เราจะศึกษาชีววิทยากันอย่างไร

การศึกษาชีววิทยาของนักวิทยาศาสตร์

- **วิทยาศาสตร์** (Science) คือ การศึกษาอย่างมีระบบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ โดยมีขอบเขตจำกัด คือ ศึกษาได้เฉพาะสิ่งซึ่งมนุษย์สามารถรับรู้โดยการใช้ประสาทสัมผัส (มองเห็น,สัมผัส,ได้ยินเสียง,ฯลฯ) ด้วยตนเอง หรือด้วยเครื่องมือที่สามารถช่วยขยายขอบเขตประสาทสัมผัสของเรา วิทยาศาสตร์อาจแบ่งอ 1. วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ และเคมี
2. วิทยาศาสตร์ประยุกต์ ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อนำความรู้พื้นฐานมาใช้ให้เกิดประโยชน์
- ชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับชีวิต (Science of life) โดยวิธีการศึกษาวิทยาศาสตร์ การศึกษาชีววิทยาของนักวิทยาศาสตร์
- □รศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การแสวงหาข้อเท็จจริง (Facts) ใหม่ ๆ อันจะทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในโลก และเอกภพที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งต้องอาศัยความคิดอย่างมีเหตุผล (Logical thought pattern) และการสังเกตอย่างรอบคอบ เพียงพอ อย่างมีระบบ และระเบียบแบบแผน
- การศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เป็นผลสืบเนื่องมาจาก ความสนใจแนวความคิดของนักวิทยาศาสตร์ในอดีต
- เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น จะตั้งคำถาม ถามตนเอง 3 ข้อด้วยกันคือ
  1. What Question (มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง)
  2. How Question (มันเกิดขึ้นได้อย่างไร)
  3. Why Question (ทำไมมันจึงเกิดขึ้น)
- คุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์□
  1. เป็นคนช่างสังเกต มีความอยากรู้อยากเห็น ต้องการทราบความเป็นจริงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ
  2. มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบ
  3. เป็นคนมีเหตุมีผล รู้จักใช้วิจารณญาณ และสติปัญญา ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยปราศจากหลักฐานหรือเหตุผลยืนยัน
  4. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น
  5. เป็นคนใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
  □ 6. มีความละเอียดถี่ถ้วน
  7. มีความมานะบากบั่นในการสังเกตหรือการทดลอง

8. มีความรับผิดชอบ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

9. มีความซื่อสัตย์สุจริตทั้งในการคิด และการกระทำ

10. ยอมรับการเปลี่ยนแปลง และความก้าวหน้าใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต

- เครื่องมือสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ที่ใช้สืบเสาะแสวงหาข้อเท็จจริงหรือความรู้ต่าง ๆ ในธรรมชาติ คือ "กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (scientific process)"

ลำดับขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method))

เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้

1.ขั้นกำหนดปัญหาที่ได้จากการสังเกต (problems and observation) (statement of the problem)

- ปัญหาเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่เสมอตลอดเวลา
- นักฟิสิกส์ชั้นนำของโลกท่านหนึ่ง คือ อัลเบิร์ตไอสไตน์ (Albert Einstein)ชาวอเมริกันเชื้อสายยิว ได้กล่าวว่า "การตั้งปัญหานั้นสำคัญกว่าการแก้ปัญหา" ทั้งนี้เนื่องจากถ้าสามารถกำหนดปัญหาได้อย่างชัดเจนปัญหาและสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือข้อเท็จจริงที่รวบรวมมาได้แล้ว ผู้ตั้งปัญหาย่อมมองเห็นลู่ทางที่จะนำไปสู่การค้นคว้าหาคำตอบได้ โดยอาศัยเพียงทักษะทางคณิตศาสตร์และการทดลองเท่านั้นก็สามารถแก้ปัญหาได้แล้ว
- การสังเกต (Observation) เป็นลักษณะพื้นฐานอันดับแรกของนักวิทยาศาสตร์ ที่จะนำไปสู่ความอยากรู้อยากเห็น (cruriosity)
- "วิทยาศาสตร์เริ่มต้นจากการสังเกต"
- การสังเกต เป็นการใช้ประสาทสัมผัส (Sensory organ) ทั้งห้าของร่างกาย ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และ อวัยวะสัมผัส และการคิดของสมอง ของเราเข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เรากำลังศึกษา
- สิ่งที่ได้จากการสังเกต เรียกว่า ข้อเท็จจริง (fact) หรือ ข้อมูล (Data)
- ในปี พ.ศ.2471 (ค.ศ.1928) ในขณะที่ Alexander Fleming นักจุลชีววิทยาชาวอังกฤษ กำลังพยายามหาวิธีรักษาไข้หวัดใหญ่อยู่ เมื่อ Fleming วางจานเพาะเชื้อแบคทีเรียไว้ใกล้ ๆ หน้าต่างที่เปิดเอาไว้ในห้องปฏิบัติการวิจัย สองสามวันถัดมา เขาพบว่า จานเพาะเชื้อเหล่านั้นบางจานมีการปนเปื้อนโดยราเขียวชนิดหนึ่ง ในขณะที่เขากำลังจะทิ้งวุ้นในจานทดลองนี้ไป เขากลับสังเกตว่า รอบ ๆ ราเขียวเหล่านี้มีวงใสอยู่โดยรอบ โดยที่วงใสเหล่านั้นไม่มีแบคทีเรียเจริญ Fleming จึงสงสัยและตั้งปัญหาว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จึงนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริง จนกระทั่งเขาค้นพบว่า ราเขียวที่ชื่อ Penicillium หลั่งสารปฏิชีวนะออกมายับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ซึ่ง Fleming ได้สกัดเอาสารนี้ออกมาและตั้งชื่อว่า penicillin ตามชื่อของราเขียวที่ปนเปื้อนคือ Penicilium notatum นักเป็นการเปิดศักราชใหม่ในการรักษาโรคด้วยสารปฏิชีวนะ (antibiotic ; anti = ต่อต้านม bio = ชีวิต) จากการค้นพบนี้ทำให้ Fleming ได้ร่วมรับรางวัลโนเบลสาขาแพทย์ ในปี พ.ศ.2488 (ค.ศ.1945)
- สารปฏิชีวนะ (Antibiotics) เพนนิซิลลิน สามารถยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรีย ทำให้ไม่สามารถแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนได้
- ข้อสำคัญของการสังเกตอีกอย่างก็คือ อย่าเอาความคิดเห็นส่วนตัวของเราไปอธิบายสิ่งที่ได้จากการสังเกต

