



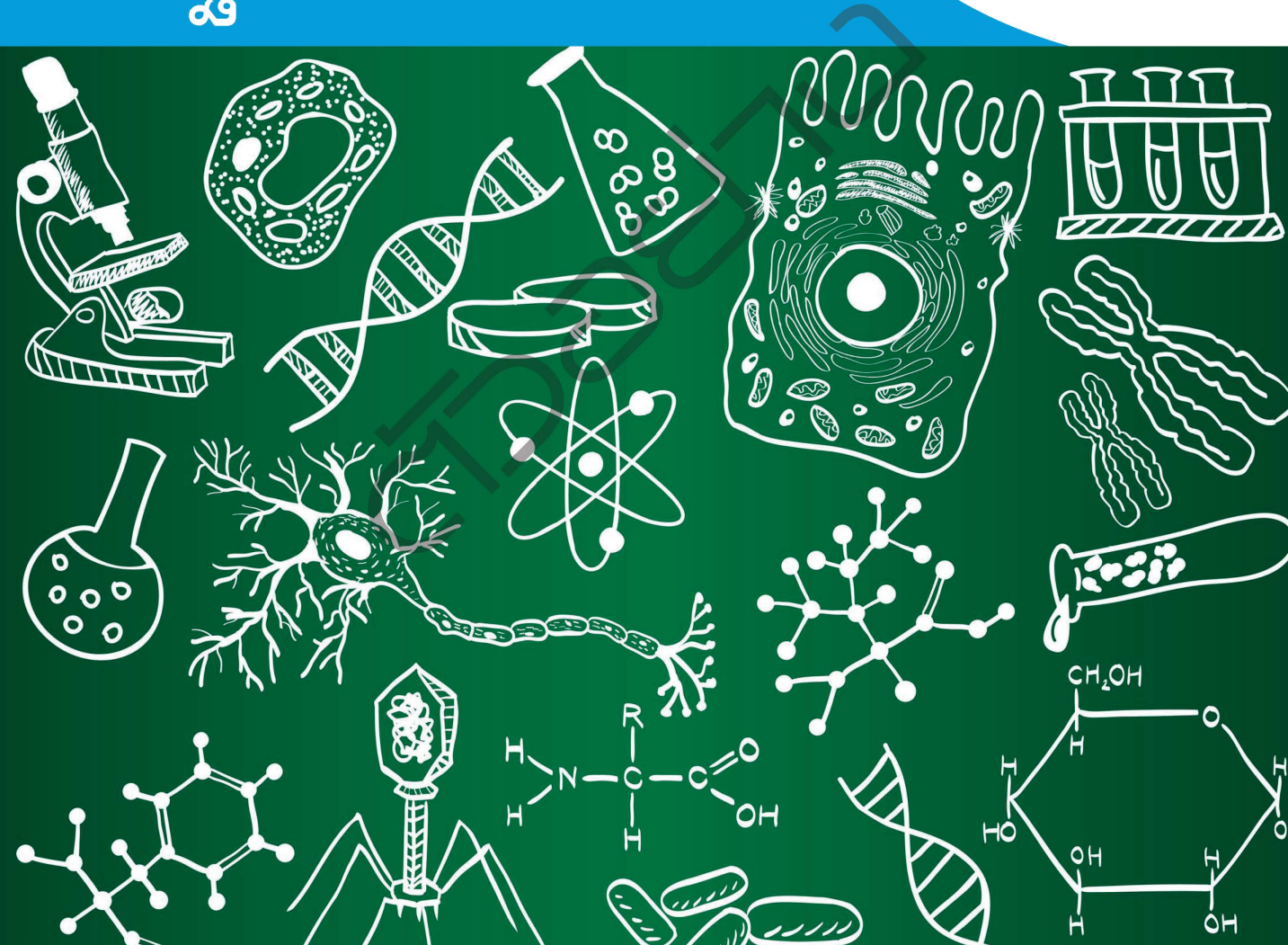
GOAL



ชีววิทยา

พื้นฐานและเพิ่มเติม

ม.4



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล 100%
กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนไม้ธรรมชาติ



● ศุทธิณี พูลทรัพย์ ● ปวร่าย ปาจิตร
● นนทลี ชำนาญบุญธรรม

 IMAC EDUCATION

GOAL ชีวิตยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ศุทธิณี พูลทรัพย์.

GOAL ชีวิตยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4.--กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น, 2558.
372 หน้า. --(GOAL).

1. ชีวิตยา--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา). 2. ชีวิตยา--ข้อสอบและเฉลย.
I. ปวราย์ ปาจิตร, ผู้แต่งร่วม. II. นนทลี ชำนาญนุกุลธรรม, ผู้แต่งร่วม. III. ชื่อเรื่อง.

570.76

ISBN 978-616-274-520-1

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

MAC EDUCATION

ผู้เขียน : ศุทธิณี พูลทรัพย์, ปวราย์ ปาจิตร และ นนทลี ชำนาญนุกุลธรรม
สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2558
ราคาจำหน่าย : 195 บาท
การสั่งซื้อ : ส่งตามคำสั่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว 10310 ในนาม บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด
เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทระเกษม
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028
www.MACeducation.com
พิมพ์ที่ : บริษัท ก.พล (1996) จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล เอ
กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนไม้ธรรมชาติ



คำนำ

หนังสือคู่มือ ชุด **GOAL ชีวิตพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.ปลาย** ของบริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด มีเนื้อหาตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ใช้เป็นคู่มือประกอบการเรียนรายวิชาชีววิทยานอกเวลาเรียนปกติ หนังสือคู่มือชุดนี้มีทั้งหมด 3 เล่ม ดังนี้

1. หนังสือคู่มือ **GOAL ชีวิตพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4**

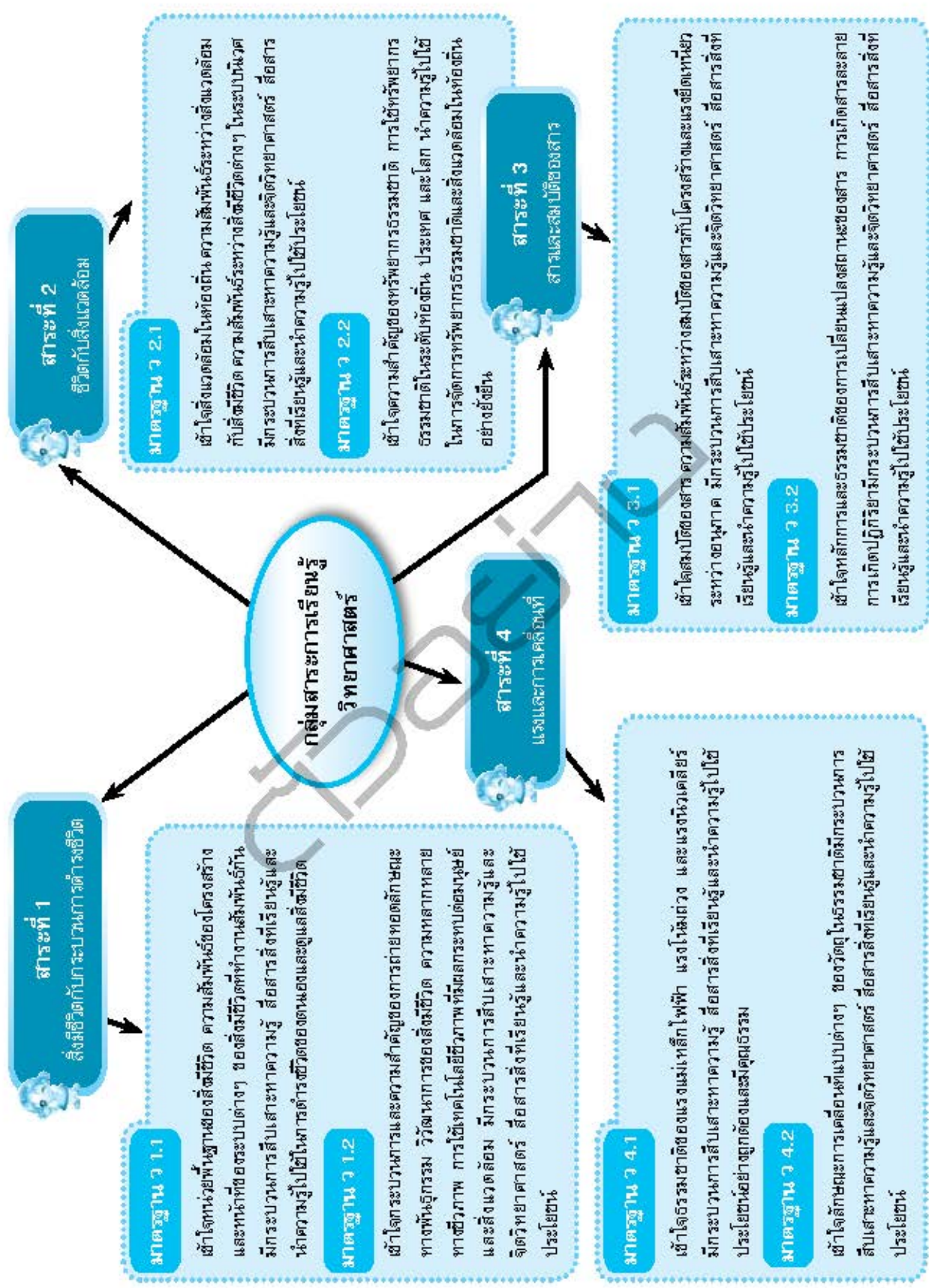
2. หนังสือคู่มือ **GOAL ชีวิตพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.5**

