นงานจึงจะมีน้ำหนักน้อยลง ทำอย่างไรวัสดุที่ใช้จึงจะทนต่อการเสียดสี ทนความร้อนได้ดี ทำอย่างไรวัสดุจึงจะทนใช้งานได้ยาวนาน ทำอย่างไรวัสดุที่ใช้จึงจะมีคุณสมบัติเป็นตัวนำหรือต้านทานไฟฟ้าหรือความร้อนได้ดี ทำอย่างไรจึงจะง่ายต่อการผลิตและการนำไปใช้งาน ทำอย่างไรวัสดุจึงจะมีคุณภาพดีราคาถูกและปลอดภัยในการผลิต การสร้างงานและการบริโภค

1. ประเภทของวัสดุ

การจำแนกประเภทวัสดุสามารถจำแนกวัสดุออกได้เป็น 2 ประเภทที่สำคัญคือ โลหะและอโลหะ

1.1 วัสดุประเภทโลหะ (metallic material) เป็นวัสดุที่มีความสำคัญมากที่สุดในทางอุตสาหกรรม โดยมีลักษณะโครงสร้างแตกต่างจากวัสดุประเภทอื่น โลหะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มเหล็กและกลุ่มที่ไม่ใช่เหล็ก ซึ่งโลหะกลุ่มเหล็กมีเหล็กเป็นส่วนผสมหลัก มักพบอยู่ในสินแร่เหล็ก (iron ore) ซึ่งมีอยู่ทั่วไปบริเวณ

เปลือกโลกและใต้พื้นโลก สินแร่เหล็กที่ได้จะมีสิ่งเจือปนอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นการนำเอาสินแร่เหล็กมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านการขจัดสิ่งเจือปนออกโดยการถลุง สำหรับโลหะกลุ่มที่ไม่ใช่เหล็กจะไม่มีเหล็กเป็นส่วนใหญ่ผสมอยู่ในโลหะนั้น พบในสินแร่หลายชนิดเช่น อลูมิเนียม ทองแดง นิกเกิล และตะกั่ว เป็นต้น

1.2 วัสดุประเภทโลหะ (nonmetallic material) หมายถึงวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ วัสดุอินทรีย์และวัสดุอนินทรีย์ โดยวัสดุอินทรีย์มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบทางเคมี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ วัสดุอินทรีย์ธรรมชาติ (เช่น ไม้ ถ่านหิน และหนัง เป็นต้น) และวัสดุอินทรีย์สังเคราะห์ (เช่น กระดาษ ยางสังเคราะห์ และพลาสติก เป็นต้น) สำหรับวัสดุอนินทรีย์แตกต่างจากวัสดุอินทรีย์ตรงที่สามารถทำละลายในน้ำได้ และมีความต้านทานความร้อนได้ดี (เช่น เซรามิกส์ ปูนซีเมนต์ และแก้ว เป็นต้น)

2. การนำวัสดุไปใช้งานโดยวิธีการวิจัยและพัฒนา

การนำวัสดุที่มีอยู่ในชุมชนท้องถิ่นมาผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบ ทำให้ได้คุณค่าของผลิตภัณฑ์ สามารถพัฒนาไปเป็นอาชีพเพิ่มรายได้ กระบวนการเรียนรู้ตกทอดเป็นภูมิปัญญาและสามารถบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่ามากที่สุด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศหรือน้ำเสีย เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาและวิจัยเพื่อนำวัสดุมาใช้งานในชีวิตประจำวันหรือเกี่ยวข้องกับการบริโภคอุปโภค รวมถึงอุตสาหกรรมการผลิตควรพิจารณาถึงปัจจัยหลักๆ ในด้านศึกษาค้นคว้าเพื่อประดิษฐ์วัสดุใหม่ขึ้นมา การนำกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ผ่านกระบวนการ การนำกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านกระบวนการ การลดต้นทุนในการผลิต การใช้วัสดุในชุมชนท้องถิ่นเพื่อทดแทนหรือลดการนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อการเป็นต้นแบบในการผลิตด้านอุตสาหกรรมขนาดย่อม การบริหารจัดการวัสดุโดยการเพิ่มมูลค่า และการใช้เทคโนโลยีในชุมชนท้องถิ่น ตัวอย่างวัสดุที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาเช่น

2.1 วัสดุทดแทนกระดูก เมื่อเกิดการสูญเสียกระดูกไม่ว่าสาเหตุจากโรคหรืออุบัติเหตุ จำเป็นต้องหาแหล่งกระดูกเสริมช่วย ซึ่งแหล่งของกระดูกที่นิยมนำมาใช้คือจากตัวของผู้ป่วยเองและจากธนาคารกระดูกโดยได้จากคนที่บริจาคไว้ ซึ่งทั้งสองกรณีนี้ไม่สามารถหากระดูกปริมาณมากได้ในเวลาจำกัด มีต้นทุนในการเก็บรักษาสูง และเสี่ยงต่อการติดเชื้อ ดังนั้นจำเป็นต้องพัฒนาวัสดุทดแทนกระดูกขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว ในประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา ยุโรป และญี่ปุ่น มีการใช้วัสดุทดแทนกระดูกอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้กระดูกสัตว์เป็นสารตั้งต้นในการผลิตวัสดุทดแทนกระดูกเช่น การพัฒนากระบวนการผลิตไฮดรอกซีเอปาทาइटจากกระดูกวัวและควาย การศึกษาการเตรียมไฮดรอกซีเอปาทาइटชนิดรูพรุนแบบต่างๆ การสังเคราะห์สารไฮดรอกซีเอปาทาइटและสารในกลุ่มแคลเซียมฟอสเฟตอื่นๆ

2.2 วัสดุรักษาบาดแผล วัสดุรักษาบาดแผลที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพวกผ้าก๊อชและแผ่นพลาสติกหรือยา สำหรับวัสดุรักษาบาดแผลที่มีความซับซ้อนและใช้กับบาดแผลที่มีความลึกหรือมีขนาดใหญ่จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงได้มีการทำวิจัยและพัฒนาวัสดุรักษาแผลเช่น ผลิตสารไคตินและไคโตซานคุณภาพสูงตลอดจนการดัดแปลงทางเคมีของสารไคตินและไคโตซานเพื่อนำมาใช้งานทางด้านวัสดุตกแต่งแผล การผลิตวัสดุตกแต่งแผลที่เกิดจากไฟไหม้น้ำร้อนลวกจากอนุพันธ์ไคตินและไคโตซาน การศึกษาความเป็นไป

ได้ในการเตรียมวัสดุตกแต่งแผลจากสารเฮมิเซลลูโลส การออกแบบและพัฒนาผ้าปิดแผลคอมพอสิตที่มีสารไคโตซานเป็นส่วนประกอบ และการศึกษาความเป็นไปได้ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกโดยใช้ไคโตซาน โอลิโกเมอร์และอนุพันธ์

2.3 วัสดุสำหรับงานวิศวกรรมเนื้อเยื่อ เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะสามารถทดแทนการปลูกถ่ายอวัยวะที่ได้รับบริจาคและอวัยวะเทียม งานวิศวกรรมเนื้อเยื่อเป็นการสร้างเนื้อเยื่อและอวัยวะใหม่โดยใช้วัสดุที่มีรูพรุนซึ่งมีโครงสร้างทางกายภาพคล้ายกับ extra cellular matrix ของร่างกาย ทำการปลูกถ่ายวัสดุที่มีเซลล์เติบโตอยู่ไปยังอวัยวะที่ต้องการซ่อมแซม ซึ่งเซลล์จะเจริญเติบโตและสามารถผลิต extra cellular matrix และเนื้อเยื่อของตัวเองได้ ตัวอย่างงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีวิศวกรรมเนื้อเยื่อเช่น การใช้เจลไคโตซานและเดกซ์ทรานส์สำหรับงานวิศวกรรมเนื้อเยื่อ วิศวกรรมเนื้อเยื่อสำหรับวัสดุทดแทนผิวหนัง การใช้พอลิเมอร์เลียนแบบธรรมชาติสำหรับร่างรับเซลล์เอนโดทีเลียล และการสร้างกระดูกบนวัสดุร่างรับเซลล์แบบคอมพอสิตโดยการเลียนแบบธรรมชาติ

2.4 วัสดุทางทันตกรรม วัสดุทางทันตกรรมที่ใช้ในปัจจุบันจะต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง ทำให้ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลสูง เพื่อเป็นการช่วยเหลือผู้มีรายได้น้อยในการรักษาพยาบาล จึงได้มีการวิจัยและพัฒนาวัสดุทางทันตกรรมเช่น การพัฒนาวัสดุเคลือบหลุมร่องฟันชนิดฉายแสง การเตรียมอะคริลิกแบบชนิดบ่มได้เองเพื่องานศัลยกรรมและการจัดฟัน

2.5 อุปกรณ์การแพทย์ การพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ของประเทศไทยมีอุปสรรคและข้อจำกัดหลายประการเช่น ความไม่น่าเชื่อถือในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย การขาดองค์ความรู้และเทคโนโลยีในการผลิตขึ้นส่วนบางอย่าง ขาดการส่งเสริมด้านวิชาการและเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง ขาดความช่วยเหลือในการตรวจสอบมาตรฐานและรับรองคุณภาพเพื่อให้ผู้ใช้เกิดความมั่นใจ ตลาดภายในประเทศมีขนาดเล็กทำให้ต้นทุนการผลิตสูง และไม่มีการสร้างระบบการเชื่อมโยงเพื่อประสานการทำงานร่วมกันของฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการสนับสนุนซึ่งกันและกัน ตัวอย่างการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์การแพทย์เช่น การออกแบบและผลิตแกนตามกระดูกต้นขาส่วนต้นจากข้อมูล CT 3 มิติของคนไทย และการผลิตต้นแบบฝ่าเท้าเทียมเพื่อคนพิการชนิด Single-axis โดยใช้วัสดุยางธรรมชาติทดแทนการนำเข้าเท้าเทียมคุณภาพสูงจากต่างประเทศ เพื่อจัดหาและทำการประกอบเท้าเทียมและขาเทียมให้แก่ผู้ป่วย

ปัญหาการเข้ากันได้ทางชีวภาพเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการใช้งานระยะยาวของวัสดุและอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ฝังหรือสอดใส่ไว้ในร่างกาย เนื่องจากกลไกอันซับซ้อนของร่างกายมนุษย์เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย ปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือการติดเชื้อมีผลสัมฤทธิ์ระหว่างวัสดุและของเหลวในร่างกาย ดังนั้นการดัดแปลงเฉพาะบริเวณผิวสัมผัสของวัสดุเพื่อให้มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพและสามารถรักษาคุณสมบัติเชิงกลที่ต้องการไว้ได้จึงก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมาก ตัวอย่างเช่นการใช้วัสดุเลียนแบบธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเข้ากันได้กับเลือด และการปรับผิวท่อยางสวนปัสสาวะเพื่อป้องกันการติดเชื้อ

2.6 ไม้ประกอบพลาสติก ไม้ประกอบขึ้นจากเซลล์ที่มีรูปร่างหลากหลายกระจายตัวเรียงกันเป็นชั้นๆ แต่ละชั้นมีความหนาแน่นและการกระจายตัวของเซลล์ไม่เหมือนกัน ดังนั้นเนื้อไม้แต่ละชั้นจึงมีคุณสมบัติ

แตกต่างกัน ส่วนพลาสติกเป็นวัสดุสังเคราะห์ประเภทพอลิเมอร์ พลาสติกมีหลายประเภทแต่ละประเภทมีโครงสร้างแตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้พลาสติกที่จะนำมาประกอบไม้นั้นจึงต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการผลิตและความเข้ากันได้ ตัวอย่างพลาสติกที่สามารถนำมาใช้ประกอบกับไม้ได้เช่น พอลิเอทิลีน การนำวัสดุทั้ง 2 มาประกอบกันเพื่อให้มีความคงทนแข็งแรงเทียบเท่าหรือดีกว่าไม้ธรรมชาติ และทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ขึ้นรูปได้ตามความต้องการและใช้สกรูเจาะได้ตามปกติสามารถนำมาใช้ทำโต๊ะ เฟอร์นิเจอร์ เก้าอี้ ปาร์เกต์ และ ลานสระน้ำได้

นาโนเทคโนโลยี (nano-technology)

ในปัจจุบันกระแสความสนใจในเรื่องนาโนศาสตร์ (nanoscience) และนาโนเทคโนโลยี (nano-technology) ได้แพร่หลายมากขึ้นทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นได้มีการทุ่มเงินงบประมาณอย่างมากเพื่อการวิจัยด้านนี้ สำหรับประเทศไทยรัฐบาลเริ่มให้การสนับสนุนในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก คำว่านาโน (nano) ในภาษากรีกแปลว่าคนแคระ แต่โดยมากจะเป็นคำที่เรียกกันติดปากและย่อมาจากคำว่า นาโนเมตร (nanometre) ซึ่งหมายถึงสิบกำลังลบเก้าเมตร (10^{-9}) หรือ 1 ส่วนในพันล้านของ 1 เมตร

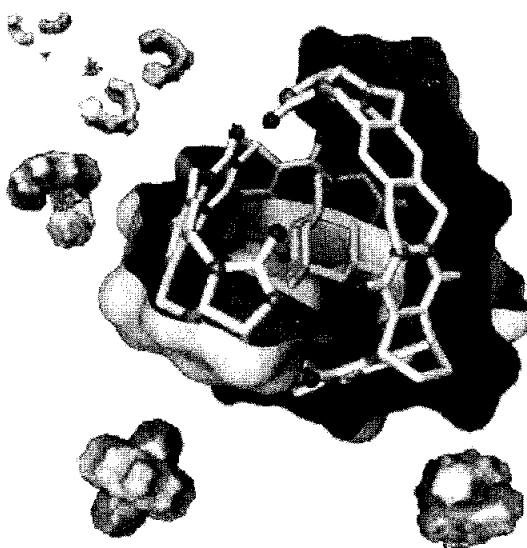
นาโนศาสตร์เป็นการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของวัตถุที่มีขนาดในช่วงนาโนเมตร (ประมาณ 1-100 นาโนเมตร) ส่วน นาโนเทคโนโลยี หมายถึงการสร้างและประยุกต์วัตถุนาโนนี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ แต่ถึงกระนั้นก็ยังมีการเข้าใจ กันว่านาโนเทคโนโลยีคือการย่อของให้มีขนาดเล็กลง หรือหุ่นขนาดจิ๋วที่จะไปทำงานในระดับอะตอม ซึ่งไม่ใช่ความหมายที่แท้จริงของนาโนเทคโนโลยี เป็นเพียงแค่การมองในมุมด้านตัวผลิตภัณฑ์หรือวัตถุที่คนส่วนใหญ่จะนึกภาพออกได้มากกว่า การใช้นาโนเทคโนโลยีในปัจจุบันเป็นเพียงแค่จุดเริ่มต้นเท่านั้น โดยเริ่มมีผลิตภัณฑ์ทางนาโนเทคโนโลยีออกมา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกฟิล์มชนิดบาง (ที่มีความหนาในระดับนาโนเมตร) เช่น OLED (Organic Light Emitting Device) ซึ่งเป็นจอแสดงผลที่ทำมาจากสารอินทรีย์ และพวกสารเคลือบผิวต่างๆ ตัวอย่างเช่นในผ้าที่เปื้อนยากที่สามารถกันหยดน้ำหรือของเหลวไม่ให้ซึมเข้าใยผ้าได้โดยอาศัยความไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) ของสารที่เคลือบใยผ้ามาและรวมกับความตึงผิวของหยดน้ำหรือของเหลวมาเป็นแรงผลักหยดน้ำไม่ให้ซึมผ่านชั้นเคลือบไปได้ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่ใช่ภาพลักษณ์โดยรวมของนาโนเทคโนโลยี และไม่ได้บ่งชี้ถึงศักยภาพที่แท้จริง อีกทั้งยังมีผลิตภัณฑ์หลายอย่างใช้อ้างใช้นาโนมาเป็นจุดโฆษณาขาย

จุดมุ่งหมายสูงสุดของนาโนเทคโนโลยีก็คือความสามารถที่จะสร้างและจัดเรียงอนุภาคต่างๆ ได้ตามความต้องการเพื่อสร้างสสารหรือโครงสร้างของสารแบบใหม่ๆ ที่ให้คุณสมบัติพิเศษ ซึ่งอาจจะไม่เคยมีมาก่อน ตามคำกล่าวของศาสตราจารย์ริชาร์ด ฟายน์แมน (Richard Feynman ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ใน ค.ศ. 1965) ที่ว่า " สักวันหนึ่ง เราจะสามารถประกอบสิ่งต่างๆ ผลิตสิ่งต่างๆ ขึ้นมาจากการจัดเรียงอะตอมด้วยความแม่นยำ และเท่าที่ข้าพเจ้ารู้ ไม่มีกฎทางฟิสิกส์ใดๆ แม้แต่หลักแห่งความไม่แน่นอน (uncertainty principle) ที่จะมาขัดขวางความเป็นไปได้นี้ " ประเทศที่พัฒนาแล้วส่วนใหญ่รวมทั้งประเทศอุตสาหกรรมใหม่อย่างได้วัน

และเกาหลีใต้ได้ให้ความสำคัญต่อเทคโนโลยีด้านนี้เป็นอย่างมาก จึงทำให้ศาสตร์ในสาขานี้ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ความก้าวหน้าของนาโนเทคโนโลยีในปัจจุบันพอจะสรุปเป็นสาขาย่อยได้ดังนี้

1. เคมีโมเลกุลขนาดใหญ่และการประกอบตัวเอง (Supramolecular chemistry and self assembly)

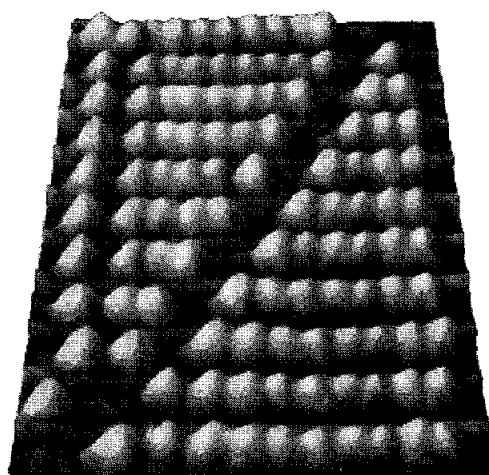
ซึ่งเป็นศาสตร์แห่งการแสวงหาความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่โมเลกุลต่างๆ มายึดเกาะกันแล้วเกิดเป็นซูพราโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งการคิดค้นและพัฒนากระบวนการสังเคราะห์ซูพราโมเลกุลอย่างมีประสิทธิภาพ การเกาะกลุ่มกันของโมเลกุลจนเกิดเป็นซูพราโมเลกุลนี้มิได้ใช้พันธะโควาเลนต์ที่แข็งแรง แต่เป็นแรงระหว่างโมเลกุลที่มีความแข็งแรงน้อยกว่า ผลของการมายึดเกาะกันด้วยทิศทางและระยะทางที่แน่นอน ทำให้ซูพราโมเลกุลที่ได้มีความเฉพาะตัวและทำหน้าที่ได้อย่างเฉพาะเจาะจง ซึ่งจะนำมาสู่ความเข้าใจของกระบวนการประกอบตัวเอง (Self assembly) (ภาพที่ 2.21) ความรู้เกี่ยวกับแรงระหว่างโมเลกุลที่เฉพาะเจาะจงยังช่วยให้เข้าใจถึงความเกี่ยวข้องระหว่างโครงสร้างของซูพราโมเลกุลกับหน้าที่การทำงานของมัน อันจะนำไปสู่การออกแบบจักรกลนาโนที่ทำหน้าที่ได้เฉพาะเจาะจง ตัวอย่างความสามารถในปัจจุบันของศาสตร์สาขานี้ที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีได้แก่ ความเข้าใจในกระบวนการจดจำกันเองของโมเลกุลที่มีช่องว่างภายในขนาดใหญ่กับไอออนโลหะหรือโมเลกุลขนาดเล็กอื่นๆ ตลอดจนการปรับปรุงกระบวนการสังเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาแบบซูพราโมเลกุล นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาโมเลกุลที่มีสมบัติในการเป็นอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์เช่น สายไฟระดับโมเลกุล เรกติไฟเออร์โมเลกุล (molecular rectifiers) สวิตช์ และเซนเซอร์ เป็นต้น



ภาพที่ 2.21 โมเลกุลที่สามารถมาประกอบกันเองด้วยแรงกระทำระหว่างโมเลกุลที่เหมาะสม

2. เครื่องมือจัดการกับอะตอม

เครื่องมือจัดการกับอะตอมเช่น เครื่อง STM (Scanning Tunneling Microscope) AFM (Atomic Force Microscope) และ SPM (Scanning Probe Microscope) นับตั้งแต่มีการสร้าง STM เป็นครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1981 ก็ได้มีการผลิตเครื่องมือที่ใช้เทคนิคคล้ายๆ กันออกขายทั่วโลก ทำให้การพัฒนาเครื่องมือชนิดนี้เป็นไปอย่างรวดเร็ว เครื่องมือจัดการกับอะตอมในปัจจุบันสามารถควบคุมการใช้งานง่ายและทำงานได้เร็วขึ้น นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาให้สามารถจัดการกับพื้นผิวที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (เช่น ชีวโมเลกุล) จากเดิมที่มีความสามารถเพียงจัดการกับผิวของโลหะหรือพวกสารอนินทรีย์เท่านั้น ต่อมาได้มีความพยายามที่จะพัฒนาหัวจับ (tip) ให้มีความสามารถหลากหลายมากขึ้น เมื่อไม่นานมานี้ห้องปฏิบัติการของ IBM ได้สาธิตการสร้างลูกคิดที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก (ภาพที่ 2.22) โดยใช้โมเลกุลของคาร์บอน-60 เป็นตัวลูกคิด และใช้ STM ในการขยับตำแหน่งของตัวลูกคิด งานประยุกต์ของเครื่องมือจัดการกับอะตอมยังมีอีกมากเช่น เครื่องมือวัดคุณสมบัติระดับจุลภาคของโมเลกุล (เช่น การนำไฟฟ้าของโมเลกุล) เครื่องมือในการส่งผ่านแรงเข้าไปในโมเลกุลเพื่อทำให้โมเลกุลมีรูปร่างเปลี่ยนไปซึ่งมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการนำไฟฟ้าของโมเลกุล สิ่งที่น่าสนใจในอนาคตคือการสังเคราะห์โมเลกุลด้วยวิธีกล (mechanosynthesis) โดยการนำเอาอะตอมมาจัดเรียงกันให้เกิดเป็นโมเลกุลโดยไม่ต้องใช้วิธีทางเคมี

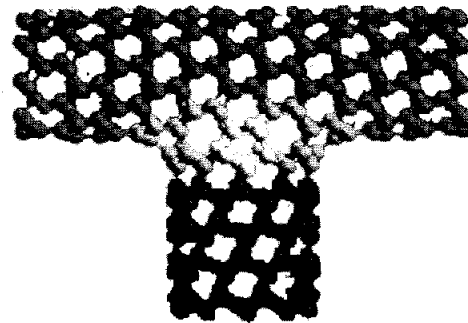


ภาพที่ 2.22 ลูกคิดนาโน (Nan abacus)

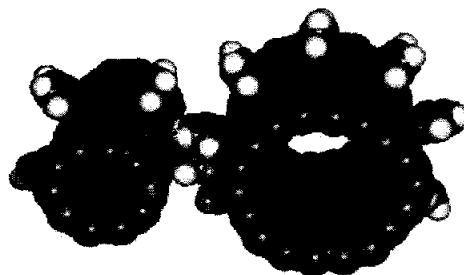
3. นาโนเทคโนโลยีของคาร์บอน-60 (fullerene nanotechnology)

นับตั้งแต่มีการค้นพบ Fullerene หรือคาร์บอน-60 ใน ค.ศ. 1985 นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถสังเคราะห์โมเลกุลที่มีลักษณะทรงกลมที่มีจำนวนของคาร์บอนต่างๆ กันออกมามากมาย จนกระทั่ง ค.ศ. 1991 สามารถสังเคราะห์ท่อนาโน (nanotube) คือโมเลกุลที่ประกอบด้วยคาร์บอนก่อรูปกันขึ้นเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายท่อ (ภาพที่ 2.23) ซึ่งก่อให้เกิดงานประยุกต์มากมายเช่น สามารถนำมาทำเป็นสายนำไฟฟ้าหรือ

สวิตช์ในอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์หรือนำมาทำเป็นหัวจับของเครื่อง STM งานประยุกต์ในอนาคตของท่อนาโนอาจนำมาทำเป็นส่วนที่ใช้ยึดโครงสร้างระดับนาโนเข้าด้วยกัน (คล้ายกับเสาและคานสำหรับตึก) เกียร์และมอเตอร์สำหรับเครื่องยนต์ระดับนาโน (ภาพที่ 2.24) ความก้าวหน้าของศาสตร์สาขานี้จึงนับว่ามีความสำคัญต่อนาโนเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก



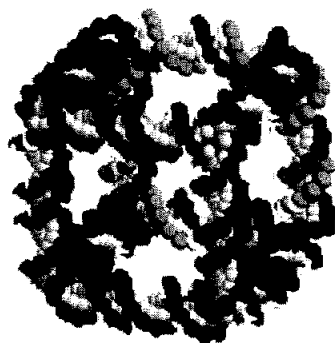
ภาพที่ 2.23 ท่อนาโนที่โมเลกุลของคาร์บอน-60 มาต่อกันเป็นรูปตัว T ใช้ทำเป็นอุปกรณ์สำหรับวงจรนาโนอิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 2.24 ท่อนาโนซึ่งอาจดัดแปลงนำมาใช้เป็นเกียร์และแบร้งสำหรับส่งกำลังในทางวิศวกรรมเครื่องกลระดับโมเลกุล

4. วิศวกรรมโปรตีน ดีเอ็นเอและการศึกษาจักรกลเชิงโมเลกุลที่มีในธรรมชาติ

จักรกลนาโนที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติเช่น โปรตีนและดีเอ็นเอ (DNA ซึ่งเป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต) เป็นตัวอย่างที่ดีที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรนาโนออกแบบจักรกลนาโนฝีมือนมนุษย์ ดังนั้นหน้าที่ของศาสตร์สาขานี้คือต้องแสวงหาความเข้าใจในการทำงานของจักรกลนาโนที่มีในธรรมชาติ จากนั้นนำความรู้ที่ได้ไปออกแบบจักรกลนาโนฝีมือนมนุษย์ หรืออาจทำการดัดแปลงโปรตีนหรือดีเอ็นเอที่มีอยู่ในธรรมชาติให้สามารถทำงานในสิ่งที่มนุษย์ต้องการ มีผู้ศึกษาที่จะนำเอาดีเอ็นเอซึ่งในธรรมชาติอยู่เป็นสายคู่วนรอบกันคล้ายบันไดเวียนมาต่อกันเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนขึ้นเช่น เป็นโครงสร้างแบบกึ่งคาน โครงสร้างรูปลูกบาศก์ (ภาพที่ 2.25) และโครงสร้างรูปแปดหน้าซึ่งโครงสร้างเหล่านี้สามารถนำไปประยุกต์เพื่อทำเป็นเครื่องจักรนาโนหรือใช้เป็นโครงสร้างพื้นฐานทำสิ่งก่อสร้างระดับนาโนได้



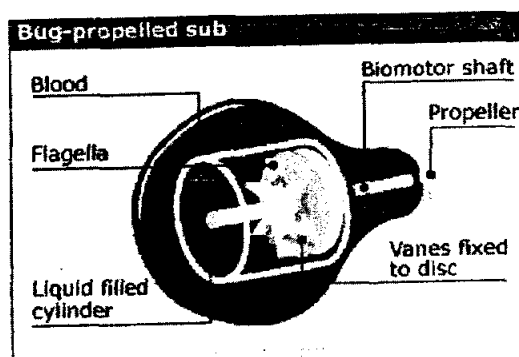
ภาพที่ 2.25 แบบจำลองของโมเลกุลของดีเอ็นเอรูปลูกบาศก์

5. นาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณเพื่อการออกแบบจักรกลนาโน

นาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณมีความสำคัญต่อการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ทั้งนี้เพราะจักรกลนาโนที่มนุษย์สร้างขึ้นต้องสามารถควบคุมได้ การออกแบบจึงต้องทำด้วยความพิถีพิถัน นาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณจะเป็นเครื่องมือในการทำความเข้าใจธรรมชาติระดับอะตอม เพื่อที่มนุษย์จะสามารถถ่ายทอดความต้องการของมนุษย์ไปยังจักรกลนาโนได้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรนาโนจึงถือว่านาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณเป็นเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการก่อกำเนิดของนาโนเทคโนโลยี ถ้าไม่มีนาโนเทคโนโลยีเชิงคำนวณก็ไม่สามารถพัฒนานาโนเทคโนโลยีแบบเต็มรูปขึ้นมาได้ จึงเป็นศาสตร์ที่ได้รับความสนใจอย่างมากในขณะนี้

6. นาโนไบโอเทคโนโลยี (nanobiotechnology)

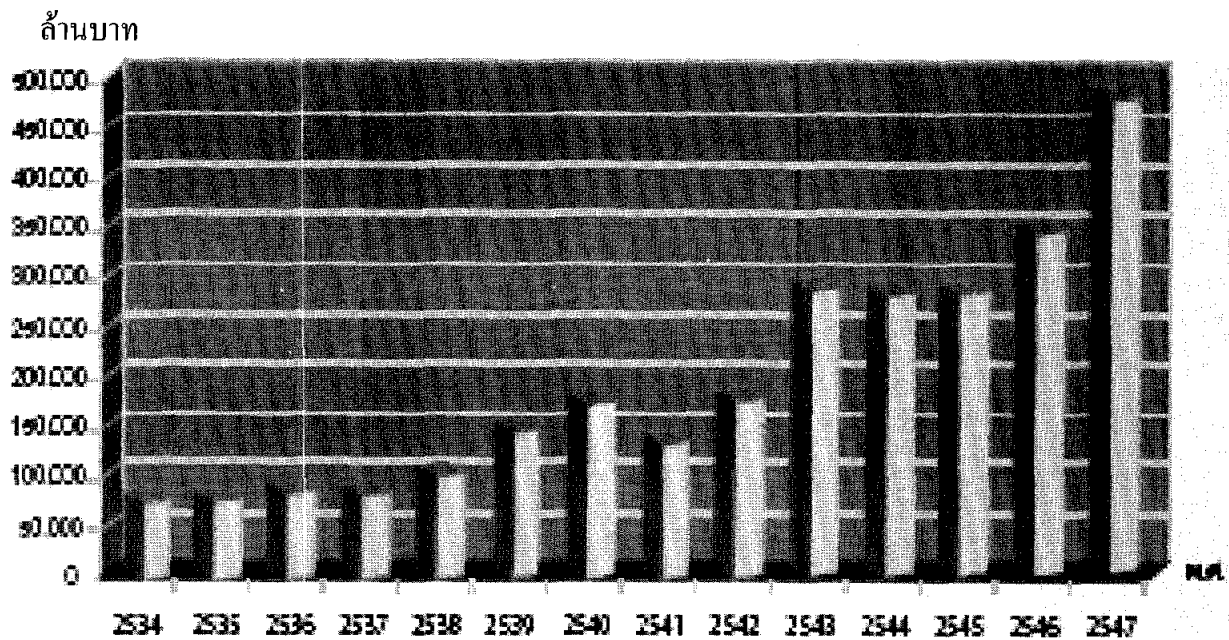
นาโนไบโอเทคโนโลยีเป็นการนำความรู้ทางด้านชีววิทยาระดับโมเลกุลมาใช้ร่วมกับความรู้ทางด้านวิศวกรรม เพื่อประดิษฐ์เครื่องมือที่มีขนาดเล็กหรือระดับนาโน (ยอดหทัย เทพธรานนท์ และประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์, 2545) เช่นการประดิษฐ์แขนกลระดับนาโนจากดีเอ็นเอสังเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ตรวจสอบเซลล์ที่มีความผิดปกติ แล้วทำการแก้ไขซ่อมแซมให้เซลล์กลับมาเป็นปกติ และการสร้างเรือดำน้ำระดับนาโนซึ่งขับเคลื่อนด้วยหางของแบคทีเรีย (ภาพที่ 2.26)



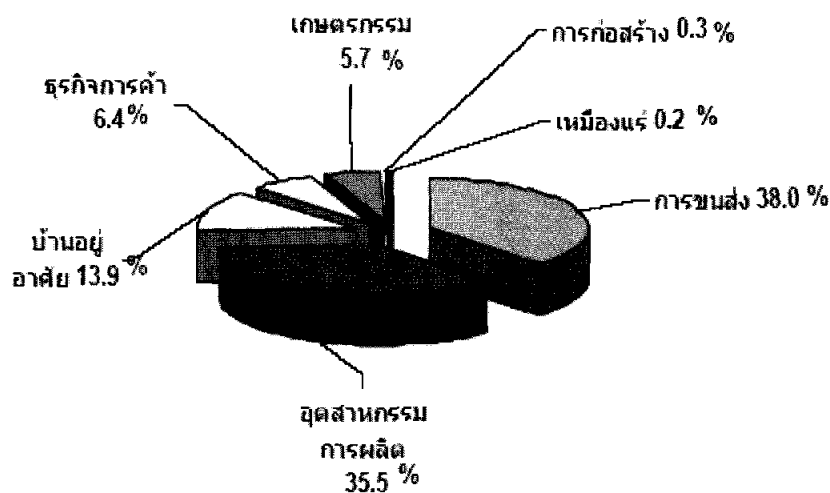
ภาพที่ 2.26 เรือดำน้ำระดับนาโนซึ่งขับเคลื่อนด้วยหางแบคทีเรีย
ที่มา : (ยอดหทัย เทพธรานนท์ และประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์, 2545)

เทคโนโลยีพลังงาน

ประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง จึงมีการใช้พลังงานอย่างมากโดยคิดเป็น 1.4 เท่าของอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ มีการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นทุกปี (ภาพที่ 2.27) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตรแล้ว พบว่าการนำเข้าพลังงานมีมูลค่าสูงถึงครึ่งหนึ่งของมูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตร พิจารณาด้านราคาน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่าการปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงถูกนำไปใช้ทั้งในด้าน การเกษตร อุตสาหกรรมการผลิต และการขนส่งซึ่งมีสัดส่วนการใช้สูงที่สุด (ภาพที่ 2.28)



ภาพที่ 2.27 ปริมาณการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วง พ.ศ. 2534-2547
ที่มา : (ส่วนปีโตรเลียม สำนักงานนโยบายและพลังงาน

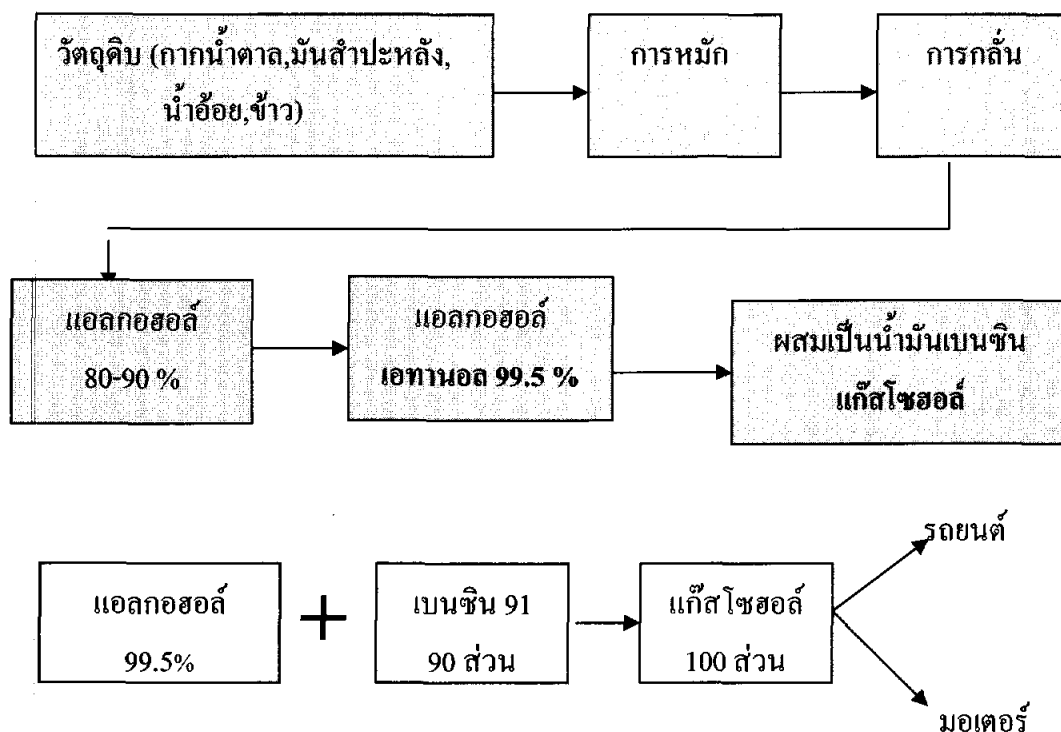


ภาพที่ 2.28 การใช้พลังงานตามสาขาเศรษฐกิจใน พ.ศ. 2547

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับประเทศไทย จึงมีการนำเข้าน้ำมันดิบปริมาณมากจากต่างประเทศ การนำเอาวัสดุจากการเกษตรมาแปรรูปเป็นน้ำมันสำหรับเครื่องยนต์และรถยนต์ประเภทต่างๆ ตามหลักการ “พึ่งตนเอง” โดยลดการนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศ เพราะสามารถผลิตน้ำมันใช้เองได้บางส่วน จึงจะสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน

1. แก๊สโซฮอล์

แก๊สโซฮอล์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมแอลกอฮอล์กับน้ำมันเบนซิน หรืออาจกล่าวได้ว่าแก๊สโซฮอล์เหมือนน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว แต่แตกต่างกันที่สารเพิ่มค่าออกเทน ซึ่งเป็นสารออกซิเจนเนต โดยช่วยลดคาร์บอนมอนอกไซด์และช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำมัน ทำให้การเผาไหม้ระอาดีขึ้น แต่เดิมต้องใช้สาร MTBE ซึ่งเป็นสารออกซิเจนเนตเหมือนกันแต่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และย่อยสลายยาก จึงมีการนำเอทานอลมาใช้แทนสาร MTBE เนื่องจากมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน แต่ไม่เหมือนกันทีเดียว สาร MTBE มีราคาแพง โดยในช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม 2549 มีราคาดลิตรละ 14 บาท ในขณะที่เอทานอลที่ผลิตได้ในประเทศไทยมีราคาดลิตรละ 11 บาท เมื่อนำเอทานอลมาใช้แทนสาร MTBE จะทำให้ต้นทุนการผลิตน้ำมันถูกลง ในทางเศรษฐศาสตร์น่าจะเป็นผลดีเพราะเอทานอลเป็นผลผลิตที่ได้มาจากพืชผลทางการเกษตรเช่น มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และข้าวโพด การผลิตเอทานอลประกอบด้วยการหมัก การกลั่น และทำให้บริสุทธิ์ (ภาพที่ 2.29)



ภาพที่ 2.29 กระบวนการผลิตแก๊สโซฮอล์

น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีสัดส่วนเอทานอลผสมไม่เกินร้อยละ 10 สามารถใช้ได้กับรถยนต์ทั่วไปโดยไม่ต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ ส่วนรถยนต์ที่สามารถใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีส่วนผสมของเอทานอลสูงกว่าร้อยละ 10 ได้นั้นจะต้องมีการออกแบบเครื่องยนต์มาโดยเฉพาะดังนี้

1.1 รถยนต์ที่ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20 จำเป็นต้องปรับปรุงเครื่องยนต์ โดยเฉพาะระบบเชื้อเพลิงและการทำงานของหัวฉีดน้ำมัน โดยรถยนต์ประเภทนี้สามารถใช้เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลในสัดส่วนที่ไม่เกินร้อยละ 20 หรือจะใช้น้ำมันเบนซินปกติก็ได้ เทคโนโลยีดังกล่าวนี้ได้มีการพัฒนาและนำมาใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ยุโรป และบราซิลนานกว่า 10 ปีแล้ว ปัจจุบันทั่วโลกมีรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ประเภทนี้กว่า 1 ล้านคัน

1.2 รถ FFV (Flexible Fuel Vehicle) ปัจจุบันได้มีการออกแบบเครื่องยนต์ที่สามารถใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของเอทานอลในอัตราส่วนต่างๆ กันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยรถยนต์ประเภทนี้ได้รับการออกแบบให้มีระบบเซ็นเซอร์สำหรับตรวจสอบอัตราส่วนผสมของเอทานอลกับน้ำมันเบนซิน เพื่อควบคุมระบบการเผาไหม้เชื้อเพลิงให้เหมาะสม รวมทั้งมีการปรับเปลี่ยนวัสดุระบบเชื้อเพลิงเช่น ถังน้ำมัน ท่อจ่ายน้ำมันและหัวฉีดน้ำมัน เพื่อให้ทนต่อการกัดกร่อนของเอทานอลได้ นอกจากนี้ระบบต่างๆ ของเครื่องยนต์แทบจะไม่แตกต่างจากรถยนต์ทั่วไป

2. ดีโซฮอล์

โครงการดีโซฮอล์ (น้ำมันดีเซล + แอลกอฮอล์) เริ่มขึ้นใน พ.ศ. 2541 โดยการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยร่วมกับโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ทดลองผสมแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์กับน้ำมันดีเซลและสารอีมีลซิไฟเออร์ (มีคุณสมบัติทำให้แอลกอฮอล์กับน้ำมันดีเซลผสมเข้ากันโดยไม่แยกชั้น) ในอัตราส่วน 14 : 85 : 1 แล้วนำดีโซฮอล์ไปใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลเช่น รถกระบะและรถแทรกเตอร์ของโครงการส่วนพระองค์ฯ ซึ่งผลการทดลองพบว่าสามารถใช้ดีโซฮอล์เป็นเชื้อเพลิงได้ดีพอสมควรและสามารถลดปริมาณควันดำได้ร้อยละ 50

3. ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตได้จากน้ำมันพืชและไขมันสัตว์เช่น ปาล์ม มะพร้าว ถั่วเหลือง ทานตะวัน เมล็ดเรปส์ (Rape seed) สบู่ดำ หรือจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว ซึ่งพืชน้ำมันเหล่านี้เป็นแหล่งทรัพยากรที่สามารถผลิตทดแทนได้ในธรรมชาติ โดยนำน้ำมันดังกล่าวนี้มาทำปฏิกิริยาทางเคมี transesterification (ภาพที่ 2.30) ร่วมกับเมทานอลหรือเอทานอลจนเกิดเป็นสารเอสเทอร์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลเรียกว่าไบโอดีเซล (B100) เมื่อนำมาผสมกับน้ำมันดีเซลเกรดที่ใช้กันในปัจจุบันในสัดส่วนร้อยละ 5-10 (B5-B10) สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้เป็นอย่างดีโดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังได้กลีเซอรอลและกรดไขมันเป็นผลพลอยได้จากปฏิกิริยา

ทางเคมีดังกล่าว กระบวนการผลิตไบโอดีเซลประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ (ภาพที่ 2.31)

3.1 Pre-treatment เป็นการสกัดขางเหนียว สิ่งสกปรก และน้ำออกจากน้ำมันปาล์มดิบ

3.2 Reaction step เป็นการทำปฏิกิริยา transesterification โดยการเติมเมทานอลหรือเอทานอล พร้อมทั้งสารเร่งปฏิกิริยาเช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ภายใต้อุณหภูมิสูงได้เป็นเมทิลเอสเทอร์หรือเอทิลเอสเทอร์ พร้อมทั้งได้กลีเซอรินในสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ซึ่งจะถูกแยกออกจากไบโอดีเซล หลังจากปล่อยให้เกิดการแยกชั้น

3.3 การล้าง (Washing) เป็นการนำเอาไบโอดีเซลที่ได้จากปฏิกิริยา transesterification ไปล้างน้ำเพื่อกำจัดกลีเซอรินและสารปนเปื้อนอื่นๆที่สามารถละลายน้ำได้

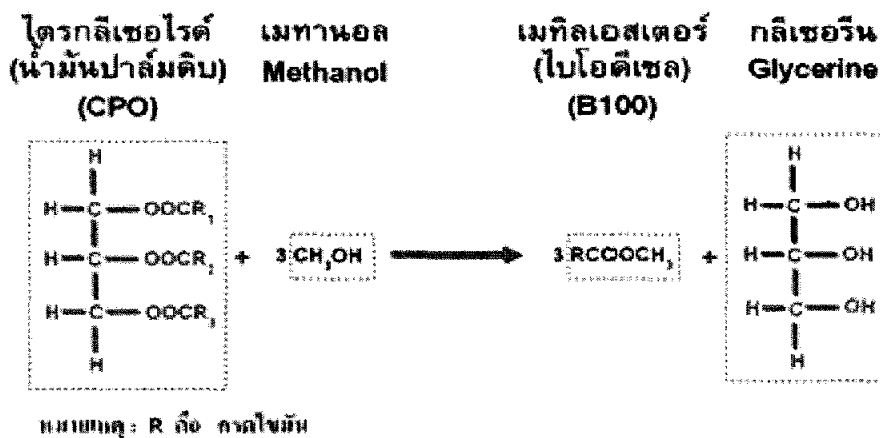
3.4 Methanol recovery เป็นการกลั่นเพื่อดึงเมทานอลที่เหลือจากปฏิกิริยาคลับมาใช้ใหม่

3.5 Drying เป็นการกำจัดน้ำออกจากไบโอดีเซล

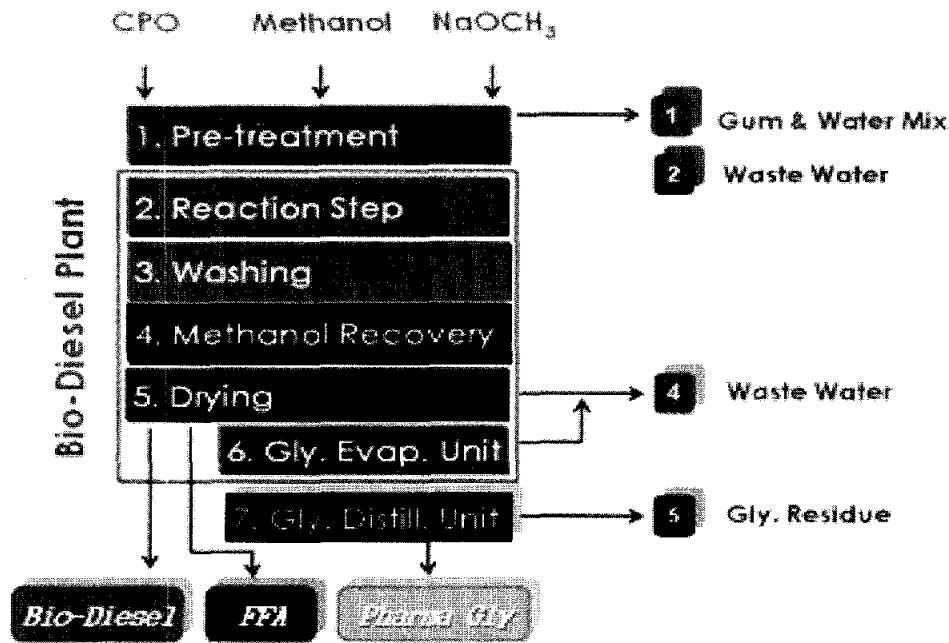
3.6 Glycerin evaporation unit เป็นกระบวนการทำกลีเซอรินให้บริสุทธิ์ที่ 80%

3.7 Glycerin distillation unit เป็นขั้นตอนกระบวนการทำให้กลีเซอรินบริสุทธิ์ที่ 99.7%

(Pharmaceutical Grade)



ภาพที่ 2.30 ปฏิกิริยา transesterification



ภาพที่ 2.31 กระบวนการผลิตไบโอดีเซล

ที่มา : (www. Bangchak.co.th)

ในบรรดาผลิตภัณฑ์น้ำมันประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำมันดีเซลสูงที่สุด และในแต่ละปีมีอัตราการขยายตัวของความต้องการใช้สูงมาก ผลจากราคาน้ำมันดีเซลที่แพงขึ้นส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการขนส่ง และภาคการเกษตร ซึ่งเกี่ยวข้องกับประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศ ซึ่งทำให้ผู้มีรายได้น้อยต้องเผชิญกับค่าครองชีพที่สูงขึ้น ดังนั้นประโยชน์จากไบโอดีเซลได้แก่ ลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมัน แก้ปัญหาความยากจนระดับรากหญ้าโดยทำให้เกษตรกรมีรายได้ดีขึ้น ไบโอดีเซลเผาไหม้ได้สมบูรณ์ช่วยลดปริมาณควันดำและแก๊สที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไอเสียมีมลพิษต่ำกว่าการใช้น้ำมันดีเซลเนื่องจากไม่มีกำมะถันและสารก่อมะเร็ง เพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศเนื่องจากน้ำมันไบโอดีเซลใช้งานกับเครื่องยนต์ดีเซลได้ดี เช่นเดียวกับน้ำมันดีเซล และสามารถใช้สลับกันได้โดยไม่จำเป็นต้องปรับแต่งเครื่องยนต์ การนำน้ำมันที่ใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลช่วยลดปริมาณน้ำมันทอดซ้ำซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยน้ำมันที่ใช้ซ้ำหลายครั้งอาจก่อให้เกิดมะเร็งในเม็ดเลือดขาวหรือเนื้องอกในอวัยวะต่างๆ ได้

4. พลังงานน้ำ

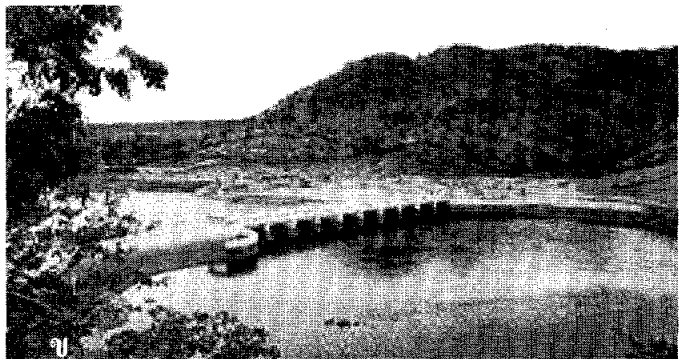
เป็นการนำน้ำที่สะสมไว้ในเขื่อน แล้วทำให้ไหลลงมาจากที่สูงซึ่งเป็นการเปลี่ยนพลังงานศักย์มาเป็นพลังงานจลน์ แล้วเอาพลังงานจลน์ไปเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า ซึ่งตัวอย่างเขื่อนที่ผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำเช่น เขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล เขื่อนพรมธารา เขื่อนภูมิพล (ภาพที่

2.32) โรงงานไฟฟ้าพลังงานน้ำบ้านยาง โรงงานไฟฟ้าพลังงานน้ำเขื่อนห้วยกุ่ม โรงงานไฟฟ้าบ้านขุนกลาง โรงงานไฟฟ้าพลังงานน้ำบ้านสันติ ข้อดีของการใช้พลังงานน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าได้แก่

1. น้ำส่วนที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วจะไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลองหรือทะเล เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ จะระเหยกลายเป็นไอน้ำและรวมตัวกันกลายเป็นเมฆและเป็นฝนตกลงมา หมุนเวียนกลับไปมา ทำให้สามารถใช้พลังงานน้ำได้ตลอดไปไม่หมดสิ้น

2. เครื่องกลพลังงานน้ำ สามารถเริ่มทำการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถควบคุมปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้ใกล้เคียงกับความต้องการใช้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลา ชิ้นส่วนของเครื่องกลพลังงานน้ำมีความคงทนอายุการใช้งานนานกว่าเครื่องจักรกลอย่างอื่น

3. เมื่อนำพลังงานน้ำไปใช้แล้ว น้ำก็ไม่ได้แปรสภาพเป็นอย่างอื่น ยังคงมีคุณภาพเหมือนเดิม สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้เช่น เพื่อการชลประทาน อุปโภคบริโภค รักษาระดับน้ำในแม่น้ำให้ลึกพอแก่การเดินเรือ นอกจากนี้การสร้างเขื่อนเพื่อเก็บกักน้ำเอาไว้ใช้ในช่วงที่ไม่มีฝนตก จะได้แหล่งน้ำขนาดใหญ่สามารถใช้เป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือใช้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ หรือทำการปล่อยน้ำจากเขื่อนเพื่อให้น้ำโตโครก น้ำเสีย สารพิษ และน้ำเค็มออกจากแม่น้ำได้



ภาพที่ 2.32 ฝ่ายทดน้ำและเขื่อน (ก) ฝ่ายทดน้ำโครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่ฮ่องสอน (ข) เขื่อนภูมิพล

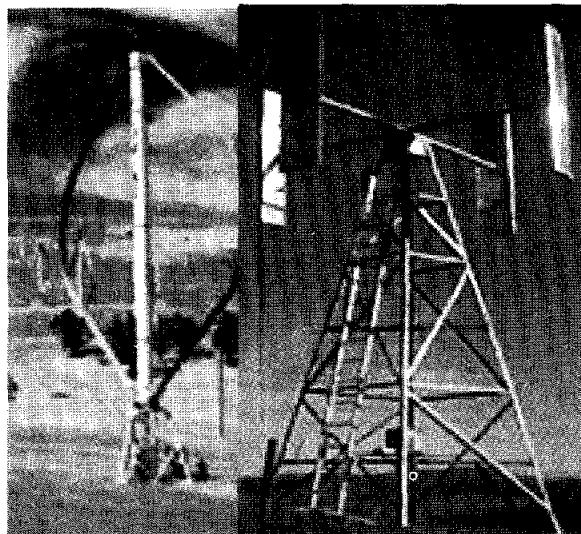
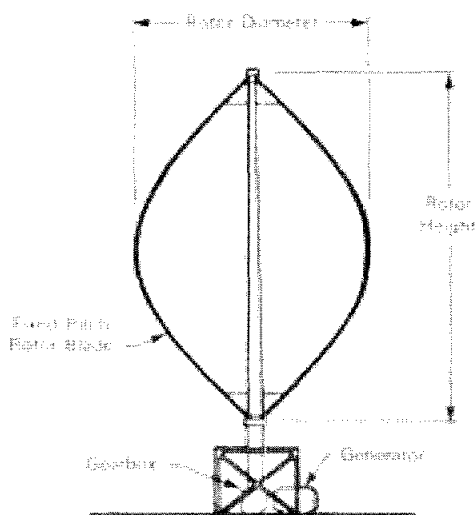
ข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำได้แก่ (1) มีอายุการใช้งานประมาณ 50 ปีขึ้นไป (2) มีประสิทธิภาพในการเดินเครื่องสูงสามารถหยุดและเดินเครื่องได้อย่างฉับพลัน (3) ต้นทุนการผลิตต่ำเพราะใช้น้ำธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงานในการเดินเครื่อง (4) น้ำเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดและมีการหมุนเวียนตามธรรมชาติไม่หมดสิ้น (5) โครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำส่วนใหญ่เป็นโครงการอนกประสงค์ โดยน้ำที่กักเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำนอกจากจะใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าแล้ว ยังใช้ในการชลประทานการบรรเทาอุทกภัย การประมงน้ำจืด การประปา และการคมนาคมทางน้ำ โดยการคมนาคมทางน้ำระยะทางไกลๆ เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าทางบก

ปัญหาและอุปสรรคของการใช้พลังงานน้ำก็คือ การพัฒนาแหล่งพลังงานน้ำต้องใช้เงินลงทุนสูง เนื่องจากต้องเลือกภูมิประเทศที่เหมาะสมเช่น ต้องมีการเปลี่ยนระดับท้องน้ำมากๆ เพื่อให้การสร้างเขื่อนที่

มีความสูงแต่ความยาวไม่มาก ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในป่าหรือช่องเขาแคบๆ ห่างไกลจากชุมชน มักมีปัญหาด้านจัดหาบุคลากรไปปฏิบัติงาน รวมทั้งการซ่อมแซม บำรุงรักษาสิ่งก่อสร้าง และอุปกรณ์ต่างๆ จะไม่ค่อยสะดวกเพราะสถานที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากชุมชน

5. พลังงานลม

เป็นการนำเอาพลังงานลมมาใช้งาน โดยอาศัยกังหันลมเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานจลน์ จากกระแสลมไปเป็นพลังงานกลเพื่อนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า (ภาพที่ 2.33) หรือเพื่อสูบน้ำซึ่งลมเป็นสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติที่ไม่มีต้นทุน แต่กลับทำให้เกิดมูลค่าขึ้นได้ ทั้งนี้ต้องทำให้สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศ ประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานลมค่อนข้างต่ำ เนื่องจากลมไม่แรงมากและลมมาหลายทิศทาง ยกเว้นบางบริเวณเช่น ชายฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน บริเวณเกาะ และที่ราบปากแม่น้ำเจ้าพระยา อาจต้องผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมร่วมกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานรูปแบบอื่นเช่น สร้างโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ การนำพลังงานลมมาประยุกต์ใช้งานในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะคือ กังหันลมเพื่อการสูบน้ำ กังหันลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า และการใช้พลังงานลมเพื่อการระบายอากาศจากหลังคาบ้านเรือน ปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้ติดตั้งสถานีทดลองผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานลมที่แหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต โดยเป็นการทดลองใช้งานและเก็บข้อมูลเพื่อนำไปใช้งานในอนาคต



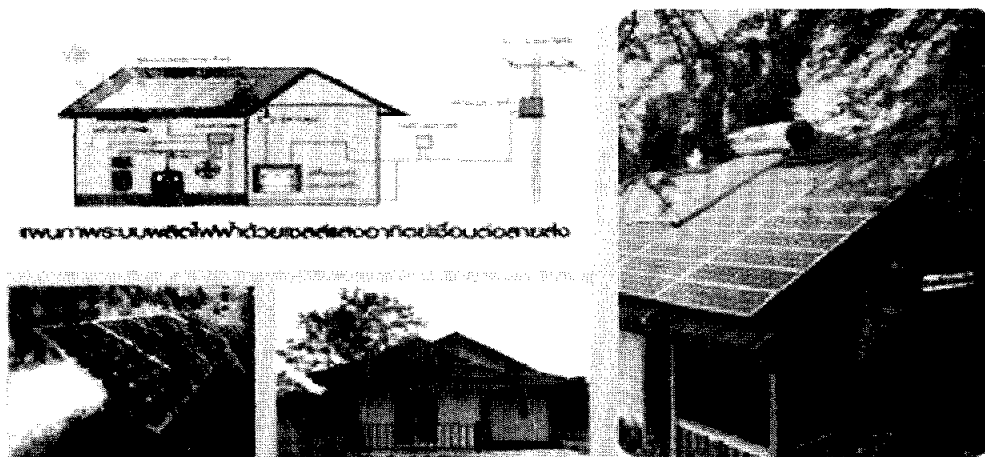
ภาพที่ 2.33 กังหันลมตามแนวแกนนอน

ที่มา : (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)

6. พลังงานแสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) เป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยนำสารกึ่งตัวนำ (semi conductor) เช่น ซิลิคอน ซึ่งมีราคาถูกและมีปริมาณมากที่สุบนพื้นโลก โดยนำมาผ่านกระบวนการเพื่อทำให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และในทันทีที่มีแสงแดดตกกระทบบนแผ่นเซลล์ อนุภาคพลังงานที่เรียกว่าโปรตอน (proton) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (electron) ในสารกึ่งตัวนำ ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกจากแรงดึงดูดของอะตอมและเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่ออิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรง องค์ประกอบหลักของเซลล์แสงอาทิตย์คือ สารกึ่งตัวนำ 2 ชนิดมาต่อกันซึ่งเรียกว่า P-N junction เมื่อแสงแดดตกกระทบบนเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดถ่ายพลังงานให้อะตอมของสารกึ่งตัวนำ ทำให้เกิดอิเล็กตรอนและโฮลส์อิสระไปรออยู่ที่ขั้วต่อ เมื่อมีการเชื่อมกับวงจรภายนอกเช่น เอาหลอดไฟฟ้ามาต่อคร่อมขั้วต่อ จะเกิดการไหลของอิเล็กตรอนส์/โฮลส์ ที่ให้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงอย่างต่อเนื่องกับวงจรภายนอกได้ トラบเท่าที่ยังมีแสงแดดตกกระทบบนเซลล์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีหรือเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อใช้งานในภายหลัง

ไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสตรงต้องนำไปเก็บสะสมในแบตเตอรี่แล้ว เปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับจึงจะใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ได้เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน (ภาพที่ 2.34) เครื่องขยายเสียง ชุดแสงไฟล้อแมลง โทรศัพท์สาธารณะ ชุดกรองน้ำระบบรีเวิร์ส ออสโมซิส เครื่องสูบน้ำ และอุปกรณ์อื่นๆ การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตกระแสไฟฟ้า สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าให้แก่ประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล ซึ่งส่งสายไฟฟ้าเข้าไปไม่ถึง ทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนดีขึ้น และมีการพัฒนามากขึ้น นอกจากการผลิตกระแสไฟฟ้ายังมีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาช่วยในการอบอาหาร คือการทำเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งช่วยในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและทำให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น อุปสรรคในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ก็คือ อุปกรณ์ของเซลล์แสงอาทิตย์มีราคาแพง ทำให้ต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้าสูง ประชาชนยังมีความเข้าใจในเทคโนโลยีนี้ต่ำ และมีปัญหาด้านการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ไปสู่ประชาชน



ภาพที่ 2.34 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

7. พลังงานความร้อนจากเกลบ

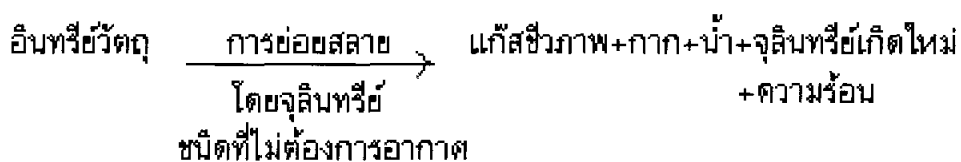
เกลบที่ได้จากโรงสีข้าวสวนจิตรลดาซึ่งมีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จะถูกส่งผ่านไปยังที่พักเกลบ เมื่อที่พักเกลบเต็ม เกลบจะไหลไปเก็บไว้ในไซโล เกลบจากที่พักเกลบจะไหลไปตามท่อลงสู่เครื่องอัดเพื่อทำให้เกลบเป็นแท่ง โดยเกลบถูกขับเคลื่อนด้วยสกรูภายในเครื่อง ซึ่งมีหน้าที่บดเกลบให้ละเอียดและอัดเกลบให้แน่นผ่านกระบอกที่ถูกเผาด้วยเศษเกลบอัดแท่ง ซึ่งจะได้เป็นเกลบแท่งออกมา (ภาพที่ 2.35) ถ่านเกลบมีความร้อนสูงและไม่มีควัน สามารถนำไปใช้แทนถ่านไม้ได้ ดังนั้นการใช้ถ่านเกลบจึงช่วยลดการทำลายป่าไม้ เพิ่มมูลค่าให้เกลบที่ถือว่าไม่มีประโยชน์แล้ว และช่วยลดของเสียจากโรงสีข้าว



ภาพที่ 2.35 ถ่านเกลบ

8. แก๊สชีวภาพ

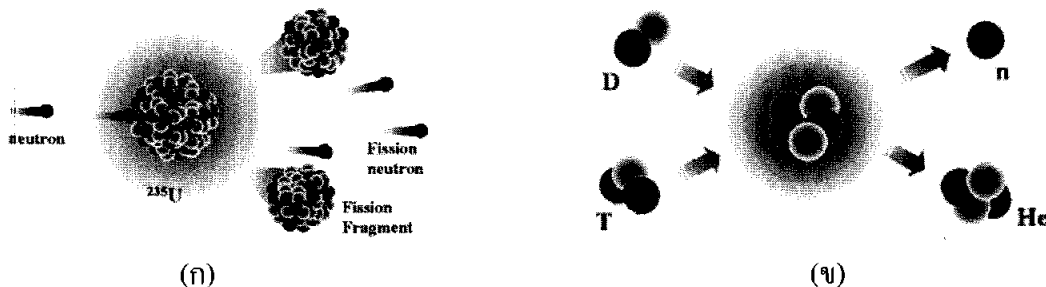
สิ่งปฏิกูลที่เกิดจากครัวเรือนเช่น เศษพืชผัก เศษอาหาร และมูลสัตว์เลี้ยงเช่น ช้าง ม้า วัว ควาย หมู เป็ด ไก่ ฯลฯ ถ้ากำจัดไม่ดีจะเกิดความสกปรก เป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวัน เชื้อโรคและมิกลิ้นเหม็น แต่ถ้ากำจัดด้วยวิธีหมักจะทำให้ได้แก๊สชีวภาพนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนได้ น้ำและกากตะกอนที่เกิดจากการหมัก เมื่อย่อยสลายดีแล้วสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ให้แก่พืชได้อีกด้วย แก๊สชีวภาพเกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุต่างๆ ที่มาจากสิ่งที่มีชีวิตเช่น ซากพืชและสัตว์ โดยเมื่อพืชหรือสัตว์ตายลงจะเกิดการเน่าเปื่อยผุพัง ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นจากจุลินทรีย์บางชนิดในธรรมชาติ มีผลทำให้เกิดเป็นแก๊สชีวภาพ (ภาพที่ 2.36) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนได้เป็นอย่างดีเช่น การหุงต้ม แสงสว่าง และพลังงานความร้อนอื่นๆ จากการทดสอบพบว่าแก๊สชีวภาพมีคุณสมบัติติดไฟได้ง่าย ให้ความร้อนสูงปราศจากกลิ่น ควัน หรือละอองเขม่า ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดีเช่นเดียวกันกับแก๊สหุงต้มที่ขายในท้องตลาด