หรือไปปนกับข้อเท็จจริงจากการสังเกต เป็นอันขาด

- การสังเกตที่ลึกซึ้งทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งที่ประสาทสัมผัสทั้งห้าไม่สามารถรับรู้ได้ จะต้องมีการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และสารเคมีต่าง ๆ เข้าช่วย เช่น การสังเกตเซลล์แบคทีเรีย ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์หรือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเข้าช่วย และอาจต้องมีการย้อมสีเพื่อให้เห็นชัดเจนขึ้นด้วย
- ปัจจัยพื้นฐานที่ทำให้เกิดปัญหา คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความช่างสังเกต ความช่างคิด
- ลักษณะของปัญหาที่ดีในทางวิทยาศาสตร์
  1. มีการกำหนดปัญหาที่ชัดเจน
  2. สัมพันธ์กับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่รวบรวมได้
  3. มีคุณค่าในการศึกษา
  4. มีการกำหนดขอบเขตของปัญหา (เพื่อให้ปัญหาชัดเจน)
  5. สามารถพิสูจน์ตรวจสอบได้ ด้วยการทดลองในห้องปฏิบัติการหรือการสังเกต
  6. มีความเป็นไปได้
- ปัญหาที่หาแนวทางในการพิสูจน์หาความจริงยากมาก เช่น

  -ไก่กับไขอะไรเกิดก่อนกัน

  -แมลงจะครองโลกจริงหรือไม่

  -ทำไมจึงเกิดสิ่งมีชีวิตขึ้นบนโลก

  เป็นปัญหาที่นักวิทยาศาสตร์หาคำตอบ หรือ แนวทางการพิสูจน์ได้ยากมาก นับได้ว่าเป็นปัญหาที่ไม่มีค่าทางวิทยาศาสตร์เลย
- รวบรวมข้อมูล (Data) เกี่ยวกับปัญหา อาจทำได้โดยการสังเกต การศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ หรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง (ห้องสมุดเป็นแหล่งข้อมูลที่ดี) ก่อนที่จะทำการทดลองว่า มีใครศึกษาไว้บ้าง ถ้าไม่ศึกษาเอกสารค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิทยาศาสตร์จะไม่เจริญก้าวหน้าเลย แต่จะเป็นการศึกษาที่ซ้ำซากอยู่เช่นนั้น ข้อมูลที่ได้ จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความสนใจ และความสามารถในการสังเกตของแต่ละบุคคล

2.ขั้นตั้งสมมติฐาน (creative hypothesis)

- **สมมติฐาน** (Hypothesis) คือ

  -คำตอบที่อาจเป็นไปได้ และจะเป็นจำตอบที่ยอมรับว่าถูกต้องเชื่อถือได้ ก็ต่อเมื่อมีการพิสูจน์ หรือตรวจสอบแล้ว หลายครั้งหลายหน

  -คำอธิบายหรือการคาดคะเนคำตอบที่สอดคล้องกับข้อเท็จจริง
- สมมติฐานเกิดขึ้นหลังจากกำหนดปัญหาได้ชัดเจนแล้ว
- ในการตั้งสมมติฐานนั้นมีข้อสำคัญประการหนึ่ง คือ เราต้องยึดปัญหาเป็นหลักเสมอ
- ในการตั้งสมมติฐาน มักนิยมใช้วลี "ถ้า.....ดังนั้น....."

  "ถ้า (อ้างอิงปัญหา) ดังนั้น (แนะลู่ทางการตรวจสอบสมมติฐาน)

  "ถ้า (เหตุ) ดังนั้น (ผลที่คาดว่าจะเกิด)"

- สมมติฐาน หรือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม อาจถูกหรือผิดก็ได้
- ลักษณะของสมมติฐานที่ดี ควรเป็นดังนี้
  1. สมมติฐานนั้นต้องสอดคล้องและอยู่ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่รวบรวมได้ จากการสังเกต หรือที่ปรากฏอยู่ทั้งหมด นอกจากนี้จะต้องสัมพันธ์กับปัญหาที่ตั้งไว้ด้วย
  2. ควรเป็นสมมติฐานที่สามารถเข้าใจได้ง่าย และชัดเจนดี
  3. สมมติฐานนั้นควรแนะลู่ทางที่จะตรวจสอบได้ด้วย
  4. ควรเป็นสมมติฐานที่ตรวจสอบได้ด้วยการทดลอง
  5. สามารถอธิบายปัญหาต่าง ๆ ได้ชัดเจน และแน่นอน
- ข้อควรคำนึงเกี่ยวกับสมมติฐาน
  1. สมมติฐานที่ตั้งขึ้น จะต้องทดสอบหรือพิสูจน์ได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
  2. การสรุปความเห็นหรือยอมรับสมมติฐานใด ๆ สมมติฐานนั้นจะต้องผ่านการทดสอบหลายครั้งหลายหนเสียก่อน
  3. สมมติฐานจะเป็นที่เชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการรวบรวมข้อเท็จจริง ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการทดลอง ข้อเท็จจริงดังกล่าว เรียกว่า ข้อมูล (Data)
  4. ถ้ามีหลักฐานใด ๆ ที่มีน้ำหนักและเหตุผลดีพอมาแสดงว่าการสรุปความเห็นหรือสมมติฐานนั้นไม่ตรงกับความจริงที่ได้ ต้องถือว่าความเห็นหรือสมมติฐานนั้นใช้ไม่ได้ ต้องเปลี่ยนสมมติฐานใหม่
  5. ในการแก้ปัญหาหนึ่งปัญหาใด ควรจะตั้งสมมติฐานหลาย ๆ สมมติฐาน เพื่อให้มองเห็นแนวทางของคำตอบหลายๆ อย่าง และครอบคลุมคำตอบที่อาจเป็นได้ทั้งหมด ไม่ยึดมั่นสมมติฐานใดสมมติฐานหนึ่งเป็นคำตอบ มีเหตุผล มีความยับยั้งชั่งใจ ไม่รีบร้อนตัดสินใจอะไรลงไปง่าย
- บทบาทที่สำคัญของสมมติฐาน
  1. บทบาทในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ เพราะสมมติฐานสามารถอธิบายถึงปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกต
  2. บทบาทที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและข้อมูลต่าง ๆ อันจะก่อให้เกิดปัญหาใหม่ หรือข้อมูลใหม่ที่ชัดเจนขึ้น
- สมมติฐานเป็นการพยายามหาคำตอบหรือคำอธิบาย ซึ่งอาจจะเกิดจากการคาดคะเน หรือสมมติขึ้นมา ซึ่งอาจเป็นจริงหรือไม่จริงก็ได้ ดังนั้นสมมติฐานจึงเป็นคำตอบปัญหาชั่วคราว หรือการคาดคะเนที่ต้องมีการพิสูจน์หาเหตุผลประกอบอีก เพื่อให้แน่ใจว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริง
- ข้อมูลจากการสังเกตซึ่งก่อให้เกิดปัญหาเพียงปัญหาเดียว สามารถตั้งสมมติฐานได้หลายอย่าง
- การตั้งปัญหา และการตั้งสมมติฐานจะต้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และจะต้องสัมพันธ์กับข้อเท็จจริง
- การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้
- การศึกษาเชิงสำรวจ จะค้นคว้าข้อมูลจากแหล่ง ความรู้ต่าง ๆ ไม่ต้องมีการตั้งสมมติฐาน ในบางปัญหาที่