3. หนังสือคู่มือ **GOAL ชีวิตพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.6**

หนังสือคู่มือชุดนี้ แต่ละเล่มประกอบด้วย เนื้อหาโดยสรุปที่มุ่งให้นักเรียนสามารถเรียนรู้หรือทบทวนบทเรียนด้วยตนเองและฝึกทำแบบทดสอบ โดยเน้นสร้างความเข้าใจอย่างง่ายด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น เทคนิคการจำ เทคนิคการวิเคราะห์โจทย์ เทคนิคการสังเกตสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เป็นต้น เพื่อช่วยให้นักเรียนตอบโจทย์คำถามได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นการประเมินผลตนเองในแต่ละเนื้อหา อันเป็นการเพิ่มพูนความเข้าใจและประสบการณ์ สร้างความมั่นใจ และพร้อมที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการสอบได้

ทั้งนี้ บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือคู่มือ ชุด **GOAL ชีวิตพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.ปลาย** จะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้อ่านได้เป็นอย่างดี และหากมีข้อสงสัยหรือข้อเสนอแนะเกี่ยวกับหนังสือคู่มือชุดนี้ กรุณาติดต่อได้ที่ บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาหนังสือคู่มือเล่มต่อไปในอนาคต

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด





สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1

เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลง

มาตรฐาน ว 6.1

เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1

เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2

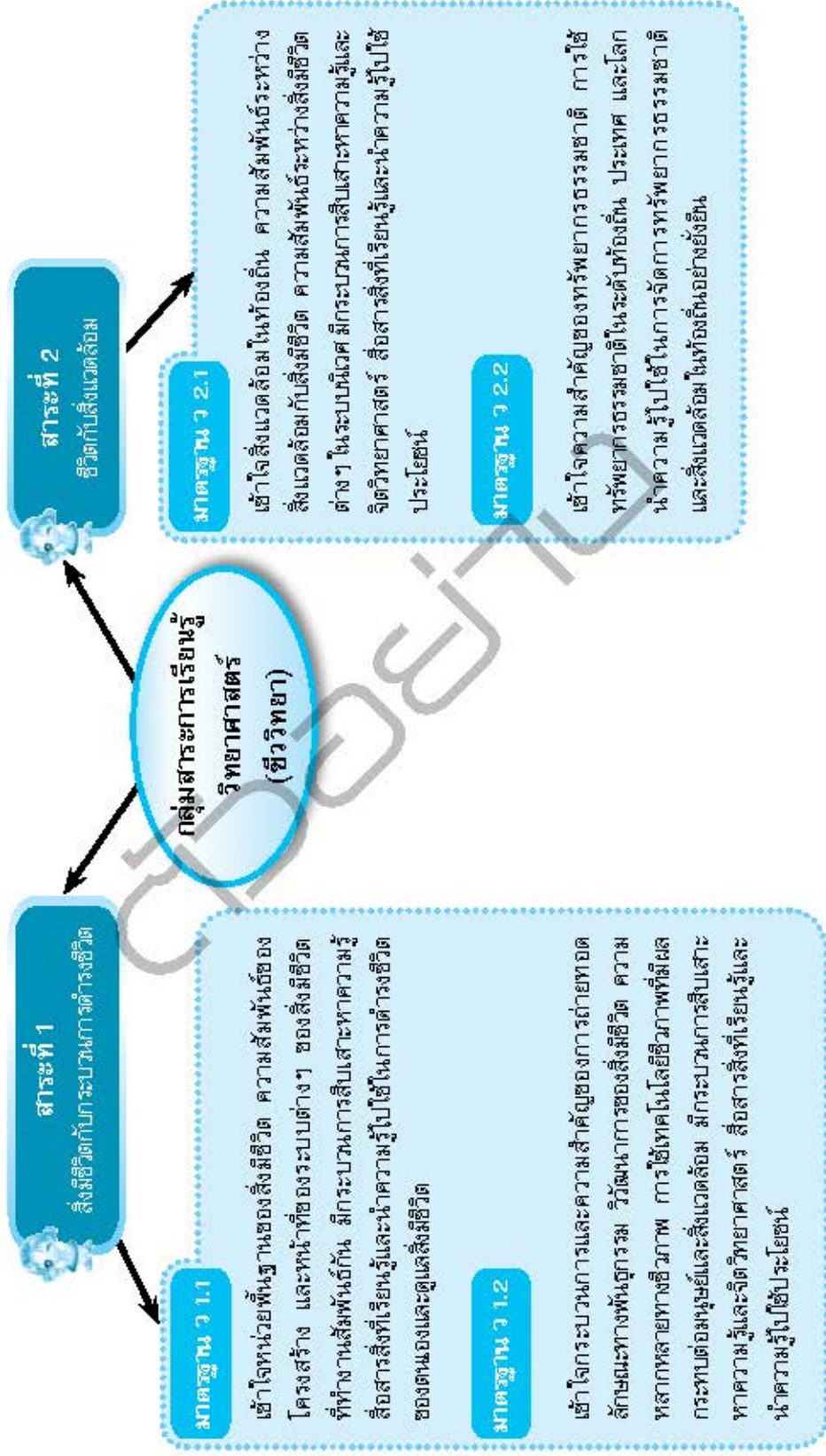
เข้าใจความสำคัญและเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและห้วงอวกาศสำหรับการธรรมาชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อยุติธรรมและสิ่งแวดล้อม



สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 8.1

ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน



สารบัญ

หน้า

● บทที่ 1 การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต	1
(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.1)	
- เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	1
- การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์	3
- การรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต	9
แบบทดสอบ	23
เฉลย	31
● บทที่ 2 ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	43
(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.1)	
- ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย	43
- ภูมิคุ้มกันบกพร่อง	47
- วัคซีน	48
แบบทดสอบ	51
เฉลย	54
● บทที่ 3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	60
(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.1)	
- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม	60
- การศึกษาการถ่ายทอดพันธุกรรมของเมนเดล	61

- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยยีน 2 คู่	63
- มัลติเปิลแอลลีล	63
- ลักษณะพันธุกรรมโครโมโซมเพศ	63
- ความผิดปกติทางพันธุกรรม	64
- พันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม	65
- พันธุกรรมกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	65
- เทคโนโลยีชีวภาพ	65
แบบทดสอบ	66
เฉลย	72

● บทที่ 4 ความหลากหลายทางชีวภาพ 79

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.2)

- ความหลากหลายทางชีวภาพ	79
- สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรต่างๆ	79
แบบทดสอบ	84
เฉลย	88

● บทที่ 5 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม 93

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.2, ว 2.1 และ ว 2.2)

- ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	93
- ระบบนิเวศ	101
- ทรัพยากรธรรมชาติ	110
แบบทดสอบ	114
เฉลย	117

● บทที่ 6 ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต 121

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.1)

- สิ่งมีชีวิตคืออะไร	121
- คุณสมบัติของสิ่งมีชีวิต	121
แบบทดสอบ	126
เฉลย	128

● บทที่ 7 การศึกษาชีววิทยา 131

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.1)

- ความรู้ด้านชีววิทยาได้มาอย่างไร	131
- วิธีการทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ด้านชีววิทยา	131
- แขนงชีววิทยา	134
- ความก้าวหน้าด้านชีววิทยาในปัจจุบัน	136
- ชีววิทยากับชีวิตประจำวัน	136
- ชีวจริยศาสตร์	136
- การศึกษาชีววิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์	137
แบบทดสอบ	139
เฉลย	147

● บทที่ 8 เภมพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต 154

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.1)

- ประเภทของสารเคมี	154
- โครงสร้างและการทำงานของเอนไซม์	161
- ปฏิกริยาเคมีในเซลล์สิ่งมีชีวิต	162

- พลังงานเคมีในสิ่งมีชีวิต	163
แบบทดสอบ	164
เฉลย	178

● บทที่ 9 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต 185

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.1)

- ประวัติการค้นพบเซลล์	185
- รูปร่างและลักษณะของเซลล์	185
- โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์	186
- ทฤษฎีเซลล์	188
- ยูแคริโอตและโพรแคริโอต	188
- สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างไม่เป็นเซลล์	189
- การแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโต	189
- เนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบอวัยวะ	191
- การเจริญเติบโต	192
- การเปลี่ยนแปลงและการชราภาพของเซลล์	193
- การสื่อสารระหว่างเซลล์	193
แบบทดสอบ	194
เฉลย	199

● บทที่ 10 ระบบการย่อยอาหาร การสลายอาหารระดับเซลล์ และระบบหายใจ 204

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.1)

- อาหารและการย่อยอาหาร	204
- การสลายสารอาหารในระดับเซลล์	209

- การหายใจกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย	214
แบบทดสอบ	221
เฉลย	230

● บทที่ 11 การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ 238

(ตรงตามมาตรฐาน ว 1.2)

