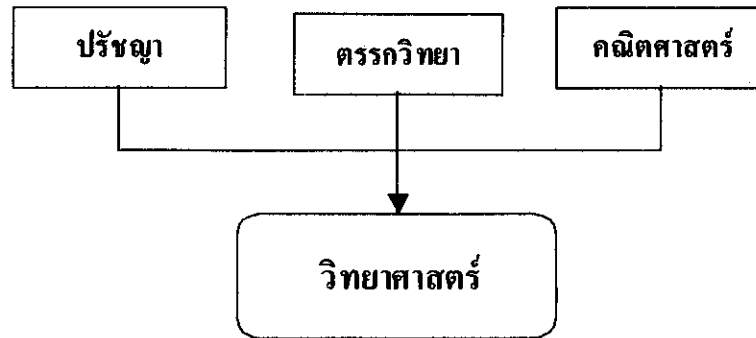


## วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่

- 6.1 พัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 6.2 ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและประโยชน์ต่อมนุษย์
- 6.3 ผลกระทบของเทคโนโลยีต่อสภาพแวดล้อม
- 6.4 พัฒนาการของเทคโนโลยีในอนาคต

### บทนำ

**วิทยาศาสตร์** (Science) คือ ความรู้ที่เป็นจริงที่มนุษย์สะสมมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ความรู้นี้ได้รับการพิสูจน์แล้ว และสามารถจัดจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ได้ วิทยาศาสตร์อาศัยรากฐานของการสังเกต การตั้งสมมติฐาน โดยใช้หลักปรัชญาและตรรกศาสตร์ จากนั้นนำมาวัดปริมาณเป็นตัวเลขออกมา เพื่อความแม่นยำ ซึ่งต้องอาศัยหลักทางคณิตศาสตร์



ความรู้ที่ได้ทางวิทยาศาสตร์สามารถจัดระเบียบความรู้ให้เป็นหมวดหมู่ได้ ดังเช่นความรู้เบื้องต้นจากธรรมชาติ เช่น ฤดูกาล (มี 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน ฤดูหนาว) ความรู้ต่าง ๆ นี้ ทำให้มนุษย์เกิดมี “สติปัญญา” ที่สามารถให้เหตุผลและนำไปแก้ปัญหาและอธิบายเรื่องราวต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

วิทยาศาสตร์จำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่

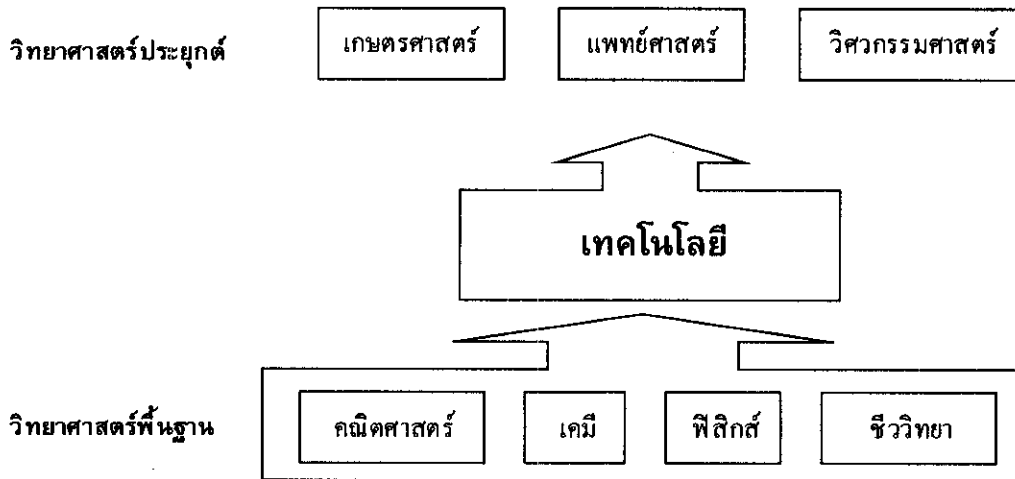
### 1. วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (Natural Science)

วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เป็นวิทยาศาสตร์ที่อธิบายถึงเรื่องของวัตถุและพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติ รวมถึงความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในด้านการดำรงชีพ สุขภาพและการสืบพันธุ์ เช่น

- ฟิสิกส์ : ศึกษาพลังงาน สมบัติต่างๆภายนอกของวัตถุ
- เคมี : ศึกษาสมบัติภายในของวัตถุ เช่น องค์ประกอบ โครงสร้าง
- ชีววิทยา : ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและความเป็นอยู่ของ สัตว์ พืช และมนุษย์

สำหรับวิทยาศาสตร์ธรรมชาตินั้น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ จัดเป็นวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Basic Science) ที่สามารถนำความรู้ในสาขาไป

เป็นรากฐานวิทยาศาสตร์อีกประเภทหนึ่งคือ **วิทยาศาสตร์ประยุกต์** (Applied Science) ที่  
จะไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต



## 2. วิทยาศาสตร์สังคม (Social Science)

**วิทยาศาสตร์สังคม** จัดเป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตที่โยง  
ไปสู่สังคม ได้แก่ความรู้ทางด้านประวัติศาสตร์ สังคมวิทยา รัฐศาสตร์ เศรษฐศาสตร์

**เทคโนโลยี** (Technology) คือ ความรู้ที่รวมทั้งวิชาการและการปฏิบัติ  
เข้าด้วยกัน เพื่อมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้  
วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน จึงมักพบคำว่า “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” อยู่ด้วยกันเสมอ  
เทคโนโลยีที่ขาดการสะสมความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องจะไม่สามารถพัฒนาไป  
ได้ไกล

**วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)** เป็นวิธีการเฉพาะที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างไปจากวิชาปรัชญา วิธีการที่นำไปสู่การค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นวิธีการที่มีระเบียบ โดยเริ่มจากการสังเกต (observation) โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งจะนำไปสู่วิธีการอื่นต่อไป

1. การสังเกต (Observation)

การสังเกต โดยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น ผิวหนัง

2. ปัญหา (Problem)

ทำให้เกิดการตั้งปัญหาที่สังเกตพบปรากฏการณ์ต่างๆ ว่า อะไร? อย่างไร? ทำไม?

3. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis)

เพื่อการแก้ไขและหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น เป็นการคาดคะเนหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล อาจตั้งสมมติฐานได้หลายสมมติฐานก็ได้ แล้วเลือกที่ดีที่สุดมาทดสอบก่อน

4. การทดลอง (Experimentation)

การทดลองเป็นการค้นหาข้อเท็จจริง และรวบรวมข้อมูล (Representation) ที่เกิดขึ้น ทำได้หลายวิธี โดยเริ่มจากการออกแบบวิธีทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งขึ้นมา และควบคุมตามเงื่อนไขของการทดลองอย่างใกล้ชิด

5. การสรุปและตีความผลทดลอง (Interpretation)

จากผลการทดลองต้องสรุปและตีความเพื่อพิจารณาว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่สอดคล้องจะต้องกลับไปตั้งสมมติฐานใหม่และออกแบบการทดลองใหม่ จนกระทั่งได้ข้อสรุปที่เหมาะสม

ข้อมูลที่ได้เมื่อเกิดการทดลองหลายๆ ครั้ง นักวิทยาศาสตร์ได้อนุมานออกมาเป็นข้อมูลต่างๆ ได้แก่

**สมมติฐาน (Hypothesis)** เป็นข้อมูลที่ได้จากการคาดเดาผลที่น่าจะเป็นไปได้อย่างมีเหตุผล แต่จำเป็นต้องทำการทดลองเพื่อหาคำตอบถูกต้องต่อไป

**ทฤษฎี (Theory)** เป็นข้อมูลที่ได้รับการพิสูจน์แล้วจากการทดลองหลายๆ ครั้ง สามารถใช้เป็นแนวทางในการทดลองใหม่ๆ ได้ ทฤษฎีที่บกพร่องหรือผิดพลาดสามารถถูกแทนที่ด้วยทฤษฎีใหม่ที่ให้เหตุผลดีกว่า ดังนั้นทฤษฎีอาจใช้ได้ผลในช่วงเวลาหนึ่งก็ได้

**กฎ (Law)** เป็นข้อมูลที่ได้จากสมมติฐานและทฤษฎี ที่ใช้อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ และสามารถคาดเดาเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้อย่างถูกต้อง

สำหรับการทดลองนั้น อาจแบ่งได้ 2 ประเภท

1. **การสังเคราะห์ (Synthesis)** เป็นการทดลองเพื่อสร้าง ผลิตภัณฑ์ หรือเตรียม สาร พลังงาน ที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น การผลิตพลังงานอะตอม (Atomic energy) ให้ใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าและรักษาโรค การเตรียมเพชรจากถ่าน เป็นต้น
2. **การวิเคราะห์ (Analysis)** เป็นการทดลองเพื่อหาส่วนย่อย ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษในอากาศ

**เจตคติในการศึกษาวิทยาศาสตร์** การศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์นั้น มักจะมีเป้าหมายที่แน่นอน เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งกำกับความคิด การกระทำ และการตัดสินใจของนักวิทยาศาสตร์ได้ เจตคติที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. ตระหนักถึงความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลที่เป็นจริงเพิ่มขึ้น
2. ยึดมั่นในความจริงและยอมรับข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น โดยปราศจากอคติหรืออคติเบือน ไม่เชื่อตามความเชื่อที่สืบทอดกันมาอย่างไม่มีเหตุผล
3. อดทนต่อการรอคอยคำตอบที่เป็นจริงที่กำลังศึกษาอยู่อย่างไม่ย่อท้อ
4. มีใจกว้าง ยอมรับข้อมูลจริงของผู้อื่นที่น่าเชื่อถือได้ ที่ขัดแย้งกับความคิดเห็นของตน
5. มีความกระตือรือร้นในการใฝ่หาความรู้ และสนใจอย่างจริงจังต่อสิ่งที่สังเกตอยู่

กระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์มักมีความคิดสร้างสรรค์แฝงอยู่ เพราะการค้นพบ การค้นคว้าทำให้ได้สิ่งใหม่ เกิดจินตนาการในการแก้ปัญหา

#### รูปแบบของความคิดสร้างสรรค์ มีต่อไปนี้

1. การค้นพบ การประดิษฐ์ สิ่งใหม่หรือสิ่งเดิมในวิธีการใหม่
2. การปรับปรุง การขยายความรู้เดิม เพื่อพัฒนาให้ดีขึ้น
3. ความคิดต้นแบบของสิ่งประดิษฐ์
4. ความเชื่อมโยงของความคิดและความรู้ในหลายสาขา เพื่อทำงานอย่างหนึ่งอย่างใด
5. การแก้ปัญหามีระเบียบแบบแผน