ตั้งขึ้นจะไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ ในกรณีนี้ ปัญหาจะเป็นไปได้ในลักษณะการสำรวจ หรือ ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ประกอบกัน ปัญหาในลักษณะนี้ ไม่จำเป็นต้องตั้งสมมติฐาน เพราะไม่สามารถทำการศึกษาในเชิงทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานได้

3.ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน (testing the hypothesis)

- ในการตรวจสอบสมมติฐานนั้นจะต้องยึด ข้อกำหนดสมมติฐานที่ตั้งไว้"เป็นหลักเสมอ เพราะสมมติฐานที่ดีได้แนะนำลู่ทางการตรวจสอบและออกแบบการตรวจสอบไว้แล้ว
- การวางโครงการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่จะได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ของการทดลองมากที่สุด คือ การวางโครงการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
- วิธีการตรวจสอบสมมติฐาน กระทำได้หลายวิธี เช่น

1. การสังเกต และ รวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยตรง
2. การทดลอง (Experiment) การทดลองเป็นการพิสูจน์ยืนยันความจริงบางประการ หรือเป็นการพิสูจน์ และตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ว่าจะถูกต้องหรือไม่ วิธีนี้ใช้มากที่สุดในทางวิทยาศาสตร์
3. การสำรวจ (survey)
4. การค้นคว้าเพิ่มเติมจากผลงานวิจัยที่มีผู้ทำการศึกษามาก่อนแล้วหรือใช้หลาย ๆ อย่างประกอบกันประเมินดูว่า สมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นเป็นจริงได้หรือไม่เพียงใด

- การทดลองที่เชื่อถือได้โดยไม่มีข้อโต้แย้งนั้น จะต้องเป็นการทดลองที่ผู้ทดลองจะต้องมี การควบคุม (controlled experiment) ซึ่งหมายถึง การทดลองนั้นต้องมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อการทดลอง ซึ่งเรียกว่า ตัวแปร (variable) ยกเว้นปัจจัยที่ต้องการทดสอบเท่านั้น
- ปกติในแต่ละการทดลองควรยอมให้มีตัวแปรน้อยที่สุด
- ตัวแปร (variable) คือ ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลอง เช่น

1. ตัวแปรอิสระ (independent veriable) หรือ ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรที่เราต้องการศึกษา ต้องการตรวจสอบและดูผลของมัน

-เป็นตัวแปรที่เป็นตัวเหตุไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใด ๆ ทั้งสิ้น

-ผู้ทำการทดลองจะเป็นผู้กำหนดขึ้นมา หรือ ใส่ลงไปเพื่อดูผลของการทดลอง

-เป็นสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ ขึ้น

2. ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ ตัวแปรที่ไม่มีความเป็นอิสระในตัวของมันเอง จะต้องเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระ เพราะมันเป็นผลของตัวแปรอิสระ (เมื่อตัวแปรต้น หรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตาม หรือสิ่งที่เป็นผล จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย
3. ตัวแปรคงที่ หรือ ตัวแปรที่ถูกบังคับให้คงที่ หรือ ตัวแปรที่ต้องควบคุม (controlled variable) คือ ตัวแปรอื่น ๆ ที่ เราไม่ต้องการให้มีผลต่อการทดลองต้องควบคุมตลอดการทดลอง เนื่องจากเราไม่ต้องการดูผลของมัน แต่ต้องการดูผลของตัวแปรอิสระเท่านั้น

-ตัวแปรชนิดนี้ ไม่เป็นไปตามธรรมชาติ แต่เราควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลองได้ มิเช่นนั้นอาจทำให้ผล

การทดลองคลาดเคลื่อนได้

- การกำหนดตัวแปร คือ การชี้บ่งลงไปว่าอะไรคือตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานนั้น ๆ
- การทดลองควบคุม (Controlled experiment) หมายถึง การทดลองที่มีการควบคุม หรือ จำกัดปัจจัยต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการทดสอบให้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้ได้ข้อมูลในการตัดสินว่า สมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องเป็นไปได้หรือไม่ ลงข้อสรุปได้ถูกต้อง ผลการทดลองเป็นที่เชื่อถือและใช้อ้างอิงได้
- การทดลองที่มีการควบคุม มีข้อดีคือ แยกผลของตัวแปรต้นออกจากผลที่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ได้ ทำให้ตัดสินสมมติฐานว่าถูกหรือผิดได้ง่ายี
- การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยอาศัยทักษะทางวิทยาศาสตร์
- การสรุปผลการทดลอง จะสรุปได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ต้องทำให้การทดลองนั้นเป็นการทดลองที่มีการควบคุม หรือมี กลุ่มควบคุม (Controlled group) เพื่อเปรียบเทียบผล ข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่มีการควบคุมจะเป็นประโยชน์ในการใช้มาตรฐานอ้างอิงและช่วยตัดสินใจว่า สมมติฐานนั้น เป็นไปได้มากน้อยเพียงใด หรือช่วยสรุปผลการทดลองให้ถูกต้องยิ่งขึ้น
- การออกแบบการทดลองเปรียบเทียบ เป็นการออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด จะต้องจัดการทดลองเป็นสองกลุ่ม คือ

1. กลุ่มทดลอง (Experimental หรือ Treated group) คือ กลุ่มของหลอดทดลองหรือพืชหรือสัตว์ทดลองที่เราใช้ศึกษาผลของตัวแปรอิสระ

-หรือเป็นกลุ่มที่ต้องการศึกษาผลของปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งมิใช่สภาพการณ์ปกติ หรือหมายถึง กลุ่มที่จำกัด หรือควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ยกเว้นปัจจัยที่ต้องการทดสอบ มีการเพิ่มหรือลดปัจจัยที่ต้องการทดสอบ