ภาพที่ 2.36 ปฏิกิริยาการเกิดแก๊สชีวภาพ

9. พลังงานนิวเคลียร์

ตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นพลังงานนิวเคลียร์มี 2 ประเภทคือ พลังงานนิวเคลียร์จากปฏิกิริยาฟิชชัน (fission reaction) และพลังงานนิวเคลียร์จากปฏิกิริยาฟิวชัน (fusion reaction) (ภาพที่ 2.37) โดยพลังงานนิวเคลียร์จากปฏิกิริยาฟิชชันเป็นพลังงานที่เกิดจากนิวตรอนจากแหล่งภายนอกวิ่งไปชนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีหรือธาตุหนัก (ธาตุที่มีน้ำหนักอะตอมสูง) เช่น ยูเรเนียม (^{235}U) หรือพลูโทเนียม (^{239}Pu) ทำให้เกิดการแตกตัวของนิวเคลียส ผลที่ได้จากปฏิกิริยาฟิชชันคือ ธาตุกัมมันตรังสีชนิดใหม่ที่มีน้ำหนักอะตอมเบากว่าเดิม พร้อมกับมีนิวตรอนอิสระเกิดขึ้นจะไปชนกับนิวเคลียสอื่นของธาตุกัมมันตรังสีเกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่และเกิดพลังงานความร้อนจำนวนมากสาถกปลดปล่อยออกมา ซึ่งสามารถนำไปเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้าได้ ส่วนปฏิกิริยาฟิวชันเป็นการรวมตัวของธาตุเบา (ธาตุที่มีน้ำหนักอะตอมต่ำ) เช่น ไฮโดรเจน (^1H) หรือดิวเทอเรียม (^2H ซึ่งเป็นรูปหนึ่งของไฮโดรเจน) และต้องเกิดปฏิกิริยาภายใต้อุณหภูมิสูงมาก (100 ล้านองศาเซลเซียส) ดังเช่นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นบนดวงอาทิตย์ (ชัยวัฒน์ เจนวณิชย์, 2543) ผลที่ได้จากปฏิกิริยาการหลอมรวมคือ ธาตุใหม่ที่มีน้ำหนักอะตอมมากขึ้นมีความเสถียรไม่สลายตัวต่อไปอีก (จึงไม่มีกัมมันตรังสี) และเกิดพลังงานความร้อนปริมาณมหาศาลมากกว่าปฏิกิริยาฟิชชัน (เมื่อเทียบน้ำหนักต่ออะตอมของธาตุ) บางครั้งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถสร้างเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ทนความร้อนสูงเพื่อผลิตพลังงานจากปฏิกิริยาฟิวชันในเชิงพาณิชย์ได้ จึงยังไม่สามารถนำพลังงานจากปฏิกิริยาฟิวชันมาใช้ในทางสันติได้



ภาพที่ 2.37 ปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ก) ปฏิกิริยาฟิชชันของธาตุยูเรเนียม-235

(ข) ปฏิกิริยาฟิวชันของธาตุไฮโดรเจน

ที่มา : (<http://www.nst.or.th/NST Articles Nuclear reaction.htm>)

พลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์จำนวนมากมีทั้งคุณและโทษขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ เช่น นำไปใช้ในทางทำลายโดยการสร้างเป็นระเบิดปรมาณู (atomic bomb) ระเบิดไฮโดรเจน (hydrogen bomb) หรือหัวรบนิวเคลียร์ที่บรรจุในจรวดนำวิถี จะมีอำนาจในการทำลายล้างสูงและมีสารกัมมันตรังสีตกค้างในระบบนิเวศ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ส่วนการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ในทางสร้างสรรค์มีหลายประการเช่น ผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้ขับเคลื่อนเรือ

ค่าน้ำและเรือดักน้ำแข็ง หรือใช้ประโยชน์จากรังสีแอลฟา บีตา แกมมา หรือรังสีเอกซ์ จากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ในทางสันติเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ในหลายด้านเช่น

9.1 ทางกาารแพทย์ งานด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ได้นำสารรังสีหรือรังสีมาใช้เพื่อช่วยในการตรวจวิเคราะห์หรือรักษาโรค สารกัมมันตรังสีที่ใช้ในทางการแพทย์เช่น โคบอลต์-60 ใช้ในการรักษาโรคมะเร็ง ไอโอดีน-131 ใช้ตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคคอพอก เม็ดทองคำ-198 ใช้ในการรักษามะเร็งผิวหนัง รังสีที่ใช้รักษาโรคเช่น รังสีโปรตอนใช้ในการรักษาโรคมะเร็งในระดับตื้นของร่างกาย (เช่น ลูกตา) หรือรังสีนิวตรอนใช้ในการรักษาโรคมะเร็งและเนื้องอกในส่วนลึกของร่างกาย หรือใช้รังสีแกมมาเพื่อฆ่าเชื้อในเครื่องมือเวชภัณฑ์ (สุวพันธ์ นิลาชน และคุณิณี นิลาชน, 2539)

9.2 ด้านอุตสาหกรรม มีการใช้สารกัมมันตรังสีและเทคนิคทางรังสีในทางอุตสาหกรรม ซึ่งเรียกว่าเทคนิคเชิงนิวเคลียร์ ซึ่งถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเช่น รังสีแกมมาถูกนำไปใช้ในการผลิตไม้อัดแผ่นเรียบเพื่อตรวจสอบระดับความชื้นในหม้อหนึ่งภายใต้ความดันสูง หรือใช้วัดระดับสารเคมีต่างๆ ในโรงงานผลิตเส้นใยสังเคราะห์ รังสีนิวตรอนใช้ในการสำรวจหาแหล่งน้ำมันใต้ดิน ความชื้นใต้ดิน วัดความหนาแน่นในการดูดซับแร่ในทะเลเพื่อคำนวณหาปริมาณแร่ทีุ่ดผ่าน การวัดและควบคุมความหนาแน่นของน้ำโคลนที่จะใช้ในการขุดเจาะอุโมงค์ส่งน้ำใต้ดิน เป็นต้น

9.3 ทางเกษตรกรรม เทคโนโลยีนิวเคลียร์ถูกนำมาใช้เพื่อส่งเสริมการเกษตร เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลิตผล เช่น การใช้รังสีเพื่อศึกษาการดูดซึมแร่ธาตุและปุ๋ยของพืชเพื่อปรับปรุงการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ การฉายรังสีแกมมาเพื่อฆ่าแมลงและไข่ในเมล็ดพืชที่เก็บไว้ในยุ้งฉางและภายหลังจากบรรจุในภาชนะเพื่อการส่งออกจำหน่าย การฉายรังสีในพืชเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม เช่น การฉายรังสีข้าวขาวมะลิ 105 จะได้ข้าวพันธุ์ กข15 ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าและสามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วขึ้น การฉายรังสีข้าวขาวมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าให้กลายพันธุ์เป็นข้าวเหนียวที่มีกลิ่นหอมเหมือนข้าวขาวมะลิ การฉายรังสีในเมล็ดปอแก้วทำให้ได้พันธุ์ที่มีความทนทานต่อโรคโคนเน่า การฉายรังสีในเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีความทนทานต่อโรคราสนิม นอกจากนี้ยังสามารถใช้เทคนิคทางรังสีเพื่อขยายพันธุ์สัตว์เลี้ยง และการเพิ่มอาหารนม อาหารเนื้อในโคและกระบือ

9.4 ด้านอาหาร อาหารที่ผ่านกระบวนการฉายรังสีด้วยปริมาณรังสีที่เหมาะสม ซึ่งไม่ก่อให้เกิดสารกัมมันตรังสี หรือมีรังสีตกค้างแต่ประการใดจึงไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค อาหารที่ผ่านการฉายรังสีเพื่อการพาณิชย์ภายในประเทศจะต้องมีฉลากแสดงข้อความ และเครื่องหมายว่าผ่านการฉายรังสีแล้ว พร้อมทั้งระบุวัตถุประสงค์ของการฉายรังสี ชื่อ ที่ตั้งของผู้ผลิต ผู้ฉายรังสี และวันเดือนปีที่ฉายรังสี การถนอมเนื้อสัตว์ พืชผัก และผลไม้ โดยการฉายรังสีเพื่อเก็บไว้ได้นานขึ้น ก่อให้เกิดประโยชน์ในการขนส่งระยะทางไกล และการเก็บอาหารไว้บริโภคนอกฤดูกาล

9.5 ด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานนิวเคลียร์มีส่วนเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม 2 ด้านคือ ด้านการรักษาและพัฒนาสภาพของสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นเช่น การใช้รังสีแกมมาฆ่าเชื้อโรค ในขยะและน้ำทิ้งชุมชน

และโรงพยาบาล การใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์วิเคราะห์สารพิษในดิน พืช อากาศ น้ำ และอาหาร การใช้เทคนิคสารติดตามทางรังสีศึกษามลภาวะในสิ่งแวดล้อม การใช้รังสีอิเล็กทรอนิกส์ในการกำจัดแก๊สอันตราย (SO_2 และ NO_2) จากปล่องควันโรงงานอุตสาหกรรม และการเผาถ่านหิน เป็นต้น อีกด้านหนึ่งคือ การตรวจตราและควบคุมปริมาณรังสีที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น (สุวพันธุ์ นิลาชน และคุณิย์ นิลาชน, 2539)

การนำพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานิวเคลียร์มาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้ามีข้อดีคือช่วยลดมลพิษทางอากาศเนื่องจากไม่มีการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศ ส่วนอุปสรรคก็คือต้องใช้เงินลงทุนสูงในการก่อสร้างโรงไฟฟ้า แต่ต้นทุนด้านเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะต่ำกว่าการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล นอกจากนี้อาจมีปัญหาที่อาจเกิดจากการรั่วไหลของธาตุกัมมันตรังสีได้ ดังนั้นจึงต้องมีเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมป้องกันการรั่วไหลของธาตุกัมมันตรังสี และต้องมีมาตรการในการควบคุมการกำจัดกากนิวเคลียร์ไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสารเหล่านี้มีค่าทางรังสีสูงมากและคงสภาพได้นานเป็นพันๆ ล้านปี (<http://www.egat.or.th/me/nuc/Knowledge/nuceng.html>)

เทคโนโลยีอวกาศ

เทคโนโลยีอวกาศเป็นการสำรวจสิ่งต่างๆ ที่อยู่นอกโลกและรวมถึงการสำรวจโลกด้วย ปัจจุบันเทคโนโลยีอวกาศพัฒนาไปมากทำให้ได้รับความรู้ใหม่ๆ มากขึ้น องค์การที่มีส่วนในการพัฒนาทางด้านนี้เป็นอย่างมากคือองค์การนาซ่าของสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้จัดทำหลายโครงการเช่นการสำรวจดวงจันทร์ ดาวอังคาร ศึกษาดวงอาทิตย์และสิ่งต่างๆ ในจักรวาล ประโยชน์จากเทคโนโลยีอวกาศมีหลายด้านเช่น การสื่อสารผ่านดาวเทียมซึ่งทำให้การสื่อสารในปัจจุบันทำได้อย่างรวดเร็ว การใช้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโลก และการใช้ดาวเทียมในการพยากรณ์อากาศซึ่งทำให้มนุษย์สามารถมีเวลาเตรียมตัวสำหรับการเผชิญกับภัยธรรมชาติ

การสำรวจอวกาศเริ่มขึ้นเมื่อมีการสร้างกล้องโทรทรรศน์โดยกาลิเลโอเพื่อใช้ดูดาวและเป็นผู้ค้นพบดวงจันทร์ 4 ดวงของดาวพฤหัสบดี กล้องโทรทรรศน์ที่กาลิเลโอสร้างขึ้นเป็นแบบชนิดหักเหแสงซึ่งเป็นก้าวแรกของการเริ่มต้นโครงการสำรวจอวกาศ ต่อมาสหภาพโซเวียตซึ่งเป็นชาติแรกที่ส่งดาวเทียม (สปุตนิก 1) ขึ้นไปโคจรรอบโลก และต่อมาสหรัฐอเมริกาได้ส่งดาวเทียม (เอ็กซพลอเรอร์ 1) ขึ้นไปโคจรรอบโลกเป็นชาติที่สอง และเป็นจุดเริ่มต้นของการแข่งขันทางด้านอวกาศ อุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการสำรวจอวกาศได้แก่

1. จรวด

เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนไปข้างหน้า และมีเชื้อเพลิงบรรจุอยู่ภายในลำตัวของจรวด ขณะที่เชื้อเพลิงเผาไหม้จะทำให้จรวดเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ในยุคแรกใช้ดินปืนเป็นเชื้อเพลิง ต่อมา

ใช้เชื้อเพลิงเหลวและออกซิเจนโดยการเผาไหม้เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ของจรวด ในช่วง พ.ศ. 2473-2482 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้เสนอแนวคิดให้มีการสร้างจรวดแบบหลายตอนโดยแต่ละตอนต่อกันและให้จรวดทีละตอนทำให้จรวดสามารถไปได้ไกลด้วยความเร็วสูง

2. ดาวเทียม

เป็นอุปกรณ์ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อให้โคจรรอบโลก คล้ายกับดวงจันทร์ที่โคจรรอบโลก ดาวเทียมประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือสื่อสารหลายชนิด เพื่อทำการสื่อสารและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโลก ดวงดาว และอวกาศ แล้วส่งข้อมูลกลับมายังศูนย์ควบคุมบนพื้นโลก ดาวเทียมใช้กระแสไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่าแผง โซลาร์เซลล์ ปัจจุบันมีดาวเทียมโคจรรอบโลกนับพันดวง มีทั้งที่ยังใช้งานอยู่และหมดอายุการใช้งานแล้ว ดาวเทียมมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน มีการติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณวิทยุและเครื่องส่งสัญญาณวิทยุภาพเอาไว้ ประเทศไทยให้บริการผ่านดาวเทียม 3 ระบบด้วยกันดังนี้

2.1 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เป็นดาวเทียมที่ใช้ในการพยากรณ์สภาพอากาศเช่น ดาวเทียม โนอา-12 ของสหรัฐอเมริกาและดาวเทียมจีเอ็มเอส-3 ของญี่ปุ่น ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาสามารถตรวจจับความร้อนและการแผ่รังสีจากพื้นดิน เมฆ และทะเล สามารถบันทึกภาพกลุ่มเมฆและติดตามความแปรปรวนของอากาศได้

2.2 ดาวเทียมสื่อสาร เป็นดาวเทียมที่ใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม ประเทศไทยให้บริการดาวเทียมอินเทลแซต (INTELSAT) ซึ่งประเทศไทยเข้าเป็นสมาชิกขององค์การโทรคมนาคมดาวเทียมระหว่างประเทศเมื่อ พ.ศ. 2509 ในช่วงพ.ศ. 2534-2548 บริษัทชินแซทเทลไลท์ จำกัด (มหาชน) ได้ส่งดาวเทียม “ไทยคม (THAICOM) มาจากคำว่า Thai Communications หรือ “ไทยคมนาคม” 4 ดวงเข้าสู่วงโคจรของโลกคือ ไทยคม 1A ไทยคม 2 ไทยคม 3 และไทยคม 4 โดยดาวเทียมไทยคม 4 (ไอพีสตาร์) เข้าประจำตำแหน่ง 120 องศาตะวันออกเพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้ดาวเทียม มีสมรรถนะในการส่งสัญญาณ 45 กิกะบิตต่อวินาที ให้บริการครอบคลุมพื้นที่เอเชียและแปซิฟิก โดยบริการรับ-ส่งสัญญาณดิจิทัลความเร็วสูงในรูปแบบอินเตอร์เน็ตโปรโตคอล สามารถรับส่งสัญญาณได้ทั้งข้อมูล ภาพ และเสียงในเวลาเดียวกัน

2.3 ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เป็นดาวเทียมที่ใช้สำรวจพื้นผิวโลกที่เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติเช่น สำรวจแหล่งน้ำมัน พื้นที่ทะเล และลักษณะทางกายภาพของโลก

3. ยานอวกาศ

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญมากที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเดินทางไปสำรวจ อวกาศ โดยแบ่งประเภทของยานอวกาศไว้เป็น 2 ประเภทคือ

3.1 ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ขับเคลื่อน ยานประเภทนี้จะถูกมนุษย์ควบคุมด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากศูนย์ควบคุมภาคพื้นผิวโลก การส่งยานอวกาศขึ้นสู่อวกาศจะไม่มีมนุษย์เดินทางไปด้วย เช่น ยานไพโอเนียร์ ยานมาริเนอร์ และยานไวกิง

3.2 ยานอวกาศที่มีมนุษย์ขับเคลื่อน ยานประเภทนี้จำเป็นต้องมีมนุษย์เป็นผู้ควบคุมในการเดินทางสู่อวกาศไปพร้อมกับยานเช่น ยานเมอร์คิวรี และยานอะพอลโล

4. กระสวยอวกาศ

เป็นยานอวกาศแบบใหม่ที่มีระบบขับเคลื่อนด้วยจรวด เมื่อกระสวยอวกาศอยู่ในอวกาศจะเคลื่อนที่เหมือนยานอวกาศ การเดินทางกลับสู่พื้นโลกจะใช้วิธีการเช่นเดียวกับการร่อนลงของเครื่องบิน ลักษณะเด่นของกระสวยอวกาศคือ สามารถนำมาซ่อมแซมเพื่อนำไปใช้งานใหม่ได้เช่น กระสวยอวกาศดิสคอฟเวอรี กระสวยอวกาศโคลัมเบีย และกระสวยอวกาศชาเลนเจอร์

5. สถานีอวกาศ

เป็นที่อยู่และที่ทำงานนอกโลกของมนุษย์อวกาศ ซึ่งสถานีอวกาศจะโคจรรอบโลกเช่น สถานีอวกาศซัลยุท 1 สถานีอวกาศสกายแลบ และสถานีอวกาศเมียร์ นักวิทยาศาสตร์ใช้สถานีอวกาศเป็นสถานที่ทำการทดลอง ซึ่งการปฏิบัติงานทำได้ยากลำบากกว่าบนโลก เนื่องจากสภาพไร้น้ำหนักเป็นอุปสรรคในการทำงาน นอกจากนี้สถานีอวกาศยังเป็นสถานที่วิจัยทางด้านการใช้ชีวิตในอวกาศ การสำรวจวัตถุในอวกาศ และดวงดาว

สรุป

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้มีการพัฒนาคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิต เทคโนโลยีได้เข้ามาช่วยเสริมสร้างปัจจัยพื้นฐานการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดีเช่น มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างที่พักอาศัยที่มีคุณภาพดี สามารถผลิตสินค้าได้ปริมาณมากคุณภาพดี และราคาถูกลง การติดต่อสื่อสารระหว่างกันทำได้สะดวก สามารถติดต่อรับข่าวสารได้ตลอดเวลา และสามารถให้บริการด้านต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ได้มากขึ้น ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญมากในการดำรงชีวิต ดังนั้นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการใช้งานอย่างชาญฉลาดและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งปัจจุบันประเทศไทยพยายามคิดค้นพัฒนาพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพเช่น การใช้แอลบ กากอ้อย ชีวมวล ไบโอดีเซล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม เป็นต้น มาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อลดการนำเข้าน้ำมัน ลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ เสริมสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานให้แก่ประเทศ และมีส่วนช่วยอนุรักษ์สภาพแวดล้อมซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- เกษตรศาสตร์. (2549). **การปลูกและใช้ประโยชน์จากสบู่ดำ**. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 74 ISBN 974-537-846-1
- กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. (มปป.). **แผนอนุรักษ์พลังงาน และแนวทาง หลักเกณฑ์ เงื่อนไข และลำดับความสำคัญของการใช้จ่ายเงิน ระยะที่ 3 ในช่วงปี 2548-2554**. มปท.
- คณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร. (2545). **พลังงานทดแทน เอทานอล และไบโอดีเซล**. กรุงเทพฯ: เปส น พรีนติ้ง.
- ชัยวัฒน์ เจนวานิชย์. (2543). **พจนานุกรมเคมี** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอ เอส พรีนติ้ง เฮาส์.
- ครอง มณีวัฒนา. (2550). **สเต็มเซลล์**. กรุงเทพฯ: ศูนย์สุขภาพกรุงเทพ โรงพยาบาลเอกอุดร.
- ทศนา คำรหัสมกุล. (2546). **พลังงานลม**. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำนักส่งเสริมและฝึกอบรมกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิสา บุตรดา. (2546). **วิทยาศาสตร์เพื่อประชาชน** (เล่มที่ 26). กรุงเทพฯ: ส.นิเวการพิมพ์.
- พุทธิพงษ์ จิตรปฏิมา. (2545). **วิทยาการเปลี่ยนชีวิต: ขุดเปิดโลกอนาคตด้วยเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: นามมีบุ๊ค
- พิสมัย เจนวนิชย์กุล. (2544). **ไบโอดีเซล : พลังงานทางเลือก? วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 16 (3): 3-13**.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. (2547). **วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อชีวิต** (หน่วยที่ 6-10). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช.
- ยอดหทัย เทพรานนท์ และประมวธ ตั้งบริบูรณ์รัตน์. (2545). **นาโนเทคโนโลยีเทคโนโลยีซูเปอร์จิ๋ว**.
- วรวิมล เจริญศิริ. (2550). **สเต็มเซลล์**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ข้อมูลสุขภาพกรุงเทพ.
- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2547). **สถานภาพปัจจุบันและข้อเสนอสู่ออนาคตด้านเชื้อเพลิง และเทคโนโลยีเชื้อเพลิงของประเทศไทย**. มปท.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหิดล. (2548). **DNA Cloning เทคนิคพื้นฐานที่มีใหม่ควรรู้**. นครปฐม : มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2544). **วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน: เทคโนโลยีชีวภาพใกล้ตัว 1**. กรุงเทพฯ: สุริยวัฒน์.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2546). **ประวัติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- สิริพัฒน์ ประโทนเทพ. (2548). <http://www.vcharkarn.com/>

สุวพันธุ์ นิลายนต์ และคุณิย์ นิลายน. (2539). พลังงานนิวเคลียร์และพัฒนาการในประเทศไทย.
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ เมษินทรีย์. (2549). จุดเปลี่ยนประเทศไทย เศรษฐกิจพอเพียงในกระแสโลกาภิวัตน์. กรุงเทพฯ :
สยาม เอ็ม แอนด์ บี.

สุระ พัฒนเกียรติ. (2546). ระบบภูมิสารสนเทศในทางนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: ยูไนเต็ค โปร
ดักชั่น.

สุระ พัฒนเกียรติ. (มปป.). หลักเบื้องต้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. มปท.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2547). เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร
การจัดการทรัพยากรธรรมชาติด้วยข้อมูลภูมิสารสนเทศ วันที่ 7-15 มิถุนายน. กรุงเทพฯ:
มปท.

ธีรภัทร ศรีนรุตตร. (2543). เชื้อเพลิงเอทานอลจากวัชสุการเกษตร: แหล่งพัฒนาทางเลือกใหม่ของคนไทย.
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 15 (3) : 5-8.

พิมพ์ร แจ้งพลอย. (2546). แนวทางวิจัยด้านพลังงานน้ำขนาดเล็ก. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า
ธนบุรี.

อาสาฬห์ จิตรแจ่ม และเอกฉนัย กอกิมพงษ์. (2547). กรอบนโยบายเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพของ
ประเทศ. วารสาร LAB. TODAY 3(19): 68- 73.

Schmidt, D. R.(2003). **Pocket guide to biotechnology and genetic engineering**. Germany:Wiley-VCH.

<http://www.cartage.org.lb/.../imageJA2.JPG>

<http://www.doae.go.th>

<http://www.egat.or.th/me/nuc/Knowledge/nuceng.html>

<http://www.eppo.go.th>

<http://www.ptt.co.th>

http://futurethai.blogspot.com/2006/02/blog-post_114000654996919358.html

<http://www.gisthai.org/about-gps/benefit.html>

<http://www.gisthai.org/about-gps/gps.html>

<http://www.manager.co.th/CyberBiz/ViewNews.aspx?NewsID=9490000100981>

<http://www.nsm.or.th/modules.php?name=News&file=article&sid=244>

http://www.police4.go.th/info_a/showpage.php?info_id=00524 ผู้จัดการออนไลน์ 20 มีนาคม

http://www.siamgps.co.th/News_2.html

<http://www.Smallgps.com>

http://www.mrpalm.com/content/picdata/517_01_06.jpg

<http://www.manager.co.th/cyberbiz/viewNews.aspx?newsid=9500000016370>

<http://www.dede.go.th>

<http://www.egat.co.th> , www.se-ed.net

<http://www.nlt.go.th>

<http://www.bangchak.co.th>

บทที่ 3

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม

มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว แล้วนำสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวมาประดิษฐ์เป็นสิ่งต่างๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต เริ่มจากการสร้างอาวุธจากหินเพื่อใช้ในการล่าสัตว์ และสั่งสมความรู้เรื่อยมาทำให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเกิดเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย วัตถุประสงค์ของการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ก็เพื่อทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และคุณภาพชีวิตของมนุษย์ เทคโนโลยีถูกนำมาใช้เพื่อการเปลี่ยนแปลงรูปทรัพยากรให้เป็นสิ่งของและบริการ เพื่อเอื้อประโยชน์ต่อมนุษย์ ในขณะเดียวกันก็เกิดของเสียจากการใช้เทคโนโลยีอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การใช้เทคโนโลยีที่คำนึงถึงแต่ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียว ได้ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีให้ผลทั้งในทางบวกและทางลบ

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในหลายด้านดังนี้

1. สิ่งแวดล้อมมีบทบาทต่อการสร้างเทคโนโลยี

สภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นมีความแตกต่างกันทั้งด้านกายภาพและชีวภาพ สำหรับทางด้านกายภาพเช่น ทรัพยากรธรรมชาติ ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ศิลปะ ประเพณี วัฒนธรรม ฯลฯ ส่วนทางด้านชีวภาพ ได้แก่ ความหลากหลายของพืช สัตว์และจุลินทรีย์ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ส่งผลถึงการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนั้นสิ่งแวดล้อมจึงเป็นตัวกำหนดลักษณะของเทคโนโลยี และส่งผลให้มนุษย์เป็นผู้คิดค้นสร้างเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่น ดังตัวอย่างเช่น

1.1 ที่อยู่อาศัย ลักษณะของบ้านไทยในอดีตสร้างด้วยวัสดุที่หาได้ง่ายในแต่ละท้องถิ่นเช่น ไม้ไผ่ หรือไม้เนื้อแข็ง ส่วนหลังคาบ้านใช้หญ้าคาหรือแฝก ทางภาคเหนือใช้ใบพลวงหรือใบตองตึงมุงหลังคาบ้าน ได้ถุนบ้านยกสูงเพื่อให้เหมาะกับสภาพอากาศของเมืองร้อนและฤดูน้ำหลาก หรือสร้างบ้านแบบเรือนแพเพื่อลอยขึ้นลงตามกระแสน้ำได้ ในปัจจุบันไม้มีปริมาณลดลง สภาพแวดล้อมและค่านิยมของคนไทยเปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งได้รับวัฒนธรรมการสร้างบ้านแบบตะวันตกจึงมีการนำวัสดุที่ทำขึ้นจากเทคโนโลยีสมัยใหม่ซึ่งหาได้ง่ายและราคาถูกเช่น อิฐบล็อก ปูนซีเมนต์ สังกะสี กระเบื้องมุงหลังคาใช้ในการสร้างบ้าน รวมทั้งรูปแบบโครงสร้างของบ้านได้เปลี่ยนแปลงไป ทำให้การสร้างบ้านแบบเดิมลดจำนวนลง มีการใช้พลังงานมากขึ้นเพื่อทำความเย็น (เช่น ใช้พัดลมและเครื่องปรับอากาศ) ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างบ้านแบบตะวันตกไม่เอื้อต่อการระบายความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้รัฐบาลต้องจัดหาพลังงานในปริมาณสูง จึงเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติ (เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ) เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับในประเทศญี่ปุ่นซึ่งเกิดแผ่นดินไหว

อยู่เสมอจึงออกแบบการก่อสร้างอาคารให้มีฐานที่มั่นคงแข็งแรง จนกระทั่งเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีในการสร้างอาคารที่ต้านทานต่อแผ่นดินไหว

1.2 เกษตรกรรม ในอดีตการเกษตรของประเทศไทยเป็นการผลิตแบบพอเพียงเพื่อใช้บริโภคภายในครัวเรือน มีการใช้ภูมิปัญญาและเทคโนโลยีง่ายๆ เช่น ใช้แรงงานคน สัตว์ คันไถ และคราด ต่อมาสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยเปลี่ยนแปลงไป ประชาชนมีความต้องการสิ่งจำเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตมากขึ้น การผลิตจึงได้เปลี่ยนแปลงรูปแบบไปจากเดิมโดยเป็นการผลิตเพื่อการค้ามากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรต้องการเพิ่มปริมาณผลผลิตและมูลค่าผลผลิต จึงจำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีทางการเกษตรที่ทันสมัยและมีความซับซ้อนมากขึ้นเช่น มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์เพื่อให้เกิดผลผลิตทางการเกษตร การแปรรูปและการจัดจำหน่าย มีการใช้รถไถ มีการประดิษฐ์เครื่องจักรกลทางการเกษตรและอุปกรณ์เสริมต่างๆ (เช่น จานไถ จอบหมุนสำหรับขยี้ดิน เครื่องหยอดเมล็ด รถแทรกเตอร์ และเครื่องกะเทาะเมล็ด) ประเทศอิสราเอลมีสภาพพื้นที่แห้งแล้งส่วนใหญ่เป็นทะเลทรายและขาดแคลนน้ำจึงได้พัฒนาเทคโนโลยีให้น้ำพืชด้วยระบบน้ำหยด ส่วนประเทศที่มีพื้นที่เพาะปลูกน้อย (เช่น สิงคโปร์) หรือผู้ที่มีพื้นที่น้อยแต่ต้องการเพาะปลูกจะนิยมปลูกพืชไร้ดินซึ่งมีหลายวิธีเช่น การใช้ทราย หิน กรวด ขี้เถ้าแกลบ ขุยมะพร้าว หรือนำวัสดุหลายชนิดมาผสมกันเป็นวัสดุเพาะปลูก แต่วิธีปลูกพืชไร้ดินที่นิยมมากที่สุดก็คือ การปลูกแบบไฮโดรโปนิก (hydroponic) ซึ่งเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้รากพืชแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช (มสร., 2547)

2. เทคโนโลยีมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม

เทคโนโลยีที่มนุษย์นำมาใช้มีผลทำให้สภาพแวดล้อมรอบตัวผู้ใช้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรง (เช่น การทำเหมืองแร่ และการจับสัตว์น้ำ) หรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางอ้อมซึ่งเห็นผลไม่ชัดเจนเช่น การทำลายปะการังมีส่วนทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น เพราะไม่มีผู้ทำหน้าที่ช่วยลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรในดำรงชีวิตมากขึ้น การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นไปอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์เช่น มีการใช้ปุ๋ยเคมี ยากำจัดศัตรูพืช สารโหมพืช และสารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มและรักษาผลผลิตทางการเกษตร สารเหล่านี้เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และสารบางชนิดมีฤทธิ์ตกค้างในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลายาวนาน (เช่น ยาฆ่าแมลง) และทำให้ขาดความสมดุลของระบบนิเวศ ในบริเวณที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น หรือมีโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากจะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม (น้ำเสีย อากาศเป็นพิษ ขยะมูลฝอย และอื่นๆ) ถ้าหากไม่มีการกำจัดของเสียหรือขาดการจัดการที่มีประสิทธิภาพจะส่งผลทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมลงและเกิดภาวะมลพิษได้

เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อคุณภาพชีวิต

เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมหมายถึงการเกี่ยวข้องกับสิ่งทั้งหลายทั้งปวงให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์เพื่อประโยชน์ของชีวิต เป็นความรู้และศิลปะวิทยาการในการดำรงชีวิตอยู่อย่างเหมาะสมในสภาพแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปจากการกระทำของธรรมชาติและเนื่องมาจากผลของการใช้เทคโนโลยี เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยกระบวนการติดตาม ตรวจสอบ เฝ้าระวัง ประเมินผลกระทบ และกระบวนการบำบัดภาวะมลพิษ ทั้งปัญหาและสาเหตุ รวมทั้งการจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ (เกษม จันทร์แก้ว, 2543ก) ผลจากการจากใช้เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมหรือใช้เทคโนโลยีเกินขอบเขตความสามารถที่สิ่งแวดล้อมรองรับได้ จะทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมลงและส่งผลกระทบย้อนกลับมาทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ด้อยลง ดังนั้นจึงเป็นเหตุให้มนุษย์ต้องคิดค้นเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมขึ้นมาเพื่อใช้บำบัดกำจัดมลพิษ ติดตามตรวจสอบเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม และประเมินผลกระทบจากการดำเนินโครงการพัฒนาต่างๆ ทั้งนี้เพื่อฟื้นฟูสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้นดังเดิมหรือใกล้เคียงกับของเดิมให้มากที่สุด

1. เทคโนโลยีในการป้องกันมลพิษ

การป้องกันมลพิษเป็นกระบวนการกระทำเพื่อลดหรือกำจัดการเกิดมลพิษและของเสียที่จุดกำเนิด ลดการใช้สารที่เป็นอันตรายและสารที่ไม่เป็นอันตราย ลดการใช้พลังงาน และทรัพยากรอื่นๆ ซึ่งรวมถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติหรือการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม(กรมควบคุมมลพิษ, มปป.) การป้องกันมลพิษที่แหล่งกำเนิดที่เป็นรูปธรรมได้แก่ การใช้เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology: CT) หรือการผลิตที่สะอาดขึ้น (Cleaner Production: CP) และเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology: AT)

1.1 เทคโนโลยีสะอาด เป็นเทคโนโลยีการผลิตเชิงอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้วัตถุดิบและพลังงานในการผลิต ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ บริการและกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดของเสียที่แหล่งกำเนิด เป็นการลดภาระในการกำจัดของเสีย เพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และช่วยสร้างภาพพจน์ที่ดีให้แก่ผู้ประกอบการ นอกจากนี้ยังเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการก้าวไปสู่มาตรฐานอุตสาหกรรม ISO 14000 ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในเวทีการค้าของโลกในยุคปัจจุบัน ประโยชน์ของเทคโนโลยีสะอาดมีหลายด้านทั้งต่อมนุษย์ สังคม สิ่งแวดล้อม ชุมชน อุตสาหกรรม และรัฐบาล การนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันจะทำให้ประชาชนมีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ปลอดภัยจากสารพิษต่างๆ และมีสุขภาพจิตที่ดี เนื่องจากมีสารพิษที่ปล่อยออกสู่ธรรมชาติและตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยลง ทำให้คุณภาพของสภาพแวดล้อมดีขึ้น อีกทั้งยังประหยัดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล มีการจัดสรรเพื่อใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างเทคโนโลยีสะอาดเช่น การนำเอาของเสียกลับมาใช้ใหม่โดยกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่และใช้ซ้ำ ซึ่งช่วยประหยัดวัตถุดิบ น้ำ พลังงาน และลดการเกิดมลพิษ หลักการที่สำคัญของเทคโนโลยีสะอาดคือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด ซึ่งถ้ายังมีของเสียเกิดขึ้น

ต้องพยายามนำของเสียเหล่านั้นกลับมาใช้ซ้ำ (reuse) หรือการแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ (recycle) เพื่อให้มีของเสียที่ต้องนำไปบำบัดหรือกำจัดให้น้อยที่สุด

1.2 เทคโนโลยีที่เหมาะสม เป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ มากที่สุด สอดคล้องกับความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม สภาพสังคม วัฒนธรรม และสภาพเศรษฐกิจของผู้ใช้ (ศิริ ฮามสุโพธิ์, 2536) เทคโนโลยีที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย แต่เนื่องจากขีดความสามารถของเทคโนโลยีกับศักยภาพของผู้ใช้เทคโนโลยีไม่สอดคล้องกัน จึงทำให้ประสบปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม ดังนั้นจึงต้องสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการพัฒนาประเทศเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน แหล่งที่มาของเทคโนโลยีที่เหมาะสมเช่น เทคโนโลยีพื้นบ้านซึ่งเป็นภูมิปัญญาของชาวบ้านคิดค้นขึ้นมาเองแต่ดั้งเดิม การพัฒนาเทคโนโลยีที่มีอยู่ในประเทศ การปรับปรุงเทคโนโลยีที่มีอยู่ และรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมาจากต่างประเทศในลักษณะต่างๆ การพิจารณาว่าเทคโนโลยีที่นำมาใช้เป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมหรือไม่เหมาะสมพิจารณาได้จาก (1) ไม่ทำลายระบบนิเวศหรือทำให้การดำรงชีวิตของชุมชนเสียสมดุล (2) ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น (3) ผู้ใช้เทคโนโลยีมีความรู้ มีความเข้าใจ สามารถบริหารจัดการเทคโนโลยีนั้นได้ด้วยตนเองเช่น การบำรุงรักษาและซ่อมแซม (4) มีวิธีการใช้งานง่าย ใช้ระยะเวลาฝึกฝนสั้น (5) มีราคาถูก ประหยัด ต้นทุนการผลิตต่ำ และให้ผลประโยชน์คุ้มค่า (6) ใช้แรงงานคนมากกว่าเครื่องจักร

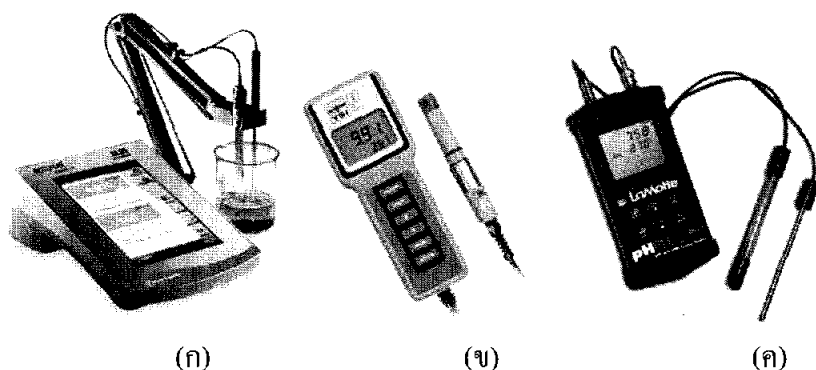
2. เทคโนโลยีในการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องมือเพื่อใช้ตรวจวัดความเปลี่ยนแปลงหรือบ่งบอกสถานภาพของสภาวะแวดล้อม (เช่น น้ำ อากาศ เสียง และอาหาร) ข้อมูลที่ได้จากการวัดจะนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกัน เฝ้าระวังสภาพแวดล้อมหรือแก้ไขปัญหาพิพาทที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการควบคุมรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน ตัวอย่างเทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้แก่ คุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ คุณภาพเสียง และความเป็นพิษของอาหาร

2.1 เทคโนโลยีในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ องค์การอนามัยโลกได้กำหนดให้น้ำดื่มควรมีช่วงพีเอช (หรือความเป็นกรด-เบส) อยู่ระหว่าง 6.8-7.3 น้ำที่มีความเป็นกรดสูง (พีเอชต่ำกว่า 7.0) หรือความเป็นเบสสูง (พีเอชสูงกว่า 7.0) มักใช้ประโยชน์ในการเป็นน้ำดื่มได้น้อย เนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ส่วนน้ำที่เหมาะสมสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมควรมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6-8 เนื่องจากน้ำที่มีพีเอชต่ำจนเกินไปอาจกัดกร่อนท่อโลหะต่างๆ ได้ (พิมล เรียงวัฒนา และคณะ, 2539) ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำที่ใช้ในกิจกรรมการผลิต น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค หรือการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงาน โดยก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะจะต้องมีการวัดค่าพีเอชของน้ำ ซึ่งสามารถทำได้โดยการเทียบสีและการใช้เครื่องวัดพีเอช (pH meter)

2.1.1 การวัดค่าพีเอชโดยวิธีการเทียบสี การเทียบสีเป็นวิธีการที่ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย เหมาะกับน้ำที่สะอาด ไม่มีสิ่งขัดขวางการวัดสี (เช่น สีของน้ำ ตะกอน หรือความขุ่น) ค่าพีเอชที่วัดได้ไม่ละเอียด และไม่เที่ยงตรงมากนัก วิธีการนี้ทำได้โดยการหยดอินดิเคเตอร์ (สารละลายที่มีสีหนึ่งในสารละลายกรด และจะเปลี่ยนเป็นอีกสีหนึ่งเมื่ออยู่ในสารละลายเบส) ลงในน้ำที่ต้องการวัดค่าพีเอช อินดิเคเตอร์มีอยู่หลายชนิดแต่ละชนิดมีสีและช่วงการเปลี่ยนสีที่แตกต่างกัน ดังนั้น ถ้าไม่ทราบค่าพีเอชของน้ำอย่างคร่าวๆ ก่อน อาจจะทำให้เลือกใช้อินดิเคเตอร์ไม่ถูกต้องซึ่งจะทำให้เสียเวลา นอกจากนี้มีผู้ผลิตกระดาษวัดพีเอช ซึ่งเป็นแถบกระดาษชิ้นเล็กๆ สำหรับจุ่มในน้ำ สีของกระดาษจะเปลี่ยนไปตามพีเอชของน้ำ จากนั้นนำกระดาษไปเทียบกับแถบสีมาตรฐานที่มีค่าพีเอชระบุอยู่ซึ่งจะทำให้ทราบค่าพีเอชของน้ำ

2.2.2 การวัดพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอช เป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็วและได้ผลที่แน่นอนถึง ± 0.1 หน่วยพีเอช (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2544) สามารถใช้วัดน้ำที่มีความขุ่นหรือมีสีหรือน้ำเสียได้จึงนิยมใช้กันมาก แต่เครื่องวัดพีเอชมีราคาแพง มีทั้งแบบตั้งโต๊ะสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการและแบบภาคสนาม (ภาพที่ 3.1ก) เครื่องวัดพีเอชประกอบด้วยเครื่องขยายสัญญาณ อิเล็กโทรดอ้างอิงซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าคงที่ และอิเล็กโทรดแก้ว (glass electrode) ซึ่งทำจากแก้วที่มีความบาง ทำหน้าที่วัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำ โดยยอมให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ซึ่งแสดงความเป็นกรดผ่านเข้าออกได้ และอาศัยหลักการความต่างศักย์ระหว่างขั้วอิเล็กโทรด จากนั้นเครื่องขยาย (ภาพที่ 3.1 ข และ ค) มีหัววัด (probe) ซึ่งออกแบบให้มีความทนทานและแข็งแรงกว่า สามารถนำไปใช้งานนอกสถานที่ได้ บางรุ่นอาจมีหัววัดที่สามารถวัดอุณหภูมิ ค่าความเค็ม และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำได้ด้วย ภายหลังจากการใช้งานเครื่องวัดพีเอชแล้วจะต้องทำความสะอาดและดูแลรักษาตามคู่มือการใช้งาน



ภาพที่ 3.1 เครื่องวัดพีเอช (ก) แบบตั้งโต๊ะ (ข) และ (ค) แบบภาคสนาม

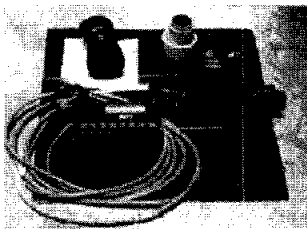
ที่มา : (<http://www.seeinc.com/moreinfo/photos/accumetxl25.jpg>; <http://www.state.sc.us/forest/พีเอช%20meter.jpg>; <http://www.lamotte.com/images/products/1936.jpg>)

2.2 เทคโนโลยีในการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ คำนวณและควันท้องไอเสียของเครื่องยนต์ได้ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศในท้องถนน และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้โดยตรง ดังนั้นการตรวจวัดควันท้องไอเสียจากเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (น้ำมันเบนซิน) และควันท้องไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซล

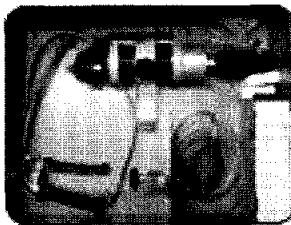
ไม่ให้มีค่าเกินค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด จึงเป็นมาตรการหนึ่งที่ช่วยแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศได้

2.2.1 เครื่องมือตรวจวัดควันขาว ใช้ระบบวัดความทึบแสงแบบแสงไหลผ่านทั้งหมด มีหลักการทำงานโดยการให้ควันขาวผ่านช่องวัดควันซึ่งอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดแสงและตัวรับแสง ควันขาวจะไปบดบังแสงที่ออกจากแหล่งกำเนิดแสง ทำให้แสงที่ส่องผ่านไปยังตัวรับแสงมีปริมาณน้อยลง (ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของปริมาณควันขาว) (ภาพที่ 3.2) ในกรณีที่แสงไม่ถูกบดบังเลยค่าที่อ่านได้จะเป็นร้อยละ 0 และในกรณีที่แสงถูกบดบังทั้งหมดค่าที่อ่านได้จะเป็นร้อยละ 100 ค่ามาตรฐานควันขาวต้องไม่เกินร้อยละ 30 (<http://www.pcd.go.th>)

2.2.2 เครื่องมือตรวจวัดควันดำระบบกระดาศกรอง ใช้หลักการวัดค่าของแสงที่สะท้อนจากกระดาศกรองที่ติดอยู่ภายในเครื่องตรวจวัด เปรียบเทียบกับปริมาณแสงสะท้อนของกระดาศกรองที่ขาวสะอาด ซึ่งมีค่าการสะท้อนแสงได้ร้อยละ 100 (ภาพที่ 3.2) มาตรฐานค่าควันดำจากท่อไอเสียของรถยนต์ขณะจอดอยู่กับที่ที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบกระดาศกรอง หรือไม่เกินร้อยละ 45 เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดควันดำระบบวัดความทึบแสง



(ก)



(ข)



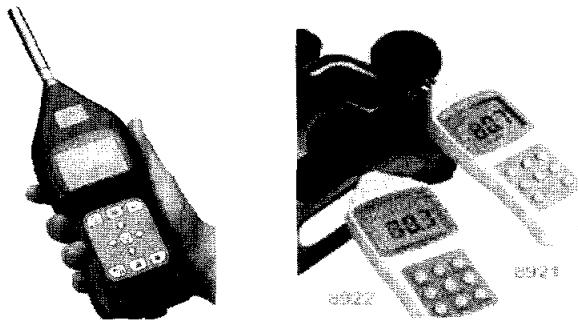
(ค)

ภาพที่ 3.2 เครื่องมือตรวจวัดควันไอเสีย (ก) เครื่องมือตรวจวัดควันขาว (ข) เครื่องมือตรวจวัดควันดำ (ค) การตรวจวัดควันดำ

ที่มา : (<http://www.pcd.go.th>)

2.3 เทคโนโลยีในการติดตามตรวจสอบระดับเสียง มลพิษทางเสียงมีผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายจิตใจ และประสิทธิภาพการทำงานของมนุษย์ องค์การอนามัยโลกกำหนดให้เสียงที่เป็นอันตรายได้แก่ เสียงที่มีความดังเกิน 85 เดซิเบลเอ dB(A) ที่ทุกความถี่ หน่วยวัดระดับเสียงหรือเดซิเบล (decibel : dB) โดยเดซิเบลเอเป็นสเกลของเครื่องวัดเสียงที่สร้างเลียนแบบลักษณะการทำงานของหูมนุษย์ โดยจะกรองเอาความถี่ต่ำและความถี่สูงของเสียงที่เกินกว่าหูของมนุษย์จะได้ยินออกไป เครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวัดระดับเสียงประกอบด้วยเครื่องวัดระดับเสียงซึ่งถูกออกแบบให้มีขนาดและน้ำหนักที่สะดวกต่อการนำไปใช้งาน (ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60804 หรือ IEC 61672 ของกรมมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า) ไมโครโฟนอุปกรณ์ป้องกันลม (ภาพที่ 3.3) และขาตั้งเครื่องวัดระดับเสียง เครื่องวัดระดับเสียงโดยทั่วไปเหมาะที่จะใช้วัดเสียงที่ดังติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง ไม่เหมาะที่จะใช้วัดเสียงกระแทกหรือเสียงที่ดังๆ หยุดๆ เป็นช่วง

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้กำหนดมาตรฐานระดับเสียงทั่วไป (เสียงที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม) ไว้ดังนี้ ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าระดับเสียงคงที่ซึ่งมีพลังงานเทียบเท่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งระดับเสียงเปลี่ยนแปลงตามเวลาในช่วง 24 ชั่วโมงต้องมีค่าไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ และค่าระดับเสียงสูงสุดซึ่งเป็นค่าระดับเสียงสูงสุดที่เกิดขึ้นในขณะหนึ่งระหว่างการตรวจวัดระดับเสียงต้องมีค่าไม่เกิน 115 เดซิเบลเอ กรมแรงงานได้กำหนดให้สถานประกอบการที่มีเวลาทำงาน 7-8 ชั่วโมงต้องมีระดับเสียงไม่เกิน 90 เดซิเบลเอ ส่วนมาตรฐานเสียงของรถยนต์ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดไว้ดังนี้ โดยเมื่อตั้งเครื่องวัดระดับเสียงห่างจากปลายท่อไอเสียที่ระยะ 0.5 เมตร ต้องมีระดับเสียงไม่เกิน 100 เดซิเบลเอ และที่ระยะ 7.5 เมตรต้องมีค่าไม่เกิน 85 เดซิเบลเอ



ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดระดับเสียง

ที่มา : (<http://www.casellacel.com/productImages/400HR.jpg>)

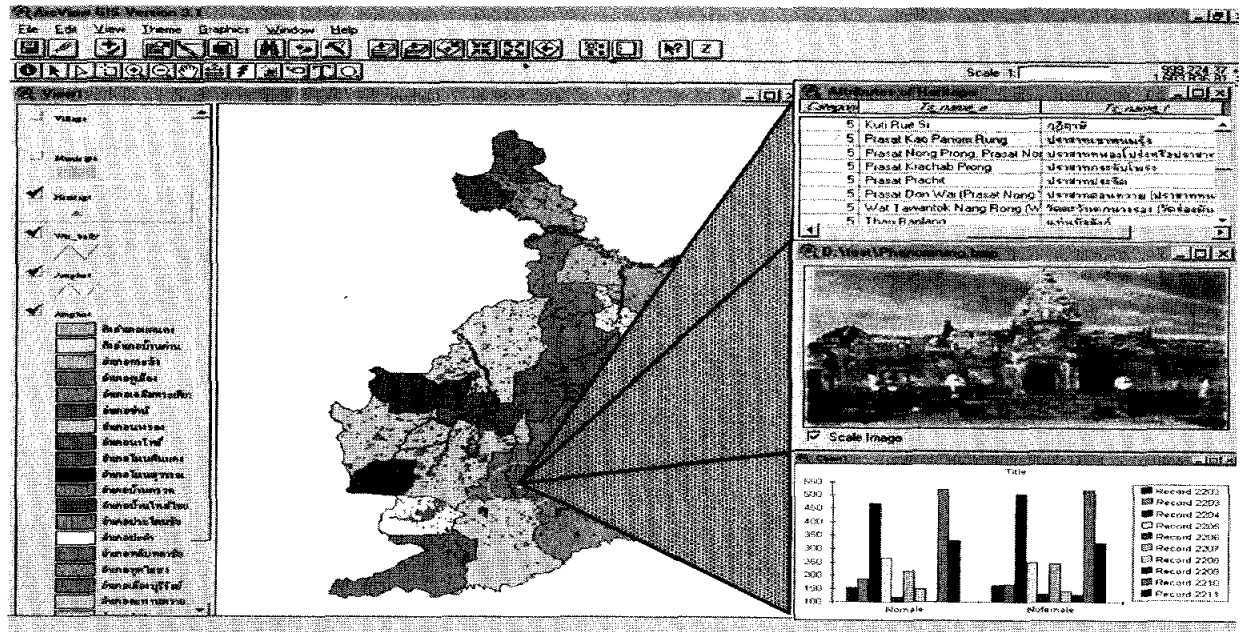
การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิต

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ GIS) เป็นการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดเก็บข้อมูล 2 ประเภทที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ซึ่งมีลักษณะเป็นภาพ (เช่น แผนที่ ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ หรือรูปภาพ) โดยมีการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงพิกัดบนพื้นโลก ให้มีความเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้อธิบายรายละเอียดของพื้นที่นั้น (เช่น บ้านเลขที่ เจ้าของบ้าน ชื่อโรงงาน ประเภทของป่าไม้) ข้อมูลทั้ง 2 ประเภทนี้ถูกจัดเก็บไว้อย่างเป็นระบบซึ่งสามารถนำไปกระทำโดยนำเข้าสู่ข้อมูลใหม่คัดแปลง แก้ไข และใช้วิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งาน GIS นำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ประกอบการตัดสินใจ หรือวางแผนจัดการในทางปฏิบัติงานด้านต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน

องค์ประกอบของ GIS ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ (hardware) โปรแกรม (software) ข้อมูลและสารสนเทศ (data/information) บุคลากรหรือผู้ใช้งาน (people/user) และขั้นตอนการดำเนินงาน (สุระพัฒน์เกียรติ, 2546) GIS เป็นระบบสารสนเทศชนิดหนึ่งที่มีความพิเศษเหนือกว่าระบบสารสนเทศอื่นๆ คือ ข้อมูล GIS จะเป็นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งเป็นการกำหนดตำแหน่งทางพิกัดอ้างอิงบนพื้นโลก (เช่น ละติจูด และลองจิจูด) เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยายหรือฐานข้อมูล ซึ่งทำให้ผู้ใช้

สามารถทราบข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ กันเช่น ภาพแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบของแผนที่อำเภอต่างๆ ของจังหวัดบุรีรัมย์ (ภาพที่ 3.4) เมื่อผู้ใช้ต้องการหาตำแหน่งปราสาทเขาพนมรุ้งโดยผ่านคำสั่งในโปรแกรม GIS ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงถึงตำแหน่งของปราสาทให้ปรากฏในแผนที่ ข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่อธิบายจำนวนนักท่องเที่ยวในแต่ละปีในรูปแบบของกราฟ ตลอดจนที่เป็นรูปของปราสาทเขาพนมรุ้งที่มีการจัดเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลของ GIS ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิตหลายด้านเช่น

1. การให้บริการสาธารณูปโภคพื้นฐาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยใช้ GIS เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการบริการไฟฟ้าสู่บ้านของประชาชน ตั้งแต่การขอใช้ การติดตั้ง การจัดเก็บค่าบริการ และการแก้ปัญหากระแสไฟตกหรือไฟฟ้าดับ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดผลกระทบน้อยที่สุด นำประปาเป็นกิจการสาธารณูปโภคอีกระบบหนึ่งในประเทศไทยที่กำลังมีการใช้ GIS คล้ายกับระบบบริการไฟฟ้า GIS สามารถช่วยในการตรวจสอบและป้องกันท่อประปารั่วซึม ทั้งนี้เพื่อประหยัดทรัพยากรน้ำ เครือข่ายบริการโทรศัพท์ในกรุงเทพฯ และภูมิภาคทั้งระบบธรรมดาและโทรศัพท์เคลื่อนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย GIS ข้อมูลด้านจำนวนและที่อยู่ของประชากรช่วยในการวางแผนก่อสร้างโรงเรียน และจัดให้นักเรียนได้เข้าโรงเรียนใกล้บ้าน ในบางประเทศได้นำ GIS มาช่วยปรับปรุงระบบรถรับส่งนักเรียนให้วิ่งผ่านตำแหน่งที่สะดวกปลอดภัย และประหยัดค่าใช้จ่าย



ภาพที่ 3.4 การนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับข้อมูลเชิงคุณลักษณะใน GIS
ที่มา : (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2547)

2. การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีการนำ GIS ไปใช้ในการวางแผนจัดการกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในหลายด้านเช่น การวางแผนจัดการอุทยานแห่งชาติ การศึกษาพื้นที่ทำกินของสัตว์ป่าเพื่อการอนุรักษ์ การอนุรักษ์ดินและน้ำ การติดตามการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรธรรมชาติ (เช่น ไฟไหม้ป่าไม้ และชายฝั่งทะเล) การควบคุมและติดตามมลภาวะของสิ่งแวดล้อม ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโครงการพัฒนาต่างๆ (เช่น การขนส่งระบบรางประเภทต่างๆ สนามบินพาณิชย์ และการก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ฯลฯ) ใช้ในการวางแผนการจัดการและอนุรักษ์โบราณสถานและแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ เพื่อให้เกิดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนต่อไป กรุงเทพมหานครมีการนำ GIS ไปใช้ปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บขยะ การเลือกสถานที่กำจัดขยะที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้รบกวนประชากรในชุมชน ป้องกันการเกิดโรคระบาด เพื่อรักษาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. การแพทย์และสาธารณสุข GIS ถูกนำมาใช้เพื่อช่วยในการวางแผนในการป้องกันและแก้ไขปัญหาผ่านสาธารณสุขให้มีประสิทธิผลมากขึ้นเช่น การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรค วิเคราะห์การแพร่กระจายของโรคระบาด (เช่น ใช้หวัดนก โรคพยาธิใบไม้ตับของโค-กระบือในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) การประเมินและเฝ้าระวังสถานการณ์สุขภาพโภชนาการในโรงเรียน และสุขภาพของประชาชนด้วยโรคที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อ (สุทนต์ เพ็งคุ้ม และคณะ, 2544) นอกจากนี้ในบางประเทศยังใช้ GIS ระบุตำแหน่งของผู้ป่วยโรคต่างๆ (วรเดช จันทรศร และคณะ, 2545)

4. การให้บริการประชาชนโดยรัฐ ข้อมูลด้านที่อยู่อาศัยและจำนวนของประชากรถูกนำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อจัดตั้งศูนย์บริการชุมชนด้านต่างๆ (เช่น ศูนย์อนามัย สถานีตำรวจ และท่าอากาศยาน ฯลฯ) การจัดทำแผนที่บริเวณที่มักมีการทำผิดกฎหมาย และตำแหน่งที่มักมีการแจ้งเหตุร้าย ซึ่งทำให้เจ้าหน้าที่ตำรวจสามารถวางแผนการดูแลรักษาความสงบในชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. การป้องกันภัยพิบัติ GIS ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์การตั้งถิ่นฐานของชุมชนหลายแห่งที่อยู่บริเวณพื้นที่ลุ่ม หรืออยู่ในบริเวณพื้นที่เสี่ยงซึ่งมีแนวโน้มจะได้รับอันตรายจากน้ำท่วมเฉียบพลัน ซึ่งทำให้สามารถวางแผนป้องกันและลดความเสียหายจากน้ำท่วม หรือเพื่อการจัดสรรพื้นที่ทำกินของประชาชนเพื่อหลีกเลี่ยงการบุกรุกทำลายป่าสงวนและป่าต้นน้ำซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุทกภัย และใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเพื่อวางแผนแก้ไขปัญหาแผ่นดินไหว และอัคคีภัย ซึ่งทำให้สามารถวางแผนแนวทางป้องกันล่วงหน้า กำหนดเส้นทาง และสถานที่อพยพผู้คน นอกจากนี้ยังใช้ในการวิเคราะห์อันตรายที่เกิดขึ้นจากการแพร่กระจายของสารมลพิษเช่น การรั่วไหลของสารพิษ และรัศมีของแรงระเบิด

6. เกษตรกรรม มีการนำ GIS มาใช้วิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกพืชเศรษฐกิจ และคาดการณ์ปริมาณผลผลิตจากการเกษตรเพื่อวางแผนด้านการตลาด ใช้วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการทำเกษตรกรรม (เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง และโรคพืช) เพื่อการวางแผนป้องกันและบรรเทาความเสียหาย

7. การพัฒนาด้านเศรษฐกิจ บริษัทเอกชนบางแห่งได้ใช้ GIS เพื่อประกอบการตัดสินใจในการตั้งหรือขยายร้านค้าและร้านอาหาร โดยอาศัยข้อมูลด้านที่อยู่และจำนวนของประชากรเพื่อช่วยในการเลือกสถาน

ที่ตั้งของร้านค้าเพื่อให้ยอดขายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ดี หรือใช้ในการเลือกเส้นทางสำหรับขนส่งสินค้าจากโรงงานผลิตสู่แหล่งจำหน่ายหรือสู่ร้านค้าปลีกเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการประกอบธุรกิจ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมกับคุณภาพชีวิต

ทรัพยากรธรรมชาติมีความจำเป็นต่อมนุษย์เนื่องจากมนุษย์ต้องนำมาใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อการดำรงชีวิตได้แก่ ทรัพยากรน้ำ ดิน ป่าไม้ สัตว์ป่า พืชพันธุ์ สัตว์น้ำ แร่ธาตุ พลังงาน และทรัพยากรมนุษย์ นอกจากนี้ทรัพยากรธรรมชาติยังเป็นปัจจัยพื้นฐานสำหรับการพัฒนาประเทศเช่น เป็นวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมเพื่อผลิตเป็นสินค้าและบริการ เพื่อตอบสนองความต้องการและความสะดวกสบายของมนุษย์ (นิวัติ เรืองพานิช, 2537) ทรัพยากรธรรมชาติแบ่งตามลักษณะการนำมาใช้ประโยชน์ได้ 3 ประเภทคือ ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหามาทดแทนได้ และทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่หมดสิ้น ทรัพยากรธรรมชาติเสื่อมโทรมได้ก่อให้เกิดปัญหาและผลกระทบเช่น ปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติลดลง ซึ่งในส่วนของทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไปไม่สามารถเกิดทดแทนได้ ซึ่งนับวันจะร่อยหรอและขาดแคลนมากขึ้นทุกที สำหรับทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหามาทดแทนได้ อัตราการนำมาใช้มากกว่าส่วนที่เกิดทดแทน และคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดก็เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยมีการปนเปื้อนจากสารมลพิษต่างๆ (เช่น มลพิษทางดิน ทางน้ำ และทางอากาศ) ไม่เอื้อในการนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้มากเกินไป ทรัพยากรธรรมชาติบางประเภทเมื่อนำออกมาใช้แล้วอาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรข้างเคียงในลักษณะผลกระทบที่เป็นลูกโซ่ และการนำเทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมมาใช้กับทรัพยากรธรรมชาติ

ประเทศไทยในอดีตมีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์เพียงพอต่อการนำมาใช้พัฒนาประเทศ ดังจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1-3 (พ.ศ. 2504-2519) ซึ่งรัฐบาลได้เน้นการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เพื่อพัฒนาด้านความจำเป็นพื้นฐาน และส่งเป็นสินค้าออกนำเงินตราเข้ามาพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ แต่เมื่อถึงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6-7 (พ.ศ.2530-2539) กลับพบว่าทรัพยากรธรรมชาติเริ่มร่อยหรอและขาดแคลนมากขึ้น ทำให้รัฐบาลเริ่มให้ความสนใจที่จะอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าสูงสุด ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8-9 (พ.ศ. 2540-2549) ซึ่งเป็นแผนที่เร่งการฟื้นฟู พร้อมทั้งอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและป้องกันสภาพแวดล้อม การสนับสนุนให้ประชาชน ชุมชน และองค์กรท้องถิ่นเน้นการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยอาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในสังคม มีความโปร่งใส สุจริต มีการศึกษา และวิจัย เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง เพื่อก่อให้เกิดความสมดุลระหว่างการใช้ประโยชน์กับการอนุรักษ์ฟื้นฟู ส่งเสริมการนำทรัพยากรธรรมชาติไปใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ช่วยแก้ไขปัญหามลพิษของประเทศไทย สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาที่พึ่งพาตนเอง และยกระดับคุณภาพชีวิตของคนไทยและสร้างภูมิคุ้มกันให้กับชุมชนและประเทศ รวมทั้งเป็นรากฐานที่แข็งแกร่งในการพัฒนาประเทศต่อไป

1. มลพิษทางน้ำ (water pollution)

น้ำเสีย (ตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ) หมายถึงของเสียที่อยู่ในสภาพที่เป็นของเหลว รวมทั้งมวลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

1.1 แหล่งกำเนิดของมลพิษทางน้ำ แบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1.1.1 แหล่งที่อยู่อาศัยหรือชุมชน ส่วนใหญ่มาจากการชักล้าง จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฐานะและอุปนิสัยของผู้คน น้ำที่เกิดจากการชักล้างมีผงซักฟอกปะปนอยู่มาก ซึ่งในผงซักฟอกมีสารฟอสเฟตเป็นส่วนผสม สารนี้สามารถแทรกซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังได้ ถ้ามีการสะสมในปริมาณมากก็เกิดอันตรายได้

1.1.2 โรงงานอุตสาหกรรม สารเคมีส่วนใหญ่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ เป็นเหตุให้แหล่งน้ำเสื่อมสภาพ อุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำเช่น อุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งน้ำทิ้งมักมีสารอินทรีย์ในปริมาณสูงมากทำให้แก๊สออกซิเจนในน้ำลดน้อยลง อุตสาหกรรมเส้นใยของเสียเกิดจากสารเจือปนที่มีอยู่ในเส้นใย อุตสาหกรรมกระดาษน้ำทิ้งของอุตสาหกรรมประเภทนี้มักส่งกลิ่นเหม็น สีที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะสกปรก การสังเคราะห์แสงของพืช อุตสาหกรรมปิโตรเลียม น้ำทิ้งมีสารประเภทไฮโดรคาร์บอนและกรด อุตสาหกรรมเคมีน้ำทิ้งจะเป็นพวกกรดและด่าง (เบส) อุตสาหกรรมยางและพลาสติกน้ำทิ้งจะมีค่า BOD สูง อุตสาหกรรมฟอกหนังน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกหนังมีฤทธิ์เป็นด่าง