- การสืบพันธุ์ของสัตว์	238
- การสืบพันธุ์ของคน	240
- การเจริญเติบโตของสัตว์	246
- การเจริญเติบโตของคน	251
แบบทดสอบ	254
เฉลย	263

● แบบทดสอบชุดที่ 1 269

เฉลย	285
------	-----

● แบบทดสอบชุดที่ 2 299

เฉลย	316
------	-----

● แบบทดสอบชุดที่ 3 328

เฉลย	345
------	-----

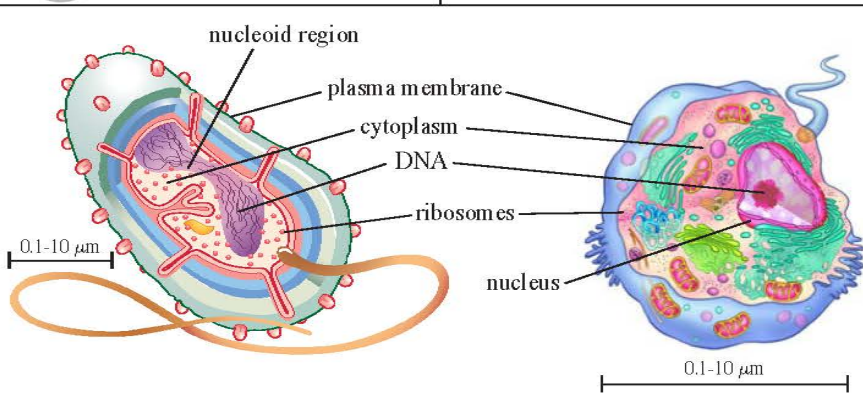
บทที่ 1 การรักษาคูณภาพของสิ่งมีชีวิต



เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

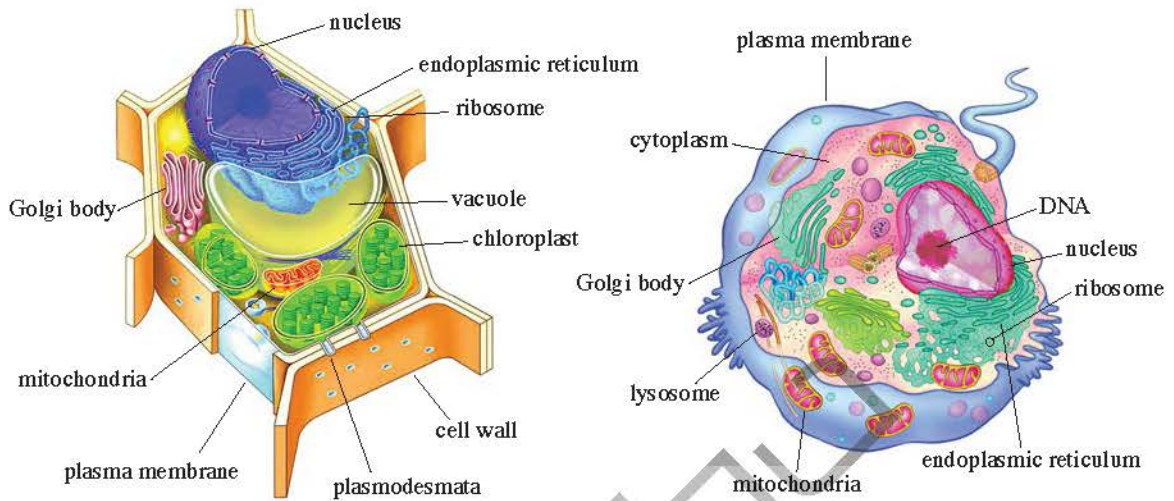
สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วย **เซลล์ (cell)** ซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานทางชีววิทยา เช่นเดียวกับ อะตอม (atom) ที่เป็นหน่วยพื้นฐานทางเคมี การทำงานของเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ เกิดจากการทำงานและการควบคุมในระดับเซลล์ โดยทั่วไปสามารถแบ่งชนิดของเซลล์สิ่งมีชีวิตได้ตามลักษณะโครงสร้างภายในเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เซลล์โพรแคริโอต (prokaryotic cell) และ เซลล์ยูแคริโอต (eukaryotic cell) ดังตาราง

ตารางแสดงลักษณะเซลล์โพรแคริโอตและยูแคริโอต

ชนิดของเซลล์	เซลล์โพรแคริโอต	เซลล์ยูแคริโอต
ลักษณะของเซลล์	- ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ไม่สามารถแยกโครโมโซมออกจากองค์ประกอบอื่นๆ ในเซลล์หรือไซโทซอล (cytosol) - DNA อยู่ในส่วนที่เรียกว่า นิวคลีออยด์ (nucleoid region)	- มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสสามารถแยกส่วนนิวเคลียสออกจากส่วนไซโทซอล (cytosol) ได้ - ออร์แกเนลล์ต่างๆ แบ่งแยกชัดเจนภายในเซลล์
โครงสร้างภายในเซลล์		
ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต	แบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	โพรทิสต์ รา พืช สัตว์ และคน

GOAL ชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์



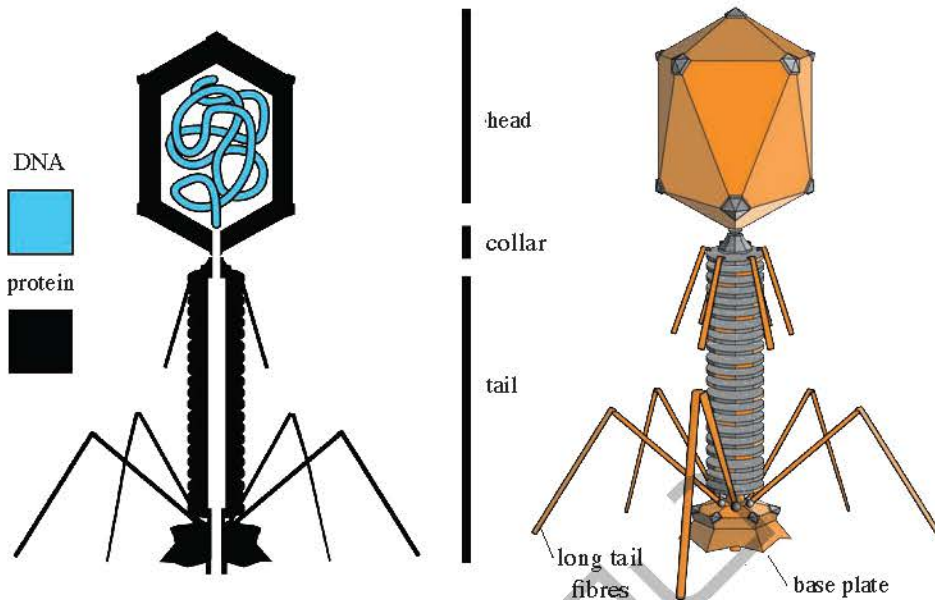
รูปแสดงเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

ทฤษฎีเซลล์

ทฤษฎีเซลล์ (Cell theory) เสนอโดยเทโอดอร์ ชว็อนน์ (Theodor Schwann) และมัทธิอัส ยาคอบ ชไลเดน (Matthias Jakob Schleiden) มีความสำคัญว่า “เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบขึ้นด้วยเซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์”

สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างไม่เป็นเซลล์

ไวรัส (virus) และไวรอยด์ (viroid) ประกอบด้วยส่วนที่เป็นหัว (head) เป็นโปรตีนที่ภายในบรรจุสารพันธุกรรม (DNA) และหาง (tail) เป็นโครงสร้างมีไว้เพื่อยึดเกาะสิ่งมีชีวิตอื่น ซึ่งโครงสร้างของไวรัสที่ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์และไซโทพลาซึม ทำให้ไวรัสและไวรอยด์ไม่มีโครงสร้างและองค์ประกอบภายในเป็นเซลล์ตามทฤษฎีเซลล์