## 6.1 พัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพัฒนาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผลสืบเนื่องมาจากการสะสมความรู้ของมนุษย์มาแต่เดิมจนถึงปัจจุบัน ความช่างสังเกต ความช่างคิดและช่างประดิษฐ์ ทำให้มนุษย์สามารถคิดแปลงธรรมชาติให้เป็นประโยชน์ได้ ดังนั้นพัฒนาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเริ่มมาตั้งแต่การดำรงชีพด้วยการล่าสัตว์ด้วยอาวุธที่ทำด้วยหิน แบ่งเป็นสมัยต่างๆ ได้ ดังต่อไปนี้

### 6.1.1 สมัยดึกดำบรรพ์

แบ่งได้เป็นสองสมัย คือ

1. สมัยหินเก่า เมื่อประมาณ 400,000 ปีผ่านมา มนุษย์ได้สร้างเครื่องมือจากหินเป็นรุ่นแรกขึ้น โดยใช้วิธีการลองผิดลองถูก และยังคงใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ โดยไม่มีการดัดแปลงมากนัก ที่สำคัญได้แก่ การใช้หินมาลับทำเป็นเครื่องมือล่าสัตว์ ซึ่งสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าการสร้างกระโจมด้วยหนังสัตว์ การก่อไฟให้ความอบอุ่น การเย็บเครื่องนุ่งห่มที่ทำด้วยหนังสัตว์ พบหลักฐานของเข็มที่ทำด้วยกระดูก

2. สมัยหินใหม่ ประมาณ หมื่นกว่าปีมาแล้ว มนุษย์เริ่มสร้างถิ่นฐาน มีที่อยู่อาศัยที่เป็นหลักแหล่ง รู้จักการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ไว้เป็นอาหาร การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผลมาจากธรรมชาติ โดยเริ่มศึกษาฤดูกาลเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว โดยอาศัยการโคจรของดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ หัตถกรรมกำเนิดขึ้นในยุคหินใหม่นี้ ได้แก่ เครื่องปั้นดินเผา การปั่นด้ายทอผ้า สิ่งประดิษฐ์ที่สำคัญ คือ เรือและเกวียน

### 6.1.2 สมัยก่อนประวัติศาสตร์

มนุษย์เริ่มดิ้นรนเพื่อความอยู่รอด มากกว่าค้นหาความรู้ทางวิชาการที่เกิดจากความอยากรู้อยากเห็น การดำรงชีวิตยังดำเนินไปตามธรรมชาติจะอำนวยให้เท่านั้น

### 6.1.3 สมัยก่อนประวัติศาสตร์

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เกิดขึ้นควบคู่ไปกับความเจริญทางด้านศิลปวัฒนธรรม มีพัฒนาการของการถลุงโลหะ ซึ่งรุ่งเรืองมากในสมัยของอาร์คิมิดีส มีการติดต่อค้าขายกัน จึงเกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น จีนมีสิ่งประดิษฐ์ที่สำคัญที่ถ่ายทอดสู่ซีกโลกตะวันตกคือ เข็มทิศแม่เหล็ก และเครื่องพิมพ์หนังสือ อินเดียมีวิทยาการรุ่งเรืองมากในทางเภสัชวิทยา จิตวิทยา และคณิตศาสตร์ ที่ถ่ายทอดไปสู่ยุโรปในที่สุด

### 6.1.4 สมัยปฏิวัติอุตสาหกรรม

เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ช่วงประมาณพุทธศตวรรษที่ยี่สิบกว่า เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความเชื่อและแนวความคิดทางปรัชญาโบราณมาเป็นปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ ได้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ มีการตั้งทฤษฎีใหม่ขึ้นมามากมาย ได้แก่ ทฤษฎีแรงโน้มถ่วงของนิวตัน การกำเนิดของวิชาเคมีสมัยใหม่ของ บอยล์ ลาวัวซิเย และดาลตัน

ปัจจัยทางเศรษฐกิจและการเมือง เป็นสาเหตุให้การประดิษฐ์คิดค้นมีมากขึ้น เพื่อทำให้เกิดการพัฒนาทางอุตสาหกรรม หาดแห่งทรัพยากร และตลาดการค้า ตลอดจนความต้องการในการเป็นชาติมหาอำนาจในทางเศรษฐกิจและการเมือง ซึ่งเริ่มต้นขึ้นในประเทศอังกฤษ



### 6.1.5 สมัยสงครามโลก

สงครามเป็นวิธีการที่มนุษย์ใช้เป็นข้อยุติของข้อพิพาท และผลประโยชน์ ความก้าวหน้าของทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะด้านอาวุธยุทโธปกรณ์ ในมหาสงครามโลกครั้งที่หนึ่งนั้น จัดเป็นสงครามเคมี มีการทำลายล้างด้วยระเบิดชนิดต่างๆ และแก๊สพิษ แต่ในมหาสงครามโลกครั้งที่สอง ใช้ระเบิดปรมาณู

### 6.1.6 สมัยปัจจุบัน

การศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ มีการค้นคว้าวิจัยอย่างมากรวมถึงงบประมาณสนับสนุนเพื่องานนี้ด้วย การคิดค้นทฤษฎีและวิธีการประยุกต์เป็นไปอย่างรวดเร็ว ผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ถูกตีพิมพ์เผยแพร่อย่างกว้างขวาง

## 6.2 ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและประโยชน์ต่อมนุษย์

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ประเทศที่พัฒนาแล้วใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างฐานเศรษฐกิจในทุกสาขาการผลิต ไม่ว่าจะเป็นการเกษตร การอุตสาหกรรม การบริการ และด้านการจัดการ เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญคือเป็นสินค้าที่สามารถซื้อขายกันได้ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เทคโนโลยีสมัยใหม่จำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เช่น สุริยะ ความรู้พื้นฐานทางฟิสิกส์ ถูกนำมาพัฒนาเป็นเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ ในทำนองเดียวกันการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ก็ต้องอาศัยเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่นเดียวกัน

ปัจจุบันมนุษย์ได้นำเทคโนโลยีมาใช้ในชีวิตประจำวันมากมาย ซึ่งจะกล่าวถึงเฉพาะบางเทคโนโลยีเท่านั้น

### 6.2.1 เทคโนโลยีชีวภาพ

เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) มีคำจำกัดความกว้างๆ หมายถึง "การใช้สิ่งมีชีวิตหรือผลผลิตจากสิ่งมีชีวิตมาใช้ หรือมาปรับเปลี่ยน และประยุกต์ เพื่อใช้ประโยชน์" มนุษย์เองได้ใช้เทคโนโลยีชีวภาพมาตั้งแต่เดิมแล้ว เช่น การอบขนมปัง การทำเครื่องคัมจากแอลกอฮอล์ การผสมพันธุ์พืชและสัตว์เลี้ยงเป็นครั้งแรกในอดีตนานมาแล้ว เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นความรู้ หรือ วิชาการที่สามารถนำสิ่งมีชีวิต หรือ

หรือกล่าวได้ว่า เทคโนโลยีชีวภาพ ก็คือ "การใช้ประโยชน์สิ่งมีชีวิตหรือผลิตภัณฑ์ของสิ่งมีชีวิตในเชิงพาณิชย์ ซึ่งรวมไปถึงการจัดการใช้หรือเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของดีเอ็นเอ" ซึ่งรวมถึงเทคนิคต่างๆ ในห้องปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นในช่วงยี่สิบปีหลังนี้ ที่ก่อให้เกิดความสนใจในเชิงวิทยาศาสตร์และธุรกิจด้านเทคโนโลยีชีวภาพอย่างมากมายมหาศาล รวมทั้งการเกิดบริษัทใหม่ๆ หลายบริษัท และการปรับทิศทางของงานวิจัยและแหล่งเงินทุนในบริษัทขนาดใหญ่และมหาวิทยาลัย เทคนิคในห้องปฏิบัติการช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถออกแบบและควบคุมการทำงานของสิ่งมีชีวิต และทำให้นักเทคโนโลยีในสาขาต่างๆ มีเครื่องมือที่จะปรับประยุกต์ใช้ในสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่น่าสนใจในทางการค้า

ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่จัดอยู่ในกลุ่มของเทคโนโลยีชีวภาพมีมากมาย ได้แก่\*

1. พันธุวิศวกรรม : เป็นกระบวนการที่เจาะจงเลือกหน่วยพันธุกรรมบางตัวของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่ง (ไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ หรือ จุลินทรีย์) และนำไปใส่ใน

---

\* [http://www2.se-ed.net/shrimpzone/research/article/research\\_biotech.htm](http://www2.se-ed.net/shrimpzone/research/article/research_biotech.htm) 3/01/04

สิ่งมีชีวิตอีกประเภทหนึ่ง เพื่อทำให้เกิดลักษณะพิเศษที่ต้องการ รวมถึงการตัด และต่อ พันธุกรรม เช่น การตัดพันธุกรรมในการสร้างน้ำย่อยของเชื้อ *R. oryzae* ไปต่อเพิ่มให้กับ *R. oryzae* อีกตัวหนึ่ง ทำให้ *R. oryzae* ตัวที่ถูกเพิ่มพันธุกรรม สามารถสร้างน้ำย่อยได้มากขึ้น

2. การผลิตวัคซีน : วัคซีนทุกชนิดนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพ เช่นเดียวกัน วัคซีน อาจเตรียมได้จากเซลล์ของตัวก่อโรคทั้งหมด (Whole cells) หรือเตรียมจากเปลือกหุ้มตัวเชื้อ (Capsule) หรือเตรียมจากส่วนขนละเอียดรอบตัวเชื้อ (Pilli) ก็ได้

3. สารกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันโรค : ผันังเซลล์ของจุลินทรีย์บางชนิด มีส่วนประกอบของสารในกลุ่ม polysaccharides เช่น Oligosaccharide และ Peptidoglycan เป็นต้น สารพวกนี้มีสมบัติในการเกาะจับจุลินทรีย์ตัวก่อโรค และสามารถกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันโรคได้ดีขึ้น ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ มีตั้งแต่การใช้ตัวเซลล์ (Whole cell) สกัดเพียงบางส่วน เช่น สาร Oligosaccharide จากผนังเซลล์ของยีสต์ แบคทีเรีย *Pediococcus* spp. และ *Lactobacillus* บางสายพันธุ์