1.1.3 เกษตรกรรม น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตรซึ่งครอบคลุมถึงการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ ลักษณะของน้ำเสียประเภทนี้จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ทั้งในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ การใช้น้ำ และสารเคมีต่างๆ ถ้าเป็นน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูกจะพบสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสารพิษต่างๆ ในปริมาณสูง แต่ถ้าเป็นน้ำเสียจากการเลี้ยงสัตว์จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนมาก

1.1.4 น้ำเสียที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิด ได้แก่ น้ำฝนและน้ำหลากที่ไหลผ่านและชะล้างความสกปรกจากกองขยะมูลฝอย แหล่งเก็บสารเคมี ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และคลองระบายน้ำเสีย แม้ว่าน้ำเสียประเภทนี้จะไม่มีความเข้มข้นของสารปนเปื้อนไม่สูงเหมือนกับน้ำเสียจากแหล่งอื่นๆ ข้างต้น แต่มักจะเกิดขึ้นพร้อมกัน ในปริมาณครั้งละมากๆ ลักษณะของน้ำเสียแบบนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่น้ำไหลผ่าน ซึ่งมีผลทำให้น้ำในแหล่งธรรมชาติค่อยๆ คุณภาพลงและอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ปัจจุบันน้ำเสียประเภทนี้ยังไม่ได้ได้รับความสนใจและการจัดการเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรมีมาตรการจัดการที่เหมาะสม และถูกต้องตามหลักวิชาการ

1.2 ลักษณะน้ำเสีย น้ำเสียมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1.2.1 สารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ซึ่งถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทำให้ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ลดลง เกิดสภาพเน่าเหม็นได้ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมนวัดด้วยค่าบีโอดี (BOD) เมื่อค่าบีโอดีในน้ำสูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก และสภาพเน่าเหม็นจะเกิดขึ้นได้ง่าย

1.2.2 สารอินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจไม่ทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็น แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเช่น คลอไรด์ และซัลเฟต เป็นต้น

1.2.3 โลหะหนักและสารพิษ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหารเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเช่น ปรอท โคเรียม และทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภทเช่น ร้านชุบโลหะ ตู้ซ่อมรถ และน้ำเสียจากโรงพยาบาล เป็นต้น

1.2.4 น้ำมันและสารลอยน้ำต่างๆ เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสง และกีดขวางการกระจายของออกซิเจนจากอากาศลงสู่ น้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู

1.2.5 ของแข็ง เมื่อจมตัวลงสู่ก้นน้ำทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำดินเงิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ

1.2.6 สารก่อให้เกิดฟองและสารชักฟอง ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ โดยฟองกีดกันการละลายของออกซิเจนในอากาศสู่ น้ำ และอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

1.2.7 จุลินทรีย์ น้ำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์ หรือโรงงานอาหารกระป๋องมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตสามารถลดระดับออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ ทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็น จุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อประชาชนเช่น จุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงพยาบาล

1.2.8 ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณมากจะทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว (algae bloom) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดลงต่ำมากในช่วงเวลากลางคืน ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสยังทำให้พืชน้ำ (เช่น ผักตบชวา) เจริญเติบโตในปริมาณมากซึ่งเป็นปัญหาในการสัญจรทางน้ำ

1.2.9 กลิ่น เกิดจากแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน หรือกลิ่นอื่นๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานทำปลาป่น และโรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

1.3 ดัชนีบอกคุณภาพน้ำ

1.3.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved Oxygen: D.O.) การละลายของออกซิเจนในน้ำจะเป็นปฏิกิริยาตรงกับความดันของบรรยากาศ ถ้าความดันสูงออกซิเจนจะละลายน้ำมาก และ ปริมาณออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาผกผันกับอุณหภูมิของน้ำ โดยถ้าอุณหภูมิสูงออกซิเจนจะละลายน้ำได้น้อย ปกติในน้ำจะมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ 8 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ 8 ppm ถ้าวัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ได้ต่ำกว่า 3 ppm จัดว่าเป็นน้ำเสีย

1.3.2 ปริมาณความต้องการออกซิเจนของน้ำ (Oxygen Demand: O.D.) การหาปริมาณออกซิเจนที่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ที่เจือปนในน้ำมี 2 แบบ ได้แก่

1. ปริมาณออกซิเจนที่ใช้ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่มีทั้งจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายได้และย่อยไม่ได้ (Chemical Oxygen Demand: COD) เป็นวิธีทางเคมีที่ใช้สารเคมีเช่น โพแทสเซียมไดโครเมต เป็นสารออกซิไดซ์ (oxidizing agent)

2. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสีย (Biochemical Oxygen Demand : BOD) เป็นวิธีทางชีววิทยาทำได้โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสียใส่ขวด BOD โดยเฉพาะจำนวน 2 ขวด ขวดที่หนึ่งเก็บไว้ใน Incubator ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน เพื่อป้องกันการสังเคราะห์แสงของพืชที่ปะปนอยู่ในน้ำ ขวดที่สองนำไปวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนทันที หลังจากได้ค่าปริมาณออกซิเจนจากขวดทั้งสองแล้ว จึงนำมาหักลบกันจะได้ค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำนั้น 1 ลิตร มีหน่วยเป็น ppm (ส่วนในล้านส่วน) หรือมิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD สูงแสดงว่าปริมาณออกซิเจนในน้ำถูกใช้ไปมาก เพราะมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ในน้ำมาก ถ้าค่า BOD สูงกว่า 100 ppm แสดงว่าน้ำเสีย

1.3.3 ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ เช่น แบคทีเรียพวกโคลิฟอร์ม (coliform bacteria) การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านจุลชีววิทยาเพื่อนำน้ำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ตลอดจนตรวจสอบก่อนทิ้งเพื่อหาปริมาณของสิ่งสกปรกของน้ำที่เกิดจากของเสียที่มนุษย์และสัตว์ นิยมใช้แบคทีเรียเป็นตัวชี้มลภาวะมลพิษที่สำคัญที่สุดคือ coliform group ได้แก่ *Escherichia coli* ซึ่งพบปริมาณมากในสิ่งแวดล้อมและพบได้ในอุจจาระของสัตว์เลื้อยคลาน

1.3.4 ความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ ได้แก่ วัตถุที่มีพิษทางการเกษตร และโลหะหนัก (เช่นปรอท แคดเมียม และตะกั่ว) ที่ยอมให้มีได้ในน้ำในปริมาณที่น้อยมาก ส่วนพวกโลหะทองแดงและสังกะสีถ้ามีปริมาณไม่มากนักจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

1.4 ผลกระทบจากมลพิษทางน้ำ ได้แก่

1.4.1 สุขภาพอนามัย การเน่าเสียของแหล่งน้ำเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงที่เป็นพาหะนำโรคหลายชนิดเช่น มาลาเรีย ไข้เลือดออก และยังเป็นแหล่งที่ก่อโรคร้ายเช่น อหิวาต์ ไทฟอยด์ และบิด

1.4.2 การประมง มลพิษทางน้ำทำให้สัตว์น้ำลดทั้งชนิดและปริมาณหรือสูญพันธุ์ไป เนื่องจากไม่สามารถดำรงชีวิตและแพร่พันธุ์ได้ตามปกติ

1.4.3 การเกษตรกรรม มลพิษทางน้ำทำให้ความเป็นกรด-เบสสูง มีสารพิษละลายอยู่ซึ่งไม่เหมาะกับการเพาะปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์

1.4.4 การพักผ่อนหย่อนใจ มลพิษทางน้ำทำให้ความงามของธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำธาร ทะเล และแหล่งน้ำอื่นๆ ซึ่งเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจหมดความสวยงาม หรือทำให้ไม่สามารถทำกิจกรรม (เช่น การว่ายน้ำ ตกปลา เล่นเรือ) ที่เป็นการผ่อนคลายอารมณ์ของมนุษย์ได้

1.4.5 ระบบนิเวศ มลพิษทางน้ำมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำให้ธรรมชาติเสียสมดุลและส่งผลมาถึงมนุษย์ผู้ใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศในน้ำ

1.4.6 อุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพดีและใช้ในปริมาณมากเช่น อุตสาหกรรมผลิตอาหาร ถ้าเกิดมลพิษทางน้ำจะเกิดปัญหามากต่อกระบวนการผลิต

1.5 การควบคุม ป้องกันและการกำจัดมลพิษทางน้ำ การควบคุมและการป้องกันมลพิษทางน้ำทำได้โดย (1) การกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม พร้อมทั้งออกกฎหมายบังคับให้โรงงานอุตสาหกรรมมีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อควบคุมคุณภาพของน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้ง พร้อมทั้งมีบทลงโทษอย่างหนักถ้าไม่ปฏิบัติตาม (2) เผยแพร่ให้ประชาชนเห็นโทษของมลพิษทางน้ำ และร่วมมือในการแก้ไข พร้อมทั้งมีกฎหมายกำหนดโทษผู้ฝ่าฝืน (3) ลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรหรือใช้ให้ถูกวิธี หรือพยายามใช้สารที่ย่อยสลายได้ง่ายเช่น ผงซักฟอกควรรู้ใช้ชนิด soft detergent (เช่น LAS) หรือยากำจัดศัตรูพืชก็ควรใช้ชนิดที่สลายตัวได้ง่ายและไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

1.6 เทคโนโลยีในการบำบัดมลพิษทางน้ำ การบำบัดมลพิษทางน้ำมี 4 กระบวนการ ได้แก่

1.6.1 กระบวนการทางฟิสิกส์ (physical process) กระบวนการนี้มักกำจัดของแข็งที่ไม่ละลายน้ำและมีขนาดใหญ่ได้แก่ การตกด้วยตะแกรง การกวาด การทำให้ลอย (flotation) การตกตะกอน (sedimentation) การแยกตัวด้วยแรงหรือเหวี่ยง (centrifugation) การกรอง (filtration)

1.6.2 กระบวนการทางเคมี (chemical process) กระบวนการนี้มักใช้กำจัดสิ่งสกปรกพวก สารอินทรีย์ที่สามารถละลายในน้ำได้แก่ การทำให้เป็นกลาง (neutralization) การทำให้เกิดตะกอน (precipitation) การตกตะกอน (chemical coagulation)

1.6.3 กระบวนการทางชีววิทยา (biological process) กระบวนการนี้มักใช้ในการกำจัดพวก สารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ โดยใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นไปได้ 2 แบบคือ แบบที่ใช้ออกซิเจน (aerobic process) และแบบที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic process)

1.6.4 กระบวนการทางฟิสิกส์-เคมี (physical-chemical process) กระบวนการนี้ใช้กำจัดพวก สารละลายทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในน้ำทิ้ง ซึ่งได้แก่ การดูดซึมโดยคาร์บอน (carbon absorption) และการแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) เป็นต้น

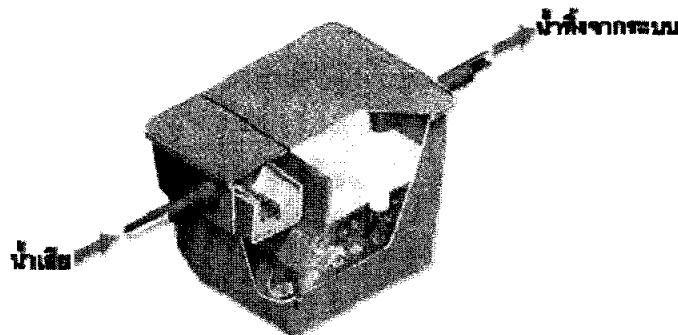
1.7 การบำบัดน้ำเสียของชุมชน แยกออกเป็นระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารและบ้านเรือน และระบบบำบัดน้ำเสียรวม

1.7.1 ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารและบ้านเรือนมีหลายประเภท ได้แก่ ตะแกรงคัดขยะ (screening) บ่อดักไขมัน (grease and oil interceptor tank) บ่อเกรอะ (septic tank) และบ่อซึม (cesspool)

1. ตะแกรงคัดขยะ เป็นระบบบำบัดอย่างง่าย ๆ ที่สามารถทำได้เองไว้ใช้ในอาคาร บ้านเรือน ส่วนบ่อเกรอะและบ่อซึมส่วนใหญ่ผู้รับเหมาก่อสร้าง หรืออาจใช้ถังเกรอะหรือถังซึมสำเร็จรูป (septic tank) จากทางร้านสุขภัณฑ์ ตะแกรงคัดขยะมีความสำคัญในการแยกตะกอนหรือเศษขยะออกจากน้ำทิ้งในขั้นแรก ก่อนที่จะปล่อยน้ำลงสู่ท่อระบายน้ำทิ้งสาธารณะ ตะแกรงคัดขยะมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดได้แก่ แบบเอียงอยู่นิ่ง แบบเอียงชนิดหมุน แบบกรองชนิดหมุน แบบเคลื่อนที่ และแบบใช้แรงหนีศูนย์กลาง สำหรับอาคารทั่วไปแนะนำให้ใช้แบบเอียงอยู่นิ่ง เนื่องจากไม่ยุ่งยากในการก่อสร้าง น้ำทิ้งจากบ้านเรือนมักไม่ค่อยมีเศษขยะหรือตะกอนขนาดใหญ่มากนัก ส่วนมากเป็นเศษอาหารจากอ่างล้างจาน เศษผงและคราบต่างๆ จากอ่าง

ล้างหน้าในห้องน้ำ จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีตะแกรงดักขยะในบ้านเรือน อย่างที่เศษอาหารหรือตะกอนลงในอ่างซึ่งจะทำให้ท่อน้ำทิ้งในบ้านอุดตัน

2. ดักดักไขมัน โดยทั่วไปไขมันและน้ำมันจะพบมากในน้ำทิ้งจากห้องครัว จึงจำเป็นต้องมีดักไขมัน (ภาพที่ 3.5) เพื่อทำการแยกไขมันออกจากน้ำทิ้ง ไขมันและน้ำมันนี้มีส่วนทำให้ท่อระบายน้ำทิ้งอุดตันเร็วขึ้น เนื่องจากไขมันมีความหนืดสูงและอาจแข็งตัวได้ถ้าสัมผัสอากาศเย็นหรืออยู่ในช่วงฤดูหนาว ไขมันจะไปทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพลดลงและทำให้เครื่องจักรกลในระบบบำบัดชำรุดได้ง่าย ดังนั้น ควรให้น้ำทิ้งที่เข้าสู่ดักไขมันถูกกักเก็บอยู่นานกว่า 30 นาที แต่ก็ไม่ควรนานเกินไปเพราะจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็น



ภาพที่ 3.5 ดักดักไขมันสำหรับใช้ในครัวเรือน

ที่มา: <http://pcdv1.pcd.go.th/WaterQuality/WasteWT/Grease.htm>

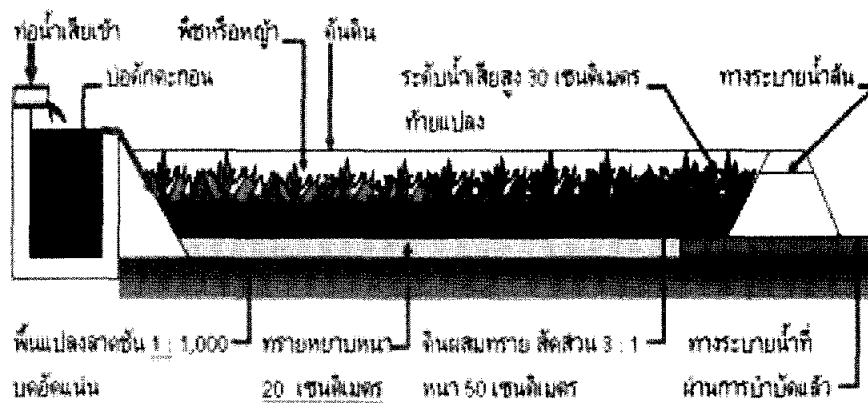
1.7.2 ระบบบำบัดน้ำเสยรวม ปัจจุบันประเทศไทยมีระบบบำบัดน้ำเสยรวมกระจายอยู่ทั่วประเทศทั้งหมด 22 พื้นที่ จำนวน 26 ระบบ มีระบบบำบัดน้ำเสยส่วนกลางของเทศบาลและสุขาภิบาลที่กำลังก่อสร้างอีก 43 แห่ง และเป็นส่วนที่กำลังขยายอีก 3 แห่ง ได้แก่ เทศบาลนครขอนแก่น เทศบาลนครราชสีมา และเมืองพัทยา

2. โครงการพระราชดำริด้านบำบัดน้ำเสย

2.1 ทฤษฎีการบำบัดน้ำเสยโดยกระบวนการทางฟิสิกส์เคมี (physical-chemical process) ด้วยการทำให้ตกตะกอนโดยใช้สารเร่งตกตะกอน PAC (Poly Aluminum Chloride) หลักการบำบัดน้ำเสยด้วยเครื่อง PAC คือ ให้มลสารที่ผสมอยู่ในน้ำทิ้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กเกิดการตกตะกอน กรณีที่มีมลสารขนาดเล็กเกิดการแขวนลอยและแพร่กระจายผสมอยู่ในน้ำจนยากแก่การตกตะกอน ให้เติมสารเพื่อช่วยเร่งการตกตะกอนให้เร็วขึ้นโดยใช้สารช่วยเร่งการตกตะกอนซึ่งมีอยู่หลายชนิดเช่น เฟอร์ริกคลอไรด์ เฟอร์ริกซัลเฟต โซเดียมอลูเมต สารส้ม และปูนขาว ซึ่งวิธีการนี้จำเป็นต้องใช้สารโซดาไฟช่วยปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง ของน้ำให้เหมาะสมด้วย แต่สารช่วยเร่งการตกตะกอนที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ล่าสุดคือโพลีอลูมินัมคลอไรด์ (PAC) การบำบัดน้ำเสยด้วย PAC เป็นวิธีการขจัดน้ำขุ่นได้ดีกว่าสารส้มถึง 3 เท่า และตกตะกอนได้รวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย

1.2.2 ระบบบำบัดรอง ใช้พื้นที่ประมาณ 60 ไร่ ประกอบด้วยระบบบึงชีวภาพ (constructed wetland) โดยให้น้ำเสียผ่านบ่อดินตื้นๆ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในบึงปลูกพืชที่มีรากพุ่มประเภทกกพันธุ์ต่างๆ และอ้อ ซึ่งพืชเหล่านี้มีระบบรากแผ่กระจายยึดเกาะดินและเคิบโตได้ดีในพื้นที่น้ำขัง น้ำเสียเริ่มจากคันบึงไหลผ่านพืชต่างๆ ไปท้ายบึงอย่างต่อเนื่อง โดยพืชช่วยดูดซับสารพิษและอินทรีย์สารให้ลดน้อยลง ตลอดจนทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้หมดไป

1.2.3 ระบบกรองน้ำเสียด้วยหญ้า (grass filtration) (ภาพที่ 3.7) โดยการปล่อยน้ำเป็นระยะ (bat flow) ผ่านเข้าไปในแปลงหญ้า (ขนาดและลักษณะเหมือนระบบบึงชีวภาพ) ระบบแปลงหญ้าจะรับน้ำจากบ่อปรับคุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียเข้าไปขังในแปลงหญ้าเป็นระยะเวลานานครั้งละ 1-2 สัปดาห์ เพื่อทำให้น้ำมีความสะอาดมากยิ่งขึ้น จากนั้นน้ำที่ได้รับการบำบัดผ่านเข้าไปในระบบกรองน้ำเสียด้วยป่าชายเลน (white and red mangrove) ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 30 ไร่ ที่ทำการปลูกป่าชายเลน โดยปลูกแบบผสมผสานกันในลักษณะที่เป็นธรรมชาติ น้ำที่ผ่านป่าชายเลนจะได้รับการบำบัดจนกลายเป็นน้ำดีตามมาตรฐาน



ภาพที่ 3.7 ลักษณะของแปลงระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพืชและหญ้ากรอง
ที่มา : (ภาพจาก ดร. สนใจ หะวานนท์, 2550)

2.3 บึงพระราม 9 ตามแนวพระราชดำริ บึงพระราม 9 เป็นบึงขนาดใหญ่มีเนื้อที่ประมาณ 130 ไร่ อยู่ใจกลางกรุงเทพมหานคร มีปัญหาภาวะมลพิษน้ำเน่าเสียอย่างรุนแรง คุณภาพน้ำมีสภาพความเน่าเสียวัดค่า BOD เฉลี่ยได้ประมาณ 19 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าสูงสุด 42 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุด 9 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมีสีค่อนข้างดำและมีกลิ่นเน่าเหม็นของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ตลอดเวลา ระบบบำบัดน้ำเสียที่บึงพระราม 9 ใช้วิธีการทางธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอในการบำบัดน้ำเสียให้ดีขึ้น จำเป็นต้องใช้เครื่องเติมอากาศลงไปในน้ำ โดยทำเป็นระบบสระเติมอากาศ (aerated lagoon) โดยใช้เครื่องจักรกลเติมอากาศมาช่วยเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำ เพื่อให้แบคทีเรียชนิดที่ใช้ออกซิเจนช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ จึงทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศสามารถรับภาระบรรทุก (loading) ได้มากกว่าบ่อเขียว ซึ่งใช้ออกซิเจนตามธรรมชาติจากพืชน้ำและสาหร่าย

หลักการงานของระบบบำบัดน้ำเสียที่บึงพระราม 9 ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียเป็นตัวกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งด้วยปฏิกิริยาแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งนิยมใช้กันแพร่หลายในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ปฏิกิริยาของระบบเป็นปฏิกิริยาขนาดใหญ่ลึกไม่น้อยกว่า 2 เมตร ปฏิกิริยาการทำลาย BOD โดยแบคทีเรียจะเร็วกว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระบบ oxidation pond เพราะมีการเติมออกซิเจนด้วย เครื่องมือกล จึงทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียไม่ถูกจำกัด และปฏิกิริยาการทำลาย BOD เกิดขึ้นได้เร็ว ระบบ aerated lagoon จึงใช้พื้นที่น้อยกว่าระบบ oxidation pond ประมาณ 8-10 เท่า ระบบ aerated lagoon แยกเป็น 2 ชนิดคือ

2.3.1 บ่อบำบัดน้ำเสียแบบสระเติมอากาศ (aerobic lagoon) ได้แก่ บ่อที่มีกำลังเครื่องเติมอากาศ (aerator) พอเพียงที่จะกวนน้ำในบ่ออย่างทั่วถึงจนไม่มีการตกตะกอนเกิดขึ้นในบ่อ ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นในบ่อจะเป็นแบบใช้ออกซิเจนตลอดความลึกของบ่อ โดยปกติแล้วน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อเติมอากาศจะค่อนข้างขุ่น จำเป็นต้องแยกตะกอนออกจากบ่อตกตะกอนเสียก่อน บ่อนี้จึงทำหน้าที่เติมอากาศลงไปให้น้ำและกวนน้ำในบ่อตลอดเวลา

2.3.2 บ่อบำบัดน้ำเสียแบบกึ่งไร้อากาศ (facultative pond) คือบ่อที่ทำหน้าที่เป็นบ่อตกตะกอน กำจัดตะกอน และบำบัดน้ำให้มีคุณภาพดีขึ้น

2.4 บึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ใช้หลักการบำบัดน้ำเสียโดยการกรองน้ำเสียด้วยผักตบชวา บึงมักกะสันมีขนาดใหญ่อยู่ใจกลางกรุงเทพมหานคร ซึ่งการรถไฟแห่งประเทศไทยได้ขุดขึ้นในปี พ.ศ. 2474 ใช้เป็นแหล่งระบายน้ำและรองรับน้ำเสีย รวมทั้งน้ำมันเครื่องจากโรงงานรถไฟมักกะสัน ทำให้บึงมักกะสันตื้นเขินจากการตกตะกอนของสารแขวนลอย รอบบึงมักกะสันมีชุมชนแออัด 3 ชุมชนรวม 729 ครัวเรือน ซึ่งส่วนใหญ่ย้ายสิ่งปฏิกูลและขยะมูลฝอยลงสู่บึงมักกะสัน จนเกิดปัญหาภาวะสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมและน้ำเน่าเสียกลายเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงให้หน่วยงานต่างๆ ร่วมกันปรับปรุงบึงมักกะสัน เพื่อใช้ประโยชน์ในการช่วยระบายน้ำและบรรเทาสภาพน้ำเสียในคลองสามเสน โดยใช้วิธีการกรองน้ำธรรมชาติด้วยการทดลองใช้ผักตบชวาซึ่งเป็นวัชพืชที่ต้องการกำจัดมาทำหน้าที่ดูดซับความสกปรก รวมทั้งสารพิษจากน้ำเน่าเสีย วิธีการทำโดยสูบน้ำจากคลองสามเสนเข้าบึงทางหนึ่ง และสูบน้ำออกจากคลองสามเสนอีกทางหนึ่งระยะห่างกัน 100-200 เมตร หรือฝั่งที่ระบายน้ำออกทางระบายน้ำอโศก-ดินแดง โดยให้คงมีผักตบชวาอยู่ในบึง และทำการตกแต่งให้ดูไว้บริเวณกลางบึงเพื่อกรองน้ำเสีย แต่ถ้าจำเป็นต้องเก็บผักตบชวาขึ้นบ้างเป็นครั้งคราวก็ให้นำไปใช้ประโยชน์เช่น ทำปุ๋ยหมักหรือเชื้อเพลิง แต่ห้ามนำไปทำอาหารสัตว์เพราะมีธาตุโลหะหนัก

ระบบบำบัดน้ำเสียที่บึงมักกะสันเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติที่เรียกว่าระบบ oxidation pond หรือระบบสายลมและแสงแดด ซึ่งมีบ่อดินที่มีความลึก 0.5-2 เมตร สามารถให้แสงส่องลงไปได้ มีการใส่ผักตบชวาเพื่อเป็นตัวดูดซับสารอาหารและโลหะหนักในน้ำเสียจากคลองสามเสน ซึ่งสามารถบำบัดน้ำเสียได้วันละ 30,000-100,000 ลูกบาศก์เมตร การทำงานของระบบอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างพืชน้ำเช่น สาหร่าย (อัลจี) กับแบคทีเรีย โดยในเวลากลางวันสาหร่ายจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำและแสงแดดในการสังเคราะห์แสง

ออกซิเจนที่เป็นผลพลอยจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจะถูกแบคทีเรียนำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งผลของปฏิกิริยานี้จะได้คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบในกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ดังนั้นสาหร่ายและแบคทีเรียจึงดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันได้ แต่เนื่องจากอัตราการเกิดออกซิเจนค่อนข้างต่ำ การเจริญเติบโตของแบคทีเรียจึงถูกจำกัดด้วยปริมาณออกซิเจน ทำให้อัตราเร็วของปฏิกิริยาของการทำลาย BOD จึงค่อนข้างช้า ดังนั้นระบบ oxidation pond จึงต้องใช้บ่อที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากประสิทธิภาพของระบบบึงมักจะสัมพันธ์อยู่กับปริมาณของออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงโดยสาหร่าย ดังนั้นในบึงต้องไม่ปลูกผักตบชวาปริมาณมากเกินไปเพราะจะบดบังแสงแดด ผักตบชวาทำหน้าที่ดูดซึมธาตุอาหารและโลหะหนักในน้ำ จากการศึกษาพบว่าผักตบชวามีการเจริญสูงสุดในเวลาภายหลังการปลูก 16-17 สัปดาห์ จึงต้องดูแลระบบนี้โดยการนำเอาผักตบชวาทิ้งออกทุก 10 สัปดาห์

จากการที่การทางพิเศษแห่งประเทศไทยดำเนินการก่อสร้างทางด่วนมหานครชั้น 2 ระยะที่ 1 โดยมีแนวผ่านบึงมกกะสันและมีตอม่อโครงสร้างอยู่กลางบึง ทำให้น้ำในบึงไม่ได้รับแสงแดด พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจึงได้พระราชทานพระราชดำริให้ใช้เครื่องพ่นอากาศเข้าช่วย มูลนิธิชัยพัฒนาและกรุงเทพมหานครจึงรับสนองพระราชดำริในการปรับปรุงบึงมกกะสันเพื่อให้สามารถฟอกน้ำในคลองสามเสนให้สะอาดขึ้นวันละ 260,000 ลูกบาศก์เมตร ด้วยการใช้เครื่องเติมอากาศแบบทุ่นลอยผสมกับการใช้ผักตบชวา ซึ่งสามารถบำบัดน้ำเสียได้เพิ่มขึ้นจากเดิม 10 เท่า มูลนิธิชัยพัฒนาเป็นผู้จัดหาและติดตั้งเครื่องเติมอากาศขนาด 11 KW จำนวน 10 เครื่อง กรุงเทพมหานครเป็นผู้ดำเนินการขุดลอกบึงพร้อมทั้งติดตั้งเครื่องสูบน้ำและปลูกผักตบชวา สำหรับน้ำที่ใสสะอาดขึ้นนี้ระบายออกสู่คลองธรรมชาติตามเดิม แล้วรับน้ำเสียจำนวนใหม่มาทำการบำบัดโดยทำเป็นวงจร

2.5 การบำบัดน้ำเสียตามพระราชดำริด้วยกังหันน้ำชัยพัฒนา พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานพระราชดำริให้ประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศแบบประหยัดค่าใช้จ่าย สามารถผลิตขึ้นได้เองในประเทศ โดยให้มูลนิธิชัยพัฒนาสนับสนุนงบประมาณเพื่อศึกษาวิจัยสิ่งประดิษฐ์นี้ร่วมกับกรมชลประทาน ต่อมาเครื่องมือบำบัดน้ำเสียนี้นี้เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายและเรียกว่ากังหันน้ำชัยพัฒนา การทดลองวิจัยเพื่อประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศในขณะนี้ มี 9 รูปแบบ คือ

1. เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปได้น้ำและกระจายฟอง (Chaipattana Aerator, Model RX-1)
2. เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศหมุนได้น้ำหรือชัยพัฒนาซูเปอร์ฟองแอร์ (Chaipattana Aerator, Model RX-3)
3. เครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำหรือชัยพัฒนาเวนจูรี (Chaipattana Aerator, Model RX-4)
4. เครื่องกลเติมอากาศระบบอัดและดูดอากาศลงได้น้ำหรือชัยพัฒนาแอร์เจท (Chaipattana Aerator, Model RX-5)
5. เครื่องกลเติมอากาศแบบตีน้ำสัมผัสอากาศหรือเครื่องตีน้ำชัยพัฒนา (Chaipattana Aerator, Model RX-6)

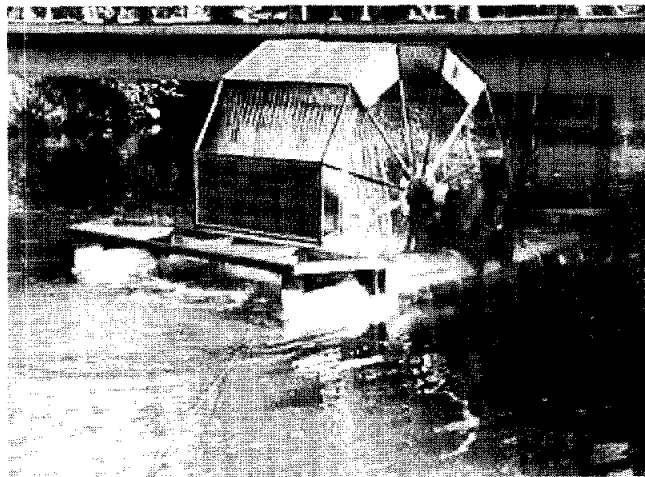
6. เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดและอัดน้ำลงไปใต้ผิวน้ำหรือชัยพัฒนาไฮโดรแอร์ (Chaipattana Aerator, Model RX-7)

(1) เครื่องมือจับเกาะจุลินทรีย์หรือชัยพัฒนาไบโอ (Chaipattana Bio-Filter, Model RX-8)

(2) เครื่องกลเติมอากาศแบบกระจายน้ำสัมผัสอากาศหรือน้ำพุชัยพัฒนา (Chaipattana Aerator, Model RX-9)

(3) เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำแบบหมุนช้าหรือกังหันน้ำชัยพัฒนา (Chaipattana Aerator, Model RX-2)

เครื่องกลเติมอากาศกังหันน้ำชัยพัฒนาได้รับการพิจารณาและทูลเกล้าฯ ถวายสิทธิบัตรในพระปรมาภิไธย นับเป็นสิ่งประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศเครื่องที่ 9 ของโลก นอกจากนี้สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติได้ประกาศให้กังหันน้ำชัยพัฒนาได้รับรางวัลที่ 1 ประเภทรางวัลผลงานคิดค้นหรือสิ่งประดิษฐ์ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ประเทศชาติประจำปี 2536 และทูลเกล้าฯ ถวายรางวัลนี้แด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวอริยวงศาคตญาณ ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 การเติมอากาศในน้ำโดยใช้กังหันน้ำชัยพัฒนา

หลักการและวิธีการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา กังหันน้ำชัยพัฒนาเป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบทุ่นลอย สามารถปรับตัวขึ้นลงได้ตามระดับขึ้นลงของผิวน้ำในแหล่งน้ำเสียมีส่วนประกอบสำคัญคือ โครงกังหันน้ำรูป 12 เหลี่ยม ของบรรจุน้ำติดตั้งโดยรอบจำนวน 6 ซอง รูของน้ำพรมเพื่อให้ น้ำไหลกระจายเป็นฝอย ของน้ำจะถูกขับเคลื่อนให้หมุนโดยรอบด้วยเกียร์มอเตอร์ ซึ่งทำให้การหมุนเคลื่อนที่ของของน้ำวัดตักน้ำด้วยความเร็วสามารถวิดน้ำลึกลงไปจากใต้ผิวน้ำประมาณ 0.5 เมตร ยกน้ำสาตขึ้นไปกระจายเป็นฝอยเหนือผิวน้ำได้สูงถึง 1 เมตร ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศมากและส่งผลให้ออกซิเจนละลายเข้าไปในน้ำได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่น้ำเสียถูกยกขึ้นไปสาตกระจายสัมผัสกับอากาศแล้วตกลงไปยังผิวน้ำจะก่อให้เกิดฟองอากาศจมตามลงไปใต้ผิวน้ำด้วย ในขณะที่ของน้ำกำลังเคลื่อนที่ลงสู่ผิวน้ำแล้วตกลงไปใต้ผิวน้ำจะเกิดการอัดอากาศภายในของ

น้ำภายใต้ผิว น้ำ จนกระทั่งของน้ำจืดน้ำเค็มที่ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทออกซิเจนได้สูง หลังจากนั้น น้ำที่ได้รับการเติมอากาศเกิดการถ่ายเทของน้ำเคลื่อนที่ออกไปด้วยการผลักดันของของน้ำ รวมทั้งการโยกตัวของหุ่นลอยในขณะที่ทำงานสามารถผลักดันน้ำให้เคลื่อนที่ผสมผสานออกซิเจนเข้ากับน้ำในระดับความลึกใต้ผิวน้ำได้เป็นอย่างดี จึงก่อให้เกิดกระบวนการทั้งการเติมอากาศ การกวนแบบผสมผสาน และการทำให้เกิดการไหลของน้ำเสียไปตามทิศทางที่กำหนดโดยพร้อมกัน เครื่องกลนี้สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่า BOD 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้วันละ 600 ลูกบาศก์เมตร ทำให้มีประสิทธิภาพในการลดค่า BOD ได้สูงกว่าร้อยละ 90 และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยมาก โดยเสียค่าใช้จ่ายเพียงลูกบาศก์เมตรละ 96 สตางค์ คิดเป็นจำนวนความสกปรกในหน่วย กิโลกรัม BOD เสียค่าใช้จ่าย 3.84 บาท

3. มลพิษทางอากาศ

อากาศเป็นของผสมที่เกิดจากแก๊สหลายชนิด (อากาศบริสุทธิ์ไม่มีสีและไม่มีกลิ่น) ได้แก่ ไนโตรเจน ร้อยละ 78.09 ออกซิเจนร้อยละ 20.94 อาร์กอน (แก๊สเฉื่อย) ร้อยละ 0.93 คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03 และฮีเลียม ไฮโดรเจน นีออน คริปตอน ซีนอน ไอโชน มีเทน ไออน้ำ และอื่นๆ รวมกันร้อยละ 0.01 (มูลนิธิโลกสีเขียว, 2534) อากาศที่พื้นโลกมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่อยู่สูงขึ้นไปจากพื้นดิน หรืออุณหภูมิจะลดลงตามความสูงที่เพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิจะลดลงประมาณ 6.5 องศาเซลเซียสต่อความสูง 1 กิโลเมตร อากาศที่อยู่สูงจากพื้นโลกขึ้นไปแบ่งออกเป็นชั้นบรรยากาศ (atmosphere) ซึ่งอากาศและบรรยากาศมีความสำคัญอย่างมากต่อสิ่งมีชีวิตเช่น มีแก๊สที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต มีผลต่อสภาพจิตใจ และร่างกายของมนุษย์ มีอิทธิพลต่อและคุณภาพของทรัพยากร (เช่น ป่าไม้และแร่ธาตุ) ทำให้เกิดลมและฝน ช่วยปรับอุณหภูมิของโลกโดยเฉพาะไออน้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนจากพื้นดิน ช่วยป้องกันอันตรายจากรังสีของดวงอาทิตย์โดยแก๊สไอโชนในบรรยากาศทำหน้าที่ดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลต ช่วยเผาวัตถุที่ตกลงมาจากฟ้า หรืออุกบาตให้กลายเป็นอนุภาคเล็กๆ จนไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลก ทำให้ท้องฟ้ามีสีสวยงามโดยอนุภาคอื่นที่ปนอยู่กับแก๊สในบรรยากาศจะทำให้เกิดการหักเหของแสงจึงมองเห็นท้องฟ้ามีแสงสีที่งดงาม (มูลนิธิโลกสีเขียว, 2534)

มลพิษทางอากาศ (air pollution) หมายถึงสภาวะที่อากาศมีสิ่งปนเปื้อนเจือปนอยู่ในปริมาณมากทำให้คุณภาพของอากาศตามธรรมชาติเปลี่ยนแปลงและเสื่อมโทรมลง ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต (เช่น มนุษย์ สัตว์ และพืช) และทำให้เกิดผลเสียต่อทรัพย์สิน (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539) สิ่งแปลกปลอมที่เจือปนในอากาศได้แก่ แก๊สชนิดต่างๆ ฝุ่นละออง เขม่าควัน สารพิษ และสารกัมมันตรังสี มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยด้วยโรคต่างๆ โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ (เช่น กรุงเทพมหานคร) ที่มีประชากรจำนวนมาก มีสถานประกอบการ แหล่งอุตสาหกรรม และการจราจรหนาแน่นต้องเผชิญกับปัญหาอากาศเสียอย่างมาก

3.1 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ สารมลพิษที่ปล่อยลอยปะปนอยู่ในอากาศมีแหล่งกำเนิดดังนี้

3.1.1 เกิดจากธรรมชาติ อันได้แก่ ฝุ่นละออง แก๊สบางชนิดที่เกิดจากลมพายุ แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ไฟไหม้ป่า และแก๊สธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีพวกละอองเกสรของพืชและจุลินทรีย์ที่ลอยอยู่ในอากาศ สารมลพิษที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติจะไม่ค่อยสร้างปัญหาหรืออันตรายต่อมนุษย์ เนื่องจากมีปริมาณน้อย และธรรมชาติสามารถควบคุมให้อยู่ในภาวะสมดุลได้

3.1.2 เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เป็นแหล่งมลพิษที่มีขนาดใหญ่ได้แก่ การเผาไหม้เช่น การประกอบอาหาร การเผาทำลายขยะมูลฝอย โรงงานอุตสาหกรรม และการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดแก๊สชนิดต่างๆ (ตามองค์ประกอบในเชื้อเพลิง) ยานพาหนะโดยเครื่องยนต์ปลดปล่อยออกมาทางท่อไอเสีย ซึ่งมีทั้งเขม่า คาร์บอน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สชนิดอื่นๆ โรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งใหญ่ของมลพิษทางอากาศโดยปลดปล่อยทั้งฝุ่นละออง กลิ่นเหม็น ไอของกรด และแก๊สหลายชนิด การเกษตรกรรมได้แก่การฉีดสารกำจัดแมลงและวัชพืช การเผาไร่ทำให้เกิดฝุ่น คาร์บอน และสารพวกไฮโดรคาร์บอน และจากกิจกรรมอื่นๆ ของมนุษย์ เช่น การก่อสร้าง การไม้หิน การทำความสะอาดถนนและอาคาร การเผาขยะ และการฟันสิโรยยนต์

3.2 สารมลพิษทางอากาศ สารมลพิษที่ทำให้อากาศเสียสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ ละอองลอยและแก๊ส (ไชยยุทธ ชีวะยะ, 2542)

3.2.1 ละอองลอยหรืออนุภาคสาร เป็นอนุภาคขนาดเล็กอาจเป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้ซึ่งแขวนลอยอยู่ในอากาศเช่น ฝุ่นละอองเป็นอนุภาคของแข็ง (ซึ่งเกิดจากการปั่น บด ชักสี ทบ ระเบิด และการขุด) คาร์บอนเป็นอนุภาคของคาร์บอนที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ (เช่น การเผาไหม้น้ำมัน ถ่านหิน ไม้ บุหรี่ และเชื้อเพลิง) ไอควันเป็นอนุภาคของแข็งซึ่งรวมตัวอยู่กับไอน้ำมีลักษณะคล้ายฝุ่นละออง ไอควันเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพจากของแข็งเป็นไอ (เช่น การเผาตะกั่ว การเผาสังกะสี และการให้ความร้อนแก่เหล็กไอโอดีน) หมอกเป็นอนุภาคของเหลวที่เกิดจากการเปลี่ยนสถานะจากแก๊สมาเป็นของเหลวโดยอยู่ในรูปของละอองขนาดเล็กสามารถรวมตัวกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ขึ้นได้ทำให้เกิดกลองสู่พื้นดิน

3.2.2 แก๊ส แก๊สและไอสารหลายชนิดที่ปนอยู่ในอากาศเป็นอันตรายมาก เนื่องจากบางชนิดไม่มีสีและไม่มีกลิ่น เมื่อร่างกายรับเข้าไปปริมาณมากจะเกิดอันตรายเช่น

1. คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เมื่อหายใจเข้าไปจะทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจน ถ้าได้รับจำนวนเล็กน้อยจะเกิดอาการวิงเวียน หน้ามืด ตาลาย สายตาพร่า และหายใจเร็ว ถ้าได้รับในปริมาณที่มากอาจทำให้ถึงตายได้

2. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและสิ่งอื่นๆ เป็นแก๊สเฉื่อย ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น โดยปกติแล้วไม่จัดว่าเป็นแก๊สพิษ แต่ถ้าเจือปนอยู่ในอากาศในปริมาณมากจะทำให้อัตราส่วนของอากาศบริสุทธิ์สูญเสียไป การสะสมของแก๊สชนิดนี้ในบรรยากาศยังกันทำให้ความร้อนจากผิวโลกผ่านขึ้นไปไม่ได้หรือที่เรียกว่าภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect)

3. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นแก๊สที่ไม่มีสีเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเช่น น้ำมัน และถ่านหิน เมื่อสูดดมเข้าไปจะเกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เมื่อแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์เข้าสู่บรรยากาศจะทำปฏิกิริยากับความชื้นกลายเป็นกรดซัลฟูริกเจือปนอยู่ในฝนหรือที่เรียกว่าฝนกรด ซึ่งเป็นอันตรายต่อพืชและสิ่งก่อสร้าง

4. ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ทำให้เกิดหมอกและควัน ถ้าแก๊สนี้เข้าสู่ร่างกายมนุษย์จะเป็นอันตรายต่อปอด โดยทำให้ปอดอักเสบ เกิดเนื้องอกในปอด ทำให้หลอดลมตีบตัน และเป็นอันตรายต่อพืช

5. ไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือแก๊สไข่เน่า (H_2S) เป็นแก๊สที่มีกลิ่นเหม็น เกิดจากการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ การกลั่นน้ำมันดิบ และการทำถ่านหินให้เป็นถ่านโค้ก

6. ไฮโดรคาร์บอน (HC) เป็นสารประกอบของคาร์บอนกับไฮโดรเจนเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง และการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม มีหลายรูปแบบเช่น ฟอรั่มลดีไฮด์ และอัลดีไฮด์ แก๊สพวกนี้ทำให้เกิดอาการแสบตา น้ำตาและน้ำมูกไหล

3.3 ผลกระทบของมลพิษทางอากาศ มลพิษทางอากาศส่งผลให้เกิดปัญหามากมายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเช่น

3.3.1 ผลกระทบต่อดินไม้และพืชผัก โดยจะทำให้ใบพืชสีจางลงและใบมีสีเหลือง เนื่องจากคลอโรฟิลล์ถูกทำลาย หรือดอกเป็นรอยด่างมีสีจางเป็นจุดๆ เช่น ดอกกล้วยไม้

3.3.2 ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ โดยอาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยหรือตายแบบเฉียบพลัน (เช่น ถ้าหายใจเอามลพิษทางอากาศที่มีความเข้มข้นสูงเข้าสู่ปอด) เกิดการเจ็บป่วยแบบเรื้อรัง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับมลพิษทางอากาศที่มีความเข้มข้นไม่สูงมากนัก แต่ได้รับเป็นระยะเวลาที่ยาวนานมากพอที่จะทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพ (ที่พบบ่อยได้แก่ โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ) และเกิดความเดือดร้อนรำคาญโดยอาจจะเกิดจากกลิ่น ผุ่น และขี้เถ้า ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่และจิตใจ นอกจากนี้ถ้าสัตว์ได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ หรือโดยการกินหญ้าหรือพืชที่มีสารมลพิษปนเปื้อนเช่น สารหนู ฟลูออรีน ตะกั่ว และแคดเมียม ในปริมาณที่มากพอจะทำให้เกิดอันตราย

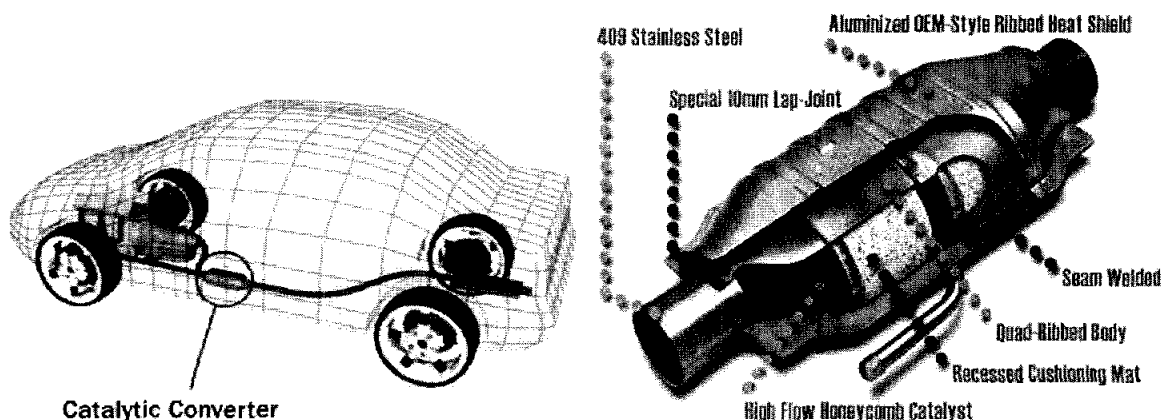
3.3.3 ผลกระทบต่อวัสดุและทรัพย์สิน กลไกที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อวัตถุเช่น เกิดจากการขัดสีของฝุ่นทราย ฝนกรด และการกัดกร่อนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างมลสารกับผิววัตถุเป็นเวลานาน ทำให้วัสดุสึกกร่อน ทำให้เกิดความสกปรก เปราะและเปื่อยเช่น โลหะผุกร่อน ยาง พลาสติกเปราะและแตก

3.4 การควบคุมและป้องกันมลพิษทางอากาศ สามารถทำได้หลายวิธีเช่น

3.4.1 การออกกฎหมายควบคุมจากหน่วยงานของรัฐ กฎหมายที่ใช้ควบคุมมลพิษทางอากาศมีอยู่ด้วยกันหลายฉบับเช่น พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 พ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และกฎกระทรวงต่างๆ

3.4.2 การกำหนดมาตรฐานเพื่อควบคุมดูแลคุณภาพทั้งในบรรยากาศและในสถานประกอบการหรือโรงงานอุตสาหกรรมให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยและเพื่อประโยชน์ต่อการใช้กฎหมายควบคุมมลพิษทางอากาศเช่น มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศซึ่งกำหนดขึ้นเพื่อให้หน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพอากาศใช้เป็นมาตรการสำหรับตรวจสอบและดูแลให้สภาพแวดล้อมของอากาศอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และมาตรฐานคุณภาพอากาศที่แหล่งกำเนิดโดยแหล่งกำเนิดของอากาศเสียที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์มีความสำคัญที่จะต้องควบคุม เพื่อไม่ให้มีการปล่อยสารมลพิษออกมาปะปนอยู่ในอากาศจนกระทั่งเกิดปัญหาต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

3.4.3 การควบคุมที่แหล่งกำเนิด ซึ่งสามารถกระทำได้หลายวิธีการเช่น การควบคุมการปล่อยสารปนเปื้อน หรือลดการผลิตสารปนเปื้อนจากแหล่งกำเนิดให้มีปริมาณน้อยที่สุด (ได้แก่ การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือวิธีการผลิต การลดสารปนเปื้อน และการนำสารปนเปื้อนกลับมาใช้ประโยชน์) โดยการออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ทำงานให้มีความเหมาะสม มีประสิทธิภาพ และควรบำรุงรักษาเครื่องจักรเครื่องมือ และอุปกรณ์อยู่เป็นประจำ การควบคุมสารปนเปื้อนจากแหล่งกำเนิดก่อนปล่อยสู่บรรยากาศเพื่อไม่ทำให้มีสารปนเปื้อนในบรรยากาศมีปริมาณมากจนก่อให้เกิดอันตราย (ได้แก่ การลดความเร็วของอากาศเสีย การเปลี่ยนทิศทางของอากาศเสีย การสกัดกั้น หรือกรองเอาอนุภาคออกจากอากาศ การใช้แรงดึงดูดกระแสไฟฟ้าสถิต การดูดซับด้วยแก๊ส การดูดซึม การทำให้เจือจาง และการควบแน่น) และการใช้อุปกรณ์ในการกำจัดอนุภาคในอากาศ ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้กำจัดอนุภาคในอากาศอยู่เป็นจำนวนมาก จึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับชนิดและขนาดของอนุภาคเช่น ใช้ catalytic converter เพื่อบำบัดมลพิษทางอากาศจากรถยนต์ (ภาพที่ 3.9) โดยเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในท่อไอเสียของรถยนต์



ภาพที่ 3.9 อุปกรณ์ลดมลพิษจากไอเสียของรถยนต์

4. มลพิษทางเสียง

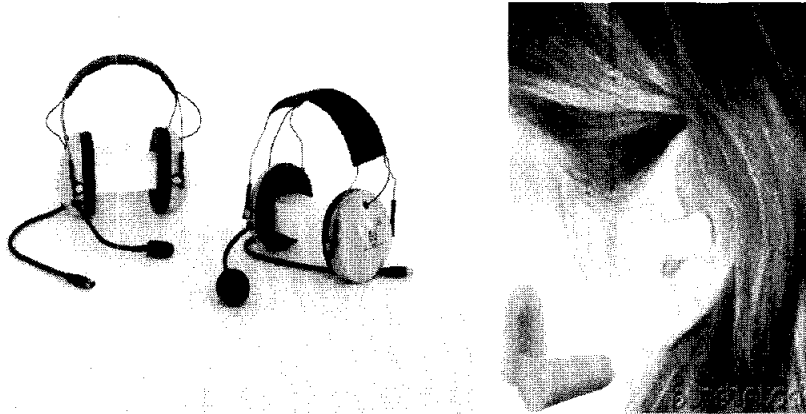
สภาพสังคมปัจจุบันประชาชนผู้อยู่อาศัยอยู่ในเขตเมืองต้องประสบปัญหาด้านมลพิษทางเสียง ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่มีเสียงอันก่อให้เกิดความรำคาญ สร้างความรบกวน ทำให้เกิดความเครียดทั้งทางร่างกายและจิตใจ ทำให้ตกใจและอาจถึงขั้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยได้เช่น เสียงที่ดังมาก เสียงที่เกิดขึ้นต่อเนื่องยาวนาน (สุริลา ตูลยะเสถียร และคณะ, 2544) นอกจากนี้ยังเกิดจากเสียงอึกทึก (noise) ซึ่งเป็นเสียงที่ไม่เป็นที่ต้องการไม่ปรารถนาจะได้ยิน โดยอาจเนื่องมาจากไม่มีความไพเราะฟังแล้วกระดังงู เสียงที่ดังเกินไป หรือเกิดขึ้นยาวนานติดต่อกัน เสียงหึ่ง หรือแหลมเกินไป หรือเป็นเสียงรบกวนที่ก่อให้เกิดความรำคาญเป็นอุปสรรคในการติดต่อสื่อสารและปฏิบัติการกิจการงาน (พุลสุข เอกไทยเจริญ, 2544) ถ้าได้รับเสียงที่ดังเกินขนาดจนรบกวนโสตประสาทเป็นระยะเวลานานอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ แหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียงมีลักษณะคล้ายคลึงกับแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศ โดยส่วนหนึ่งเกิดจากการขยายตัวของเมืองทำให้มีการจราจรที่หนาแน่นเพิ่มขึ้น และเกิดจากการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม แหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงได้แก่ เสียงจากธรรมชาติ (เช่น เสียงลมพัด พายุ ฟ้าร้อง เสียงน้ำตก เสียงแผ่นดินไหว และภูเขาไฟระเบิด) เสียงจากสัตว์ (เช่น นกร้อง ไก่ขัน สุนัขเห่า) และเสียงที่มนุษย์สร้างขึ้น (เช่น เสียงที่เกิดจากการก่อสร้าง เสียงในที่อยู่อาศัย เครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม โรงมหรสพ สถานเริงรมย์ การละเล่น การแสดง) และเสียงที่เกิดจากยานพาหนะเช่น รถยนต์ เรือยนต์ และเครื่องบิน (สดับ ชีรบุตร, 2535)

องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดมาตรฐานระดับเสียงที่ปลอดภัยในการได้ยิน คือเสียงที่มีความดังไม่เกิน 85 เดซิเบลเอ ในช่วงระยะเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ถ้าเกินกว่าระดับนี้อาจได้รับอันตรายจากมลพิษทางเสียง แต่จะไม่แสดงผลให้เห็นทันที องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (EPA) ได้กำหนดมาตรฐานระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง โดยระดับเสียงทั่วไปเฉลี่ยต้องไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ ถ้าระดับความดังของเสียงเฉลี่ยเกิน 70 เดซิเบลเอ โดยได้ยินตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลานานหลายปี อาจทำให้เกิดอาการหูตึงได้ ส่วนค่าระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวันต้องไม่เกิน 75 เดซิเบลเอ

4.1 ผลกระทบจากมลพิษทางเสียง เสียงดังที่ได้ยินเป็นระยะเวลานานๆ หรืออยู่ใกล้แหล่งเสียงรบกวนจะทำให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินเช่น หูตึงหรือหูอื้อชั่วคราว (ซึ่งอาจคืนกลับสู่สภาพปกติได้) หรือหูหนวกอย่างถาวรทำให้สูญเสียการได้ยินและไม่อาจกลับเป็นปกติได้อีก และยังทำให้เกิดการเจ็บปวดหู โดยหูอื้อแบบฉบับพลัน มีเสียงดังในหูเป็นบางครั้งซึ่งทำให้เจ็บปวดมาก นอกจากนี้ยังเป็นอันตรายต่อสุขภาพทางจิตใจ โดยทำให้เกิดความรู้สึกรำคาญ หงุดหงิด นอนไม่หลับ เกิดความเหนื่อยอ่อน รบกวนประสิทธิภาพในการทำงาน ทำให้เกิดอาการเครียด เกิดความดันโลหิตสูง เป็นโรคกระเพาะอาหารและโรคหัวใจได้

4.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียง มีความพยายามแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียงด้วยการกำหนดมาตรการเช่น มาตรการด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม มาตรการด้านสังคม มาตรการด้านกฎหมาย และมาตรการด้านเทคโนโลยี ตัวอย่างเช่นมีการกำหนดและปรับปรุงค่ามาตรฐานระดับเสียง การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีต่างๆ สำหรับการลดมลพิษทางเสียงเช่น ที่อุดหู (ear plug) และที่ครอบหู (ear muff) (ภาพที่ 3.10)

ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้องกันเสียงที่ดังเกินไปในบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท การสร้างกลไกให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการลดมลพิษทางเสียง มาตรการทางด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับระดับเสียงของยานพาหนะทางบกและทางน้ำตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 (ในมาตราที่ 55 และ 68) กำหนดให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษจะต้องติดตั้งระบบบำบัดสำหรับควบคุม กำจัด ลด หรือขจัดมลพิษ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพื่อรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้



ภาพที่ 3.10 อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง

5. เทคโนโลยีกำจัดขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอย (solid waste) หมายถึงสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้วส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแข็ง อาจมีความชื้นเจือปนส่วนหนึ่ง เน่าเปื่อยได้ (หรือไม่ได้ก็ได้) และรวมถึงเถ้า ซากสัตว์ มูลสัตว์ และฝุ่นละออง ชนิดของขยะมูลฝอยมีความแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิดเช่น ในชุมชนส่วนใหญ่เป็นเศษอาหารและขยะแห้ง ขยะติดเชื่อมมีแหล่งกำเนิดจากสถานพยาบาล ขยะอันตรายมีแหล่งกำเนิดจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ส่วนอุจจาระและปัสสาวะของมนุษย์เป็นสิ่งปฏิกูล เนื่องจากมีวิธีการจัดเก็บและกำจัดแตกต่างจากขยะมูลฝอย สำหรับขยะอันตราย (hazardous waste) หมายถึงขยะที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนด้วยวัตถุอันตรายชนิดต่างๆ หรือปนเปื้อนด้วยสิ่งที่เป็นอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อมเช่น วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุแก๊สมันตรึงสี วัตถุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุติดกร่อน วัตถุที่ทำให้เกิดการระคายเคือง

5.1 ผลกระทบจากขยะมูลฝอยและขยะอันตราย ถ้าไม่มีการกำจัดขยะมูลฝอยและขยะอันตรายอย่างเหมาะสมจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของมนุษย์เช่น

5.1.1 การแพร่กระจายของเชื้อโรค เชื้อโรคชนิดต่างๆ จากกองขยะอาจแพร่กระจายสู่ชุมชน ทำให้ประชาชนเสี่ยงต่อการเป็นโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรกระบบทางเดินอาหาร

5.1.2 เกิดภาวะมลพิษในสิ่งแวดล้อม การทิ้งขยะ (เช่น เศษอาหาร ซากพืช ซากสัตว์ที่ย่อยสลายได้) ลงในแหล่งน้ำจะส่งผลทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน น้ำเน่าเสีย มีสารพิษตกค้างในน้ำเป็นปัญหาต่อการใช้น้ำเพื่ออุปโภคและบริโภค ทำให้ระบบนิเวศในแหล่งน้ำนั้นเสียไป การกองขยะทิ้งไว้บนดินน้ำเสียที่เกิดจากการย่อยสลายขยะ โลหะหนักหรือสารพิษที่เป็นอันตรายจะถูกชะล้างออกมาพร้อมกับน้ำ เมื่อฝนตกลงมาน้ำเสียเหล่านี้จะไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินหรือแหล่งน้ำสาธารณะ ซึ่งทำให้เกิดมลพิษปนเปื้อนอยู่ในดินและน้ำ

5.2.3 สูญเสียทางเศรษฐกิจ ในแต่ละปีต้องเสียงบประมาณในการกำจัดขยะเป็นเงินจำนวนมาก นอกจากนี้การกำจัดขยะที่ไม่ถูกวิธียังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจเช่น เมื่อแหล่งน้ำเน่าเสียจะทำให้สัตว์น้ำลดจำนวนซึ่งเกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจตามมา หรือต้องใช้เงินงบประมาณเพื่อฟื้นฟูสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมอันเนื่องมาจากขยะมูลฝอย

5.2 การกำจัดขยะมูลฝอย การกำจัดขยะมูลฝอยอย่างไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลเช่น การเผาในที่โล่งหรือการกองบนพื้นดิน ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศเช่น เกิดแก๊สพิษ ฝุ่น คาร์บอน กลิ่นเหม็น และบ้านเมืองขาดความสวยงาม ปัจจุบันมีการนำความรู้ทางวิชาการและเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้เพื่อกำจัดขยะมูลฝอยเช่น

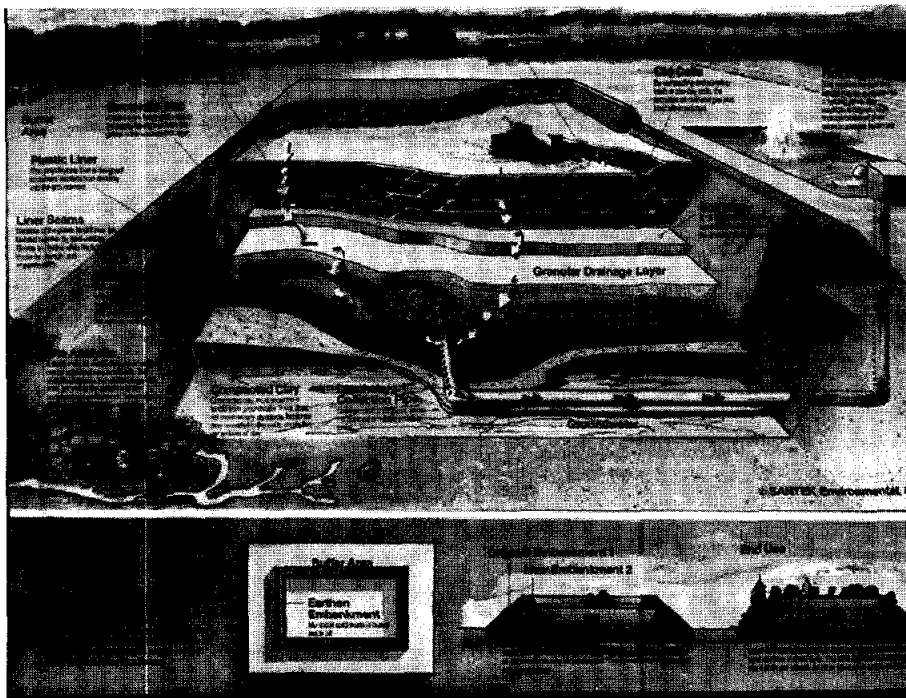
5.2.1 การหมักทำปุ๋ย (composting) เหมาะกับขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ โดยอาศัยจุลินทรีย์เป็นตัวย่อยสลายสารอินทรีย์ให้แปรสภาพเป็นปุ๋ย (compost หรือ humus) ซึ่งมีสีดำค่อนข้างแห้ง ลักษณะค่อนข้างคงรูป นำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพดินได้ กระบวนการหมักในการทำปุ๋ยแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ

1. การหมักแบบใช้ออกซิเจน (aerobic decomposition) เป็นการสร้างสภาวะให้จุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยใช้ออกซิเจนย่อยสลายอาหารแล้วกลายสภาพเป็นแร่ธาตุ ขบวนการนี้ไม่เกิดแก๊สที่มีกลิ่นเหม็น นิยมใช้วิธีการหมักแบบนี้เพื่อทำปุ๋ยอินทรีย์

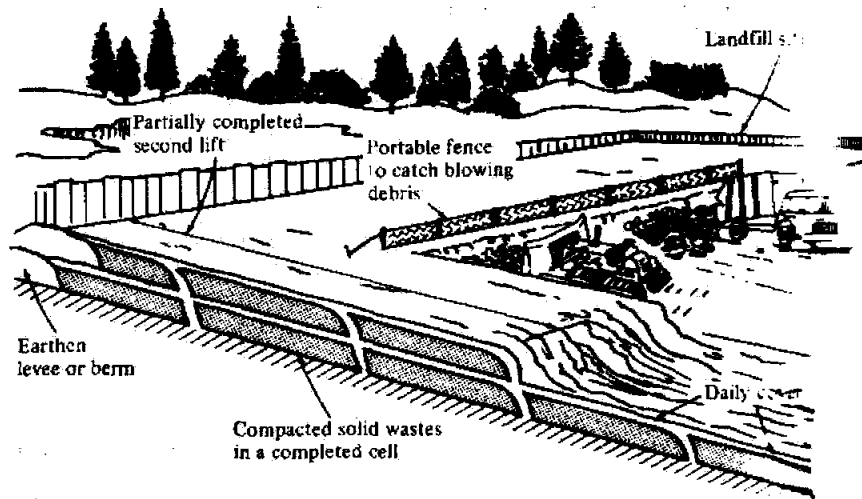
2. การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic decomposition) เป็นการสร้างสภาวะให้จุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยไม่ใช้ออกซิเจนเป็นตัวช่วยย่อยสลายอาหาร และแปรสภาพกลายเป็นแร่ธาตุ ขบวนการนี้มักจะเกิดแก๊สที่มีกลิ่นเหม็นเช่น แก๊สไข่เน่า (H_2S) แต่ผลพลอยได้ที่เป็นประโยชน์ คือแก๊สมีเทน (CH_4) ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2543)

5.2.2 การเผาทำลายในเตาเผาความร้อนสูง (incineration) การทำลายขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาทำลายในเตาเผาที่ได้รับการออกแบบและก่อสร้างอย่างถูกต้องเหมาะสม โดยต้องใช้อุณหภูมิในการเผา 850 - 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อการเผาทำลายที่สมบูรณ์ สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยได้ร้อยละ 80-90 กระบวนการเผาแบบนี้มีระบบบำบัดกำจัดมลพิษหลังจากการเผา (ถ้า ฝุ่นขนาดเล็ก แก๊สพิษเช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์) ได้แก่ ระบบหล่อเย็นเพื่อทำให้ไอเสียเย็นตัว ระบบกำจัดไอเสีย (เช่น ถุงกรองฝุ่น อุปกรณ์ดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์) ระบบกำจัดน้ำเสียที่เกิดจากการใช้เตาเผา การนำเถ้าที่ได้จากการเผาไปฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล และต้องมีระบบติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ ในประเทศไทยนิยมใช้วิธีการเผาเพื่อกำจัดขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาล โดยกรุงเทพมหานครมีเตาเผาขยะติดเชื้อซึ่งมีความสามารถในการเผา 10 ตันต่อวัน จำนวน 2 เตา อยู่ที่โรงงานกำจัดขยะมูลฝอยอ่อนนุช ในต่างประเทศมีการนำความร้อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการเผาขยะไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

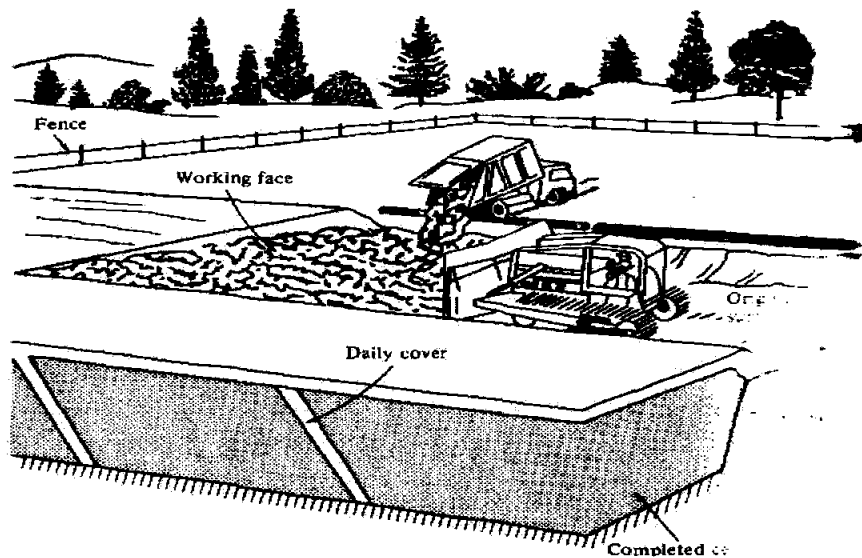
5.2.3 การฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล (sanitary landfill) ทำได้โดยการนำขยะมูลฝอยมาเทในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้ แล้วใช้เครื่องจักรกลบเกลี่ยและบดอัดให้ยุบตัวลง จากนั้นจึงใช้ดินกลบทับและบดอัดให้แน่น โดยทำเป็นชั้นๆ สลับด้วยดินกลบทับหน้า (ภาพที่ 3.11) สารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยจะถูกย่อยสลายตามธรรมชาติโดยจุลินทรีย์พวกที่ไม่ใช้อากาศ (anaerobic microorganisms) วิธีฝังกลบจะเกิดน้ำเสียจากขบวนการย่อยสลาย ดังนั้นต้องมีมาตรการป้องกันหรือบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้น และต้องมีระบบการระบายแก๊สที่เกิดจากการย่อยสลายออกจากพื้นที่ฝังกลบ การเลือกพื้นที่เพื่อการฝังกลบต้องสำรวจและพิจารณาถึงความเหมาะสม ซึ่งควรเป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่ได้ใช้ทำประโยชน์หรือค้อยคุณค่าต่อการนำไปใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และไม่เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขัง โดยปกติการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่นิยมใช้กันมี 2 วิธีคือ การฝังกลบนบนพื้นที่ (area method) ซึ่งเหมาะกับบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินตื้น (ภาพที่ 3.12) อีกวิธีหนึ่งเป็นการฝังกลบแบบขุดร่อง (trench method) ซึ่งเหมาะกับพื้นที่มีน้ำใต้ดินอยู่ลึก (ภาพที่ 3.13) หรือใช้การฝังกลบในหุบเขาหรือที่ลาดชันระหว่างภูเขาก็ได้



ภาพที่ 3.11 ลักษณะโครงสร้างของหลุมฝังกลบขยะ



ภาพที่ 3.12 การฝังกลบแบบพื้นที่ (area method) เหมาะกับพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินอยู่ตื้น



ภาพที่ 3.13 การฝังกลบแบบร่อง (trench method) เหมาะกับพื้นที่ที่มีน้ำใต้ดินอยู่ลึก

เทคโนโลยีในการกำจัดขยะเป็นการแก้ไขปัญหามลพิษที่ปลายเหตุ การกำจัดขยะมูลฝอยในปัจจุบันประสบปัญหาหลายด้านเช่น การกำจัดที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาลส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การจัดหาที่ดินสำหรับการฝังกลบ การต่อต้านและคัดค้านของประชาชนในการก่อตั้งโครงการกำจัดขยะ ขาดแคลนงบประมาณ ประชาชนขาดจิตสำนึกขาดความเข้าใจและทัศนคติที่ดีต่อการจัดการขยะมูลฝอย ฯลฯ ดังนั้นหน่วยงานภาครัฐและเอกชนจึงได้รณรงค์ให้ประชาชนเกิดจิตสำนึกด้านการบริโภคทรัพยากร และเห็นความสำคัญของการลดปริมาณขยะมูลฝอย การแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง และการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยที่คัดแยกในรูปแบบต่างๆ เช่น นำไปทำเป็นน้ำสกัดชีวภาพหรือน้ำหมักจุลินทรีย์ (หรือขยะหอม) การทำปุ๋ยหมัก การทำสิ่งประดิษฐ์จากวัสดุเหลือใช้ การทอดผ้าปารีไชเคลือบ ธนาคารขยะ และขยะแลกไข่

วิธีลดปริมาณขยะปฏิบัติได้อย่างง่ายๆ 4 ประการคือ ใช้วิธีการ 1A 3R โดยเริ่มด้วยการละเว้นหรือหลีกเลี่ยง (avoid) การใช้หรือบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วทิ้ง (เช่น ตะเกียบไม้ ช้อนพลาสติก โฟมบรรจุอาหาร กระป๋องบรรจุเครื่องดื่ม) ผลิตภัณฑ์จากป่าและสัตว์ป่า การเผาพลาสติก และการเหยียบลงบนดิน ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงหรืองดการบริโภคผลิตภัณฑ์บางชนิดได้ จะต้องลดปริมาณการบริโภคลง (reduce) ให้อยู่ในระดับเท่าที่จำเป็นเพื่อชะลอปริมาณทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่จำกัดไม่ให้ลดลงอย่างรวดเร็วเช่น ลดการใช้ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป (เช่น แร่ธาตุ และพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล) ใช้พลังงานทดแทน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้โดยการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (อุปกรณ์และเทคโนโลยีประหยัดพลังงาน) ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้พลังงานมากในกระบวนการผลิต (เช่น แก้ว กระดาษ โลหะ) เมื่อมีการบริโภคจะต้องมีความระมัดระวังและใช้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการใช้ซ้ำ (reuse) ซึ่งเป็นการใช้ผลิตภัณฑ์และทรัพยากรในลักษณะเดิม โดยไม่มีการแปรสภาพหรือเปลี่ยนรูปทรง (เช่น การใช้กระดาษสองหน้า ใช้ถุงพลาสติกซ้ำหลายครั้ง) หลังสิ้นสุดการใช้งานผลิตภัณฑ์จะเกิดของเสีย ซึ่งจะต้องมีการแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ (recycle) ซึ่งเป็นการนำของเสียไปแปรรูปโดยผ่านกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์นำกลับมาใช้ใหม่ วัสดุที่นิยมนำไปรีไซเคิลได้แก่ กระดาษ แก้ว กระป๋อง และพลาสติก กระบวนการรีไซเคิลมีส่วนช่วยลดมลพิษจากกระบวนการผลิต ลดการใช้พลังงานและทรัพยากรที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตได้ด้วย (ชมรมขบวนการทหารสอง, 2543)

สรุป

เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการความยากจน ซึ่งถือได้ว่าเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการพัฒนาเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนให้สูงขึ้น การใช้เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมหรือใช้เทคโนโลยีที่ไม่มีประสิทธิภาพส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรและเกิดภาวะมลพิษในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ทรัพยากร และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการบริโภคให้อยู่ในระดับที่พอเพียงจึงจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาในด้านต่างๆ ตามมา ปัจจุบันเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมได้ถูกนำมาใช้เพื่อการอนุรักษ์และจัดการสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น โดยทำทั้งในรูปแบบของการป้องกันมลพิษ การสำรวจ ติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม และการบำบัดกำจัดมลพิษ

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เรโป เฮาส์.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มปท.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2547). คู่มือแนวทางและข้อกำหนดเบื้องต้นการลดและใช้ประโยชน์จากขยะ. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (ม.ป.ป.). นโยบายและแผนจัดการมลพิษ. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (ม.ป.ป.). ความรู้เบื้องต้นเรื่องการป้องกันมลพิษ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มปท.