2. กลุ่มควบคุม (Controlled group) คือ กลุ่มของหลอดทดลองหรือพืช หรือ สัตว์ทดลองที่ใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ กลุ่มควบคุม

-ควรที่จะแตกต่างจากกลุ่มทดลองเพียง 1 ปัจจัย หรือ 1 ตัวแปรเท่านั้น

-เป็นกลุ่มที่มีไว้เพื่อเปรียบเทียบผลกับกลุ่มทดลอง เพื่อยืนยันว่า ผลที่เกิดจากการทดลองนี้ เกิดจากปัจจัยที่ลดหรือเพิ่มที่เราได้ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ และสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

หรือ หมายถึง กลุ่มที่จำกัด หรือควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลอง

- ชุดทดลองมักมีมากกว่า 1 ชุด เพื่อการศึกษาในแง่ต่าง ๆ และควรทำหลายหลอด เพื่อจะได้ทราบผลที่แน่นอนและเชื่อถือได้
- ในการพิจารณาว่า กลุ่มใดเป็นกลุ่มควบคุม หรือกลุ่มทดลองนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหรือตัวแปรที่ต้องการตรวจสอบหรือต้องการศึกษา โดยทั่ว ๆ ไป กลุ่มควบคุมมักเป็นกลุ่มที่ได้รับคัวแปรต่าง ๆ เหมือนกลุ่มทดลองทุกประการ ยกเว้นตัวแปรที่เราต้องการจะตรวจสอบ หรือ ตัวแปรอิสระนั่นเอง โดยทั่วไปจะถือเอากลุ่มที่เป็นปกติตามสภาพธรรมชาติ เป็นกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ทำให้แตกต่างจากสภาพธรรมชาติไปเป็นกลุ่มทดลอง□
- การที่ได้มีการทดลองทางวิทยาศาตร์เกิดขึ้น ถึงแม้จะถูกหรือผิดก็ตาม ก็ถือว่ามีประโยชน์ทั้งสิ้น

4.ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล การแปรผล และสรุปผลการทดลอง (conclusion)

- ผลการทดลองก็คือ ข้อเท็จจริงจากการทดลอง
- การวิเคราะห์ผลการทดลอง เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยหลักของสถิติมาช่วยในการหาค่าเฉลี่ยคิดเป็นเปอร์เซนต์ เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์แล้วนำมาอธิบายหรือตีความหมายออกมาในแง่ต่าง ๆ

-ข้อมูลที่วิเคราะห์ขึ้นอย่างถี่ถ้วนอาจนำไปสู่ข้อเสนอแนะสมมติฐานอันใหม่ หรืออาจพยากรณ์ผลบางอย่างได้

- การแปลผล (Interpretation) หรือการตีความหมายข้อมูล คือ การบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ ในบางครั้งต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น ซึ่งจะต้องเที่ยงตรง ไม่อคติ (อยู่ในขอบเขตและข้อจำกัดของการทดลอง)
- การสรุปผลหรือลงข้อสรุป (Conclusion) เป็นการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยทักษะในการจัดกระทำข้อมูล สื่อความหมายข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ และทักษะการตีความหมาย เพื่อนำข้อมูลหรือผลการทดลอง มาเป็นคำตอบของปัญหา พร้อมทั้งสร้างทฤษฎีที่จะใช้เป็นแนวทางสำหรับอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่คล้านกัน และนำไปปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้นต่อไป
- การสรุปผลเป็นการย่อเพื่อเน้นให้เห็นว่า ผลการทดลองนี้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งขึ้นหรือไม่
- เวลาสรุปผลอย่าไปขยายความหรือแปลความหมายเพิ่มเติมขึ้นอีก ต้องตัดส่วนที่เป็นข้อมูลออกหมด เขียนข้อความให้กระทัดรัด ชัดเจนแต่ครอบคลุมผลการทดลองทั้งหมด อ่านแล้วเข้าใจได้ทันทีว่าการทดลองนี้ได้ผลเป็นอย่างไรบ้าง
- สิ่งที่ควรระวังอีกอย่างหนึ่งก็คือ อย่าสรุปผลให้เกินขอบเขตของข้อมูลที่ได้มา
- การสรุปผล แบ่งได้ 2 แบบ คือ
    1. ยอมรับ (Accepts) เป็นกฎ หรือ ทฤษฎี
    2. ไม่ยอมรับ (Reject) ต้องทดสอบใหม่ หรือเปลี่ยนข้อสมมติฐานใหม่

สรุปคำศัพท์ที่สำคัญ

- ข้อเท็จจริง (Facts) คือ ปรากฏการณ์ หรือ สิ่งที่เป็นอยู่จริงตามธรรมชาติ เป็นคุณสมบัติเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ (ไม่มีการเปลี่ยนแปลง)
- ข้อมูล (Data) คือ ข้อเท็จจริงส่วนหนึ่งที่รวบรวมได้จากการสังเกตตามธรรมชาติ หรือจากการศึกษาทดลอง

-ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (การกะประมาณ) และ ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

- การสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือ เหตุการณ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปปนกับข้อเท็จจริงที่สังเกตได้
- ตัวแปร (Variable) คือ ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลอง และจะทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนไป

- สมมติฐาน (Hypothesis) คือ คำตอบที่อาจจะเป็นไปได้ (มักเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม ซึ่งอาจถูกหรือผิดก็ได้ จะทราบภายหลังการทดลอง)
- การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอง) ให้เขาใจตรงกัน และสามารถสังเกตได้ วัดได้
- การทดลอง (Experiment) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ หรือการกระทำที่ทดสอบสมมติฐาน หรือหาคำตอบของปัญหา ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง (วิธีการทดลอง อุปกรณ์ที่ต้องใช้) การปฏิบัติการจริง ๆ และ การบันทึกผลการทดลอง
- ข้อสรุป (Conclusion) หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด (ที่ได้จากการศึกษาทดลองอย่างละเอียดถี่ถ้วน) นำไปสู่ข้อเท็จจริง หรือคำตอบของปัญหา
- กฎ (Law) คือ ความจริงหลักที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งในธรรมชาติ โดยความจริงนี้เน้นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล มีความจริงในตัว โดยไม่มีข้อโต้แย้ง สามารถทดสอบได้ผลเช่นเดิมทุกครั้ง (เปลี่ยนแปลงได้)
- ทฤษฎี (Theory) คือ สมมติฐานที่ได้รับการตรวจสอบแล้ว โดยการทดลองซ้ำหลายครั้ง ซึ่งสามารถใช้อ้างอิงหรือทำนายข้อเท็จจริงต่าง ๆ ได้กว้างขวาง ถูกต้อง มีเหตุผล เป็นที่ยอมรับ (เปลี่ยนแปลงได้ และทฤษฎีที่ดีจะต้องมีการกำหนดขอบเขต และสถานกาณ์เป็นข้อบ่งชี้ไว้ด้วย) ทฤษฎีที่ไม่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่พบใหม่ ๆ จะต้องเปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้วิทยาศาสตร์ก้างหน้าอยู่เสมอ
- จะเห็นได้ว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันตั้งแต่เริ่มต้นจากการสังเกต จนถึงการตรวจสอบสมมติฐานดังนี้ คือ