4. น้ำย่อยหรือเอ็นไซม์ : น้ำย่อยที่สร้างจากสัตว์แต่ละชนิด มีความสามารถในการย่อยวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้แตกต่างกัน เมื่อให้สัตว์กินวัตถุดิบบางชนิดแล้ว สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ ทำให้สิ้นเปลืองวัตถุดิบ ดังนั้นเป้าหมายของการใช้วัตถุดิบใน ปริมาณน้อย แต่ย่อยได้ดี ปัจจุบันจึงได้มีการผลิตน้ำย่อย ทั้งชนิดจำเพาะ เช่น น้ำย่อยที่ ย่อยสารกลูแคน (Glucanase) หรือในรูปของน้ำย่อยรวม (Enzyme cocktail) มาใช้ผสมใน อาหารสัตว์ ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้วัตถุดิบได้ และสัตว์เจริญเติบโตได้ดี น้ำย่อย ที่กล่าวถึงนี้ คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการสันดาป (Metabolic products) ซึ่งส่วน ใหญ่มาจากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์

5. วิตามิน : วิตามิน เป็นผลิตภัณฑ์จากกระบวนการสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการผลิตของจุลินทรีย์ เช่น กากเบียร์ จะมีส่วนประกอบของวิตามินบี หลายชนิด เป็นต้น

6. โปรตีน และกรดอะมิโน : ตัวเซลล์ของจุลินทรีย์หลายชนิด มีส่วนประกอบของโปรตีน และกรดอะมิโน

7. สารสกัดจากพืช : สารสกัดจากพืชบางชนิด มีคุณสมบัติ เป็นสารทำลายศัตรูพืช หรือ ออกฤทธิ์ทำลายแบคทีเรียบางชนิดได้

8. สารเสริมชีวนะ : หรือ ที่เรียกว่าโปรไบโอติก เป็นผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยีชีวภาพที่รู้จักมากที่สุดในการการเลี้ยงสัตว์ สารเสริมชีวนะ ประกอบด้วยกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา โดยเฉพาะพวกแบคทีเรีย ที่สามารถสร้างกรดแลคติก และกรดไขมันระเหย (Lactic acid and Volatile Fatty acid) ความสำคัญของสารเสริมชีวนะ นอกจากจะสร้างกรด เพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ตัวก่อโรคแล้ว ยังมีความสามารถในการเจริญทวีจำนวนได้รวดเร็ว เบียดบัง หรือ ช่ม และแข่งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคได้อีกด้วย และสารเสริมชีวนะนี้ ตัวเซลล์ยังประกอบด้วยสารสำคัญ ในการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันโรค พวก polysaccharide และ peptidoglycan การที่จุลินทรีย์พวกนี้ สามารถสร้างสารคล้ายปฏิชีวนะ ทำลายจุลินทรีย์อื่น โดยเฉพาะตัวที่ก่อโรคได้เช่นเดียวกัน

9. กลุ่มย่อยสลาย อินทรีย์ และอนินทรีย์สาร : มีจุลินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะแบคทีเรีย สามารถทำหน้าที่ย่อยสลายของเสียให้กลายเป็นโมเลกุลขนาดเล็กมากจนพืชชั้นสูงและพืชเซลล์เดียว สามารถดูดซับสารอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ ปัจจุบันสามารถเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ เพื่อนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการย่อยสลาย และควบคุมคุณภาพของน้ำเสียจากฟาร์ม อย่างแพร่หลาย

10. การถนอมอาหาร : การถนอมอาหารโดยใช้จุลินทรีย์ ได้แก่ การหมัก และดองอาหาร เช่น การทำนมเปรี้ยว แหนม ผักดอง เป็นต้น

11. เพิ่มคุณค่าทางอาหาร : เช่น จุลินทรีย์จะสร้างน้ำย่อย เพื่อข่อยน้ำตาล แลคโตสในน้ำนม ให้ได้เป็นน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกาแลคโตส ซึ่งมนุษย์สามารถนำไปใช้ได้

12. อุตสาหกรรมการผลิต : เช่น การผลิตเหล้าองุ่น เบียร์ แอลกอฮอล์ ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง และใช้ฆ่าเชื้อ เป็นต้น

เทคโนโลยีชีวภาพเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศกำลังพัฒนาอย่างประเทศไทยมาก เนื่องจากเป็นประเทศเกษตรกรรม มีผลผลิตทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในด้านต่างๆ ดังนี้

#### 6.2.1.1 ด้านการเกษตร

1. การปรับปรุงพันธุ์ การขยายพันธุ์ ของพืชและสัตว์ เพื่อให้ได้ลักษณะตามที่ต้องการ เช่น ทนทานต่อโรคและศัตรู ทนต่อสภาพแวดล้อม การปรับปรุงพันธุ์พืชทำโดยการหาพืชที่มีลักษณะพิเศษ ดูแลรักษาง่าย ให้ผลผลิตภายใต้สิ่งแวดล้อมที่จำกัด เช่น ในสภาพที่แห้งแล้งไม่มีการชลประทานมีพืชน้อยชนิดที่สามารถปลูกได้หรือปลูกได้แต่ให้ผลผลิตต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงหรือหาพันธุ์ที่ทนสภาพเหล่านี้ได้แล้วนำมาขยายพันธุ์จะทำให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น นอกจากนี้การปรับปรุงพันธุ์พืชยังสามารถทำให้พืชทนต่อแมลง โรค และศัตรูพืชอื่นๆ ในธรรมชาติได้ มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน แต่เดิมวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืช ใช้วิธีการผสมพันธุ์ทางดอก และการคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งต้องใช้เวลาานกว่าจะได้ผล ปัจจุบันจึงได้นำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เทคนิคการหลอมเซลล์ การตัดต่อยีน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue culture) และการแพร่กระจายของสายพันธุ์ (Cloning) นอกจากนี้ยังนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เพื่อให้มีการเจริญเติบโตเร็ว มีนมและเนื้อมาก โดยใช้การผลิตฮอร์โมนเพื่อกระตุ้นสัตว์ต่างๆ



รูปที่ 6.1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue culture)

### จีเอ็มโอ (GMOs)

จีเอ็มโอ มาจากคำว่า genetically modified organisms, GMOs เป็นเทคโนโลยีชีวภาพที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับยีน (gene) หรือหน่วยพันธุกรรม และดีเอ็นเอ (DNA) ที่บางครั้งเรียกกันว่าสารพันธุกรรม เพื่อเปลี่ยนแปลงหรือสร้างพันธุ์ของพืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ โดยใช้เทคนิคการตัดต่อยีนเป็นหลัก ผลที่ได้คือสิ่งมีชีวิตที่มีสมบัติเฉพาะเพิ่มเติมหรือต่างจากพันธุ์เดิม เช่น มะเขือเทศที่เก็บรักษาได้นานหลังเก็บเกี่ยว มะละกอกที่ มีความต้านทานต่อโรคที่เกิดจากไวรัส หรือข้าวโพดที่สร้างสารต้านแมลงศัตรูพืชได้ด้วยตัวเอง

2. การอารักขาพืช การใช้สิ่งมีชีวิตเพื่อควบคุมศัตรูพืชเริ่มมี กว้างขวางขึ้น ดังจะพบว่าจุลินทรีย์หลายชนิดมีความสามารถในการกำจัดหรือทำลาย แมลงและตัวอ่อนของแมลงได้ เช่น เชื้อไวรัส เชื้อบาซิลลัส ทูริงจายเอนจิน มีความสามารถในการกำจัดหนอนใบผักได้

3. การแปรรูปทางการเกษตร การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ที่มีมากเกินไปจนเกิดความเสียหาย โดยใช้เทคโนโลยีทางชีวภาพมาช่วยมีอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมด้านอาหารสัตว์ อาหารทะเล โรงฆ่าสัตว์ โรงสีข้าว และน้ำตาล นอกจากนี้ยัง

ใช้วิธีการทางชีวภาพในการบำรุงรักษาผลผลิตอีก เช่น การใช้สารชะลอการสุกงอมของผลไม้ การใช้สารปฏิชีวนะเพื่อป้องกันการเน่าเสีย

4. การผลิตปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยที่ผลิตโดยเทคโนโลยีชีวภาพมีหลายชนิด ส่วนใหญ่จะให้ไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุที่จำเป็นของพืช สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การผลิตปุ๋ยหมัก จะนำวัสดุเหลือใช้ทั้งพืชและสัตว์ มาหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์เร่งการหมัก การตรึงไนโตรเจนเป็นอีกวิธีหนึ่ง ที่อาจใช้จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนร่วมกับพืช ได้แก่ ไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่ว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกับແหนແฉง

เชื้อราไมโคไรซา เป็นเชื้อราที่อยู่ในรากพืชทั้งตระกูลถั่วและตระกูลหญ้า ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหาอาหารของพืชโดยเฉพาะฟอสฟอรัส

#### 6.2.1.2 ด้านอุตสาหกรรม

1. อุตสาหกรรมหมักคองและเทคโนโลยีเอนไซม์ อุตสาหกรรมหมักคองที่ใช้จุลินทรีย์ ได้แก่ ซีอิ๊ว น้ำปลา น้ำส้มสายชู นมเปรี้ยว เนยแข็ง และเครื่องดื่มจำพวกแอลกอฮอล์ จุลินทรีย์ทำให้การหมักใช้เวลาน้อยลง สำหรับเทคโนโลยีเอนไซม์ได้เริ่มมีมากขึ้น เช่น เอนไซม์โปรตีเอสที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสบู่ เป็นเอนไซม์ที่ได้จากเชื้อราเพนิซิลเลียม โรกิวฟอร์ทีไอ

2. อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ ที่ใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่ อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ประเภทแอลกอฮอล์ และประเภทกรดอะมิโน ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมยาและอาหาร

#### 6.2.1.3 ด้านการแพทย์

1. การผลิตยาจากพืชและจุลินทรีย์ ได้แก่ การผลิตยาปฏิชีวนะ การผลิตฮอร์โมน (ฮอร์โมนเป็นสารชีวโมเลกุล ซึ่งควบคุมกระบวนการเมตาบอลิซึมของ

เซลล์และเนื้อเยื่อ เช่น ฮอร์โมนอินซูลิน ใช้รักษาโรคเบาหวาน) การผลิตโปรตีน พลาสมาโลเจนที่ช่วยกำจัดการอุดตันของหลอดเลือด โดยอาศัยเทคนิคการตัดต่อดีเอ็นเอ