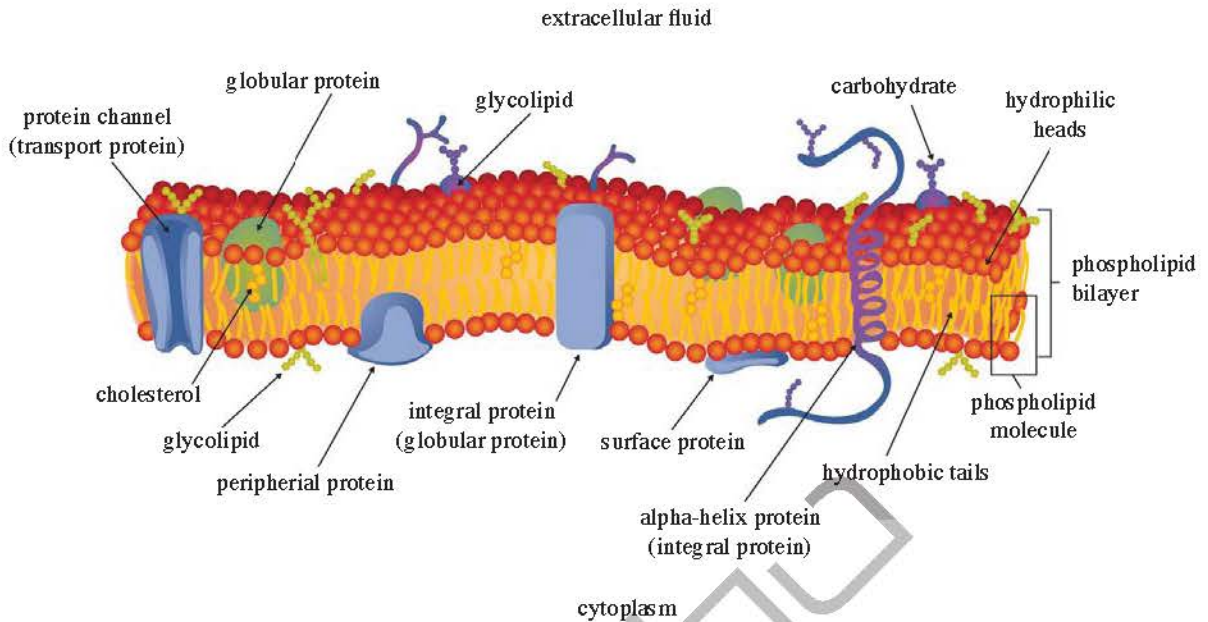
รูปแสดงไวรัส



การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์

โมเลกุลของสารทุกชนิดมีพลังงานจลน์ (kinetic energy) ซึ่งแต่ละโมเลกุลประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กที่ยึดกันด้วยพลังงานพันธะ (energy bonding) ทำให้โมเลกุลของสารที่มีอนุภาคจับยึดกันแน่นจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าโมเลกุลของสารที่มีอนุภาคจับยึดกันไว้อย่างหลวมๆ เช่น โมเลกุลของเหลวจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าโมเลกุลของแก๊สหรืออากาศ การศึกษาการเคลื่อนที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของโมเลกุลของสารและไอออน เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน และสารอาหารอื่นๆ เข้าสู่ภายในเซลล์และการขับของเสียจากกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์ออกสู่ภายนอกเซลล์ จำเป็นต้องคำนึงถึงสมบัติทางเคมีของสารที่ส่งผลต่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะเป็นเยื่อเลือกผ่าน (permeable membrane) ทำให้โมเลกุลของสารแต่ละชนิดมีความสามารถในการเคลื่อนที่เข้าและออกเซลล์ที่แตกต่างกัน

GOAL ชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4



รูปแสดงการจัดเรียงตัวขององค์ประกอบต่างๆ บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์

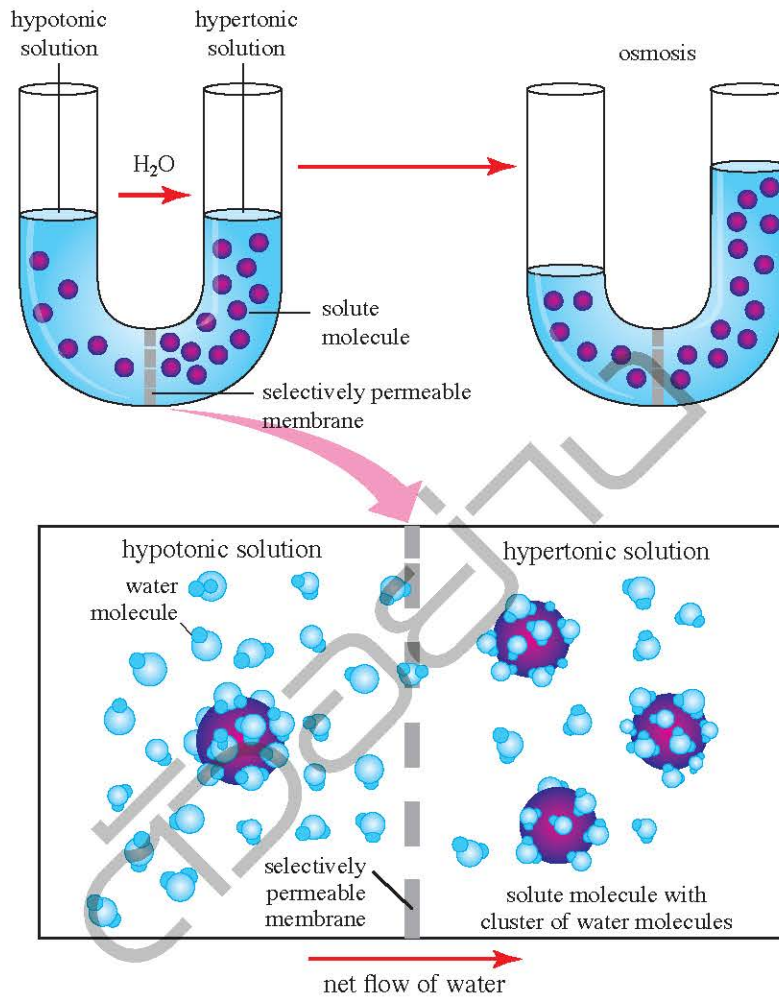
การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

การลำเลียงสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กๆ เช่น น้ำ แร่ธาตุ และกรดอะมิโน สามารถผ่านเข้าสู่ภายในเซลล์ได้โดยการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ดังนี้

การแพร่

การแพร่ (diffusion) คือ การลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของอนุภาคสารมากไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของอนุภาคสารน้อยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งกระบวนการแพร่จะเกิดขึ้นจนกระทั่งทุกบริเวณมีความเข้มข้นของอนุภาคสารเท่ากัน โดยที่อนุภาคของสารจะเคลื่อนที่ในอัตราคงที่ทุกบริเวณ (dynamic equilibrium) เช่น การแพร่ของแก๊สออกซิเจนเข้าสู่กระแสเลือดโดยกระบวนการหายใจ (respiration) การเคลื่อนที่ของสารในสัตว์เซลล์เดียว

การออสโมซิส



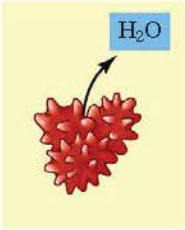
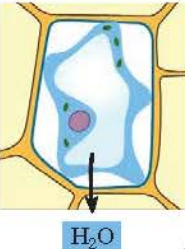
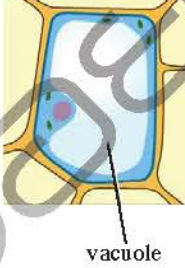
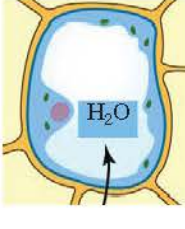
รูปแสดงการแพร่ของน้ำผ่านเยื่อเลือกผ่าน

การออสโมซิส (osmosis) คือ การแพร่ของน้ำผ่านเยื่อเลือกผ่านจากบริเวณที่มีปริมาณน้ำมากกว่า (hypotonic) ไปสู่บริเวณที่มีปริมาณน้ำน้อยกว่า (hypertonic)

ความเข้มข้นของสารละลาย (solution) ขึ้นอยู่กับปริมาณอนุภาคของตัวละลาย (solute) ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งในสารละลายที่มีปริมาณอนุภาคของตัวละลายอยู่มากกว่าในน้ำ เรียกว่า **สารละลายไฮเพอร์โทนิค (hypertonic)** ส่วนในสารละลายที่มีปริมาณอนุภาคของตัวละลายอยู่น้อยกว่าในน้ำ เรียกว่า **สารละลายไฮโปโทนิค (hypotonic)** และเรียกสารละลายที่มีความเข้มข้นของตัวละลายเท่ากันว่า **สารละลายไอโซโทนิค (isotonic)**

GOAL ชีวิตาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ในสารละลายประเภทต่าง ๆ

สารละลายไฮโปโทนิก	สารละลายไอโซโทนิก	สารละลายไฮเพอร์โทนิก
สารละลายภายนอกเข้มข้นน้อยกว่าภายในเซลล์	สารละลายภายนอกเข้มข้นเท่ากับภายในเซลล์	สารละลายภายนอกเข้มข้นมากกว่าภายในเซลล์
เซลล์สัตว์ 		
เซลล์พืช 		

การรักษาความสมดุลของน้ำในเซลล์และนอกเซลล์เป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีวิตของเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซลล์สัตว์ เนื่องจากเป็นเซลล์ที่ไม่มีผนังเซลล์ช่วยป้องกันการแตกของเซลล์ ดังนั้นทั้งมนุษย์และสัตว์จึงจำเป็นต้องดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะที่มีความสมดุลของน้ำระหว่างภายในเซลล์และสิ่งแวดล้อมภายนอกหรือสภาวะไอโซโทนิก อย่างไรก็ตามเมื่อเซลล์ที่ไม่มีผนังเซลล์ล้อมรอบอยู่ในสภาวะที่เป็นไฮโปโทนิกหรือไฮเพอร์โทนิก จึงจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อควบคุมความสมดุลของน้ำ (osmoregulation)

การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต

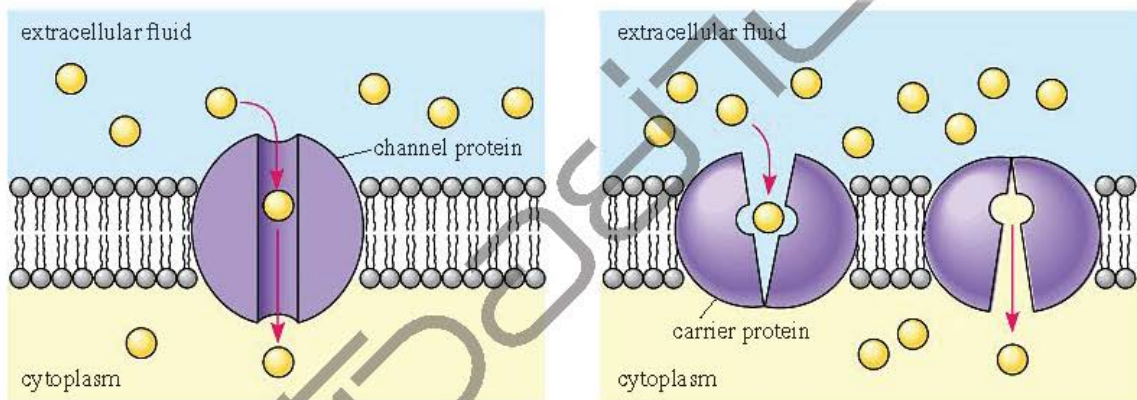
การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต (facilitated transport) คือ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยมีโปรตีนนำส่งช่วยในการเคลื่อนที่ เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างเป็นทั้งส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) และส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) ทำให้เกิดข้อจำกัดของการผ่านเข้าออกของสารที่มีขั้ว (polar molecule) และไอออน ดังนั้นบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์จึงจำเป็นต้องมีโปรตีนนำส่ง (transport protein) ที่ช่วยเพิ่มความสามารถ

ในการเคลื่อนที่ของโมเลกุลสารเข้าสู่ภายในเซลล์ได้ดีขึ้น ซึ่งโปรตีนแต่ละชนิดมีสมบัติที่จำเพาะต่อชนิดของสารที่จะนำเข้าสู่เซลล์ โดยโปรตีนที่ทำหน้าที่ช่วยในการนำส่งสารมี 2 ชนิด คือ

1. **โปรตีนที่มีช่องตรงกลาง (channel protein)** ซึ่งบริเวณช่องที่ให้สารผ่านจะมีความเป็นไฮโดรฟิลิก (ชอบน้ำ) จึงทำให้สารที่มีขั้วผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ เช่น น้ำ อาศัยโปรตีนที่ชื่อว่า aquaporins ผ่านเข้าสู่เซลล์

2. **โปรตีนตัวพา (carrier protein)** ทำหน้าที่ขนส่งโมเลกุลของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยการเปลี่ยนแปลงรูปร่างให้เหมาะสมกับโครงสร้างโมเลกุลสารที่จะนำเข้าสู่เซลล์ เช่น การนำส่งโมเลกุลของกลูโคสผ่านโปรตีนตัวพาที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์เม็ดเลือดแดง

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยการแพร่แบบไม่อาศัยพลังงาน เรียกว่า **พาสซีฟทรานสปอร์ต (passive transport)**

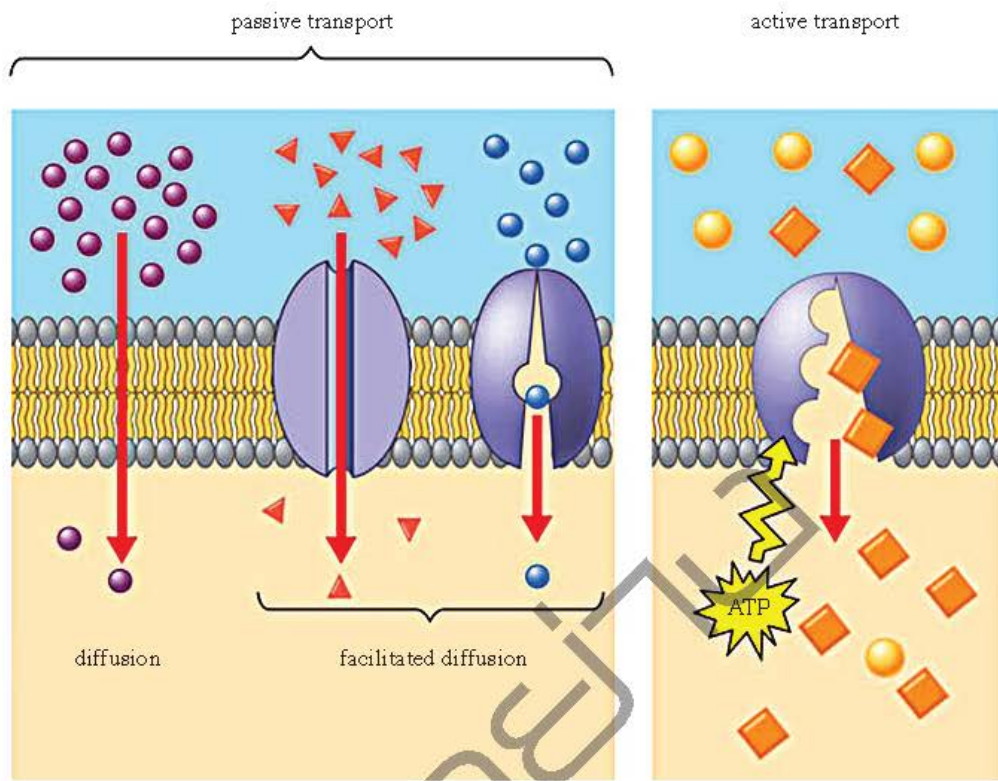


รูปแสดงการลำเลียงแบบพาสซีฟ

การลำเลียงแบบใช้พลังงานหรือแอคทีฟทรานสปอร์ต

การลำเลียงแบบใช้พลังงานหรือแอคทีฟทรานสปอร์ต (**active transport**) คือ การลำเลียงสารบางชนิดผ่านเข้าสู่ภายในเซลล์โดยต้องอาศัยพลังงาน ATP ในการขนส่งสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของอนุภาคสารน้อยกว่าไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของอนุภาคสารมากกว่า หรือเป็นการนำส่งในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับการแพร่ของสารโดยทั่วไป ซึ่งการนำส่งโมเลกุลของสารแบบอาศัยพลังงานโดยส่วนใหญ่จะอาศัยโปรตีนนำส่งชนิดที่เป็นโปรตีนตัวพา เช่น การแลกเปลี่ยนโซเดียมไอออนและโพแทสเซียมไอออนระหว่างภายในและภายนอกเซลล์

GOAL ชีวิตวิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4



แผนภาพแสดงลักษณะการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

การลำเลียงสารโดยไม่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

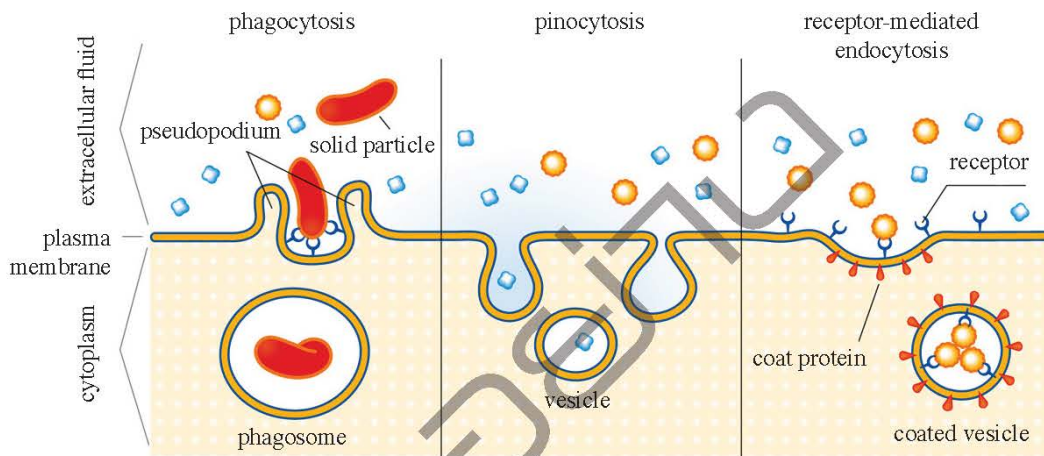
การลำเลียงสารโดยไม่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เป็นการลำเลียงสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน และพอลิแซ็กคาไรด์ การลำเลียงสารเหล่านี้จึงจำเป็นต้องอาศัยพลังงานเช่นเดียวกับการลำเลียงสารแบบแอคทีฟทรานสปอร์ต โดยจะมีการจัดเรียงรูปร่างของเยื่อหุ้มเซลล์ให้ลักษณะคล้ายถุง (vesicle) ล้อมรอบสารที่จะนำส่งเข้าสู่เซลล์ ดังนี้

เอกโซไซโทซิส

เอกโซไซโทซิส (exocytosis) คือ กระบวนการที่เซลล์สร้างถุงเวสิเคิลจากส่วนของกอลจิบอดี (Golgi body) เพื่อลำเลียงสารที่เซลล์สร้างขึ้นออกนอกเซลล์ โดยเยื่อหุ้มสารที่มีลักษณะคล้ายถุงนี้จะเคลื่อนที่ไปเชื่อมกับโมเลกุลไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ (lipid bilayer) และปล่อยสารหรือผลิตภัณฑ์ที่เซลล์สร้างขึ้นออกนอกเซลล์ เช่น การลำเลียงอินซูลินที่ผลิตจากเซลล์ตับอ่อนออกสู่ช่องของเหลวภายนอกเซลล์ (extracellular fluid) การนำส่งกระแสประสาทของเซลล์ประสาท และการหลั่งน้ำตาจากต่อมน้ำตา