กรมควบคุมมลพิษ. (2545). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2543). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง พ.ศ. 2543. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2545). ข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: มปท.

กรณีการ์ สิริสิงห. (2544). เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). มปท.

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2542). ธนาคารโลก ประเทศไทย : ความร่วมมือในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: มปท.

เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์. (2539). วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์.

เกษม จันทรแก้ว. (2541). เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกษม จันทรแก้ว. (2543). สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี และชีวิต (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชมรมขบวนการहारสอง. (2543). คู่มือกิจกรรมริเริ่มเพื่อประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ.

ไชยยุทธ ชีวะยะ. (2542). มลพิษสิ่งแวดล้อม. สงขลา: สถาบันราชภัฏสงขลา.

นิวัติ เรืองพานิช. (2537). โครงการตำราชุดการจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (เล่มที่ 1). กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประธาน อารีพล. (2541). การจัดการมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวานิชย์. (2539). เคมีสถานะแวดล้อม (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินต์ติ้ง เฮาส์.

พลสุข เอกไทยเจริญ. (2544). แหล่งสารสนเทศทางสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2540). สถานภาพทรัพยากรหลักกับทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2547). วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อชีวิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

มูลนิธิโลกสีเขียว. (2534). หนังสือชุดโลกสีเขียว “อากาศ”. กรุงเทพฯ: มปท.

วรเดช จันทรศร และสมบัติ อยู่เมือง. (2545). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการบริหารภาครัฐ. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย.

วาสนา มังคละ. (2539). **มนุษย์กับวิทยาศาสตร์กายภาพ**. นครปฐม: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครปฐม.

ศิริ ฮามสุโพธิ์. (2536). **เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น**. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

สัคับ ชีรบุตร. (2534). **ปัญหาทางเสียงและโรคจากมลพิษในอากาศ**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

สมกุล ถาวรกิจ. (2540). **มนุษย์กับวิทยาศาสตร์กายภาพ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2544). **ศัพท์บัญญัติและนิยาม: มลพิษทางอากาศ**. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2547). **การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วยข้อมูลภูมิสารสนเทศ: การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. มปท.

สำนักปลัดกรุงเทพมหานคร. (2547). **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของกรุงเทพมหานคร ปี 2546**. กรุงเทพฯ: สำนักปลัดกรุงเทพมหานคร.

สำนักปลัดกรุงเทพมหานคร. (มปป). **ข้อมูลผลการตรวจวัดของหน่วยตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงเคลื่อนที่ 2543**. มปท.

สุรน เพ็งกุ่ม สมาน ชศปัญญา และบุษรา พลทวี. (2544). **การเฝ้าระวังสถานการณ์สุขภาพอาหารในโรงเรียนโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์**. มปท.

สุริลา ตูลยะเสถียร และคณะ. (2544). **มลพิษสิ่งแวดล้อม: ปัญหาสังคมไทย**. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.

สุระ พัฒนเกียรติ. (2546). **ระบบภูมิสารสนเทศในทางนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ: ยูไนเต็ดโปรดัคชั่น.

<http://www.avshop.com/productimages/products/6231-300.jpg>

<http://www.bma.go.th>

<http://www.casellacel.com/productImages/400HR.jpg>

<http://www.lamotte.com/images/products/1936.jpg>

<http://www.pcd.go.th>

<http://www.seeinc.com/moreinfo/photos/accumetxl25.jpg>

<http://www.starcom1.com/CrewHeadset3.jpg>

<http://www.state.sc.us/forest/ฟิเอช%20meter.jpg>

บทที่ 4

การบริโภคเพื่อสุขภาพ

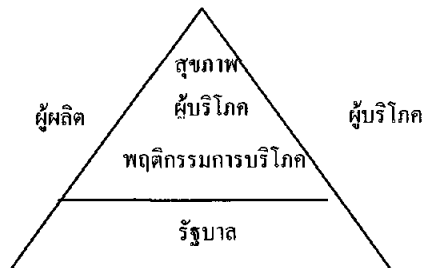
มนุษย์ทุกคนมีการบริโภคอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นการบริโภคสิ่งจำเป็นพื้นฐานของชีวิต สินค้าและบริการอื่นๆ ตามความต้องการและเป็นไปตามวิวัฒนาการของสังคม สุขภาพดีเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานของมนุษย์ ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันทางเชื้อชาติ ศาสนา ฐานะเศรษฐกิจและสังคม ทุกคนย่อมมีสิทธิที่จะได้รับความคุ้มครองให้มีสุขภาพดี การมีสุขภาพดีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างทั้งครอบครัว ชุมชน และสิ่งแวดล้อม การสร้างสุขภาพอยู่ในความสนใจของสังคมไทยในปัจจุบัน ซึ่งพฤติกรรมสุขภาพเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการสร้างสุขภาพ หัวใจสำคัญที่จะทำให้ประชาชนมีสุขภาพดีโดยทุกคนต้องตระหนักว่าเป็นหน้าที่ของตนในการจัดการสุขภาพด้วยตนเอง การปรับเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินชีวิตให้มีพฤติกรรมที่ถูกต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมไทยและสังคมโลก ดังนั้นการบริโภคเพื่อสุขภาพจึงมีความจำเป็นสำหรับชีวิตมนุษย์

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) ได้ให้ความหมายของคำว่าสุขภาพไว้ว่า หมายถึงสุขภาพที่สมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย จิตใจ ทางสังคม และวิญญาณ โดยสุขภาพทางกายหมายถึงร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง คล่องแคล่วมีกำลังไม่เป็นโรค ไม่พิการ มีเศรษฐกิจหรือปัจจัยที่จำเป็นพอเพียง ไม่มีอุปัทวันตราย มีสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมสุขภาพ ส่วนคำว่าบริโภคตามความหมายในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง การกิน เสพ การใช้จ่ายใช้สอย การซื้อสินค้า การใช้บริการต่างๆ ซึ่งผู้บริโภคคือผู้ซื้อหรือผู้ได้รับการบริการจากผู้ประกอบธุรกิจ และรวมถึงผู้ซื้อซึ่งได้รับการเสนอหรือการชักชวนจากผู้ประกอบธุรกิจเพื่อให้ซื้อสินค้าหรือรับการบริการด้วย ดังนั้นสุขภาพผู้บริโภคจึงหมายถึงบุคคลใดก็ตามที่เป็นผู้ซื้อ ผู้รับบริการหรือผู้ใช้สินค้า หรือบริการนั้นๆ เพื่อประโยชน์สุขต่อร่างกาย จิตใจ ควรได้รับประโยชน์ตามความประสงค์ มีความปลอดภัย มีความคุ้มค่ากับเงินหรือแรงงานที่เสียไป มีข้อมูลที่ต้องการเพียงพอต่อการตัดสินใจเลือกสินค้าและบริการ ได้รับความเป็นธรรมจากผู้ผลิต ผู้จำหน่าย รวมถึงการได้รับความคุ้มครองจากหน่วยงานของรัฐหรือเอกชนที่เกี่ยวข้องมิให้ถูกเอารัดเอาเปรียบจากผู้ประกอบการ ซึ่งผู้บริโภคต้องแสวงหาข้อมูล มีการเลือก การตัดสินใจที่เหมาะสมเพื่อให้การบริโภคที่คุ้มค่า ปลอดภัย ตรงตามความจำเป็นหรือความต้องการ

ปัญหาการบริโภคในปัจจุบัน

ในระบบเศรษฐกิจและสังคมแบบเสรีนิยมโดยทั่วไป จะเปิดโอกาสให้ธุรกิจเอกชนแข่งขันกันผลิตและบริการตอบสนองผู้บริโภคอย่างเต็มที่ แต่บ่อยครั้งที่ผู้ผลิตจำนวนมากมักจะไม่นำคำนึงถึงผลประโยชน์และความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยผลิตสินค้าที่ไม่มีคุณภาพและส่งเสริมให้ผู้บริโภคเกิดความต้องการที่ฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็นเช่น นาฬิกาฝังเพชร เสื้อผ้า และเครื่องใช้ราคาแพง ลักษณะระบบเศรษฐกิจที่ผู้ผลิตใช้กลวิธี

กำกับหรือชักนำให้ผู้บริโภคเกิดความต้องการสินค้าที่แพงเกินความจำเป็นและมากเกินไปความต้องการหรือที่ได้ประโยชน์ไม่คุ้มค่านี้นี้เรียกว่าการบริโภคกำกับ (consumption directed) ผู้ผลิตที่ดำเนินธุรกิจลักษณะนี้จะมุ่งเน้นการแข่งขันการดึงเงินจากผู้บริโภคให้มากที่สุด โดยมีได้คำนึงถึงประโยชน์และคุณค่าที่ผู้บริโภคจะได้รับ ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงต้องเป็นคนกลางที่คอยทำหน้าที่ดูแลและกำกับให้ธุรกิจแข่งขันกันเฉพาะในทางที่ดีซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค ผู้ผลิตและระบบเศรษฐกิจของชาติส่วนรวม โดยรัฐจะกำหนดกฎระเบียบและวางกรอบแนวทางการแข่งขันควบคุมการดำเนินงาน เพื่อมิให้มีการเอาเปรียบเช่น ควบคุมคุณภาพสินค้าที่อาจเป็นภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค ป้องกันการโกงและการผูกขาด ตลอดจนกระตุ้นให้มีการแข่งขันหรือผลิตสินค้าใหม่ๆ ออกเสนอขาย ซึ่งทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสเลือกมากขึ้นตามความเหมาะสม ดังนั้นคุณภาพการบริโภคหรือการบริโภคที่ดีจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อรัฐบาลทำหน้าที่กำหนดกฎเกณฑ์ และจำกัดบทบาทให้ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคสามารถประสานประโยชน์ร่วมกันได้อย่างแท้จริง (สุพัฒน์ ชีรเวชเจริญชัย, 2548) ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิการประสานประโยชน์ของผู้ผลิตและผู้บริโภค

อย่างไรก็ตามในสภาพปัจจุบันการดำเนินการของรัฐบาลมักจะไม่ค่อยทั่วถึงหรือตามไม่ทันกลยุทธ์ทางธุรกิจของผู้ผลิตและผู้ขาย ทั้งนี้เนื่องจากเจ้าหน้าที่ของรัฐที่รับผิดชอบในเรื่องสุขภาพผู้บริโภคมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับสัดส่วนของผู้ผลิตและผู้ขาย ในส่วนของผู้บริโภคเองถึงแม้จะมีจำนวนมากกว่าผู้ผลิตและผู้ขาย แต่ก็ขาดการรวมกลุ่มจึงทำให้อำนาจการต่อรองมีน้อยและตกเป็นฝ่ายเสียเปรียบผู้ผลิต ดังนั้นถ้าผู้บริโภคต้องการให้กลไกการต่อรองดีขึ้นจะต้องหมั่นศึกษา สนใจ และปฏิบัติเป็นเชิงรวมในฐานะที่จะเป็นหูเป็นตาให้กับรัฐบาลและผู้บริโภคในการถ่วงดุลต่อผู้ผลิตและผู้ขาย ปัญหาสุขภาพผู้บริโภคมีอยู่มากมายเช่น ปัญหาจากตัวผู้บริโภคเอง ขาดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ หรือเป็นผู้ที่ถูกชักจูงหลอกลวงได้ง่าย หรือปัญหาที่สืบเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกเช่น การโฆษณาชวนเชื่อที่ขาดการควบคุม กลไกของตลาดไม่สมบูรณ์ ต้องซื้ออย่างรีบร้อนหรืออยู่ในท้องถิ่นห่างไกล จึงไม่มีโอกาสพิจารณาให้รอบคอบได้อย่างแท้จริง สำหรับปัญหาของผู้บริโภคที่สำคัญสรุปได้ดังนี้

1. ผู้บริโภคมักซื้อสินค้าตามความต้องการ (want) มากกว่าความจำเป็น (need) โดยอาจหลงเชื่อคำโฆษณาชักจูงที่กระตุ้นให้เกิดความต้องการ ทั้งที่มีใช้ความจำเป็นและอาจไม่ใช่ความต้องการที่แท้จริงก็ได้ เช่น เครื่องดื่มชูกำลังสำหรับผู้อ่อนเพลีย ยาแดงเหล้าสำหรับสตรีตั้งครรภ์และหลังคลอด ยาที่อ้างว่าใช้แล้วทำให้สมรรถภาพดีขึ้น หรือมีชีวิตยืนยาว สุรา บุหรี่ และน้ำอัดลม เป็นต้น

2. ผู้บริโภคมักประสบปัญหาในการพิจารณาคุณภาพสินค้าด้วยตนเอง กล่าวคือสินค้าบางชนิดผู้บริโภคอาจใช้เพียงวิธีการสังเกต หรือพิจารณาด้วยตา หรือการสัมผัสอย่างง่าย ๆ ในการตรวจสอบคุณภาพ แต่สินค้าอีกหลายชนิดต้องใช้การทดสอบวิเคราะห์และวิจัยอย่างแท้จริงจึงจะทราบเช่น สบู่ ยารักษาสิว นมผงที่มีคุณค่าอาหารครบ แป้งฆ่าเชื้อโรคแล้ว เป็นต้น ในกรณีที่ผู้บริโภคไม่สามารถแยกแยะคุณภาพได้ด้วยตนเอง จึงต้องอาศัยความซื่อสัตย์และความรับผิดชอบของผู้ผลิตและผู้ขายหรืออาศัยข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐในการกำหนดและควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐานอย่างเคร่งครัด

3. ผู้บริโภคไม่สามารถตรวจสอบปริมาณหรือน้ำหนักได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสินค้าที่บรรจุกล่องซึ่งไม่อาจมองเห็นจำนวนหรือไม่อาจแยกน้ำหนักของสินค้าได้ หรือการโกงเครื่องชั่งตวงวัดของผู้ผลิตและผู้ขาย

4. ผู้บริโภคอาจถูกหลอกลวงด้วยกลวิธีในการตั้งราคาเช่น การนำเอาสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานออกขายในราคาที่ถูกลงแล้วอ้างว่าลดราคาฉลองเทศกาล หรือนำเอาสินค้าคุณภาพต่ำมาตั้งราคาต่อชิ้นแพงเพื่อให้เข้าใจผิดว่าเป็นของดี (ที่เรียกกันว่าข้อมแมว)

5. ผู้บริโภคมักจะต้องซื้อสินค้าแพงเกินเหตุ เนื่องจากการรวมหัวกำหนดราคา หรือผูกขาดของผู้ผลิตและผู้ขายเช่น สุรา กระดาศ ไม้อัด เป็นต้น ในกรณีนี้ผู้บริโภคและรัฐบาลจะต้องร่วมกันสร้างอำนาจต่อรองกับผู้ผลิตและผู้ขายเพื่อให้เกิดความเป็นธรรมต่อทุกฝ่าย

6. ผู้บริโภคมักมีพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่ถูกต้อง กล่าวคือไม่หมั่นศึกษาหรือไม่พิจารณาสิ่งที่จะสั่งซื้อตามที่ควรจะทำ แต่กลับซื้อตามอารมณ์มากกว่าเหตุผล ทำให้ซื้อสิ่งที่ไม่จำเป็นและกลายเป็นคนฟุ่มเฟือย ไม่มีความคิดเกี่ยวกับคุณค่าของการใช้เงินเพื่อการบริโภค หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นผู้ที่ใช้เงินไม่เป็น

นอกจากนี้ผู้บริโภคยังประสบปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์และบริการในชีวิตประจำวันอีกมากเช่น การใช้สีผสมอาหาร ยาเกินขนาด น้ำประปาปนเปื้อนในลูกชิ้น การนำกากผงขุรสมานำปลา การนำกรดกำมะถันเจือจางมาดองพริกแทนน้ำส้มสายชู สารเคมีตกค้างในผลิตผลทางเกษตร บริการรักษาและป้องกันโรค เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่เป็นภัยต่อชีวิตของผู้บริโภค

สิทธิของผู้บริโภค

ในการบริโภคสินค้าและบริการต่างๆ ผู้บริโภคมีสิทธิตามกฎหมายที่จะได้รับการคุ้มครองโดยรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 เป็นรัฐธรรมนูญฉบับแรกที่ทำให้ความสำคัญของการคุ้มครองผู้บริโภค โดยบัญญัติถึงสิทธิของผู้บริโภคไว้ในมาตรา 57 ว่า “สิทธิของบุคคลซึ่งเป็นผู้บริโภคย่อมได้รับความคุ้มครอง ทั้งนี้ตามที่กฎหมายบัญญัติ” พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2541 ได้บัญญัติสิทธิของผู้บริโภคที่จะได้รับความคุ้มครองตามกฎหมาย 5 ประการดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค, 2550)

1. สิทธิที่จะได้รับข่าวสารรวมทั้งคำพรรณนาคุณภาพที่ถูกต้องและเพียงพอเกี่ยวกับสินค้าหรือบริการ ได้แก่ สิทธิที่จะได้รับการโฆษณาหรือการแสดงผลากตามความเป็นจริงและปราศจากพิษภัยแก่ผู้บริโภค รวม

ตลอดถึงสิทธิที่จะได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าหรือบริการอย่างถูกต้องและเพียงพอ ในการซื้อสินค้าหรือรับบริการอย่างเป็นธรรม

2. สิทธิที่จะมีอิสระในการเลือกหาสินค้าหรือบริการ ได้แก่สิทธิที่จะเลือกซื้อสินค้าหรือรับบริการโดยความสมัครใจของผู้บริโภคและปราศจากการชักจูงใจอันไม่เป็นธรรม

3. สิทธิที่จะได้รับความปลอดภัยจากการใช้สินค้าหรือบริการ ได้แก่สิทธิที่จะได้รับสินค้าหรือบริการที่ปลอดภัย มีสภาพและคุณภาพได้มาตรฐานเหมาะสมแก่การใช้ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต ร่างกายหรือทรัพย์สิน ในกรณีใช้ตามคำแนะนำหรือระมัดระวังตามสภาพของสินค้าหรือบริการนั้นแล้ว

4. สิทธิที่จะได้รับความเป็นธรรมในการทำสัญญา ได้แก่สิทธิที่จะได้รับข้อสัญญาโดยไม่ถูกเอาเปรียบจากผู้ประกอบธุรกิจ

5. สิทธิที่จะได้รับการพิจารณาและชดเชยความเสียหาย ได้แก่สิทธิที่จะได้รับการคุ้มครองและชดเชยค่าเสียหายเมื่อมีการละเมิดสิทธิของผู้บริโภคตามข้อ 1, 2, 3 และ 4 ดังกล่าว

หน้าที่ของผู้บริโภค

นอกจากสิทธิผู้บริโภคตามพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภคแล้ว ยังมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องอีกมากมายที่มีหน่วยงานของรัฐดูแลเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับความเป็นธรรมได้แก่ พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2550 (ฉบับที่ 5) และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 เป็นต้น แต่ในฐานะของผู้บริโภคจะต้องให้ความระมัดระวังในการบริโภคสินค้าและบริการต่างๆ ก่อนที่จะเกิดปัญหาที่จะต้องร้องเรียนและใช้กฎหมายบังคับ ดังนั้นผู้บริโภคจึงมีหน้าที่พึงปฏิบัติดังนี้ (โครงการสภาสตรีส่งเสริมผู้บริโภค, 2542)

1. ก่อนการซื้อสินค้าและบริการใดๆ จะต้องแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสินค้าและบริการนั้นจากสื่อต่างๆ จากผู้รู้ ใช้การสังเกตลักษณะของสินค้า พิจารณาอย่างรอบคอบ ใช้ความระมัดระวังก่อนการตัดสินใจซื้อหรือใช้บริการ

2. เมื่อซื้อสินค้าและบริการใดๆ ควรศึกษาวิธีการใช้อย่างละเอียด อ่านฉลากสินค้า ตรวจสอบวันหมดอายุ ข้อควรระวัง แหล่งที่ผลิตสินค้า ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่ปลอดภัยไม่ชำรุด สินค้าบางชนิดจะมีเครื่องหมายรับรองคุณภาพสินค้า

3. หลังจากซื้อสินค้าแล้วควรเก็บหลักฐาน เอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น ใบเสร็จรับเงิน ใบโฆษณาสินค้าและบริการ ใบส่งของ ป้ายแสดงราคา และสัญญา เพื่อเป็นหลักฐานในกรณีที่ต้องมีการร้องเรียนเกี่ยวกับการไม่ได้รับความเป็นธรรมจากผู้ประกอบการ

ในการร้องเรียนเมื่อไม่ได้รับความเป็นธรรมจากการบริโภคสินค้าและบริการมีหลายช่องทาง หน่วยงานที่รับร้องเรียนและให้การคุ้มครองผู้บริโภคโดยตรงเกี่ยวกับสินค้าและบริการทุกชนิดคือ

(1) สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค เลขที่ 78 ทำเนียบรัฐบาล ถ.ราชดำเนินนอก เขตดุสิต กทม. 10300 หรือแจ้งสายด่วนผู้บริโภค 1166 ร้องเรียนทางไปรษณีย์ หรือส่งอีเมลล์ไปที่ consumer@ocpb.go.th สืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต www.ocpb.go.th

(2) สำหรับผลิตภัณฑ์สุขภาพ ได้แก่ อาหาร เครื่องสำอาง ยา เวชภัณฑ์ เครื่องมือแพทย์ และวัตถุที่มีพิษสามารถร้องเรียนได้ที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 88/24 ถ.ติวานนท์ อ. เมือง จ.นนทบุรี โทรศัพท์ 02-5907000 สายด่วน 1556 หรือส่งอีเมลล์ไปที่ complain@fda.moph.go.th สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ตที่ www.fda.moph.go.th

(3) การร้องเรียนเกี่ยวกับราคาสินค้าที่ไม่เป็นธรรม ร้องเรียนที่กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ เลขที่ 44/100 ถ.นนทบุรี 1 ต. บางกระสอ อ. เมือง จ. นนทบุรี สายด่วน 1569 ทางอินเทอร์เน็ต www.dit.go.th

(4) ไม่ได้รับความเป็นธรรมเกี่ยวกับด้านการรักษาพยาบาล ร้องเรียนที่สำนักงานแพทยสภา www.tmc.or.th การบริการของสถานพยาบาลเอกชน คลินิกลดความอ้วน โพลีคลินิก โรงพยาบาลเอกชน ร้องเรียนที่กองประกอบโรคศิลปะ www.mrd-hss.moph.go.th/newcomplain/ สำหรับในส่วนภูมิภาคสามารถติดต่อหน่วยงานย่อยดังกล่าวได้ที่ศาลากลางจังหวัดทุกจังหวัด

การบริโภคยา

ยาใช้เพื่อรักษา บรรเทา และป้องกันโรค หรือความเจ็บป่วยต่างๆ ของมนุษย์และสัตว์ แต่ผู้ที่ใช้ยารักษาให้ได้ผลตรงกับโรคหรือความเจ็บป่วยจะต้องมีความรู้ในเรื่องยาเป็นอย่างดี มิฉะนั้นอาจจะใช้ไม่ได้ผลและก่อให้เกิดอันตรายได้ ตามพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2522 ให้คำนิยามของยาไว้ดังนี้

1. วัตถุที่รับรองไว้ในคำรายการที่รัฐมนตรีประกาศ
2. วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการวินิจฉัย บำบัด บรรเทา รักษา หรือป้องกันโรค หรือความเจ็บป่วยของมนุษย์หรือสัตว์
3. วัตถุที่เป็นเภสัชเคมีภัณฑ์หรือเภสัชเคมีภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป
4. วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับให้เกิดผลแก่สุขภาพ โครงสร้าง หรือการกระทำหน้าที่ใดๆ ของร่างกายมนุษย์หรือสัตว์

5. วัตถุตามข้อ 1, 2 หรือ 4 ไม่หมายรวมถึงวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการเกษตรหรือการอุตสาหกรรมตามที่รัฐมนตรีประกาศ วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ เครื่องกีฬา เครื่องมือ เครื่องใช้ในการส่งเสริมสุขภาพ เครื่องสำอาง หรือเครื่องมือและส่วนประกอบของเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบโรคศิลปะหรือวิชาชีพเวชกรรมและวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในห้องวิทยาศาสตร์ สำหรับการวิจัยการวิเคราะห์ หรือการชันสูตรโรค ซึ่งมีได้กระทำโดยตรงต่อร่างกายของมนุษย์

1. ประเภทของยา

ยามีหลายประเภทตามกฎหมายว่าด้วยยาสามารถแบ่งออกเป็น 9 ประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1.1 ยาแผนปัจจุบัน หมายถึงยาที่มุ่งหมายสำหรับการใช้ในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม การประกอบโรคศิลป์แผนปัจจุบันหรือบำบัดโรคสัตว์

1.2 ยาแผนโบราณ หมายถึงยาที่มุ่งหมายสำหรับการประกอบโรคศิลป์แผนโบราณหรือการบำบัดโรคสัตว์ ซึ่งอยู่ในตำราแผนโบราณที่รัฐมนตรีประกาศ หรือยาที่ได้รับอนุญาตให้ขึ้นทะเบียนตำรับยาเป็นยาแผนโบราณ

1.3 ยาอันตราย หมายถึงยาแผนปัจจุบันหรือยาแผนโบราณที่รัฐมนตรีประกาศเป็นยาอันตราย กระทรวงสาธารณสุขประกาศให้แจ้งคำเตือนการใช้ยาไว้ในเอกสารกำกับยา และข้อความของคำเตือนตามความใน พ.ร.บ. ยา พ.ศ. 2510 ลงวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2517

1.4 ยาควบคุมพิเศษ หมายถึงยาแผนปัจจุบันหรือยาแผนโบราณที่รัฐมนตรีประกาศเป็นยาควบคุมพิเศษ โดยกระทรวงสาธารณสุขได้ระบุชื่อยาควบคุมพิเศษและประกาศในราชกิจจานุเบกษา ลงวันที่ 4 กรกฎาคม 2522 ไม่สามารถซื้อได้โดยไม่มีใบสั่งแพทย์

1.5 ยาสามัญประจำบ้าน หมายถึงยาแผนปัจจุบันหรือยาแผนโบราณที่รัฐมนตรีประกาศเป็นยาสามัญประจำบ้าน สามารถใช้โดยไม่ต้องอยู่ในความดูแลของแพทย์และเภสัชกร

1.6 ยาบรรจุเสร็จ หมายถึงยาแผนปัจจุบันที่ได้ผลิตขึ้นเสร็จในรูปต่างๆ ทางเภสัชกรรม ซึ่งบรรจุในภาชนะหรือหีบห่อที่ปิดหรือผนึกไว้ และมีฉลากครบถ้วนตามพระราชบัญญัติ

1.7 ยาใช้ภายนอก หมายถึงยาแผนปัจจุบันหรือยาแผนโบราณที่มุ่งหมายสำหรับใช้ภายนอกร่างกาย เช่น ยาทา ภู วน

1.8 ยาใช้เฉพาะที่ หมายถึงยาแผนปัจจุบันหรือยาแผนโบราณที่มุ่งหมายใช้เฉพาะที่กับผิวหนัง หู ตา จมูก ปาก ทวารหนัก ช่องคลอด และท่อปัสสาวะเช่น ใช้หยอดตา หยอดหู ล้างช่องคลอด เป็นต้น

1.9 ยาสมุนไพร หมายถึงยาที่ได้จากพฤกษชาติ สัตว์หรือแร่ ซึ่งมีได้ผสมปรุงหรือแปรสภาพ

2. การเลือกซื้อยา

เมื่อเกิดอาการเจ็บป่วยไม่สบายจำเป็นต้องใช้ยาเพื่อบำบัดรักษา การซื้อยาทุกครั้งควรพิจารณาดังนี้

2.1 ซื้อยาจากร้านยาที่ได้รับอนุญาต และมีเภสัชกรประจำอยู่เท่านั้น

2.2 ยาวางจำหน่ายในตู้ที่สะอาด ไม่ร้อน หรืออับชื้นมากเกินไป สังเกตลักษณะของยาไม่เสื่อมสภาพ เช่น เม็ดยาไม่แตกกร่อน ถ้าเป็นยาน้ำใสหรือยาหยอดตาต้องไม่ตกตะกอน ยาน้ำแขวนตะกอนต้องเขย่าให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ง่าย

2.3 ภาชนะบรรจุยาสะอาด ฉลากยาอ่านชัดเจน ชื่อยาที่ปรากฏมี 2 ชนิดคือ ชื่อสามัญ (generic name) และชื่อการค้า (trade name) โดยชื่อสามัญเป็นชื่อเรียกตามสูตรทางเคมีหรือเป็นส่วนประกอบของสารประเภท

โคเชน แอสไพริน (aspirin) เป็นชื่อเรียกสูตรเคมีของยาแก้ปวด เนื่องจากชื่อสามัญค่อนข้างยาวและจำได้ยากทำให้ไม่เป็นที่นิยมจำ สำหรับชื่อการค้าเป็นชื่อที่ผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายยาเป็นผู้ตั้งและขอจดทะเบียนไว้กับกระทรวงสาธารณสุข ชื่อทางการค้าเป็นชื่อที่น่าสนใจและจดจำง่าย

2.4 อ่านฉลากยาหรือเอกสารกำกับยา ซึ่งระบุชื่อยา วันผลิต วันหมดอายุยา ข้อห้ามใช้ กรณีที่วันหมดอายุยาไม่ได้กำหนดไว้โดยทั่วไปดูจากวันผลิต กรณียาเม็ดไม่เกิน 5 ปี กรณียาน้ำและยาทาเฉพาะที่ไม่เกิน 3 ปี ยาหยอดตาไม่ควรตกตะกอน วันหมดอายุอาจจะระบุเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษเช่น ยาหมดอายุเดือน ธันวาคม 2550 จะมีข้อความ Exp. Date 12/2007 หรือ use before Dec.2007 หรือ by Dec.2007 หรือ Date 12/2007

2.5 สอบถามวิธีใช้ยาที่ถูกต้องให้แน่ชัดจากผู้ขาย และตรวจสอบจากฉลากยากับคำบอกเล่าของผู้ขาย ควรสอบถามอาการข้างเคียงของยาที่อาจจะเกิดขึ้น ควรบอกยาที่มีประวัติแพ้ให้เภสัชกรทราบทุกครั้งเมื่อซื้อยา

2.6 ยากลุ่มปฏิชีวนะ ควรซื้อในจำนวนที่รักษาโรคให้หายโดยคำแนะนำของเภสัชกรประจำร้าน

2.7 เมื่อมีปัญหาที่เกิดจากการใช้ยา ควรปรึกษาเภสัชกรประจำร้านที่ซื้อยามาทันที

3. การใช้ยาให้ปลอดภัย

การใช้ยาให้ปลอดภัยนอกจากเลือกซื้อตามหลักการข้างต้นแล้วเมื่อนำมาใช้ควรยึดหลักดังนี้

3.1 ใช้ยาให้ถูกคน หมายถึงการใช้ยาให้ถูกกับบุคคล ไม่เอายาของอีกคนหนึ่งไปให้อีกคนหนึ่ง ถึงแม้ว่าลักษณะของยาจะเหมือนกันก็ตาม ของยาหรือขวดยาควรมีชื่อของผู้ใช้เพื่อจะได้ใช้ยาให้ได้ตามขนาดที่แพทย์สั่งทำให้ประสิทธิภาพของยาในการบำบัดบรรเทาอาการของโรคมีประสิทธิภาพสูงสุด ยาที่ใช้สำหรับเด็กและผู้ใหญ่แตกต่างกันห้ามนำมาใช้ทดแทนกันซึ่งอาจเป็นอันตรายได้

3.2 ใช้ยาให้ถูกโรค หมายถึงการใช้ยาให้ตรงกับอาการของโรคซึ่งแต่ละโรคจะมียารักษาเฉพาะ เช่น ยาแอมเฟตามีนใช้ในการกระตุ้นประสาทในผู้ที่มีปัญหาการกระตือรือร้นทางสมองหรือคิดเชื่องในสมอง สำหรับคนปกติถ้านำมาใช้จะกลายเป็นยาเสพติดและมีผลเสียต่อสมอง ยาสเตียรอยด์ใช้ในกรณีที่ทำให้เจริญอาหาร ทานอาหารได้มากน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น บางคนเข้าใจผิดกินเพื่อให้อ้วนแต่มีอาการบวมๆ หรือบางคนนำไปใส่ยาชุดแก้ปวดเมื่อย ผลเสียที่ตามมาคือทำให้ความดันโลหิตสูง เบาหวาน กระดูกพรุน มีอาการทางจิตประสาท และเป็นแผลในกระเพาะอาหาร

3.3 ใช้ยาให้ถูกทาง หมายถึงการใช้ยาตามคำแนะนำของการใช้ยาแต่ละชนิด การใช้ยามีหลายวิธิต่าง เช่น ยาเม็ดสำหรับรับประทานใช้รับประทานทางปาก ยาเหน็บใช้เหน็บทางทวารหนักหรือทางช่องคลอด ยาอมได้ลิ้นใช้อมทางใต้ลิ้นเท่านั้น ยาหยอดใช้หยอดทางหู ตา จมูก ยาพ่นใช้พ่นทางจมูก ยาฉีดใช้ฉีดเข้าสู่ร่างกายทางกล้ามเนื้อหรือทางหลอดเลือด

3.4 ใ้ยาให้ถูกขนาด หมายถึงการใ้ยาให้ถูกกับระดับของอาการโรค การดำเนินของโรคซึ่งแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้จะคำนึงถึงว่าโรคชนิดใดต้องใช้ยาปริมาณเท่าใด นานเท่าใด ถี่แค่ไหน จึงจะทำให้หายจากโรคได้ ดังนั้นจึงต้องทานยาให้ได้ตามที่แพทย์สั่ง และในกรณีที่เป็นยาน้ำต้องตวงยาให้ได้ขนาดที่ถูกต้องตามมาตรฐานของการตวงยา และควรใช้แก้วตวงยาหรือช้อนตวงยาที่แนบมากับยาหรือจัดเตรียมแก้วตวงยา ช้อนชา และช้อนโต๊ะไว้ประจำบ้าน ในกรณียาน้ำการบอกขนาดเป็นช้อนชา ช้อนโต๊ะ สามารถเปรียบเทียบกับหน่วยมาตรฐานดังนี้

1 ช้อนชา (มาตรฐาน) = 5 มิลลิลิตร = 2 ช้อนกาแฟ (ในครัว) = 1 ช้อนกินข้าว

1 ช้อนโต๊ะ (มาตรฐาน) = 15 มิลลิลิตร = 6 ช้อนกาแฟ (ในครัว) = 3 ช้อนกินข้าว

การใ้ยาไม่ถูกขนาดเช่น การใ้ยาน้อยเกินไปจะไม่มีผลต่อการรักษา (Non effective dose) หรือใ้ยามากเกินไปจะทำให้เกิดการเป็นพิษ (toxic dose) การใ้ยามากเกินไปจะทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิต (fatal dose)

3.5 ใ้ยาให้ถูกเวลา หมายถึงการใ้ยาตามเวลาที่แพทย์สั่งตามชนิดอาการของโรคและลักษณะการออกฤทธิ์ของยาเพื่อให้ยาดูดซึมได้ดีที่สุด และออกฤทธิ์ต่อร่างกายได้อย่างเหมาะสม ซึ่งควรปฏิบัติดังนี้

3.5.1 ยาก่อนอาหาร ต้องรับประทานยาก่อนอย่างน้อยครึ่งชั่วโมง เพราะยาจะดูดซึมได้ดีตอนท้องว่าง ส่วนใหญ่จะเป็นยาปฏิชีวนะ ยกเว้นยาบางชนิดที่ระคายเคืองกระเพาะอาหารทำให้คลื่นไส้อาเจียนอาจกินหลังอาหารเช่น เตตราซัยคลิน

3.5.2 ยาหลังอาหาร ต้องรับประทานหลังอาหารอย่างน้อย 15 นาที เพื่อให้ยาดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดร่วมกับอาหารในลำไส้เล็ก

3.5.3 ยาหลังอาหารทันที ต้องรับประทานทันทีหลังทานอาหารเสร็จ เพราะถ้าทานตอนท้องว่างจะทำให้เกิดกระเพาะ มีอาการคลื่นไส้อาเจียนเช่น ยาแอสไพริน

3.5.4 ยาระหว่างมื้อ ต้องรับประทานก่อนหรือหลังอาหาร 2 ชั่วโมงเช่น ยาลดกรด ซึ่งในขณะท้องว่างจะทำให้ผลต่อการรักษา ท้องไม่อืด

3.5.5 ยาก่อนนอน ต้องรับประทานก่อนนอน 15-30 นาทีก่อนนอน มักเป็นยานอนหลับหรือยาแก้ปวดประสาทเพื่อให้ได้พักผ่อนได้เต็มที่

3.5.6 ยาที่ต้องทานให้ครบระยะเวลาที่กำหนด มักเป็นยาที่ต้องการให้มีปริมาณอยู่มากพอในกระแสเลือดตลอดเวลาเช่น ยาปฏิชีวนะต้องรับประทานติดต่อกันอย่างน้อย 5-7 วัน หรือยากุมกำเนิดต้องรับประทานวันละ 1 เม็ด ก่อนนอนทุกวัน เพื่อให้ระดับฮอร์โมนของยาอยู่ในร่างกายในระดับสม่ำเสมอ

3.5.7 ยารับประทานเมื่อมีอาการเท่านั้น ยาพวกนี้เป็นยาที่ใช้บรรเทาอาการ เมื่ออาการดีขึ้นก็ไม่จำเป็นต้องรับประทานยาอีกเช่น ยาแก้ปวด ลดไข้ ยาแก้ไอ ยาลดน้ำมูก เป็นต้น

3.6 ให้ดูข้อห้ามของการใช้ยานิตินั้นๆ ข้อบ่งใช้ และอาการข้างเคียง การใช้ยาร่วมกันหลายขนาน อาจเสริมฤทธิ์ หรือต้านฤทธิ์กันได้หรืออาจทำให้เกิดเป็นพิษได้เช่น ยาเตตราไซคลินไม่ควรรับประทานร่วมกับยาลดกรดหรือยาบำรุงเลือดเพราะจะทำให้ยาไม่ถูกดูดซึม ยาระบายที่มีชื่อทางการค้าว่าดัลโคแลกซ์เมื่อใช้ร่วมกับยาลดกรดจะทำให้เกิดการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียนและหมดประสิทธิภาพในการเป็นยาล้าง ยาคอลเฟนิรามีนเมื่อใช้ร่วมกับยานอนหลับจะทำให้ห้งงมากยิ่งขึ้นซึ่งต้องระมัดระวังในการเดินทางหรือใช้เครื่องจักร ยาหยอดตาเมื่อเปิดใช้แล้วควรปิดฝาให้สนิทใส่ในตู้เย็นและสามารถใช้ต่อไปภายใน 1 เดือน เพราะอาจมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดอันตรายต่อดวงตาได้ ยาบางชนิดอาจจะทำปฏิกิริยากับอาหารทำให้ประสิทธิภาพของยาลดลงเช่นไม่ควรรับประทานยาเตตราไซคลินกับนม น้ำผลไม้หรือน้ำชนิดอื่นๆที่มีรสเปรี้ยว ยาเอสไพริน ยาแก้แพ้ และยานอนหลับไม่ควรรับประทานร่วมกับเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ เนื่องจากแอลกอฮอล์มีฤทธิ์กดประสาท จะเสริมฤทธิ์กับยาที่ออกฤทธิ์กดประสาททำให้ห้งงนอนมากยิ่งขึ้นและเป็นอันตรายถ้าต้องขับรถหรือทำงานกับเครื่องจักร และแอลกอฮอล์ยังอาจทำให้เพิ่มการขับถ่ายของยาบางชนิดเร็วขึ้นทำให้ยานั้นได้ผลไม่เต็มประสิทธิภาพ ยาบางชนิดต้องดื่มน้ำตามมากๆ เนื่องจากอาจทำให้เกิดนิ่วในไตได้เช่น ยากลุ่มซัลฟา การดื่มน้ำมากจะช่วยให้ไม่เกิดผลึกยูเรียและป้องกันการตกตะกอนของกรดยูริกจากยาพวกโคซิคซิน ยาเหน็บควรเก็บในตู้เย็นเพื่อไม่ให้ยาหลอมละลายเสียรูปทรงของยาจะทำให้ใช้เหน็บไม่ได้

เมื่อใช้ยาต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมากตั้งแต่การซื้อยาและการนำยามาใช้ต้องแน่ใจว่าสามารถรักษาอาการเจ็บป่วยได้ ใช้ได้อย่างถูกวิธี เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่แท้จริง เมื่อมีอาการข้างเคียงจากการใช้หรือการแพ้ยาต้องหยุดยาทันที นอกจากนี้เมื่อพบว่ามีความไม่ชอบมาพากลเกี่ยวกับการโฆษณาขายยา หรือมีผู้ลักลอบค้ายาที่ไม่ได้รับอนุญาต ร้านขายยาไม่มีเภสัชกรประจำร้านควรแจ้งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเพื่อดำเนินการ แจ้งทางสายด่วนผู้บริโภค 1556 ทั้งนี้เพื่อเป็นการทำหน้าที่ผู้บริโภคที่ดีเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมและประเทศชาติ

4. อันตรายจากการใช้ยา

ผู้ป่วยแต่ละรายที่ป่วยเป็นโรคชนิดเดียวกันจะใช้นาชนิดเดียวกันรักษาไม่ได้เสมอไป เนื่องจากบางคนแพ้ยา บางคนมีโรคแทรกซ้อนชนิดอื่นที่ทำให้ยาชนิดนั้นรักษาไม่ได้ บางคนเกี่ยวเนื่องด้วยพันธุกรรม ฯลฯ ซึ่งจะเห็นได้ว่าอันตรายจากการใช้ยาบำบัดโรคอาจเกิดขึ้นได้หลายกรณี

4.1 ความไม่ทนต่อยา (intolerance) ผู้ป่วยบางรายอาจไม่ทนต่อฤทธิ์ยา ทั้งนี้อาจเกิดจากพันธุกรรมหรือความผิดปกติของระบบในร่างกายอันเนื่องมาจากความเจ็บป่วย

4.2. ใช้นาเกินขนาด (overdose) ยาทุกชนิดจะมีฤทธิ์ตามขนาดที่ใช้ ประสิทธิภาพของยาจะเกิดขึ้นต่อเมื่อมีปริมาณของยาในเลือดหรือในเนื้อเยื่อที่ยานั้นไปออกฤทธิ์สูงเพียงพอในระดับหนึ่ง ถ้าระดับสูงเกินไปจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย

4.3 การดื้อยา (drug tolerance) เกิดขึ้นเพราะการใช้ยาไม่ครบขนาด โดยใช้ยารักษาอยู่ระยะ

หนึ่งแล้วหยุดการใช้ยาในขณะที่โรคยังไม่หายขาด ในกรณีนี้จะทำให้เชื้อโรคที่ยังไม่ตายคือต่อยา ซึ่งอาจจะสร้างเอนไซม์ (enzyme) ขึ้นมาเพื่อทำลายยา หรือโดยการปรับตัวแล้วถ่ายทอดคุณสมบัตินี้ไปยังเชื้อที่แบ่งตัวใหม่ เมื่อโรคกำเริบขึ้นมามีการใช้ยาชนิดเดิมรักษาไม่ได้ผลและวิธีการรักษาจะลำบากมากขึ้น โดยจะต้องเพิ่มปริมาณยา หรือเปลี่ยนชนิดยาซึ่งอาจจะทำให้มีอันตรายเพิ่มมากขึ้น

4.4 การแพ้ยา (allergy) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับยาเข้าไป แล้วร่างกายจะสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมาเพื่อต่อต้านยาชนิดนั้น และเมื่อได้รับยาชนิดนั้นเข้าไปในร่างกายซ้ำอีกจะเกิดปฏิกิริยากับภูมิคุ้มกันที่ร่างกายสร้างขึ้นมา ทำให้เกิดอาการแพ้เช่น แพ้ยาพวกแอสไพรินหรือเพนนิซิลลินจะเกิดอาการคัดจมูก แน่นหน้าอก หายใจไม่ออกมือเท้าเขียว หืดหอบ ช็อคและอาจตายได้ ถ้าแพ้ยา พี.เอ.เอส (P.A.S.) จะเป็นไข้ การแพ้ยาบางชนิดอาจจะมีเป็นลมพิษ มีผื่นคันตามตัว เป็นสิ่ว ปากดำ โลหิตจาง เป็นต้น

4.5 การติดยา (addiction) ยาบางชนิดถ้าได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดการเสพติด เช่น การฉีดมอร์ฟีนบ่อยๆ ถ้าหยุดใช้จะมีอาการคลื่นไส้ รู้สึกกระวนกระวาย อาเจียน ลงแดง

5. ยาปลอมและยาเสื่อมคุณภาพ

การวินิจฉัยโรคและรักษาพยาบาลด้วยตนเองโดยการใช้ยาที่ไม่มีใบสั่งยาจากแพทย์และซื้อจากร้านยาที่ไม่มีเภสัชกรประจำอยู่อาจได้รับอันตรายจากยาปลอม ยาผิดมาตรฐาน หรือยาเสื่อมคุณภาพ ดังนั้นเมื่อเจ็บป่วยควรไปพบแพทย์เพื่อรักษาและจ่ายยาให้

5.1 ยาปลอม คือยาที่ทำเทียมทั้งหมดหรือบางส่วน ยาที่แสดงชื่อว่าเป็นยาอื่น หรือแสดงเดือน ปีที่ยาหมดอายุ ซึ่งมีใช้ความจริง ยาที่แสดงว่าเป็นยาตามตำรับยาที่ขึ้นทะเบียนไว้ซึ่งมีใช้ความจริง และยาที่ผลิตขึ้นไม่ถูกต้องตามมาตรฐานมีปริมาณหรือความแรงของสารออกฤทธิ์ขาดหรือเกินร้อยละยี่สิบจากเกณฑ์ต่ำสุดหรือสูงสุด ซึ่งกำหนดไว้ในตำรับยาที่ขึ้นทะเบียนไว้

5.2 ยาผิดมาตรฐาน ได้แก่ยาที่ผลิตขึ้นไม่ถูกต้องตามมาตรฐานโดยปริมาณหรือความแรงของสารออกฤทธิ์ขาดหรือผิดไปจากเกณฑ์ต่ำสุดหรือสูงสุดที่กำหนดไว้ในตำรับยาที่ขึ้นทะเบียนไว้

5.3 ยาเสื่อมคุณภาพ ได้แก่ยาที่หมดอายุซึ่งแสดงไว้ในฉลาก ยาที่แปรสภาพ จนมีลักษณะเช่นเดียวกันกับยาปลอมหรือยาผิดมาตรฐานเช่น ยาเปลี่ยนสี ยาเปลี่ยนกลิ่น ยาเม็ดแตกหรือบวม ยาเม็ดหรือยาผงเปียกชื้น เป็นต้น

การบริโภคเครื่องสำอาง

1. การเลือกซื้อเครื่องสำอาง

หลักเกณฑ์ที่ควรคำนึงถึงเพื่อให้การเลือกซื้อหรือการตัดสินใจซื้อเครื่องสำอางให้ได้ผลคุ้มค่าที่สุดคือ

1.1 เลือกซื้อให้ตรงจุดมุ่งหมาย คือเลือกซื้อเครื่องสำอางที่จำเป็นเช่น เครื่องสำอางประเภททำความสะอาดร่างกายที่เหมาะสมกับฐานะ

1.2 เลือกซื้อโดยมีสติ ยังคิดพิจารณาสรรพคุณและโฆษณา การพิจารณาสรรพคุณของเครื่องสำอางที่มาได้หลายทางเช่น จากคำบอกเล่าของผู้ขาย การแนะนำของผู้รู้ และการอ่านฉลาก โดยเครื่องสำอางควบคุมพิเศษจะมีฉลากที่ระบุไว้อย่างชัดเจนว่าเป็น “เครื่องสำอางควบคุมพิเศษ” และมีเลขทะเบียนเครื่องสำอางแสดงไว้ที่ฉลาก สรรพคุณที่ปรากฏบนฉลากนั้นได้ว่าถูกต้องเนื่องจากผ่านการพิจารณาลั่นกรองในระหว่างพิจารณารับขึ้นทะเบียนแล้ว ยกเว้นกรณีที่ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าแสดงสรรพคุณไม่ตรงตามที่ได้รับอนุญาตให้ขึ้นทะเบียนไว้ เครื่องสำอางควบคุมต้องผ่านการจดแจ้งที่กองควบคุมเครื่องสำอาง สรรพคุณที่ปรากฏบนฉลากถือว่าถูกต้อง ส่วนเครื่องสำอางทั่วไปกฎหมายมิได้มีข้อบังคับในเรื่องของการขึ้นทะเบียนหรือจดแจ้งแต่กฎหมายจะกำหนดเฉพาะในส่วนให้มีการจัดทำฉลากภาษาไทยโดยแจ้งข้อความตามรายการในประกาศฯ ก่อนนำออกจำหน่ายและหน่วยงานของรัฐจะทำหน้าที่ตรวจตรา ติดตาม กำกับดูแลผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด สำหรับการพิจารณาโฆษณาผู้บริโภคควรใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจซื้อ ไม่ซื้อเครื่องสำอางที่โฆษณาเกินจริงจากสื่อต่างๆ

1.3 เลือกซื้อตามความเหมาะสมของฐานะและเศรษฐกิจ ควรคำนึงถึงความเหมาะสมเรื่องราคา โดยมีข้อสังเกตดังนี้ (1) เครื่องสำอางต่างประเทศจะมีราคาสูงมาก เนื่องจากต้องเสียภาษีนำเข้าในอัตราที่สูง (2) เครื่องสำอางบางชนิดราคาสูงมากเนื่องมาจากความนิยมในยี่ห้อหรือเครื่องหมายการค้า (3) เครื่องสำอางที่มีราคาสูงมิได้หมายความว่าเมื่อใช้แล้วจะไม่แพ้หรือไม่เป็นอันตราย เนื่องจากการแพ้เครื่องสำอางขึ้นอยู่กับสภาพผิวของแต่ละบุคคลซึ่งอาจจะแพ้สารบางอย่างในเครื่องสำอาง ทั้งนี้ต้องมีการทดสอบก่อนการซื้อ

1.4 เลือกซื้อให้เหมาะกับผู้ใช้ หมายถึงให้เหมาะกับวัยและสภาพผิว

1.5 เลือกซื้อจากแหล่งจำหน่ายที่น่าเชื่อถือ หรือมีที่อยู่เป็นหลักแหล่งชัดเจนแน่นอน เนื่องจากถ้าใช้แล้วเกิดปัญหาสามารถกลับไปตรวจสอบหรือถามข้อมูลได้จากผู้ขาย

1.6 เลือกซื้อเครื่องสำอางที่มีฉลากภาษาไทย ฉลากของเครื่องสำอางทุกชนิดจะต้องระบุ วันเดือนปีที่ผลิต วันหมดอายุสำหรับเครื่องสำอางบางชนิดที่มีส่วนผสมของน้ำยาบางอย่างที่จะหมดอายุเร็วเช่น น้ำยาย้อมผมที่มีส่วนผสมของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ปริมาณสุทธิ เลขทะเบียนเครื่องสำอาง สรรพคุณ ส่วนประกอบสำคัญและปริมาณ ครั้งที่ผลิต ราคา คำเตือน (ถ้ามี)

1.7 พิจารณาภาชนะบรรจุ โดยภาชนะที่บรรจุจะต้องอยู่ในลักษณะที่ดี เหมาะสม ปิดอغلاقไม่แตก รั่วรั่ว ไม่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน ควรใช้ง่ายสะดวก

2. อันตรายจากเครื่องสำอาง

2.1 การระคายเคืองผิวหนัง (Irritant reaction) หมายถึง การใช้เครื่องสำอางนั้นครั้งแรกแล้วเกิดอาการคัน มีผื่นขึ้นบริเวณที่สัมผัสกับเครื่องสำอาง ถ้าใช้ไม่ถูกวิธี

2.2 การแพ้ (Allergic dermatitis) หมายถึง มีอาการคันตามบริเวณที่ทาหรือใช้ มักไม่เกิดกับผู้ใช้ระยะแรกๆ ส่วนใหญ่จะใช้สักระยะหนึ่ง การแสดงอาการแพ้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับบุคคล

2.3 ทำให้แพ้แสงแดดได้ง่ายขึ้น (Photo-sensitivity reaction) เป็นการเกิดปฏิกิริยาแพ้เมื่อใช้เครื่องสำอางแล้วไปโดนแสงแดดโดยสารประกอบบางอย่างที่มีอยู่ในเครื่องสำอาง

2.4 การเกิดอันตรายจากสิ่งเจือปนที่เป็นพิษ เครื่องสำอางที่ผลิตไม่ได้มาตรฐานอาจมีเชื้อโรคหรือสารพวกโลหะหนัก หรือสารเป็นพิษอื่นเจือปนอยู่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ทั้งในระยะสั้นและการสะสม

3. ข้อควรระวังในการใช้เครื่องสำอางบางชนิด

3.1 การใช้แป้งฝุ่น แป้งน้ำ หรือเครื่องสำอางที่มีกรดบอริกเป็นส่วนผสมต้องระวังไม่ให้เข้าจมูกและปาก เพราะจะทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน และห้ามใช้ในเด็กอายุต่ำกว่า 3 ปี

3.2 การใช้เครื่องสำอางประเภทครีมแก้ฝ้า ต้องระวังไม่ให้เข้าตา เพราะเป็นอันตรายต่อตา อย่าให้บริเวณผิวหนังที่ใช้ถูกแสงแดด หากใช้แล้วไม่ได้ผลควรเลิกใช้หรือเปลี่ยนยี่ห้อใหม่

3.3 การใช้น้ำยาดัดผม หรือน้ำยาย้อมผม หรือน้ำยายืดผม ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากอย่างเคร่งครัด ขณะใช้ระวังไม่ให้น้ำยาเข้าตาและไม่ให้เกาหนังศีรษะแรงๆ ทั้งก่อนและหลังใช้เนื่องจากจะทำให้เกิดการระคายเคืองได้

3.4 เครื่องสำอางประเภทเสริมความงาม เมื่อใช้แล้วจะต้องล้างเครื่องสำอางออกให้หมดไม่ให้ติดค้างบนผิวหนังโดยวิธีต่างๆ เช่น ถูล้างหน้าด้วยสบู่ที่มีความเป็นด่างมากจะทำให้ผิวแห้งตึง ถูล้างเครื่องสำอางออกไม่หมดจะก่อให้เกิดการอุดตันรูขุมขน ทำให้เกิดสิวหรือผิวหนังอักเสบ

3.5 เครื่องสำอางประเภทปรับสภาพผิว มักจะมีส่วนผสมของวิตามินเอ (Retinol) แต่มักพบว่ามีการแอบอ้างสรรพคุณว่าสารกระตุ้นการหลุดลอกของเซลล์ผิวหนังชั้นนอก ซึ่งสารที่จะแสดงสรรพคุณได้ตามอ้างถือว่าเป็นยา คือ กรดวิตามินเอ (Retinoic Acid หรือ Tretinoic) เป็นสารเคมีที่ใช้รักษาสิวและเป็นสารห้ามใช้ในเครื่องสำอาง

3.6 เครื่องสำอางที่ทำให้ผิวขาวขึ้น มักจะมีส่วนผสมของสารห้ามใช้ในเครื่องสำอางคือไฮโดรควิโนน (Hydroquinone) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 25 พ.ศ. 2539 ซึ่งจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง เป็นผื่นแดง หรือจุดด่างขาว และมีการสะสมทำให้ผิวหนังบริเวณที่สัมผัสมากๆ เป็นสีดำและเกิดฝ้าถาวร

3.7 เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของปรอทแอมโมเนีย ซึ่งเป็นวัตถุห้ามใช้ในเครื่องสำอางตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 3 พ.ศ. 2517 ทำให้เกิดการแพ้ ผื่นแดง ผิวหนังดำ ผิวบางลง เกิดการสะสมของสารปรอททำให้ทางเดินปัสสาวะอักเสบ และไตอักเสบ