การสังเกต ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง
ข้อเท็จจริงชี้แนะให้เกิดการตั้งปัญหา
การตั้งปัญหา ชี้แนะให้เกิดการตั้งสมมติฐาน
การตั้งสมมติฐาน ชี้แนะให้เกิดการทดลองตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

- ในปัจจุบันสิ่งสำคัญทางกระบวนการวิทยาศาสตร์อีกอย่างหนึ่งก็คือ การเผยแพร่ผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการเขียนบทความ หรืองานวิจัยลงในวารสารวิชาการต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ และมีการยกย่องนักเรียนและนักวิทยาศาสตร์ และประชาชนที่มีผลงานดีเด่นทางวิทยาศาสตร์โดยมีการให้รางวัลด้วย เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานของบุคคลเหล่านั้น ให้เป็นที่แพร่หลายต่อไป ซึ่งมีประโยชน์ต่อมนุษยชาติอย่างมหาศาล

ชีววิทยาคืออะไร

- ชีววิทยา ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Biology ซึ่งมาจากศัพท์ภาษากรีกโบราณ 2 คำ คือ

  bios หมายถึงชีวิต (Life)

  logos หมายถึงความคิดและเหตุผล หรือการมีเหตุผล หรือ ความคิดอย่างมีเหตุผล (Reasoning)
- ดังนั้น ชีววิทยา จึงมีความหมายว่า

  -การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต

-วิทยาศาสตร์ที่ศึกษาแนวความคิด และเหตุผลของคนที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต

-การศึกษาธรรมชาติ และกระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตอย่างมีเหตุมีผล

- ชีววิทยา ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ

2.1 กระบวนการ (Process) ศึกษา ค้นคว้า เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ ซึ่งใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความรู้ (knowledge) ที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ความรู้ที่ได้รวบรวม หรือ บันทึกไว้ในรูปของ ข้อมูล ข้อเท็จจริง ข้อสรุป กฎ หลักเกณฑ์ ความคิดเห็นและทฤษฎี (ซึ่งใช้อธิบายสภาพทางธรรมชาติ และกระบวนการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต) สิ่งเหล่านี้เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการกระทำของนักวิทยาศาสตร์ในขั้นกระบวนการ

- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science Knowledge) ประกอบด้วย

1. ข้อเท็จจริง หรือความจริง (fact) คือ ปรากฏการณ์ หรือ สิ่งใด ๆ ที่เป็นอยู่จริง ไม่เปลี่ยนแปลง มีความจริงอยู่ในตัวเอง และ เป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกตโดยตรง

-ข้อเท็จจริงในธรรมชาติย่อมถูกต้องเสมอ แต่การสังเกตข้อเท็จจริงอาจผิดพลาดได้ เพราะการบันทึกข้อเท็จจริงอาจคลาดเคลื่อนได้

2. ข้อมูล (data) คือ ข้อเท็จจริงที่รวบรวมได้ ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการทดลอง หรือ จากการสังเกตปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ

3. ทฤษฎี (Theory) คือคำอธิบาย หรือความคิดเห็น ที่ได้มาจากสมมติฐานที่ได้รับการตรวจสอบและทดลองหลายครั้งหลายหน จนสามารถอธิบายข้อเท็จจริง สามารถคาดคะเนทำนายเหตุการณ์ทั่ว ๆ ไปที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ชนิดเดียวกันนั้นอย่างถูกต้อง และ มีเหตุผลจนเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป จึงเป็นผลให้สมมติฐานนั้นกลายเป็นทฤษฎีไปและใช้อ้างอิงหรือทำนายข้อเท็จจริงอันอื่นที่คล้ายกันได้

-ทฤษฎีเป็นความคิดของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจถูกหรือผิด ก็ได้ และย่อมเปลี่ยนแปลงได้เมื่อได้รับข้อเท็จจริงเพิ่มขึ้น หรือเมื่อพบว่าทฤษฎีนั้นไม่สอดคล้องกับประจักษ์พยานที่ได้รับเพิ่มเติมขึ้นมาใหม่

-ถึงแม้ทฤษฎีทางชีววิทยา หรือทางวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ไม่ถูกต้องเสมอไป และเปลี่ยนแปลงได้ แต่เราก็ยังควรยอมรับทฤษฎีนั้นอยู่ ตราบเท่าที่ยังไม่มีข้อเท็จจริงหรือประจักษ์พยานใด ๆ มาขัดแย้ง

4. กฎ (law) คือ ความจริงพื้นฐาน หรือความจริงหลัก (principle) อย่างหนึ่ง แต่เป็นความจริง หลักที่เน้นในด้านความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ (cause) กับผล (effect) ซึ่งอาจเขียนเป็นสมการแทนได้

-กฎมีความเป็นจริงในตัวของมันเอง สามารถทดสอบได้และได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้งโดยไม่มีข้อโต้แย้ง แต่ถึงอย่างไรก็ตาม กฎ ก็ไม่สามารถอธิบายให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ได้ สิ่งที่อธิบายความสัมพันธ์ในกฎได้ ก็คือ ทฤษฎีนั่นเอง

-กฎในทางชีวมีค่อนข้างน้อย เช่น

-กฎความต้องการต่ำสุดของลีบิก (liebig's law of the minimum) หรือ กฎน้อยที่สุดของลีบิก

-กฎแห่งความทนทานต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงของเชลฟอร์ด (Sheldford's law of tolerate)

-กฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล (Mendle's law)

-กฎแห่งการใช้และไม่ใช้ของลามาร์ค (Lamarck's law of use and disuse) ในวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

5. ข้อสรุป (Conclusion) คือ การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด นำไปสู่ข้อเท็จจริงหรือ คำตอบของปัญหาได้

6. หลักเกณฑ์ (Principle) คือ กฎหลาย ๆ กฎที่อธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ในธรรมชาติที่มีความแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง

LIFE

- ชีวิต (life) คือ หน่วยที่ต้องใช้พลังงาน มาจากไหน ไม่มีใครทราบได้แน่นอน แต่นักวิทยาศาสตร์ ได้ตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) ไว้ดังนี้ คือ

