

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

ผศ. ดร.เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์ วท.บ., วท.ม., M.Sc., Ph.D.

ชนิกานต์ นุ่มมีชัย กศ.บ., กศ.ม.

นริสรา ศรีเคลือบ วท.บ., วท.ม.

วาริ โตพันธ์ วท.บ.

พรจิรา ประสิทธิ์สัตย์ ค.บ.

ผู้ตรวจ

ดร.สมพิศ เพือกสอดาด กศ.บ., กศ.ม., ศษ.ด.

ศศิพินท์ นรเศรษฐ์พันธุ์ วท.บ., กศ.ม.

พรนภา ขาวประเสริฐ วท.บ.

บรรณาธิการ

อนวัชร นามเชื้อ วท.บ.

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย บริษัท สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด

วัฒนาพานิช  สารานุกรม

216-220 ถนนบำรุงเมือง แขวงสาราณราษฎ์ เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200

โทร. 02 222 9394 • 02 222 5371-2 FAX 02 225 6556 • 02 225 6557

email: info@wpp.co.th

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1

ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551



สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามละเมิด ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่
ส่วนหนึ่งส่วนใด เว้นแต่จะได้รับอนุญาต

ผู้เรียบเรียง

ผศ. ดร.เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์
วาริ โตพันธ์

ชนิกานต์ นุ่มมีชัย
พรจิรา ประสิทธิ์สัตย์

นริสรา ศรีเคลือบ

ผู้ตรวจ

ดร.สมพิศ เพือกอสอาด

ศศิพินท์ นรเศรษฐพันธ์

พรนภา ขาวประเสริฐ

บรรณาธิการ

อนุวัชร นามเชื้อ

ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2563

พิมพ์ครั้งที่ 2

จำนวน 20,000 เล่ม

ISBN 978-974-18-7425-5

พิมพ์ที่ บริษัท โรงพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด นายเจียงชัย จงพิพัฒน์สุข กรรมการผู้จัดการ

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 นี้ จัดทำขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเป้าหมายให้นักเรียนและครูใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่หลักสูตรกำหนด พัฒนานักเรียนให้มีสมรรถนะตามที่ต้องการทั้งด้านการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี ตลอดจนพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมไทยและสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

ในการจัดทำหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเล่มนี้ คณะผู้จัดทำซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชา และการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ได้ศึกษาหลักสูตรอย่างลึกซึ้ง ทั้งด้านวิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของนักเรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง แนวทางการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งเอกสารหลักสูตรอื่น ๆ แล้วจึงออกแบบหน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย คำถามสำคัญ ตัวชี้วัดช่วงชั้น ศัพท์ที่ควรรู้ นวัตกรรม ค้นหาคำตอบ ผูกเพิ่มพูนทักษะ (กิจกรรม สะเต็มศึกษา) แหล่งสืบค้นความรู้ ทบทวนความเข้าใจ ผังมโนทัศน์ สาระสำคัญประจำหน่วย และกิจกรรมประจำหน่วย และท้ายเล่มยังมีบรรณานุกรมและอภิธานศัพท์ ซึ่งองค์ประกอบของหนังสือเรียนเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างครบถ้วนตามหลักสูตร

การเสนอเนื้อหา กิจกรรม และองค์ประกอบอื่น ๆ ในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเล่มนี้ มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงศักยภาพของนักเรียน เน้นการเรียนรู้แบบองค์รวมบนพื้นฐานของการบูรณาการแนวคิดทางการเรียนรู้อย่างหลากหลาย จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มุ่งพัฒนาการคิด และพัฒนาการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพัฒนาการทางสมองของนักเรียน อันจะช่วยให้แก่นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 นี้ จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนตามหลักสูตรได้เป็นอย่างดี

คณะผู้จัดทำ

คำชี้แจง

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ได้ออกแบบหน่วยการเรียนรู้ให้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

องค์ประกอบที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้

Unเรียนนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ

เป้าหมายของการพัฒนานักเรียนแต่ละช่วงชั้น ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

ฝึกทักษะทักษะ

คำถามให้นักเรียนได้เรียนรู้ หรือ กิจกรรมเพิ่มเติม ศึกษาให้นักเรียนฝึกปฏิบัติเพื่อสร้างเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21

ศัพท์ที่ควรรู้

คำศัพท์วิทยาศาสตร์ที่ควรจดจำ ซึ่งเป็นคำหลักในสาระที่เรียนรู้ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนของนักเรียน

แหล่งสืบค้นความรู้

แหล่งเรียนรู้ที่ประกอบด้วยเว็บไซต์ หนังสือ สถานที่ บุคคล ที่นักเรียนสามารถค้นคว้าเนื้อหาที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียนรู้



ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดรวบยอดและสาระที่นักเรียนเรียนรู้ในบทเรียน

บททวนความเข้าใจ

คำถามหลักท้ายหัวเรื่องหลัก เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจในสาระที่นักเรียนได้เรียนรู้

กิจกรรม

ภาระงานที่นักเรียนฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนของนักเรียน

ผังโน้ตคอนเซ็ปต์ (Concept Map)

บทสรุปความคิดหลักของแต่ละตอน/หน่วยการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนและช่วยในการจดจำสิ่งที่เรียนรู้



ค้นหาคำตอบ

คำถามหลักท้ายกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้เพื่อช่วยสร้างเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



สาระสำคัญประจำหน่วย

สรุปแนวคิด หลักการ และความคิดรวบยอดของสาระที่นำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนของนักเรียนในแต่ละตอนที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด



กิจกรรมประจำหน่วย

กิจกรรมสรุปความรู้ หลักการ ความคิดรวบยอด คำศัพท์ที่ได้เรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สัญลักษณ์กระบวนการเรียนรู้

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ที่กิจกรรมนั้นมีจุดมุ่งหมายและจุดเน้นที่แตกต่างกันตามลักษณะของกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของกลุ่มสาระการเรียนรู้และจุดเน้นของหลักสูตร ดังนั้นสัญลักษณ์จึงเป็นแนวทางที่เอื้อประโยชน์ต่อนักเรียนที่จะศึกษาหาความรู้ตามรายละเอียดของกิจกรรมในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ซึ่งได้กำหนดสัญลักษณ์ไว้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

สัญลักษณ์หลักของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



การสังเกต



การสำรวจ



การทดลอง



การสืบค้นข้อมูล

การสังเกต เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามความคิดรวบยอดของแต่ละหัวเรื่อง แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การจำแนก การลงสรุป ข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

การสำรวจ เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนสำรวจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามความคิดรวบยอดของแต่ละหัวเรื่อง แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

การทดลอง เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่เรียนรู้ โดยการออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง และสรุปผลการทดลอง แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การพยากรณ์ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

การสืบค้นข้อมูล เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การลงสรุปข้อมูล เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

สัญลักษณ์เสริมของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



การพัฒนากระบวนการคิด



การปฏิบัติจริง/ฝึกทักษะ



การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน



โครงงาน



การทำประโยชน์ให้สังคม



ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์



การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากระบวนการคิด เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดเพื่อเพิ่มพูนทักษะการคิดของตนเอง

การปฏิบัติจริง/ฝึกทักษะ เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดและเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนต้องนำหลักการ แนวคิดของมโนทัศน์ในหัวเรื่องที่เรียนรู้มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงของชีวิตประจำวัน

โครงงาน เป็นกิจกรรมโครงงานคัดสรรที่นำหลักการ แนวคิดของมโนทัศน์ในหัวเรื่องที่เรียนรู้มาใช้แก้ปัญหา

การทำประโยชน์ให้สังคม เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปปฏิบัติเพื่อให้ตระหนักในการทำประโยชน์ให้สังคม

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์สร้างภาระงานเพื่อเพิ่มพูนทักษะการคิดของตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้แยกแยะ หาความสัมพันธ์หรือความเป็นเหตุเป็นผลของข้อมูลจากปรากฏการณ์ที่สนใจ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

สารบัญ

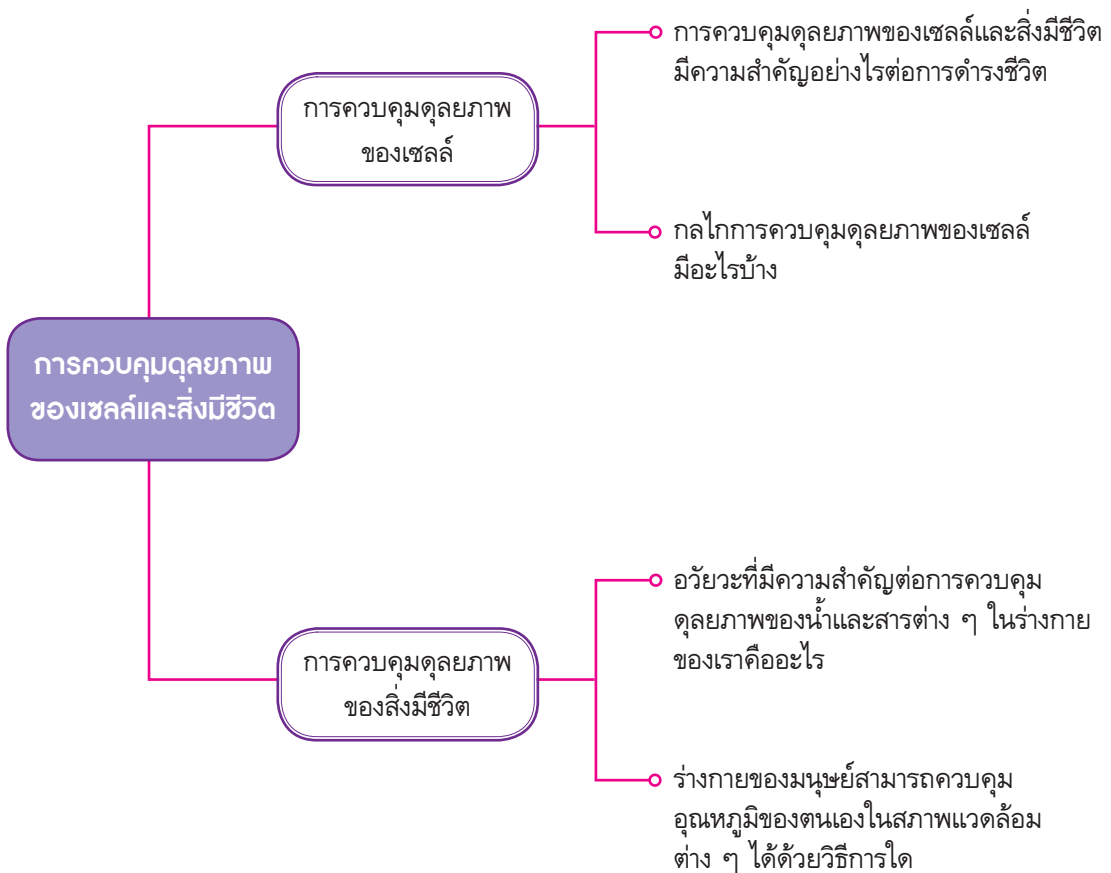
คำนำ	ค
คำชี้แจง	ง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การควบคุมคุณภาพของเซลล์และสิ่งมีชีวิต	1
ตอนที่ 1 การควบคุมคุณภาพของเซลล์	2
โครงสร้างของเซลล์	2
การลำเลียงของสารผ่านเซลล์	4
การแพร่	4
การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต	11
การลำเลียงแบบใช้พลังงาน	11
การลำเลียงสารขนาดใหญ่	12
กลไกการควบคุมคุณภาพของเซลล์	14
ผังมโนทัศน์	17
ตอนที่ 2 การควบคุมคุณภาพของสิ่งมีชีวิต	18
การควบคุมคุณภาพของน้ำและสารต่าง ๆ ในร่างกาย	18
การควบคุมคุณภาพของกรด-เบสในร่างกาย	24
การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย	25
ผังมโนทัศน์	29
สาระสำคัญประจำหน่วย	30
กิจกรรมประจำหน่วย	31
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	37
ภูมิคุ้มกันของร่างกาย	38
กลไกในการป้องกันและกำจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย	38
กลไกการป้องกันและกำจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมแบบไม่จำเพาะ	39
กลไกการป้องกันและกำจัดเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมแบบจำเพาะ	43
ความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน	49
โรคภูมิแพ้	49