เอนโดไซโทซิส

เอนโดไซโทซิส (endocytosis) คือ กระบวนการที่เซลล์นำสารจากภายนอกเข้าสู่ภายในเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์จะจัดโครงสร้างให้มีลักษณะคล้ายถุงเวสิเคิลล้อมรอบสารนั้น ซึ่งการลำเลียงสารแบบเอนโดไซโทซิสมี 3 ลักษณะ ได้แก่ ฟาโกไซโทซิส (phagocytosis ; cellular eating) พิโนไซโทซิส (pinocytosis ; cellular drinking) และการลำเลียงสารแบบที่มีตัวรับจำเพาะ (receptor-mediated endocytosis) ดังรูป



รูปแสดงการลำเลียงแบบเอนโดไซโทซิส



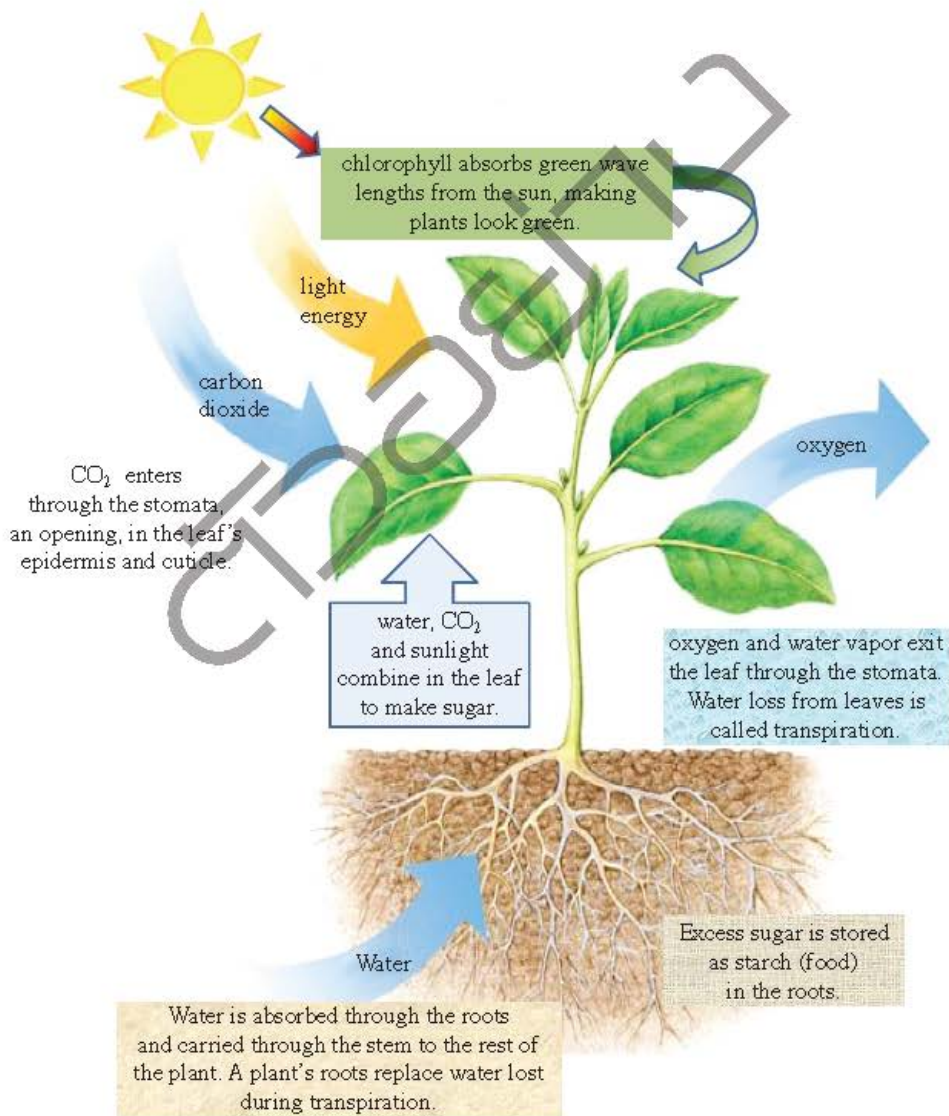
การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

สิ่งแวดล้อมภายนอกเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เซลล์ต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตจึงอาศัยกลไกช่วยในการรักษาระดับสภาพแวดล้อมภายในเซลล์ให้อยู่ในภาวะที่เหมาะสม เช่น ระดับน้ำในร่างกาย ระดับน้ำตาลในเลือด ปริมาณการดูดซึมและกำจัดแร่ธาตุ อุณหภูมิ และความเป็นกรด-เบส เพื่อให้อวัยวะทุกส่วนของร่างกายทำงานได้อย่างปกติ เรียกว่าภาวะดังกล่าวว่า **การรักษาคุณภาพของร่างกาย (homeostasis)**

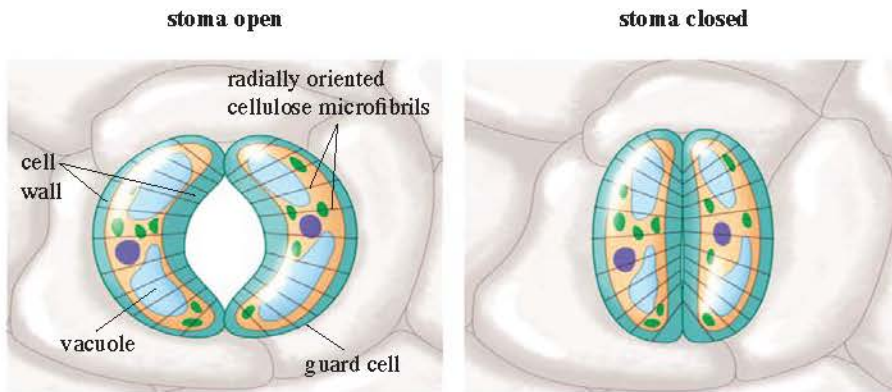
GOAL ชีวิตวิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

การรักษาคุณภาพน้ำในพืช

ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) พืชจำเป็นต้องอาศัยน้ำที่แพร่แบบออสโมซิสผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้ามาในเซลล์ใบ และอาศัยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากอากาศเป็นสารตั้งต้นในการผลิตกลูโคสและออกซิเจน ซึ่งระหว่างที่ใบพืชรับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่เซลล์ ในขณะเดียวกันพืชก็สูญเสียน้ำจากการคายน้ำ (transpiration) บริเวณปากใบ (stomata) ด้วย พืชจึงจำเป็นต้องลำเลียงน้ำจากรากผ่านระบบท่อลำเลียงมายังเซลล์ที่ใบ ดังนั้นบริเวณปากใบจึงจำเป็นต้องมีเซลล์คุม (guard cell) ทำหน้าที่ในการควบคุมการปิด-เปิดของปากใบ



รูปแสดงการรักษาคุณภาพน้ำในพืช



รูปแสดงการเปิด-ปิดของปากใบ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปิด-ปิดของปากใบ ได้แก่ แสง ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศ และนาฬิกาชีวิตของพืช (internal clock) นอกจากนี้สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูง ความแห้งแล้ง และลมแรง พืชจะตอบสนองโดยการสร้างฮอร์โมนแอบไซซิก (abscisic acid : ABA) ที่สร้างบริเวณรากและใบส่งสัญญาณไปยังเซลล์คุม เมื่อเซลล์คุมเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง จะส่งผลต่อการเปิด-ปิดของปากใบ ซึ่งในระหว่างวันปากใบจะปิดเพื่อให้เกิดการสูญเสียน้ำของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชในทะเลทรายจะมีการปรับตัวลักษณะทางสรีระของใบ เช่น ใบมีขนาดเล็กหรือ การเปลี่ยนจากใบเป็นหนามเพื่อลดการคายน้ำของพืช



รูปแสดงการปรับตัวของพืช

GOAL ชีวิตาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

การรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกายมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ

การออสโมซิสเป็นกระบวนการที่ช่วยควบคุมการเคลื่อนที่เข้า-ออกของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยอาศัยความแตกต่างกันของแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ หรือเรียกว่า ค่าออสโมลาริตี (osmolarity) ซึ่งสัตว์แต่ละชนิดจะมีการรักษาสมดุลที่แตกต่างกัน ดังนี้