ยาปฏิชีวนะที่รู้จักกันมานานคือ เพนิซิลลิน โดยเฟลมมิง ได้ค้นพบ เชื้อราเพนิซิลเลียม โนทาทัม มีฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการติดเชื้อ ได้คือ

2. การผลิตวัคซีนและเซรุ่ม วัคซีนใช้ในการป้องกันการติดโรค หลายชนิด วัคซีนที่ผลิตโดยวิธีพันธุวิศวกรรม (ขบวนการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ) เช่น โรคมาเลเรีย โรคเรื้อน ตับอักเสบบางชนิด เชื้อไวรัส โรคกลัวน้ำ โรคปากเปื่อยทำเปื่อยในสัตว์ โดยการกำจัดเอาแอนติเจนที่มีพิษออกไปก่อน โดยการค้นหาเฉพาะแอนติเจนที่ก่อให้เกิดภูมิคุ้มกันเท่านั้น

3. การวินิจฉัยโรคและรักษาโรค โรคติดเชื้อ โรคทางพันธุกรรม โรคที่เกิดจากการผิดปกติทางฮอร์โมนและโรคมะเร็ง อาจวินิจฉัยได้โดยอาศัยสารวินิจฉัยโรค ที่เรียกว่า สาร โมโนโคลนัลแอนติบอดี เช่น ธารัสซีเมีย

#### 6.2.1.4 ด้านสิ่งแวดล้อม

1. การบำบัดสารมลพิษ โดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ได้แก่
  - การบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ (Biological treatment process) เป็นการบำบัดน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ปนอยู่ โดยการใช้อินทรีย์จำพวกสาหร่ายและแบคทีเรียทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์
  - การกำจัดขยะมูลฝอย ทำได้หลายวิธี เช่น การหมักขยะมูลฝอยทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ โดยการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ การทำก๊าซชีวภาพโดยนำขยะประเภทมูลสัตว์และพืช มาหมัก ในสภาพที่ไม่มีอากาศ มูลสัตว์จะมีแบคทีเรียชนิดมีเทน ฟอรัมมิง แบคทีเรีย ที่สามารถให้ก๊าซมีเทนที่จุดไฟติดได้ จึงใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม และให้พลังงานแสงสว่างได้

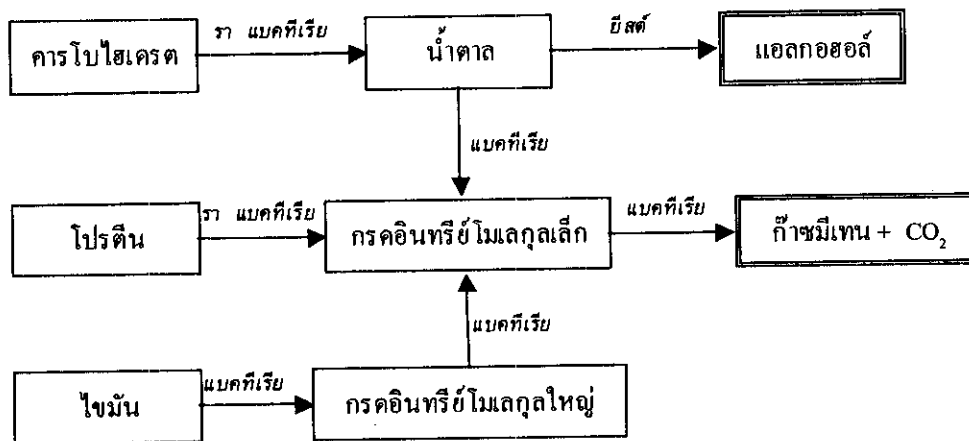


2. กำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เทคโนโลยีชีวภาพช่วยทำให้น้ำทิ้งกลับมาใช้ได้ เช่น นำสารอินทรีย์จากน้ำทิ้งในอุตสาหกรรมอาหารไปสร้างมวลชีวภาพ มีจุลินทรีย์ที่มีโปรตีนสูง เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ โปรตีนที่ได้จากจุลินทรีย์นี้เรียกว่า “จุลินทรีย์โปรตีน” (single cell protein)

3. การกำจัดยุง ยุงเป็นพาหนะของโรคไข้มาเลเรีย ใช้สมองอีกเสบไข่เลือดออก และโรคเท้าช้าง การกำจัดยุงโดยชีววิธี (biological control) เพื่อลดปริมาณของยุง วิธีที่ได้รับความสนใจมากคือ การใช้ศัตรูธรรมชาติทำลายลูกน้ำของยุง โดยใช้แบคทีเรียชนิด บาซิลลัส ทูริงจางเอนซิส สับสปิซีส อีสราเอนเลนซิส และบาซิลลัส สเฟียริคัส แต่ยังสามารถฆ่ายุงได้เพียงบางชนิดเท่านั้น

### 6.2.1.5 ด้านแหล่งพลังงาน

1. ผลิตพลังงานจากมวลชีวภาพ (Biomass) โดยอาศัยจุลินทรีย์ เช่น ราและแบคทีเรียที่มีเอนไซม์ย่อยสารอินทรีย์ที่ได้จากพืชให้เป็นสารโมเลกุลเล็กลง เช่น ก๊าซมีเทน และแอลกอฮอล์ ดังแผนผัง



สารคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้ง เซลลูโลสและน้ำตาล ซึ่งพบทั่วไปในพืชที่มาจากเกษตรกรรม เช่น แป้งพบในเผือก มัน ข้าว เมล็ดพืช เซลลูโลสพบในหญ้า ฟางข้าว ชังข้าวโพด เป็นต้น แอลกอฮอล์ที่ได้จะเป็นชนิด “เอทานอล”

## 6.2.2 เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหลายด้าน ทั้งนี้เพราะทำให้มนุษย์ได้รับความสะดวกสบาย ประหยัดเวลาและมีความรวดเร็วถูกต้อง

### 6.2.2.1 ด้านอุตสาหกรรม

ใช้คอมพิวเตอร์ในกระบวนการผลิต ช่วยออกแบบและควบคุมการผลิต นอกจากนี้ยังใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ (robots) ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะออกแบบมาใช้งานเฉพาะอย่างหนึ่งอย่างใด เช่น ใช้พ่นสี เชื่อมโลหะ ยกของหนัก และงานในสถานที่อันตราย

### 6.2.2.2 ด้านผลิตสินค้า

ในบริษัทที่ผลิตสินค้า ส่วนใหญ่จะใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารตลอดจนการสื่อสาร การส่งสินค้า การวิเคราะห์ตลาด

### 6.2.2.3 ด้านการเงินการธนาคาร

คอมพิวเตอร์ถูกใช้ในกิจการบริการด้านการเงิน เช่น ธนาคาร บริษัทเงินทุน ตลาดหลักทรัพย์ ที่ใช้กันมากได้แก่ ระบบเอทีเอ็ม (Automatic teller machines, ATMs) และกำลังแพร่หลายคือ ระบบโฮมแบงกิง (Home banking) ที่ผู้ใช้บริการสามารถโอนเงินหรือฝากเงินได้ โดยใช้คอมพิวเตอร์ติดต่อสื่อสาร

#### 6.2.2.4 ด้านการพิมพ์

การผลิตหนังสือ หนังสือพิมพ์ และวารสารต่างๆ ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้องเกือบทั้งหมด

#### 6.2.3 เทคโนโลยีเลเซอร์

แสงเลเซอร์เป็นคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นเดียว มีการกระจัดกระจายของลำแสงน้อยมาก มีอำนาจทะลุทะลวงสูง เครื่องผลิตลำแสงเลเซอร์เครื่องแรกของโลกเป็นเครื่องเลเซอร์แบบทึบทิม สามารถปล่อยพลังงานของอิเล็กตรอนออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องผลิตแสงเลเซอร์ จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวปล่อยแสงเลเซอร์ออกมา และส่วนที่เป็นตัวป้อนพลังงานจากภายนอกให้กับส่วนแรก เพื่อไปกระตุ้นให้อะตอมของส่วนแรกปล่อยพลังงานออกมาในรูปของแสงเลเซอร์ แสงเลเซอร์ถูกนำไปใช้งานหลายด้าน ได้แก่

##### 6.2.3.1 ด้านอุตสาหกรรม

ประเภทอุตสาหกรรมหนักมักจะอาศัยเลเซอร์ทำงาน เช่น ตัดเหล็ก เชื่อม หลอม และการตรวจสอบอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะไมโครอิเล็กทรอนิกส์

##### 6.2.3.2 ด้านการสื่อสาร

การสื่อสารไม่ว่าจะเป็นด้วยเสียงและภาพ ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีเลเซอร์เข้ามามีบทบาทมาก

##### 6.2.3.3 ด้านการแพทย์

<sup>6</sup> เทคโนโลยีเลเซอร์เข้ามามีบทบาทมากในทางการแพทย์ ไม่ว่าจะเป็นงาน ศัลยกรรมทั่วไป ศัลยกรรมตกแต่ง ทันตแพทย์ จักษุแพทย์ ตลอดจน ผ่าตัดสมอง

เส้นประสาท ความผิดปกติของสายตา ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้คนสายตาสั้น หรือยาว การผ่าตัดเนื้องอก และมะเร็ง

#### 6.2.3.4 ด้านบันเทิง

การแสดงแสง-สี ในงานศิลปะต่างๆ งานแสดงบนเวที มักจะพบเทคโนโลยีเลเซอร์เข้ามาช่วยอย่างมาก

#### 6.2.3.5 ด้านทหาร

งานด้านทหารที่นำเทคโนโลยีเลเซอร์เข้ามาใช้ ที่เด่น คือ ใช้เป็นอาวุธ อาวุธเลเซอร์กำลังถูกพัฒนาขึ้นอย่างรีบเร่ง ไม่ว่าจะเป็นปืนหรืออาวุธอื่นที่สามารถทำลายขีปนาวุธ ดาวเทียม หรือเครื่องบินได้ การพัฒนาอาวุธเลเซอร์ที่กำลังถูกจับตามองในขณะนี้ คือ โครงการ “สตาร์ วอร์” ของประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้แล้ว เทคโนโลยีเลเซอร์ยังใช้เป็นเรดาร์ และใช้ในการสื่อสาร ซึ่งรวมถึงการจารกรรม การลักลอบหรือดักฟังการสนทนาของข้าศึก