3.8 การใช้ผ้าเย็บขนหนู ผ้าเย็บขนหนูที่ผู้ประกอบการร้านอาหารมักจะบริการลูกค้าระหว่างรออาหาร พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์และราเกินมาตรฐานที่กำหนด โดยมาตรฐานเครื่องสำอางกำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ต้องน้อยกว่า 1000 โคโลนี/กรัม และยังมีเมธิลแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นวัตถุห้ามใช้ใน

เครื่องสำอาง ซึ่งจะทำให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคโดยจะทำให้เกิดการปวดศีรษะ อ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน การมองเห็นผิดปกติหรืออาจทำให้ตาบอดได้

4. การทดสอบเครื่องสำอาง

การใช้เครื่องสำอางควรมีการทดสอบการแพ้เครื่องสำอางก่อนการใช้เพื่อให้ทราบว่ามีการแพ้หรือไม่ หรือในกรณีที่แพ้ควรหาว่าแพ้สารชนิดใดที่เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางนั้น การทดสอบทำโดยก่อนใช้เครื่องสำอางชนิดใหม่ควรนำเครื่องสำอางมาทาที่ผิวหนังใต้ท้องแขนเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ โดยทาวันละสองครั้ง แล้วสังเกตว่ามีอาการแสบ คัน ปวดแสบปวดร้อน อาการเหล่านี้จะเป็นช่วงสั้นๆ ไม่เกิน 10 นาที หรือถ้ามีผื่นแดง บวมแดง หรือเกิดการอักเสบผิวหนัง ควรล้างออกด้วยน้ำเปล่าและไม่ใช้เครื่องสำอางดังกล่าวอีก สำหรับกรณีที่ใช้เครื่องสำอางไปแล้วเกิดอาการแพ้ แต่ไม่ทราบว่าเกิดจากเครื่องสำอางชนิดใดให้ลองหยุดใช้เครื่องสำอางทั้งหมดและเริ่มใช้ใหม่ทีละตัวและสังเกตอาการแพ้หรือไม่ ถ้ามีอาการแพ้แสดงว่าเครื่องสำอางตัวสุดท้ายจึงควรหยุดใช้เครื่องสำอางตัวสุดท้าย หลังจากทดลองได้ผลแล้วว่าแพ้เครื่องสำอางตัวใดควรงดใช้เครื่องสำอางทุกชนิดต่อไปอีก 2-6 สัปดาห์ จึงกลับมาใช้เครื่องสำอางใหม่ที่ไม่แพ้ได้ เมื่อมีอาการแพ้เครื่องสำอางอาจจะปรึกษาแพทย์ผิวหนังเพื่อทำการทดสอบภูมิแพ้โดยวิธี Patch Test โดยการทาสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอางบนแผ่นหลังแล้วใช้เทปปิดทับไว้ เปิดออกมาอ่านผลเมื่อครบ 2 และ 3 วัน ตำแหน่งที่ทาสารเคมีตัวใดที่ผิวหนังอักเสบ แห้งแดงหรือเป็นตุ่มน้ำ ก็แสดงว่าแพ้สารเคมีชนิดนั้น วิธีนี้จะช่วยให้ผู้บริโภคทราบว่าแพ้สารชนิดใดในเครื่องสำอางและมีความระมัดระวังในการเลือกซื้อและเลือกใช้เครื่องสำอางโดยการอ่านฉลากว่ามีส่วนผสมของสารดังกล่าวหรือไม่

การบริโภคอาหาร

อาหารหมายถึง สิ่งใดๆ ที่มนุษย์รับเข้าสู่ร่างกายแล้วทำให้เกิดประโยชน์ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายและช่วยการทำงานของอวัยวะต่างๆ เป็นไปด้วยดี การเลือกซื้ออาหารควรยึดหลัก 3 ป คือ (1) ประโยชน์ในแง่ของคุณค่าทางโภชนาการ ต้องมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (2) ปลอดภัย โดยการพิจารณาจากลักษณะของอาหารสด สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน และสารปนเปื้อน กลิ่นไม่เหม็นจากการบูด ควรเป็นอาหารที่ปรุงสุกใหม่ๆ ลักษณะของบรรจุภัณฑ์สมบูรณ์ ฉลากของอาหารครบถ้วนทราบถึงแหล่งที่มาของอาหารรวมถึงสถานที่จำหน่ายอาหารถูกสุขลักษณะ (3) ประหยัด ความคุ้มค่ากับราคา และซื้ออาหารในปริมาณที่เหมาะสมกับการบริโภค

1. อาหารที่ให้โทษต่อร่างกาย

อาหารมีมากมายหลายชนิด อาหารบางอย่างนอกจากจะไม่ให้ประโยชน์แล้วยังให้โทษต่อร่างกายซึ่งได้แก่อาหารที่มีลักษณะดังนี้

1.1 อาหารปลอมปน คืออาหารที่มีส่วนผสมที่ไม่เป็นไปตามที่โฆษณาหรือปิดประกาศไว้ในฉลาก ซึ่งผู้ผลิตจงใจปลอมปนอาหารที่ด้อยคุณภาพหรือราคาถูกผสมลงไปเพื่อให้ต้นทุนการผลิตต่ำเช่น น้ำปลา ผงชูรส เป็นต้น

1.2 อาหารเจือสารพิษ คืออาหารที่มีส่วนผสมของสารที่เป็นพิษต่อร่างกาย เมื่อกินเข้าไปสู่ร่างกาย แล้วเป็นอันตรายต่อสุขภาพเช่น สารบอแรกซ์ ซึ่งเป็นสารที่ใช้ในการอุตสาหกรรมทำเครื่องแก้ว ทำภาชนะ เครื่องเคลือบ แต่ผู้ประกอบการนำมาใช้ในลักษณะของผงกรอบใส่ผสมอาหารให้กรอบกรอบ สารพิษที่เจือปนในอาหาร โดยนำมาปรุงแต่งรส กลิ่น สีของอาหารซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพซึ่งผู้บริโภคควรระวังเช่น สีผสมอาหารที่เป็นสารสังเคราะห์ ผงชูรส สารกันบูด สารเร่งเนื้อแดง ซึ่งถ้าบริโภคมากเกินไปก็มีอันตราย ตลอดจนอาหารที่มีเชื้อรา และการนำสารเคมีที่ห้ามใช้รับประทานอาหารมาปรุงแต่งอาหาร

1.3 อาหารที่ไม่ได้มาตรฐาน ได้แก่ อาหารที่ไม่ได้ผ่านการตรวจสอบมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมหรือไม่ได้ผ่านการตรวจสอบมาตรฐานของคณะกรรมการอาหารและยา ซึ่งจัดอยู่ในอาหารที่อาจเป็นพิษต่อร่างกายจึงไม่ควรรับประทาน อาหารที่ได้มาตรฐานต้องมีเครื่องหมายแสดงรับรองคุณภาพ

1.4 อาหารที่เก็บไว้นานเกินกำหนด อาหารที่ผลิตขึ้นไม่ว่าจะเป็นอาหารสด หรืออาหารแห้ง ผู้บริโภคต้องรู้จักเลือกอาหารตามลักษณะ ประเภทของอาหาร อาหารสดก็ควรสดจริง ส่วนอาหารแห้งที่บรรจุ กระป๋องหรือบรรจุหีบห่อ อาจดูได้จากวัน เดือน ปี ที่ผลิต และวันเดือนปีที่หมดอายุที่เขียนกำกับไว้หรือดูจาก ลักษณะหีบห่อหรือภาชนะบรรจุ หากชำรุดหรือกระป๋องบุบยุบก็ไม่ควรบริโภค

2. การเลือกซื้ออาหาร

ปัจจุบันอาหารถูกแปรรูปไปในลักษณะต่างๆ มากมาย ตามความก้าวหน้าของวิทยาการและเทคโนโลยีสมัยใหม่ นอกจากจะเป็นอาหารสด อาหารแห้งแล้ว ยังมีอาหารกระป๋อง อาหารสำเร็จรูป อาหารพร้อมปรุง บรรจุอยู่ในหีบห่อต่างๆ กัน เช่น ปลากระป๋อง เครื่องแกงสำเร็จรูป บะหมี่สำเร็จรูปสารพัดชนิด กะทิสด นมข้น นมผง ดังนั้นผู้บริโภคจึงต้องระมัดระวังและเลือกอาหารที่จะบริโภค

2.1 การเลือกซื้ออาหารสด อาหารสดมีหลายประเภท ซึ่งหลักการเลือกซื้ออาหารสดมีดังนี้

2.1.1 เนื้อหมูและเนื้อวัว ควรเลือกเนื้อหมูที่มีสีชมพูอ่อน นุ่ม เป็นมัน ไม่มีกลิ่นเหม็น และควรเลือกเนื้อวัวที่มีสีแดงสด ไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ไม่มีเมือก ต้องไม่มีเม็ดสีขาวใสคล้ายเม็ดสาธู เพราะเป็นตัวอ่อนของพยาธิตัวดี

2.1.2 เนื้อเป็ดและเนื้อไก่ ลักษณะผิวเต็มไม่เหี่ยวยุบ ไม่มีจ้ำเขียวๆ ไม่ซีด ปลายปีกต้องไม่มีสีคล้ำ ออกต้องมีเนื้อเต็ม ไม่มีรอยยุบ ดินอ่อนไม่แข็งกระด้าง ไก่อ่อนจะมีกระดูกอกมากกว่าไก่แก่ และมักมีขนอ่อนๆ ด้วย

2.1.3 ปลา เหงือกต้องมีสีแดงสดไม่เป็นสีเขียว ไม่มีกลิ่นเหม็นและเมือก หรือถ้ามีเมือกก็ต้องเป็นเมือกใส ตาใสไม่จมลงไปในเบ้าตา ตาไม่ขุ่นเป็นสีเทา เนื้อแน่นแข็ง ผิวสดใส เกล็ดใส ท้องไม่แตก ไม่มีกลิ่นฉุนของสารฟอร์มาดีไฮด์หรือฟอร์มาลิน

2.1.4 กุ้ง เลือกที่เนื้อแน่นไม่มีกลิ่นเหม็น ตาใส เห็นสีแดงของมันกุ้งชัด หัวกุ้งไม่หลุดง่าย

2.1.5 หอย ฝาต้องปิดสนิท ไม่มีกลิ่นเหม็น ไม่มีเมือก ไม่มีสิ่งสกปรกมากเกินไป เมื่อแกะเปลือกแล้วเนื้อจะต้องมีสีแดงสดไม่ซีด

2.1.6 ไข่ เปลือกต้องนวลเกลี้ยง ไม่มีรอยด่าง ไม่ร้าว เมื่อต่อยอกไข่ขาวจะไม่มีสี ส่วนไข่แดงจะอยู่ตรงกลางและกลม สีสม่ำเสมอไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่เปลือกไข่

2.1.7 ผักผลไม้ ควรซื้อผักสด ไม่ซื้อผักผลไม้ที่มีรอยช้ำ ดูความอ่อนแก่ของผักและผลไม้ (ผักบางชนิดรสชาติอร่อยเมื่อยังอ่อนเช่น ผักบุ้ง ผักบางอย่างต้องรอให้แก่จัดถึงจะอร่อยเช่น มะเขือเทศ) ซื้อผักผลไม้ตามฤดูกาลเพราะจะมีราคาถูก

2.2 การเลือกซื้ออาหารแห้ง การเลือกซื้ออาหารแห้งพวก พริกแห้ง หอม เครื่องเทศ ปลาแห้ง ปลาเค็ม ข้าว ถั่ว หรืออาหารเมล็ดแห้งต่างๆ มีข้อควรระวังอันตรายจากสารพิษของเชื้อราที่มีโอกาสปนเปื้อนในอาหารเหล่านี้ได้ สารพิษชนิดนี้มีชื่อว่า อะฟลา ท็อกซิน ซึ่งมักเกิดในอาหารจำพวกเมล็ด โดยเฉพาะถั่วลิสง หรืออาหารแห้งที่เก็บไว้ในที่ที่มีความชื้นสูง ความร้อนจากการหุงต้มธรรมดาไม่สามารถทำลายพิษได้ และพบว่าเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งในตับ นอกจากนี้อันตรายยังเกิดจากการใช้สีและสารกันบูดที่ไม่ถูกต้อง พบมากในอาหารประเภทเนื้อ พริกแห้ง ปลาเค็ม เนื้อเค็ม ที่มีสีแดงคล้ำหรือเข้มจัดผิดธรรมชาติ

ข้อแนะนำในการเลือกซื้ออาหารแห้งคือ เลือกอาหารแห้งที่สะอาด ไม่มีสิ่งปนเปื้อน ไม่มีกลิ่นอับ บรรจุภาชนะที่สะอาด ไม่มีร่องรอยฉีกขาด หรือบุบ ฉลากสินค้าถูกต้องระบุวันหมดอายุ วันเดือนปีที่ผลิต น้ำหนักแหล่งผลิตและจัดจำหน่าย มีลักษณะใหม่ สภาพดี ไม่ขึ้นรา เป็นขุย หรือเป็นจุดด่างดำ อาหารพวกถั่วลิสงมักตรวจพบสารพิษของเชื้อราได้มากที่สุด จึงไม่ควรซื้อถั่วลิสงที่บดขาย เพราะผู้ขายมักใช้ถั่วเก่าที่มีคุณภาพไม่ดีมาบดผสมลงไปด้วย อาจจะมีสารพิษดังกล่าวซึ่งเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค จึงควรเลือกซื้อถั่วลิสงดิบเมล็ดดีไม่ลีบ ไม่มีรามาคั่วและบดเอง และใช้ให้หมดในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ถ้าเก็บไว้นานเกินไปอาจมีราเกิดขึ้นได้ ควรหลีกเลี่ยงการใช้น้ำมันพืชที่ทำจากถั่วลิสง โดยเฉพาะจากโรงงานที่ไม่ได้มาตรฐาน ไม่ได้จดทะเบียนกับทางราชการ อาหารพวกเนื้อวัวตากแห้งและปลาแห้งไม่ควรมีสีแดงคล้ำหรือสีแดงเข้มผิดปกติ เนื่องจากเชื้อปนสีหรือดินประสิวมากเกินไป กองควบคุมอาหารและยา สำนักคณะกรรมการอาหารและยากระทรวงสาธารณสุข ได้เคยตรวจพบว่าผู้ผลิตบางรายผลิตอาหารแห้งโดยเอาไปแช่ในสารเคมีกำจัดศัตรูพืชหรือฉีดพ่นดีดีที (DDT) เพื่อป้องกันแมลงและการวางไข่ของแมลงวันเช่น ปลาเค็ม เนื้อเค็ม กุ้งแห้ง ซึ่งนับว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคอย่างมาก ดังนั้นก่อนนำมาปรุงต้องล้างหลายๆ ครั้งให้สะอาด

2.3 การเลือกซื้ออาหารสำเร็จรูปและอาหารกระป๋อง โดยปกติอาหารสดมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าอาหารกระป๋อง แต่หากมีความจำเป็นต้องบริโภคอาหารสำเร็จรูปหรืออาหารกระป๋องควรมีการเลือกซื้อดังนี้

เลือกซื้ออาหารสำเร็จรูปที่ภาชนะบรรจุไม่ฉีกขาด ไม่มีรอยบุบ มีฉลากแสดงชื่ออาหารทางการค้า เลขทะเบียนการค้า สถานที่ผลิต

ถ้าเป็นอาหารกระป๋องลักษณะภายนอกกระป๋อง ฉลากต้องระบุชื่อทางการค้า และเลขทะเบียนอาหาร ชื่อโรงงาน และสถานที่ตั้งของโรงงานที่ผลิต เดือนปีที่ผลิต และรหัสที่ได้จดทะเบียนไว้แล้วต่อกระทรวงสาธารณสุข น้าหนักสุทธิ ในระบบเมตริก น้าหนักเนื้ออาหารในระบบเมตริก สำหรับอาหารประเภทที่แยกเนื้ออาหารได้ ชนิดและปริมาณของวัตถุเจือปนในอาหารที่มีใช้เป็นส่วนประกอบอันได้มาจากธรรมชาติของอาหาร เช่น วัตถุกันเสีย ลักษณะตัวกระป๋องต้องเรียบทั้งฝาและก้น ไม่โป่งนูนเพราะมีแก๊สอยู่ข้างใน ซึ่งเกิดจากการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากมีเชื้อโรคหรือปฏิกิริยาระหว่างอาหารกับโลหะที่ใช้ทำกระป๋อง ไม่มีรูรั่วหรือเป็นสนิม โดยเฉพาะที่รอยตะเข็บ กระป๋องไม่บุบบู่บี้ ลักษณะภายในกระป๋องขณะที่เปิดควรมีลมดูดเข้าไปในกระป๋องแทนที่จะมีลมดันออกมา น้ำและเนื้อของอาหารควรมีลักษณะเดิม เช่นเดียวกับอาหารที่หุงต้มตามปกติ ต้องไม่มีกลิ่นผิดปกติใดๆ เช่น กลิ่นหืน หรือเหม็นเปรี้ยว ภายในกระป๋องต้องไม่แสดงถึงการถูกกัดกร่อนจนเกินไปจนเป็นสีดำหรือมีสิ่งพิมพ์เช่น หมึกพิมพ์หรือกระดาษติดอยู่ภายในกระป๋อง

อาหารกระป๋องควรเก็บไว้ในที่เย็น และไม่อัปชื้น เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารเสียเร็วหรือกระป๋องเป็นสนิมเร็วกว่าปกติ ไม่เก็บรวมกับเครื่องปรุงรสพวกน้ำส้มสายชู น้ำปลาหรือสารเคมีอื่นๆ เพราะไอของสารเหล่านี้ อาจกัดกร่อนกระป๋องได้ และเก็บให้สูงจากพื้นมากกว่า 60 เซนติเมตร ก่อนจะนำไปบริโภคหลังจากเปิดกระป๋องแล้ว ต้องไม่มีสิ่งผิดปกติในอาหารนั้นแล้วให้ถ่ายอาหารใส่ภาชนะหุงต้ม (ไม่ต้มทั้งกระป๋องเพราะอาจทำให้ดินุกที่เคลือบหรือโลหะของตัวกระป๋องละลายลงในอาหาร) ต้มให้เดือดนาน 15 นาที เพื่อฆ่าเชื้อโรคและทำลายสารพิษของเชื้อโรค อาหารในกระป๋องถ้าใช้ไม่หมดให้ถ่ายใส่ภาชนะแก้ว หรือภาชนะเคลือบแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น ไม่แช่ทั้งกระป๋อง

2.4 การเลือกซื้ออาหารกึ่งสำเร็จรูป อาหารกึ่งสำเร็จรูปมีหลายชนิดเช่น บะหมี่ ข้าวต้ม โจ๊ก ฯลฯ โดยมีเครื่องปรุงแนบพร้อมมา อาหารกึ่งสำเร็จรูปควรกินเป็นครั้งคราวหรือเมื่อยามจำเป็น ไม่ควรกินเป็นประจำ อาจทำให้ขาดสารอาหาร และเกิดโรคระบบทางเดินอาหาร การเลือกซื้ออาหารกึ่งสำเร็จรูปพิจารณาจาก อาหารบรรจุอยู่ในซองหรือห่อที่มีสภาพดีไม่ฉีกขาด สีของห่อไม่ลอก มีฉลากแสดงชื่ออาหารทางการค้า เลขทะเบียนโรงงานที่ผลิต น้าหนักสุทธิ ส่วนประกอบ รวมทั้งข้อความที่แสดงว่าใส่วัตถุกันเสีย สีและวัตถุปรุงแต่งอะไรเมื่อเปิดซองหรือห่อแล้วไม่มีกลิ่นเหม็นหืนหรือเชื้อราติดอยู่

3. อาหารที่ควรบริโภค

เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าการรับประทานที่ถูกต้องเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำไปสู่สุขภาพที่สมบูรณ์แข็งแรง เพราะสิ่งต่างๆ ที่ประกอบเป็นรูปร่างหรือตัวของคนมาจากอาหารที่กินเข้าไป ดังนั้นจึงควรเลือกรับประทานอาหารให้ถูกสัดส่วนตามหลักโภชนาการ ค โดยรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ทุกวัน

3.1 อาหารหมู่ที่ 1 ได้แก่เนื้อสัตว์ต่างๆ ไข่ นม ถั่วเมล็ดแห้ง อาหารหมู่นี้เป็นแหล่งที่ให้สารอาหารประเภทโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ต่างๆ

3.2 อาหารหมู่ที่ 2 ได้แก่ ข้าว ผัก ผลไม้และน้ำตาล อาหารหมู่นี้เป็นแหล่งสำคัญที่ให้พลังงานมีสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะน้ำตาลจะให้คาร์โบไฮเดรตอย่างเดียว ส่วนข้าว ผัก ผลไม้ มีโปรตีนอยู่จำนวนเล็กน้อย มีวิตามินและเกลือแร่บางชนิด

3.3 อาหารหมู่ที่ 3 ได้แก่ พืชผักต่างๆ อาหารหมู่นี้เป็นแหล่งให้วิตามินและเกลือแร่หลายชนิด ผักที่มีสีเขียวเข้มและสีเหลืองเช่น ตำลึง ผักบุ้ง ฟักทองและมะเขือเทศ เมื่อรับประทานแล้วร่างกายจะได้วิตามินเอ ผักแต่ละชนิดจะมีปริมาณเส้นใยจำนวนต่างกัน

3.4 อาหารหมู่ที่ 4 ได้แก่ ผลไม้ต่างๆ อาหารหมู่นี้ให้พลังงาน มีคาร์โบไฮเดรตและมีวิตามิน เกลือแร่ เช่น ฝรั่ง ส้ม ให้วิตามินซีและโพแทสเซียม ทั้งยังเป็นอาหารที่มีเส้นใยเช่นเดียวกับหมู่ที่ 3

3.5 อาหารหมู่ที่ 5 ได้แก่ ไขมัน น้ำมันต่างๆ ที่ได้จากสัตว์และพืช เช่น น้ำมันหมู น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง เนย มาการีน เนยขาว ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงาน ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต 1 กรัมจะให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี

การกินอาหารครบ 5 หมู่ เป็นเรื่องไม่ยากเพราะเพียงแต่เลือกกินอาหารในหมู่นั้นเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยคำนึงถึงเศรษฐกิจและความชอบเช่น กินไข่เจียว ผัดผักบุ้งเต้าเจี้ยวกับข้าว และกินส้ม 1 ลูก ก็ได้อาหารครบทั้ง 5 หมู่แล้ว อาหารที่มักขาดคือ หมู่ที่ 3 และ 4 ทั้งที่หาง่ายในประเทศไทยสามารถเลือกกินได้ตามฤดูกาล ครอบครัวที่มีเด็กๆ ควรจะเคร่งครัดในเรื่องการกินอาหาร เด็กกำลังเจริญเติบโตต้องการอาหารเพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตทั้งทางร่างกาย สมอง และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอเพื่อให้ร่างกายอยู่ในสภาพปกติ

4. หน้าที่ของสารอาหารต่อร่างกาย

4.1 โปรตีน ทำให้อวัยวะแข็งแรง ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอในอวัยวะต่างๆ ของร่างกายและทำให้อวัยวะแข็งแรง สามารถต้านทานโรค โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4 แคลอรี

4.2 คาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรต 1 กรัมให้พลังงาน 4 แคลอรี ถ้าร่างกายได้สารอาหารชนิดนี้ไม่พอ ร่างกายจะเอาพลังงานจากโปรตีนมาใช้ทำให้ร่างกายไม่ได้ใช้สารอาหารโปรตีนอย่างถูกต้องตามหน้าที่ คาร์โบไฮเดรตเป็นตัวที่ทำให้สารอาหารอื่นๆ ทำงานได้ตามปกติ ถ้าร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตมากเกินไปจะเปลี่ยนเป็นไขมันสะสมไว้ในร่างกาย

4.3 ไขมัน ให้พลังงานมากกว่าสารอาหารชนิดอื่นๆ โดยไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี ช่วยให้อาหารมีรสชาติดี ช่วยในการดูดซึมวิตามิน ทำให้มีไขมัน ร่างกายอบอุ่นและช่วยป้องกันการกระทบกระเทือนของอวัยวะภายในร่างกาย

4.4 เกลือแร่ เกลือแร่ที่จำเป็นสำหรับร่างกายมีอยู่หลายชนิดเช่น แคลเซียม เหล็ก ไอโอดีน ฟอสฟอรัส กำมะถัน โซเดียม คลอรีน โพแทสเซียม ฯลฯ ในที่นี้ขอกล่าวถึงความสำคัญของเกลือแร่บางชนิด

4.4.1 แคลเซียม เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน ทำให้โครงสร้างของร่างกายเจริญเติบโต เป็นไปตามปกติ อาหารที่ให้แคลเซียมมากได้แก่ ผักใบเขียวเช่น ตำลึง ถั่วเขียว ชะพลู และในอาหารประเภทที่สามารถกินได้ทั้งเปลือกและกระดูกเช่น กุ้งแห้ง กุ้งฝอย และปลาตัวเล็กๆ แคลเซียมยังช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ เป็นธาตุที่จำเป็นในการแข็งตัวของเลือดทำให้เลือดหยุดไหลขณะเกิดบาดแผล

4.4.2 เหล็ก ร่างกายต้องการธาตุเหล็กเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเม็ดเลือดแดง ถ้าร่างกายได้รับธาตุเหล็กไม่เพียงพอจะทำให้เป็นโรคซีด ร่างกายอ่อนแอ ความต้องการธาตุเหล็กของคนแต่ละวัยไม่เท่ากัน ผู้หญิงวัยที่มีประจำเดือนต้องการธาตุเหล็กปริมาณมาก หญิงมีครรภ์และให้นมลูกก็ต้องการธาตุเหล็กในปริมาณมาก อาหารที่มีธาตุเหล็กมากได้แก่ ตับ หัวใจ เนื้อวัว ถั่วเมล็ดแห้ง ผักใบเขียว (เช่นกระถิน ตำลึง ผักบุ้ง ผักคะน้า และ ใบโหระพา)

4.5 วิตามิน เป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้ ถ้าขาดวิตามินจะทำให้ร่างกายทำงานผิดปกติและเกิดโรคได้ วิตามินไม่ทำให้อ้วนแต่มีส่วนช่วยในการเจริญเติบโต บำรุงรักษาผิวพรรณ เหงือก ฟัน นัยน์ตา รวมทั้งช่วยในการต้านทานโรค อาหารที่มีวิตามินเช่น เนื้อสัตว์ พืชผักและผลไม้ วิตามินที่สำคัญเช่น

4.5.1 วิตามินเอ มีมากในผลิตภัณฑ์จากสัตว์เช่น ตับ ไข่แดง นม และในผักสีเขียวเข้มหรือสีเหลือง (เช่น มะละกอสุก มะม่วงสุก) วิตามินเอทำให้ผิวหนังและเยื่อบุต่างๆ มีสุขภาพดี ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างกระดูก และฟัน ช่วยในการมองเห็นได้ชัดเจน ทำให้สามารถปรับสายตาได้เมื่อเปลี่ยนจากที่สว่างมาเป็นที่มืด ถ้ารับประทานอาหารครบ 5 หมู่จะไม่ขาดวิตามินเอ

4.5.2 วิตามินบีหนึ่ง เป็นวิตามินที่มีอยู่ในสัตว์และพืช มีปริมาณมากในหมูและถั่วเมล็ดแห้งชนิดต่างๆ ข้าวที่ไม่ได้ขัดสีหรือขัดสีแต่น้อย เหนียง ฯลฯ เป็นวิตามินหนึ่งทำให้การทำงานของระบบประสาทและหัวใจทำงานได้ตามปกติ

4.5.3 วิตามินบีสอง มีมากในอาหารประเภท ตับ หัวใจ เมล็ดข้าวที่กำลังจะงอก ถั่วและผักใบเขียว เป็นวิตามินบีสองทำให้ผิวหนังมีสุขภาพดี บำรุงผิวหนัง นัยน์ตา ทำให้การใช้โปรตีนและไขมันในร่างกายเป็นไปตามปกติ ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบการย่อยอาหาร การสร้างโลหิต สุขภาพของผิวหนัง ผม ลิ้น ปากและนัยน์ตา

4.5.4 วิตามินซี มีมากในผักและผลไม้สดเช่น ส้ม มะนาว ถั่วงอก ถ้ารับประทานผลไม้สดวันละ 1 กรัมเช่น มะละกอสุก 1 ชิก (เท่าฝ่ามือ) ฝรั่งวันละผลจะได้วิตามินซีในปริมาณที่เพียงพอ วิตามินซีทำหน้าที่ช่วยบำรุงเหงือก ช่วยทำให้ผนังเส้นเลือดฝอยแข็งแรง ช่วยในการดูดซึมสารอาหารชนิดอื่น (เช่น ธาตุเหล็ก แคลเซียม) และทำให้มีความต้านทานโรคสูง วิตามินซีสลายตัวง่ายเมื่อถูกความร้อน

5. พืชภัยในอาหาร

พืชภัยในอาหารหมายถึงวัตถุหรือสารที่มีพิษที่ตกค้างปะปนอยู่ในอาหารในกระบวนการผลิต การอุตสาหกรรม การปรุงและการเก็บรักษาอาหาร สิ่งเหล่านี้ถ้ารับประทานเข้าไปจะเป็นอันตรายต่อร่างกายเป็นสาเหตุให้เกิดโรค พืชจากอาหารเกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

5.1 เชื้อโรค เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคซึ่งปะปนอยู่ในอาหารมีหลายชนิดเช่น

5.1.1 แบคทีเรีย พืชที่เกิดจากแบคทีเรียมี 2 ทางคือ พืชที่เกิดจากตัวแบคทีเรียเองเช่น โรคบิด วัณโรค อหิวาตกโรค ไข้รากสาดน้อย ฯลฯ และพืชที่เกิดจากสารที่สร้างขึ้นโดยแบคทีเรีย ซึ่งในขณะที่แบคทีเรียบางชนิดเจริญเติบโตในอาหารจะปล่อยสารพิษออกมาปะปนกับอาหารเช่น พืชจากเชื้อสแตฟีโลค็อกคัส (*Staphylococcus* sp.) ทำให้ลำไส้อักเสบ ท้องเดิน พืชจากเชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) ในอาหารกระป๋องหรืออาหารบรรจุขวด ทำให้มีอาการทางประสาท กล้ามเนื้อที่บริเวณใบหน้าและกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจเป็นอัมพาตและตาย แบคทีเรียอยู่ตามบาดแผล ผี หนองของคนสามารถปล่อยสารพิษที่ทำให้เกิดอาการแน่นหน้าอก อาเจียน ท้องเดิน เป็นตะคริวที่หน้าท้องอย่างรุนแรง และถึงตายได้

5.1.2 เชื้อไวรัส เชื้อไวรัสมียูอยู่ทั่วไปในอุจจาระ น้ำมูก น้ำลาย ทำให้เกิดโรคโปลิโอโมลิไลติส โรคตับอักเสบ หวัด คางทูม ฯลฯ

5.1.3 เชื้อรา มักเกิดในอาหารจำพวกที่เป็นเมล็ดหรืออาหารแห้งที่เก็บไว้ในที่มีความชื้นสูง เชื้อรามีหลายชนิด พืชที่เกิดจากเชื้อรามี 2 ทางคือ (1) เกิดจากเชื้อรา โดยเชื้อราเกิดในอาหารและมีพิษต่อร่างกายถ้ารับประทานเข้าไปเช่น ราของถั่วลิสงและข้าวโพด เชื้อราจากการเพาะถั่วงอก ทำให้เกิดโรคสมองอักเสบ ตับอักเสบ และมะเร็งในตับ (2) เกิดจากสารพิษของเชื้อราเช่น เชื้อราตระกูลแอสเปอร์จิลลัส (มัยโคท็อกซินบี 1) ซึ่งมักพบในข้าวสาลี ข้าวโพด ถั่วต่างๆ และข้าวไรย์ ทำให้เกิดสารพิษก่อมะเร็งต่อตับ เชื้อราแอสเปอร์จิลลัส ฟลาวัส ในถั่วลิสงทำให้เกิดสารพิษ ซึ่งความร้อนจากการปรุงอาหารไม่สามารถทำลายสารพิษนี้ได้

5.1.4 พยาธิ มีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งแบ่งกลุ่มตามรูปร่างได้ 2 ชนิดคือ พยาธิตัวกลมและพยาธิตัวแบน พืชที่เกิดจากพยาธิมีได้ 2 ทางคือ (1) เกิดจากตัวพยาธิ โดยพยาธิจะแย่งอาหารในร่างกายของคนทำให้เกิดอาการชูกัด ปวดท้อง ท้องเสียบ่อย พยาธิบางชนิดสามารถไชซอนอวัยวะเช่น ตับ ไต ปอด ตา สมอง ทำให้เกิดอักเสบ โรคที่เกิดจากพยาธิตัวกลมเช่น โรคพยาธิใบไม้ในตับ โรคพยาธิใบไม้ในปอด โรคพยาธิใบไม้ในเส้นเลือด และโรคพยาธิตัวจี๊ด ส่วนโรคที่เกิดจากพยาธิตัวแบนเช่น พยาธิตัวตืดในหมู และพยาธิตัวตืดในวัว (2) เกิดจากสารพิษในพยาธิ โดยพยาธิบางชนิดที่เข้าสู่ร่างกายนอกจากไชซอนเข้าไปในอวัยวะและดูดกินอาหารจากร่างกายแล้ว ยังปล่อยสารพิษออกมาด้วยเช่น พยาธิโอฟิสทอกิส ไวเวอร์รีนิ (*Opisthorchis viverrini*) ปล่อยสารพิษบางอย่างออกมาทำให้เป็นพิษต่อร่างกาย

5.2 สารพิษ สารพิษที่เข้าสู่ร่างกายจากการกินอาหาร ซึ่งสารพิษอาจสะสมอยู่ในร่างกายโดยที่ผู้รับไม่รู้สึกตัว แต่ค่อยๆ ทำอันตรายต่อร่างกาย สารบางชนิดมีพิษเฉียบพลัน

5.2.1 สารพิษจากพืช พืชจากพืชมักเกิดจากอาการแพ้ในบางคนเช่น บางคนแพ้หรือมีอาการผิดปกติเมื่อรับประทานกล้วยทุกชนิด โดยเกิดอาการท้องอืด จุก เสียด แน่น คนที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงจะมี

อาการของโรคเพิ่มขึ้นเมื่อรับประทานมะนาวและพริกขี้หนู เพราะพืชทั้งสองชนิดนี้มีโซเดียมสูง หรือคนที่เป็โรคเกาต์ไม่ควรรับประทานพืชผักที่มีกรดยูริกเช่น แตงกวา พืชบางชนิดมีสารพิษบางชนิดอยู่เช่น สารไซยาไนด์ที่มีอยู่ในมันสำปะหลังดิบ สารนิโคตินในยาสูบ สารคาเฟอีนในกาแฟ สารไพริทรินส่จากดอกไพริทรัม

5.2.2 สารพิษจากสัตว์ สัตว์หลายชนิดมีสารพิษในตัวเมื่อรับประทานเข้าไปจะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายเช่น สารพิษที่อยู่ตามผิวหนังของคางคก หอยบางชนิด ปลาปักเป้า แมงดาทะเลบางชนิด

5.2.3 สารเคมี พิษของสารเคมีเป็นอันตรายต่อร่างกายแตกต่างกันตามฤทธิ์ของสารแต่ละชนิด พิษภัยจากสารเคมีที่เกิดจากการบริโภคอาหารแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. พิษภัยจากสารเคมีอันตราย สารเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน ได้แก่ สารฆ่าแมลง สารปราบศัตรูพืช กรด ด่าง พรอท ตะกั่ว สารเคมีเหล่านี้มีทั้งในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งถ้ารับประทานเข้าไปจะสะสมในร่างกาย ทำให้ร่างกายพิการ เจ็บป่วยและถึงตายได้ สารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายเฉียบพลันและถ้ารักษาไม่ทันถึงตายได้เช่น พิษของสารตะกั่วทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ไตอักเสบ โรคกระดูก ปวดเมื่อยตามตัว และเป็นอัมพาตได้ พิษของสารดี.ดี.ที (D.D.T) ทำให้เกิดอาการเกร็งที่ขากรรไกรและกล้ามเนื้อ เจ็บคอ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย และอาจถึงตายได้ โดยปกติผู้ที่ได้รับสารเคมีเหล่านี้เนื่องมาจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ซึ่งสารเคมีเหล่านี้อาจตกค้างอยู่ในอาหารเช่น สารดี.ดี.ที. หรือสารปราบศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ในพืชผัก สารตะกั่วที่ตกค้างอยู่ในส้วมน้ำ

2. วัตถุเจือปนอาหาร (food additives) หมายถึงสารที่ไม่ใช่อาหารซึ่งเติมลงไปในการอาหารโดยจงใจและมักใช้เติมลงไปปริมาณเล็กน้อยเพื่อดัดแปลงคุณสมบัติของอาหารเช่น รุปร่าง ลักษณะ กลิ่น สี รส ตลอดจนคุณสมบัติในการเก็บรักษา สารเคมีในกลุ่มนี้ต้องใช้อย่างระมัดระวัง แต่ส่วนมากมักเกิดจากการใช้ไม่ถูกต้องและใช้มากเกินไปจึงเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

(1) สีผสมอาหาร ในสมัยก่อนมักใช้สีจากธรรมชาติมาแต่งสีอาหารเช่น สีดำจากดอกดิน หรือได้จากการเผาเปลือกหรือกะลามะพร้าว สีเขียวจากใบเตย สีเหลืองจากขมิ้น สีแดงจากเมล็ดคำแสดหรือข้าวแดงจากเมืองจีน สีส้มจากดอกอัญชัญ ต่อมาในระยะหลังมีการใช้สารเคมีที่ให้สีกันมากขึ้น สีผสมอาหารเป็นสารเคมีที่ร่างกายของมนุษย์ไม่ต้องการ ถ้าได้รับเข้าไปในปริมาณมากร่างกายจะต้องขับออกให้หมด ถ้าขับออกไม่หมดอาจจะสะสมอยู่ที่ใดที่หนึ่งในร่างกายแล้วอาจเกิดระคายเคืองต่อเซลล์บริเวณนั้นและมีความผิดปกติเกิดขึ้นได้ สีผสมอาหารที่ถูกต้องตามที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ได้มีการทดสอบแล้วว่าปลอดภัย แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากมีผู้ทำอาหารได้นำสีย้อมผ้ามาผสมลงในอาหาร อันตรายที่เกิดจากสีที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในอาหารเช่น สีย้อมผ้า ย้อมกระดาษนั้นอาจเกิดได้ 2 ทาง (1) เกิดจากตัวสีเอง ซึ่งมีสารหลายชนิดที่พบว่าเป็นตัวก่อมะเร็ง (2) เกิดจากสารปนเปื้อนในสี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโลหะหนักเช่น ตะกั่ว สารหนู และปรอท

สีที่ทางกระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ผลิตอาหารได้มีดังต่อไปนี้

1. สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ จำพวกสีแดง ได้แก่ ปองโซ 4 อาร์ (ponceu 4 R) และเออร์โรซีน (erythrosine) จำพวกสีเหลือง ได้แก่ คาร์ตราซีน (tartrazine) ซันเฟต เยลโลว์ เอฟซีเอฟ (sunset yellow FCF) และไรโบฟลาวิน (riboflavin) จำพวกสีเขียว ได้แก่ ฟาสต์กรีน เอฟซีเอฟ (fast green FCF) จำพวกสีน้ำเงิน ได้แก่

อินดิโกคาร์มีนหรืออินดิโกทีน (Indigo carmine or indigotine) และบริลเลียนด์บลู เอฟซี (brilliant blue FC)

2. สีสันที่สกัดได้จากพืช และไทเทเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide)

3. สีที่ได้จากธรรมชาติ โดยการสกัดพืชผัก ผลไม้และสัตว์ที่ใช้บริโภคได้โดยไม่เกิดอันตรายและสีชนิดเดียวกันที่ได้จากการสังเคราะห์เช่น สีที่ได้จากการนำน้ำตาลมาเผาเป็นน้ำตาลเคี้ยวไหม้ (caramel) โคชินิล (cochineal) สีดำแสด (annatto) ได้จากต้นคำไท สีจากคาโรทีนอยด์ (carotenoid) ต่างๆ เคอร์คิวมิน (curcumin) ที่สกัดจากขมิ้น ขมิ้น (turmeric) คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) คลอโรฟิลล์คอปเปอร์คอมเพล็กซ์ (chlorophyll copper complex)

(2) สารกันเสีย มีทั้งกันบูดและกันหืนซึ่งมีหลายชนิด ซึ่งต้องใช้ตามที่กำหนดเช่น สารกันบูดจากเชื้อแบคทีเรียได้แก่ กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก ตามที่กำหนดจะต้องใช้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สารป้องกันเชื้อราได้แก่ กรดซอร์บิกหรือเกลือของกรดซอร์บิก อนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งถ้าใช้ในปริมาณที่กำหนดจะปลอดภัยไม่มีอันตราย ปัญหาที่เกิดขึ้นคือมีการใช้สารเคมีชนิดอื่นที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในอาหารได้แก่ กรดซาลิซิลิกซึ่งเป็นสารที่มีอันตรายมาก อาจก่อมะเร็งอาหารทำให้เป็นแผล

(3) สารรักษาสีเนื้อสัตว์ ที่ใช้กันแพร่หลายคือสารไนเตรทและสารไนไตรท์ ซึ่งใช้เพื่อป้องกันเชื้อแบคทีเรียเช่น *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นเชื้อโรคอันตราย สามารถสร้างสารพิษโบทูลิน (botulin หรือ botulinum toxin) แบคทีเรียชนิดนี้เจริญเติบโตในอาหารที่ปิดภาชนะสนิท ไม่มีอากาศผ่านเข้าออก แต่สารไนเตรทกับไนไตรท์มีอันตรายพอสมควรจึงกำหนดให้ใช้ในปริมาณค่อนข้างน้อย โดยไนเตรทใช้ได้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อเนื้อสัตว์ 1 กิโลกรัม และไนไตรท์ให้ใช้ได้ไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อเนื้อสัตว์ 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 4.1) สารทั้งสอง ชนิดนี้ยังทำให้เนื้อสัตว์มีสีแดงสดด้วยจึงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ปัญหาที่เกิดขึ้นคือมีการใช้ในปริมาณมากเกินไปเช่น ในเนื้อเค็ม เนื้อสวรรค์ ไบปลา ถ้ากินเข้าไปในปริมาณมากอาจทำให้ท้องร่วงอย่างแรง สารไนไตรท์มีพิษรุนแรงโดยจะจับกับฮีโมโกลบิน (haemoglobin) แล้วทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถจะขนถ่ายออกซิเจนได้ ทำให้ร่างกายและสมองขาดออกซิเจนอย่างรุนแรง อาจหายใจไม่ออก ตัวเขียว และตายได้

สารไนไตรท์สามารถทำปฏิกิริยากับกลุ่ม amine (secondary amines) ในอาหาร (เช่น ปลา กุ้ง หอย ปลาน้ำจืด และเนื้อสัตว์) สารฆ่าแมลงบางชนิด และยาบางชนิด แล้วเกิดสารประกอบอันตรายที่เรียกกันทั่วไปว่า ไนโตรซามีน (N-nitrosamines) ซึ่งสารกลุ่มนี้ก่อมะเร็งในอวัยวะต่างๆ ของร่างกายได้เช่น หลอดอาหาร ปอด กระเพาะ ลำไส้ ตับ ไต และสมอง ถ้าได้รับไนไตรท์ในปริมาณมากเช่น กินอาหารที่มีไนเตรทสูงเป็นประจำ ซึ่งนอกจากอาหารพวกเนื้อสัตว์ที่มีการใช้สารไนเตรทและไนไตรท์แล้ว ผักหลายชนิดสามารถสะสมไนเตรทได้ในปริมาณมากเช่น กระบี่ ผักกาดขาว กระหล่ำปลี ผักกาดหอม (ตารางที่ 4.2)

ร่างกายสามารถขับไนเตรทออกมาทางน้ำลายและเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ในน้ำลายได้ ซึ่งปกติคนจะกลืนน้ำลายตลอดเวลาทำให้มีไนไตรท์สะสมในกระเพาะอาหารมากขึ้น ถ้ากินอาหารที่มี Amine สูงจะเกิดปฏิกิริยากับไนไตรท์ในสภาวะของกระเพาะอาหารที่เป็นกรดเกิดเป็นไนโตรซามีนได้ (ภาพที่ 4.2) การเกิดไนโตรซามีนในร่างกายมีทางป้องกันได้โดยมีสารยับยั้งอยู่ 2 ชนิด คือวิตามินซีและวิตามินอี ดังนั้นถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยง

การกินอาหารที่มีไนเตรทและไนไตรท์ได้ควรกินอาหารที่มีวิตามินซีเช่น ส้ม ฝรั่ง ผักใบเขียว ผลไม้ที่มีรสค่อนข้างเปรี้ยว จะช่วยลดการเกิดสารก่อมะเร็งในกลุ่มนี้ได้ และพยายามเลือกกินผักที่มีปริมาณไนเตรทต่ำเช่น ผักบุ้งไทย

ตารางที่ 4.1 ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ (ตัวเลขในวงเล็บเป็นปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ที่พบสูงสุด)

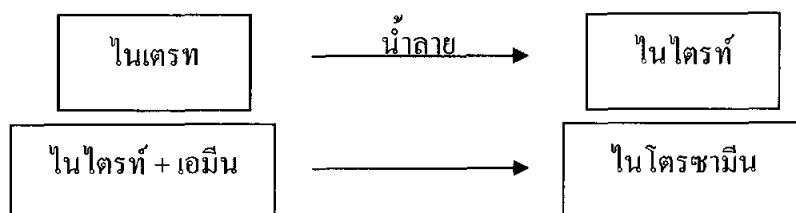
ชื่ออาหาร	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณ มก./กก. อาหาร	
		ไนเตรท	ไนไตรท์
เนื้อไก่	23	3,460 (30,000)	288 (1,799)
เนื้อสวรรค์	10	2,542 (15,940)	5.8 (29)
ไคปลา	12	1,440 (2,966)	16.5 (27)
แฮม	13	156 (970)	9 (18)
ปลา	28	16 (66)	4 (9.4)
ปลาร้า	26	43 (414)	4 (6.7)

ที่มา : (อารี วัลยะเสวี และคณะ, 2534)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในผักชนิดต่างๆ (ตัวเลขในวงเล็บเป็นปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ที่พบสูงสุด)

ชื่ออาหาร	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณ มก./กก. อาหาร	
		ไนเตรท	ไนไตรท์
คะน้า	8	4914 (6668)	2.9 (12.2)
ผักกาดขาว	5	2911 (5496)	1.5 (3.9)
ผักกาดหอม	5	1532 (2659)	1.4 (5.6)
ผักบุ้งจีน	6	3116 (8721)	3.6 (18.5)
ผักบุ้งไทย	7	41 (94)	1.4 (5.2)

ที่มา : (อารี วัลยะเสวี และคณะ, 2534)



ภาพที่ 4.2 การเกิดสารไนโตรซามีนในร่างกาย

(4) สารแต่งกลิ่น รส และสารรสหวาน เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นให้มีกลิ่น รส เหมือนหรือคล้ายกลิ่นธรรมชาติซึ่งเรียกว่ากลิ่นเทียม สารเหล่านี้ในกลุ่มนี้บางชนิดใช้ได้โดยปลอดภัย บางชนิดมีอันตรายสูงต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง บางชนิดเป็นสารก่อเกิดมะเร็งหรือการกลายพันธุ์ สารในกลุ่มนี้ที่ใช้กันมากคือ

1. ผงชูรสหรือโมโนโซเดียมกลูตาเมต (monosodium glutamate) มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาว ปลายทั้งสองข้างโตและมน ตรงกลางคอดเล็ก ลักษณะคล้ายกระดูกสีอ่อนข้างขาวไม่ใสและไม่มันวาว ชิมดูรสคล้ายน้ำคัมเนื่อ องค์การอนามัยโลกแนะนำว่าในแต่ละวันคนปกติสามารถได้รับโมโนโซเดียมกลูตาเมตระหว่าง 0.120 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักประมาณ 55 กิโลกรัม หรือสามารถกินผงชูรสได้ตั้งแต่ 0-6.6 กรัมต่อวันโดยเฉลี่ยแต่ละมื้อไม่ควรรับประทานผงชูรสเกิน 2.2 กรัม ปัญหาที่พบคือมีการปลอมแปลงผงชูรสกันมาก โดยนำสารเคมีบางอย่างมาผสมเช่น โซเดียมเมตาฟอสเฟต (sodium metaphosphate) ซึ่งรูปร่างผลึกคล้ายผงชูรสมาก หรือน้ำประสานทอง (borax) ผสมกับผงชูรส กระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศห้ามใช้สารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ในอาหารโดยเด็ดขาด โดยโซเดียมเมตาฟอสเฟตอาจทำให้ท้องร่วงอย่างแรง ส่วนบอแรกซ์ถ้ารับประทานเข้าไปในปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อเซลล์ของร่างกายเช่น เซลล์เกิดการอักเสบ และอาจเป็นอันตรายร้ายแรงถึงตายได้ วิธีตรวจสอบเพื่อให้ทราบว่ามีการใช้สารโซเดียมเมตาฟอสเฟตหรือบอแรกซ์ในผงชูรสหรือไม่ทำได้โดย (1) ดูลักษณะของผลึกและสี ถ้าเป็นโซเดียมเมตาฟอสเฟตจะเห็นเป็นผลึกสีเหลืองคล้ายขมเปียกปูน มีความเป็นมันวาวคล้ายเกล็ดแก้ว (2) ตรวจหาบอแรกซ์ ทำโดยใช้ผ้าหรือกระดาษชุบน้ำมันซึ่งละลายในแอลกอฮอล์แล้วตากให้แห้ง จากนั้นนำมาจุ่มลงในสารละลายผงชูรสในน้ำ ผึ่งให้หมาดๆ ถ้ามีบอแรกซ์อยู่จะเกิดการเปลี่ยนสีของกระดาษหรือผ้าขมจากสีเหลืองเป็นสีแดงเรื่อๆ ถ้าเป็นโมโนโซเดียมกลูตาเมตแท้ๆ จะไม่เปลี่ยนสี (3) ทดสอบโดยการเผา การเผาโมโนโซเดียมกลูตาเมตแท้จะได้ผงสีดำมีกลิ่นสีขาวปนเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นบอแรกซ์หรือโซเดียมเมตาฟอสเฟตจะมีกลิ่นขาวเท่านั้นจะไม่มีสีดำเลย แต่ถ้าเป็นโมโนโซเดียมกลูตาเมตแท้ผสมกับสารบอแรกซ์หรือโซเดียมเมตาฟอสเฟตไม่สามารถใช้วิธีนี้ได้

2. น้ำส้มสายชู (vinegar) ส่วนประกอบที่สำคัญคือกรดน้ำส้มและกรดอะซิติก (acetic acid) โดยทั่วไปมีอยู่ 3 ชนิด (1) น้ำส้มสายชูหมัก ได้จากการหมักธัญพืช ผลไม้ หรือน้ำตาลด้วยส่าเหล้าแล้วหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามธรรมชาติ จะได้น้ำส้มสายชูที่มีรสหอมหวานกลมกล่อมตามธรรมชาติ มีกลิ่นแฉะและมีวิตามินบางชนิดอยู่ด้วย น้ำส้มสายชูชนิดนี้มีสีเหลืองอ่อนๆ อาจขุ่นเล็กน้อย (2) น้ำส้มสายชูกลั่น เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอาแอลกอฮอล์กลั่นมาเจือจางด้วยน้ำแล้วหมักด้วยเชื้อกรดน้ำส้ม ซึ่งทำได้ง่ายกว่าน้ำส้มสายชูหมัก น้ำส้มสายชูกลั่นจะไม่มึกลิ่นและรสของผลไม้สีเหมือนน้ำฝน (3) น้ำส้มสายชูเทียม เป็นน้ำส้มสายชูที่ทำมาจากการนำกรดน้ำส้มมาเจือจาง จึงมีคุณภาพด้อยกว่าน้ำส้มสายชูหมักและน้ำส้มสายชูกลั่น

น้ำส้มที่มีปัญหาคือน้ำส้มสายชูปลอมซึ่งนำเอากรดแอส กรดกำมะถันหรือกรดซัลฟิวริกมาเจือจางด้วยน้ำแล้วบรรจุขวดขาย กรดกำมะถันมีฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรงมาก เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินอาหารและตับ วิธีทดสอบเพื่อดูว่าเป็นน้ำส้มสายชูปลอมหรือไม่ทำดังนี้ (1) ดมกลิ่น ถ้าเป็นน้ำส้มสายชูปลอมจะไม่มึกลิ่นจนจมูกเหมือนน้ำส้มสายชูแท้ แต่ถ้าเป็นการปลอมโดยเอากรดกำมะถันมาผสมกับกรดน้ำส้มไม่สามารถทดสอบ

ด้วยการต้มได้ (2) เอน้ำส้มที่สงสัยสงสัยแสงใสภาชนะแบนๆ แล้วนำผักใบบางๆ เช่นผักชีสดแช่ลงไปแล้วจับเวลา ถ้าเป็นน้ำส้มสายชูแท้ผักชีจะยังคงอยู่เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง แต่ถ้ามีการดองกับส่วนผสมอยู่ในผักชีจะเป็นจุดสีน้ำตาลและลามเต็มใบในเวลาไม่เกิน 45 นาที (3) ทดสอบความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เยนเซียลไวโอเลต (gentian violet) ที่ยาคาแฟที่เกิดจากเชื้อราที่มีสีม่วง นำมาหยดลงในน้ำให้เจือจางประมาณ 100 เท่า นำน้ำส้มที่สงสัยมาประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ แล้วหยดเยนเซียลไวโอเลตเจือจางลงไป 2-3 หยด สังเกตดูสีที่เกิดขึ้น ถ้าเป็นน้ำส้มสายชูแท้จะเป็นสีม่วงเหมือนเดิม แต่ถ้าเป็นน้ำส้มสายชูปลอมจะเป็นสีเขียวอ่อนๆ หรือสีน้ำเงินอ่อน

3. ซันทสกรหรือแซ็กคาริน (saccharin) เป็นสารรสหวานที่ใช้แทนน้ำตาล มีความหวานกว่าน้ำตาลประมาณ 400 เท่า สามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน ดังนั้นจึงสามารถนำไปปรุงอาหารได้ในปริมาณที่เหมาะสม

6. การป้องกันอันตรายจากการกินอาหาร

พิษภัยในอาหารเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต ดังนั้นการป้องกันอันตรายได้จะต้องร่วมมือกันทุกฝ่าย

6.1 รัฐบาล มีหน้าที่ดูแลความปลอดภัย กลุ่มครองผู้บริโภคให้ปลอดภัยจากอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากอาหาร โดยต้องดำเนินการดูแลด้านมาตรฐานของอาหารและกวดขันด้านคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร ให้รัดกุมเข้มงวด ตลอดจนให้ข้อมูล ความรู้ ข่าวสารแก่ประชาชน

6.2 ผู้ผลิต จำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ผู้ผลิตขั้นต้นควรพยายามลดการใช้สารพิษฆ่าแมลงให้น้อยที่สุดโดยอาจจะใช้สารจากธรรมชาติเช่น ใช้สารสกัดจากสะเดาหรือใช้วิธีการเกษตรแบบผสมผสาน หรือใช้หลายวิธีร่วมกันในการป้องกันกำจัดแมลงเช่น การกางมุ้งและใช้ศัตรูตามธรรมชาติในการกำจัดแมลง ผู้แปรรูปอาหารควรใช้สารเคมีในปริมาณตามที่กำหนดโดยทางราชการ

6.3 ผู้บริโภค ต้องช่วยป้องกันตนเอง โดยผู้บริโภคควรมีความรู้ในการเลือกซื้อหรือปรุงอาหาร

การบริโภคข้อมูลข่าวสารทางสุขภาพ

การบริโภคข้อมูลข่าวสารทางสุขภาพเป็นเรื่องสำคัญมาก เนื่องจากในปัจจุบันมีช่องทางการสื่อสารที่ง่ายและเข้าถึงผู้บริโภคอย่างรวดเร็ว ถ้ามีข้อมูลข่าวสารที่เป็นเท็จหรือในลักษณะชวนเชื่อ โอ้อวดสรรพคุณเกินจริง จะทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อบนพื้นฐานของข้อมูลที่ไม่เป็นความจริง รวมถึงการตำหนิปลอมหรือไม่ตัดสินใจซื้อสินค้า โดยศึกษาได้จากกรณีตัวอย่างดังนี้

1. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้แจ้งเตือนผู้บริโภคว่าควรพิจารณาตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เสริมอาหารด้วยความรู้ที่ถูกต้องว่าผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเป็นเพียงผลิตภัณฑ์ที่ได้รับประทานนอกเหนือจากการรับประทานอาหารตามปกติ โดยควรศึกษารายละเอียดบนฉลากให้เข้าใจว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีส่วนประกอบหรือสารอาหารที่ตรงกับความต้องการหรือไม่ ทั้งนี้โดยปกติผลิตภัณฑ์เสริมอาหารไม่มีสรรพคุณในการบำบัดรักษาโรค และอาหารที่ได้รับเครื่องหมายรับรองจาก อย. เป็นเพียงการประเมินในเรื่องคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ว่า

ปลอดภัย แต่ไม่รวมถึงการอนุญาตในการโฆษณาประโยชน์สรรพคุณ ปัจจุบันมีการโฆษณาสรรพคุณอาหารทางอินเทอร์เน็ตหรือทางเว็บบอร์ดโดยไม่ได้รับอนุญาตจาก อย. หรือจากผู้จำหน่ายอิสระในระบบการขายตรง ซึ่งเป็นความผิดตามกฎหมาย มีโทษ ปรับไม่เกิน 5 พันบาท และหากพบว่าการโฆษณาเป็นเท็จหรือหลอกลวงจะมีโทษจำคุกไม่เกิน 3 ปี หรือปรับไม่เกิน 3 หมื่นบาทหรือทั้งจำทั้งปรับ

2. สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคได้รับการร้องเรียนเกี่ยวกับการหลงเชื่อถูกชักชวนหรือพูดหวานล่อมให้ตกลงทำสัญญาการใช้บริการสถานบริการเพื่อสุขภาพที่มีอุปกรณ์ออกกำลังกาย หรือบางแห่งเปิดควบคู่กับสปาและมีโปรแกรมการออกกำลังกายแบบต่างๆ โดยไม่ได้อ่านรายละเอียดเงื่อนไขในสัญญาให้ชัดเจนดังตัวอย่างข้อความในสัญญาเช่น กรณีการสมัครสมาชิกแล้วชำระค่าบริการโดยหักบัญชีผ่านบัตรเครดิตล่วงหน้า ไม่สามารถยกเลิกการเป็นสมาชิกได้ถึงแม้จะมีการบอกเลิกสัญญา แต่ก็ยังต้องชำระค่าบริการไปจนกว่าจะครบกำหนดระยะเวลาการเป็นสมาชิก หรือสมาชิกรายเดือนต้องใช้บริการต่อเนื่องอย่างน้อย 12 เดือน และไม่สามารถบอกเลิกการเป็นสมาชิกหรือยกเลิกการชำระเงินอัตโนมัติจนกว่าจะครบกำหนด หรือค่าธรรมเนียมการสมัครการสมัครสมาชิกแรกเข้า ค่าดำเนินการ และค่าสมาชิกรายเดือนที่ชำระแล้วจะไม่มีการชำระคืน เป็นต้น ในขณะที่การตกลงกับพนักงานขายอาจจะไม่เป็นตามรายละเอียดในสัญญา ซึ่งไม่สามารถดำเนินการใดๆ ได้เนื่องจากผู้บริโภคได้เซ็นสัญญาไปแล้ว หรือบางกรณีได้รับข้อมูลจากพนักงานขายว่าจะมีผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศมาสอนแต่ก็ไม่เป็นไปตามนั้น หรือบอกว่าสามารถโอนสมาชิกภาพให้บุคคลอื่นได้ แต่เมื่อไปโอนมีค่าธรรมเนียมการโอนเกิดขึ้น ซึ่งพนักงานขายไม่ได้แจ้งให้ทราบก่อนเป็นสมาชิก

การใช้บริการทางสุขภาพ

การจัดบริการสุขภาพเป็นหน้าที่ของรัฐ องค์การ สมาคม เอกชนและประชาชนต้องมีความร่วมมือซึ่งกันและกัน มิฉะนั้นการดำเนินงานบริการสุขภาพจะไม่ประสบผลสำเร็จ การบริการสุขภาพได้แก่ การตรวจโรค การรักษาพยาบาล การส่งเสริมสุขภาพ และการป้องกันโรค สถานที่ให้การบริการสุขภาพโดยทั่วไปมีหลายลักษณะอาจจัดขึ้นโดยรัฐ เอกชน องค์การและหน่วยงานอื่นๆ (ภาพที่ 4.3)

1. ข้อควรปฏิบัติในการไปพบแพทย์

การเจ็บไข้ได้ป่วยแม้จะมีวิธีป้องกันได้และสามารถส่งเสริมสุขภาพให้ดีขึ้นได้ แต่ทุกคนอาจเจ็บไข้ ดังนั้นจึงควรรู้และเข้าใจถึงข้อควรปฏิบัติต่างๆ ในการไปพบแพทย์ เพื่อจะได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้องและเหมาะสม

1.1 ควรรู้จักแหล่งบริการสุขภาพต่างๆ ภายในท้องถิ่นให้ดีพอสมควร เช่นจะต้องทราบว่าแหล่งบริการนั้นตั้งอยู่ที่ไหน และให้บริการในด้านใด เวลาเปิดทำการทั้งวันธรรมดาและวันเสาร์-อาทิตย์ เลขหมายโทรศัพท์ รวมทั้งบริการความสะดวกในการเรียกรถพยาบาลมารับคนไข้อีกด้วย

1.2 ควรจดจำหรือบันทึกประวัติการเจ็บป่วยของตนเอง ว่าเคยเป็นโรคหรือเคยได้รับอุบัติเหตุอะไรมาแล้วบ้าง มีอาการแพ้ยาหรือแพ้อาหารชนิดใด มีโรคประจำตัวอยู่หรือไม่ และควรสังเกตอาการต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับตัวเองเมื่อเวลาไม่สบายแล้วจดจำเอาไว้เพื่อแจ้งให้แพทย์ทราบ

**1.3 เมื่อพบแพทย์ ควรเล่าประวัติการเจ็บป่วยให้แพทย์ฟังอย่างละเอียด ไม่ควรปิดบังอำพรางด้วยความ
ละอาย ความเกรงใจหรือความกลัว เพราะประวัติความเจ็บป่วยจะเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยและรักษา**



ภาพที่ 4.3 บริการสาธารณสุขของประเทศไทย

ที่มา : (สุพัฒน์ วีระเวชเจริญชัย, 2548)

1.4 ขณะรับการรักษาถ้าเกิดอาการผิดปกติขึ้นรีบแจ้งให้แพทย์คนเดิมทราบ ไม่ควรทนรอหรือ
ปล่อยให้มีอาการเป็นมากแล้วจึงไปหาแพทย์คนอื่น ๆ การเปลี่ยนแพทย์ที่รักษาบ่อย ๆ อาจทำให้ผู้ป่วยเสียเวลา
เสียเงินหรืออาจเกิดอาการแทรกซ้อนของโรคนั้นได้

1.5 ไปตามเวลาที่แพทย์นัดทุกครั้ง ไม่ควรพาเด็กเล็กๆ ไปด้วย แต่ถ้าจำเป็นควรจะมีญาติติดตามไปคอยช่วยเหลือหรือช่วยเล่าอาการให้แพทย์ทราบ

2. ผลเสียจากการบริโภคผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพ

การบริโภคผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพที่ไม่ได้มาตรฐาน อาจมีผลต่อสุขภาพ (1) ทางร่างกายเช่น การบริโภคอาหารเป็นพิษ อาหารปลอมปน ยาปลอม ยาที่ไม่ได้มาตรฐานอาจทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย หรืออาจถึงตายได้ และการใช้เครื่องสำอางอาจเป็นอันตรายต่อผิวหนังได้ (2) ทางจิตใจ เมื่อซื้อยาแล้วไม่ได้คุณภาพตามที่ควร หรือใช้ไม่ได้ตามที่ตั้งใจไว้จะเกิดความหงุดหงิด เสียใจ เสียหายเงิน กลุ้มใจ สุขภาพจิตทรุดโทรม (3) ทางสังคมและเศรษฐกิจ ทำให้สูญเสียเงินไปโดยเปล่าประโยชน์

3. หลักการเลือกผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพ

การเลือกผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่สุขภาพและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากการบริโภค ควรคำนึงหลักในการเลือกดังต่อไปนี้

3.1 เลือกซื้อหรือใช้ผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพที่ให้ประโยชน์ แก่สุขภาพมากที่สุด

3.2 เลือกซื้อหรือใช้ผลิตภัณฑ์หรือบริการสุขภาพด้วยเหตุผลและความจำเป็น ไม่เลือกซื้อหรือใช้เพราะเชื่อคำโฆษณาทางสื่อมวลชนหรือของแถม

3.3 เลือกซื้อหรือใช้แต่ผลิตภัณฑ์หรือบริการสุขภาพที่แน่ใจว่าไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย เช่น ไม่ใช้ยาที่เก็บไว้นานเกินกำหนด หรือยาที่ไม่ผ่านการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ซึ่งอาจเป็นพิษต่อร่างกาย หรือไม่ใช้บริการจากสถานบริการสุขภาพที่ไม่มีแพทย์คอยดูแลอย่างใกล้ชิดเช่น เข้ารับบริการลดความอ้วนจากสถานบริการสุขภาพที่ไม่มีแพทย์ควบคุมดูแล อาจเกิดอันตรายถึงตายได้

3.4 เลือกซื้อหรือใช้ผลิตภัณฑ์หรือบริการสุขภาพที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยสังเกตตราหรือเครื่องหมายรับรองคุณภาพของหน่วยงานเช่น ได้รับการรับรองจากกรมวิทยาศาสตร์ กรมอนามัย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เป็นต้น

3.5 ตัดสินใจซื้อโดยถือประโยชน์และคุณค่าที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์หรือบริการสุขภาพ ไม่ควรยึดถือราคาหรือของแถมเป็นเครื่องตัดสินใจ

3.6 ผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพบางประเภทควรทดสอบก่อน เช่น เครื่องสำอางบางชนิดอาจทดสอบทาผิวหนังดูว่าใช้แล้วมีอาการแพ้บ้างหรือไม่ อาหารบางชนิดอาจชิมรสชาติดูก่อนว่ามีรสเปรี้ยวบูดผิไปจากเดิมหรือไม่ การใช้สถานบริการสุขภาพควรสอบถามรายละเอียดให้เข้าใจก่อนเข้ารับบริการหรืออาจสอบถามจากผู้ที่เคยรับบริการจากสถานบริการแห่งมาแล้ว เป็นต้น

3.7 ไม่บริโภคถ้าไม่แน่ใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการสุขภาพ เพราะนอกจากไม่เกิดประโยชน์แล้ว อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้

สรุป

การมีสุขภาพที่สมบูรณ์ปราศจากโรคภัยถือว่าเป็นลาภอันประเสริฐ การมีสุขภาพดีขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น ครอบครัว ชุมชน สิ่งแวดล้อม ซึ่งพฤติกรรมสุขภาพเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการสร้างสุขภาพ การรู้จักเลือกบริโภคจำเป็นต่อการดำรงชีพและรักษาสุขภาพของมนุษย์ ผู้บริโภคจึงจะต้องเลือกบริโภคในสิ่งที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ปลอดภัย และประหยัด ในระบบเศรษฐกิจและสังคมปัจจุบันเปิดโอกาสให้ธุรกิจเอกชนแข่งขันกันผลิตสินค้าและบริการอย่างเต็มที่ แต่บ่อยครั้งที่ผู้ผลิตไม่ค่อยคำนึงถึงผลประโยชน์และความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยผลิตสินค้าไม่มีคุณภาพจึงทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นผู้บริโภคจึงควรรู้จักวิธีการเลือกซื้ออาหารและยาที่มีคุณภาพ ตลอดจนควรรู้จักพิษภัยจากอาหารและการป้องกันโรคภัยจากอาหารเพื่อรักษาสุขภาพตนเอง นอกจากนี้ยังต้องรู้จักวิธีการส่งเสริมสุขภาพของตนและสถานบริการทางสาธารณสุข

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2548). **โภชนบัญญัติ : ข้อปฏิบัติการกินอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีของคนไทย.**

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525.** กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

ละเมียด กรยุทธพิทักษ์. (2546). **สุขภาพผู้บริโภค.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมศรี คามากิและภานี ขวัญดี. (2549). **พฤติกรรมสุขภาพที่พึงประสงค์สำหรับคนไทย.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สมาคมโภชนาการแห่งประเทศไทย. (2545). **อาหารโภชนาการและการสร้างเสริมสุขภาพ. วารสารโภชนาการ** 37 (2).