โรคลูปัส	52
ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง	53
ผังมโนทัศน์	59
สาระสำคัญประจำหน่วย	60
กิจกรรมประจำหน่วย	61
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พืชรอบตัว	67
พืชรอบตัว	68
การสร้างอาหารของพืช	68
กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	69
การใช้ประโยชน์จากสารที่พืชสร้างขึ้น	73
ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	90
ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	91
ปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	95
การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	100
การเคลื่อนไหวที่มีทิศทางสัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า	101
การเคลื่อนไหวที่มีทิศทางไม่สัมพันธ์กับทิศทางของสิ่งเร้า	104
ผังมโนทัศน์	108
สาระสำคัญประจำหน่วย	109
กิจกรรมประจำหน่วย	110
 บรรณานุกรม	115
ภาคผนวก	116
อภิธานศัพท์	119



การควบคุมคุณภาพ ของเซลล์และสิ่งมีชีวิต



การควบคุมคุณภาพของเซลล์

ตอนที่

1

นักเรียนนี้จะได้อะไรเกี่ยวกับ

โครงสร้างและสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่สัมพันธ์กับการลำเลียงสาร และเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบต่าง ๆ

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์จะประกอบไปด้วยหน่วยที่เล็กที่สุดที่เรียกว่า **เซลล์ (cell)** เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีขนาดเล็กมาก มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า

การศึกษาส่วนประกอบของเซลล์จึงจำเป็นต้องขยายขนาดของเซลล์ให้เห็นชัดเจนขึ้นโดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า **กล้องจุลทรรศน์**

จากการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ทำให้ทราบว่า ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยส่วนประกอบที่มีรูปร่างและโครงสร้างต่าง ๆ กันรวมเรียกว่า **ออร์แกเนลล์ (organelle)** แต่ละออร์แกเนลล์จะทำหน้าที่แตกต่างกัน เมื่อมีการเคลื่อนที่ของสารผ่านเข้าหรือออกจากเซลล์จะทำให้เซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นเซลล์จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมการทำงานของออร์แกเนลล์ต่าง ๆ เพื่อรักษาสสมดุลภายในเซลล์ให้เป็นไปอย่างเหมาะสม เพื่อให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างเป็นปกติ



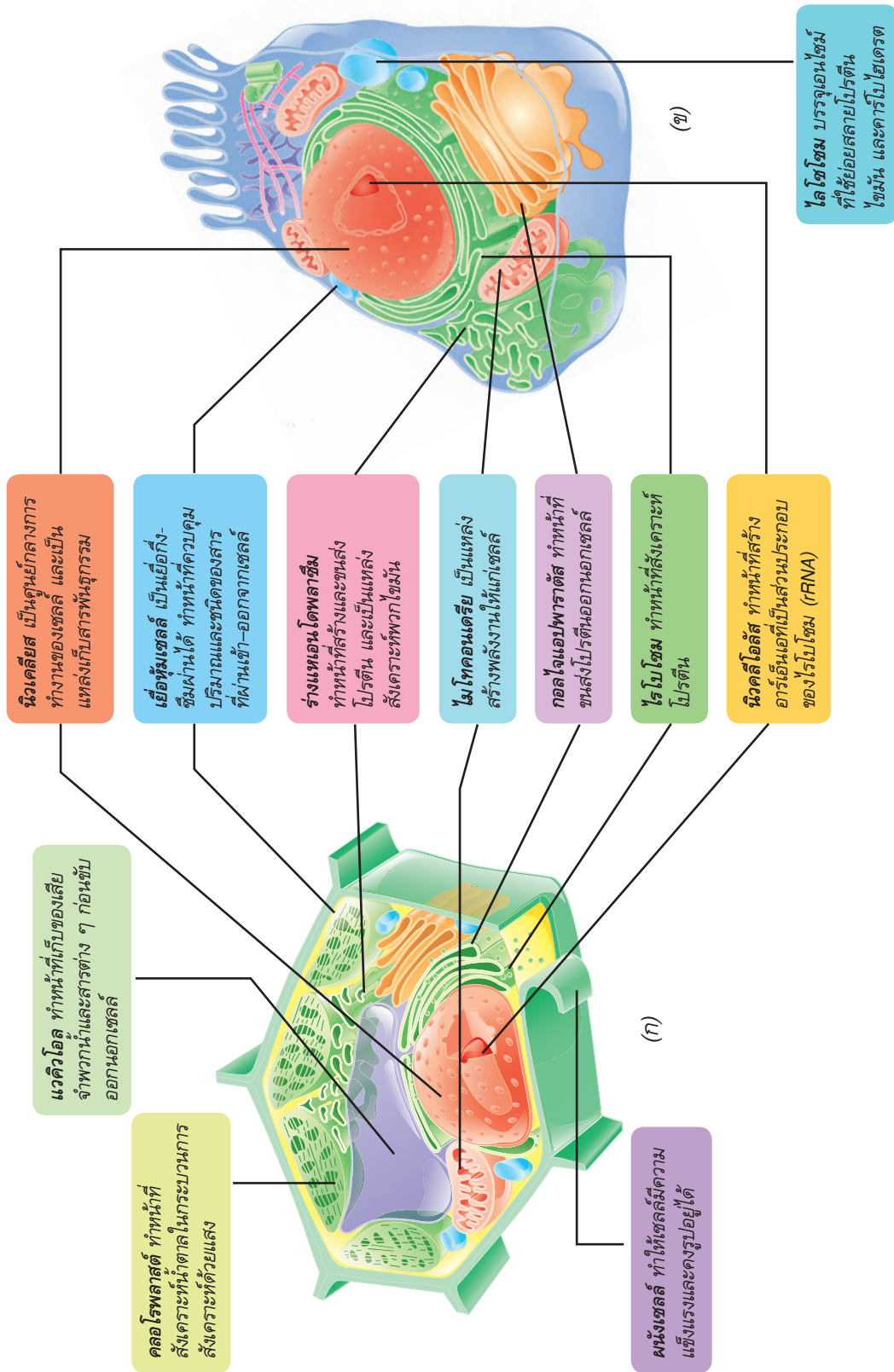
โครงสร้างของเซลล์

จากการศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบภายในเซลล์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์ได้สรุปเกี่ยวกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตไว้ว่า เซลล์ของสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นเซลล์พืชหรือเซลล์สัตว์ จะมีโครงสร้างพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน ประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ ๆ 3 ส่วน ดังนี้

1. **เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane)** เป็นเยื่อบาง ๆ มีชั้นไขมันและโปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ในเซลล์พืชพบผนังเซลล์ (**cell wall**) อยู่นอกสุด ประกอบด้วยสารจำพวกเซลลูโลส ทำให้เซลล์พืชคงรูปอยู่ได้

2. **นิวเคลียส (nucleus)** มีลักษณะค่อนข้างกลม ที่ผิวมีรูเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป เพื่อให้สารต่าง ๆ ผ่านเข้า-ออกระหว่างภายในและภายนอกนิวเคลียส ในนิวเคลียสมีนิวคลีโอลัส ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสร้างอาร์เอ็นเอที่เป็นส่วนประกอบของไรโบโซม (rRNA)

3. **ไซโทพลาซึม (cytoplasm)** เป็นของเหลวภายในเซลล์ ประกอบด้วยออร์แกเนลล์ต่าง ๆ เช่น ไรโบโซม (ribosome) ร่างแหเอนโดพลาซึม (endoplasmic reticulum) กอลจิแอปพาราตัส (golgi apparatus) คลอโรพลาสต์ (chloroplast) (พบเฉพาะในเซลล์พืช) ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) ไลโซโซม (lysosome) (พบเฉพาะในเซลล์สัตว์) และแวคิวโอล (vacuole) โดยแต่ละออร์แกเนลล์มีรูปร่างลักษณะและหน้าที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 1.1



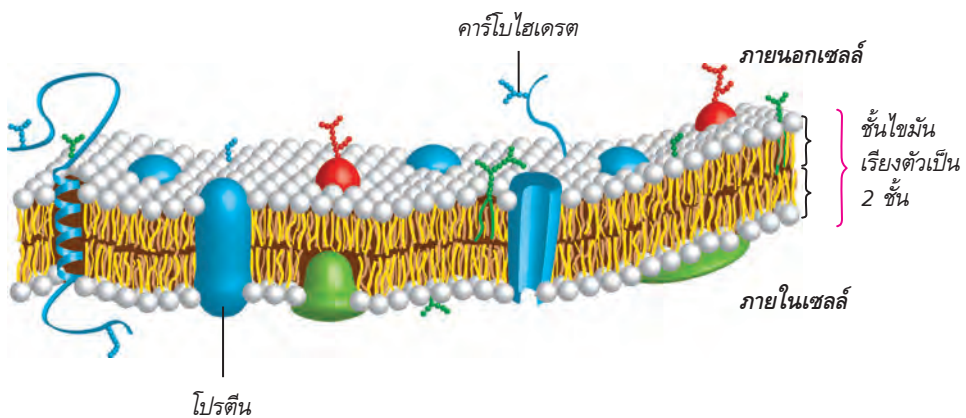
รูปที่ 1.1 โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์พืช (ก) และเซลล์สัตว์ (ข)



จากการศึกษาลักษณะของเยื่อหุ้มเซลล์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและเปรียบเทียบส่วนประกอบและหน้าที่ของเซลล์ทำให้ทราบว่า เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์เรียกว่า **เยื่อหุ้มเซลล์** เป็นเยื่อที่มีลักษณะบางมาก ประกอบด้วยสารจำพวกไขมันเรียงตัวกันเป็น 2 ชั้น และมีโปรตีนแทรกอยู่ในชั้นของไขมัน เยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่ห่อหุ้มส่วนประกอบของเซลล์ รับสารจากสภาวะแวดล้อมภายนอกเข้าสู่เซลล์ และกำจัดสารหรือของเสียภายในเซลล์ออกนอกเซลล์โดยผ่านช่องว่างหรือรูเล็ก ๆ ซึ่งมีอยู่มากมาย เยื่อหุ้มเซลล์จึงมีสมบัติเป็น **เยื่อกึ่งซึมผ่านได้ (semipermeable membrane)** ซึ่งคุณสมบัตินี้ช่วยให้เซลล์สามารถเลือกนำเข้าสู่สารอาหารและนำสารพิษออกนอกเซลล์ได้อย่างจำเพาะ

ศัพท์ที่ควรรู้

เยื่อกึ่งซึมผ่านได้



รูปที่ 1.2 โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์

จากคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ที่กล่าวมานี้ นักเรียนคิดว่าสารต่าง ๆ จากภายในและภายนอกเซลล์ออกและเข้าจากเซลล์โดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยวิธีใด

การลำเลียงของสารผ่านเซลล์

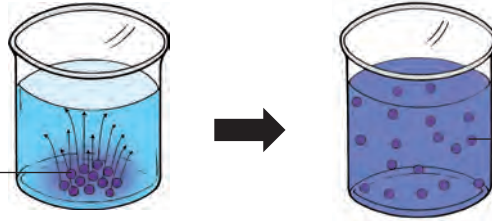
สารต่าง ๆ ภายนอกเซลล์เข้าสู่เซลล์และสารภายในเซลล์จะออกสู่ภายนอกเซลล์ได้ต้องเคลื่อนที่ผ่านส่วนประกอบที่อยู่รอบนอกของเซลล์ คือ เยื่อหุ้มเซลล์ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สารต่าง ๆ มีการลำเลียงผ่านเซลล์โดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ด้วยวิธีใด

การแพร่

ถ้าเรานำเกล็ดต่างทึบทึม (โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต) ใส่ลงในน้ำ เราจะสังเกตเห็นว่าต่างทึบทึมละลายน้ำ ทำให้บริเวณรอบ ๆ มีสีม่วงเข้มและต่อมาสีม่วงกระจายไปโดยรอบ จากนั้นสีม่วงของน้ำที่ก้นภาชนะค่อย ๆ จางลง และน้ำบริเวณด้านบนค่อย ๆ มีสีเข้มขึ้นจนสม่ำเสมอทั้งภาชนะ ดังรูปที่ 1.3



อนุภาคของด่างทับทิมใน
บริเวณที่มีความเข้มข้นมาก
เริ่มเกิดการแพร่ไปยังบริเวณ
ที่มีความเข้มข้นน้อย



อนุภาคของด่างทับทิม
แพร่จนสม่ำเสมอ
ทั้งภาชนะ

รูปที่ 1.3 การแพร่ของด่างทับทิม

จากปรากฏการณ์ดังกล่าวอธิบายได้ว่า อนุภาคของด่างทับทิมได้แพร่กระจายไปปะปนกับอนุภาคของน้ำ โดยแพร่ไปทุกทิศทุกทางและเคลื่อนที่ตลอดเวลาจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูงไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำ ดังรูปที่ 1.3 เรียกปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ว่า **การแพร่ (diffusion)** ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อย โดยอาศัยพลังงานจลน์ของสาร โดยการแพร่เกิดขึ้นไปจนกระทั่งความเข้มข้นของสารเท่ากันทั่วภาชนะ เรียกภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า **ภาวะสมดุลของการแพร่** โดยสารที่แพร่เป็นได้ทั้งของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส

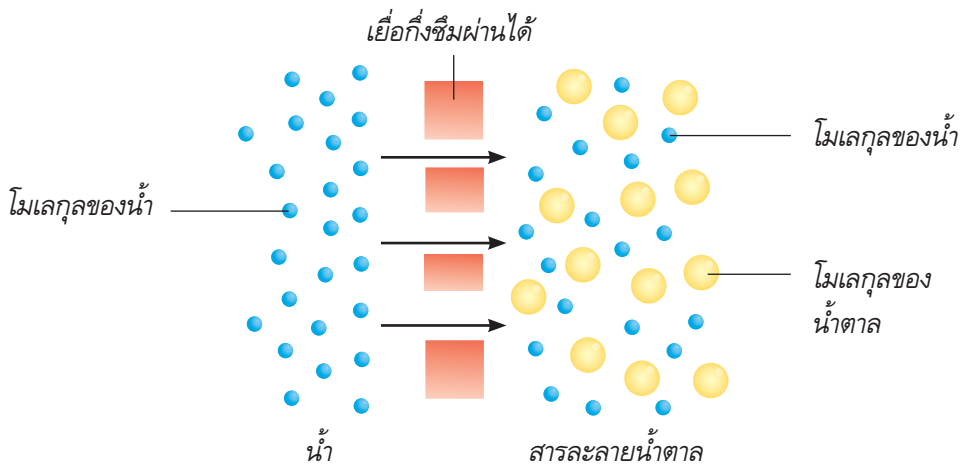
การลำเลียงของสารผ่านเซลล์โดยการแพร่ เช่น การลำเลียงแก๊สออกซิเจนจากถุงลมเข้าสู่หลอดเลือดฝอย หรือการลำเลียงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่ถุงลม

ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีการแพร่ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยมีน้ำเป็นองค์ประกอบ เช่น การดูดซับของน้ำในดินไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืช รากพืชเมื่อดูดซับน้ำในดินจะเกิดการแพร่ของน้ำเข้าสู่เซลล์ โดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เรียกกระบวนการแพร่ของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์นี้ว่า **ออสโมซิส (osmosis)**

ศัพท์ที่ควรรู้

การแพร่
ออสโมซิส

ออสโมซิส คือ ปรากฏการณ์การแพร่ของโมเลกุลของน้ำจากบริเวณที่มีน้ำมากกว่าไปยังบริเวณที่มีน้ำน้อยกว่าโดยผ่านเยื่อบาง ๆ ที่เรียกว่า **เยือกึ่งซึมผ่านได้ (semipermeable membrane)** ที่มีคุณสมบัติยอมให้น้ำผ่านได้ แต่ไม่ยอมให้โมเลกุลของสารอื่นผ่าน ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 การแพร่ของโมเลกุลของน้ำผ่านเยือกึ่งซึมผ่านได้



ถ้าเราเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุในดินไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืชจะทำให้เราทราบว่า รากพืชเมื่อดูดซึมน้ำและแร่ธาตุในดินจะเกิดการแพร่ของน้ำแบบออสโมซิสผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นเยื่อกึ่งซึมผ่านได้ (semipermeable membrane) โดยกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นที่บริเวณเซลล์ขนรากของพืช

การที่น้ำแพร่เข้าสู่เซลล์ได้นั้น ต้องอาศัยความดันของน้ำเพื่อทำให้น้ำจากสารละลายภายนอกเซลล์เคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์ได้ ความดันของน้ำจากสารละลายภายนอกเซลล์ที่แพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่ภายในเซลล์นี้เรียกว่า **ความดันออสโมซิส (osmotic pressure)** เมื่อน้ำแพร่เข้าสู่เซลล์ในปริมาณมาก ๆ ทำให้เกิดความดันขึ้นอีกชนิดหนึ่งภายในเซลล์ ความดันนี้ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดการเต่ง เรียกว่าความดันที่เกิดขึ้นนี้ว่า **ความดันเต่ง (turgor pressure)** ถ้าน้ำที่แพร่เข้าไปในเซลล์มีปริมาณมาก ความดันเต่งจะมีค่าสูงขึ้น และเมื่อถึงระยะหนึ่งระดับน้ำภายในเซลล์ที่สูงขึ้นจะคงที่จนเกิดภาวะสมดุลของการแพร่ โดยปริมาณน้ำจากภายนอกเซลล์ที่แพร่เข้าสู่ภายในเซลล์มีค่าเท่ากับปริมาณน้ำภายในเซลล์ที่แพร่ออกสู่ภายนอก นั่นคือ **ค่าความดันเต่งสูงสุดเท่ากับค่าความดันออสโมซิส**

ในกระบวนการแพร่และออสโมซิสในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องมีน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น การดูดซึมน้ำในดินของพืช ซึ่งน้ำในดินเป็นน้ำจากสภาวะแวดล้อมภายนอกเซลล์แพร่เข้าสู่ภายในเซลล์ทำให้เกิดกิจกรรมต่าง ๆ ภายในเซลล์ดำเนินต่อไปได้ แต่ถ้าน้ำหรือสภาพแวดล้อมรอบ ๆ เซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง นักเรียนคิดว่าจะส่งผลต่อเซลล์ในลักษณะใด นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้

ถ้าน้ำหรือสภาพแวดล้อมภายนอกเกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น เซลล์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ลักษณะใด

กิจกรรมที่ 1



ทดลอง

การลำเลียงของสารผ่านเซลล์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลองการเกิดออสโมซิสในเซลล์พืชได้
2. อธิบายลักษณะของเซลล์เพื่อควบคุมคุณภาพของเซลล์เมื่ออยู่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

ทักษะเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การสังเกต
2. การทดลอง
3. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ขั้นตอนการทดลอง

ปัญหา ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเซลล์หรือไม่

กำหนดสมมติฐาน ความเข้มข้นของสารน่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเซลล์

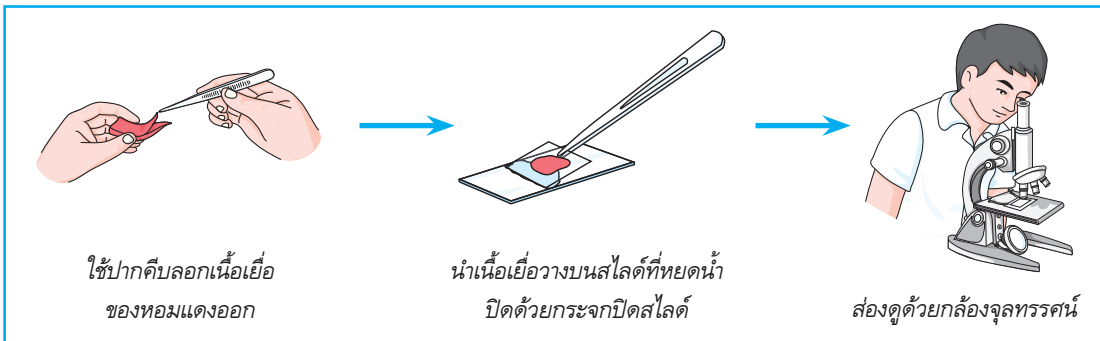


ทดสอบสมมติฐาน

1. นำหอมแดงมาปอกโดยลอกเนื้อเยื่อหอมแดงด้านนอกออกให้หมด
2. ใช้ใบมีดโกนผ่าครึ่งตามยาว จากนั้นลอกเนื้อเยื่อด้านในของหอมแดงกลีบใดกลีบหนึ่งออกโดยการใช้นิ้วปอก
3. นำเนื้อเยื่อที่ได้มาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 5×5 มิลลิเมตร วางบนสไลด์ที่หยดน้ำกลั่น

ส่วนที่ 1

4. ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยวางกระจกปิดสไลด์ทำมุม 45 องศา กับแผ่นสไลด์ แล้วค่อย ๆ ปล่อยกระจกปิดสไลด์ลงชิดเนื้อเยื่อเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำและกำลังขยายสูงตามลำดับ สังเกตและบันทึกลักษณะของเซลล์ที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์

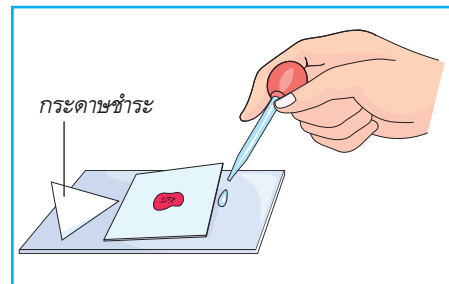


รูปที่ 1.5 ขั้นตอนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์และการเกิดออสโมซิส

ส่วนที่ 2

5. นำสไลด์จากข้อ 4 มาซับน้ำออก แล้วจึงหยดสารละลายกลูโคสเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (โดยมวลต่อปริมาตร) ลงที่ขอบด้านใดด้านหนึ่งของกระจกปิดสไลด์จากข้อ 4 ใช้กระดาษชำระแตะที่ขอบกระจกปิดสไลด์ด้านตรงข้ามเพื่อซับของเหลวที่ไหลออกมา ดังรูปที่ 1.6

6. ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สังเกตและบันทึกลักษณะเซลล์ที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 1.6 การหยดสารละลายกลูโคสเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ลงที่ขอบกระจกปิดสไลด์

ส่วนที่ 3

7. หยดน้ำลงที่ขอบด้านใดด้านหนึ่งของกระจกปิดสไลด์ ใช้กระดาษชำระค่อย ๆ แตะที่ขอบกระจกปิดสไลด์ด้านตรงข้ามเพื่อซับสารละลายกลูโคสออก

8. ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ สังเกตและบันทึกลักษณะเซลล์ที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์
หมายเหตุ สารละลายกลูโคสเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เตรียมได้โดยชั่งกลูโคส 10 กรัม เติมน้ำกลั่นจนครบ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้กลูโคสละลายจนหมด



บันทึกผลการทดลอง

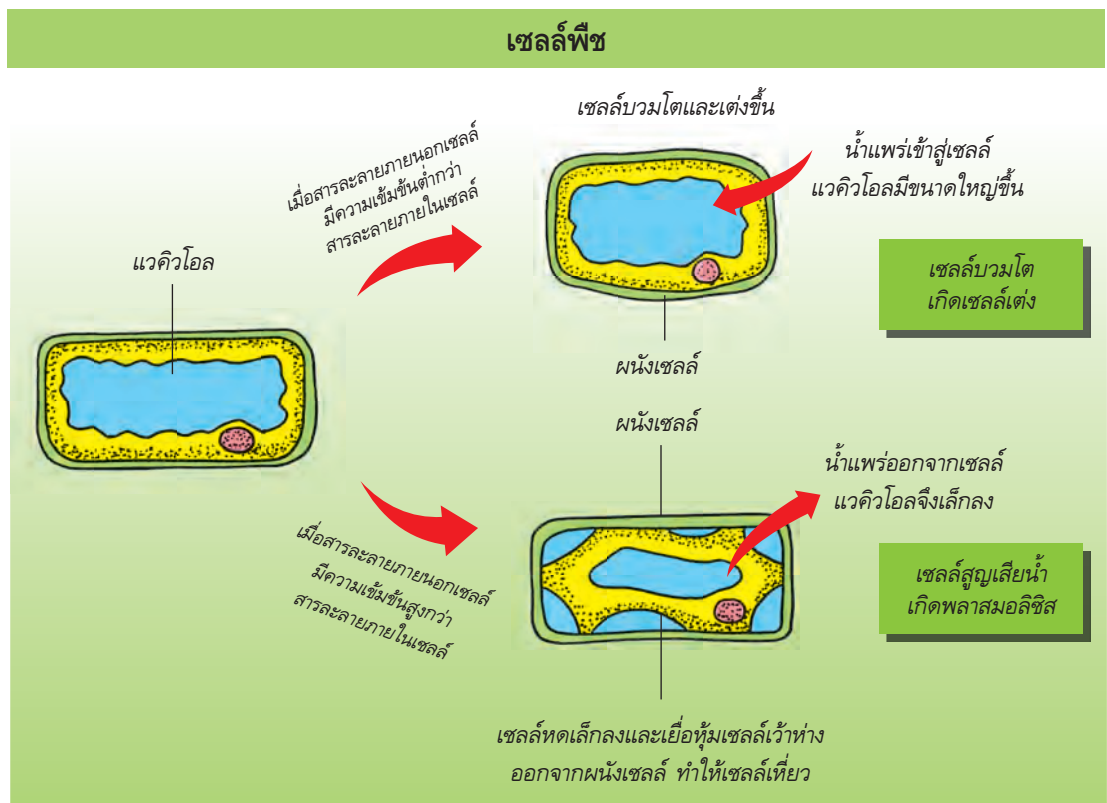
ขั้นตอนการปฏิบัติ	ลักษณะของเซลล์ที่ปรากฏ
หยดน้ำลงบนเซลล์	
หยดสารละลายกลูโคสเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์	ควรบันทึกผลการทดลองในสมุด
หยดน้ำที่ขอบกระจกสไลด์	