1. เป็นผลมาจากการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน
2. เป็นผลมาจากการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกัน
3. เป็นผลมาจากการเกิดขึ้นเอง (Spontaneous generation)
4. เป็นผลมาจากการวิวัฒนาการ (Organic Evolution)

- Aristotle (384-322 B.C.) นักวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่เชื่อว่า "สิ่งมีชีวิตมาจากข้อ 3" ต่อมา Louis Pasteur นักชีววิทยาชาวฝรั่งเศสผู้ยิ่งใหญ่เป็นผู้พิสูจน์ว่า ชีวิตมาจากสิ่งมีชีวิต
- สิ่งมีชีวิตแตกต่างจากสิ่งไม่มีชีวิต 2 ประการ คือ

1. ลักษณะทางโครงสร้างและส่วนประกอบ
2. กระบวนการ (process) ต่าง ๆ ที่เป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิต

- **คุณสมบัติและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต**

1. สิ่งมีชีวิตมีการจัดระบบโครงสร้างที่แน่นอน (Specific organization) หรือ มีลักษณะเฉพาะในการจัดระบบของร่างกาย คือ จะต้องประกอบด้วยหน่วยสำคัญพื้นฐานที่เล็กที่สุด ดังนี้

Cell ⇨ เนื้อเยื่อ (Tissue)⇨ อวัยวะ (Organ) ⇨ ระบบอวัยวะ (System) ⇨ สิ่งมีชีวิต (Organism)

2. สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในร่างกาย (metabolism) หรือขบวนการแห่งชีวิต

-ถือว่าเป็นกระบวนการแห่งชีวิต ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดเวลา เป็นคุณสมบัติรองจากการสืบพันธุ์

ก.คาตาโบลิซึม (Catabolism) หรือ ขบวนการทำลาย หมายถึง ปฏิกิริยาเคมีในแง่การสลายสารประกอบอินทรีย์ภายในเซล ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ให้กลายเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลง และ มีการปลดปล่อยพลังงานและความร้อน ที่แฝงอยู่ในสารประกอบอินทรีย์นั้นออกมา ให้สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ

ข.อนาโบลิซึม (Anabolism) หรือ ขบวนการสร้าง หมายถึง ปฏิกิริยาเคมีในแง่ที่เกิดขึ้น ตรงกันข้ามกับขบวนการคาตาโบลิซึม คือ การนำสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กมาสังเคราะห์ให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้น เป็นผลให้มีการเก็บพลังงานไว้ในสารโมเลกุลใหญ่นั้น เป็นการสังเคราะห์สาร ที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในแง่ต่าง ๆ

-เนื่องจากเมตาโบลิซึมเปรียบเสมือนกับจักรกลที่ทำให้ชีวิตคงอยู่ได้ดังนั้นสิ่งมีชีวิตจะต้องมีกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้เมตาโบลิซึมของร่างกายเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา และในอัตราที่เหมาะสม ซึ่งกิจกรรมเหล่านั้นได้แก่

ก.การได้รับสารอาหาร (Nutrition)

ข.การหายใจ (respiration)

ค.การขับถ่าย (Excretion)

ง.การลำเลียงสาร (Transportation)

-กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในสิ่งมีชีวิต

1.การสร้างโพรโทพลาสซึม (protoplasm) จากอาหารของเซล

2.การสลายโมเลกุลอาหารเพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ของชีวิต

3. สิ่งมีชีวิตมีการสืบพันธุ์ (Reproduction)

-การสืบพันธุ์ หมายถึง การเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิตจากจำนวนที่มีอยู่เดิม เพื่อดำรงเผ่าพันธุ์ไว้

-อาจถือได้ว่า การสืบพันธุ์เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิต ทั้งนี้ เพราะเป็นคุณสมบัติที่พบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดโดยไม่มียกเว้น (ไวรัส มีคุณสมบัติข้อนี้ข้อเดียว)

4. สิ่งมีชีวิตมีการเจริญ (Development)

-การเจริญเติบโตจะต้องเกิดจากภายใน (หินงอก หินย้อย เกิดจากการพอกภายนอก)

5. สิ่งมีชีวิตมีการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Irritability and Responsibility) เป็นคุณสมบัติที่มีผลต่อการดำรงชีวิต ทำให้ได้รับอาหาร หรือ หลีกเลี่ยงจากสิ่งที่เป็นอันตรายได้

6. สิ่งมีชีวิตมีการเคลื่อนไหว (Movement) เป็นคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตทุก ๆ ชนิด ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการได้รับสารอาหาร หรือหลีกเลี่ยงจากสิ่งที่เป็นอันตราย

7. สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและวิวัฒนาการ (Adaptation and Evolution) นับว่ามีผลต่อการดำรงเผ่าพันธุ์ และการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ

การจัดระเบียบการทำงานของสิ่งมีชีวิต (Functional organization) สรุปได้ 3 ประการ คือ

- การได้รับสารอาหาร (Nutrient procurement) ซึ่งอาจจะสร้างได้เอง (Producer) หรือ บริโภคพืช,สัตว์อื่นเป็นอาหาร (Consumer) หรือย่อยสลายสารอื่น ๆ (Decomposer)
- การหายใจระดับเซลล์ (Cellular respiration) เป็นกระบวนการให้ได้มาซึ่งพลังงาน ATP โดยการสันดาปอาหารภายในเซลล์ (กลูโคส กรดอะมิโน กรดไขมัน) ซึ่งพลังงาน ATP นี้ ร่างกายสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิต หรือ นำไปใช้สังเคราะห์สารต่าง ๆ ที่ร่างกายต้องการ
- การสังเคราะห์ (synthesis) สารประกอบทางเคมีที่จำเป็นสำหรับเป็นโครงสร้างของร่างกายเพื่อการเจริญเติบโต เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมน อวัยวะต่าง ๆ กระบวนการสังเคราะห์สารประกอบทางเคมีต่าง ๆ จำเป็นต้องอาศัยพลังงาน ATP จากกระบวนการหายใจระดับเซลล์ หรือการสังเคราะห์แสงของพืชก็เป็นกระบวนการเปลี่ยนสารอนินทรีย์ ให้เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งอาจเป็นโครงสร้างและสารประกอบ เพื่อนำไปใช้สร้างพลังงานต่อไป