การรักษาคุณภาพของน้ำในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

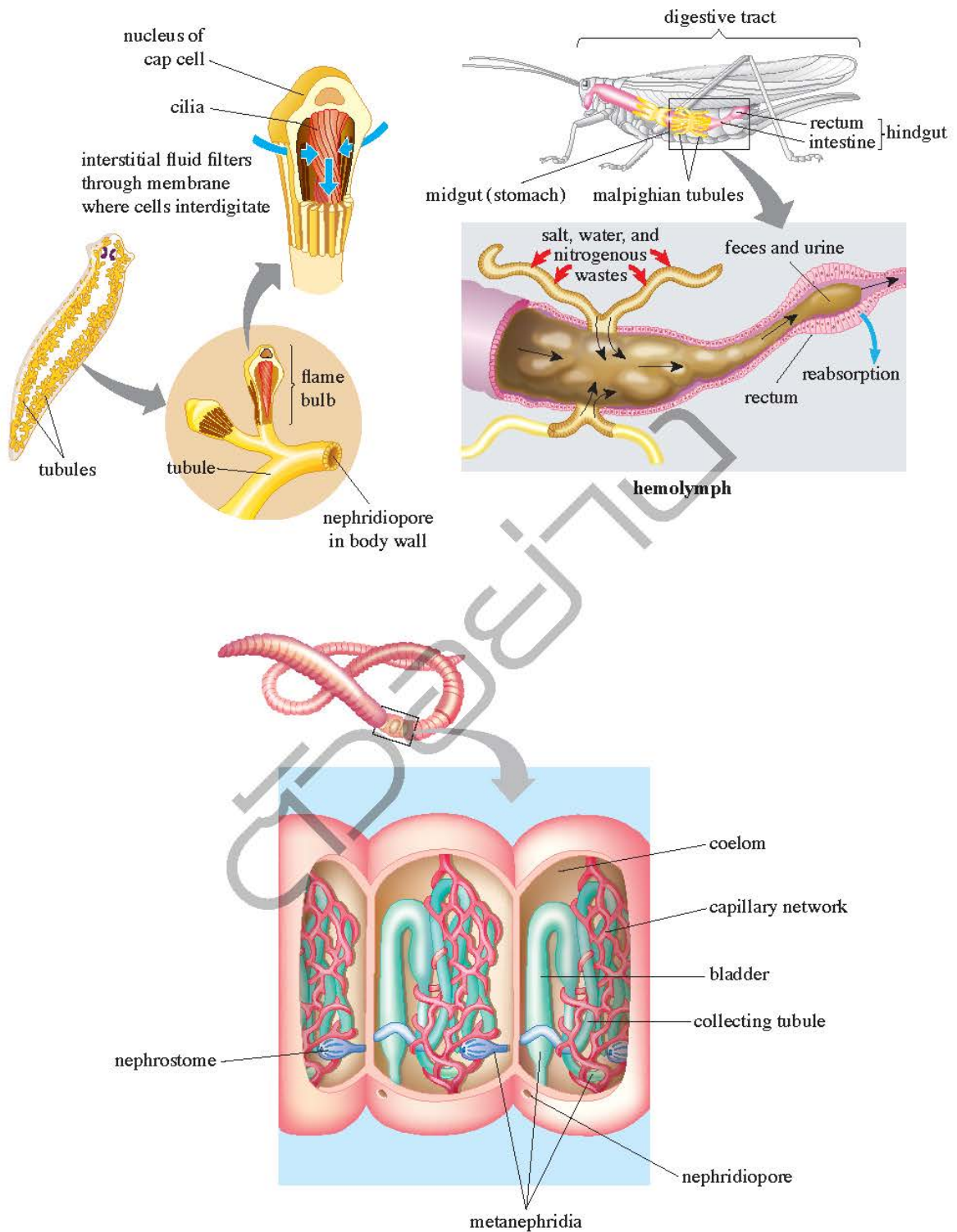
สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พารามีเซียมมีเพียงเยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้นที่ล้อมรอบเซลล์ ซึ่งพารามีเซียมดำรงชีวิตอยู่ในน้ำที่มีสมบัติเป็นไฮโปโทนิกต่อเซลล์ ดังนั้นเซลล์จึงจำเป็นต้องอาศัยออร์แกเนลล์ที่เรียกว่า คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล (contractile vacuole) ช่วยขับน้ำออกจากเซลล์เพื่อให้เกิดการสมดุลของน้ำเข้าและออกเซลล์โดยกระบวนการออสโมซิส



รูปแสดงคอนแทร็กไทล์แวคิวโอล

การรักษาคุณภาพของน้ำในสัตว์ชนิดอื่น ๆ

สัตว์แต่ละชนิดมีอวัยวะที่แตกต่างกันในการควบคุมความสมดุลของน้ำในร่างกาย ได้แก่ สัตว์จำพวกหนอนตัวแบน เช่น พลาเนียใช้แฟลมเซลล์ (flame cell) สัตว์จำพวกแมลงใช้ท่อมัลพิเกียน (malpighian) ในการขับของเสียและเกลือออกนอกร่างกาย ส่วนสัตว์จำพวกหนอนตัวกลมมีปัส่อง เช่น ไส้เดือนดินอาศัยการทำงานของเนฟริเดียม (nephridium) ช่วยขับของเสียและกากอาหาร

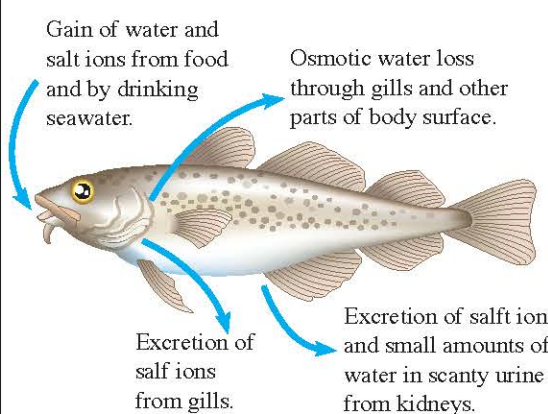
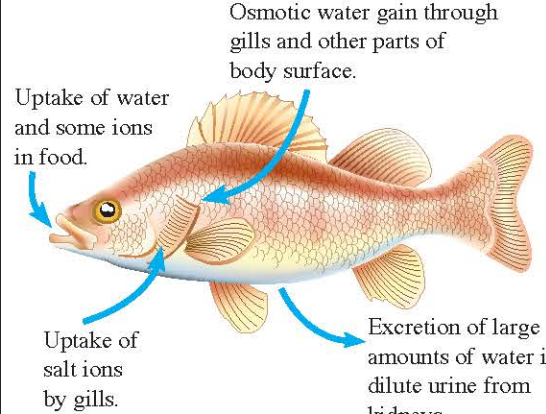


รูปแสดงอวัยวะขับถ่ายของเสียในหนอนตัวแบน แมลง และหนอนตัวกลมมีปัสสาวะ

GOAL ชีวิตวิทยพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

การรักษาดุลยภาพของน้ำและแร่ธาตุในสัตว์น้ำ

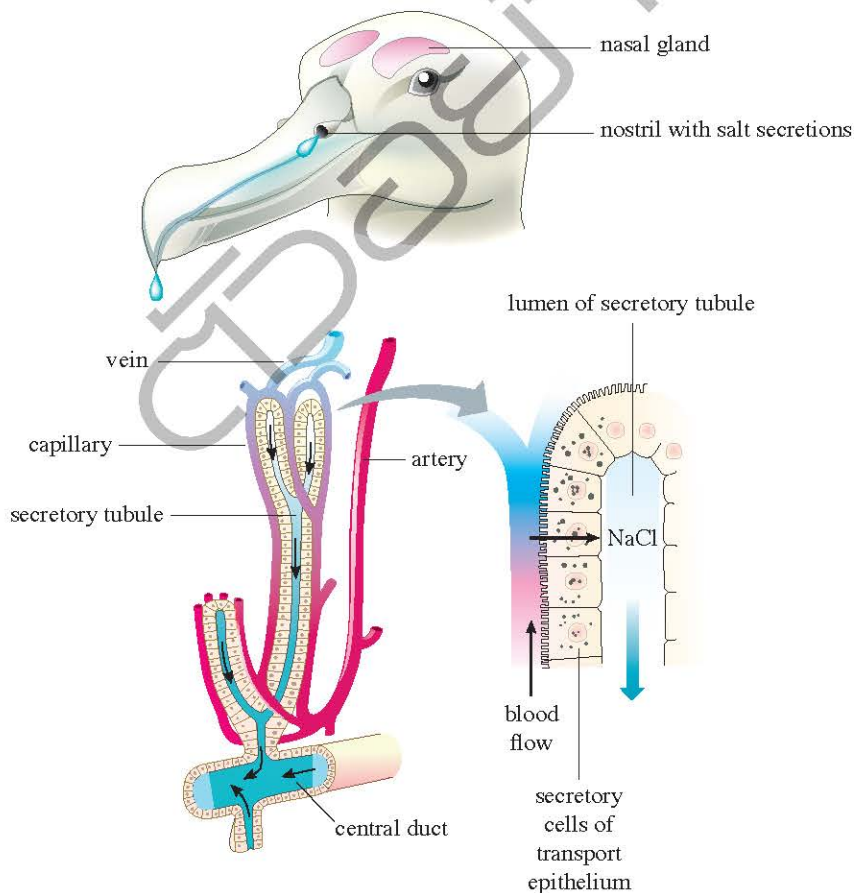
สัตว์น้ำ ยกตัวอย่างเช่น ปลา บริเวณเหงือกและผิวหนังจะมีการสัมผัสกับน้ำโดยตรง ตารางแสดงการรักษาสมดุลของน้ำและแร่ธาตุของปลาที่อาศัยในน้ำทะเลและน้ำจืด