สุชาติ โสมประยูรและสุพัฒน์ ชีรเวชเจริญชัย. (2548). **สุขภาพเพื่อชีวิต.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสาวนีย์ จักรพิทักษ์. (2542). **โภชนาการสำหรับครอบครัวและผู้ป่วย.** กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

อบเชย วงศ์ทอง. (2542). **โภชนาศาสตร์ครอบครัว.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

<http://www.hsro.or.th/?show=view&doc=601>

http://www.ocpb.go.th/board_post.asp?id=194&idsub=6

<http://www.swu.ac.th>

http://www.fbs.leeds.ac.uk/front/CRW_0045_RJsm

<http://www.siamhealth.net/Health/picture/pyramid.gif>

<http://www.cnn.com/FOOD/news/9903/25/child.food.pyramid/child.food.pyramid.jpg>

http://www-ddc.moph.go.th/drug_travel/Images/artesunate.jpg

บทที่ 5

การสร้างเสริมสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

ในสังคมปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้มนุษย์มีเครื่องทุ่นแรงมากมาย เป็นผลให้การใช้ร่างกายในชีวิตประจำวันลดน้อยลง ประกอบกับต้องมีการต่อสู้แข่งขันในหลายๆ ด้าน เช่น การศึกษา ทำมาหาเลี้ยงชีพ และการย้ายถิ่นฐาน จึงขาดการเอาใจใส่ในเรื่องการพักผ่อนหย่อนใจและการออกกำลังกาย ทำให้สมรรถภาพทางกายอ่อนแอลงเป็นที่มาของโรคต่างๆ ได้แก่ โรคหัวใจ เบาหวาน ไขมันอุดตันในเส้นเลือด ฯลฯ ดังนั้นในปี พ.ศ. 2545 รัฐบาลจึงได้ประกาศให้เป็นปีเริ่มต้นของการสร้างสุขภาพทั่วไทยอย่างจริงจังภายใต้กลยุทธ์ร่วมพลังสร้างสุขภาพเพื่อให้ประชาชนตลอดจนหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนให้เกิดการสร้างสุขภาพมากกว่าการซ่อมสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุขกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์หลักในการออกกำลังกายอย่างชัดเจน เพื่อให้คนไทยมีการออกกำลังกายอย่างยั่งยืนจนเป็นวิถีชีวิต และทำให้ประชาชนเกิดการตระหนักในการเสริมสร้างสุขภาพเพื่อให้เกิดสมรรถภาพทางกายที่ดี

สมรรถภาพทางกายหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการรักษาร่างกายให้คงสภาพปกติ และมีสมรรถภาพในการปฏิบัติงานได้ยาวนาน (พีระพงศ์ บุญศิริ และภมร เสนาฤทธิ์, 2541) องค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางกายไว้ว่าหมายถึงความสามารถหรือประสิทธิภาพของการแสดงออกทางร่างกายอย่างเต็มที่ โดยมีองค์ประกอบเกี่ยวกับความสามารถในการออกกำลังกาย มีความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อสูง สามารถใช้ออกซิเจนได้สูงสุด ระบบประสาทและกล้ามเนื้อทำงานอย่างสัมพันธ์กัน ดังนั้นสมรรถภาพทางกายจึงเป็นตัวชี้วัดภาวะสุขภาพที่ดี ทั้งนี้เนื่องจากว่าสมรรถภาพทางกายมีความหมายและขอบเขตกว้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับมุมมองของผู้เชี่ยวชาญทางด้านสุขภาพและการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามสมรรถภาพทางกายเป็นเพียงตัวชี้วัดสุขภาพะร่างกายเป็นส่วนใหญ่

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

องค์ประกอบพื้นฐานของสมรรถภาพทางกายแบ่งออกเป็น 10 องค์ประกอบได้แก่ (1) ความต้านทานโรค (2) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (3) ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ (4) กำลังของกล้ามเนื้อ (5) ความอ่อนตัว (6) ความเร็ว (7) ความคล่องแคล่วว่องไว (8) การทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทกับกล้ามเนื้อ (9) การทรงตัว (10) ความแม่นยำ

1. สมรรถภาพทางกลไก

สมรรถภาพทางกลไกจะมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวที่เป็นหลักอยู่ 6 ประการคือ

1.1 ความแข็งแรง เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงยกน้ำหนักหรือออกแรงต้านทานวัตถุให้สำเร็จได้ด้วยดี ซึ่งจะอาศัยองค์ประกอบภายในด้วยกัน 3 ประการคือ (1) ความสามารถในการใช้แรงหรือผลิตพลังของกล้ามเนื้อที่เป็นตัวเคลื่อนไหว (2) ประสิทธิภาพสัมพันธ์ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการ

เคลื่อนไหวนั้น (3) สัดส่วนทางกลไกของระบบจักรกลในร่างกาย เช่น ระบบคานของกระดูก เป็นต้น

1.2 ความทนทาน หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะทำงานติดต่อกันได้นาน โดยไม่เกิดความเมื่อยล้า

1.3 ความเร็ว หมายถึง ความสามารถของร่างกายหรืออวัยวะที่จะเคลื่อนไหวไปอย่างไร้ความหน่วงได้รวดเร็วและใช้เวลาน้อย

1.4 พลัง เป็นประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อที่แสดงออกในรูปความแข็งแรงและความรวดเร็วไม่ว่าจะอยู่ในรูปการเคลื่อนไหวหรือการรับน้ำหนักเช่น การกระโดดสูง การจذبข้อ เป็นต้น

1.5 ความยืดหยุ่นตัวหรือความอ่อนตัว เป็นขีดความสามารถด้านช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ และการยืดหยุ่นตัวของกล้ามเนื้อ

1.6 ความคล่องแคล่วว่องไว เป็นผลแห่งการแสดงความสามารถร่วมกันของความเร็ว และความยืดหยุ่นตัว อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับความแม่นยำในการเคลื่อนไหวอีกด้วย

2. องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพ

สมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพประกอบด้วย (1) สัดส่วนหรือส่วนประกอบของร่างกาย (2) ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (3) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (4) ความอ่อนตัว

3. ปัจจัยการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย

สมรรถภาพทางกายมีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตมากมาย ทั้งต่อการมีชีวิตรอยู่และการประกอบอาชีพการงาน ดังนั้นสมรรถภาพที่ดีจึงเป็นสิ่งที่ทุกคนปรารถนาแต่สมรรถภาพทางกายก็หาซื้อไม่ได้ (เช่นเดียวกับสุขภาพ) ดังนั้นถ้าต้องการมีสมรรถภาพทางกายที่ดีจึงต้องสร้างเองซึ่งการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายจะประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

3.1 อายุ แม้สมรรถภาพทางกายทุกคนสามารถที่จะสร้างได้ แต่ถ้าพิจารณาถึงความก้าวหน้าในการสร้าง พบว่าผู้ที่อายุอยู่ในวัยหนุ่มสาวจะมีโอกาสในการพัฒนาได้ดีกว่าผู้ที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่หรือมีอายุมาก

3.2 เพศ โดยเฉลี่ยเพศชายจะมีสมรรถภาพทางกายดีกว่าเพศหญิง ทั้งนี้เนื่องจากธรรมชาติได้สร้างเพศชายให้มีความได้เปรียบทางสรีระวิทยาในหลายๆ ด้านเช่น ระบบกระดูกและโครงร่างระบบกล้ามเนื้อ ซึ่งความได้เปรียบโดยธรรมชาตินี้ทำให้เพศชายเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายได้ดีกว่าและเร็วกว่าเพศหญิง

3.3 พันธุกรรม อิทธิพลที่ได้รับมาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจะมีผลต่อสมรรถภาพทางกาย (เช่นเดียวกับปัจจัยอื่นๆ) เช่น ความสามารถในการทำงานของข้อต่อ ความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ เป็นต้น

4. ลักษณะของผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดี

ผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

4.1 สมรรถภาพทางจิต (psychological fitness) ได้แก่ เป็นผู้ที่มีสุขภาพจิตดี ยิ้มแย้มแจ่มใส ไม่เป็น

คนเจ้าอารมณ์คือ (1) อารมณ์มั่นคง (emotional stability) เป็นบุคคลที่สามารถเผชิญปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ มีจิตใจเข้มแข็งมั่นใจในตนเอง (2) ความสามารถควบคุมอารมณ์และจิตใจ (emotion and mind) เมื่อมีเหตุการณ์เฉพาะหน้า ซึ่งตนเองไม่คาดคิดมาก่อนก็สามารถแก้ไขปัญหาก็ได้

4.2 สุขภาพ (health) ได้แก่ การที่อวัยวะทุกส่วนของร่างกายทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ ปราศจากโรค

4.3 กลไกการทำงานของร่างกาย (body mechanism) หรือทักษะในการกิจบางอย่างในอิริยาบถต่างๆ เช่น ยืน เดิน นั่ง หรือกิจกรรมที่ซับซ้อนมากกว่านี้เช่น การเล่นกีฬาแต่ละประเภทได้ดี

4.4 สัดส่วนรูปร่าง (physical anthropometry) ได้แก่ ลักษณะรูปร่างซึ่งมาจากการมีกล้ามเนื้อที่เหมาะสม มีสัดส่วนมีองค์ประกอบทางกายเหมาะสมกับการเล่นกีฬาประเภทนั้นๆ (ธวัช วีระศิริวัฒน์, 2538)

5. การทดสอบสมรรถภาพทางกาย

การทดสอบสมรรถภาพทางกายเป็นวิธีการประเมินความก้าวหน้าของสมรรถภาพทางกาย ซึ่งมีวิธีการทดสอบอยู่เป็นจำนวนมาก นับตั้งแต่แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายเฉพาะด้านไปจนถึงแบบทดสอบรวม มีทั้งแบบทดสอบอย่างง่ายไม่ต้องใช้เครื่องมือ ไปจนถึงแบบทดสอบที่สลับซับซ้อนต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์พิเศษ ดังจะแยกให้เห็นพอสังเขปดังนี้

ตารางที่ 5.1 วิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกาย

แบบทดสอบ/เครื่องมือ	ใช้ทดสอบ
BMI	สัดส่วนทางร่างกาย
AAHPER	สมรรถภาพทางกายรวม
ICSPET	สมรรถภาพทางกายรวม
Harvard Step Test	ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด
Ergometer	ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด
1.5 Miles Walks Run	ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด
12 Minute Walks Run	ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด
Five Minute Step Test	ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือด
Dynamometer	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
ยืนทรงตัวบนปลายเท้า 20 วินาที	การทรงตัว
ก้มตัวแตะพื้น	ความอ่อนตัว
ดันพื้น	ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ
ดึงข้อ	ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ
Standard Test of General Physical Fitness\	สมรรถภาพทางกายรวม

Body Mass Index (BMI) เป็นวิธีวัดและประเมินสัดส่วนทางกายอย่างคร่าวๆ แม้จะไม่สามารถบอกได้ว่ามีปริมาณไขมันมากหรือน้อยแค่ไหน แต่ก็พอจะชี้ให้เห็นได้ว่าคนนั้นมีแนวโน้มว่าจะอ้วนหรือผอม

$BMI = W / (H)^2$ โดยที่ W คือ น้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัม และ H คือ ความสูงเป็นเมตร ซึ่งเกณฑ์การประเมินถ้า BMI ต่ำกว่า 20 หมายถึงมีน้ำหนักตัวน้อยกว่าปกติ BMI 20-24.9 หมายถึงปกติ BMI 25 ขึ้นไป หมายถึงมีน้ำหนักตัวมากกว่าปกติ

5.1 ประโยชน์ของการทดสอบสมรรถภาพ

5.1.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถของร่างกายหรือส่วนที่บกพร่องให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่

5.1.2 เป็นแนวทางในการตัดสินใจความสามารถของร่างกายเมื่อนำไปสู่การเล่นกีฬาประเภทต่างๆ

5.1.3 เป็นสื่อในการกระตุ้น ออกกำลังกาย เพื่อพัฒนาความสามารถของร่างกาย และรักษาความสมบูรณ์ของร่างกายให้คงอยู่อย่างสม่ำเสมอ

5.1.4 การทดสอบสมรรถภาพทางกาย นอกจากจะทำให้ทราบระดับความสามารถของร่างกายในแต่ละด้านแล้ว ในนักกีฬา ผลการทดสอบยังสามารถนำไปวิเคราะห์ผลการฝึกซ้อม ข้อดี ข้อเสียของการฝึกซ้อม ทำให้ผู้ฝึกสอนปรับปรุงแบบฝึกและกิจกรรมการฝึกให้เหมาะสมกับกีฬาแต่ละประเภทและปรับปรุงในสิ่งที่บกพร่องต่อไป

การออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพ

การออกกำลังกาย เป็นความจำเป็นในชีวิต เป็นอาหารเสริมที่ช่วยป้องกัน บำบัดและฟื้นฟูสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ ผลทางร่างกายที่ค่อนข้างเห็นได้ชัดคือ สมรรถภาพทางกาย ผลต่อจิตใจได้แก่ อารมณ์เบิกบาน จิตใจแจ่มใส ที่สำคัญคือ การออกกำลังกายเป็นการป้องกันและขจัดความเครียด

การออกกำลังกายว่าหมายถึงการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างเพื่อให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวตามความมุ่งหมาย โดยมีการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย ช่วยสนับสนุนส่งเสริมให้การออกกำลังกายมีประสิทธิภาพและคงอยู่ได้ (เพ็ญพิมล ธรรมรักคิด, 2537) หรือการออกกำลังกายหมายถึงการออกแรงทางกายที่ทำให้ร่างกายแข็งแรงทั้งระบบโครงสร้าง และทำให้กล้ามเนื้อสามารถรวมกันต่อต้านและเอาชนะแรงบังคับได้ ถ้าขาดการออกกำลังกาย ร่างกายจะลดศักยภาพในการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ยังทำให้กิจกรรมทางปัญหา อารมณ์ และความรู้สึกดีขึ้นด้วย (จรวพร ธรณินทร์, 2522) สุวิมล ตั้งสัจพจน์ (2527) ได้รวบรวมความหมายของการออกกำลังกายไว้ดังนี้ (1) การออกกำลังกาย เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่สามารถสนองต่อร่างกายของคนในรูปแบบของการออกกำลังกายเฉพาะอย่าง และสามารถดัดแปลงให้ร่างกายเกิดผลต่อการฝึกเฉพาะอย่างนั้นๆ (2) การออกกำลังกาย เป็นการออกแรงทางกายที่ทำให้ร่างกายแข็งแรง ทั้งระบบและทำให้กล้ามเนื้อสามารถรวมกันต่อต้านและเอาชนะแรงบังคับได้ การออกกำลังกายช่วยเพิ่มศักยภาพในการเคลื่อนไหวของร่างกาย และช่วยให้การทำกิจกรรมทางสติปัญญา อารมณ์และความรู้สึกดีขึ้นด้วย (3) การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมของกล้ามเนื้อที่ทำให้ร่างกายมีสุขภาพและรูปร่างดี เพิ่มทักษะและศักยภาพในการเล่นกีฬา ตลอดจน

พื้นพุงกล้ามเนื้อหลังจากการบาดเจ็บหรือพิการได้อีกด้วย ดังนั้นโดยสรุปการออกกำลังกายเป็นการใช้แรงกล้ามเนื้อ และร่างกายให้เคลื่อนไหวเพื่อให้ร่างกายแข็งแรงมีสุขภาพดี โดยจะใช้กิจกรรมใดเป็นสื่อก็ได้เช่น ว่ายน้ำ การเดิน การวิ่งเหยาะ หรือการเล่นกีฬาชนิดต่างๆ โดยมีได้มุ่งเป็นการแข่งขัน และความเป็นเลิศทางการกีฬา

1. ประเภทของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายและกีฬา มีความหมายแตกต่างกันแต่ก็มีความสัมพันธ์กัน กีฬาจัดเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งของการออกกำลังกาย ซึ่งใช้ในความหมายที่กว้างขวางกว่า เพราะได้รวมกิจกรรมที่ไม่ใช่กฎกติการะเบียบการเล่นเอาไว้ด้วย และการจำแนกประเภทของการออกกำลังกายยังสามารถแบ่งได้หลายลักษณะ เช่นเดียวกับประเภทของกีฬา (พิชิต เพชรานนท์, 2541) ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1.1 แยกตามการใช้อุปกรณ์ ได้แก่ (1) การออกกำลังกายแบบมือเปล่าเช่น ว่ายน้ำ รำมวยจีน โยคะ (2) การออกกำลังกายประกอบอุปกรณ์เช่น ใช้เชือก เข็มขัด ผ้าพันคอ ลูกบอล

1.2 แยกตามสุขภาพของผู้ฝึก แบ่งออกเป็น (1) การออกกำลังกายสำหรับนักกีฬา (2) การออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วยและคนพิการ (3) การออกกำลังกายสำหรับผู้มีสุขภาพดี

1.3 แยกตามวัยของผู้เล่น แบ่งออกเป็น (1) การออกกำลังกายสำหรับทารกแรกเกิด- 2 ปี (2) การออกกำลังกายสำหรับเด็กอายุ 3-12 ปี (3) การออกกำลังกายสำหรับวัยรุ่นอายุ 13-18 ปี (4) การออกกำลังกายสำหรับหนุ่มสาวอายุ 19-25 ปี (5) การออกกำลังกายสำหรับผู้ใหญ่อายุ 26-39 ปี (6) การออกกำลังกายสำหรับวัยกลางคนอายุ 40-59 ปี (7) การออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป

1.4 แยกตามวัตถุประสงค์ของการฝึก ได้แก่ (1) การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ (2) การออกกำลังกายเพื่อรักษาทรุดทรองและส่วนสัด (3) การออกกำลังกายเพื่อแก้ไขความพิการ

1.5 แยกตามประโยชน์ในการเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย เช่น (1) การออกกำลังกายเพื่อยืดเส้นยืดสาย (2) การออกกำลังกายเพื่อฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (3) การออกกำลังกายเพื่อฝึกความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ (4) การออกกำลังกายเพื่อฝึกความคงทนของกล้ามเนื้อ ระบบการไหลเวียนเลือด และระบบทางเดินหายใจ (5) การออกกำลังกายเพื่อฝึกพลกำลัง (6) การออกกำลังกายเพื่อฝึกความคล่องตัว (7) การออกกำลังกายเพื่อฝึกความรวดเร็ว

1.6 แยกตามกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรง ได้แก่ (1) การออกกำลังกายบริเวณศีรษะและคอ (2) การบริหารไหล่และแขน (3) การบริหารข้อต่อ (4) การบริหารลำตัวและหลัง (5) การบริหารหน้าท้องและเอว (6) การบริหาร สะโพก โคนขาและขา

1.7 แยกตามเพลงที่ใช้ประกอบในการฝึก เช่น (1) การออกกำลังกายประกอบเพลงมาร์ช (2) การออกกำลังกายแบบแอโรบิคแดนซ์ (3) การออกกำลังกายแบบแจ๊ส

1.8 แยกตามอาชีพของผู้ฝึก เช่น (1) การออกกำลังกายสำหรับคนงานนั่งโต๊ะ (2) การออกกำลังกายสำหรับผู้ใช้งาน (3) การออกกำลังกายสำหรับนักกีฬา

1.9 แยกตามวิธีการฝึก ได้แก่ (1) การบริหารเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพ (2) การฝึกแบบแอโรบิก (3) การฝึกเป็นวงจร โดยกำหนดเป็นจุดฝึกคร่าวๆหลายจุด เพื่อให้ฝึกได้หลายคนในเวลาเดียวกัน (4) การฝึกแบบเกร็งกล้ามเนื้อ และฝึกเป็นจังหวะ (5) การฝึกผสมเกร็งสลับกับฝึกเป็นจังหวะ (6) การฝึกกับคู่และฝึกเป็นกลุ่ม (ตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป) (7) การฝึกตามโปรแกรม เช่น ฝึกเป็นรายสัปดาห์ รายเดือน ฝึกตามโปรแกรมกำหนดไว้เฉพาะ (8) การฝึกแบบหนักสลับเบา เป็นการฝึกโดยใช้พลังงานประมาณร้อยละ 70-75 ของพลังงานสูงที่มี หรือของอัตราเต้นของหัวใจสลับกับการฝึกโดยใช้พลังงานร้อยละ 30-45 (9) การฝึกแบบเตรียมการแข่งขัน เพื่อฝึกกลยุทธ์เทคนิคต่างๆ (10) การฝึกแบบใช้น้ำหนักช่วย โดยใช้น้ำหนักของดัมเบลล์ (dumbbell) หรือแท่งเหล็กเป็นตัวต้านทำให้ออกแรงมากขึ้น

2. หลักการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายสำหรับผู้ที่ไม่เคยออกกำลังกายมาก่อน ควรกระทำอย่างเบาๆ ก่อน แล้วค่อยๆ เพิ่มหนักขึ้นในวันต่อไป การออกกำลังกายจะได้รับประโยชน์ควรเป็นการออกกำลังกายที่ร่างกายได้ออกแรงจริงๆ โดยให้ร่างกายได้ทำงานมากกว่าปกติคือ ให้มีความรู้สึกเหนื่อย หรือชีพจรเต้นเร็วกว่าปกติ การออกกำลังกายนั้นจึงจะได้ผล (สุวรรณิ โกเมศ, 2541) การออกกำลังกายถ้าจะให้ได้รับประโยชน์ต่อร่างกายอย่างแท้จริงควรปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักและวิธีการดังนี้ (เจริญ กระบวนรัตน์, 2530)

2.1 ควรเริ่มออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ พยายามเพิ่มทีละน้อยไม่หักโหมในตอนแรก

2.2 เลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับอายุ และสมรรถภาพของแต่ละคน

2.3 ควรออกกำลังกายอย่างน้อย 3-5 วันต่อสัปดาห์ มีระยะเวลาการฝึก 15-60 นาที โดยเน้นกิจกรรมการฝึกแบบแอโรบิก (เชก ธนะสิริ, 2540)

2.4 อบอุ่นร่างกาย (warm up) 5-10 นาที โดยการยืดเหยียดข้อต่อ และเอ็นกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการเคลื่อนไหว เช่น แขน ขา หลัง คอ ข้อมือ แบบอยู่กับที่ (static stretch) แล้วเริ่มมีการเคลื่อนไหวจากช้าไปให้เร็วขึ้นตามลำดับ หลังจากเสร็จกับกิจกรรมการออกกำลังกาย ควรค่อยๆ ผ่อนคลายกล้ามเนื้อ หลังออกกำลังกาย (cool down) จนกระทั่งสู่สภาวะปกติ (ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์, 2539)

2.5 ควรมีสุนัขนิสัยและสวัสดิการในการออกกำลังกาย เช่น แต่งกายให้เหมาะสมกับกิจกรรมการออกกำลังกาย เสื้อ กางเกง รองเท้า รวมทั้งอุปกรณ์ในการออกกำลังกายควรสะอาด ียบร้อย

2.6 ควรให้ทุกส่วนของร่างกายได้ออกกำลังกายอย่างทั่วถึง ไม่ควรมุ่งเน้นออกกำลังกายเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น

2.7 ควรคำนึงสภาพของร่างกาย ถ้าร่างกายอ่อนแอ อันเนื่องมาจากสาเหตุใดก็ตามเช่น เจ็บป่วย อดนอน ฯลฯ การออกกำลังกายที่เคยทำอยู่นั้นอาจกลายเป็นว่าหนักเกินไป ซึ่งอาจมีอาการบางอย่างแสดงเช่น ใจสั่น หน้ามืด หายใจขัด คลื่นไส้จะเป็นลม หากมีอาการเช่นนี้เกิดขึ้น ให้หยุดทันที พักจนกว่าหายเหนื่อย หรืออาการดังกล่าวหายไป

2.8 ออกกำลังกายให้เกิดการทรงตัวดีขึ้น การที่คนเรายืนอยู่ได้ตรงหรือเวลาเดินได้ตรง ไม่ใช่ ก็

เพราะร่างกายมีการทรงตัวดี การทรงตัวดีเกิดจากการที่กล้ามเนื้อหลายแห่งของร่างกายประสานสัมพันธ์กัน

2.9 ออกกำลังกายให้ร่างกายมีความว่องไว ความว่องไวเกิดขึ้นจากการที่ร่างกายสามารถปรับเปลี่ยนร่างกาย จากท่าหนึ่งไปสู่ท่าใหม่ได้ทันเวลาที่ การปรับเปลี่ยนทำเป็นผลจากการสั่งการของประสาทส่วนกลางให้กล้ามเนื้อส่วนต่างๆ มีการเคลื่อนไหว ประสานสัมพันธ์กัน

สรุปได้ว่าการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพคือ การฝึกให้ร่างกายเกิดความอดทน แข็งแรง ยืดหยุ่น ทรงตัว ว่องไวดีขึ้น

3. ขั้นตอนการออกกำลังกาย

3.1 สำรวจร่างกายก่อนที่จะออกกำลังกาย โดยการตรวจสอบสุขภาพทั่วไป และทดสอบสมรรถภาพเพื่อทราบความพร้อมของร่างกายว่าจะออกกำลังกายอย่างไร มากน้อยเท่าไรการสำรวจร่างกายนี้จำเป็นมากสำหรับผู้ที่มีปัญหาทางสุขภาพหรือขาดการออกกำลังกายมานาน ในผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำอยู่แล้วและไม่มีปัญหาทางสุขภาพอาจจะข้ามขั้นตอนย่อยบางขั้นตอนได้

3.2 กำหนดความต้องการในการออกกำลังกายสำหรับตนเอง โดยนำผลการตรวจสอบสุขภาพทั่วไปและผลการทดสอบสมรรถภาพในข้อที่ 1 มากำหนดความต้องการร่วมไปกับความสนใจและความพร้อมของสภาพแวดล้อมด้วย

3.3 เลือกชนิดของการออกกำลังกาย เพื่อสุขภาพให้เหมาะสมกับเพศ วัย และสภาพร่างกายของตัวเอง

3.4 การกำหนดปริมาณการออกกำลังกาย โดยเน้นถึง ความหนักโดยใช้จำนวนการเดินของชีพจรขณะออกกำลังกายเป็นหลัก ความบ่อยอย่างน้อยสัปดาห์ละ 3-5 ครั้ง ถ้าเป็นการออกกำลังกายที่มีปริมาณมาก จำเป็นที่ต้องมีวันพักเต็มอย่างน้อยหนึ่งวัน ความนาน ความสามารถที่จะออกกำลังกายแต่ละครั้งได้นานเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการฝึกฝนที่ผ่านมาและความหนักในการออกกำลังกาย

3.5 การกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายแต่ละวัน โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออยู่กับที่ กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการเคลื่อนไหวรวมทั้งเอ็น ข้อต่อต่าง ๆ ควรใช้เวลาไม่เกิน 5 นาที อบอุ่นร่างกาย ต่อจากการที่ยืดเหยียด โดยเริ่มเคลื่อนที่ช้า ๆ จนเร็วขึ้นตามลำดับ ควรใช้เวลาประมาณ 10 นาที และการ쿨ดาวน์ คือ การทำให้ร่างกายค่อยๆ ลดความเข้มข้นลงทีละน้อยอย่างค่อยๆ ไปตามลำดับภายหลังการออกกำลังกาย ถ้ามีการนวด และแช่น้ำอุ่นด้วยจะช่วยการฟื้นตัวเร็วขึ้นอีก ซึ่งการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกาย โดยทั่วไปนิยมกำหนดสัปดาห์ ใน 1 สัปดาห์โดยกิจกรรมการออกกำลังกายไม่ใช่ชนิดเดียวกัน เช่น วิ่ง-เดิน 2 วัน ว่ายน้ำ 1 วัน เป็นต้น (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2539)

4. ข้อปฏิบัติในการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายสามารถที่จะเลือกกิจกรรมการออกกำลังกายได้ตามความต้องการและความเหมาะสมกับสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล แต่เพื่อให้การออกกำลังกายเกิดประโยชน์สูงสุด จึงควรจะมีปฏิบัติดังต่อไปนี้

4.1 การประมาณตน สภาพร่างกายและความเหมาะสมกับกีฬานิตต่างๆ ของแต่ละคนไม่เหมือนกัน แม้ในคนเดียวกันในช่วงเวลาหนึ่งกับอีกช่วงเวลาหนึ่งก็แตกต่างกัน การเพิ่มผลของสมรรถภาพจากการฝึกซ้อมมี กฎตายตัวว่าจะต้องเป็นไปตามความเหมาะสมกับสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล

4.2 การแต่งกาย กีฬาแต่ละชนิดต่างก็มีแบบของเครื่องแต่งกายที่ต่างกัน ในด้านการเคลื่อนไหว เครื่องแต่งกายที่เหมาะสมรัดกุมย่อมทำให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพดีกว่า และยังเป็นการป้องกันอันตราย อันอาจจะเกิดจากอุบัติเหตุจากการกีฬา

4.3 เลือกเวลา ดินฟ้าอากาศ หมายถึง การกำหนดเวลาฝึกซ้อมที่แน่นอน และควรจะเป็นเวลาเดียวกัน ทุกวัน เพราะมันมีผลต่อการปรับตัวของร่างกาย แต่มีข้อแนะนำว่า ในสภาพอากาศเย็น ไม่เหมาะสมสำหรับการ ฝึกความอดทน การเลือกอากาศอาจทำได้ยาก แต่การเลือกเวลาทุกคนสามารถทำได้

4.4 สภาพของกระเพาะอาหาร ตามหลักทั่วไป ควรให้งดอาหารหนักก่อนการแข่งขัน หรือออก กำลังประมาณ 3 ชั่วโมง สำหรับกีฬาที่ต้องใช้ความอดทนนานเป็นชั่วโมง เช่น วิ่งมาราธอน จักรยานทางไกล ร่างกายต้องใช้พลังงานมาก หากท้องว่างอยู่นานอาจจะทำให้พลังงานสำรองหมด

4.5 การดื่มน้ำ จากการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนามเกี่ยวกับสมรรถภาพของร่างกายที่ ขาดน้ำ และได้ข้อสรุปตรงกัน คือ การขาดน้ำทำให้สมรรถภาพลดลง การให้น้ำชดเชยส่วนที่ขาดทำให้ สมรรถภาพไม่ลดลง น้ำสำรองในร่างกายมีปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวและก่อนการแข่งขันร่างกายอยู่ ในสภาพที่ไม่ขาดน้ำ หรือในระหว่างเล่นไม่เกิดการกระหายน้ำผู้เล่นก็ไม่จำเป็นต้องดื่มน้ำในระหว่างนั้น ความ กระหายน้ำแสดงว่าร่างกายกำลังขาดน้ำ ขาดอยู่เท่าไรก็ใช้ความกระหายเป็นเกณฑ์ แต่จะต้องค่อยๆ เติลี่ยปริมาณ การดื่มน้ำในระหว่างนั้น

4.6 ความเจ็บป่วย อาการแพ้อากาศ เป็นหวัด ถ้าไม่มีอาการอื่นร่วม เช่น มีไข้ เจ็บคอ ไอ อ่อนเพลีย ก็ สามารถฝึกซ้อมหรือออกกำลังได้ตามปกติ แต่ความเจ็บป่วยทุกชนิดทำให้สมรรถภาพลดลง

4.7 ความเจ็บป่วยระหว่างการออกกำลังกาย เมื่อเกิดความเจ็บป่วยหรืออุบัติเหตุขึ้นในระหว่างการออก กำลังกาย ควรหยุดพัก หากเกิดการบาดเจ็บเพียงเล็กน้อย เมื่อได้พักชั่วคราวก็จะหายเป็นปกติ อาจจะลงเล่นต่อไป ได้ แต่ถ้าออกกำลังต่อไปแล้วอาการเดิมกลับเป็นมากขึ้นต้องหยุด

4.8 ด้านจิตใจ ตามหลักจิตวิทยา การออกกำลังกายมีผลต่อจิตใจในการลดความเครียด ดังนั้นระหว่าง การฝึกซ้อมและออกกำลังกายจึงควรทำจิตใจให้ปลอดโปร่ง พร้อมทั้งจะเล่นพยายามขจัดปัญหาเรื่องที่รบกวน จิตใจ หากไม่สามารถขจัดได้จริงๆ ก็ควรงดการฝึกซ้อม เพราะจะเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

4.9 ความสม่ำเสมอ ไม่ว่าการฝึกซ้อมเพื่อแข่งขันหรือเพื่อสุขภาพก็ตาม ต้องพยายามรักษาความ สม่ำเสมอไว้ การฝึกหนักติดต่อกัน 1 เดือน แล้วหยุดไปครึ่งเดือน แล้วมาเริ่มต้นใหม่จะเริ่มเท่ากับความหนักครั้ง สุดท้ายก่อนหยุดไม่ได้ แต่จะต้องลดความหนักของการฝึกลงให้ต่ำกว่าการฝึกครั้งสุดท้าย แล้วจึงค่อยๆ เพิ่ม ลักษณะที่ซ้อมติดต่อกันแล้วก็หยุดดังกล่าว

4.10 การพักผ่อน หลังการฝึกซ้อมและการออกกำลังกายแล้วจำเป็นจะต้องมีการพักผ่อนให้เพียงพอ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้ ก่อนการฝึกซ้อมครั้งต่อไป ร่างกายจะต้องสดชื่น อยู่ในสภาพเดิมออกกำลังกาย

ต้องเสียพลังงานสำรองไป จำเป็นต้องมีการชดเชย รวมทั้งซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอและสร้างเสริมให้แข็งแรงยิ่งขึ้น กระบวนการเหล่านี้จะเกิดขึ้นในขณะที่ร่างกายมีการพักผ่อนอย่างเพียงพอเท่านั้น สภาพร่างกายของผู้ที่ไม่เคยออกกำลังกายกับผู้ออกกำลังกายสม่ำเสมอ

5. การอบอุ่นร่างกายและการลดความ (warm up and cool down)

การอบอุ่นร่างกายหมายถึงการเตรียมร่างกายและจิตใจเป็นการปรับตัวเพื่อปฏิบัติกิจกรรมทางกายให้มีประสิทธิภาพในการฝึกซ้อมและออกกำลังกายอื่นๆ ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าการอบอุ่นร่างกายเป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญต่อการเตรียมร่างกายของนักกีฬา และการออกกำลังกายอื่นๆ ก่อนการฝึกซ้อม หรือการแข่งขัน แม้กระทั่งการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ เนื่องจากการอบอุ่นร่างกายสามารถช่วยให้ระบบต่างๆ ของร่างกาย และจิตใจมีความตื่นตัวพร้อมที่จะเผชิญต่อผลกระทบต่างๆ และยังเป็นการป้องกันการบาดเจ็บ การฉีกของกล้ามเนื้อที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ซึ่งหลักการอบอุ่นร่างกายมีดังนี้

5.1 การอบอุ่นร่างกายควรใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที สำหรับการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ การอบอุ่นร่างกายสำหรับนักกีฬาที่จะลงทำการแข่งขันจะมีความแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการฝึกซ้อมของนักกีฬา สภาพอากาศโดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 15-30 นาที

5.2 การอบอุ่นร่างกายควรเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขัน (formal warm-up) สำหรับการอบอุ่นร่างกายแบบทั่วไป (Informal warm-up) คือ การใช้กิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแข่งขัน การอบอุ่นร่างกายในลักษณะเช่นนี้เพื่อกระตุ้นอวัยวะต่าง ๆ ทั่วไปเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับร่างกาย

5.3 การอบอุ่นร่างกายควรมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกีฬาที่จะแข่งขัน และการอบอุ่นร่างกายแบบทั่วไปเป็นการผสมผสานกันจะทำให้การอบอุ่นร่างกายมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.4 การอบอุ่นร่างกายควรเป็นการกระตุ้นกล้ามเนื้อใหญ่ๆ ของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อแขน ขา ลำตัว และข้อต่อต่าง ๆ

5.5 การอบอุ่นร่างกายควรกระทำอย่างต่อเนื่อง ไม่ควรทำเป็นจังหวะ

5.6 ช่วงระยะเวลาการสิ้นสุดการอบอุ่นร่างกาย ก่อนเริ่มต้นการแข่งขันไม่ควรห่างกันเกิน 2-3 นาที อย่างมากไม่ควรเกินกว่า 15 นาที

6. ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบอุ่นร่างกาย

ประโยชน์ของการอบอุ่นร่างกายก่อนการออกกำลังกายและเล่นกีฬาประกอบด้วย เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจเพื่อเตรียมฝึกสมรรถภาพ (1) เป็นการกระตุ้นประสาทให้เพิ่มปฏิกิริยาตอบสนองให้เร็วขึ้น (2) ทำให้ความตึงเครียดของกล้ามเนื้อลดลง (3) ทำให้การส่งออกซิเจนโดยเลือดไปยังกลุ่มกล้ามเนื้อได้ดี (4) ลดการเสี่ยงต่อการบาดเจ็บโดยเฉพาะเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและเอ็น (5) เพิ่มความอ่อนตัว และข้อต่อทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว

7. ชนิดของการอบอุ่นร่างกาย

จากการศึกษาพบว่า การอบอุ่นร่างกาย ซึ่งเป็นการออกกำลังกายแบบง่ายๆ ก่อนการเล่นกีฬา หรือ ประกอบกิจกรรมทางกาย ควรจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

7.1 การอบอุ่นร่างกายทั่วไป (general warm-up หรือ informal warm-up) คือ การอบอุ่นร่างกายที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันหรือเป็นกิจกรรมที่ไม่เกี่ยวกับการปฏิบัติของทักษะนั้นๆ เช่น การวิ่งเหยาะ การวิ่งตามสบาย การเหยียดยืดกล้ามเนื้อ การอบอุ่นในลักษณะนี้จะเป็นการกระตุ้นให้อวัยวะต่างๆ ทั่วๆ ไปเตรียมพร้อม และเพิ่มอุณหภูมิให้กับร่างกายและกล้ามเนื้อ

7.2 การอบอุ่นร่างกายโดยเฉพาะ (specific warm-up หรือ formal warm-up) คือ การอบอุ่นร่างกายเพื่อกระตุ้นกล้ามเนื้อที่จะถูกใช้มากและประสาทมีความพร้อม และเป็นการเตรียมทักษะเฉพาะที่จะใช้ในการประกอบกิจกรรมที่จะปฏิบัติ เช่น การเลี้ยงลูกฟุตบอล การส่งรับลูกบอลแบบต่าง ๆ หรือเพื่อความแม่นยำของกิจกรรมที่จะปฏิบัติ เช่น การยิงลูกบาสเกตบอลแบบต่าง ๆ ก่อนการแข่งขันจะเริ่มขึ้น

7.3 การอบอุ่นร่างกายแบบผสมผสาน (combination warm-up) คือ กิจกรรมที่ใช้ในการอบอุ่นร่างกายทำแบบผสมผสานระหว่างการอบอุ่นร่างกายโดยทั่วไป และการอบอุ่นร่างกายโดยเฉพาะ เช่น การอบอุ่นร่างกายกีฬา ก่อนการแข่งขัน ควรจะใช้รูปแบบของการอบอุ่นร่างกายแบบผสมผสาน คือ มีการบริหารกาย การเหยียดยืดกล้ามเนื้อ การเลี้ยงลูกบาสเกตบอล การยิงประตูได้เป็น (lay-up shot) การรับ-ส่งบอลซึ่งเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับกีฬาที่จะแข่งขัน การอบอุ่นร่างกายจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

8. การ쿨ดาวน์ (cool-down)

การ쿨ดาวน์ เป็นการประยุกต์จากการออกกำลังกาย คือ การทำงานที่เข้มข้นให้น้อยลง เป็นการกระทำที่กลับทางกันเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นสองอย่าง คือ การไหลเวียนโลหิต และสิ่งอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นกับองค์ประกอบของร่างกาย เช่นเดียวกับก่อนการออกกำลังกาย จาก 30 วินาที ถึง 1 นาที ของการวิ่งเหยาะ ติดตามด้วย 3-5 นาที ของการเดิน สิ่งที่เกิดขึ้นมีผลต่อการปรับตัวของร่างกายกลับสู่สภาพเดิมได้ดีขึ้น ทางด้านสรีรวิทยามีเหตุผลสำคัญสำหรับการ쿨ดาวน์คือ ระดับกรดแลคติกในเลือดและในกล้ามเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการทำกิจกรรมซึ่งจะทำให้ดีกว่าการอยู่เฉยๆ สิ่งที่เกิดขึ้นจากการ쿨ดาวน์คือ การรักษารูปร่างการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อ และเป็นการสร้างกล้ามเนื้อขึ้นมาใหม่ประกอบด้วยหัวใจ และขาทั้งสองข้าง การทำกิจกรรมเป็นการป้องกันการคั่งของเลือดอย่างฉับพลัน ซึ่งมักจะเกิดขึ้นกับนักกีฬาที่หยุดการเคลื่อนไหวทันที ทำให้มีอาการหน้ามืดวิงเวียนศีรษะได้ (1) กรดแลคติก จะถูกสร้างขึ้นอย่างรวดเร็วในกล้ามเนื้อ ขณะมีการฝึกอย่างเข้มข้น จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อการออกกำลังกายได้ลดลงอยู่ในระดับปานกลาง และในระหว่างการหยุดพัก ดังนั้น การออกกำลังกายเบา ๆ ที่มีระดับปานกลาง หรือการ쿨ดาวน์จะเป็นช่วงที่ทำให้หายเหนื่อยเร็วขึ้น (2) กิจกรรมที่กระทำแบบเบาๆ ในช่วงของการ쿨ดาวน์จะเป็นการรักษาระบบไหลเวียนของเลือดและป้องกันไม่ให้เกิดความเย็นถึงจุดสูงสุด ซึ่งเป็นไปได้ที่จะทำให้กล้ามเนื้ออ่อนกำลังลงเกิดอาการวิงเวียนศีรษะขึ้นได้ ซึ่ง Fox และ Mathews อธิบายต่อการ쿨ดาวน์เป็นกิจกรรมที่ทำเพียงครั้งหนึ่งของการอบอุ่นร่างกาย แต่จะเป็นการปฏิบัติที่

กลับกันอย่างมีระดับ

การอบอุ่นร่างกาย (การเตรียมพร้อมร่างกายเพื่อปฏิบัติกิจกรรม) และการคลายตัว (การผ่อนคลายร่างกายเพื่อกลับสู่สภาพปกติ) เป็นสิ่งจำเป็นที่บุคคลทั่วไปที่ออกกำลังกาย และนักกีฬาต้องพึงปฏิบัติ ซึ่งการอบอุ่นร่างกายเป็นกิจกรรมที่กระทำเพื่อเน้นการเตรียมร่างกายก่อนที่จะปฏิบัติกิจกรรมหนัก ๆ เพื่อช่วยให้การทำงานของกล้ามเนื้อ ข้อต่อต่างๆ ด้วย สำหรับการคลายตัวเป็นการประกอบกิจกรรมหลังจากการออกกำลังกาย การแข่งขัน และการฝึกซ้อม ซึ่งเป็นการกระทำที่กลับกัน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ร่างกายปรับตัวกลับสู่สภาพเดิมได้ดีและรวดเร็วขึ้น

9. ประโยชน์ของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายเป็นประจำไม่เพียงทำให้รู้สึกสดชื่นและดูแจ่มใสขึ้น แต่ยังช่วยต้านทานโรคภัยไข้เจ็บทุกชนิด ประโยชน์ของการออกกำลังกาย ได้แก่

9.1 การออกกำลังกายช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อ มีเลือดไปเลี้ยงมากขึ้น ทำให้มีกำลัง มีประสิทธิภาพ และมีความทนทานได้ดียิ่งขึ้น

9.2 การออกกำลังกายช่วยปรับปรุงการไหลเวียนของเลือดทั่วร่างกาย เพิ่มการทำงานของหัวใจให้สูงขึ้นได้ดียิ่งขึ้น

9.3 การออกกำลังกายช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปอด ซึ่งจะทำให้มีออกซิเจนเพียงพอเมื่อต้องการ

9.4 การออกกำลังกายช่วยให้การทำงานของเนื้อเยื่อทั่วร่างกายดีขึ้น โดยช่วยเพิ่มการเผาผลาญของเนื้อเยื่อทั้งหมด

9.5 การออกกำลังกายเป็นการควบคุมน้ำหนัก ทำให้แคลอรีที่ไม่ต้องการหมดไป

9.6 การออกกำลังกายช่วยลดไตรกลีเซอไรด์ ลดระดับคอเลสเตอรอล

9.7 การออกกำลังกายเพิ่มการใช้อินซูลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เผาผลาญน้ำตาลจากเลือด

9.8 การออกกำลังกาย เช่น การเดิน การวิ่ง การว่ายน้ำ จะทำให้ปริมาณแคลเซียมในกระดูกเพิ่มขึ้น ป้องกันโรคกระดูกและการอ่อนเพลียเมื่ออายุมากขึ้น

9.9 การออกกำลังกายทำให้รู้สึกสดชื่น แก้อาการ ระบบประสาทแข็งแรง จึงทำให้มีพลังกำลังที่จะทำงานในวันนั้น ผู้ที่ร่างกายแข็งแรง จะเป็นคนมองโลกในแง่ดี มีความกระตือรือร้น และพบกับความสำเร็จ

9.10 การออกกำลังกายเป็นประจำ ช่วยคลายความเหนื่อยเพลียของวันนั้น การออกกำลังกายที่เลือกสรรอย่างถูกต้องแล้วจะกลายเป็นการพักผ่อนอารมณ์ที่รื่นรมย์อย่างหนึ่ง

การออกกำลังกายนอกจากจะมีประโยชน์มากมายแล้ว โทษของการออกกำลังกายก็มีได้เช่นเดียวกันกับสิ่งที่เป็นประโยชน์อย่างอื่น ซึ่งขึ้นอยู่กับทางเลือกชนิดของกิจกรรมให้เหมาะสมกับตนเอง ไม่หักโหมเกินไปนัก จะเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้ออกกำลังกาย

10. โทษของการไม่ออก...

162

1.3 ประโยชน์ต่อครอบครัว กิจกรรมนันทนาการช่วยประสานความเข้าใจ เป็นสื่อแห่งความสัมพันธ์อันดีระหว่างสมาชิกภายในครอบครัวและภายนอกครอบครัวที่ดีที่สุด หัวหน้าครอบครัวต้องเห็นถึงความสำคัญของกิจกรรมนันทนาการเพื่อให้สมาชิกในครอบครัวได้สนุกสนานรื่นเริง เป็นพื้นฐานของการเป็นครอบครัวที่มีคุณภาพ และส่งผลต่อสังคมและประเทศชาติ

1.4 ประโยชน์ต่อสังคม กิจกรรมนันทนาการหลายอย่างมีผลในทางที่ดีต่อสังคมโดยตรง ทำให้เกิดความรักความสามัคคี การเสียสละเพื่อส่วนรวม ช่วยบรรเทาความทุกข์ร้อนของเพื่อนมนุษย์ กิจกรรมดังกล่าวได้แก่ กิจกรรมอาสาสมัคร กิจกรรมด้านสังคมสงเคราะห์ นอกจากนี้กิจกรรมกีฬาและการออกกำลังกายเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้เยาวชนของชาติได้ให้เป็นประโยชน์ในเวลาว่าง ลดปัญหาการมั่วสุมกันเพื่อประกอบอบายมุขหรือเสพติดให้โทษ

2. ลักษณะของกิจกรรมนันทนาการ

สามารถสรุปเป็นลักษณะของกิจกรรมนันทนาการได้ดังนี้ (1) เป็นกิจกรรมที่ทำในเวลาว่าง จากการประกอบอาชีพการทำงานและการประกอบภารกิจส่วนตัว (2) เป็นกิจกรรมที่มีใช้เป็นส่วนหนึ่งของงานอาชีพหรืองานที่ต้องปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (3) เป็นกิจกรรมที่ไม่ขัดต่อกฎหมายบ้านเมืองหรือขัดต่อศีลธรรม วัฒนธรรม และขนบธรรมเนียมอันดีงาม (4) เป็นกิจกรรมที่ทำด้วยความสมัครใจ ความพึงพอใจของตนเองโดยมิได้มีใครบังคับให้ทำ (5) เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย จิตใจหรือประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม (6) เป็นกิจกรรมที่มีใช้เพื่อเป็นอบายมุข หรือกิจกรรมที่ก่อให้เกิดโทษต่อผู้กระทำและผู้อื่น

จะเห็นว่าการประกอบกิจกรรมในเวลาว่างนั้น มิใช่ว่ากิจกรรมที่กระทำทุกอย่างจะเป็นกิจกรรมนันทนาการทั้งหมด กิจกรรมที่เป็นอบายมุข เช่น การเล่นเกมพนัน การล่าสัตว์ในป่าหวงห้าม การดื่มสุรา การเที่ยวขับ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ไม่ถือว่าเป็นกิจกรรมนันทนาการ เพราะไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ เลย จำยังกลับเป็นโทษต่อตนเอง ครอบครัว สังคมและประเทศชาติ

3. หลักเกณฑ์การเลือกกิจกรรมนันทนาการ

กิจกรรมนันทนาการมีมากมายหลายประเภท เราจึงควรมีหลักเกณฑ์ในการเลือกกิจกรรมนันทนาการให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของแต่ละบุคคล การเลือกกระทำกิจกรรมนันทนาการควรมีหลักการเลือกดังนี้

3.1 ความรู้ความสามารถและความถนัดของตนเอง เมื่อแต่ละบุคคลคำนึงถึงความรู้ความสามารถและความถนัดของตนเองแล้ว ก็จะสามารถประกอบกิจกรรมนั้นได้สูงสุด พึงพอใจและไม่เกิดความเบื่อหน่าย

3.2 สุขภาพร่างกาย กิจกรรมนันทนาการที่เหมาะสมกับสภาวะร่างกาย จะช่วยส่งเสริมทั้งสุขภาพทางกายและสุขภาพทางจิต ส่วนกิจกรรมที่ไม่เหมาะสมกับสภาวะร่างกาย นอกจากจะไม่เกิดประโยชน์แล้วยังก่อให้เกิดโทษและเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ เช่น บุคคลที่เป็นโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง ถ้าเลือกเล่นกิจกรรมการออกกำลังกายและกีฬาที่ค่อนข้างออกแรงมาก ก็จะเป็นอันตรายอย่างยิ่ง

3.3 ลักษณะส่วนบุคคล การเลือกกิจกรรมนั้นขึ้นกับการต้องคำนึงถึงลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ ความเหมาะสมของเพศและวัย เช่น กีฬามวย เหมาะกับเพศชาย การเย็บปักถักร้อย เหมาะกับเพศหญิง กีฬาฟุตบอล เหมาะกับวัยรุ่นมากกว่าผู้สูงอายุ

3.4 ฐานะทางเศรษฐกิจ กิจกรรมนั้นขึ้นกับการบางประเภทต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง เช่น กีฬาอล์ฟ โบว์ลิ่ง การสะสมบางประเภท เช่น เครื่องลายคราม พระเครื่องที่มีราคาแพง การท่องเที่ยวต่างประเทศ ที่กล่าวมานี้ไม่เหมาะกับผู้มีฐานะปานกลาง เราจึงควรพิจารณาตามความเหมาะสมของฐานะความเป็นอยู่ ซึ่งมีกิจกรรมนั้นขึ้นกับการมากมายที่ไม่ต้องสิ้นเปลือง เช่น กีฬาเบดมินตัน บาสเกตบอล วอลเลย์บอล หรือการสะสมแสตมป์ การเลี้ยงปลาสวยงาม การท่องเที่ยวชมโบราณวัตถุ การฟังดนตรีที่สวนสาธารณะ เป็นต้น

3.5 งานอาชีพ กิจกรรมนั้นขึ้นกับการถ้าสอดคล้องกับงานอาชีพจะเหมาะสม เช่น ถ้างานต้องนั่งอยู่กับโต๊ะทำงานทั้งวันหรือนักธุรกิจที่ต้องประสบกับปัญหาและความเครียด ก็ควรเลือกกิจกรรมนั้นขึ้นกับการในการออกกำลังกายและกีฬา สำหรับผู้ที่ทำงานที่ต้องใช้แรงกาย เหน็ดเหนื่อย ควรเลือกกิจกรรมที่ไม่ต้องใช้กำลัง เช่น การฟังเพลง อ่านหนังสือ การปลูกต้นไม้ดอกไม้ประดับ เป็นต้น

3.6 สังคม ประเพณี และวัฒนธรรม การเลือกกิจกรรมนั้นขึ้นกับการให้เหมาะสมกับสังคม ประเพณี และวัฒนธรรมของท้องถิ่น หรือสังคมที่ตนอาศัยอยู่ด้วย

3.7 โอกาส เวลาและสถานที่ กิจกรรมที่สถานศึกษาออกสถานที่ ควรเลือกให้เหมาะสมกับโอกาส เช่น ในฤดูร้อน ไม่ควรท่องเที่ยวทางทะเล ในโอกาสเทศกาลต่าง ๆ มีผู้คนมากมายในการเดินทางท่องเที่ยว ถ้าหลีกเลี่ยงได้ก็ควรเดินทางในโอกาสอื่น เพราะเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

3.8 สภาพแวดล้อม กิจกรรมนั้นขึ้นกับการจะต้องพิจารณาตามความเหมาะสมทางสภาพแวดล้อม เช่น ไม่ควรเล่นกีฬากลางแจ้งในขณะที่มีอากาศร้อนมากและแสงแดดจัด หรือไม่ควรลงว่ายน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ในช่วงฤดูฝนซึ่งอาจมีน้ำไหลเชี่ยว อาจเกิดอันตรายได้

3.9 ประโยชน์ต่อตนเอง สังคมและส่วนรวม กิจกรรมนั้นขึ้นกับการที่เลือกทำนั้นควรเป็นกิจกรรมที่บำเพ็ญประโยชน์ เช่น การช่วยพัฒนาชุมชน การทำความสะอาดตามสาธารณสถาน การณรงค์ให้เลิกสูบบุหรี่ การช่วยกันรณรงค์การเก็บขยะมูลฝอย การช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย อื่นๆ เป็นต้น

4. ขอบข่ายของกิจกรรมนั้นขึ้นกับการ

กิจกรรมนั้นขึ้นกับการมีมากมายหลายชนิด กิจกรรมแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันไป ได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 15 ประเภท ดังนี้ (1) งานฝีมือ และศิลปหัตถกรรม (2) เกม กีฬาและกรีฑา (3) ดนตรีและการร้องเพลง (4) ละครและภาพยนตร์ (5) งานอดิเรก (6) กิจกรรมทางสังคม (7) กิจกรรมเข้าจังหวะ (8) กิจกรรมนอกเมือง (9) กิจกรรมพูดอ่านและเขียน (10) กิจกรรมพิเศษ (11) กิจกรรมอาสาสมัคร (คณิต เขียววิชัย, 2540) (12) การท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว (13) กลุ่มสัมพันธ์และมนุษยสัมพันธ์ (14) นั้น ท น า การพัฒนาจิตใจและความสุขสงบ (15) นั้น ท น า การพัฒนาสุขภาพและสมรรถภาพทางกาย (บันดาล เวทะธรรม, 2541) กิจกรรมนั้นขึ้นกับการทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาแต่ละกิจกรรมให้เข้าใจอย่างถูกต้อง

สรุป

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้มนุษย์ขาดการเอาใจใส่ในเรื่องการพักผ่อนหย่อนใจและการออกกำลังกาย ทำให้สมรรถภาพทางกายอ่อนแอลง เป็นที่มาของโรคต่าง ๆ มากมาย พ.ศ.2545 รัฐบาลจึงกำหนดให้มีนโยบายและยุทธศาสตร์เพื่อให้คนไทยมีการออกกำลังกายอย่างยั่งยืนจนเป็นวิถีชีวิต และทำให้ประชาชนเกิดการตระหนักในการเสริมสร้างสุขภาพเพื่อให้เกิดสมรรถภาพทางกายที่ดี ดังนั้นสมรรถภาพทางกายเป็นตัวชี้วัดภาวะสุขภาพที่ดีอีกตัวหนึ่ง สมรรถภาพทางกายมีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ คือ อายุ เพศ และพันธุกรรม มีอารมณ์ที่มั่นคงและสามารถควบคุมได้และแก้ไขปัญหาได้อย่างดี ตลอดจนการมีกลไกการทำงานของอวัยวะได้ดียิ่ง นอกจากนี้ควรมีสุนัข และสวัสดิการในการออกกำลังกายและรู้ถึงประโยชน์และโทษของการออกกำลังกาย และจากการกระทำกิจกรรมนันทนาการแล้วจะทำให้มีสุขภาพจิตดี ร่างกายแข็งแรง มีความคิดสร้างสรรค์ มีการพัฒนาบุคลิกภาพ สดชื่น เกิดความพึงพอใจ นอกจากนี้ยังช่วยให้ร่างกายและจิตใจผ่อนคลายความตึงเครียด เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย และสมรรถภาพทางจิตใจเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- คณิต เขียววิชัย. (2540). **หลักนันทนาการ**. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- จรรยาพร ธรณินทร์. (2522). **กายวิภาคและสรีรวิทยาของการออกกำลังกาย**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- จรินทร์ ธานีรัตน์. (2528). **นันทนาการชุมชน**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ธวัช วีระศิริวัฒน์. (2538). **หลักการฝึกกีฬา**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- บันดาล เวทะธรรม. (2541). **กิจกรรมนันทนาการ**. ลำปาง: ภาควิชาพลศึกษาและนันทนาการ คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏลำปาง.
- พิชิต เพชรานนท์. (2541). **ผู้นำนันทนาการ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพลศึกษาและนันทนาการ คณะศึกษาศาสตร์ สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- พระพงศ์ บุญศิริ. (2523). **สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศรีอนันต์.
- เพ็ญพิมล ธรรมรักคิด. (2538). **สรีรวิทยาและการออกกำลังกาย**. วารสารศูนย์การแพทย์ 15: 3-12.
- สุวิมล ตั้งสัจพจน์. (2527). **การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ**. วารสารสุขศึกษา พลศึกษานันทนาการ: 55-63.