ขอบข่ายของวิชาชีววิทยา

สาขาต่าง ๆ ของชีววิทยา ได้แก่

1. ศึกษาสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มของสิ่งมีชีวิต

1.1 สัตววิทยา (Zoology) เป็นการศึกษาเรื่องราวต่าง ๆ ของสัตว์ แบ่งออกเป็นสาขาย่อย ๆ เช่น

-สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertebrate)

-สัตว์มีกระดูกสันหลัง (Vertebrate)

-มีนวิทยา (Icthyology) ศึกษาเกี่ยวกับปลาชนิดต่าง ๆ

-สังขวิทยา (Malacology) ศึกษาเกี่ยวกับหอยชนิดต่าง ๆ

-ปักษีวิทยา (Ornithology) ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับนก

-สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammalogy)

-กีฏวิทยา (Entomology) ศึกษาเกี่ยวกับแมลง

-ไรวิทยา (Acarology) ศึกษาเกี่ยวกับเห็บและไร

1.2 พฤกษศาสตร์ (Botany) หรือ พฤกษวิทยา ศึกษาเรื่องราวต่าง ๆ ของพืช เช่น

-พืชชั้นต่ำ (Lower plant)

-พืชมีท่อลำเลียง (Vascular plant)

-พืชมีดอก (Angiosperm)

-ตฤณวิทยา (Agrostology) ศึกษาเกี่ยวกับหญ้า

-Dendrology ศึกษาเกี่ยวกับไม้ยืนต้น (Tree)

1.3 จุลชีววิทยา (Microbiology) คือ การศึกษาเรื่องราวต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ เช่น

-แบคทีเรียวิทยา(Bacteriology) ศึกษาเกี่ยวกับแบคทีเรีย(Bacteria)

-ไวรัสวิทยา (Virology) ศึกษาเกี่ยวกับไวรัส

-ราวิทยา (Mycology) หรือ กิณวิทยา ศึกษาเกี่ยวกับ รา เห็ด(Fungi) ยีสต์

-ปฐมสัตววิทยา (Protozoology) ศึกษาเกี่ยวกับพวกโปรโตซัว เรื่องราวต่าง ๆ ของสัตว์เซลล์เดียว

2. ศึกษาจากโครงสร้างหน้าที่และการทำงานของสิ่งมีชีวิต

2.1 กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) ศึกษาเกี่ยวกับโครวสร้างของสิ่งมีชีวิต โดยการชำแหละ หรือ ผ่าตัด

2.2 สัณฐานวิทยา (Morphology) เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึง รูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้าง ทั้งภายนอกและภายในของสิ่งมีชีวิต

2.3 สรีรวิทยา (Physiology) ศึกษาหน้าที่การทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต

2.4 พันธุศาสตร์ (Genetics) ศึกษาลักษณะต่าง ๆ ทางกรรมพันธุ์ และการถ่ายทอดลักษณะต่าง ๆ จากบรรพบุรุษสู่ลูกหลาน

2.5 นิเวศวิทยา (Ecology) ศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

2.6 เนื้อเยื่อวิทยา (Histology) ศึกษาลักษณะของเนื้อเยื่อ ทั้งทางด้านโครงสร้างและหน้าที่การทำงาน

2.7 คัพภะวิทยา (Embryology) ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิต ขั้นตอนต่าง ๆ ของการเจริญติบโต

2.8 ปรสิตวิทยา (Parasitology) ศึกษาเกี่ยวกับการเป็นปรสิตของสิ่งมีชีวิต

2.9 เซลล์วิทยา (cytology) ศึกษาโครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์สิ่งมีชีวิต

3. ศึกษาเรื่องราวของสิ่งมีชีวิต

3.1 อนุกรมวิธาน (Taxonomy) ศึกษาเกี่ยวกับการแบ่งหมวดหมู่ การตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ การจัดรวมและแบ่งอันดับชั้นต่าง ๆ ของพืช โดยอาศัยความคล้ายคลึงกันเป็นเกณฑ์

3.2 วิวัฒนาการ (Evolution) ศึกษาเรื่องราวของสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต มีความก้าวหน้าในการเจริญเติบโตจากรูปร่างง่าย ๆ ไปเป็นรูปร่างที่ยุ่งยาก สลับซับซ้อนได้อย่างไร

3.3 บรรพชีวินวิทยา (Paleontology) ศึกษาเกี่ยวกับซากโบราณของสิ่งมีชีวิต

3.4 Biogeography ศึกษาการกระจายพันธุ์ของพืชและสัตว์ไปตามส่วนต่าง ๆ บนโลก

4. ชีววิทยาประยุกต์

4.1 แพทยศาสตร์ (medicine) ศึกษาโรคและการรักษาโรค

4.2 เภสัชวิทยา (pharmacology) ศึกษาฤทธิ์ของยา หรือของสารที่มีต่อสิ่งมีชีวิต

4.3 เกษตรศาสตร์ (agriculture) ศึกษาเทคนิคการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์

4.4 พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) ศึกษาการตัดต่อยีนเพื่อเปลี่ยนแปลงลักษณะสิ่งมีชีวิต

4.5 เทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) ศึกษาการนำความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตมาใช้ประโยชน์

ความสำคัญของชีววิทยา

- ด้านโภชนาการเรานำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ประโยชน์ในทางโภชนาการ เช่น การเลือกรับประทานอาหาร การบริโภคอาหารให้ถูกสัดส่วน รวมทั้งนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้เพิ่มผลผลิตอาหารในทางการเกษตร โดยการปรับปรุงพันธุ์พืช และสัตว์ (อาศัยความรู้ทางสาขาพันธุศาสตร์ ชีวเคมี โภชนาการ ฯลฯ)
- ด้านการแพทย์และสาธารณสุข เกี่ยวกับการดูแลรักษาร่างกาย การป้องกันโรค และการรักษาโรค ซึ่งชีววิทยาเป็นพื้นฐานสำคัญในทางแพทย์ศาสตร์ และสาธารณสุขศาสตร์
- การควบคุมศัตรูพืช และ ศัตรูสัตว์ โดยอาศัยความรู้ทางชีววิทยาในสาขาอนุกรมวิธาน นิเวศวิทยา โดยเฉพาะการควบคุมศัตรูพืชและศัตรูสัตว์ในทางชีวภาพ (Biological Control)
- การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการป้องกันมลพิษ
- การพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจ เช่น พืชผัก ธัญพืช ที่ใช้บริโภคและส่งเป็นสินค้าออก ใช้ผลิตพลังงานทดแทน เช่น พืชเศรษฐกิจต่าง ๆ เป็นต้นว่า ผักตบชวา ใช้ผลิตก๊าซชีวภาพ อ้อยและมันสำปะหลังใช้ผลิตแอลกอฮอล์ สบู่ดำ และพืชอื่น ๆ สิ่งเหล่านี้ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางพฤษศาสตร์และสาขาอื่น ๆ ทางชีววิทยาเป็นอย่างมาก