ปลาที่อาศัยในน้ำทะเล	ปลาที่อาศัยในน้ำจืด
- ในน้ำทะเลมีความเข้มข้นของไอออนเกลือและแร่ธาตุต่างๆ มากกว่าในเลือด - เกลือแร่ในน้ำทะเลจะมีการแพร่เข้าสู่ร่างกาย - ทำให้น้ำเกิดการออสโมซิสออกนอกร่างกาย	- ในน้ำจืดมีความเข้มข้นของไอออนเกลือและแร่ธาตุต่างๆ น้อยกว่าในเลือด - มีการสูญเสียเกลือแร่ออกนอกร่างกาย - ทำให้น้ำเกิดการออสโมซิสเข้าสู่ร่างกาย
การปรับตัว - ปลาน้ำเค็มจะกินน้ำตลอดเวลาพร้อมกับอาหารที่กินเข้าไป เพื่อชดเชยน้ำที่สูญเสียไป - เซลล์พิเศษ (chloride cell) บริเวณเหงือกกำจัดไอออนของเกลือออกจากร่างกาย โดยวิธีแอกทีฟทรานสปอร์ต - โกลเมอรูลัสขนาดเล็กที่ไตจึงกรองและกำจัดไอออนของเกลือ (Mg^{2+}, Ca^{2+} และ SO_4^{2-}) และของเสียจากเมแทบอลิซึมออกจากร่างกายไปพร้อมกับปัสสาวะในปริมาณน้อย ซึ่งปัสสาวะมีความเข้มข้นเท่ากับเลือด (isotonic urine)	การปรับตัว - ปลาน้ำจืดลดการกินน้ำ แต่จะกินเฉพาะอาหารเพื่อชดเชยเกลือแร่ที่สูญเสียไป - เซลล์พิเศษ (chloride cell) บริเวณเหงือกช่วยในการดูดซับไอออนเกลือเข้าสู่ร่างกาย โดยวิธีแบบแอกทีฟทรานสปอร์ต - โกลเมอรูลัสขนาดใหญ่ที่ไตสามารถกรองไอออนของเกลือ (Mg^{2+}, Ca^{2+} และ SO_4^{2-}) ได้มาก ทำให้ปัสสาวะถูกกำจัดออกจากร่างกายในปริมาณมากและเจือจางกว่าเลือด (hypotonic urine)
 Gain of water and salt ions from food and by drinking seawater. Osmotic water loss through gills and other parts of body surface. Excretion of salt ions from gills. Excretion of salt ions and small amounts of water in scanty urine from kidneys.	 Osmotic water gain through gills and other parts of body surface. Uptake of water and some ions in food. Uptake of salt ions by gills. Excretion of large amounts of water in dilute urine from kidneys.

ปลากระดูกอ่อนที่อาศัยในน้ำเค็ม เช่น ปลาฉลาม ปลากระเบน มีไกลเมอรูลัสที่ใหญ่ จึงสามารถกรองไอออนของเกลือและของเสียได้มาก ทำให้ความเข้มข้นของของเหลวต่างๆ ในเลือดมากกว่าในน้ำทะเล น้ำจึงเกิดการออสโมซิสเข้าสู่ร่างกาย ส่วนไอออนของเกลือและของเสียต่างๆ ที่สะสมอยู่ในเลือดมากเกินไปจะถูกกำจัดออกทางอูจจาระ ทำให้ความเข้มข้นไอออนของเกลือในร่างกายใกล้เคียงกับความเข้มข้นน้ำทะเล

การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในนกทะเล

ในนกทะเลจะมีต่อมขับเกลือหรือต่อมนาสสิก (nasal gland) ทำหน้าที่กำจัดเกลือที่มากเกินไปจากการกินปลาทะเลและน้ำทะเลโดยการแยกทีฟทรานสปอร์ตจากเลือดสู่ต่อมนาสสิกและไหลไปออกทางจมูก ซึ่งทิศทางการไหลของของเหลวจะสวนทางกับการไหลของของเหลวในท่อของต่อมนาสสิก ทำให้ร่างกายสามารถควบคุมสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในเลือดให้อยู่ในภาวะปกติได้



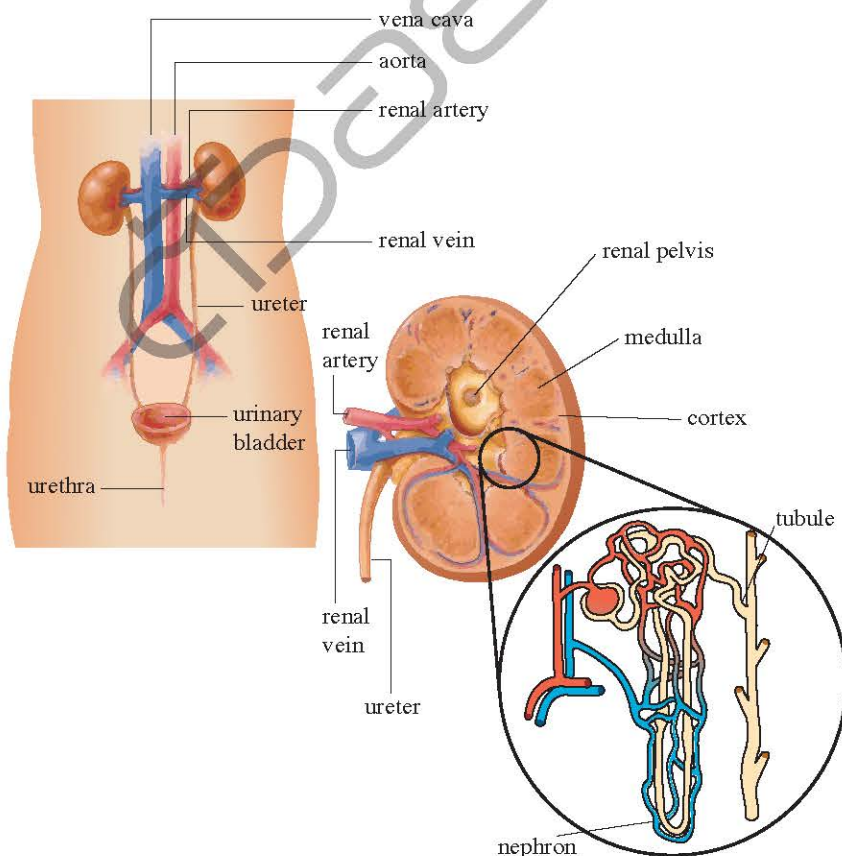
รูปแสดงการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในนกทะเล

GOAL ชีวิตาพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.4

การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในมนุษย์

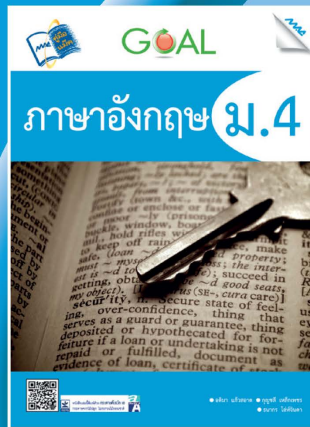
ไต (kidney) เป็นอวัยวะหนึ่งที่สำคัญมีหน้าที่ในการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย (excretion) และช่วยควบคุมปริมาณน้ำในเลือด ไตเป็นอวัยวะที่อยู่ในส่วนช่องท้องมีหน้าที่กำจัดของเสียออกจากร่างกาย ในรูปปัสสาวะแล้วส่งไปยังกระเพาะปัสสาวะเพื่อรอการขับออกนอกร่างกาย ไตแต่ละข้างมีหลอดเลือดทั้งรีนัลอาร์เตอรีและเวน ซึ่งรีนัลอาร์เตอรีทำหน้าที่นำส่งเลือดที่ประกอบด้วยของเสียจากร่างกาย น้ำ และสารต่าง ๆ ในเลือด เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กลูโคส ยูเรีย และไอออนของเกลือ ภายในไตประกอบด้วยหน่วยไต (nephron) จำนวนมาก หน่วยไตมีองค์ประกอบของการทำงานดังนี้

- **โบว์แมนแคปซูล (Bowman's capsule)** เป็นกระเปาะล้อมรอบโกลเมอรูลัส (glomerulus) ซึ่งเป็นกลุ่มของหลอดเลือดฝอยที่พาสารต่าง ๆ เข้ามากรอง ซึ่งสารที่กรองได้จะไหลเข้าสู่ท่อหน่วยไต
- **ท่อหน่วยไต** เป็นบริเวณที่มีการดูดกลับสารอาหารและน้ำเข้าสู่หลอดเลือดรีนัลเวน ซึ่งทำหน้าที่ในการนำส่งสารที่จำเป็นต่อร่างกายและน้ำเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดเพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ต่อไป
- กระบวนการดูดกลับน้ำบริเวณท่อหน่วยไตอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนแอนติไดยูเรติก (ADH : antidiuretic hormone) จากต่อมใต้สมองส่วนท้าย



รูปแสดงโครงสร้างของไต

แนะนำหนังสือดี



GOAL ชีววิทยาพื้นฐาน
และเพิ่มเติม ม.4



1912601100

MAC EDUCATION

www.MACeducation.com



9 786162 745201

ราคา 195 บาท