### 6.2.4 เทคโนโลยีนิวเคลียร์

มนุษย์ใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและในงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ และยังใช้ประโยชน์จากเรดิโอไอโซโทป ในด้านต่างๆ เช่น การแพทย์ การเกษตร เป็นต้น

#### 6.2.4.1 ใช้เป็นแหล่งพลังงาน

การใช้พลังงานนิวเคลียร์จากปฏิกิริยานิวเคลียร์โดยใช้เชื้อเพลิงจากสารกัมมันตภาพ สามารถผลิตพลังงานได้มากมาย เพื่อเปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน

#### 6.2.4.2 ด้านการแพทย์

ทางการแพทย์ได้นำเทคโนโลยีนิวเคลียร์มาใช้งานในการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคเนื้องอกและโรคมะเร็งมาเป็นเวลานาน เช่น โคบอลต์-60 ( $Co^{60}$ ) ใช้รักษาโรคมะเร็ง ไอโอดีน-131 ( $I^{131}$ ) ใช้ตรวจสอบความผิดปกติของต่อมไทรอยด์

#### 6.2.4.3 ด้านการเกษตร

กัมมันตภาพรังสีเป็นสารที่ได้จากเทคโนโลยีนิวเคลียร์ถูกนำมาใช้ด้านการเกษตรอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพันธุ์ของพืช การถนอมอาหาร ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และการกำจัดแมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงจำพวก ดั้ว ผีเสื้อ แมลงวัน หนอนกระทู้ โดยใช้รังสีแกมมาที่ได้จากโคบอลต์-60 การกำจัดแมลงทำได้ทั้งการอาบรังสีที่ตัวแมลงโดยตรง หรืออาจใช้ตัวผู้ของแมลงที่ถูกอาบรังสีเป็นสื่อ ทำให้แมลงตัวผู้เป็นหมันได้ เทคนิคการใช้แมลงที่เป็นหมันเป็นการใช้แมลงชนิดเดียวกันกำจัดแมลงชนิดเดียวกัน

ขั้นตอนประกอบด้วย การเลี้ยงแมลงในห้องทดลองเป็นจำนวนมาก แล้วทำหมันด้วยการฉายรังสี จากนั้นปล่อยแมลงที่ทำหมันออกไปผสมพันธุ์กับแมลงในธรรมชาติ ผลการผสมพันธุ์จะทำให้ตัวเมียวางไข่ที่ไม่ฟัก การปล่อยแมลงที่เป็นหมันเพื่อให้ไปผสมพันธุ์กับแมลงในธรรมชาติ ทำให้จำนวนประชากรแมลงในธรรมชาติลดลง การปล่อยแมลงที่เป็นหมันจำนวนมากติดต่อกันจะทำให้ประสบความสำเร็จในการลดประชากรแมลงในธรรมชาติอย่างรวดเร็ว ความสำเร็จในการกำจัดแมลงจะเร็วขึ้นและลดต้นทุนได้ จะต้องกำจัดแมลงในธรรมชาติให้มีจำนวนลดต่ำลงก่อนการปล่อยแมลงที่เป็นหมัน ซึ่งทำได้ 2 วิธีคือ

1. การเลือกสภาพอากาศ เนื่องจากแมลงในธรรมชาติจะลดต่ำลงตามสภาพดินฟ้าอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ
2. การใช้สารเคมี เขี่ยพิษ กับดัก

ปัจจุบันทั่วโลกมีการใช้เทคนิคการใช้แมลงที่เป็นหมันกับแมลงศัตรูพืชมากกว่า 20 ชนิด และยังมี การวิจัยและพัฒนาวิธีการนี้กับแมลงศัตรูพืชชนิดอื่นๆ อีก คาดว่าเทคโนโลยีนี้ จะมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอนาคต

#### 6.2.4.4 ด้านอุตสาหกรรม

ที่พบบ่อยๆ คือการตรวจสอบรอยร้าว หรือร้วงของท่อต่างๆ โดยใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ผ่านรังสีที่มีอำนาจทะลุทะลวงสูง เช่น รังสีเอกซ์ และวัดรังสีที่ผ่านออกมาด้วย ไกเกอร์ เคาน์เตอร์ เพื่อตรวจสอบความหนาของแผ่นเหล็กในโรงงาน

การเปลี่ยนสีพลอยด้วยรังสี โดยฉายรังสีอัญมณีด้วยรังสีแกมมา และรังสีนิวตรอน เพื่อเปลี่ยนสี ซึ่งสามารถเพิ่มมูลค่าของอัญมณีโดยเฉพาะพลอยเนื้ออ่อน เช่น โทแพซเปลี่ยนให้เป็นสีฟ้า ทัวมาลีนเปลี่ยนให้เป็นสีชมพูแดง และควอตซ์เปลี่ยนให้เป็นสีชา

#### 6.2.5 เทคโนโลยีอวกาศ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีด้านอวกาศ ทำให้เทคโนโลยีหลายด้านเจริญขึ้นตามมาด้วย เช่น คอมพิวเตอร์ เลเซอร์ และดาวเทียม สำหรับดาวเทียมนั้นในปัจจุบันได้นำข้อมูลต่างๆ มาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง ได้แก่

##### 6.2.5.1 ใช้เป็นแหล่งข้อมูล

เพื่อศึกษาลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา เช่น รอยเลื่อน ภูเขาไฟ ภาพถ่ายที่ได้จากดาวเทียม สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในการวางแผนการใช้ที่ดิน การจัดการป่าไม้ ตลอดจนการเกษตร ตรวจสอบสภาพดินฟ้าอากาศ และสิ่งแวดล้อม

### 6.2.5.2 การสื่อสาร

การสื่อสารผ่านดาวเทียม ไม่ว่าจะอยู่มุมไหนของโลก ข่าวสารและการติดต่อที่ผ่านกระบวนการดาวเทียมสามารถติดต่อได้ อย่างสะดวกและชัดเจน สำหรับประเทศไทย การสื่อสารเหื่อน่านฟ้าไทย ได้มีดาวเทียมภายใต้โครงการดาวเทียมชื่อ “ไทยคม” ซึ่งเป็นชื่อพระราชทานจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งมาจากคำว่า “ไทยคมนาคม” ดำเนินโครงการโดย บริษัท ชินวัตรแซทเทลไลท์ จำกัด มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี

### 6.2.6 เทคโนโลยีสารสนเทศ

เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology หรือ IT) หมายถึงเทคโนโลยีที่ช่วยในการรวบรวม จัดเก็บ ประมวลผล เรียกใช้ รวมทั้งถ่ายทอดและนำเสนอ ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ในทุกรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสารสนเทศ ซึ่งรวมทั้งเสียง ข้อมูล หรือภาพ ประกอบด้วยเทคโนโลยีหลักได้แก่ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม และเทคโนโลยีเกี่ยวกับฐานข้อมูล

เทคโนโลยีสารสนเทศมีลักษณะหลายประการ ที่เอื้อประโยชน์ต่อการนำมาใช้เป็นสื่อ หรือเป็นเครื่องมือในการเผยแพร่ ได้แก่ ความสามารถในการเผยแพร่ และกระจายข้อมูลไปสู่ผู้รับได้ทั่วโลก โดยปราศจากซึ่งขีดจำกัดทางภูมิศาสตร์และเวลา ความสามารถในการสร้างระบบปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบระหว่างผู้ให้และผู้รับข้อมูล หรืออีกนัยหนึ่งคือ การสื่อสารสองทาง ดังนั้นในโลกของยุคข้อมูลข่าวสาร เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการดำเนินชีวิต การประกอบธุรกิจ การเรียนรู้ ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลเป็นอย่างมาก

## 6.3 ผลกระทบของเทคโนโลยีต่อสภาพแวดล้อม

มนุษย์ได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เพื่อผลประโยชน์ของตนเองโดยส่วนใหญ่ แต่อาจก่อให้เกิดโทษต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งมนุษย์เอง และสิ่งแวดล้อม หากมนุษย์รู้จักนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้อย่างถูกต้องและรอบคอบ ก็จะได้รับประโยชน์และปัญหามลพิษของสิ่งแวดล้อมก็ไม่เกิดขึ้น

### 6.3.1 ผลกระทบของการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิง

การใช้เชื้อเพลิงที่มาจาก ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่การขุดค้นหาเชื้อเพลิง การขนส่ง ตลอดจนการนำเชื้อเพลิงมาใช้ในการเผาไหม้เพื่อให้ได้พลังงาน ทุกกระบวนการมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น

**การใช้ถ่านหิน** ตั้งแต่การทำเหมืองถ่านหิน จะต้องมีการทำลายหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์ลงพร้อมกับป่าไม้ในบริเวณนั้น นอกจากนั้นเครื่องจักรที่ทำงานยังทำให้เกิดฝุ่นละอองแผ่คลุมไปทั่วด้วย ในการขุดเจาะจะพบก๊าซพิษของ กำมะถัน ก๊าซมีเทน และไนโตรเจน เมื่อนำเชื้อเพลิงไปเผาขยะทำให้เกิดก๊าซพิษจำพวก ออกไซด์ของกำมะถัน และออกไซด์ของไนโตรเจน

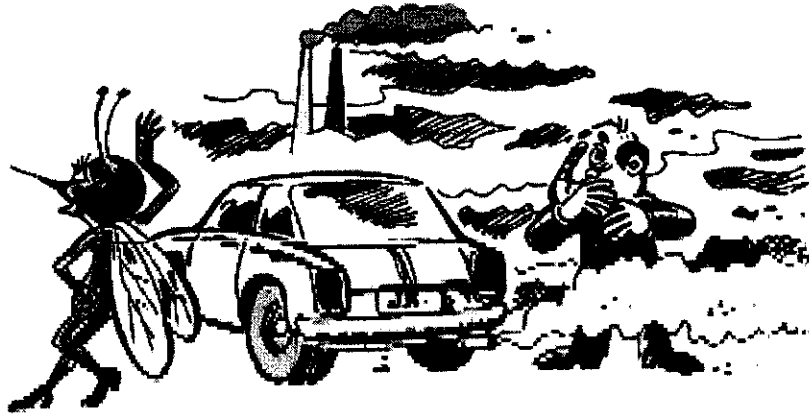
**การใช้น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ** การสำรวจและขุดเจาะน้ำมันขึ้นมาใช้ ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตที่อยู่โดยรอบ และในระหว่างการเดินทางทางทะเล พบว่าเกิดอุบัติเหตุที่ทำให้น้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลเสมอ ซึ่งทำความเสียหายให้กับระบบนิเวศน์วิทยาทางทะเลเป็นอันมาก

**ปัญหาอากาศเสียจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง** การเผาไหม้เชื้อเพลิงทำให้เกิดสารเคมีที่เป็นพิษฟุ้งกระจายออกสู่อากาศเสมอ ก่อให้เกิดปัญหาอากาศเสียอย่าง



รุนแรงเมื่อมีปริมาณการเผาไหม้เพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ สารตะกั่ว เขม่าและฝุ่นละออง นอกจากนี้แล้วยังพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ทุกชนิด มีผลทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีสมบัติในการดูดความร้อนได้ดีนั่นเอง

<http://www.wordphiles.info/image-word-unit1/mal-polution.gif> (18/01/04)



รูปที่ 6.2 ปัญหาอากาศเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของรถยนต์

### 6.3.2 ผลกระทบของการใช้พลังงานนิวเคลียร์

สารกัมมันตภาพรังสีเป็นสารที่ได้จากเทคโนโลยีนิวเคลียร์ เป็นสารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต การรั่วไหลของสารกัมมันตภาพรังสีจากเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เป็นอันตรายต่อสุขภาพ อาจปรากฏอาการ เบื่ออาหาร คลื่นเหียนอาเจียร เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโลหิต และทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม ถ้าได้รับรังสีในปริมาณสูงจะทำให้เสียชีวิตได้ นอกจากนี้แล้วความร้อนจากน้ำที่ใช้ระบายความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ยังมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ทั้งต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำ เช่น ปลา ปู แพลงตอน (สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไดอะตอม) และพืชน้ำอื่นๆ

### 6.3.3 ผลกระทบจากการสร้างเขื่อน

การสร้างเขื่อนมีผลกระทบหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการทำลายป่า การทำลายสภาพดิน นิเวศวิทยา ฯลฯ การสร้างเขื่อนพลังน้ำที่เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่ใช้ผลิตไฟฟ้า แต่การสร้างเขื่อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมและทำลายทรัพยากร อาจเกิดปัญหาของน้ำล้นเขื่อนหรือปัญหาน้ำท่วมตามมา ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาตามมาต่อไปอีก

<http://www.littleandro.com/images/pollution.jpg> (18/01/04)



รูปที่ 6.3 ปัญหาผลกระทบที่เกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า

### 6.3.4 ผลกระทบจากความร้อนจากการใช้พลังงาน

การใช้พลังงานเป็นไปตามกฎทรงพลังงาน สามารถเปลี่ยนรูปได้ แต่ไม่อาจทำลายได้ ไม่ว่าจะใช้ไปในรูปใดสุดท้ายก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนและปลดปล่อยความร้อนสู่สิ่งแวดล้อมในที่สุด การใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยทำให้เกิดความร้อนสูง ทำให้อากาศร้อนเกิดเป็นหมอกความร้อนหรือเกิดเกาะร้อน

### 6.3.5 ผลกระทบการใช้เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดเสียง

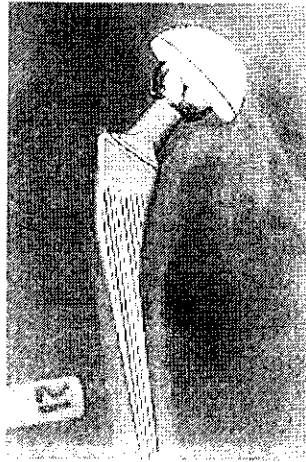
เสียงที่ดังเกินมาตรฐาน มีผลเสียดต่อบุคคลสองประการ ประการแรกทำให้ประสาทหูเสีย อันเนื่องมาจากการเสื่อมนของเซลล์ ประการที่สองมีผลต่อสภาพจิตใจของมนุษย์ทางด้านอารมณ์ อาจผิดปกติได้

## 6.4 พัฒนาการของเทคโนโลยีในอนาคต

### 6.4.1 วัสดุศาสตร์ และเทคโนโลยี

เทคโนโลยีวัสดุ (Materials Technology) จัดเป็นหนึ่งในเทคโนโลยียุทธศาสตร์ ที่ประเทศต่างๆ โดยเฉพาะประเทศมหาอำนาจให้ความสำคัญ ถือเป็นปัจจัยหลักในอันดับต้นๆ โดยที่จะเพิ่มความได้เปรียบในการแข่งขัน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและการเมือง ทุกวันนี้มีวัสดุสังเคราะห์ชนิดใหม่ๆ เกิดขึ้นทุกวัน และนับวันวัสดุเหล่านี้ก็ยิ่งทรงประสิทธิภาพมากขึ้นและมีบทบาทอย่างสูง ในการกำหนดคุณภาพชีวิตมนุษย์ในอนาคต ทั้งในระดับบุคคลระดับประเทศและระดับโลก

ในแง่ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันทั่วไปของเรา วัสดุไฮเทคเหล่านี้ได้ก้าวเข้ามามีส่วนอยู่ไม่น้อย นับตั้งแต่แปรงสีฟันยุคใหม่ ที่ขนแปรงทำด้วยไนลอน ซึ่งมีความยืดหยุ่นและคืนรูปได้ดี ยามีลดความอ้วนที่ผลิตจากสารโคโคซานที่ได้จากการสกัดเปลือกกุ้งและปู เลนส์แว่นตากันแดดที่เปลี่ยนสีได้ตามความเข้มของแสง ซึ่งจัดเป็นวัสดุฉลาด (smart materials) ที่ใช้ในทางการค้าชนิดแรกๆ ของโลก แบตเตอรี่รุ่นใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิมแต่ไม่มีส่วนผสมของโลหะหนักที่เป็นอันตราย รถยนต์ไฟฟ้า ที่ช่วยลดมลพิษ ฯลฯ



รูปที่ 6.4 ข้อสะโหนกเทียม ที่ใช้ทดแทน ข้อสะโหนกของมนุษย์ ผลิตจากไทเทเนียม



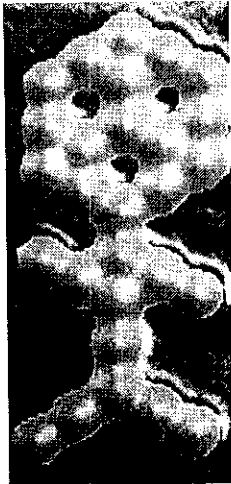
รูปที่ 6.5 สารโคติน และสารโคโตซาน เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ ซึ่งผลิตจากเปลือกกุ้งและเปลือกปู

วัสดุสังเคราะห์ยุคใหม่ยังมีบทบาทในหลากหลายวงการ ไม่ว่าจะเป็นด้าน การกีฬา การสื่อสาร การคมนาคม การแพทย์ การสำรวจอวกาศ ฯลฯ เรามีรองเท้ากีฬาน้ำหนักเบาที่ช่วยลดแรงกระแทก และช่วยให้การวิ่งมีประสิทธิภาพดีขึ้น มีกาวติดแผลทดแทนการเย็บแผลในบางกรณี และมีกระดูกเทียมที่ได้รับการพัฒนาให้ใช้งานได้ดี และไม่มีผลข้างเคียงต่อร่างกาย มีกระเบื้องเซรามิกส์ทนความร้อนสูง ที่ใช้ปูบนผิวยานกระสวยอวกาศ เพื่อให้ทนต่อความร้อนจัดที่เกิดจากการเสียดสี เมื่อยานแล่นกลับสู่ชั้นบรรยากาศโลก มีวัสดุที่ "คิด" และ "ทำ" ได้ด้วยตัวเองที่ใช้ในงานสำรวจต่าง ๆ ฯลฯ

ในศตวรรษหน้าเทคโนโลยีวัสดุจะยิ่งก้าวล้ำยิ่งขึ้น สิ่งของหรืออุปกรณ์ต่างๆ จะมีขนาดเล็กลง แต่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็จะมีคุณค่า สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ได้ใหม่ และเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง ทั้งนี้เป็นที่แน่นอนว่าโลกในศตวรรษหน้าจะเปลี่ยนโฉมหน้าไปจากเดิม โดยมีเทคโนโลยีวัสดุเป็นตัวแปรสำคัญ

### 6.4.2 นาโนเทคโนโลยี (nanotechnology)

ในอนาคตอันใกล้ดีกรีความสูงจรดเมฆ เครื่องบินโดยสารไอพ่นขนาดใหญ่ที่ผู้โดยสารได้หลายร้อยคน อาจไม่สร้างความตื่นเต้นให้แก่มนุษย์อีกต่อไป เพราะวิศวกรและนักเทคโนโลยี อนาคตกำลังหันมาประดิษฐ์และคิดสร้างอุปกรณ์ขนาดเล็กจิ๋วแทน เทคโนโลยีที่วันนี้รู้จักกันในชื่อ นาโนเทคโนโลยี หมายถึงเทคโนโลยีในการสร้างอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีขนาดประมาณนาโนเมตรหรือ  $10^{-9}$  เมตร ซึ่งเป็นระดับที่ใกล้เคียงกับขนาดของอะตอม ( $10^{-10}$  เมตร)



รูปที่ 6.6 มนุษย์โมเสกุล ตัวนี้ เกิดจากสาร จัดเรียงอะตอมของ คาร์บอนมอนอกไซด์ บนทองคำขาว

ก่อนที่เทคโนโลยีในการสร้างเครื่องจักรกลหรืออุปกรณ์ที่มีชิ้นส่วน ประกอบด้วยอะตอม จะเกิดขึ้นจริงได้ นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีอุปกรณ์สำหรับจัดวางเรียงอะตอมให้ตรงตามตำแหน่งที่ต้องการให้ได้ก่อน การเคลื่อนย้ายอะตอม เพิ่งประสบความสำเร็จเป็นครั้งแรกในปี 2532 เมื่อนักฟิสิกส์ประจำห้องทดลอง ของบริษัท IBM ใช้เข็มปลายแหลมของกล้องจุลทรรศน์พิเศษ ที่เรียกว่า STM ทำการเคลื่อนย้ายอะตอมของธาตุ xenon จำนวน 35 อะตอม มาวางเรียงกันจนได้เป็น ป้ายชื่อบริษัท IBM ขนาดเล็กที่สุดในโลก คือมีขนาดเพียง 0.0000017 เมตร หลังจากนั้นก็ได้มีการทดลอง

และศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีในระดับนาโนขึ้นอีกหลายชิ้น เพื่อนำความรู้ที่ได้มาพัฒนาอุปกรณ์ขึ้นใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ต่อไป