ค้นหาคำตอบ

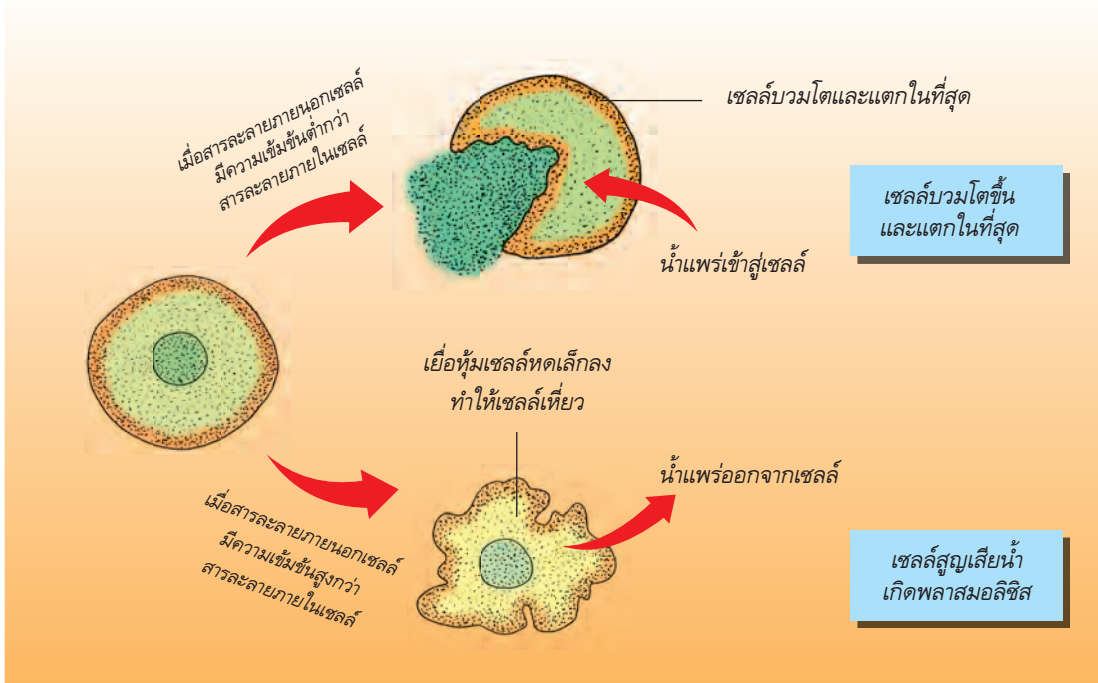
1. เซลล์หอมแดงก่อนหยดและหลังหยดสารละลายกลูโคสแตกต่างกันหรือไม่ เพราะอะไร
2. ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส เซลล์หอมแดงจะมีลักษณะใด
3. ผลสรุปของการปฏิบัติกิจกรรมคืออะไร

นักเรียนได้เรียนรู้แล้วว่า เมื่อสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกเซลล์แตกต่างกัน เซลล์จะทำการลำเลียงสารเพื่อให้เกิดความสมดุล ซึ่งสังเกตได้จากการปฏิบัติกิจกรรมว่า เซลล์เกิดการออสโมซิสเพื่อให้สารภายในและภายนอกมีภาวะสมดุลกัน จึงทำให้ลักษณะของเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง การเกิดออสโมซิสภายในเซลล์ทำให้เซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังรูปที่ 1.7 และ 1.8



รูปที่ 1.7 การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมรอบ ๆ เซลล์มีผลต่อการเกิดออสโมซิสในเซลล์พืช

เซลล์สัตว์



รูปที่ 1.8 การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมรอบ ๆ เซลล์มีผลต่อการเกิดออสโมซิสในเซลล์สัตว์

จากรูปที่ 1.7 และ 1.8 จะเห็นว่า ความเข้มข้นของสารละลายรอบ ๆ เซลล์ทำให้เซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะต่าง ๆ กัน เราสามารถสรุปชนิดของสารละลายที่อยู่ภายนอกเซลล์ได้ดังนี้

1. สารละลายไฮโปโทนิก (hypotonic solution) เป็นสารละลายภายนอกเซลล์ที่มีความเข้มข้นต่ำหรือเจือจางกว่าสารละลายภายในเซลล์ ทำให้น้ำแพร่เข้าสู่เซลล์ เซลล์จะบวมโตและแต่งขึ้น

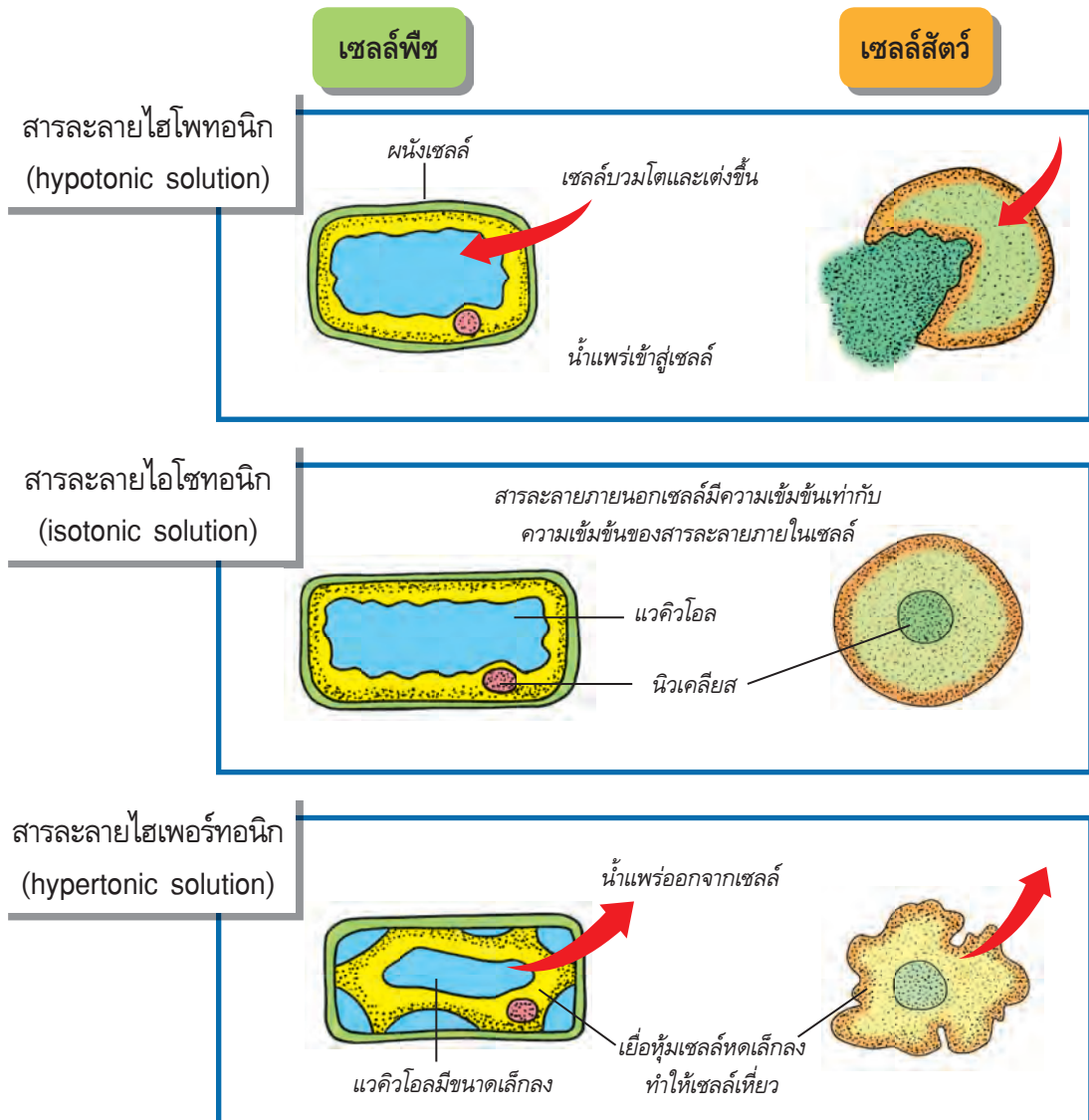
2. สารละลายไฮเพอร์โทนิก (hypertonic solution) เป็นสารละลายภายนอกเซลล์ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าสารละลายภายในเซลล์ ทำให้น้ำแพร่ออกจากเซลล์ การสูญเสียน้ำทำให้เซลล์เหี่ยว เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า พลาสโมลิซิส (plasmolysis)

3. สารละลายไอโซโทนิก (isotonic solution) เป็นสารละลายภายนอกเซลล์ที่มีความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ แม้ว่าจะมีการแพร่ของน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ตลอดเวลาก็ไม่เกิดอันตรายต่อเซลล์



ซึ่งสามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมรอบ ๆ เซลล์ที่มีผลต่อการเกิดออสโมซิสในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมรอบ ๆ เซลล์ที่มีผลต่อการเกิดออสโมซิสในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์



จากความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพเซลล์ เราสามารถนำความรู้มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การให้น้ำเกลือแก่ผู้ป่วย ซึ่งน้ำเกลือเป็นสารละลายไอโซทอนิกที่ไม่ทำให้เซลล์เสียสมดุลของน้ำหรือเกิดการเปลี่ยนแปลง หรือการนำผักผลไม้ที่เหี่ยวไปแช่น้ำ ซึ่งเป็นสารละลายไฮโพทอนิกเพื่อให้ น้ำแพร่เข้าสู่เซลล์ ทำให้ผักผลไม้มีความสดดังเดิม

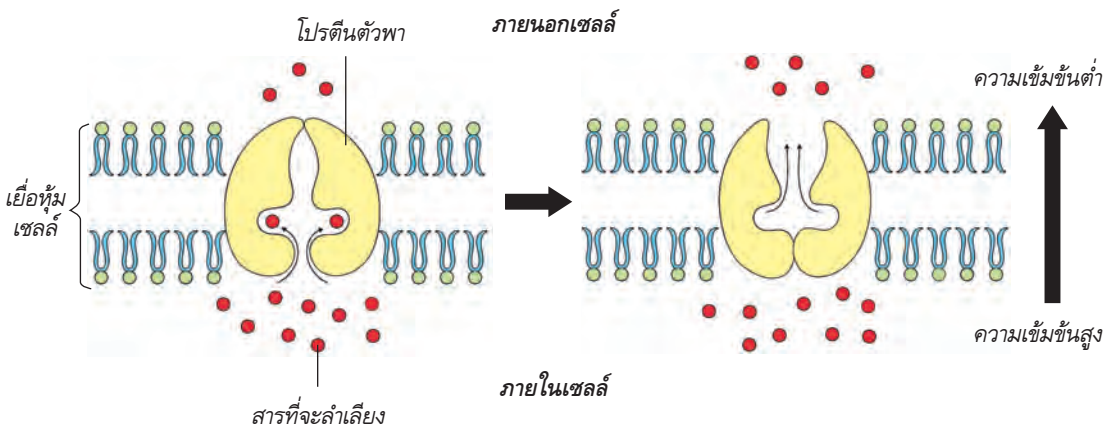


กระบวนการออสโมซิสมีความสำคัญต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะมีกลไกในการควบคุมการรับสารจากภายนอกเซลล์ เช่น น้ำ แร่ธาตุ และอาหาร เข้าสู่เซลล์ และในขณะเดียวกันเซลล์ก็กำจัดสารพิษหรือของเสียออกสู่ภายนอกด้วย เพื่อให้เกิดความสมดุลทั้งภายในและภายนอกเซลล์ จึงทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงอยู่ได้

ในการลำเลียงของสารผ่านเซลล์นอกจากจะมีการลำเลียงน้ำที่เป็นตัวทำละลายแล้ว ยังมีการลำเลียงสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ที่เป็นตัวถูกละลาย เช่น กลูโคสและกรดแอมิโน ซึ่งสารดังกล่าวมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์จึงต้องใช้วิธีการต่าง ๆ ในการลำเลียงสาร ดังต่อไปนี้

○ การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต

สารบางชนิด เช่น กลูโคสและกรดแอมิโน ลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยอาศัยการลำเลียงที่เรียกว่า การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต (**facilitated transport**) การลำเลียงแบบนี้ต้องอาศัยโปรตีนตัวพา (carrier protein) ที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งทำหน้าที่จับกับโมเลกุลของสารที่จะลำเลียงและเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยไม่ต้องอาศัยพลังงาน ซึ่งทิศทางการลำเลียงจะมีลักษณะเดียวกับการแพร่ธรรมดา คือ จากบริเวณที่มีสารละลายความเข้มข้นสูงไปสู่บริเวณที่มีสารละลายความเข้มข้นต่ำ แต่มีอัตราการแพร่ของสารเร็วกว่าการแพร่ธรรมดา ดังรูปที่ 1.9 ตัวอย่างเช่น การลำเลียงสารที่เซลล์ตับและเซลล์บุผิวลำไส้เล็ก



รูปที่ 1.9 การลำเลียงแบบฟาซิลิเทต

○ การลำเลียงแบบใช้พลังงาน

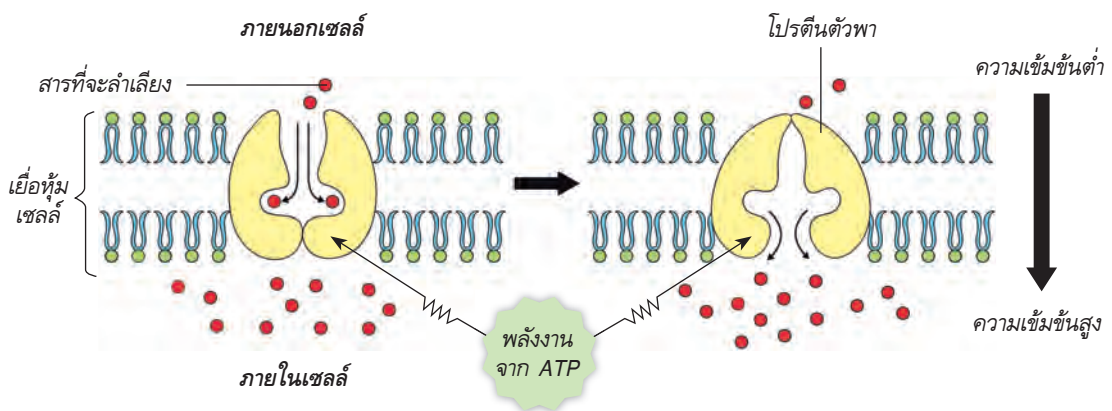
เราทราบแล้วว่าการลำเลียงสารโดยการแพร่เข้าสู่เซลล์ สารแต่ละชนิดจะถูกลำเลียงจากบริเวณที่มีสารละลายความเข้มข้นสูงไปสู่บริเวณที่มีสารละลายความเข้มข้นต่ำกว่า เช่น การลำเลียงแก๊สออกซิเจนจากถุงลมปอดเข้าสู่หลอดเลือดฝอย แต่บางครั้งเซลล์มีการลำเลียงสารในทิศตรงกันข้าม คือ จากบริเวณที่



นิยาม
ATP เป็นสารประกอบที่มีพลังงานสูงที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ ATP พร้อมจะปลดปล่อยพลังงานออกมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เซลล์ต้องการ



มีสารละลายความเข้มข้นต่ำไปสู่บริเวณที่มีสารละลายความเข้มข้นสูงกว่า เรียกการลำเลียงแบบนี้ว่า **การลำเลียงแบบใช้พลังงาน (active transport)** การลำเลียงแบบนี้ต้องใช้พลังงานจากสารประกอบชนิดหนึ่งที่เรียกว่า **อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (adenosine triphosphate) หรือ ATP** เนื่องจากเซลล์ใช้พลังงานที่ได้จากการสลายสารอาหารต่าง ๆ มาใช้ในการลำเลียงสาร รวมทั้งอาศัยโปรตีนตัวพาที่เยื่อหุ้มเซลล์ในการลำเลียงสารอีกด้วย ดังรูปที่ 1.10 ตัวอย่างของการลำเลียงแบบใช้พลังงาน เช่น การดูดซึมกลูโคสและกรดแอมิโนในลำไส้เล็กเข้าสู่กระแสเลือด การลำเลียงไอออนออกจากร่างกายที่ต่อมเหงื่อ และการดูดซับแร่ธาตุในดินของรากพืช

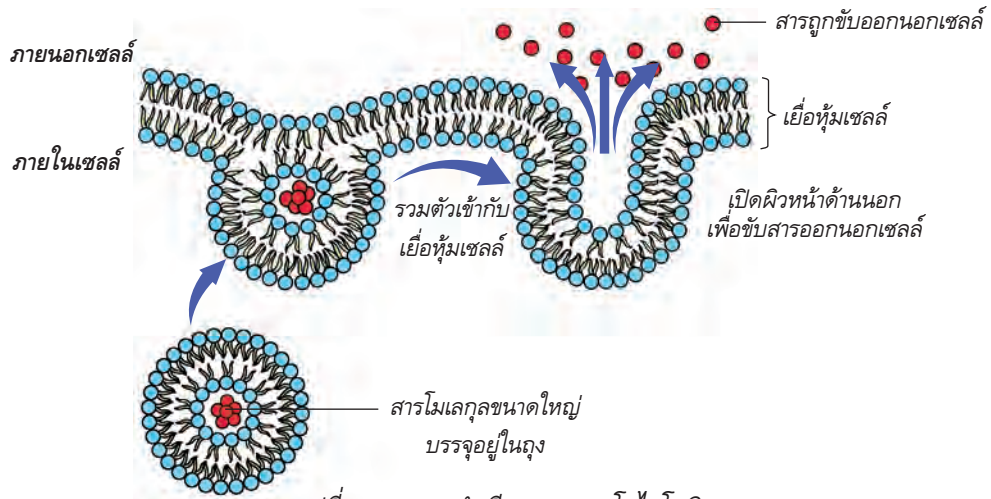


รูปที่ 1.10 การลำเลียงแบบใช้พลังงาน

○ การลำเลียงสารขนาดใหญ่

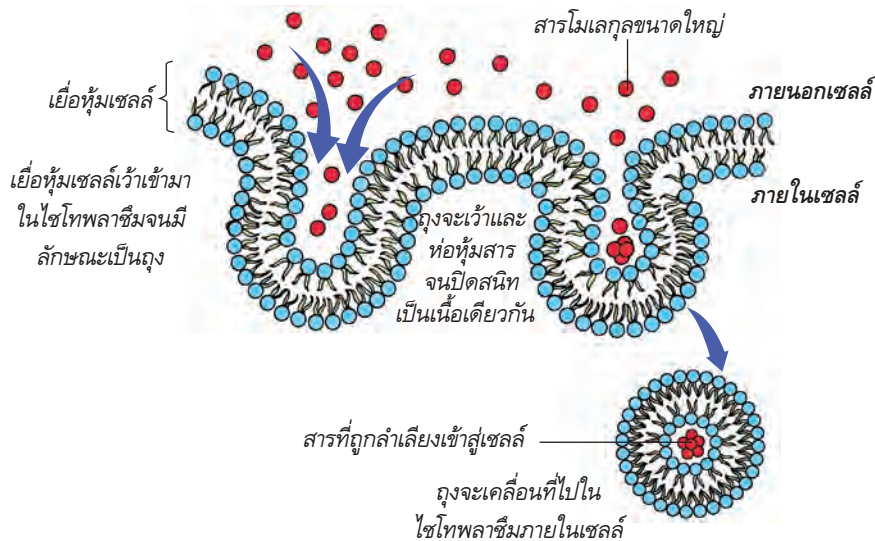
สารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เอนไซม์ หรือฮอร์โมนต่าง ๆ ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นต่อเซลล์ ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยอาศัยโปรตีนตัวพาได้ เนื่องจากยังคงมีขนาดโมเลกุลใหญ่เกินไป ดังนั้นเซลล์จึงมีวิธีการลำเลียงสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่เหล่านี้เข้าและออกจากเซลล์ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังนี้

1. **เอกไซโทซิส (exocytosis)** เป็นกระบวนการลำเลียงสารส่งออกนอกเซลล์ โดยการโอบล้อมสารไว้ในถุง ซึ่งถุงนี้จะรวมตัวกับเยื่อหุ้มเซลล์และเปิดผิวหน้าด้านนอกออก เพื่อขับสารที่อยู่ในถุงออกนอกเซลล์ ดังรูปที่ 1.11 ตัวอย่างการลำเลียงแบบนี้ เช่น การลำเลียงฮอร์โมนอินซูลินออกจากเซลล์ตับอ่อน การหลั่งน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร



รูปที่ 1.11 การลำเลียงแบบเอกโซไซโทซิส

2. เอนโดไซโทซิส (endocytosis) เป็นการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ โดยสารจะเคลื่อนที่เข้าไปในถุงซึ่งเกิดจากการเว้าของเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปในไซโทพลาซึม เมื่อเยื่อหุ้มเซลล์ปิดจนกลายเป็นเนื้อเดียวกัน ถุงนี้จะหลุดเข้าไปในไซโทพลาซึมภายในเซลล์ เพื่อส่งสารเข้าสู่เซลล์ ดังรูปที่ 1.12 ตัวอย่างการลำเลียงแบบนี้ เช่น การจับกินทำลายแบคทีเรียโดยเซลล์เม็ดเลือดขาว การกินอาหารของอะมีบา



รูปที่ 1.12 การลำเลียงแบบเอนโดไซโทซิส

ทบทวนความเข้าใจ

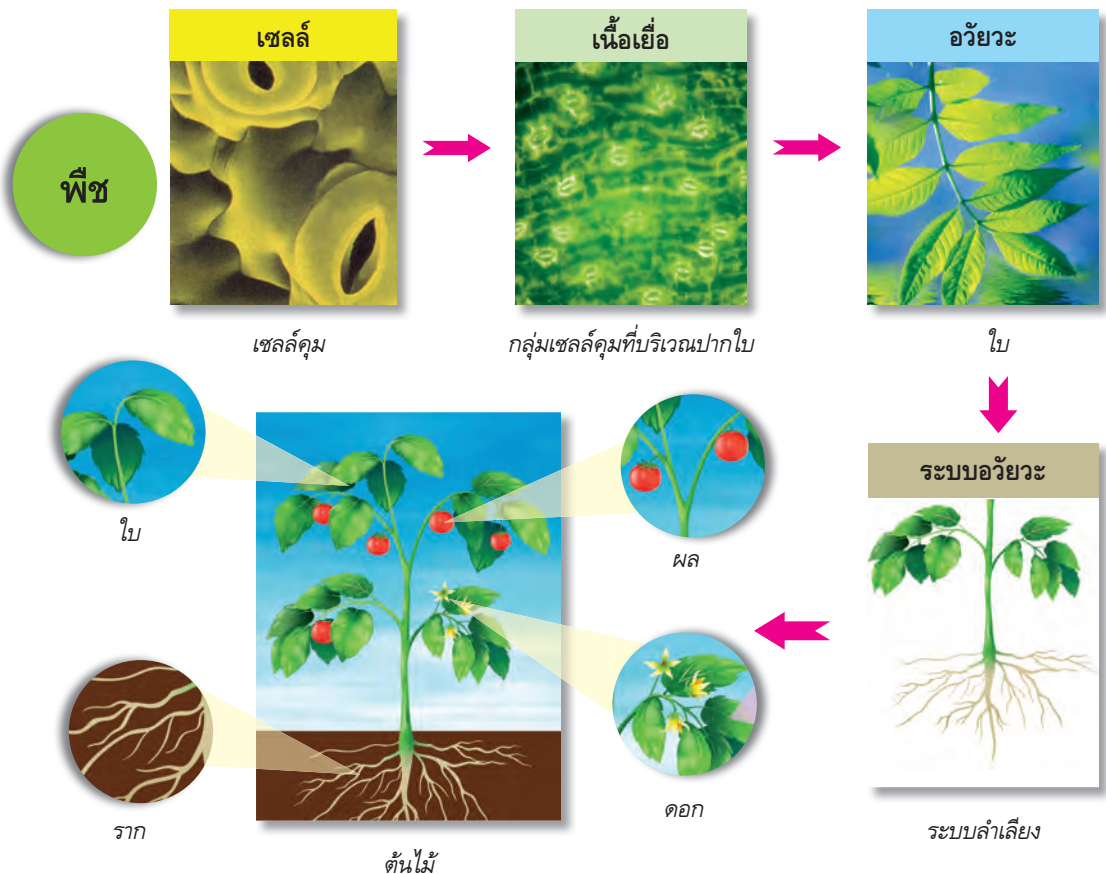
1. การลำเลียงของสารผ่านเซลล์มีความสำคัญต่อคุณภาพของเซลล์ในลักษณะใด
2. การลำเลียงสารแบบฟาซิลิเทตมีความเหมือนหรือแตกต่างกับการลำเลียงสารแบบใช้พลังงานในเรื่องใด
3. สารบางชนิดที่ไม่สามารถแพร่เข้าสู่เซลล์ได้ เซลล์จะมีวิธีการในการลำเลียงสารเหล่านั้นด้วยวิธีใด