บทที่ 6

ผลกระทบจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นับตั้งแต่ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของมนุษย์ทุกคนต่างคาดหวังว่าจะสามารถช่วยแก้ไขวิกฤตการณ์ต่างๆ ของมนุษยชาติให้รอดพ้นจากความหายนะนำไปสู่ความกินดีอยู่ดีและมั่งคั่ง ดังนั้นเมื่อมีการนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ ทุกคนจึงเอาใจช่วยและหวังว่าจะมีความสุขความสบาย มีสุขภาพอนามัยที่ดี และอาหารที่ดีกว่าเดิมไว้รับประทาน แต่ความคิดเหล่านี้ต้องหมดไปเมื่อได้เห็นความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลทำลายสิ่งมีชีวิตไปเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นการทำลายความหลากหลายทางชีวภาพอย่างรุนแรงและต่อเนื่อง ถือได้ว่าเป็นภัยคุกคามต่อความอยู่รอดของมนุษยชาติอย่างมหันต์ จึงทำให้เกิดภาวะวิกฤตทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในความเป็นจริงแล้ววิกฤตทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกิดจากแนวทางการพัฒนาที่ผิดพลาดเช่น ภาวะโลกร้อนในปัจจุบันเนื่องจากมนุษย์นำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เพื่อมุ่งเน้นประโยชน์ในด้านการเติบโตทางเศรษฐกิจแสวงหาผลกำไร สะสมความร่ำรวย และขาดการควบคุมการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งถือได้ว่าการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผ่านมาเป็นแบบมุ่งเน้นแสวงหากำไรหรือความร่ำรวย ไม่ใช่เป็นไปเพื่อความร่วมมือและการเอื้ออาทรต่อมวลมนุษยชาติ ดังเห็นได้จากการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้สร้างอาวุธที่มีอำนาจสูงในการทำลายมนุษย์ด้วยกัน การสร้างสิทธิบัตรของประเทศที่มีศักยภาพสูงในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการเอารัดเอาเปรียบประเทศกำลังพัฒนาที่ด้อยโอกาส จนทำให้ดูเหมือนว่าประเทศกำลังพัฒนาอยู่ในความปกครองของประเทศที่พัฒนาแล้ว และคล้ายกับว่าเป็นการล่าอาณานิคมแนวใหม่โดยการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2547) ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ การเมือง วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมหลายประการดังนี้

ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมนุษย์

มนุษย์จัดเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่ามากที่สุด มีการอยู่ร่วมกันอย่างมีระบบ และเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เมื่อประชากรมนุษย์เพิ่มมากขึ้นมีความต้องการพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมเพิ่มมากขึ้น จึงนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เพื่อสนองความต้องการเพิ่มมากขึ้น และมีความพยายามที่จะลดอิทธิพลของธรรมชาติ จึงทำให้เกิดการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ ปัญหาที่ตามมาก็คือสภาพแวดล้อมเกิดความเสื่อมโทรมและคุณภาพชีวิตของมนุษย์กำลังถูกคุกคาม ซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกที โดยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ส่งผลกระทบต่อมนุษยชาติหลายประการดังนี้

1. เทคโนโลยีชีวภาพ

การนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในระยะเริ่มแรกดูเหมือนเอื้อประโยชน์ให้กับมนุษยชาติอย่างมาก แต่เมื่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพมาถึงขั้นที่สามารถดัดต่อยีนหรือพันธุวิศวกรรม จึงได้มีการนำเอา

หรือสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมาใส่ให้กับสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เพื่อทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นมีลักษณะตรงกับความต้องการ อันเป็นผลทำให้ได้สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ที่ได้รับการดัดแปลงพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ (GMOs : genetically modified organisms) โดยหลักการแล้วจีเอ็มโอเป็นสิ่งมีชีวิตที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ ทั้งนี้เป็นผลจากการทำงานของสารพันธุกรรมที่ถูกดัดแปลงให้สามารถผลิตสารต่างๆ หรือแสดงคุณลักษณะพิเศษที่แตกต่างไปจากเดิมเช่น ทำให้มะเขือเทศสุกโดยที่เปลือกยังแข็งอยู่ หรือใส่ยีนป้องกันแมลงเข้าไปในพืชเพื่อไม่ต้องฉีดยาฆ่าแมลง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้จากสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ดั้งเดิม (wild type) โดยก่อนนำสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมออกมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ได้มีความคาดหวังว่าจะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาด้านการเกษตรและโภชนาการของโลกได้ แต่เมื่อนำเอาจีเอ็มโอมาใช้กลับสร้างความวิตกกังวลให้แก่ผู้บริโภค เนื่องจากจีเอ็มโอเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการตัดต่อยีนและไม่ได้เป็นไปตามกระบวนการทางธรรมชาติ ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบในด้านต่างๆ เช่น

1.1 จีเอ็มโออาจไม่ปลอดภัยต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ โดยเฉพาะในพืชจีเอ็มโอที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์อาจมีความเป็นพิษ (ภาพที่ 6.1) เนื่องจากยีนที่ตัดมาแล้วถ่ายเข้าสู่สิ่งมีชีวิตมาจากแหล่งต่างๆ กัน ซึ่งอาจมียีนบางตัวก่อให้เกิดอาการแพ้ในผู้บริโภค นอกจากนี้การตัดต่อยีนอาจทำให้ยีนที่ได้รับการฝากถ่ายมาใหม่แทรกเข้าไปใกล้กับตำแหน่งของยีนที่มีคุณลักษณะที่ไม่ต้องการ ซึ่งอาจกระตุ้นให้สิ่งมีชีวิตนั้นผลิตสารพิษหรือลดการสร้างสารบางอย่างได้ (อนุเทพ ภาสุระ, 2544)



ภาพที่ 6.1 พืชจีเอ็มโอบางชนิด

ที่มา : (ถ่ายภาพโดยบุญมี กวินเสกสรรค์, 2550)

1.2 จีเอ็มโออาจทำให้เชื้อโรคดื้อยา เนื่องจากการตัดต่อยีนมักจะใส่ยีนองค์ประกอบที่สามารถสร้างสารต้านทานสารปฏิชีวนะ ซึ่งอาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของยีนที่ต้านสารปฏิชีวนะไปสู่เชื้อโรคในธรรมชาติได้ และเป็นอันตรายมากขึ้นถ้าเชื้อโรคพวกนี้สามารถก่อให้เกิดโรคแก่มนุษย์และสัตว์

1.3 จีเอ็มโออาจเป็นตัวการทำลายสิ่งแวดล้อม พืชจีเอ็มโอที่วิตกกังวลกันมากคือฝ้ายบีทีซึ่งเป็นฝ้ายที่ถูกใส่ด้วยยีนที่เอามาจากเชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส ทูรินจिएนซิส (*Bacillus thuringiensis*) ที่มีผลในการฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้าย ซึ่งนอกจากจะฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้ายได้แล้วยังอาจจะไปทำลายแมลงชนิดอื่นที่มีประโยชน์ต่อระบบนิเวศเช่น ผีเสื้อ ต่อ และแตน จนทำให้ขาดความสมดุลในระบบนิเวศได้

1.4 จีเอ็มโออาจทำให้ต้นทุนการเกษตรสูงขึ้น เนื่องจากสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมเป็นผลงานสิทธิบัตรของบริษัทหรือประเทศผู้ผลิต ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่นำมาจำหน่ายให้แก่เกษตรกรมักอยู่ในรูปของสายพันธุ์ที่ปนหมัน เกษตรกรไม่สามารถเพาะพันธุ์ขึ้นมาเองได้ จึงเป็นการผูกขาดของบริษัทที่ผลิตจีเอ็มโอ ดังนั้นการใช้จีเอ็มโอจึงอาจมีส่วนทำให้ประเทศขาดดุลการค้ากับต่างประเทศมากขึ้น และเกษตรกรไม่สามารถพึ่งพาตนเองได้

1.5 สิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอสามารถแพร่กระจายในธรรมชาติได้ ทำให้เกิดความวิตกกังวลว่าจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์เช่น ก่อให้เกิดพิษ เพิ่มการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ทำลายความอุดมสมบูรณ์ของดิน เกิดมลพิษทางยีน เกิดสภาพการรุกรานของสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ และก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านเศรษฐกิจและสังคม ในกรณีที่น่าพันธุวิศวกรรมมาใช้กับมนุษย์จะก่อให้เกิดปัญหาความขัดแย้งทางด้านจริยธรรมอย่างรุนแรง

ปัญหาเรื่องการถือครองทรัพย์สินทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอเป็นปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งทำให้เกิดความวิตกกังวลเกี่ยวกับความมั่นคงทางอาหาร ความสามารถในการพึ่งตนเองของประเทศในอนาคต และปัญหาการกีดกันสินค้าจีเอ็มโอในเวทีการค้าระหว่างประเทศ เนื่องจากสินค้าจีเอ็มโอได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นจึงขอยกตัวอย่างเกี่ยวกับเรื่องพืชจีเอ็มโอ ข้อดีของพืชจีเอ็มโอก็คือทนต่อสภาพที่แห้งแล้ง ทนต่อโรค ทนต่อแมลงและให้ผลผลิตสูง ในปัจจุบันสามารถผลิตพืชจีเอ็มโอได้แล้วหลายชนิดเช่น ฝ้าย ถั่วเหลือง ข้าวโพดและกาแฟ หลายประเทศได้ส่งเสริมให้ปลูกพืชจีเอ็มโอ แต่ในบางประเทศคัดค้านไม่ให้มีการปลูก เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนว่าจะไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรกรในประเทศสหรัฐอเมริกานิยมปลูกถั่วเหลืองและฝ้ายจีเอ็มโอ เนื่องจากให้ผลผลิตสูงและลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืชและแมลง และพบว่าพืชจีเอ็มโอไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สำหรับประเทศไทยได้พิจารณาแล้วมีความเห็นว่า ควรดำเนินการวิจัยและทดลองปลูกพืชจีเอ็มโอในระดับภาคสนาม ถึงแม้จะมีผู้คัดค้านก็ตาม เนื่องจากถ้าไม่ทดลองปลูกในระดับภาคสนามก็จะไม่ครบวงจรของการวิจัย และถ้าไม่มีการวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีในเรื่องนี้เป็นของตนเอง ไม่มีการเตรียมพร้อมเพื่อสร้างขีดความสามารถในการดำเนินการเกี่ยวกับพืชจีเอ็มโอ ก็อาจทำให้ประเทศไทยเสียเปรียบทางเศรษฐกิจได้ในอนาคตถ้าทั่วโลกยอมรับพืชจีเอ็มโอ สำหรับผลิตภัณฑ์หรือสินค้าจีเอ็มโอในประเทศไทยจะต้องติดฉลาก เพื่อให้ผู้บริโภคได้มีทางเลือกว่าจะบริโภคสินค้าจีเอ็มโอหรือไม่ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2545)

2. เทคโนโลยีทางทหาร

เทคโนโลยีมีคุณอนันต์แต่ก็มีโทษมหันต์ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้ไปในทางใด ประเทศมหาอำนาจทางทหารได้นำเทคโนโลยีระดับสูงมาใช้ในด้านความมั่นคง โดยมีข้ออ้างว่าเพื่อเป็นการป้องปรามศัตรูที่จะเป็นภัยต่อความมั่นคงของประเทศตน ในขณะเดียวกันก็ใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างความลับของประเทศอื่นด้วย ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นมหาอำนาจเพียงประเทศเดียวที่นำเรื่องการจัดระเบียบโลกใหม่มาใช้ เพื่อให้หลายประเทศปฏิบัติตามที่ตนต้องการ ทั้งนี้เพื่อผลประโยชน์และความมั่นคงของประเทศตน ถ้าประเทศใดไม่ปฏิบัติตามก็มักจะถูกลงโทษด้วยวิธีการต่างๆ เช่น กีดกันทางการค้าและการปิดล้อมทางเศรษฐกิจ ฯลฯ ดังเช่นที่ได้กระทำต่อประเทศอิรัก ลิเบียและ

เกาหลีเหนือ ซึ่งการกระทำเช่นนี้เป็นการก่อศัตรู จึงมีการลอบก่อการร้ายเพื่อทำลายชาวอเมริกันหรือผลประโยชน์ของสหรัฐอเมริกาอยู่บ่อยครั้ง อันเป็นผลทำให้สหรัฐอเมริกาต้องพัฒนาเทคโนโลยีทางการทหารมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีด้านขีปนาวุธและการต่อต้านการก่อการร้าย ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้มีผลกระทบต่อสิทธิมนุษยชนและเป็นภัยคุกคามต่อประเทศอื่น ตัวอย่างการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการทำลายล้างกัน ได้แก่

2.1 อวูรเชื้อโรค การนำเทคโนโลยีด้านพันธุวิศวกรรมมาใช้ในการผลิตอวูรเชื้อโรคหรืออวูรชีวภาพให้มีความรุนแรงในการเกิดโรคมายิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อที่จะทำลายชีวิตมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตที่เป็นเป้าหมายได้เป็นจำนวนมาก ใน พ.ศ. 2538 มีรายงานว่าผู้ก่อการร้ายในประเทศสหรัฐอเมริกาได้สั่งซื้อเชื้อกาฬโรค (แบคทีเรีย *Yersinia pestis*) เป็นจำนวนมาก เพื่อเตรียมนำไปผลิตเป็นอวูรเชื้อโรค แต่ถูกเจ้าหน้าที่เอฟบีไอจับได้เสียก่อน เมื่อ พ.ศ. 2544 กลุ่มผู้ก่อการร้ายได้ใช้สปอร์ของแบคทีเรียบาซิลลัส แอนแทรกซิส (*Bacillus anthracis*) ที่ทำให้เกิดโรคแอนแทรกซ์ใส่ไปในซองจดหมายส่งไปยังบุคคลต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผลทำให้มีผู้ติดเชื้อหลายสิบคนและเสียชีวิตไปหลายคน (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2546) อีกทั้งยังก่อให้เกิดความหวาดวิตกแก่คนอเมริกันเป็นอย่างมาก

2.2 อวูรเคมี เป็นที่แจ้งชัดว่าสหรัฐอเมริกาได้นำมาใช้ในการทำสงครามที่ประเทศเวียดนาม และรัฐบาลของประเทศอิรักในสมัยของซัดดัม ฮุสเซนได้ใช้อวูรเคมีในการปราบชนกลุ่มน้อยชาวเคิร์ซ ซึ่งทั้งสองเหตุการณ์นี้ทำให้มีคนล้มตายและเจ็บป่วยจากสารเคมีที่ใช้ทำเป็นอวูรเป็นจำนวนมาก และมีสารเคมีตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการใช้ระเบิดเพื่อก่อการร้ายและเพื่อการทำสงคราม (ภาพที่ 6.2)



ภาพที่ 6.2 ภัยจากอวูรเคมีและระเบิดต่อมนุษย์ (ก) สภาพร่างกายที่ถูกอวูรเคมี (ข) สภาพร่างกายที่ถูกระเบิด
ที่มา : (ภาพจาก Dr. Logan Muller, 2550)

2.3 อาวุธนิวเคลียร์ เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง สหรัฐอเมริกาได้ใช้ระเบิดปรมาณูถล่มเมืองฮิโรชิมาและนางาซากิของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งทำให้ประชาชนในเมืองฮิโรชิมาเสียชีวิตประมาณ 140,000 คน และประชาชนในเมืองนางาซากิเสียชีวิตประมาณ 74,000 คน และมีผู้เจ็บป่วยจากการได้รับสารกัมมันตรังสีอีกเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 6.3) ระบบนิเวศเกิดความเสียหายจนเสียสมดุลธรรมชาติอย่างน้อย 25 ปี ชั้นโอโซนในบรรยากาศถูกทำลายไปอย่างน้อยร้อยละ 20-40 ทำให้มีรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ตกลงมายังพื้นโลกมากขึ้น ซึ่งทำให้มนุษย์มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งผิวหนังมากยิ่งขึ้น และมนุษย์รุ่นหลังๆ มีความต้านทานต่อโรคลดลง ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคติดเชื้อได้ง่าย (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2545) ในปัจจุบันมีหลายประเทศที่ครอบครองอาวุธนิวเคลียร์ได้แก่ สหรัฐอเมริกา รัสเซีย อังกฤษ ฝรั่งเศส อิสราเอล จีน อินเดีย ปากีสถาน และเกาหลีเหนือ ซึ่งถือได้ว่าอาวุธนิวเคลียร์เป็นภัยคุกคามชีวิตมนุษย์อย่างมหันต์ และถ้ากลุ่มผู้ก่อการร้ายสามารถมีอาวุธนิวเคลียร์ในครอบครองก็อาจจะเกิดผลเสียหายต่อความมั่นคงของโลกได้

ใน พ.ศ. 2541 ได้เกิดการสู้รบในเมืองโคโซโวระหว่างกองกำลังรักษาสันติภาพ (ประกอบด้วยทหารจากหลายประเทศเช่น สหรัฐอเมริกา อิตาลี และฝรั่งเศส) กับพวกเชื้อสายเซิร์ฟ โดยทหารของกองกำลังรักษาสันติภาพได้นำกระสุนปืนชนิดต่างๆ ที่ทำมาจากแร่ยูเรเนียม-238 มาใช้ในการสู้รบ เนื่องจากมีอำนาจในการทะลุทะลวงสูงภายหลังที่ทหารกลับจากสมรภูมिरบแล้วมีอาการป่วยด้วยโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวหรือลิวคีเมียจำนวนหลายสิบคน และมีผู้เสียชีวิตไปแล้วมากกว่าสิบคน ซึ่งมะเร็งเม็ดเลือดขาวนี้เกิดมาจากกระสุนยูเรเนียมและเกรงกันว่าเมื่อกระสุนยูเรเนียมระเบิดจะมีฝุ่นละอองกัมมันตรังสีฟุ้งกระจายไปในอากาศ และแพร่กระจายไปสู่พื้นที่อื่น ซึ่งเป็นอันตรายต่อประชาชนในบริเวณใกล้เคียงกับสมรภูมิรบ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2545)



ภาพที่ 6.3 ลูกไฟและสภาพบ้านเมืองที่เสียหายจากระเบิดปรมาณู
ที่มา : (ภาพจาก Dr.Logan Muller, 2550)

3. เทคโนโลยีแบบอัตโนมัติ

ในอดีตมีการใช้เทคโนโลยีแบบอัตโนมัติทดแทนแรงงานมนุษย์เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกรรมวิธีการผลิตที่เสี่ยงต่ออันตรายค่อนข้างมาก แต่ในปัจจุบันได้นำเทคโนโลยีแบบอัตโนมัติมาใช้ในอุตสาหกรรมบริการเช่น ตู้จำหน่ายเครื่องดื่มอัตโนมัติ ตู้เบิกเงินอัตโนมัติหรือตู้เอทีเอ็ม และการให้บริการสอบถามข้อมูลอัตโนมัติ ฯลฯ การใช้เทคโนโลยีแบบอัตโนมัติเหล่านี้มีผลทำให้มีการลดจำนวนพนักงานลงอย่างมาก และพนักงานจำนวนมากต้องว่างงานหรือทำงานอื่นที่มีรายได้น้อยกว่า จึงก่อให้เกิดปัญหาสังคมขึ้นมาหลายประการเช่น ปัญหาความยากจน ความไม่เป็นธรรมของสังคม และปัญหาอาชญากรรม

4. เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เป็นความก้าวหน้าสูงสุดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน เนื่องจากการทำให้เครื่องจักรมีความฉลาดขึ้นมา โดยเครื่องจักรเหล่านี้ไม่เพียงแต่ทำงานแทนมนุษย์ได้แต่ยังมีความคิดแทนมนุษย์ได้อีกด้วยเช่น เครื่องจักรที่ใช้สอนหนังสือแทนครู เครื่องจักรชนิดนี้มีความฉลาดจนไม่ต้องการครู และเครื่องจักรที่ใช้ขับเครื่องบินซึ่งมีความฉลาดจนไม่ต้องการนักบิน การนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในงานในด้านต่างๆ ทำให้มนุษย์กลายเป็นเครื่องฟ่วงของเครื่องจักรเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ อันเป็นผลทำให้ความต้องการมนุษย์ในการปฏิบัติงานลดลง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการว่างงานตามมา และเป็นการทำลายศักยภาพความเป็นมนุษย์ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2547)

5. การเปลี่ยนแปลงประชากรมนุษย์

องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์คิดค้นและพัฒนาขึ้นมามีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ยกระดับมาตรฐานการดำรงชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น ซึ่งมนุษย์ได้ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ ทำให้ผู้คนมีชีวิตความเป็นอยู่ดีขึ้น สะดวกสบายเพิ่มขึ้น และทำให้โลกของเราพัฒนาขึ้นโดยลำดับ แต่พื้นฐานในการพัฒนาต้องอาศัยธรรมชาติเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งในขณะนี้พบว่าเกิดผลกระทบมากมายอันเนื่องมาจากการพัฒนาที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นบนโลกนี้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง สภาพแวดล้อมเกิดความเสื่อมโทรมและถูกทำลายลงอย่างมาก ปัญหานี้มีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต และจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์มากขึ้นเรื่อยๆ อีกทั้งกระแสความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันได้ส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในสังคมของโลก ซึ่งประเทศไทยมีความจำเป็นต้องพัฒนาตามกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลก ดังนั้นจึงควรศึกษาถึงผลกระทบจากการพัฒนาเพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไข เพื่อให้คุณภาพชีวิตของคนไทยดีขึ้น

5.1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมนุษย์ ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ด้านการแพทย์สามารถลดอัตราการตายของคนลง จึงทำให้ประชากรมนุษย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การเพิ่มจำนวนประชากรส่งผลทำให้มีความต้องการอาหาร พลังงาน ปัจจัยในการดำรงชีวิต และอื่นๆ เพิ่มขึ้นด้วย การที่จะทำให้

ประชากรมนุษย์มีคุณภาพชีวิตที่ดีจำเป็นต้องมีทรัพยากร (เช่น อาหาร ที่ดิน แหล่งน้ำ ป่าไม้ พลังงาน ฐานะทางเศรษฐกิจ ภาวะทางกายภาพ และสังคม) อย่างเพียงพอแก่ความต้องการของประชากร ดังนั้นจึงต้องวางแผนควบคุมจำนวนประชากรให้พอเหมาะกับทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม สำหรับจำนวนประชากรของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเมื่อ พ.ศ. 2453 มีจำนวนประชากร 8.27 ล้านคน พ.ศ. 2490 มีประมาณ 17.44 ล้านคน และในปัจจุบัน (พ.ศ. 2551) มีประชากรประมาณ 67 ล้านคน ถึงแม้ว่าทั้งภาครัฐและเอกชนได้ร่วมมือกันอย่างจริงจังในการคุมกำเนิด แต่ก็เป็นที่คาดหมายกันว่าจำนวนประชากรของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งทำให้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดอาจจะไม่เพียงพอับความต้องการของประชากร สาเหตุสำคัญของการเพิ่มประชากรคนไทยไม่ได้มาจากอัตราการเกิด แต่มาจากการลดลงของอัตราการตาย ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยี ความรู้ และความเจริญที่มีมากขึ้น ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรเช่น ความต้องการมีบุตรโดยพบว่าคนในเขตเมืองต้องการจำนวนบุตรน้อยกว่าในเขตชนบท คนไทยมีแนวโน้มที่จะทำหมันเพิ่มมากขึ้นโดยผู้หญิงทำหมันมากกว่าผู้ชาย และอายุในการสมรสมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีการศึกษาสูงขึ้น

5.2 การเปลี่ยนแปลงด้านอายุและเพศของคนไทย การเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างอายุของประชากรในวัยเด็ก (อายุไม่เกิน 14 ปี) มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ประชากรในวัยทำงาน (15-59 ปี) และผู้สูงอายุ (60 ปีขึ้นไป) มีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น สาเหตุเนื่องมาจากผู้หญิงให้กำเนิดบุตรลดลง และอายุในการสมรสที่เพิ่มมากขึ้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างทางเพศพบว่า สัดส่วนของเพศชายและเพศหญิงใกล้เคียงกันในประเทศไทยวัยเด็กและวัยทำงาน แต่ในกลุ่มผู้สูงอายุมีสัดส่วนของเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการตายของเพศชายสูงกว่าเพศหญิงในทุกหมวดอายุ (สุนันท์ บุราณมัย และคณะ, 2542)

5.3 การเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของประชากร สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติคาดว่าใน พ.ศ. 2558 ประเทศไทยจะมีประชากรไม่ต่ำกว่า 70 ล้านคน ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเพิ่มประชากรในระดับที่สูง และจะส่งผลทำให้มีความต้องการใช้ทรัพยากรในการดำรงชีพและสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นภาระหนักแก่ภาครัฐที่จะต้องดูแลและสร้างคุณภาพให้แก่ประชากร สิ่งทีรัฐจะต้องจัดทำให้แก่ประชาชนเช่น การศึกษา สุขภาพ อาชีพ ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

5.3.1 คุณภาพการศึกษา คุณภาพของประชากรนอกจากพิจารณาจากความสมบูรณ์ของสุขภาพร่างกายแล้ว ยังต้องพิจารณาจากความเฉลียวฉลาดหรือสติปัญญาของประชากรด้วย สติปัญญานอกจากจะขึ้นอยู่กับ การถ่ายทอดทางพันธุกรรมแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและการได้รับความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องอีกด้วย ดังนั้นการศึกษาจึงเป็นพื้นฐานในการพัฒนาให้ประชากรมีคุณภาพ ค่านิยมในด้านการศึกษาของคนในสังคมไทยได้เปลี่ยนแปลงไปมาก โดยในปัจจุบันผู้ปกครองสนับสนุนให้บุตรหลานเรียนหนังสือกันมากขึ้น จนกระทั่งทำให้รัฐไม่สามารถจัดหาครู สถานที่เรียน และแหล่งให้ความรู้ได้เพียงพอับความต้องการของประชากร จึงก่อให้เกิดปัญหาตามมาอันได้แก่ การขยายตัวทางการศึกษายังไม่สามารถครอบคลุมเข้าไปถึงเด็กในท้องถิ่นกันดาร ในชนบท ชุมชนแออัด และเด็กยากจน คุณภาพของสถานศึกษาในเขตเมืองกับในชนบทมีความแตกต่างกันมาก และดูเหมือนว่าสถานศึกษาขนาดใหญ่จะให้คุณภาพทางการศึกษาได้ดีกว่าสถานศึกษาขนาด

เล็ก การเรียนการสอนและหลักสูตรการศึกษาไม่ค่อยสอดคล้องกับความต้องการของสังคม ในบางสาขาวิชาที่มีผู้สำเร็จการศึกษามากเกินกว่าความต้องการของสังคมและตลาดแรงงาน ขณะที่ในบางสาขาวิชาซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดแรงงานและมีความจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศแต่กลับมีผู้เข้าเรียนน้อย

5.3.2 สุขภาพของประชากร ความสมบูรณ์ของสุขภาพร่างกายและจิตใจของคนในสังคมเป็นเครื่องบ่งชี้คุณภาพของประชากรได้ การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทำให้บริการสาธารณสุขทั้งของรัฐและเอกชนไม่สามารถครอบคลุมได้ทั่วถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชนบทห่างไกล ปัญหาที่มีผลต่อสุขภาพของคนไทย เช่น ปัญหาสุขภาพจิตและสิ่งแวดล้อม ปัญหาอนามัยของแม่และเด็ก ปัญหาอนามัยในโรงเรียน ปัญหาสุขภาพจิต อุปกรณ์เครื่องมือและบุคลากรทางการแพทย์มีไม่เพียงพอ โดยพบว่าจำนวนเตียงพยาบาลทั่วประเทศมีน้อยกว่าความต้องการสำหรับผู้ป่วย จำนวนแพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่สาธารณสุขมีไม่เพียงพอแก่ความต้องการของประชากร อีกทั้งสถานการณ์ทางเศรษฐกิจในปัจจุบันทำให้แต่ละครอบครัวมุ่งเน้นหารายได้ และมีความเร่งรีบในการบริโภคอาหารโดยไม่คำนึงถึงคุณค่าทางอาหาร ซึ่งอาจก่อให้เกิดภาวะโรคขาดสารอาหารขึ้นได้ อย่างไรก็ตามความก้าวหน้าทางด้านการแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม และคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการตรวจวินิจฉัยโรคและบำรุงรักษาสุขภาพอนามัย ซึ่งอาจมีส่วนทำให้คนไทยมีสุขภาพดีขึ้นและมีชีวิตยืนยาวมากขึ้น การพัฒนาอุตสาหกรรมเป็นปัญหาต่อสุขภาพของคนไทยได้เช่นกัน ซึ่งในที่นี้ขอ ยกตัวอย่างผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจากการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมที่มาบตาพุดในจังหวัดระยอง

นับตั้งแต่ประเทศไทยได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านอุตสาหกรรมให้เจริญก้าวหน้า และได้จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมที่มาบตาพุด ซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับอุตสาหกรรมหนักเช่น โรงงานแยกแก๊สธรรมชาติ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี และอุตสาหกรรมพลาสติก ฯลฯ เนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรมต้องใช้เงินลงทุนสูง รัฐบาลไม่มีเงินงบประมาณมากพอที่จะดำเนินการ มีเพียงงบประมาณเฉพาะในการก่อสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐานเพื่ออำนวยความสะดวกเช่น ถนน ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ และท่าเรือ ส่วนการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมได้ชักชวนนักลงทุนจากต่างประเทศให้มาดำเนินการ โดยให้สิทธิพิเศษบางประการ และหวังว่าเงินลงทุนจากต่างชาติในอุตสาหกรรมต่างๆ จะช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ประชาชนมีงานทำมากขึ้นและมีรายได้เพิ่มขึ้น อันจะส่งผลให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี ดังนั้นจึงมีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นและกระจายไปทุกพื้นที่ แต่ในเชิงลบโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดมลพิษสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างมาก โดยในระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2545 เจ้าหน้าที่ได้สุ่มตรวจโรงงานอุตสาหกรรม 3 ประเภทได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอาหารจากสัตว์ น้ำ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอาหารหรือเครื่องดื่มจากผักหรือผลไม้ และโรงงานอุตสาหกรรมประเภทเชื้อกระดาษ รวมทั้งสิ้น 280 โรงงาน พบว่ามีโรงงานที่อยู่ในระดับดี 21 โรงงาน ระดับพอใจ 105 โรงงาน และระดับที่ต้องปรับปรุง 153 โรงงาน และอีก 1 โรงงานไม่ให้ความร่วมมือในการเข้าตรวจ ซึ่งผลจากการตรวจสอบในครั้งนี้ไม่มีโรงงานแห่งใดเลยที่ผ่านเกณฑ์การเป็นโรงงานระดับดีมากตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องปรับปรุงหลายโรงงานได้มีการลักลอบปล่อยน้ำเสียที่ไม่ได้มาตรฐานน้ำทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม และในจำนวนนี้เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับการรับรองมาตรฐานขององค์การระหว่าง

ประเทศด้านสิ่งแวดล้อมหรือ ISO 14000 อีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโรงงานในประเทศไทยส่วนมากยังไม่มีคุณภาพเท่าที่ควร

จากการที่โรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ชุมชนบริเวณใกล้เคียงโรงงานอุตสาหกรรมหรือนิคมอุตสาหกรรมต้องได้รับผลกระทบ ทั้งความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมและผลเสียต่อสุขภาพ ดังเช่นที่เกิดขึ้นในจังหวัดระยอง ซึ่งประกอบด้วยนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด นิคมอุตสาหกรรมตะวันออก นิคมอุตสาหกรรมผาแดง เขตประกอบการอุตสาหกรรม ชุมชนอุตสาหกรรม กลุ่มอุตสาหกรรม และสวนอุตสาหกรรม รวมทั้งสิ้น 16 แห่ง (ในอำเภอเมือง ปลวกแดง บ้านค่าย และกิ่งอำเภอนิคมพัฒนา) ดังนั้นชาวจังหวัดระยองจึงได้รับผลกระทบจากมลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมอย่างมาก ซึ่งจากการเปรียบเทียบสถิติการเจ็บป่วยของชาวระยองกับประชาชนในเขตภาคกลาง (ยกเว้นกรุงเทพมหานคร) พบว่าชาวระยองมีอัตราเจ็บป่วยสูงมากกว่าคนในเขตภาคกลาง (ตารางที่ 6.1) ซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 6.1 แสดงให้เห็นว่านโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมไม่ได้ก่อให้เกิดคุณภาพชีวิตที่ดีต่อประชาชนที่อาศัยใกล้แหล่งอุตสาหกรรม เนื่องจากมีโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และเจ้าหน้าที่ของรัฐก็ไม่มีมาตรการที่เข้มงวดในการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2546)

ตารางที่ 6.1 จำนวนผู้เจ็บป่วยด้วยโรคต่างๆ ในเขตภาคกลางกับชาวจังหวัดระยองในช่วง 5 ปีแรก (พ.ศ. 2527-2531) และ 10 ปีต่อมา (พ.ศ. 2531-2541) ของการสร้างนิคมอุตสาหกรรมที่มาบตาพุด

โรค	จำนวนผู้ป่วย (คน)		
	ในเขตภาคกลาง	ในจังหวัดระยอง	
		5 ปีแรกของการสร้างนิคมอุตสาหกรรม	10 ปีต่อมาของการสร้างนิคมอุตสาหกรรม
1. ภาวะผิดปกติของทารก	100	395	541
2. เนื้องอกและมะเร็งต่างๆ	100	218	275
3. ภาวะแทรกซ้อนในการตั้งครรภ์ การคลอด และหลังคลอดบุตร	100	120	231
4. การพิการจนผิดรูปร่างแต่กำเนิด และโครโมโซมผิดปกติ	100	158	218
5. โรคเลือดและอวัยวะสร้างเลือด และความผิดปกติเกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน	100	108	204

ที่มา : (ดัดแปลงจาก บัญญัติ สุขศรีงาม, 2546)

5.3.3 อาชีพ ความคิดและค่านิยมต่ออาชีพการงานของคนในสังคมไทยได้เปลี่ยนไป ในอดีตมักมีค่านิยมให้บุตรหลานประกอบอาชีพรับราชการ แต่ในปัจจุบันรัฐบาลให้ความสำคัญในการจัดการศึกษาเพื่อ

การประกอบอาชีพทางการค้า อุตสาหกรรมและการท่องเที่ยวมากขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดอาชีพที่หลากหลาย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้เกิดระบบอุตสาหกรรม และเนื่องจากสังคมอุตสาหกรรมเป็นสังคมของผู้บริโภค ประกอบกับทั้งชายและหญิงต้องทำงาน โดยส่วนใหญ่สถานที่ทำงานจะอยู่นอกบ้าน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องลดภาระงานภายในบ้านโดยกินอยู่อย่างเรียบง่าย เครื่องมือและเครื่องใช้ก็เป็นแบบระบบอัตโนมัติ และก่อให้เกิดอาชีพใหม่ๆ ตามมาเช่น อาชีพทางด้านการบริการ อาชีพรักษาความปลอดภัย อาชีพรับจ้างทำความสะอาดอาคารบ้านเรือน และอาชีพรับจ้างดูแลเด็ก

ผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม

โดยส่วนใหญ่คนไทยไม่ได้คิดค้นและพัฒนาเทคโนโลยีด้วยตนเอง ดังนั้นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากต่างชาติจึงได้หลั่งไหลเข้ามาในประเทศไทยพร้อมๆ กับวัฒนธรรมต่างชาติ ซึ่งมีบทบาทอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของคนในสังคมไทย อีกทั้งยังขาดการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องในการปรับปรุงภูมิปัญญาชาวบ้านและการนำเอาเทคโนโลยีในท้องถิ่นมาใช้ จึงทำให้ขาดประสิทธิภาพในการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาประเทศได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมไทย (ศิริวัฒน์ สงวนหมู และคณะ, 2546) ความรู้และวิทยาการสมัยใหม่ที่เข้าสู่สังคมไทยมีผลทำให้ในเขตเมืองมีความเจริญมากกว่าในชนบท ประชาชนผู้แสวงหาความเจริญจึงหลั่งไหลเข้าสู่เมือง เป็นเหตุทำให้แบบแผนการดำเนินชีวิตและโครงสร้างของสังคมเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสรุปผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคมไทยได้ดังนี้

1. จำนวนสมาชิกในครอบครัว

แต่เดิมสังคมไทยเป็นสังคมเกษตรกรรม ครอบครัวมีขนาดใหญ่และมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนมาก นิยมมีลูกชายจำนวนมากเพื่อเป็นแรงงานช่วยเหลือในการทำไร่ทำนาและเลี้ยงดูผู้สูงอายุ ต่อมาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทต่อวิถีชีวิตของประชาชนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยทำให้ครอบครัวไทยมีขนาดเล็กลง อีกทั้งในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารและการเดินทางไปมาระหว่างประเทศทำได้สะดวก ทำให้เกิดการสมรสระหว่างคนไทยกับคนต่างชาติเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้สังคมแปรเปลี่ยนไป โดยแต่เดิมเป็นกลุ่มของคนชาติพันธุ์เดียวกันก็กลายเป็นกลุ่มของคนหลายชาติพันธุ์อยู่ร่วมกัน

2. การขาดแคลนที่อยู่อาศัยและผลกระทบต่อสุขภาพจิต

การกระจายความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ โดยในเมืองมีความเจริญทางเทคโนโลยีมากกว่าในชนบท จึงทำให้ประชาชนหลั่งไหลเข้ามาสู่ในเมืองเพื่อศึกษาหาความรู้และทำงาน ทำให้ที่อยู่อาศัยในเขตเมืองมีไม่เพียงพอ ประชาชนต้องอยู่กันอย่างหนาแน่น มีการสร้างอาคารชุดขึ้นมาจำนวนมากเพื่อรองรับประชาชนในเมือง ในขณะที่ประชาชนผู้ด้อยโอกาสมิอาจได้น้อยรวมตัวกันบุกรุกเข้าไปอยู่อาศัยในพื้นที่ของเอกชนและของทางราชการที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ โดยอยู่กันอย่างหนาแน่นซึ่งส่งผล

กระทบต่อสุขภาพอนามัยและสาธารณสุขของชุมชน และจากการที่ประชากรในชนบทอพยพเข้าสู่เมืองเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับรัฐไม่สามารถจัดหาสาธารณูปโภคและให้บริการทางสังคมที่มีประสิทธิภาพได้อย่างเพียงพอ ทำให้ประชาชนในเมืองอยู่กันอย่างแออัดท่ามกลางความไม่เพียงพอในหลายๆ ด้านเช่น การให้บริการขนส่ง การคมนาคม การจราจรติดขัด ขาดสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ การแย่งกันใช้บริการ การแย่งตำแหน่งงาน การแข่งขันในการทำงาน และปัญหาอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งปัญหาเหล่านี้นำมาซึ่งความเครียดและอารมณ์หงุดหงิดซึ่งก่อให้เกิดสุขภาพจิตเสื่อมได้ ปัจจุบันพบว่าคนในสังคมไทยมีปัญหาเกี่ยวกับโรคทางจิตและประสาทเพิ่มมากกว่าเมื่อก่อน และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในอนาคต (สุนันท์ บุราณมัย และคณะ, 2542)

3. การว่างงาน

เมื่อหมดฤดูกาลทำนาหรือเมื่อทำการเกษตรไม่ได้ผล ซึ่งอาจเนื่องมาจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ (เช่น ภัยแล้งและน้ำท่วม) ประชาชนในชนบทจะอพยพโยกย้ายละทิ้งถิ่นฐานเดิมเข้ามาหางานทำในเมือง ซึ่งบางคนอาจได้งานทำ ขณะที่บางคนไม่สามารถหางานทำได้ เนื่องจากตำแหน่งงานในเมืองมีไม่พอที่จะรองรับประชาชนที่หลั่งไหลเข้ามา หรือความรู้ความสามารถไม่ตรงกับตำแหน่งงาน ปัญหาการว่างงานยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นในภาวะที่เศรษฐกิจซบเซา เนื่องจากความสามารถในการจ้างงานลดลง และประชาชนในเขตเมืองเองก็ต้องการตำแหน่งงานเช่นกัน การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรที่อยู่ในวัยแรงงานจะก่อให้เกิดการว่างงานมากขึ้น ถ้ารัฐไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องการว่างงานได้จะเป็นผลเสียอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ และจะก่อให้เกิดปัญหาทางสังคมตามมาอีกมาก

4. อาชญากรรมและยาเสพติด

ยาเสพติดเป็นปัญหาที่สำคัญมากของสังคมไทย ซึ่งปัญหานี้พบมากในหมู่วัยรุ่นที่เป็นวัยอยากรู้อยากลอง รูปแบบของยาเสพติดมีหลายชนิดเช่น ยาบ้า ยาอี กาว กล้วยา เฮโรอีน และอื่นๆ ผู้ที่ติดยาเสพติดมีแนวโน้มจะทำการรุนแรงและเป็นอันตรายต่อคนในสังคมมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการก่อความสงบ ลักทรัพย์ ปล้นชิงทรัพย์ ล้วงละเมิดทางเพศ และก่ออาชญากรรม ปัจจุบันรัฐบาลได้มีการปราบปรามการค้ายาเสพติดและนำผู้เสพเข้ารับการบำบัดฟื้นฟูสภาพร่างกายและจิตใจ แต่ปัญหานี้ก็ยังไม่หมดไปและพร้อมที่จะกลับมาปะทุรุนแรงได้อีก อีกปัญหาหนึ่งที่นับวันจะมีความรุนแรงมากขึ้นก็คือการทำแท้ง ซึ่งการทำแท้งถือว่าการขัดต่อศีลธรรม จริยธรรม และกฎหมายอาญาของประเทศไทย ปัจจุบันมีการลักลอบทำแท้งผิดกฎหมายเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงคุณค่าชีวิตของสังคมไทย ดังนั้นจึงควรหาทางป้องกันและแก้ไขในเรื่องนี้เพื่อไม่ให้ปัญหารุกลามไปมากกว่านี้

5. การเพิ่มภาวะเลี้ยงดู

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ช่วยลดอัตราการตายของทารกและทำให้คนมีอายุยืนยาวมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีประชากรที่อยู่ในวัยเจริญเติบโต (อายุต่ำกว่า

15 ปี) และผู้สูงอายุเป็นจำนวนมาก ทำให้ประชากรในวัยทำงานต้องแบกรับภาระเลี้ยงดูเด็ก เยาวชนที่ไม่ได้ทำงาน ผู้ไม่มีงานทำ และผู้สูงอายุเป็นจำนวนมาก รายได้ส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดของประชากรที่มีงานทำถูกนำมาใช้ในการดูแลประชากรในกลุ่มนี้ อันเป็นผลทำให้เงินเก็บออมและเงินที่ต้องใช้ในการลงทุนหมดไปกับการบริโภค ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อพัฒนาประเทศในระยะยาว

6. ความเหลื่อมล้ำไม่เท่าเทียมกันในสังคม

การพัฒนาเทคโนโลยีมีผลทำให้มีการใช้ระดับเทคโนโลยีของเครื่องมือมาเป็นตัววัดมาตรฐานชีวิตของคนในสังคม ซึ่งทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำทั้งในระดับบุคคลและชุมชน ปัญหาความเหลื่อมล้ำทางสังคม จะเห็นได้จากสภาพความยากจน ความขาดแคลน ความด้อยคุณภาพชีวิต ความด้อยโอกาสในการครอบครองและใช้เทคโนโลยี ปัญหาเหล่านี้มีผลต่อการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านสังคมและเศรษฐกิจ และทำให้เกิดสังคมคู่เปรียบเทียบเช่น สังคมเทคโนโลยีชั้นสูงกับสังคมด้อยเทคโนโลยี สังคมข่าวสารกับสังคมด้อยข่าวสาร สังคมอุตสาหกรรมกับสังคมเกษตรกรรม สังคมร่ำรวยกับสังคมยากจน คนมีการศึกษาและคนไร้การศึกษา โลกยุคโลกาภิวัตน์ในปัจจุบันได้ก่อให้เกิดการไหลของเทคโนโลยี โดยผู้ที่มีพลังทางเศรษฐกิจจึงจะสามารถครอบครองเทคโนโลยี โดยคนกลุ่มนี้เป็นผู้ที่มีความรู้และมีความได้เปรียบทางเศรษฐกิจ บุคคลที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับเทคโนโลยีจะสูญเสียโอกาสในหลายด้านเช่น รายได้ การแสวงหาความรู้ และจะเกิดความไม่มั่นคงในชีวิต การงาน ซึ่งภาวะเช่นนี้เห็นได้ชัดเมื่อระบบคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้ในหน่วยงานต่างๆ

7. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสังคม

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนา โดยแต่ละประเทศมักมุ่งเน้นการเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสังคม แต่เดิมผู้คนในสังคมไทยเป็นผู้ที่มีน้ำใจไมตรี โอบอ้อมอารีช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แบ่งปันกันอยู่กันกิน ชอบอิสระ และไม่ชอบการใช้อำนาจ อีกทั้งครอบครัวของคนไทยในอดีตเป็นครอบครัวที่อบอุ่นมากโดยมักประกอบด้วยปู่ ย่า ตา ยาย ปิตา มารดา บุตร หลาน และเครือญาติ ต่อมาประเทศไทยมีการพัฒนาเศรษฐกิจโดยได้รับแนวคิดและแนวปฏิบัติมาจากชาติทางตะวันตก ทำให้โครงสร้างของสถาบันครอบครัวเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยครอบครัวมีขนาดเล็กลงซึ่งมักประกอบด้วยบิดามารดาและบุตร ผู้สูงอายุมักถูกทอดทิ้งให้อยู่อย่างโดดเดี่ยวไร้ลูกหลานคอยดูแลและเจือจุน อีกทั้งไร้ความช่วยเหลือจากภาครัฐ ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ที่คนในสังคมเคยมีให้กันค่อยๆ ลดลง สิ่งที่เกิดขึ้นเหล่านี้มีผลต่อคุณภาพชีวิตของคนไทย อีกทั้งวิถีชีวิตเปลี่ยนจากสังคมเกษตรซึ่งมีถิ่นอาศัยอยู่ในชนบทไปเป็นสังคมอุตสาหกรรมใช้ชีวิตอยู่ในเมือง ผู้มีฐานะร่ำรวยได้รับการยกย่องนับถือจากคนในสังคม ดังนั้นจึงมีการมุ่งแสวงหารายได้เป็นหลัก การดิ้นรนแข่งกันรวยทำให้เกิดความขัดแย้ง การไม่ซื่อสัตย์ต่อการปฏิบัติหน้าที่ การแพร่กระจายของยาเสพติด และการก่ออาชญากรรม สภาพสังคมที่มีความคุ้นเคยแบ่งปันกันกินแบ่งปันกันใช้เริ่มสลายไป เอกลักษณ์อันดีงามของสังคมไทยถูกทำลายลง ผลกระทบที่ตามมาก็คือเกิดช่องว่างระหว่างคนรวยและคนจนมากขึ้นทุกขณะ

8. ผลกระทบจากเทคโนโลยีสารสนเทศต่อสังคม

ความก้าวหน้าจากการพัฒนาเทคโนโลยีทำให้เกิดการประดิษฐ์เครื่องมือ คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน จนกระทั่งกลายมาเป็นยุคของข้อมูลข่าวสาร การเรียนรู้ของมนุษย์แตกต่างไปจากในอดีตมาก โดยสามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็วโดยผ่านทางเทคโนโลยีสารสนเทศ สิ่งที่มาตามมาก็คือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากทางด้านการศึกษาศรษฐกิจ การเมือง และสังคม โดยผลกระทบทางสังคมที่เกิดจากเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัยมีหลายประการเช่น

8.1 สื่อที่ไม่เหมาะสมสามารถผ่านไปยังเด็กและเยาวชนได้อย่างง่ายดาย ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากมากที่เด็กและเยาวชนจะพิจารณาได้ว่าสิ่งที่ได้รับมามีเหมาะสมต่อตนเองหรือไม่

8.2 การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อการสื่อสารที่ไร้สาระ การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นระยะเวลานาน อาจทำให้เกิดอาการปวดศีรษะและความจำอาจเสื่อมได้ ซึ่งเกิดจากคลื่นความร้อนจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยขณะใช้เครื่องโทรศัพท์จะอยู่ใกล้บริเวณสมองมาก ซึ่งกำลังส่งของเครื่องและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอาจมีผลกระทบต่อสมองได้ การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่นานกว่า 15 นาที อาจทำให้อุณหภูมิของเลือดและเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นได้ แพทย์แนะนำว่าผู้ชายไม่ควรเหน็บโทรศัพท์เคลื่อนที่ไว้ที่เอวซึ่งใกล้กับกระดูเชิงกราน โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอาจส่งผลกระทบต่อไขกระดูกและอวัยวะของเพศชายได้ นอกจากนี้การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ยังทำให้เกิดความสับสนในการก่ออาชญากรรมเช่น ผู้ก่อความไม่สงบในเขต 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ได้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นอุปกรณ์สำหรับจุดชนวนระเบิด

8.3 การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อยั่วยุทางเพศ ได้มีการนำภาพหญิงสาวมาตัดต่อเพื่อทำเป็นภาพเปลือย มีการเสนอขายบริการทางเพศผ่านทางอินเทอร์เน็ต และมีการล่อลวงเพื่อล่วงละเมิดทางเพศโดยผ่านทางสารสนเทศออนไลน์ ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจรุกรามกลายเป็นปัญหาอาชญากรรมได้

8.4 การแอบถ่ายภาพ ได้มีการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่หรืออุปกรณ์ถ่ายภาพที่ทันสมัยแอบถ่ายภาพส่วนตัวของผู้อื่น ทำให้ผู้ถูกแอบถ่ายภาพได้รับความอับอายและเสื่อมเสียชื่อเสียง หรืออาจใช้ภาพถ่ายเพื่อการขู่กรรโชกทรัพย์

9. การพัฒนาสังคมไทย

รัฐบาลได้มีมาตรการเพื่อจัดระเบียบสังคมหลายอย่างเช่น การปฏิรูปการเมือง การปฏิรูปการศึกษา การให้สวัสดิการสังคม (เช่น โครงการ 30 รักษาทุกโรค บัตรทอง และเงินชดเชยประกันสังคม) การทำสงครามกับยาเสพติด การปราบคอร์รัปชัน และการปราบปรามผู้มีอิทธิพล ซึ่งมาตรการเหล่านี้ช่วยทำให้คุณภาพชีวิตของคนไทยดีขึ้นถ้ามีการปฏิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้เกิดผลผลิตและบริการต่างๆ ซึ่งมีกระทบผลต่อสังคมผู้บริโภคโดยตรง องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีอยู่ในสังคมไทยยังนับว่าเป็นส่วนที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีอยู่ในโลกนี้ ซึ่งก่อนนำเอาองค์ความรู้เหล่านี้มาใช้จะต้องมีการปรับแต่งให้เหมาะสมกับความต้องการและเข้ากันได้กับลักษณะเฉพาะของแต่ละท้องถิ่นเสียก่อน

ผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อเศรษฐกิจ

ประเทศไทยใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติติดต่อกันมาแล้วหลายฉบับ แต่ก็ยังไม่สามารถพัฒนาประเทศให้บรรลุผลสำเร็จตามที่มุ่งหวังได้ ที่ผ่านมาการพัฒนาประเทศเน้นหนักด้านการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างขาดการอนุรักษ์ ส่งผลทำให้คุณภาพชีวิตของประชาชนเปลี่ยนแปลงเช่น เกิดการว่างงาน มีการเคลื่อนย้ายแรงงานจากชนบทเข้าสู่เมือง การกระจายรายได้กระจุกตัวอยู่ในเขตเมืองเป็นส่วนใหญ่ แต่เดิมประเทศไทยมีรายได้หลักจากการเกษตรซึ่งมีความไม่แน่นอนค่อนข้างสูง เนื่องจากต้องอาศัยน้ำฝนและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการทำการเกษตร อีกทั้งระบบตลาดสินค้าเกษตรมีความผันผวนและควบคุมได้ยาก ต่อมาได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตและเปลี่ยนแปลงผลผลิตทางการเกษตรให้เป็นสินค้าอุตสาหกรรมทำให้เกิดรายได้มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็พบว่ามีผลกระทบเกิดขึ้นตามมา ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนเพื่อให้เศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยดีขึ้น

ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 ได้มีแนวทางในการพัฒนาประเทศโดยยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งเป็นปรัชญาในการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับชุมชนจนถึงระดับรัฐ โดยการพัฒนาและบริหารประเทศให้ดำเนินไปในทางสายกลางเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจให้ก้าวทันต่อโลกยุคโลกาภิวัตน์ ซึ่งความพอเพียงหมายถึงความพอประมาณความมีเหตุผลรวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันที่ดีต่อผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายใน ทั้งนี้จะต้องอาศัยความรู้ความรอบคอบและความระมัดระวังอย่างยิ่งในการนำวิชาการต่างๆ มาใช้ในการวางแผนและดำเนินการทุกขั้นตอน ขณะเดียวกันจะต้องเสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ้าหน้าที่ของรัฐ นักทฤษฎีและนักธุรกิจในทุกระดับ ให้มีสำนึกในคุณธรรมความซื่อสัตย์สุจริต และให้มีความรอบรู้ที่เหมาะสม ดำเนินชีวิตด้วยความอดทน ความเพียร มีสติปัญญา และความรอบคอบเพื่อให้เกิดความสมดุลและพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและกว้างขวางทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมจากโลกภายนอก ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ถูกนำมาใช้เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยในหลายด้านเช่น

1. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

ที่ผ่านมาการพัฒนาเศรษฐกิจได้มุ่งเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเช่น การคมนาคมขนส่ง การสื่อสาร พลังงาน การประปา การชลประทาน และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อรองรับการเติบโตทางเศรษฐกิจในด้านต่างๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ให้เกิดเป็นรูปธรรม

2. การเพิ่มผลผลิตและรายได้

ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตในหลายสาขาเช่น ด้านอุตสาหกรรมของเด็กเล่น เฟอร์นิเจอร์ ปีโตรเลียม ผลิตภัณฑ์พลาสติก เครื่องหนัง คอมพิวเตอร์ เครื่องมือ

สื่อสารโทรคมนาคม และอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น สำหรับด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรได้มีการนำเอาวิทยาการทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช สัตว์ และจุลินทรีย์เพื่อให้ได้ผลผลิตตรงตามที่ต้องการ และได้้นำเอาผลผลิตทางการเกษตร (เช่น มันสำปะหลังและกากน้ำตาล) มาผลิตเป็นแอลกอฮอล์เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง

3. การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางเศรษฐกิจ

แนวโน้มของรูปแบบการประกอบอาชีพทั้งในปัจจุบันและในอนาคตจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยแรงงานจากภาคเกษตรกรรมจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ ดังนั้นความต้องการใช้แรงงานคนจึงลดลง และประกอบกับการมีพื้นที่ทำกินลดลง มีผลทำให้ประชากรวัยแรงงานหันมาใช้แรงงานในเขตเมืองซึ่งเป็นแหล่งอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาชนบท เพราะจะมีการกระจุกตัวอยู่เฉพาะในเขตเมือง ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและแรงผลักดันจากภายนอกประเทศ (เช่น การขยายการลงทุนจากต่างประเทศ และการรับวิทยาการและเทคโนโลยีจากต่างประเทศ) ส่งผลทำให้โครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งแต่เดิมรายได้ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมาจากภาคเกษตรกรรม แต่ในช่วงสองถึงสามทศวรรษที่ผ่านมารายได้ของประเทศไทยส่วนใหญ่มาจากภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ และมีแนวโน้มที่จะเป็นเช่นนี้ต่อไป ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมทรัพยากรมนุษย์เพื่อเข้าสู่เศรษฐกิจแบบสังคมอุตสาหกรรม

ประเทศไทยมีทางเลือกในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าอยู่ 2 แนวทางได้แก่ การพัฒนาเพื่อไปเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่หรือนิกส์ (NIC : Newly Industrialized Country) เหมือนกับประเทศเกาหลีใต้ ไต้หวัน ฮองกง และสิงคโปร์ แต่เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทยมีปริมาณจำกัดและเหลืออยู่น้อย ซึ่งทำให้จำเป็นต้องพึ่งพาทรัพยากรจากต่างประเทศ จึงมีเสียงวิพากษ์วิจารณ์กันมากกว่าประเทศไทยไม่ควรที่จะพัฒนาไปในแนวทางนี้ ประเทศไทยตั้งอยู่ในชัยภูมิที่เหมาะสมแก่การทำเกษตรกรรม กล่าวคือไม่ค่อยมีพายุที่รุนแรงพัดผ่าน มีดินและน้ำอุดมสมบูรณ์ อีกทั้งคนไทยมีจิตใจอบอุ่นอารีมีมิตรไมตรีแก่ผู้มาเยือน ซึ่งสามารถต้อนรับและสร้างความประทับใจให้แก่ชาวต่างชาติผู้มาเยือนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงควรใช้เกษตรกรรมและการให้บริการมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศหรือที่เรียกว่า “แนค” (NAC : Newly Industrialized Agriculture and Service Country) มากกว่าที่จะพัฒนาประเทศโดยใช้อุตสาหกรรมเพียงอย่างเดียว

4. การเปลี่ยนแปลงโอกาสทางเศรษฐกิจ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงอาชีพและรายได้ ในอดีตสังคมไทยเป็นสังคมเกษตรกรรมผู้คนมีชีวิตความเป็นอยู่อย่างเรียบง่าย พืชพรรณธัญญาหารส่วนใหญ่ได้มาจากธรรมชาติหรือเพาะปลูกได้เอง จึงทำให้มีค่าใช้จ่ายในการดำรงชีพต่ำ แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีทำให้ชีวิตความเป็นอยู่และอาชีพของคนในสังคมไทยเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก โดยมักนิยมทำงานในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ ส่วนผู้ที่อยู่ในภาคเกษตรกรรมต้องพึ่งพาเทคโนโลยีในการผลิต ซึ่งทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น

สิ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบต่ออาชีพของประชาชน ซึ่งแต่เดิมเน้นการใช้แรงงานเปลี่ยนไปสู่การใช้ความสามารถทางสมองมากขึ้น คนที่ทำงานโดยใช้สมองหรือมีความสามารถในการเชิงเทคโนโลยีจะมีรายได้สูง จากการพัฒนาประเทศไทยที่ผ่านมาพบว่าทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจของคนในสังคมเพิ่มมากขึ้น เสมือนว่าเทคโนโลยีมีส่วนทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำของโอกาสทางเศรษฐกิจ เป็นที่เชื่อกันว่ายิ่งพัฒนาเทคโนโลยีมากเท่าใดรายได้และเศรษฐกิจของประเทศก็จะดีขึ้น ดังนั้นประเทศด้อยพัฒนาหรือประเทศกำลังพัฒนาจึงมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น ส่วนประเทศที่พัฒนาแล้วก็ยังพัฒนาเทคโนโลยีของตนยิ่งขึ้นไปอีกเพื่อการได้เปรียบทางเศรษฐกิจ ซึ่งในบางครั้งถึงกับต้องทำการจารกรรมพันธุ์พืชหรือสัตว์ไปจากประเทศกำลังพัฒนา เพื่อนำไปปรับปรุงสายพันธุ์จนได้ลักษณะที่ดี แล้วนำไปจดลิขสิทธิ์เป็นทรัพย์สินทางปัญญา จากนั้นนำมาเป็นสินค้าขายให้แก่ประเทศกำลังพัฒนา ทำให้ประเทศกำลังพัฒนาต้องสูญเสียโอกาสในทุกๆ ด้าน ซึ่งถือได้ว่าเป็นการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ารุกรานประเทศที่ไม่มีทางสู้ ซึ่งในเรื่องนี้ขอยกตัวอย่างข้าวหอมมะลิไทย

ข้าวหอมมะลิไทยหรือที่มีชื่อเรียกทางการค้าว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวเจ้า เมื่อนำมาหุงต้มแล้วจะได้เมล็ดข้าวที่อ่อนนุ่มมีกลิ่นหอม ข้าวพันธุ์นี้ทนทานต่อโรคและแมลง ทนต่อสภาพแห้งแล้ง ทนต่อดินเปรี้ยวและดินเค็มได้ดี ด้วยคุณสมบัติที่ดีเหล่านี้ข้าวหอมมะลิจึงได้รับความนิยมแพร่หลายในตลาดการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งในแต่ละปีสร้างรายได้จำนวนมากให้แก่ประเทศไทย ได้มีผู้พยายามนำพันธุ์ข้าวหอมมะลิของไทยไปปรับปรุงพันธุ์เพื่อประโยชน์ในการเพาะปลูก โดยมีรายงานว่านายคริส เดเรน (Chris Deren) นักวิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชจากกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา ได้ประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตในลักษณะเดียวกับข้าวหอมมะลิของไทย และจะนำไปปลูกแทนข้าวเจ้าพันธุ์อื่นๆ ที่มีอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยนายคริส เดเรน อ้างว่าได้นำข้าวหอมมะลิไทยมาจากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI ซึ่งตั้งอยู่ที่ประเทศฟิลิปปินส์) แต่เมื่อได้มีการสืบค้นไปที่สถาบันแห่งนี้กลับไม่พบหลักฐานว่าสถาบันแห่งนี้ได้มีการขอพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 ไปจากประเทศไทย จึงสันนิษฐานได้ว่านายคริส เดเรน ได้ลักลอบหรือจารกรรมพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105 ไปจากประเทศไทย ซึ่งก่อนหน้านี้จะมีโครงการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ข้าวนี้ นายคริส เดเรน ได้เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทย และคาดว่าตอนขากลับคงนำข้าวเปลือกหอมมะลิออกไปจากประเทศไทยเพื่อไปทำการพัฒนาสายพันธุ์ ซึ่งการพัฒนาพันธุ์ข้าวทำได้โดยนำเมล็ดข้าวหอมมะลิเดิมมาฉายด้วยรังสีแกมมา เพื่อทำให้เกิดการผ่าเหล่าและได้ข้าวหอมมะลิที่กลายพันธุ์ จากนั้นนำไปผสมข้ามกับข้าวพันธุ์อื่น จนกระทั่งได้ข้าวพันธุ์ใหม่ที่ออกรวงได้เร็วกว่าข้าวหอมมะลิพันธุ์เดิม และสามารถปลูกได้ในสภาพภูมิประเทศของสหรัฐอเมริกา ซึ่งถ้าประเทศสหรัฐอเมริกาประสบความสำเร็จในการปลูกข้าวพันธุ์ใหม่นี้ ก็จะกลายเป็นคู่แข่งทางการค้าข้าวที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยจะได้รับผลกระทบอย่างมาก (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2545)

ผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อการเมือง

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสารหลายรูปแบบเช่น โทรศัพท์และการสื่อสารผ่านดาวเทียมทำให้มนุษย์สามารถติดต่อกันได้สะดวกรวดเร็วและกว้างไกล ผู้นำทางการเมืองทั่วโลกสามารถติดต่อกันได้

อย่างรวดเร็วและลดขั้นตอนทางการทูต ทำให้เกิดความเข้าใจอันดีต่อกันได้อย่างรวดเร็วอันนำไปสู่การสร้างสันติภาพ ขณะเดียวกันประชาชนที่อยู่ในภูมิภาคต่างๆ ก็สามารถรับทราบความเคลื่อนไหวของเหตุการณ์บ้านเมืองได้ทันทั่วทั้งที่ และสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการตัดสินใจในด้านการลงทุนหรือการดำเนินชีวิตได้ ซึ่งนับว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อให้เกิดผลดีทางการเมือง แต่ในขณะเดียวกันก็เกิดผลเสียหลายประการเช่น นักการเมืองบางคนฉวยโอกาสอภิปรายเพื่อหาเสียงในการประชุมรัฐสภาที่มีการถ่ายทอดออกอากาศทางวิทยุหรือโทรทัศน์ ซึ่งสร้างความรำคาญและเบื่อหน่ายให้แก่ประชาชน ทำให้การเมืองเป็นเรื่องน่าเบื่อหน่ายและทำให้เกิดความสับสนเข้าใจผิดได้ การใช้เทคโนโลยีในการแอบฟังข้อมูลหรือข่าวสารของนักการเมืองฝ่ายตรงข้าม ซึ่งเป็นการละเมิดสิทธิหรือเสรีภาพขั้นพื้นฐานของบุคคลได้อย่างเช่น คดีวอเตอร์เกต การเปิดเผยข่าวสารและข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างภาพหรือเสียงหรือการตัดต่อรูปเพื่อทำให้ได้เปรียบในทางการเมือง การได้รับข่าวสารหรือข้อมูลเท็จจากแหล่งข่าว และการรบกวนหรือสอดแทรกคลื่นสัญญาณ

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังคงมีผลต่อการเมืองระหว่างประเทศอย่างมาก แม้ว่าจะหมดยุคสงครามเย็นไปแล้วก็ตาม โดยประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะพยายามแสวงหาวิธีการคุ้มครองลิขสิทธิ์ของคนในประเทศตน ดังนั้นรัฐบาลของประเทศที่มีความเจริญทางเทคโนโลยีจึงมักจะเสนอเงื่อนไขต่างๆ ให้แก่รัฐบาลของประเทศที่มีความต้องการทางเทคโนโลยีเช่น ออกกฎหมายคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา หรือคุ้มครองผลิตภัณฑ์บางประเภทเช่น ยา เมล็ดพันธุ์พืช และคำสั่งคอมพิวเตอร์ (software) ซึ่งข้อเสนอเหล่านี้มักเกิดขึ้นพร้อมๆ กับมาตรการทางการค้าระหว่างประเทศ จนในบางครั้งทำให้รัฐบาลของประเทศที่ด้อยทางเทคโนโลยีขาดเสถียรภาพ ในกรณีของความต้องการพลังงานได้กลายเป็นข้อพิพาททางการเมืองมาแล้วหลายครั้ง โดยประเทศในกลุ่มโอเปกสามารถกำหนดปริมาณการผลิตน้ำมันได้เอง ซึ่งทำให้สามารถกำหนดราคาน้ำมันได้ การทดลองและพัฒนาอาวุธนิวเคลียร์ การขนส่งสารเคมีหรือกากของเสียนิวเคลียร์ และการล่าปลาวาฬ ก็ทำให้เกิดข้อพิพาททางการเมืองขึ้นได้ ซึ่งการกระทำเหล่านี้มักจะถูกกลุ่ม NGO's ระหว่างประเทศ (เช่น กลุ่มกรีนพีซ) ออกมาต่อต้านอยู่เป็นประจำ ในปัจจุบันการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้ถูกนำมาเป็นมาตรการกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศเช่น ระบบ ISO 14000 ซึ่งว่าด้วยระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมในองค์กร โดยพิจารณาตั้งแต่แหล่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง ไปจนกระทั่งถึงการจำหน่ายหรือบริการ โดยจะต้องไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือต้องควบคุมเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อวัฒนธรรม

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้การเดินทางติดต่อกันและแลกเปลี่ยนข้อมูลสื่อสารกันได้ง่าย ประชาชนในซีกโลกตะวันออกสามารถรับทราบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในซีกโลกตะวันตกได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้เกิดการหลั่งไหลของวัฒนธรรมและวิถีการดำเนินชีวิตของชาติตะวันตกเข้าสู่ประเทศทางตะวันออกได้อย่างสะดวก ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมหลายประการเช่น

1. ที่อยู่อาศัย

บ้านที่อยู่อาศัยในประเทศไทยซึ่งอยู่เขตร้อน มีหลังคาสูง มีช่องลม ประตูและหน้าต่างเจาะเปิดให้ตรงกันเพื่อให้ระบายอากาศได้ดี ส่วนบ้านที่อยู่ในพื้นที่ราบลุ่มมีได้ทุนสูง มีกันสาดยาวเพื่อป้องกันน้ำฝนและแสงแดด แต่จากการรับวัฒนธรรมของซีกโลกตะวันตกผ่านทางสื่อต่างๆ ทำให้บ้านเรือนในปัจจุบันมีรูปทรงเป็นแบบตะวันตกคือ มีลักษณะคล้ายกล่อง ไม่มีกันสาด และระบายอากาศได้ไม่ดี รับแสงสว่างได้ไม่เพียงพอจึงต้องใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าและใช้เครื่องปรับอากาศ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก

2. การแต่งกาย

แต่เดิมการแต่งกายของผู้คนในสังคมไทยใช้ผ้าพื้นเมือง ซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านเมื่อสวมใส่จะไม่ค่อยร้อน หลังจากทีวัฒนธรรมตะวันตกได้เข้ามามีอิทธิพลในสังคมไทยรูปแบบการแต่งกายและเนื้อผ้าที่ใช้ได้เปลี่ยนแปลงไป ผู้คนนิยมสวมใส่เสื้อผ้าที่ทำมาจากใยสังเคราะห์ และรูปแบบเป็นไปตามกระแสแฟชั่นของซีกโลกตะวันตกเช่น การใส่เสื้อสูท (ซึ่งเหมาะกับเขตอากาศหนาว) หรือการแต่งกายเลียนแบบนักแสดงอาชีพ โดยสวมใส่เสื้อฝ้ายน้อยชิ้นเพื่อต้องการให้เห็นบางส่วนของร่างกาย ซึ่งไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมต่อวัฒนธรรมของไทย อีกทั้งยังอาจนำไปสู่การล่วงละเมิดทางเพศ และอาจก่อให้เกิดปัญหาอาชญากรรมตามมา ดังจะเห็นได้จากการที่มีปัญหาอาชญากรรมทางเพศเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในสังคมไทย

3. การท่องเที่ยว

วิถีชีวิตและวัฒนธรรมการท่องเที่ยวของคนไทยเปลี่ยนแปลงไป โดยแต่เดิมคนไทยไม่นิยมเดินทางไกล แต่เมื่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ถูกนำมาใช้เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเดินทางและการรับรู้ข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว ทำให้คนไทยมีความต้องการท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้น มีทั้งรูปแบบที่ไปกับบริษัทท่องเที่ยวหรือขับรถยนต์ไปเอง ซึ่งมีทั้งการท่องเที่ยวตามสถานที่ธรรมชาติ การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ทิวไร่ การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม รวมทั้งมีกิจกรรมในการท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้นเช่น การไถ่หน้าผา การดำน้ำ และการพายเรือซัค เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีคนไทยจำนวนมากนิยมเดินทางไปท่องเที่ยวยังต่างประเทศและมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกปี

4. วิถีชีวิต

วิถีชีวิตของชาวนาไทยได้เปลี่ยนแปลงจากการใช้แรงงานสัตว์เช่น วัวและควายในการทำมาเป็นการใช้เครื่องจักรเช่น รถไถและเครื่องสีข้าว มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น สังคมไทยแต่เดิมมีวัฒนธรรมการช่วยเหลือกันหรือแลกเปลี่ยนแรงงานที่เรียกว่า “ลงแขกหรือเอาแรง” ระหว่างเพื่อนบ้านในแต่ละหมู่บ้านหรือระหว่างหมู่บ้านใกล้เคียงมาเป็นการขายแรงงานโดยคิดเป็นค่าจ้างจากการใช้แรงงาน ซึ่งทำให้มีผลกระทบต่อความสัมพันธ์ทั้งในระดับเครือญาติและเพื่อนบ้าน นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยียังทำให้ต้นทุนการผลิตทางการเกษตรสูงขึ้น เป็นเหตุทำให้ต้องมีการกู้หนี้ยืมสินเพื่อซื้อเครื่องจักรในการผลิต สังคมจึงถูกครอบงำด้วย

อำนาจของเงินตรา ก่อให้เกิดการเอาเปรียบกัน มีการโจรกรรมทรัพย์สินเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และผู้คนในสังคมขาดความเอื้ออาทรต่อกัน (ยศ สันตสมบัติ, 2540)

ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสิ่งแวดล้อม

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ส่งผลกระทบอย่างรุนแรง จนทำให้มีการร่วมกันเรียกร้องให้แต่ละประเทศบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนไปสู่รุ่นลูกหลาน กิจกรรมของมนุษย์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมอยู่เสมอ เนื่องจากมนุษย์เป็นผู้ปรับสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับตนเอง แต่ไม่ได้มุ่งปรับตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม จึงก่อให้เกิดปัญหาขึ้นมา พ.ศ. 2543 เป็นช่วงเวลาแห่งการสิ้นสุดศตวรรษที่ 20 การก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ยังไม่มีสัญญาณที่สื่อให้เห็นว่าสถานการณ์สิ่งแวดล้อมของโลกโดยรวมจะดีขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีโครงการแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นหลายโครงการก็ตาม แต่กลับทำให้ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมมีความซับซ้อนและมีความยุ่งยากในการแก้ไขมากยิ่งขึ้น ทั้งๆ ที่แต่ละโครงการได้มีการทำรายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรืออีไอเอ (EIA) ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหลายด้านดังนี้

1. ดิน น้ำและป่าไม้

ป่าไม้มีหน้าที่ดูดซับน้ำ ใบไม้ที่ร่วงทับถมบนพื้นดินจะถูกย่อยสลายกลายเป็นฮิวมัสและกลายเป็นปุ๋ยให้แก่ต้นไม้ ฮิวมัสยังช่วยดูดซับน้ำอันเปรียบได้กับฟองน้ำก้อนใหญ่ขนาดมหึมา ซึ่งทำให้น้ำรวมตัวกันแล้วไหลกลายเป็นต้นน้ำลำธารและแม่น้ำ ความเจริญทางวิทยาศาสตร์ทำให้ประชากรมนุษย์เพิ่มจำนวนมากขึ้น และสาเหตุทำให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อขยายพื้นที่ทำการเกษตรและเพื่อที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำลายป่าบนภูเขาซึ่งเป็นต้นน้ำลำธาร ทำให้พื้นที่ป่าและต้นน้ำลำธารลดลง อันนำไปสู่การขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง และป่าต้นน้ำลำธารกลายเป็นป่าเสื่อมโทรม ซึ่งบริเวณป่าเสื่อมโทรมจะมีต้นไม้ขนาดเล็กและกระจายตัวอยู่ห่างกัน ทำให้ขาดฮิวมัสซึ่งเป็นตัวช่วยดูดซับน้ำ ผิวหน้าดินถูกแสงแดดโดยตรงทำให้ผิวดินแห้งขาดความชุ่มชื้น ปัญหาที่เกิดขึ้นกับดิน น้ำและป่ามีหลายประการเช่น

1.1 น้ำท่วมพื้นที่ลุ่มในฤดูฝนและเกิดความแห้งแล้งในฤดูแล้ง เมื่อฝนตกป่าเสื่อมโทรมไม่สามารถดูดซับน้ำเอาไว้ได้ และไม่มีต้นไม้ขนาดใหญ่ขวางกระแสน้ำ ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมในเขตพื้นที่ลุ่มในช่วงฤดูฝน รวมทั้งมีการชะล้างหน้าดินซึ่งเป็นบริเวณที่มีธาตุอาหารของพืชไปด้วย และทำให้เกิดความแห้งแล้งในฤดูแล้ง เนื่องจากป่าไม้ถูกทำลายกลายเป็นป่าเสื่อมโทรม ทำให้มีเนื้อดินและฮิวมัสลดลงซึ่งทำให้ขาดตัวช่วยดูดซับน้ำ

1.2 เกิดมลพิษทางน้ำ ปัจจุบันแหล่งน้ำในประเทศไทยกำลังอยู่ในสภาวะเสื่อมโทรม และมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้นในทุกพื้นที่ของประเทศ ทั้งนี้เนื่องมาจากหลายสาเหตุเช่น ขาดการบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพก่อนระบายลงสู่แม่น้ำลำคลอง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และน้ำใช้ในกิจกรรมประจำวันของประชาชน น้ำเสียเหล่านี้มีสารอินทรีย์ เชื้อโรคและสารพิษปนเปื้อนอยู่ ถ้า

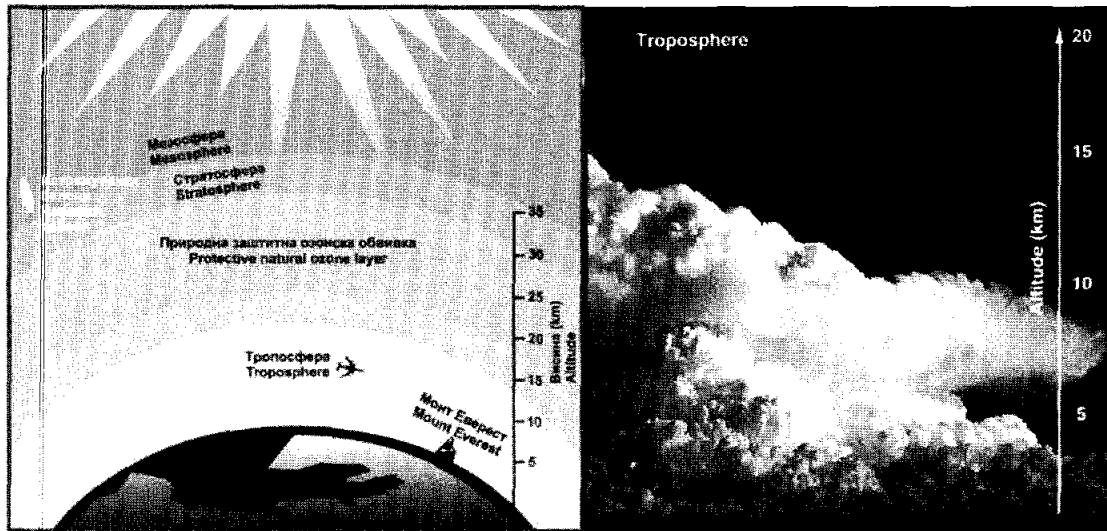
ปราศจากการบำบัดที่ถูกต้องก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจะทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสีย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและมนุษย์ในที่สุด การปล่อยน้ำเสียออกสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติก่อให้เกิดความเสียหายหลายประการเช่น สารมลพิษที่ปะปนอยู่ในน้ำอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่ใช้น้ำสำหรับอุปโภคบริโภคและอาจทำให้เกิดโรคระบาด (เช่น อหิวาตกโรค ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio cholerae*) เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการสร้างระบบกำจัดความสกปรกของน้ำดิบในกระบวนการผลิตน้ำประปา และเสียค่าใช้จ่ายในการทำน้ำให้สะอาดก่อนที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ถ้านำน้ำที่ปนเปื้อนสารมลพิษหรือเชื้อโรคมารดพืชผัก จะทำให้พืชผักปนเปื้อนด้วยเชื้อโรคหรือสารที่เป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์เช่น เชื้ออหิวาตกโรคและเชื้อที่ทำให้เกิดโรคโปลิโอ ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังอย่าใช้น้ำที่ไม่สะอาดมารดผักที่รับประทาน (สุบัญญัติ นิมรัตน์, 2547) สารมลพิษในแหล่งน้ำอาจทำให้ระบบนิเวศในแหล่งน้ำเสื่อมลง และทำให้สัตว์น้ำลดจำนวนลง อีกทั้งยังเกิดการสะสมสารพิษในสัตว์น้ำ เมื่อมนุษย์นำสัตว์น้ำมารับประทานจะได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายไปด้วย

2. ด้านบรรยากาศ

เนื่องจากจำนวนประชากรมนุษย์ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมนุษย์ได้ใช้ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ผลิตปัจจัยในการดำรงชีพและเพื่อความสะดวกสบาย ซึ่งในขบวนการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหลายประการ ในที่นี้ขอยกตัวอย่างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านบรรยากาศของโลกที่สำคัญ 2 ประการได้แก่ ภาวะโลกร้อน (หรือปรากฏการณ์เรือนกระจก) และการทำลายชั้นโอโซน

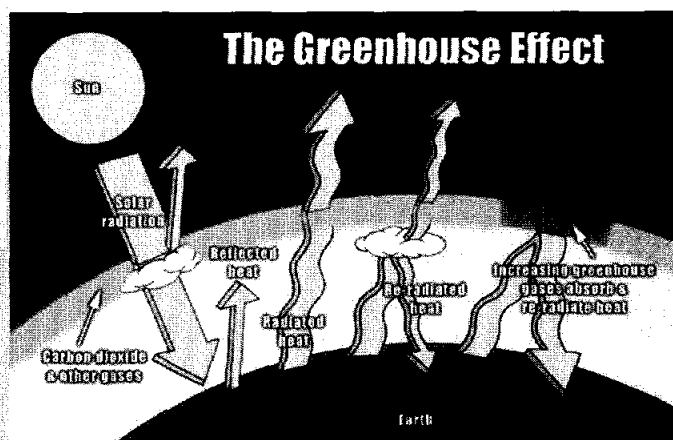
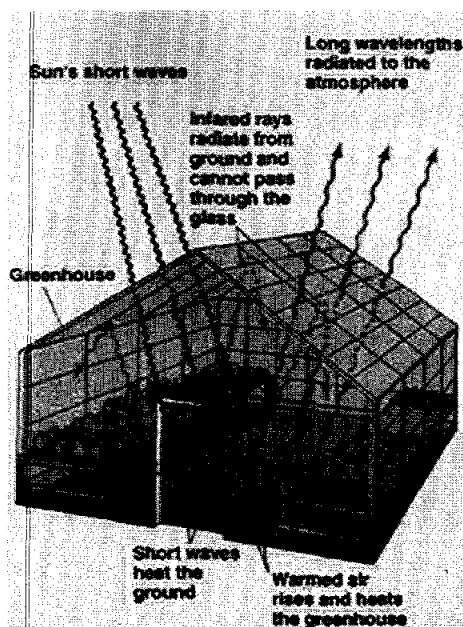
2.1 ปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) เป็นปรากฏการณ์ที่รังสีหรือความร้อนถูกกักเก็บไว้ในบรรยากาศและมีผลทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น โดยปกติภาวะเรือนกระจกเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติอยู่แล้ว แต่มนุษย์ได้ทำให้ปรากฏการณ์นี้เกิดมากขึ้น โดยการเพิ่มปริมาณแก๊สที่มีคุณสมบัติดูดซับความร้อน จึงมีผลทำให้บรรยากาศของโลกร้อนขึ้นกว่าปกติ บรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ (troposphere) ที่อยู่สูงจากพื้นโลกจากระดับน้ำทะเลขึ้นไปประมาณ 5-15 กิโลเมตร (ภาพที่ 6.4) ซึ่งเป็นชั้นบรรยากาศที่อยู่ใกล้ผิวโลกมากที่สุด (Starr, 2000) บรรยากาศชั้นนี้ 99 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยแก๊สไนโตรเจนและออกซิเจน ส่วนที่เหลืออีกราว 1 เปอร์เซ็นต์เป็นไอน้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทน แก๊สชนิดอื่นๆ และฝุ่นละออง ซึ่งไอน้ำและแก๊สชนิดต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของบรรยากาศราว 1 เปอร์เซ็นต์นี้มีผลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตบนโลก (ศิริพรต ผลสินธุ์ และคณะ, ม.ป.ป.) เนื่องจากรังสีจากดวงอาทิตย์ที่แผ่มายังโลกเมื่อกระทบบรรยากาศของโลก รังสีอัลตราไวโอเลตในแสงแดดส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนไว้ในชั้นโอโซน บางส่วนถูกสะท้อนกลับหรือกระจายไปในบรรยากาศโดยอนุภาคต่างๆ อีกส่วนหนึ่งผ่านทะลุมายังผิวโลก รังสีจากดวงอาทิตย์ที่โลกดูดกลืนแล้วสะท้อนกลับไปในรูปของรังสีอินฟราเรด (in fared) หรือความร้อนจะถูกฝุ่นละออง ไอน้ำ และแก๊สชนิดต่างๆ ดูดกลืนไว้บางส่วนจึงทำให้ผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น (Clegg, 2000) ดังนั้นแก๊สชนิดต่างๆ ที่ห่อหุ้มโลกและทำให้โลกอบอุ่นขึ้นทำหน้าที่เหมือนกระจกช่วยดูดซับความร้อน (บุญมี กวินเสกสรรค์, 2549) เรียกแก๊สเหล่านี้ว่าแก๊ส

เรือนกระจก (Greenhouse gas) และเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าปรากฏการณ์เรือนกระจก (ภาพที่ 6.5)



ภาพที่ 6.4 ชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์

ที่มา : (<http://ozoneunit.gov.mk/eng/images/troposfera.jpg>; <http://atschool.eduweb.co.uk/kingworc/departments/geography/nottingham/atmosphere/pages/gfx/troposphere.jpg>)

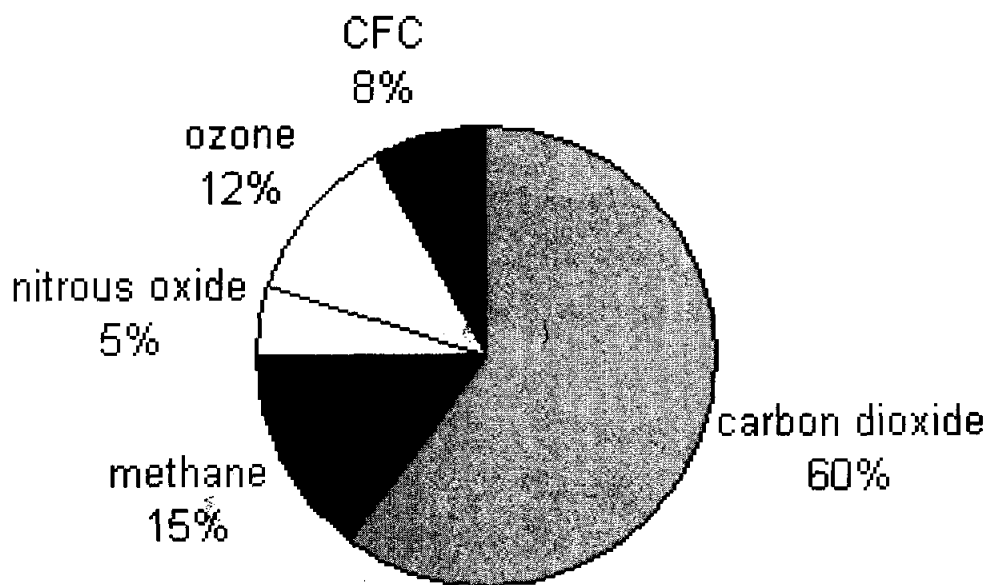


ภาพที่ 6.5 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ที่มา : ([http://www.tpa.or.th/writer/picture/18963_Figure%202%20\(b\).jpg](http://www.tpa.or.th/writer/picture/18963_Figure%202%20(b).jpg);

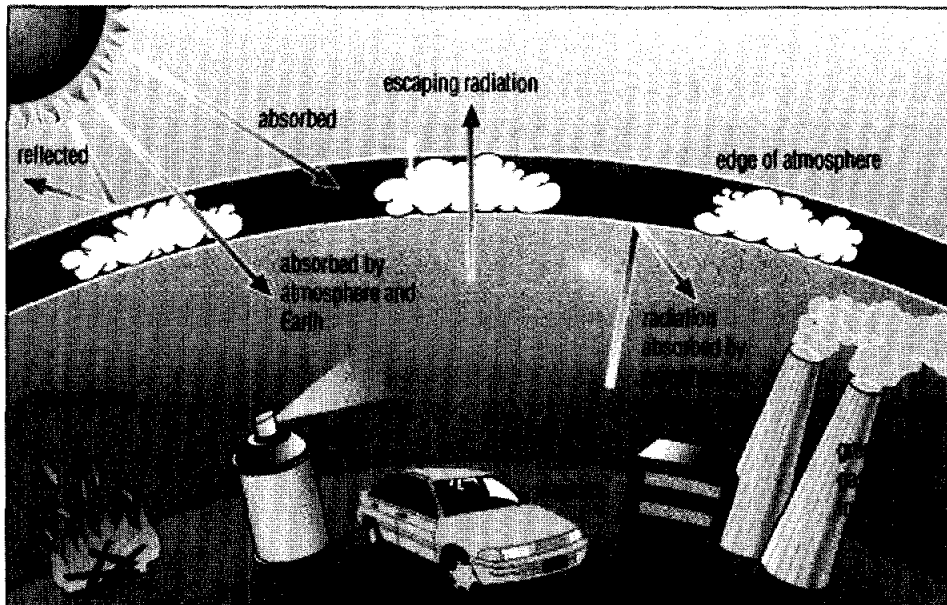
http://www.virtualsciencefair.org/2005/stro5c0/public_html/greenhouse_effect.jpg)

2.1.1 แก๊สเรือนกระจก ที่สำคัญได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (chlorofluorocarbon) มีเทน (methane) ไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide) และโอโซน (ozone) (ภาพที่ 6.6) เมื่อร้อยกว่าปีที่แล้วมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำเกษตรกรรมและการพัฒนาอุตสาหกรรม ซึ่งได้ทำให้ในบรรยากาศมีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นราวร้อยละ 25 ส่วนแก๊สชนิดอื่นๆ ที่เพิ่มขึ้นพร้อมกับการเพิ่มจำนวนประชากรและการเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานและอาหารได้แก่ แก๊สมีเทน ไนตรัสออกไซด์ โอโซน และคลอโรฟลูออโรคาร์บอน ดังนั้นในแต่ละปีบรรยากาศของโลกจะมีแก๊สเหล่านี้เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นที่เชื่อได้ว่าสภาพดินฟ้าอากาศในปัจจุบันเกิดจากการสะสมความร้อนจากรังสีอินฟราเรด เมื่อมีปริมาณแก๊สในบรรยากาศเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้โลกร้อนขึ้นด้วย (ภาพที่ 6.7) ปริมาณแก๊สชนิดต่างๆ เพิ่มขึ้นก็เนื่องมาจากสาเหตุดังนี้



ภาพที่ 6.6 แก๊สเรือนกระจก

ที่มา : (<http://www.lenntech.com/images/contribution.gif>)



ภาพที่ 6.7 กิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก

ที่มา : (<http://media.allrefer.com/s4/l/p0001164-greenhouse-effect.gif>)

1. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดจากการเผาไหม้หรือการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel) เช่น เชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ เครื่องบินโดยสาร และเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม การตัดไม้ทำลายป่าหรือการลดลงของพื้นที่ป่าทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ถูกพืชนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวการสำคัญที่สุดของปรากฏการณ์เรือนกระจก (ภาพที่ 6.8) เนื่องจากเป็นแก๊สที่มีปริมาณมาก

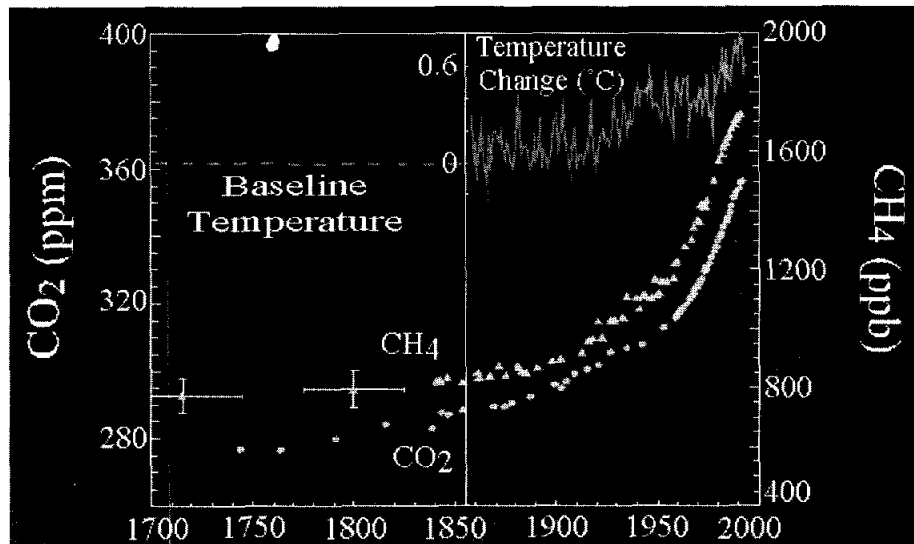
2. คลอโรฟลูออโรคาร์บอน หรือ CFC เป็นแก๊สที่มนุษย์สร้างขึ้นมาในราว ค.ศ. 1930 เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมและเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ เช่น พลาสติก เครื่องทำความเย็น (ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ) ใช้เป็นแก๊สขับเคลื่อนในกระป๋องสเปรย์ และเป็นสารผสมเพื่อทำให้เกิดฟองในการผลิตโฟม สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอนมีอายุในบรรยากาศประมาณ 65-130 ปี และดูดซับความร้อนได้มากกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ถึงหนึ่งหมื่นเท่า จึงทำให้โลกร้อนขึ้น และแก๊สนี้ยังทำให้โอโซนเป็นรูโหว่อีกด้วย

3. แก๊สมีเทน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การใช้แก๊สธรรมชาติ การทำเหมืองถ่านหิน และการเน่าเปื่อยของซากพืช ในนาข้าวซึ่งตอต้นข้าวหรือเศษไม้ใบหญ้าที่จมอยู่ในสภาพน้ำท่วมขังทำให้เกิดแก๊สมีเทน และจากของเสียจากสัตว์เลี้ยงที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้แก๊สมีเทนยังเกิดจากกองขยะ จอมปลวก การขุดเจาะน้ำมันและเขม่าควันจากการเผาป่า (ภาพที่ 6.8 และ 6.9) แก๊สมีเทนมีอายุสั้นเนื่องจากทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่าย เมื่อมีออกซิเจนแก๊สมีเทนจะค่อยๆ ลดปริมาณลง แก๊สมีเทนเก็บความร้อนได้ดีกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เท่า และมีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์

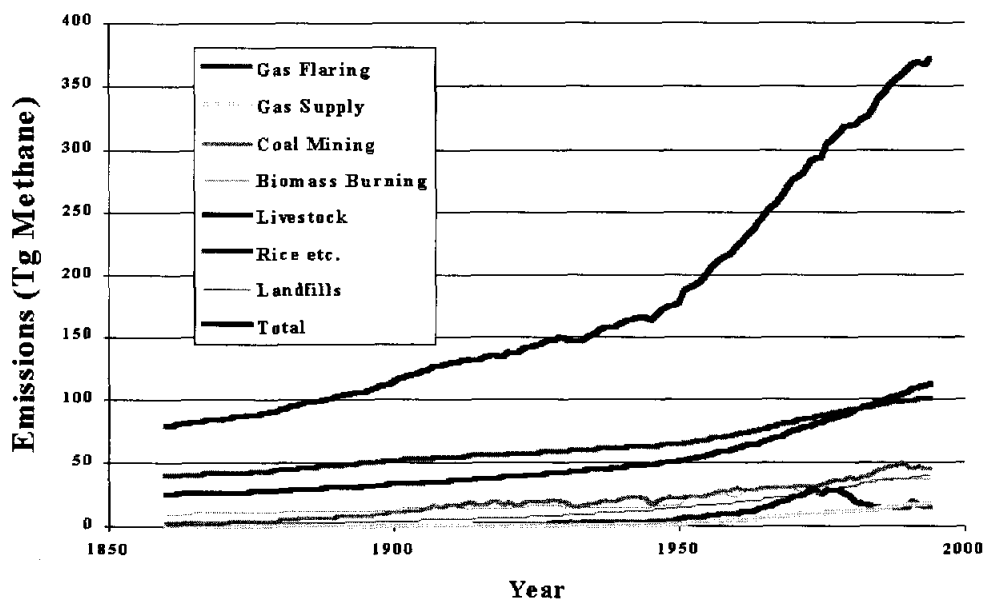
4. แก๊สไนตรัสออกไซด์ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์ผลิตขึ้นโดยเกิดจากการย่อยสลายของ

จุลินทรีย์ในดิน แก๊สไนตรัสออกไซด์เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน การเผาไหม้ซากพืชและเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ และการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหินและน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง แก๊สชนิดนี้ดูดซับความร้อนได้ดีกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 200 เท่า

5. โอโซน เกิดจากปฏิกิริยาเคมีจากแสงแดด (photochemical reaction) และเกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดมลพิษ



ภาพที่ 6.8 การเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แก๊สมีเทน (CH_4) และอุณหภูมิของบรรยากาศ
ที่มา : (http://thermal.gg.utah.edu/talks/gould/Gould_GIFs/Used/Figure_7.GIF)



ภาพที่ 6.9 การปลดปล่อยแก๊สมีเทนออกสู่บรรยากาศของภาคส่วนต่างๆ ในช่วง ค.ศ. 1850-2000

ที่มา : (<http://cdiac.ornl.gov/trends/meth/methane.gif>)

2.1.2 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศก่อให้เกิดผลกระทบอย่างกว้างขวางทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต สามารถจำแนกผลกระทบได้หลายลักษณะได้แก่ แหล่งน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก ผลกระทบต่อระบบนิเวศ (เช่น ระบบนิเวศชายฝั่ง ระบบนิเวศป่าไม้ และระบบนิเวศภูเขา) ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ ผลกระทบต่อการเกษตร และผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

1. แหล่งน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก บริเวณขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้เป็นพื้นที่เก็บสะสมน้ำแข็งปริมาณมหาศาลของโลก ทั้งในรูปชั้นน้ำแข็งบนแผ่นดินและภูเขาน้ำแข็งในมหาสมุทร การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกอย่างรุนแรง โดยทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่ขั้วโลกช่วงปลายศตวรรษที่ 20 เพิ่มขึ้นสูงสุดในรอบ 400 ปี พื้นที่ซึ่งปกคลุมด้วยน้ำแข็งลดลงร้อยละ 10 ตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 1960 ปริมาณน้ำแข็งในมหาสมุทรในฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อนตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 1950 ลดลงประมาณร้อยละ 10 – 15 ความหนาของชั้นน้ำแข็งในมหาสมุทรอาร์กติกช่วงปลายฤดูร้อนและต้นฤดูใบไม้ร่วงลดลงร้อยละ 40 ธารน้ำแข็งไพน์ไอส์แลนด์ (Pine Island Glacier) บริเวณขั้วโลกใต้บางลงถึง 1.6 เมตรต่อปีในช่วงปี พ.ศ.2535– 2542 นอกจากนี้พื้นที่ผิวสีขาวของแผ่นน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกและธารน้ำแข็งยังทำหน้าที่สะท้อนรังสีความร้อนกลับสู่อวกาศได้มาก ซึ่งต่างจากผิวดินที่มีสีเข้มกว่าและดูดซับความร้อนได้มากกว่า ดังนั้นการลดลงของแผ่นน้ำแข็งทำให้ผิวดินถูกเปิดมากขึ้น ซึ่งเป็นการเร่งการเกิดสภาวะโลกร้อนให้เร็วและรุนแรงขึ้น

2. ผลกระทบต่อระบบนิเวศ

(1) ผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้เกิดการละลายของน้ำแข็งที่บริเวณขั้วโลกและธารน้ำแข็งต่างๆ ซึ่งน้ำปริมาณมหาศาลที่ละลายจากน้ำแข็งขั้วโลกทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มว่าระดับน้ำทะเลจะเพิ่มสูงขึ้นราว 1 ฟุตภายในปี พ.ศ.2593 (ค.ศ. 2050) และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อันจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากนี้การที่บรรยากาศโลกร้อนขึ้นจะทำให้ น้ำทะเลอุ่นขึ้นและขยายตัว ซึ่งเร่งให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจะส่งผลให้เกิดน้ำทะเลท่วมขังพื้นที่ลุ่มชายฝั่ง การกัดเซาะชายหาดที่รุนแรงและอุทกภัยยาวนาน และทำให้น้ำเค็มที่ปากแม่น้ำรุกไปไกลขึ้นในแผ่นดิน ป่าชายเลนจะได้รับผลกระทบเนื่องจากถูกน้ำทะเลท่วมทำให้มีพื้นที่ลดลง ซึ่งป่าชายเลนอาจมีการปรับตัวโดยขยับขึ้นไปเติบโตในบริเวณที่สูงขึ้นจากเดิม แต่ทั้งนี้ก็จะถูกจำกัดด้วยสภาพพื้นที่และการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ซึ่งในที่สุดเมื่อมีป่าชายเลนลดลง จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่งอันเป็นแหล่งกำเนิดและอยู่อาศัยของนก ปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตอาหารของมนุษย์ เมืองที่ตั้งอยู่ในแนวชายฝั่งซึ่งอยู่บนระดับความสูงที่ใกล้เคียงหรือต่ำกว่าระดับน้ำทะเลจะได้รับผลกระทบมากกว่าที่อื่นๆ รวมทั้งบริเวณที่เป็นหมู่เกาะซึ่งพื้นที่บางส่วนของโลกจะจมหายไป

(2) ผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าไม้ การเพิ่มสูงขึ้นของอุณหภูมิโลกจะทำให้พันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ กระจายไปเติบโตในลักษณะแนวคิงแบบเลื่อนสูงขึ้นไปหรือต่ำลงมาไปในทิศทางขั้วโลกเนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำกว่า จากการศึกษาพบว่าถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น 2 องศาเซลเซียส พันธุ์ไม้จะเลื่อนพื้นที่ที่เติบโตไปสู่ขั้วโลกมากขึ้นประมาณ 300 กิโลเมตร นอกจากนี้พื้นที่ซึ่งปัจจุบันมีอากาศหนาวเย็นเกินกว่าที่ต้นไม้จะเติบโตได้จะอุ่น

จึงจะสามารถปลูกพืชได้ซึ่งจะทำให้พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของพันธุ์ไม้อาจมีข้อจำกัดโดยวิธีขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด และสภาพดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ ดังนั้นพืชที่มีความสามารถในการปรับตัวน้อยมีโอกาสเสี่ยงที่จะสูญพันธุ์ได้มาก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะส่งผลทำให้ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศป่าไม้ลดน้อยลง ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลต่อการเติบโตของพืช เนื่องจากพืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง และสภาวะดังกล่าวยังช่วยให้พืชใช้น้ำน้อยลงในการเติบโต แต่ผลเสียของอากาศที่ร้อนขึ้น จะทำให้ความชื้นในดินและในอากาศลดลง ส่งผลทำให้เกิดความแห้งแล้งและก่อให้เกิดไฟป่าเพิ่มขึ้น

(3) ผลกระทบต่อระบบนิเวศภูเขา ระบบนิเวศภูเขามีความสำคัญในฐานะของแหล่งทรัพยากรต้นน้ำลำธาร ป่าไม้ และสัตว์ป่า ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อป่าไม้ได้แก่ การรุกรานของพันธุ์ไม้ซึ่งเดิมเติบโตในที่ต่ำไปยังพื้นที่ที่สูงขึ้น เนื่องจากระดับความสูงเดิมมีอากาศร้อนขึ้น อันจะส่งผลให้พันธุ์ไม้ในพื้นที่สูงรวมถึงสัตว์ป่าที่หากินอยู่ในป่าดังกล่าวมีพื้นที่จำกัดในการเติบโตและดำรงชีวิต ในบางประเทศซึ่งมีหิมะปกคลุมยอดเขาในฤดูหนาวเช่น เทือกเขาหิมาลัย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจะส่งผลให้หิมะบนยอดเขาละลายเร็วขึ้นทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำเพิ่มขึ้นในเวลาอันสั้นอย่างรวดเร็วเป็นผลทำให้พื้นที่ลุ่มที่แม่น้ำไหลผ่านเกิดน้ำท่วม แต่เมื่อปริมาณธารน้ำแข็งและหิมะบนเทือกเขาลดลงและละลายหมดไปโดยไม่มีอุณหภูมิที่เย็นพอจะเกิดเป็นหิมะและธารน้ำแข็งบนเทือกเขาได้อีก ท้ายที่สุดจะส่งผลกระทบอย่างรุนแรงจากการที่ไม่มีหิมะและธารน้ำแข็งอันเป็นปริมาณน้ำสะสมของต้นแม่น้ำขนาดใหญ่ จะก่อให้เกิดความแห้งแล้งและส่งผลกระทบอย่างรุนแรงทั้งต่อระบบนิเวศและมนุษย์ ซึ่งปัจจุบันมีการศึกษาการหดหายของธารน้ำแข็ง พบว่าธารน้ำแข็งแห่งหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกามีขนาดลดลงเหลือเพียง 1 ใน 3 จากที่ได้เคยสำรวจในปี พ.ศ. 2393 (ค.ศ.1850) และพบว่าธารน้ำแข็งแห่งนี้จะละลายหมดไปภายในระยะเวลาอีก 30 ปี

(4) ผลกระทบต่อการเกษตร จากการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศต่อผลผลิตทางการเกษตรพบว่า ในพื้นที่เขตร้อนเช่นในทวีปเอเชียซึ่งพืชให้ผลผลิตสูงสุดอยู่แล้วในปัจจุบัน อาจประสบกับปัญหาผลผลิตการเกษตรลดลงประมาณร้อยละ 10-30 เนื่องจากมีความร้อนและความแห้งแล้งสูงขึ้น ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถทำนายได้ว่าพื้นที่ใดจะมีความแห้งแล้งมากขึ้นหรือชุ่มชื้นมากขึ้น อย่างไรก็ตามการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศโลกต่อผลผลิตทางการเกษตรเป็นงานที่ซับซ้อนและมีความสำคัญมากที่สุดงานหนึ่ง เนื่องจากมีปัจจัยต่างๆ เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมากเช่น ชนิดของพืช ระยะเวลาเพาะปลูก การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน การเปลี่ยนแปลงของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ สภาพความแตกต่างของดินและพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางอ้อมของการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศที่อาจมีผลต่อปริมาณผลผลิตได้แก่ การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ซึ่งอาจพบการระบาดของบริเวณที่กว้างขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ซึ่งตามปกติเคยมีอากาศหนาวเย็นเกินกว่าที่จะพบการระบาดของโรคและแมลง

3. ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ อากาศที่ร้อนขึ้นจะเพิ่มโอกาสเสี่ยงและความรุนแรงในการเกิดโรคระบาดหรือการเจ็บป่วย โดยเฉพาะโรคที่มีุงเป็นพาหะเช่น มาลาเรีย ไข้เลือดออก ไข้เหลือง และไข้สมองอักเสบ อากาศที่ร้อนทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและทางน้ำสูงขึ้น ทำให้อาหารเน่าเสียง่ายขึ้น ส่งผลให้มีผู้ป่วยด้วยระบบทางเดินอาหารมากขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ก๊าซโอโซนที่บริเวณระดับต่ำมีความเข้มข้นสูงขึ้น ก๊าซโอโซนที่ระดับนี้เป็นสารมลพิษชนิดหนึ่งมีฤทธิ์ทำลายเนื้อเยื่อปอด ก่อให้เกิดโรคหืดหอบและโรคเกี่ยวกับปอด ผู้ป่วยโรคเกี่ยวกับหัวใจจะเสี่ยงต่อการเกิดหัวใจล้มเหลว เนื่องจากหัวใจจะทำงานหนักในสภาพอากาศที่ร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิในร่างกายให้เย็นลง อากาศที่ร้อนจัดและมีความชื้นสูงจะมีผลต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจของมนุษย์และสัตว์เลี้ยง โดยบั่นทอนสมรรถภาพในการทำงานของมนุษย์ และทำให้เชื้อโรคแพร่กระจายได้ง่าย การเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศจะทำให้มีโอกาสเกิดคลื่นความร้อนมากขึ้น และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประชากรเสียชีวิตฉับพลัน โดยเฉพาะประชากรในประเทศเขตอบอุ่นเช่น คลื่นความร้อนที่เกิดขึ้นในหลายประเทศในทวีปยุโรปเมื่อปี พ.ศ. 2546 เป็นสาเหตุให้ประชากรเสียชีวิตถึง 35,000 คน

2.1.3 สนธิสัญญาเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน ภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาระดับโลก ทุกประเทศล้วนมีส่วนในการก่อปัญหา ซึ่งจะมากหรือน้อยก็แล้วแต่กิจกรรมของแต่ละประเทศ ดังนั้นทุกประเทศต้องร่วมแรงร่วมใจหาวิธีป้องกันและแก้ไข โดยทุกประเทศต้องลดปริมาณแก๊สเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ เนื่องจากแต่ละประเทศปล่อยแก๊สเรือนกระจกปริมาณมากน้อยไม่เท่ากัน จึงทำให้แต่ละประเทศมีเป้าหมายในการลดปริมาณแก๊สเรือนกระจกและมีต้นทุนดำเนินการไม่เท่ากัน ด้วยเหตุนี้บางประเทศเช่นสหรัฐอเมริกาจึงไม่ลงนามในพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol 2540) เครื่องมือที่ใช้เป็นแรงจูงใจในการลดปริมาณแก๊สเรือนกระจกได้แก่ ใบปถ่ายมลสาร (tradable permit) และสินเชื่อในการปล่อยคาร์บอน (carbon credit)

1. ใบปถ่ายมลสาร คือการซื้อขายใบอนุญาตที่จะปล่อยมลสารได้ เป็นการใช้อัตราของค่าเสียโอกาสนั้นคือการปล่อยมลพิษจะทำให้ไม่สามารถเอาใบอนุญาตไปขายต่อได้ ทำให้เสียโอกาสได้เงินในส่วนนี้ไป แต่ในทางปฏิบัติกลับมีปัญหาในเรื่องการซื้อขายข้ามประเทศ รวมถึงข้อถกเถียงในประเด็นที่ว่า ใครจะเป็นผู้เสียสละในการลดการปล่อยมลสาร และประเทศด้อยพัฒนาที่ยากจนจะเสียเปรียบในการใช้เครื่องมือชนิดนี้ ตัวอย่างกรณีศึกษาสำหรับเรื่องนี้ก็คือ ระบบตลาดมีความไม่เท่าเทียมกันระหว่างตลาดของกลุ่มสหภาพ ยุโรป (EU) กับสหรัฐอเมริกา โดยราคาใบปถ่ายมลสารชนิดคาร์บอนในตลาดซื้อขายใบปถ่ายมลสารของยุโรป (European climate exchange : ECX) จะมีราคาสูงกว่าของสหรัฐอเมริกา (Chicago climate exchange : CCX) เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ลงนามในพิธีสารเกียวโต จึงทำให้ไม่มีการกำหนดปริมาณสารคาร์บอนที่ปลดปล่อย ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องซื้อใบปถ่ายมลสาร โดยทั่วไปราคาซื้อขายใบอนุญาตปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 4-5 ยูโรต่ตัน

2. สินเชื่อในการปล่อยคาร์บอน คือการทำสิ่งทดแทนเพื่อที่จะมีสิทธิปล่อยมลพิษได้มากขึ้นเช่นการปลูกป่าทดแทนจะได้สินเชื่อในการปล่อยคาร์บอน เมื่อ พ.ศ. 2545 หน่วยงานของประเทศสหรัฐอเมริกาจะเข้ามาในประเทศไทยเพื่อสร้างกองทุนป่าไม้เมืองร้อน (เป็นการทำดีทดแทน) แต่กลุ่มเอ็นจีโอ (NGO) ได้ประท้วงเนื่องจากเกิดความไม่ไว้วางใจและเห็นว่าไม่เป็นธรรม เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกาจะได้สินเชื่อในการปล่อย

ความร้อนที่อุณหภูมิสูงมาก ทำให้ของเสียถูกแปรสภาพเป็นแก๊สหรือสารชนิดอื่นที่สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้ และสามารถผลิตสารเคมีได้อีกหลายชนิดที่ใช้ประโยชน์ในยานอวกาศได้อีกด้วย ความเจริญก้าวหน้าด้านอวกาศทำให้นักวิทยาศาสตร์วางแผนจะไปตั้งถิ่นฐานในอวกาศในอนาคต แต่สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงก็คือ มนุษย์ไปอยู่ที่ใดก็จะสร้างขยะที่นั่น ยิ่งอยู่กันมากก็จะมีขยะมากขึ้นด้วย และจะเกิดความเสี่ยงต่อมนุษย์ที่อยู่ในอวกาศอย่างมาก เนื่องจากไม่ทราบว่ามนุษย์จะถูกทำลายโดยขยะในอวกาศเมื่อใด (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2546)

สรุป

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตมนุษย์ จนกระทั่งมนุษย์ไม่สามารถปฏิเสธวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เลย ถึงแม้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะทำให้ชีวิตมนุษย์มีความสะดวกสบายมากขึ้น แต่ก็ทำให้วิถีชีวิตของมนุษย์และสภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสิ่งแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงผลกระทบจะตกอยู่กับสิ่งมีชีวิตและมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีส่วนช่วยทำให้มนุษย์มีชีวิตร่มเย็นยาวนานขึ้นและจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้มนุษย์มีความต้องการปัจจัยในการดำรงชีพมากขึ้น และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ยิ่งมนุษย์แข่งขันกันพัฒนาและใช้เทคโนโลยีมากเท่าไร ก็จะส่งผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบมากขึ้นเป็นเงาตามตัว การใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมจะต้องคำนึงถึงคุณค่าทางระบบนิเวศและทางสังคม (ecological and social costs) ถ้านำเทคโนโลยีมาใช้อย่างไม่เหมาะสมหรือขาดความระมัดระวังจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ การเมือง วัฒนธรรม และระบบนิเวศ ดังนั้นการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจจะต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม การกำจัดของเสีย การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และคุณภาพชีวิตของมนุษยชาติ ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีการพัฒนาทำให้เกิดปัญหาตามมามากมาย ผลกระทบที่น่าเป็นห่วงก็คือการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิของโลกที่เพิ่มสูงขึ้น การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ และการปนเปื้อนของสารเคมีในอาหาร เมื่อเกิดปัญหามนุษย์พยายามนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้แก้ปัญหา แต่ก็แค่เป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุและทำสิ่งเลวร้ายมากกว่าการป้องกัน ดังนั้นจึงควรหาเทคโนโลยีในการผลิตที่สร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (เช่น การใช้เทคโนโลยีสะอาด) และมนุษย์จะต้องทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผู้รับใช้มนุษย์ด้วยระบบความคิดที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อสร้างความผาสุกและสันติสุขให้แก่มนุษยชาติ

กลับกันอย่างมีระดับ

การอบอุ่นร่างกาย (การเตรียมพร้อมร่างกายเพื่อปฏิบัติกิจกรรม) และการकुशल (การฟื้นตัวของร่างกายเพื่อกลับสู่สภาพปกติ) เป็นสิ่งจำเป็นที่บุคคลทั่วไปที่ออกกำลังกาย และนักกีฬาต้องพึงปฏิบัติ ซึ่งการอบอุ่นร่างกายเป็นกิจกรรมที่กระทำเพื่อเน้นการเตรียมร่างกายก่อนที่จะปฏิบัติกิจกรรมหนัก ๆ เพื่อช่วยให้การทำงานของกล้ามเนื้อ ข้อต่อต่างๆ ด้วย สำหรับการकुशलเป็นการประกอบกิจกรรมหลังจากการออกกำลังกาย การแข่งขัน และการฝึกซ้อม ซึ่งเป็นการกระทำที่กลับกัน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ร่างกายปรับตัวกลับสู่สภาพเดิมได้ดีและรวดเร็วขึ้น

9. ประโยชน์ของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายเป็นประจำไม่เพียงทำให้รู้สึกสดชื่นและดูแจ่มใสขึ้น แต่ยังช่วยต้านทานโรคภัยไข้เจ็บทุกชนิด ประโยชน์ของการออกกำลังกาย ได้แก่

9.1 การออกกำลังกายช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อ มีเลือดไปเลี้ยงมากขึ้น ทำให้มีกำลัง มีประสิทธิภาพ และมีความทนทานได้ดีขึ้น

9.2 การออกกำลังกายช่วยปรับปรุงการไหลเวียนของเลือดทั่วร่างกาย เพิ่มการทำงานของหัวใจให้สูบน้ำได้ดีขึ้น

9.3 การออกกำลังกายช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปอด ซึ่งจะทำให้มีออกซิเจนเพียงพอเมื่อต้องการ

9.4 การออกกำลังกายช่วยให้การทำงานของเนื้อเยื่อทั่วร่างกายดีขึ้น โดยช่วยเพิ่มการเผาผลาญของเนื้อเยื่อทั้งหมด

9.5 การออกกำลังกายเป็นการควบคุมน้ำหนัก ทำให้แคลอรีที่ไม่ต้องการหมดไป

9.6 การออกกำลังกายช่วยลดไตรกลีเซอไรด์ ลดระดับคอเลสเตอรอล

9.7 การออกกำลังกายเพิ่มการใช้อินซูลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เผาผลาญน้ำตาลจากเลือด

9.8 การออกกำลังกาย เช่น การเดิน การวิ่ง การว่ายน้ำ จะทำให้ปริมาณแคลเซียมในกระดูกเพิ่มขึ้น ป้องกันโรคกระดูกและการอ่อนเพลียเมื่ออายุมากขึ้น

9.9 การออกกำลังกายทำให้รู้สึกสดชื่น แก่ช้าลง ระบบประสาทแข็งแรง จึงทำให้มีผลกำลังที่จะทำงานในวันนั้น ผู้ที่ร่างกายแข็งแรง จะเป็นคนมองโลกในแง่ดี มีความกระตือรือร้น และพบกับความสำเร็จ

9.10 การออกกำลังกายเป็นประจำ ช่วยคลายความเหนื่อยเพลียของวันนั้น การออกกำลังกายที่เลือกสรรอย่างถูกต้องแล้วจะกลายเป็นการพักผ่อนอารมณ์ที่รื่นรมย์อย่างหนึ่ง

การออกกำลังกายนอกจากจะมีประโยชน์มากมายแล้ว โทษของการออกกำลังกายก็มีได้เช่นเดียวกันกับสิ่งที่เป็นประโยชน์อย่างอื่น ซึ่งขึ้นอยู่กับทางเลือกชนิดของกิจกรรมให้เหมาะสมกับตนเอง ไม่หักโหมเกินไปนัก จะเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้ออกกำลังกาย

10. โทษของการไม่ออกกำลังกาย

ในสังคมปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้มนุษย์มีเครื่องทุ่นแรงมากมาย มีผลให้การใช้ร่างกายในชีวิตประจำวันลดน้อยลง ประกอบกับมนุษย์ต้องมีการต่อสู้ แข่งขันกันในหลายๆ เรื่อง เช่น เรื่องการศึกษา การหาเลี้ยงชีพ ซึ่งมีคนจำนวนมากออกกำลังกายไม่เพียงพอ หรือขาดการออกกำลังกายจนถึงขั้นเกิดโทษแก่ร่างกายได้ โทษที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกายมีดังนี้คือ

10.1 ในวัยเด็ก (1) การเจริญเติบโตไม่สมวัย (2) รูปร่างท้วมท่งจะเสียไป เช่น อาจอ้วนหรือผอมเกินไป ขาโก่ง เข่าชิดกัน หลังโก่ง เป็นต้น (3) สุขภาพทั่วไปไม่ดี ร่างกายอ่อนแอ มีความต้านทานโรคต่ำ เจ็บป่วยง่าย และจะหายช้า (4) สมรรถภาพทางกายอยู่ในระดับต่ำ เหนื่อยง่ายและหายเหนื่อยช้า (5) การศึกษามีหลักฐานแน่นอนจากการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างเด็กที่มีสมรรถภาพทางกายสูง จะมีผลการเรียนดีกว่าเด็กที่มีสมรรถภาพทางกายต่ำ (6) ทางด้านสังคมและจิตใจ เด็กที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอ จะปรับตัวเข้ากับสังคมและทำงานเป็นหมู่คณะได้ดีกว่าเด็กที่ไม่สนใจการออกกำลังกาย (7) อารมณ์เครียด หงุดหงิดง่าย เชื่องซึม และขาดความเชื่อมั่นในตัวเอง

10.2 ในวัยผู้ใหญ่

10.2.1 ภาวะกระดูกเปราะ การขาดการออกกำลังกาย ทำให้กระดูกและข้อต่อต่างๆ ใช้งานน้อย จึงมีโอกาสเสื่อมได้เร็ว โดยเฉพาะที่เข่าและเอ็นข้อต่อและมีการอักเสบ และมีหินปูนเกาะทำให้เกิดการติดขัดและเจ็บปวดเมื่อมีการเคลื่อนไหว นอกจากนี้การที่กระดูกไม่ได้ทำงาน หินปูนจะเคลื่อนย้ายออกจากกระดูก ทำให้กระดูกบางลง เปราะแตกหักง่าย

10.2.2 ระบบประสาทเสียสมดุลภาพ ปกติการทำงานของอวัยวะภายในจะอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทเสรี parasympathetic และ sympathetic ซึ่งทำงานเหนี่ยวนำซึ่งกันและกันอย่างสมดุล การไม่ออกกำลังกายจะทำให้การทำงานของระบบประสาทเสรีขาดความสมดุล เป็นผลให้เกิดความผิดปกติในการทำงานของอวัยวะภายใน เช่น ระบบทางเดินอาหาร จะมีอาการท้องอืด อาหารไม่ย่อย ท้องผูก และมีอาการของโรคทางระบบประสาทอื่น ๆ เช่น เป็นลมง่าย เหนื่อยออกตามมือตามเท้า ใจสั่น นอนไม่หลับ

10.2.3 โรคหลอดเลือดหัวใจเสื่อมสภาพ การขาดการออกกำลังกายประกอบกับปัจจัยอื่น เช่น กินอาหารเกิน ความเครียดทางจิตใจ การสูบบุหรี่มาก ฯลฯ ทำให้หลอดเลือดต่าง ๆ เสียความยืดหยุ่นและมีธาตุหินปูน ไขมันไปพอกพูนทำให้หลอดเลือดตีบแคบและเกิดการอุดตันได้ง่าย โดยเฉพาะที่หัวใจ อาการของโรคนี้ขึ้นอยู่กัสุขภาพและตำแหน่งของหลอดเลือดที่ถูกอุดตันในขั้นที่เป็นน้อย อาจมีอาการเพียงเจ็บแน่นหน้าอกระยะสั้นเป็นครั้งคราว แต่ในขั้นนี้เป็นมากจะมีอาการเจ็บแน่นอยู่นาน หรือเกิดอาการหัวใจวายอย่างปัจจุบันได้

10.2.4 โรคอ้วนจากการขาดการออกกำลังกาย ทำให้การเผาผลาญอาหารเป็นพลังงานน้อยลง จึงมีการสะสมอาหารส่วนเกินไว้ในสภาพไขมัน การมีไขมันเกินถึง 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวที่ควรเป็นถือได้ว่าเป็นโรค แต่อาการของโรคจะแสดงออกมาในระบบต่างๆ ของร่างกาย เช่น ระบบ การเคลื่อนไหว มีการติดขัด ไม่คล่องตัว ยิ่งไปกว่านั้นความอ้วนยังเป็นสาเหตุประกอบของโรคอื่น ๆ อีกมาก เช่น เบาหวาน

10.2.5 ทำให้กล้ามเนื้อลึบ มีกำลังน้อย เกิดการขัดยอกและปวดกล้ามเนื้อได้ง่าย

10.2.6 โรคความดันโลหิตสูง จากสภาพของหลอดเลือดทั่วไปที่มีการเสื่อม ประกอบกับสภาวะทางจิตใจและการเสียคุณภาพของระบบประสาท อันเนื่องมาจากการขาดการออกกำลังกาย ผู้ที่ขาดการออกกำลังกายจะมีโอกาสเป็นโรคความดันโลหิตสูงได้มากกว่าผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ

กิจกรรมนันทนาการเพื่อการสร้างเสริมสุขภาพ

กิจกรรมนันทนาการจะมองไปที่คุณค่าที่เกิดขึ้นจากการกระทำกิจกรรมนันทนาการแล้วจะมีสุขภาพจิตดี ร่างกายแข็งแรง มีความคิดสร้างสรรค์ มีการพัฒนานุคลิกภาพ เกิดความพึงพอใจ และความเต็มใจ นันทนาการคือทุกสิ่งทุกอย่างที่เกี่ยวกับกีฬา การละเล่น หรือการออกกำลังกาย และศิลปะ ดังนั้นจึงหมายถึงความรู้สึกละเอียดอ่อน คลาย และที่สำคัญที่สุดคือ ทำให้เกิดการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และพึงพอใจในการทำกิจกรรมนั้น ในยามว่าง

กิจกรรมนันทนาการหมายถึงกิจกรรมในเวลาว่างเพื่อประโยชน์ในทางที่ดีงาม และมีลักษณะจำเพาะกิจกรรมที่ร่างกายได้ออกแรงเคลื่อนไหว ทำด้วยความสมัครใจในเวลาว่างและด้วยความพึงพอใจไม่ใช่งานอาชีพ ในการดำรงชีวิตของคนอาจแบ่งเวลาออกเป็น 4 ส่วนได้ดังนี้ (1) เวลาในการประกอบอาชีพการงานวันละ 8 ชั่วโมง (2) เวลาที่ใช้ในการประกอบภารกิจส่วนตัว เช่น การอาบน้ำ ล้างหน้า แปรงฟัน ปรุงอาหาร กินอาหาร วันละ 4-6 ชั่วโมง (3) เวลาที่ใช้พักผ่อนนอนหลับ วันละ 8 ชั่วโมง และ (4) เวลาว่างที่สามารถใช้ให้เกิดประโยชน์ได้วันละ 2-4 ชั่วโมง ช่วงเวลาที่เหลือนี้นี้ถ้าเรานำมาใช้ประกอบกิจกรรมที่เกิดประโยชน์ที่เรียกว่ากิจกรรมนันทนาการช่วยให้ร่างกายและจิตใจผ่อนคลายความตึงเครียด เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน ช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพทางกาย และสมรรถภาพทางจิตใจเป็นอย่างดี (จรินทร์ ธานีรัตน์, 2528)

1. ประโยชน์ของกิจกรรมนันทนาการ

กิจกรรมนันทนาการนับว่ามีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ การเลือกประกอบกิจกรรมนันทนาการได้อย่างเหมาะสม จะเป็นประโยชน์ต่อตนเอง ครอบครัว และสังคม ซึ่งประโยชน์ของกิจกรรมนันทนาการมีดังนี้

1.1 ประโยชน์ต่อสุขภาพทางกาย ความเจริญทางด้านเทคโนโลยีทำให้มนุษย์ไม่ได้ออกกำลังกายในการทำงาน จึงมักทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บได้ง่าย เช่น โรคหัวใจขาดเลือด โรคเครียด ดังนั้น กิจกรรมนันทนาการประเภทกีฬาและการออกกำลังกายจึงเป็นประโยชน์เพราะเป็นการป้องกันและรักษาโรคได้ทำให้ร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ เพิ่มพูนสมรรถภาพทางกายได้เป็นอย่างดี

1.2 ประโยชน์ต่อสุขภาพทางจิต ตลอดเวลาในชีวิตประจำวันทุกคนต้องผ่านภาวะความเครียด หัวหน้าครอบครัวต้องทำงานหนัก ลูกต้องเรียนหนังสือ แม่ต้องเหน็ดเหนื่อยกับการทำงานนอกบ้านและในบ้าน เป็นต้น กิจกรรมนันทนาการช่วยให้พักผ่อนหย่อนใจคลายเครียดได้เป็นอย่างดี เป็นการเติมพลังให้กับร่างกายและจิตใจเพื่อต่อสู้กับชีวิตในวันต่อไป

1.3 ประโยชน์ต่อครอบครัว กิจกรรมนันทนาการช่วยประสานความเข้าใจ เป็นสื่อแห่งความสัมพันธ์อันดีระหว่างสมาชิกภายในครอบครัวและภายนอกครอบครัวที่ดีที่สุด หัวหน้าครอบครัวต้องเห็นถึงความสำคัญของกิจกรรมนันทนาการเพื่อให้สมาชิกในครอบครัวได้สนุกสนานรื่นเริง เป็นพื้นฐานของการเป็นครอบครัวที่มีคุณภาพ และส่งผลต่อสังคมและประเทศชาติ

1.4 ประโยชน์ต่อสังคม กิจกรรมนันทนาการหลายอย่างมีผลในทางที่ดีต่อสังคมโดยตรง ทำให้เกิดความรักความสามัคคี การเสียสละเพื่อส่วนรวม ช่วยบรรเทาความทุกข์ร้อนของเพื่อนมนุษย์ กิจกรรมดังกล่าวได้แก่ กิจกรรมอาสาสมัคร กิจกรรมด้านสังคมสงเคราะห์ นอกจากนี้กิจกรรมกีฬาและการออกกำลังกายเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้เยาวชนของชาติได้ให้เป็นประโยชน์ในเวลารว่าง ลดปัญหาการมั่วสุมกันเพื่อประกอบอบายมุข หรือเสพติดให้โทษ

2. ลักษณะของกิจกรรมนันทนาการ

สามารถสรุปเป็นลักษณะของกิจกรรมนันทนาการได้ดังนี้ (1) เป็นกิจกรรมที่ทำในเวลารว่าง จากการประกอบอาชีพการงานและการประกอบภารกิจส่วนตัว (2) เป็นกิจกรรมที่มีใจเป็นส่วนหนึ่งของงานอาชีพหรืองานที่ต้องปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (3) เป็นกิจกรรมที่ไม่ขัดต่อกฎหมายบ้านเมืองหรือขัดต่อศีลธรรม วัฒนธรรม และขนบธรรมเนียมอันดีงาม (4) เป็นกิจกรรมที่ทำด้วยความสมัครใจ ความพึงพอใจของตนเองโดยมิได้มีใครบังคับให้ทำ (5) เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง อาจเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย จิตใจหรือประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม (6) เป็นกิจกรรมที่มีใจเป็นอบายมุข หรือกิจกรรมที่ก่อให้เกิดโทษต่อผู้กระทำและผู้อื่น

จะเห็นว่าการประกอบกิจกรรมในเวลารว่างนั้น มิใช่ว่ากิจกรรมที่กระทำทุกอย่างจะเป็นกิจกรรมนันทนาการทั้งหมด กิจกรรมที่เป็นอบายมุข เช่น การเล่นเกมพนัน การล่าสัตว์ในป่าหวงห้าม การดื่มสุรา การเที่ยวขับ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ไม่ถือว่าเป็นกิจกรรมนันทนาการ เพราะไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ เลย ซ้ำยังกลับเป็นโทษต่อตนเอง ครอบครัว สังคมและประเทศชาติ

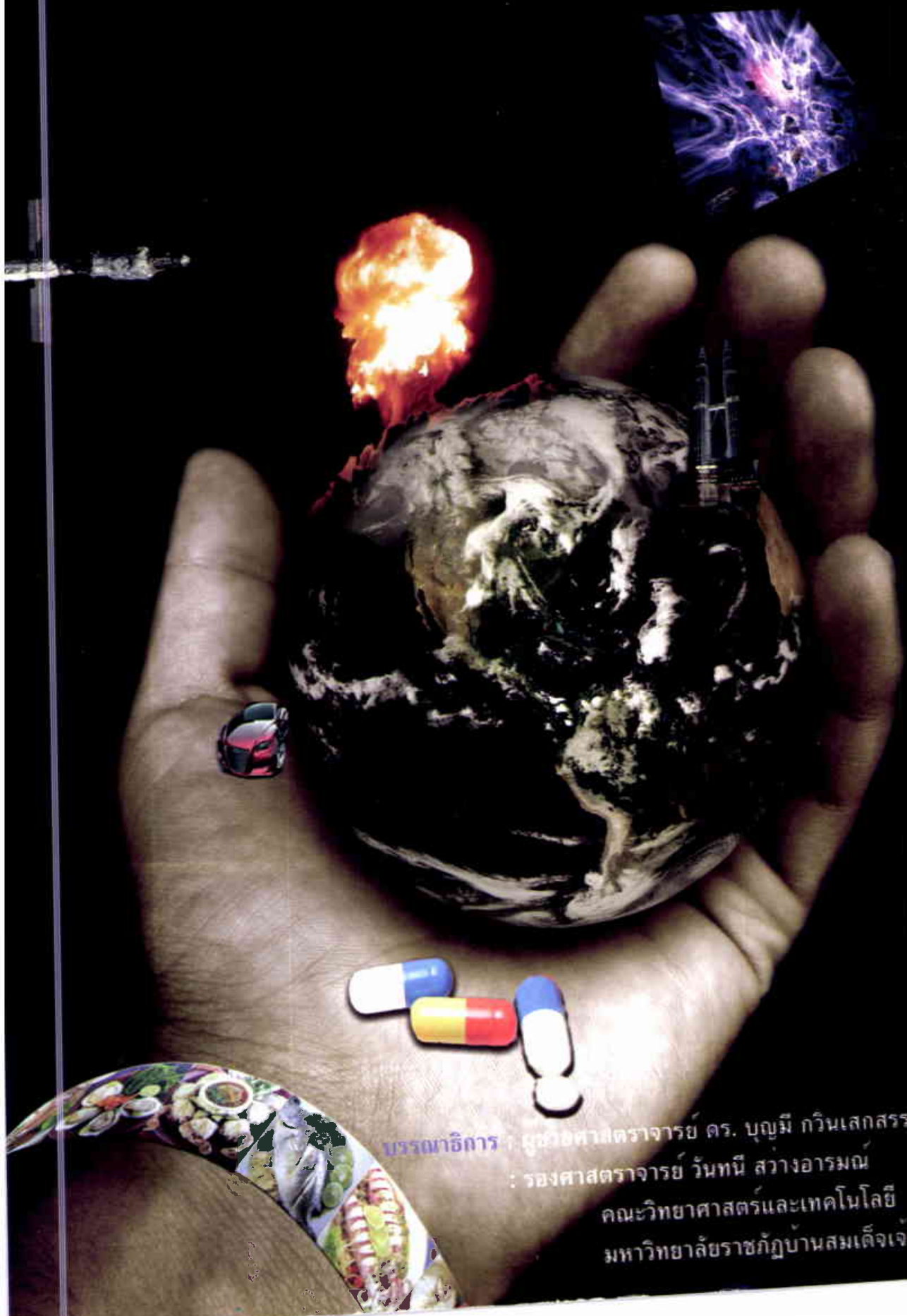
3. หลักเกณฑ์การเลือกกิจกรรมนันทนาการ

กิจกรรมนันทนาการมีมากมายหลายประเภท เราจึงควรมีหลักเกณฑ์ในการเลือกกิจกรรมนันทนาการให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของแต่ละบุคคล การเลือกกระทำกิจกรรมนันทนาการควรมีหลักการเลือกดังนี้

3.1 ความรู้ความสามารถและความถนัดของตนเอง เมื่อแต่ละบุคคลคำนึงถึงความรู้ความสามารถและความถนัดของตนเองแล้ว ก็จะสามารถประกอบกิจกรรมนั้นได้สูงสุด พึงพอใจและไม่เกิดความเบื่อหน่าย

3.2 สุขภาพร่างกาย กิจกรรมนันทนาการที่เหมาะสมกับสภาวะร่างกาย จะช่วยส่งเสริมทั้งสุขภาพทางกายและสุขภาพทางจิต ส่วนกิจกรรมที่ไม่เหมาะสมกับสุขภาพร่างกายนั้น นอกจากจะไม่เกิดประโยชน์แล้วยังก่อให้เกิดโทษและเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ เช่น บุคคลที่เป็นโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง ถ้าเลือกเล่นกิจกรรมการออกกำลังกายและกีฬาที่ค่อนข้างออกแรงมาก ก็จะเป็นอันตรายอย่างยิ่ง

วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต



บรรณาธิการ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญมี กวินเสกสรรค์
รองศาสตราจารย์ วันทนีย์ สว่างอารมณ์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

บ้านแห่งความสำเร็จ บ้านสมเด็จพระเจ้าพระยา



THE WORLD'S LOCAL UNIVERSITY