ปัจจุบันเทคโนโลยีนาโนกำลังเข้ามามีบทบาทมากขึ้น ในวงการต่างๆ มีการใช้เทคโนโลยีนาโนวัดปริมาณความร้อนที่เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจปล่อยออกมา เพื่อตรวจวัดความแตกต่างระหว่างเซลล์ที่สุขภาพดีกับเซลล์ที่ผิดปกติ ในวงการธรณีวิทยา ก็มีการสร้างอุปกรณ์ตรวจจับปรากฏการณ์แผ่นดินไหวที่สามารถตรวจวัดความเปลี่ยนแปลงในระดับนาโนเมตร ซึ่งจะช่วยให้เราทำนายการเกิดแผ่นดินไหวได้ล่วงหน้า นานนับเดือน นอกจากนี้ยังมีการผลิตเส้นลวดที่บางที่สุดในโลก เส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 1 นาโนเมตร ซึ่งสามารถนำไปทำเป็นตัวนำยิ่งยวด ใช้ประกอบในวงจรคอมพิวเตอร์อันจะมีผลให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ได้ โดยปราศจากแรงต้านทานใดๆ

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีนาโนในปัจจุบัน ทำให้เชื่อกันว่าอีกไม่นานมนุษย์คงสามารถสร้างเครื่องจักรโมเลกุล ที่ประกอบไปด้วยอะตอมของธาตุต่าง ๆ เพื่อทำงานให้แก่มนุษย์ เราอาจจะมีเครื่องจักรโมเลกุลที่สามารถส่งเข้าไปในร่างกายเพื่อทำลายเซลล์ร้าย เช่น เซลล์มะเร็ง ได้ มีหุ่นยนต์โมเลกุลที่จะช่วยจัดไขมันอุดตันในเส้นเลือด หรือซ่อมแซมเซลล์ที่บกพร่อง เสื่อมสภาพ มีหุ่นยนต์โมเลกุลที่สามารถผลิตอาหารจำนวนมากเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหาร ฯลฯ

แม้ในวันนี้เทคโนโลยีนาโน จะยังไม่พัฒนาไปถึงขั้นนั้น แต่นักวิทยาศาสตร์ก็เชื่อว่า เวลาที่มนุษย์โลกจะได้ทำความรู้จักกับผู้ช่วยขนาดเล็กจิ๋ว ทว่าทรงประสิทธิภาพยิ่งนี้ ไม่ได้อยู่ไกลจนเกินจินตนาการ เพราะโลกยุคใหม่ที่ว่าจะเดินทางมาถึงภายใน 50 ปีข้างหน้าเท่านั้น

### 6.4.3 เทคโนโลยีเลเซอร์

ทุกวันนี้ เรามีเลเซอร์ ที่ใช้ในการแพทย์ ช่วยให้แพทย์ สามารถทำการผ่าตัด ที่ต้องการ ความละเอียด และแม่นยำสูง เช่น การผ่าตัดกระจกตา ผ่าตัดสมอง มีเลเซอร์ ที่ใช้ในการบันเทิง มีเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ที่เข้ามาช่วยงาน การพิมพ์หนังสือ และเอกสาร ฯลฯ ทว่าดูเหมือน ศักยภาพของเลเซอร์ จะไม่หยุดอยู่เพียงแค่นั้น นับจากระยะเวลาไม่กี่สิบปีที่ เลเซอร์ ถือกำเนิดขึ้นในโลก มันได้พัฒนา ศักยภาพของมันขึ้นมาอย่างน่าทึ่ง จนทำให้เชื่อกันว่า ศักยภาพของเลเซอร์ ที่จะปรากฏต่อไป ในศตวรรษหน้า จะต้องเป็นสิ่งที่น่าตื่นเต้น และทำทลาย จินตนาการ อย่างยิ่ง



รูปที่ 6.4 ภาพแสดง การใช้แสงเลเซอร์ ยิงตรวจสอบเนื้อเยื่อ ของเซลล์มะเร็ง ในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี พระจอมเกล้า

เชื่อกันว่าในศตวรรษที่ 21 เลเซอร์และใยแก้วนำแสง (fiber optics) จะจับคู่กัน ครองความเป็นเจ้าระบบ การสื่อสาร ในโลกการพิมพ์ เลเซอร์จะเข้ามาเปลี่ยนแปลงระบบการพิมพ์ ครั้งใหญ่ โดยจะช่วย ลดขั้นตอนการพิมพ์ และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ลง จนกระทั่ง ห้องสมุด อาจเป็นได้ทั้ง สถานที่เก็บ หนังสือ-เอกสาร และเป็น สำนักพิมพ์ไปด้วยในตัว ในด้านการแพทย์ บทบาทของเลเซอร์ จะยิ่งพัฒนาก้าวหน้าขึ้น ทำให้แพทย์ สามารถเห็น และแก้ไข ความผิดปกติ ของร่างกาย ในระดับที่ เล็กละเอียด ลงไปได้มาก อย่างที่ไม่เคยเป็นมาก่อน และในด้านการทหาร การพัฒนา อาวุธเลเซอร์ ก็จะไม่ใช้เพียง จินตนาการ อีกต่อไป

เราคงไม่อาจปฏิเสธบทบาทของเลเซอร์ที่มีต่อชีวิตของเรา ทั้งในวันนี้และในอนาคตได้ สิ่งสำคัญอยู่ที่ว่ามนุษย์สามารถควบคุมและใช้งานประดิษฐ์กรรมที่เราคิดสร้างขึ้นมานี้ให้เป็นไปในทางสร้างสรรค์ได้มากน้อยเพียงไร

#### 6.4.4 อินเทอร์เน็ตในศตวรรษหน้า

อินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดกว้างใหญ่ไพศาลและควบคุมดินแดนเกือบทุกแห่งบนโลก ผู้ที่ใช้คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต สามารถใช้บริการต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบได้ บริการที่กล่าวถึง คือ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์และเวิลด์ไวด์เว็บ ซึ่งจะ เป็นพื้นฐานสำหรับบริการที่จะเกิดในอนาคต

- ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail, e-mail) เป็นบริการที่ช่วยให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ทั้งในรูป แบบเอกสารข้อความ เสียง และภาพ ทำให้นักธุรกิจที่ต้องเดินทางตลอดเวลาได้รับความสะดวกมากขึ้น

- เวิลด์ไวด์เว็บ หรือ WWW เป็นนวัตกรรมของระบบอินเทอร์เน็ต อันเป็นที่รวมของเอกสารหลายมิติ (Hypertext) ซึ่งจัดเอกสารไว้ในแบบที่ผู้ใช้สามารถอ่านเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างสะดวกและยังมีโปรแกรมค้นหาเอกสารจากทุกมุมโลก เอกสารที่กล่าวถึงนี้ไม่จำเป็นจะต้องเป็นข้อความเท่านั้น อาจเป็นภาพ เสียง หรือภาพเคลื่อนไหวก็ได้ ด้วยสมรรถนะนี้เองเวิลด์ไวด์เว็บจึงกลายเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับเผยแพร่ข่าวสารซึ่งอยู่ในรูปของเว็บเพจ (web page) หรือ โฮมเพจ (home page)

ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและมีบทบาทมาก คือการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นการทำธุรกิจที่ใช้ระบบสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือ แต่ความหมายในปัจจุบันเราจำกัดตัวเองเป็น การขายสินค้า ผ่านอินเทอร์เน็ต สำหรับการขายสินค้าผ่านอินเทอร์เน็ตนี้ มีปัญหาหลายประการ แต่มีทางแก้ไขได้โดยใช้ข้อตกลงหมายควบคุม





รูปที่ 6.5 รถสายตรวจ 191 รุ่น C3I ติดตั้งคอมพิวเตอร์ และเครื่องบอกพิกัดผ่านดาวเทียม (GPS)

**รัฐบาลดิจิทัล** คือรัฐบาลที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือ เพื่อให้บริการที่เยี่ยมยอดที่สุดแก่ประชาชน และในคริสต์ศตวรรษที่ 21 นี้ รัฐบาลดิจิทัลจะเกิดขึ้นทั่วโลก รวมถึงรัฐบาลไทยด้วย ระบบอินเทอร์เน็ตจะเป็นเครื่องมือ ที่ช่วยให้รัฐบาลสามารถเป็นผู้ให้บริการสาธารณะที่ดีที่สุดได้ และในอนาคตระบบอินเทอร์เน็ตจะกลายเป็นเครื่องมือสำหรับหยังเสียงของรัฐบาล ดังนั้นในศตวรรษหน้าคนของรัฐบาล จะต้องใช้อินเทอร์เน็ตเป็น แต่รัฐบาลดิจิทัลก็ยังไม่เกิดขึ้นได้ง่ายๆ เพราะระบบข้อมูลและสารสนเทศสำหรับรัฐบาลดิจิทัลมีขนาดใหญ่มาก เราต้องมีความพร้อมในทุกๆ ด้าน

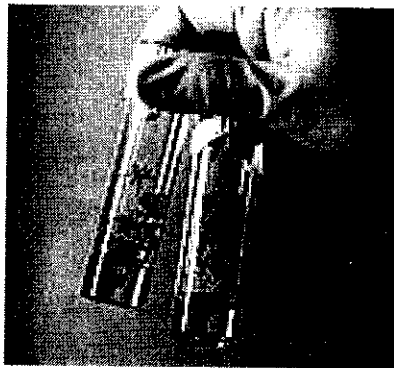
สำหรับปัญหาของอินเทอร์เน็ตในอนาคตนั้น มีผู้ศึกษาสถิติการใช้อินเทอร์เน็ตทั่วโลกพบว่าในปี 2000 เครื่องแม่ข่ายอาจจะมีจำนวนมากถึง 100 ล้านเครื่องและคาดว่าจะมากกว่าหนึ่งในสี่จะต้องเป็นเครื่องแม่ข่ายของบริษัทธุรกิจทั่วโลก การที่อินเทอร์เน็ตแพร่กระจายนี้ ทำให้เกิดปัญหามากขึ้นคือ เมื่อผู้ใช้เพิ่มขึ้นย่อมทำให้สมรรถนะของระบบอินเทอร์เน็ตตกต่ำลง การค้นหาข้อมูลข่าวสาร จะต้องเสียเวลานานขึ้น