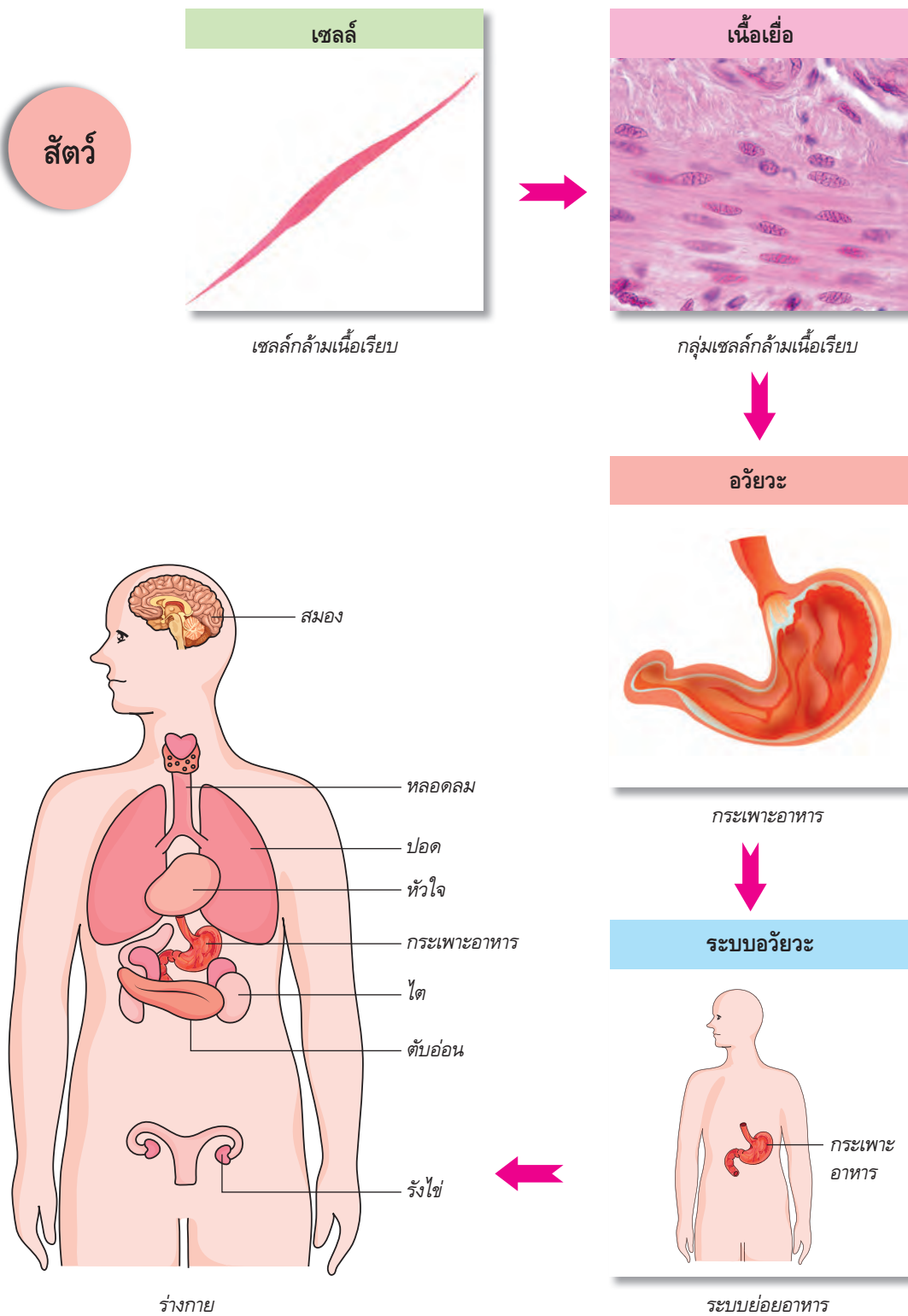
กลไกการควบคุมคุณภาพของเซลล์

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนโลกนี้ แต่ละชนิดจะมีการดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน บางชนิดอาศัยอยู่ในน้ำ บางชนิดอาศัยอยู่บนบก และบางชนิดอาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำและบนบก ดังนั้นสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจึงต้องมีกลไกในการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อระบบในร่างกาย โดยการปรับตัวของระบบและกลไกต่าง ๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตนี้เรียกว่า **การควบคุมคุณภาพของร่างกาย (homeostasis)**

นักเรียนทราบมาแล้วว่า ร่างกายของสิ่งมีชีวิตเริ่มจากหน่วยที่เล็กที่สุดที่เรียกว่า เซลล์ (cell) ซึ่งเซลล์เหล่านี้มีการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์เพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบาและพารามีเซียม มีการลำเลียงสารเกิดขึ้นภายในเซลล์เพียงเซลล์เดียว ในขณะที่สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ต้องอาศัยการทำงานประสานกันของเซลล์จำนวนมาก โดยแต่ละเซลล์มีรูปร่างและขนาดที่ต่างกัน เซลล์หลาย ๆ เซลล์รวมกลุ่มกันเป็น **เนื้อเยื่อ (tissue)** เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เนื้อเยื่อหลาย ๆ ชนิดรวมกันเป็น **อวัยวะ (organ)** เพื่อทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง อวัยวะหลาย ๆ อวัยวะที่ทำหน้าที่ประสานกันและรวมกลุ่มกันเป็น **ระบบอวัยวะ (organ system)** ระบบอวัยวะทุกระบบประกอบกันเป็นรูปร่างและทำงานประสานกันเป็นร่างกาย ดังรูปที่ 1.13 และ 1.14



รูปที่ 1.13 พืชอาศัยการทำงานประสานกันของเซลล์ประกอบกันเป็นต้นไม้



รูปที่ 1.14 สเต็มเซลล์การทำงานประสานกันของเซลล์
ประกอบกันเป็นร่างกาย



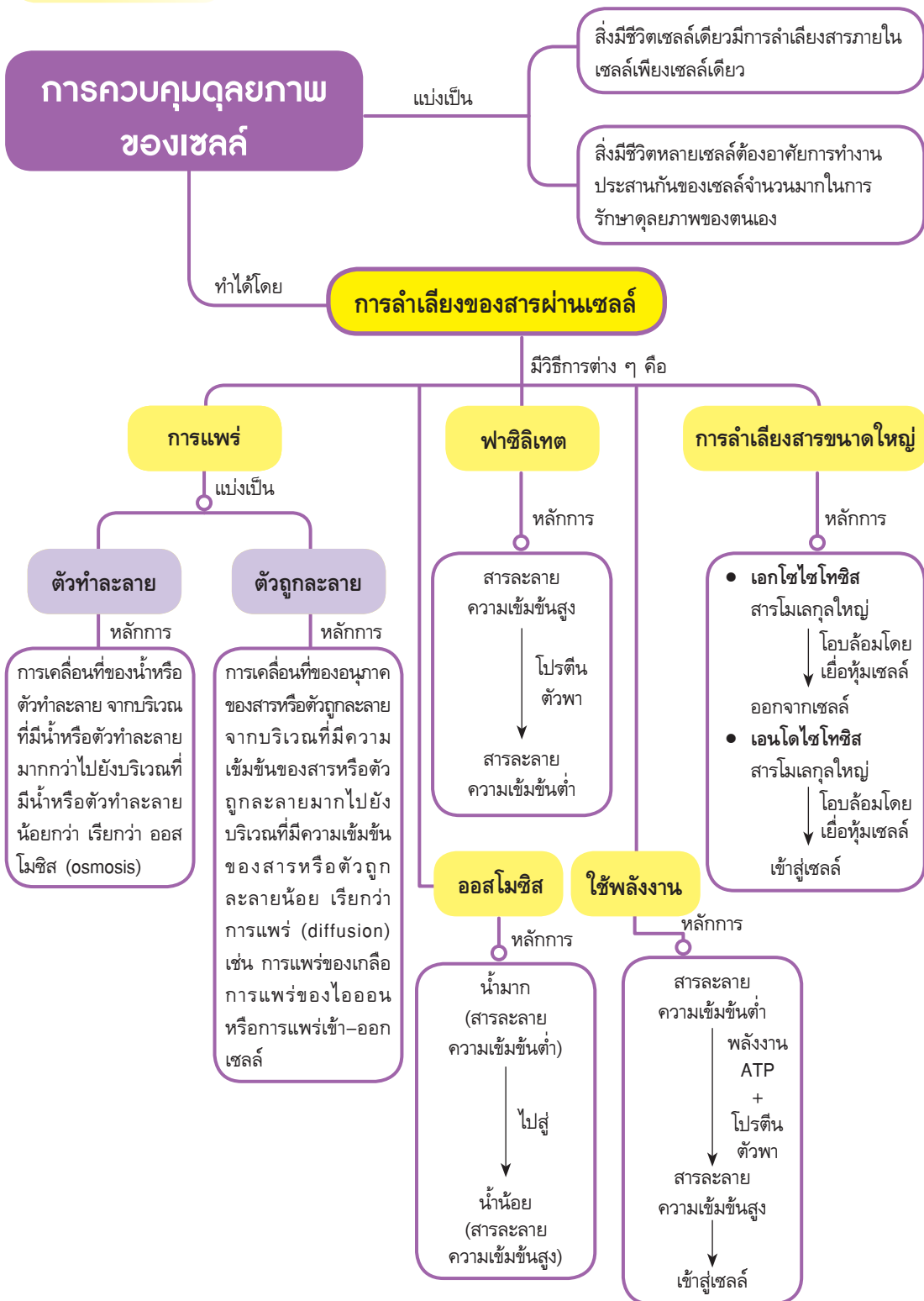
จะเห็นว่า สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของทุกระบบอวัยวะในร่างกาย ซึ่งแต่ละระบบอวัยวะจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต้องมีการปรับตัวเพื่อควบคุมคุณภาพในร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุลอยู่เสมอ ตัวอย่างเช่น การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย การควบคุมคุณภาพของกรด-เบส และการควบคุมคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในสิ่งมีชีวิต โดยกลไกในการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นไปเพื่อป้องกันไม่ให้อาการร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อให้เกิดความผิดปกติของร่างกายจนทำให้เกิดอันตรายได้

ทบทวนความเข้าใจ

1. การควบคุมคุณภาพของร่างกายคืออะไร
2. การลำเลียงสารผ่านเซลล์ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวแตกต่างจากการลำเลียงสารผ่านเซลล์ในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ลักษณะใด



พืชนวัตกรรม (Concept Map)



การควบคุมคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

ตอนที่

2

Unเรียนนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับ

1. การควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในเลือดโดยการทำงานของไต
2. การควบคุมคุณภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไตและปอด
3. การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกายโดยระบบหมุนเวียนเลือด ผิวหนัง และกล้ามเนื้อโครงร่าง

ร่างกายของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีกลไกในการควบคุมคุณภาพในร่างกายที่เหมาะสม เนื่องจากการดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะสัตว์หลายเซลล์ที่ต้องอาศัยการทำงานประสานกันของเซลล์จำนวนมากเพื่อควบคุมคุณภาพ

ของร่างกาย นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีวิธีการในการปรับสภาพเพื่อให้เกิดความสมดุลในร่างกายได้ด้วยวิธีใด และมีกลไกในการควบคุมคุณภาพในร่างกายอย่างไร นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ในบทเรียนนี้

การควบคุมคุณภาพของน้ำและสารต่าง ๆ ในร่างกาย

น้ำจัดเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ร่างกายต้องการ ในวันหนึ่ง ๆ ร่างกายรับน้ำเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง และสูญเสียน้ำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ดังรูปที่ 1.15