เราศึกษาชีววิทยาทำไม

- ช่วยให้เข้าใจปัญหาต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต
- ความรู้หรือกฎเกณฑ์พื้นฐานทางชีววิทยา มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เราอาจนำความรู้ทางชีววิทยามาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยแก้ปัญหาและพัฒนาคุณค่าของการดำรงชีวิตให้ดียิ่งขึ้น เตรียมให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้อย่างราบรื่น

ชีววิทยาระดับโมเลกุล

- **เทคโนโลยีชีวภาพ** (Biotechnology) หมายถึง การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เพื่อประโยชน์เฉพาะอย่างตามที่มนุษย์ต้องการ เช่น

-การใช้จุลินทรีย์ในการผลิตอาหารหมัก ผักดอง ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว เบียร์ ไวน์ วิสกี้ ยาปฏิชีวนะ สารชีวภาพ เซลล์ที่มีประสิทธิภาพสูง

-การผลิตกรดอะมิโน อินซูลิน เอนไซม์ ก๊าซชีวภาพ

-การเลี้ยงเนื้อเยื่อ

- โดยกระบวนการทาง**พันธุวิศวกรรม (Genetic engineering) คือ การตัดต่อยีนและการเปลี่ยนแปลงยีนในเซลล์ โดยเฉพาะเซลล์ของจุลินทรีย์ให้มีศักยภาพสูง นำไปใช้ประโยชน์ได้ตามความต้องการในปริมาณมากและรวดเร็ว**

ขอบเขตของเทคโนโลยีชีวภาพ

- เทคโนโลยีการหมัก (Fermentation Technology) เป็นขอบเขตของเทคโนโลยีที่สำคัญที่สุดเช่น

-การผลิตเบียร์ ไวน์ ขนมปัง โยเกิต เนยแข็ง น้ำส้มสายชู น้ำปลา ซีอิ๊ว และการผลิตยาปฏิชีวนะ

-ในปัจจุบันงานในด้านนี้มีการนำกระบวนการทางพันธุวิศวกรรม (genetic engineering) มาใช้ กระบวนการนี้ก็คือ การตัดต่อยีนและการเปลี่ยนแปลงยีน โดยการตัดยีนที่ต้องการจากสิ่งมีวิตหนึ่ง (ส่วนใหญ่เป็นเซลล์ของจุลินทรีย์) เช่น เซลล์ของแบคทีเรีย ไวรัส นำไปใส่ให้กับสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง โดยมากนิยมใช้แบคทีเรียเพื่อให้มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ประโยชน์ ได้ตรงตามความต้องการ ในปริมาณมาก และรวดเร็วกว่าที่ดำเนินอยู่ตามธรรมชาติ

- วิศวกรรมเอนไซม์ (Enzyme engineering) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้เอนไซม์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการเร่งปฏิกิริยาเคมีที่จำเพาะ เช่น

-การผลิตกรดอะมิโน การย่อยแป้งและเซลลูโลส

- เทคโนโลยีของเสีย (Waste techology) เป็นเทคโนโลยีที่นำของเสียมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์ เช่น

-การผลิตปุ๋ย การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ

- เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม (Environmental technology) เป็นเทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น

-การใช้จุลินทรีย์กำจัดโลหะในน้ำทิ้ง

-การแยกโลหะจากของเสียโรงงานถลุงแร่

- เทคโนโลยีการนำแหล่งวัตถุดิบมาใช้ประโยชน์ (Renewable resources technology) เป็นเทคโนโลยีในการนำวัตถุดิบที่ยากต่อการใช้ประโยชน์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น

-การผลิตแอลกอฮอล์จากเซลลูโลส

การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพในด้านต่าง ๆ

- ด้านการเกษตร

-ปุ๋ยชีวภาพ เช่น ปุ๋ยไรโซเบียมที่ใช้กับพืชตระกูลถั่ว เพื่อเพิ่มไนโตรเจน ปุ๋ยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเพื่อเพิ่มปุ๋ยในนาข้าว ไมคอร์ไรซาทำให้รากพืชแผ่ขยายออกไปมากขึ้น ช่วยในการดูดน้ำ สารอาหาร และให้ฟอสฟอรัสแก่พืช

-การขยายและปรับปรุงพันธุ์พืช โดยการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทำให้ได้พืชซึ่งทนต่อโรคที่เกิดจากรา และไวรัส

-การใช้จุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ในการทำลายแมลงศัตรูพืช

- ด้านการแพทย์และสาธารณสุข

-ผลิตยาปฏิชีวนะ เช่น เพ็นนิซิลลิน เตตร้าไซคลิน อิริโทรมัยซิน

-ผลิตอินซูลิน รักษาโรคเบาหวาน วิตามิน และฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโต อินเตอร์ฟีรอน ที่ใช้ในการรักษาโรคที่เกิดจากไวรัส และมะเร็ง

-ผลิตวัคซีนป้องกันโรค เช่น โรคตับอักเสบชนิดบี 2 ผลิตสารภูมิคุ้มกัน

-ผลิตเอนไซม์ที่ช่วยในการย่อยอาหาร เอ็นไซม์ช่วยในการทำลายเลือดที่แข็งตัว (ที่อุดตัน)

- ด้านอาหารและเครื่องดื่ม

-ผลิตเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ เบียร์

-ผลิตยีสต์ที่ใช้ทำขนมปัง

-ผลิตเนย นมเปรี้ยว โยเกิรต์

-ผลิตอาหารหมักดอง เช่น ผักดอง เต้าหู้ น้ำปลา ซีอิ๊ว น้ำส้มสายชู

-ผลิตกรดมะนาว

-ผลิตกรดอะมิโน เช่น ไลซีน เพื่อใช้ผสมในอาหารสัตว์ เพิ่มคุณค่าทางอาหาร

-ผลิตสีที่ใช้ผสมอาหาร เช่น เบต้าแคโรทีน

-ผลิตเอนไซม์ทำให้เนื้อนุ่ม ทำให้น้ำผลไม้ใส

- ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

-กำจัดน้ำเสีย และคราบน้ำมัน โดยการคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์มากำจัด

-ใช้จุลินทรีย์เพื่อผลิตแอลกอฮอล์ และก๊าซชีวภาพ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ทดแทนพลังงานธรรมชาติ

-การศึกษาหาสายพันธุ์จุลินทรีย์เพื่อกำจัดโลหะในน้ำทิ้ง