ปัญหาอีกประการก็คือ อินเทอร์เน็ตเป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่กว้างขวาง ดังนั้นจึงเป็นเป้าหมายของ นักก่อกวน นักดัดตุ้น และอาชญากร ปัญหาของอินเทอร์เน็ตที่พบบ่อยๆ คือ ใช้ในการปล่อยข่าว ให้ร้ายป้ายสี โจมตีบุคคลอื่น ใช้เป็นสถานที่ เล่นการพนัน ให้สมาชิกเล่นการพนันจากบ้านโดยตรง ใช้เป็นเครื่องมือ

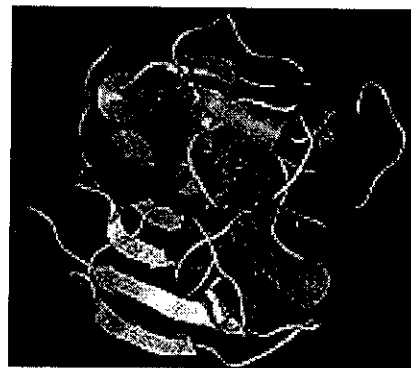
บ่อนทำลายข้อมูลของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ใช้หลอกลวงและสร้างความยุ่งเหยิงให้ผู้อื่น โดยทำเป็นจดหมายลูกโซ่หรือไวรัส เป็นต้น

### 6.4.5 เทคโนโลยีชีวภาพ

ในขณะที่ประเทศไทยกำลังชวนชวนเนื่องจากวิกฤตเศรษฐกิจหลายคนหันมาคิดว่าเราต้องหาทางตั้งตัวใหม่ผลิตสินค้าและเปิดบริการใหม่ๆ แทนที่จะอาศัยวัตถุดิบและค่าแรงราคาถูก ซึ่งเคยเป็นข้อได้เปรียบของไทย แต่ในเวลานี้เราไม่อาจอยู่รอดได้ในโลกของการแข่งขันยุคปัจจุบัน เพราะค่าแรงของเราไม่ได้ถูกไปกว่าประเทศเพื่อนบ้าน เช่น เวียดนามหรือจีน อีกทั้งวัตถุดิบในบ้านเราก็กว้างและหายากขึ้นทุกทีแนวทางใหม่คงต้องเป็นการใช้สมอง ใช้ความสามารถที่เรามีอยู่บ้าง มาเพิ่มพูนและผสมผสานกับเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อผลิตสินค้าหรือเสนอบริการที่สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ทั้งยังช่วยลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และทำให้คุณภาพชีวิตของคนไทยดีขึ้น



รูปที่ 6.6 ต้นกุหลาบ และต้นสร้อยไก่ ออกดอกในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช



รูปที่ 6.7 ภาพโครงสร้างโปรตีนของเอ็นไซม์ในเชื้อมาเลเรีย

โชคดีที่จังหวะเหมาะของประเทศไทย อาจกำลังมาถึงในช่วงต้นสหัสวรรษหน้านี้ เทคโนโลยีในโลกกำลังก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสำคัญเปรียบดังเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ของระบบ

เศรษฐกิจไทยกำลังขาดแคลนอยู่ในขณะนี้ ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพเป็นทุนเดิมอยู่มากมาย คนไทยเองก็มีความชำนาญทางการเกษตร ส่วนในด้านการดูแลสุขภาพซึ่งเป็นเรื่องของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพเช่นกัน เราก็มองมีความก้าวหน้าพอสมควร ประเด็นสำคัญอยู่ที่ว่า สร้างเศรษฐกิจที่ดี เพิ่มคุณภาพชีวิตให้แก่คนไทย เราจะต้องลงทุนเพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยีชีวภาพอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

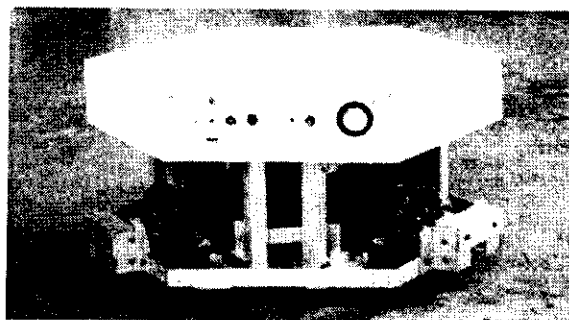
**เทคโนโลยีชีวภาพ** เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการนำสิ่งมีชีวิตและผลผลิตมาใช้ประโยชน์ ถ้ามองอย่างกว้างๆ บ้านเรามีเทคโนโลยีดังกล่าวมานานมากแล้ว ตั้งแต่ยังไม่ได้ติดต่อกับตะวันตกด้วยซ้ำ การทำน้ำปลา ซีอิ๊ว การหมักอาหาร หมักเหล้า ล้วนเป็นเทคโนโลยีชีวภาพแบบดั้งเดิม เช่นเดียวกับการปรับปรุงพันธุ์พืช สัตว์ ให้มีผลผลิตมากขึ้น คุณภาพดีขึ้น การนำสมุนไพรมาใช้รักษาโรค บำรุงสุขภาพ ก็จัดได้ว่าเป็นเทคโนโลยีชีวภาพแบบดั้งเดิม อย่างไรก็ตามเมื่อพูดถึงเทคโนโลยีชีวภาพเรามักหมายถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่วิทยาศาสตร์เป็นรากฐาน ประกอบด้วยหลายสาขาวิชาผสมผสานกันอยู่ ตั้งแต่ชีววิทยา เคมี ไปจนถึงวิศวกรรม อาจเรียกได้ว่าเป็นสหวิทยาการที่นำความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ตั้งแต่เรื่องการขยายและปรับปรุงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย การนำผลผลิตจากสิ่งมีชีวิตไปแปรรูปเป็นอาหารหรือยารวมถึงกระบวนการที่ใช้แปรรูปผลผลิตดังกล่าว ในระดับโรงงาน และกระบวนการที่ใช้สิ่งมีชีวิต เช่น จุลชีพในการบำบัดน้ำเสียหรือการนำของเสียไปใช้ประโยชน์ เช่น นำไปทำปุ๋ย เป็นต้น

ในระยะ 20 ปีที่ผ่านมาวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตที่เรียกว่า ชีววิทยาโมเลกุล ได้ทำให้เราเข้าใจกลไกการสืบพันธุ์และการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต อย่างละเอียดลึกซึ้ง ที่น่าทึ่งมากก็คือจากความเข้าใจนี้ ทำให้สามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น ให้จุลชีพผลิตฮอร์โมนหรือโปรตีนของมนุษย์ที่ใช้เป็นยา ทำในระดับอุตสาหกรรม ได้ง่ายกว่าและดีกว่าเดิม ที่ต้องนำมาจากสัตว์หรือจากเลือดมนุษย์ ปัจจุบันเราสามารถใส่ลักษณะพิเศษทางพันธุกรรมเข้าไปในพืชหรือ

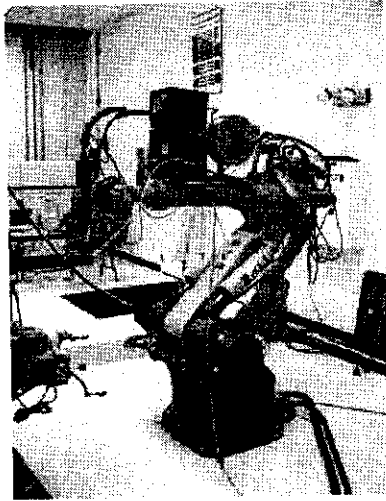
สัตว์ ทำให้ได้พืชที่สามารถต้านทานแมลงที่เป็นศัตรูของมันได้ หรือสัตว์ที่ผลิตวัคซีนใน  
 น้ำนมของมันได้ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตนี้ เรียก  
 ว่า พันธุวิศวกรรม ทั้งหมดนี้ทำได้โดยการตัดต่อยีน และเรื่องที่มีการกล่าวถึงกันมาก ก็  
 คือ การทำโคลนนิ่ง ซึ่งยังมีเรื่องที่ต้องถกเถียงกันมากในประเด็นจริยธรรมและกฎหมาย

#### 6.4.6 เทคโนโลยีหุ่นยนต์

หลายคนคงตื่นเต้นกับบทบาทหุ่นยนต์ในภาพยนตร์แนววิทยาศา  
 ศาสตร์ หลายเรื่อง จนมีจินตนาการตามภาพยนตร์ไปว่าหุ่นยนต์มีความฉลาดลึกล้ำ เหนือ  
 มนุษย์ถึงขั้นครอบครองโลกในอนาคตได้ แต่ในความเป็นจริงแล้วหุ่นยนต์ยังมีความ  
 สามารถค่อนข้างจำกัด ด้านกลไกที่ใช้ในอุตสาหกรรมก็เป็นแค่เพียงส่วนแขน ขา และรด  
 ขนถ่ายชิ้นส่วนอัตโนมัติที่ทำงานตามคำสั่งของมนุษย์ นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยชั้นนำทั่ว  
 โลก รวมทั้งจากศูนย์ปฏิบัติการพัฒนาหุ่นยนต์ภาคสนาม (ฟีโบ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี  
 พระจอมเกล้าธนบุรี กำลังทำงานวิจัยและพัฒนา ด้านหุ่นยนต์ กันอย่างขะมักเขม้น เพื่อ  
 ออกแบบ ปรับปรุงหุ่นยนต์ให้สามารถทำงานที่มีความสลับซับซ้อนได้แน่นอนที่สุด  
 ส่วนที่เป็นสมองกลหรือ "คอมพิวเตอร์" ต้องเข้าใจเหตุผลมากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน  
 ปัญญาจริงของมนุษย์ผู้สร้าง กำลังถูกท้าทายจากปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence)  
 มากขึ้น อย่างต่อเนื่อง จากแนวโน้มผลลัพธ์การแข่งขันกันพัฒนาหุ่นยนต์ทำให้เกิดความ  
 เชื่อว่าหุ่นยนต์ประเภท Terminator II: The Judgement Day มีความเป็นไปได้เชิงเทคนิค



รูปที่ 6.8 หุ่นยนต์โมบิภาคสนามที่สร้างโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



รูปที่ 6.9 เทคโนโลยีหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้น

สำหรับประเทศไทย ดูเหมือนว่าความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ต่อการเพิ่ม productivity ในระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ น่าจะมีความสำคัญมากกว่า การมีหรือไม่มี Terminator II โดยเฉพาะในช่วงหัวเลี้ยวหัวต่อสำคัญของการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมไทยให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก เราจำเป็นต้องบอกได้ว่า เมื่อใด และอย่างไร การใช้เทคโนโลยีนี้จึงให้ประโยชน์สูงสุด