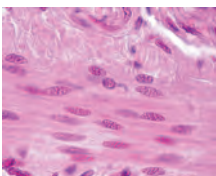
ปริมาณน้ำที่ร่างกายได้รับ



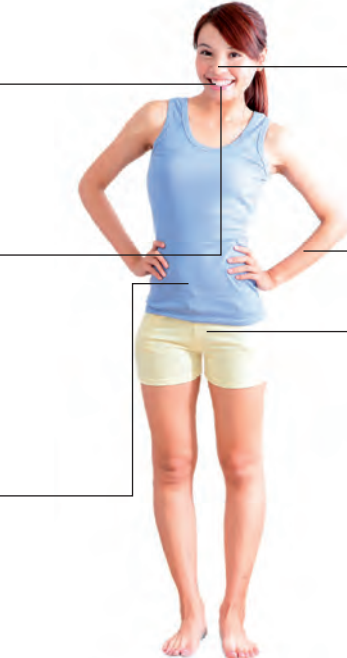
อาหาร 1,000 cm³



ดื่มน้ำ 1,200 cm³



กระบวนการหายใจระดับเซลล์ 300 cm³



รวม 2,500 cm³

ปริมาณน้ำที่ร่างกายขับออก



หายใจออก 350 cm³



เหงื่อ 500 cm³



ปัสสาวะ 1,500 cm³

อุจจาระ 150 cm³

รวม 2,500 cm³

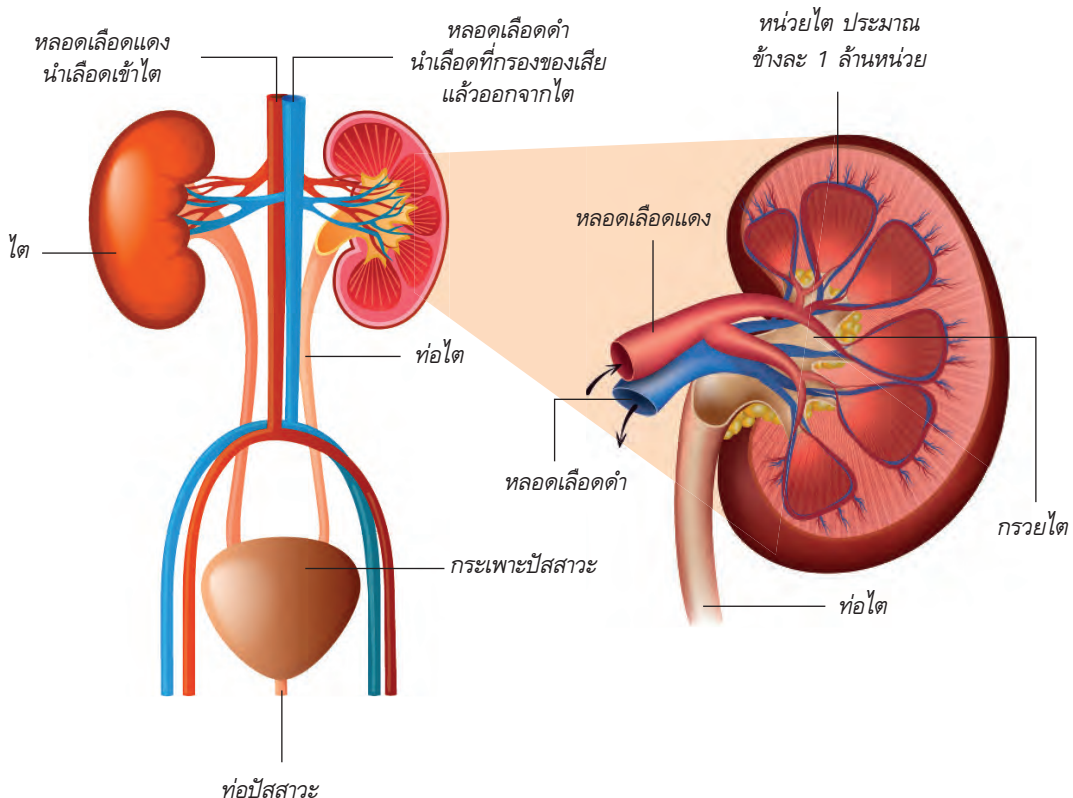
รูปที่ 1.15 ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ร่างกายรับเข้าและขับออกจากร่างกายของผู้ใหญ่ใน 1 วัน



จากรูปจะเห็นว่า ใน 1 วันปริมาณน้ำที่ร่างกายได้รับกับปริมาณน้ำที่ร่างกายขับออกมีปริมาณเท่ากัน จัดได้ว่าร่างกายมีการรักษาสสมดุลของน้ำ เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียน้ำในร่างกายมากเกินไป

ปริมาณน้ำที่ร่างกายได้รับและขับออกนอกร่างกายนั้น แม้ว่าจะอยู่ในรูปของของเหลว แต่ก็มีบางส่วนที่เป็นแร่ธาตุและสารต่าง ๆ รวมอยู่ด้วย ซึ่งร่างกายจำเป็นต้องรักษาสสมดุลของสารเหล่านี้เพื่อให้ร่างกายทำงานได้อย่างเป็นปกติเช่นกัน และอวัยวะสำคัญที่ทำหน้าที่รักษาสสมดุลของน้ำและสารต่าง ๆ ในร่างกายให้อยู่ในภาวะปกติ คือ ไต (kidney) ไตมีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง มี 2 ข้างทำงานร่วมกัน ไตอยู่บริเวณช่องท้อง 2 ข้างของกระดูกสันหลังระดับเอว ต่อจากไตทั้ง 2 ข้างมีท่อไต (ureter) ทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะจากไตไปเก็บไว้ชั่วคราวที่กระเพาะปัสสาวะ (urinary bladder) ก่อนขับออกนอกร่างกายทางท่อปัสสาวะ (urethra)

เมื่อผ่าไตตามยาว จะพบโพรงลักษณะคล้ายกรวยอยู่ภายในเรียกว่า กรวยไต (pelvis) ทำหน้าที่ลำเลียงปัสสาวะต่อไปยังท่อไต ภายในเนื้อเยื่อของไตประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ เรียกว่า หน่วยไต (nephron) ซึ่งมีประมาณข้างละ 1 ล้านหน่วย ดังรูปที่ 1.16



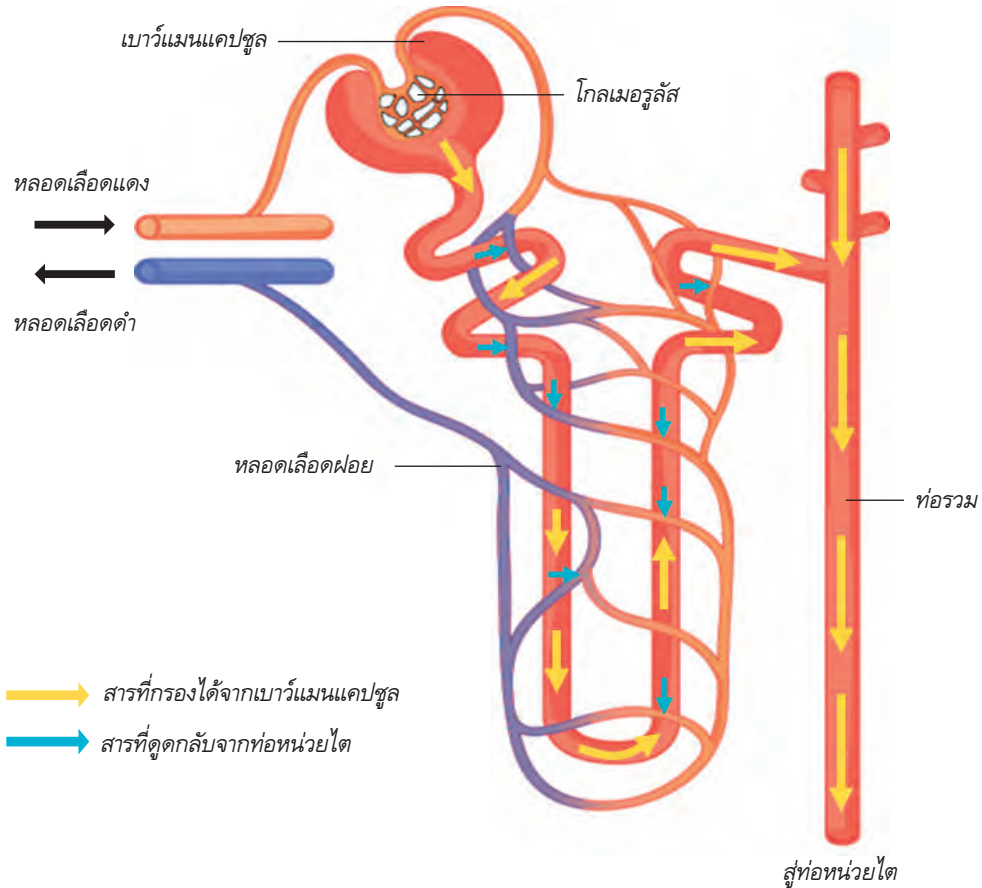
รูปที่ 1.16 ตำแหน่งและโครงสร้างของไต



หน่วยไตแต่ละหน่วยมีลักษณะเป็นท่อ ปลายข้างหนึ่งเป็นกระเปาะเรียกว่า **เบอว์แมนแคปซูล (Bowman's capsule)** ภายในกระเปาะมีกลุ่มหลอดเลือดฝอยเรียกว่า **โกลเมอรูลัส (glomerulus)** ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งจะเปิดรวมกันที่ท่อรวมซึ่งเชื่อมต่อกับส่วนของท่อไต ดังรูปที่ 1.17

ศัพท์ที่ควรรู้

เบอว์แมนแคปซูล
โกลเมอรูลัส



รูปที่ 1.17 ลักษณะภายในของหน่วยไต

เมื่อเลือดไหลเข้าสู่ไต หน่วยไตแต่ละหน่วยจะทำหน้าที่กรองสารบางอย่างที่มีโมเลกุลขนาดเล็กออกจากน้ำเลือด โดยการกรองสารจะเกิดขึ้นที่โกลเมอรูลัสซึ่งมีสมบัติเป็นเยื่อกึ่งซึมผ่านได้ จากนั้นสารที่กรองได้จะไหลผ่านเข้าสู่ท่อหน่วยไต สารเหล่านี้มีทั้งสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายและสารที่เป็นของเสียที่ร่างกายไม่ต้องการ สารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ น้ำ โปรตีน กลูโคส



และกรดแอมิโนต่าง ๆ จะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่กระแสเลือดอีกครั้งหนึ่งที่บริเวณท่อหน่วยไตเพื่อนำไปใช้ต่อ ส่วนสารที่เป็นของเสีย ได้แก่ ยูเรีย กรดยูริก โซเดียมไอออน และคลอไรด์ไอออน ที่เกิดจากกระบวนการ**เมแทบอลิซึม (metabolism)** จะถูกขับผ่านท่อหน่วยไตไปยังท่อปัสสาวะ และกำจัดออกนอกร่างกายในรูปของปัสสาวะ สารต่าง ๆ ที่ร่างกายกรองได้กับสารที่พบในปัสสาวะ แสดงได้ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 สารชนิดต่าง ๆ ในของเหลวที่ไตกรองได้กับในปัสสาวะในสภาวะปกติ

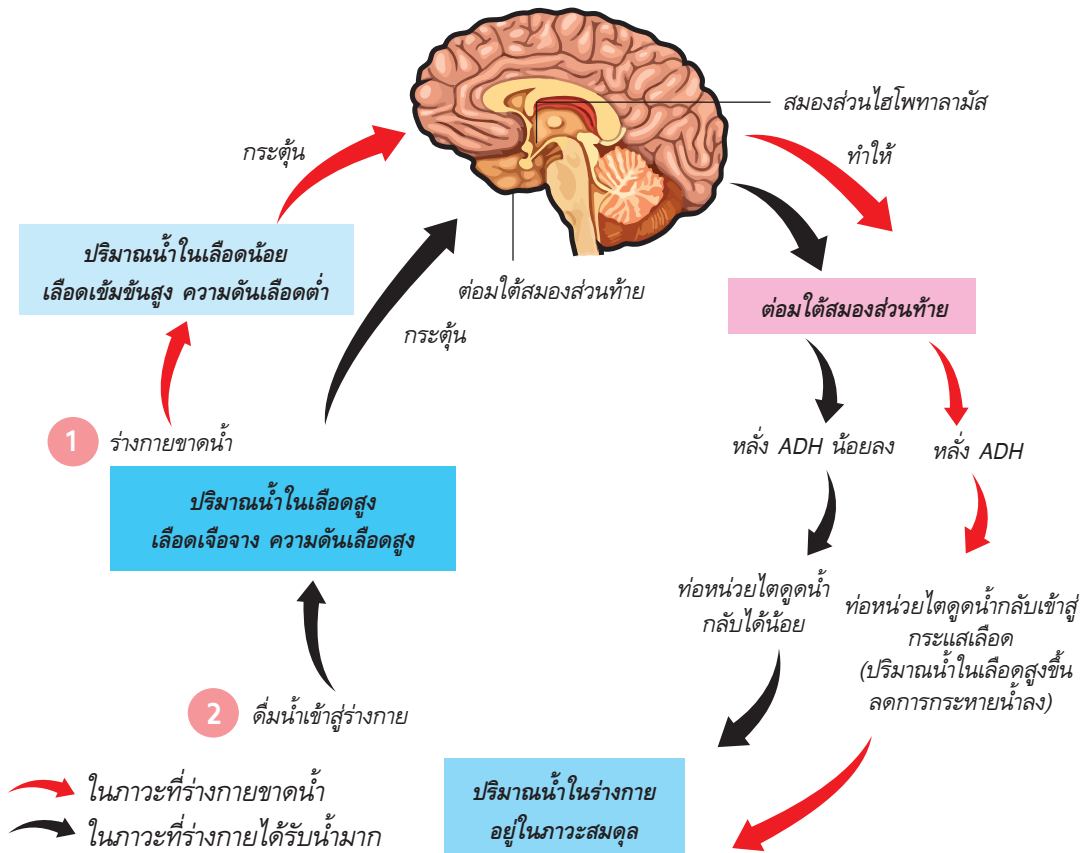
ชนิดของสาร	ของเหลวที่ไตกรองได้ (กรัม/100 ลบ.ซม.)	ปัสสาวะ (กรัม/100 ลบ.ซม.)
น้ำ	90–93	95
โปรตีน	10–20	0
ยูเรีย	0.03	2
กรดยูริก	0.003	0.05
กลูโคส	0.1	0
กรดแอมิโน	0.05	0
โซเดียมไอออน	0.3	0.6
คลอไรด์ไอออน	0.37	0.6

จึงอาจกล่าวได้ว่า การลำเลียงน้ำและสารเข้าและออกจากหน่วยไตเป็นกระบวนการหนึ่งที่ควบคุมดุลยภาพของน้ำและความเข้มข้นของสารในเลือดด้วย

กลไกควบคุมสมดุลของน้ำในเลือดของร่างกายทำงานร่วมกับสมองส่วน**ไฮโปทาลามัส (hypothalamus)** เมื่อร่างกายกระหายน้ำเนื่องจากขาดน้ำในปริมาณมากทำให้ปริมาณน้ำในเลือดน้อย เลือดมีความเข้มข้นสูง และความดันเลือดลดลง ส่งผลให้สมองส่วนไฮโปทาลามัสส่งกระแสประสาทไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนท้ายให้หลั่งฮอร์โมนชนิดหนึ่งที่เรียกว่า **วาโซเพรสซิน (vasopressin)** หรือ **ADH (antidiuretic hormone)** เพื่อกระตุ้นท่อหน่วยไตให้ดูดน้ำกลับเข้าสู่กระแสเลือด ทำให้ปริมาณน้ำในเลือดสูงขึ้น เพื่อลดการกระหายน้ำของร่างกายลง เมื่อเรดื่มน้ำเข้าไปจะทำให้ปริมาณน้ำในเลือดสูงขึ้น เลือดเจือจาง และความดันเลือดเพิ่มขึ้น สมองส่วนไฮโปทาลามัสจึงไปยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน ADH ให้หลั่งออกมาน้อยลง ทำให้ท่อหน่วยไตดูดน้ำกลับได้น้อย ส่งผลให้ปริมาณน้ำในร่างกายอยู่ในภาวะสมดุล ดังรูปที่ 1.18

ศัพท์ที่ควรรู้

เมแทบอลิซึม
ไฮโปทาลามัส



รูปที่ 1.18 การทำงานของสมองส่วนไฮโปทาลามัสที่ควบคุมการหลั่ง ADH

จากการเรียนรู้การทำงานของไตดังกล่าว นักเรียนคิดว่าถ้าไตพิการหรือเสื่อมสมรรถภาพ คนที่เป็นโรคไตจะมีอาการอย่างไร และจะมีวิธีการรักษาผู้ป่วยโรคไตได้ด้วยวิธีใด นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้

โรคไตเกิดจากสาเหตุใด และส่งผลกระทบต่อระบบอวัยวะอื่นลักษณะใด

กิจกรรมที่ 2



สืบค้นข้อมูล

ความรู้เกี่ยวกับไต

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สรุปความรู้เกี่ยวกับอาการของโรค วิธีการรักษา และการปฏิบัติตนเพื่อหลีกเลี่ยงโรคไตได้

ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน

1. การลงความคิดเห็นข้อมูล
2. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล
3. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป



ปัญหา ถ้าไตทำงานผิดปกติจะเกิดผลต่อร่างกายในลักษณะใด

ขั้นตอน

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 3–5 คน
2. ให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ หนังสือพิมพ์ วารสารวิทยาศาสตร์ หรือเว็บไซต์ทางอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่องต่อไปนี้
 - สาเหตุของโรคไต
 - อันตรายและอาการของโรคไต
 - วิธีการรักษาโรคไต
3. นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาสรุปและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน



ค้นหาคำตอบ

1. ถ้าไตไม่สามารถทำงานได้จะมีผลต่อร่างกายในลักษณะใด
2. การรักษาผู้ป่วยโรคไตมีวิธีการใด
3. เครื่องไตเทียมมีวิธีการทำงานลักษณะใด และสามารถใช้แทนไตได้อย่างสมบูรณ์หรือไม่ เพราะอะไร
4. วิธีป้องกันไม่ให้เกิดโรคไตมีอะไรบ้าง

จากความรู้เกี่ยวกับไตที่นักเรียนได้เรียนรู้จะสังเกตได้ว่า ไตเป็นอวัยวะที่สำคัญอวัยวะหนึ่งของร่างกาย เนื่องจากเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับ การควบคุมสมดุลของสารและปริมาณน้ำในร่างกาย ให้อยู่ในภาวะปกติ ถ้าไตของคนเราทำงานผิดปกติ จะทำให้เกิดการสะสมของสารพิษภายในเซลล์ เช่น ปัสสาวะเกิดฟองสีขาวเหมือนฟองสบู่ เนื่องจากมี โปรตีนในปัสสาวะมากเกินไป และเกิดจากเส้นเลือดฝอย ในไตเกิดการอักเสบ ปัสสาวะเป็นเลือด อาจเกิดจากการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ มีนิ่วในไต ไตอักเสบ หรือมีเนื้องอกในทางเดินปัสสาวะ เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้การทำงานของเซลล์ผิดปกติไปด้วย จนอาจเป็นอันตรายต่ออวัยวะต่าง ๆ เช่น หัวใจ ปอด และสมอง



การปลูกถ่ายไตเป็นการรักษาภาวะไตวายขั้นสุดท้ายที่ดีที่สุด แพทย์จะผ่าตัดนำไตของผู้บริจาคที่เข้าได้กับผู้ป่วยใส่ไว้ในอุ้งเชิงกรานข้างใดข้างหนึ่งของผู้ป่วย แล้วต่อท่อไตใหม่เข้ากับกระเพาะปัสสาวะ โดยไม่มีการนำไตเดิมของผู้ป่วยออกจากร่างกาย ซึ่งการปลูกถ่ายไตเพียงข้างเดียวก็เพียงพอต่อการทำงานของร่างกาย

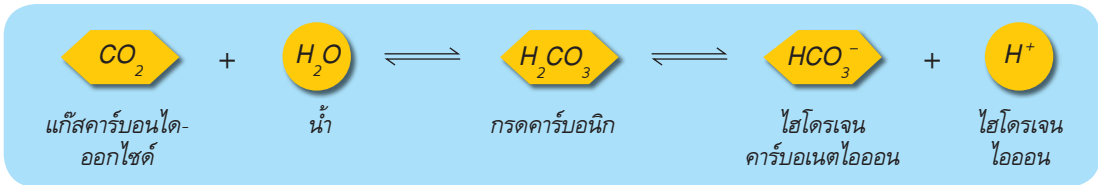
ทบทวนความเข้าใจ

1. ไตมีกลไกในการควบคุมคุณภาพของน้ำและสารในร่างกายลักษณะใด
2. ไตมีการทำงานร่วมกับอวัยวะใด และมีการร่วมกันทำงานอย่างไร
3. ถ้าการทำงานของไตมีความผิดปกติ เราจะตรวจเจอสารใดในปัสสาวะบ้าง
4. การป้องกันตนเองจากโรคไตทำได้ด้วยวิธีใดบ้าง



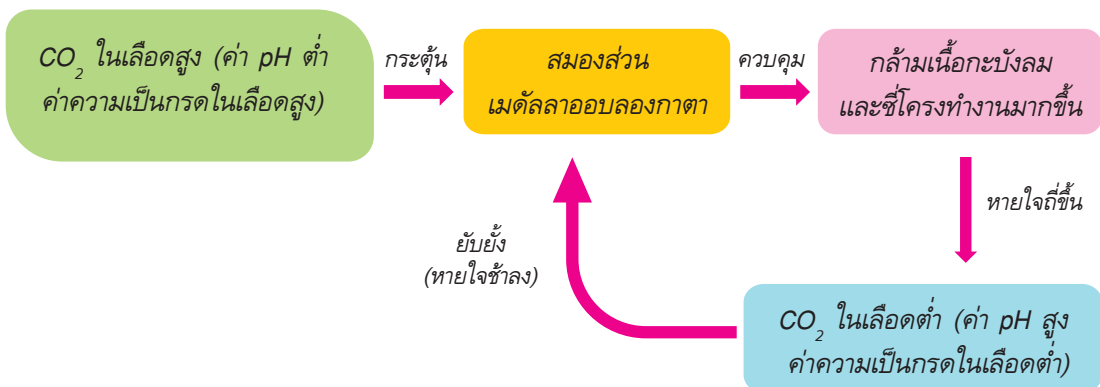
การควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสในร่างกาย

กระบวนการหายใจเป็นการนำออกซิเจนไปสลายสารอาหารแล้วให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สนี้จะถูกกำจัดออกนอกเซลล์โดยส่งเข้าสู่กระแสเลือด เมื่อรวมตัวกับน้ำในเลือดจะเกิดการดคาร์บอนิก (H_2CO_3) จากนั้นแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) กับไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) ดังสมการเคมีต่อไปนี้



ถ้าในเลือดมีไฮโดรเจนไอออน (H^+) ปริมาณมากจะทำให้เลือดมีค่าความเป็นกรดสูง ซึ่งเป็นอันตรายต่อเซลล์ในร่างกาย ดังนั้นร่างกายจึงจำเป็นต้องปรับสมดุลโดยมีกลไกควบคุมไม่ให้ไฮโดรเจนไอออนมีมากเกินไป นั่นคือ การควบคุมปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้สภาพความเป็นกรด-เบสในร่างกายเปลี่ยนแปลงไป คือ ถ้าในเลือดมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณสูงจะทำให้ค่าความเป็นกรดในเลือดสูง เนื่องจากการสร้างไฮโดรเจนไอออนปริมาณมาก ร่างกายจึงปรับสมดุลโดยส่งสัญญาณเพื่อกระตุ้นสมองส่วนเมดัลลาออบลองกาตา (medulla oblongata) ให้ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อบังลมและซีโครงให้ทำงานมากขึ้นขณะหายใจ ส่งผลให้มีการหายใจถี่ขึ้นเพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทางลมหายใจออก ทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดลดต่ำลง ค่าความเป็นกรดในเลือดจึงลดลง ดังรูปที่ 1.19



รูปที่ 1.19 กลไกการกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด



นอกจากนี้ ยังมีกลไกทางเคมีอื่น ๆ ของร่างกาย ในการปรับสมดุลของกรด-เบสในร่างกาย ไม่ให้เปลี่ยนแปลงมากเกินไป เช่น มีเฮโมโกลบินซึ่งเป็นโปรตีนของเม็ดเลือดสามารถรวมตัวกับไฮโดรเจนไอออนเพื่อป้องกันการลดลงของ pH ในกระแสเลือด

ตัวอย่างของการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสในร่างกาย เช่น ปฏิกริยาต่าง ๆ ในร่างกายของคนเรานั้นมีเอนไซม์เป็นตัวควบคุมปฏิกิริยา โดยอัตราการทำงานของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรด-เบส หรือค่า pH ที่เหมาะสม กล่าวคือ ถ้าแหล่งที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างสารต่าง ๆ ในร่างกายมีค่า pH สูงหรือต่ำเกินไป จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ลดลง ดังนั้นร่างกายจึงต้องมีการควบคุมสมดุลของกรด-เบสให้เหมาะสมกับชนิดของเอนไซม์นั้น ๆ

ส่วนการควบคุมดุลยภาพของกรด-เบสของเลือดโดยการทำงานของไต เมื่อ pH ของเลือดต่ำเกินไป หน่วยไตจะขับสารที่มีส่วนประกอบของไฮโดรเจนไอออน (H^+) และแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ออกจากเลือด และในขณะเดียวกันก็จะเพิ่มการดูดกลับของไอออนบางประเภท ซึ่งลดความเป็นกรดของเลือด ได้แก่ ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) เนื่องจากไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) เป็นสารที่ควบคุม pH ของพลาสมาในเลือดให้มีค่าอยู่ระหว่าง 7.35–7.45 ซึ่งความเป็นกรด-เบสในร่างกายของมนุษย์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้า pH ในเลือดเปลี่ยนแปลงไปเพียง 0.2 อาจทำให้เจ็บป่วยได้ ส่วนเมื่อ pH ของเลือดสูงเกินไปจะเกิดกระบวนการตรงข้าม

ทบทวนความเข้าใจ

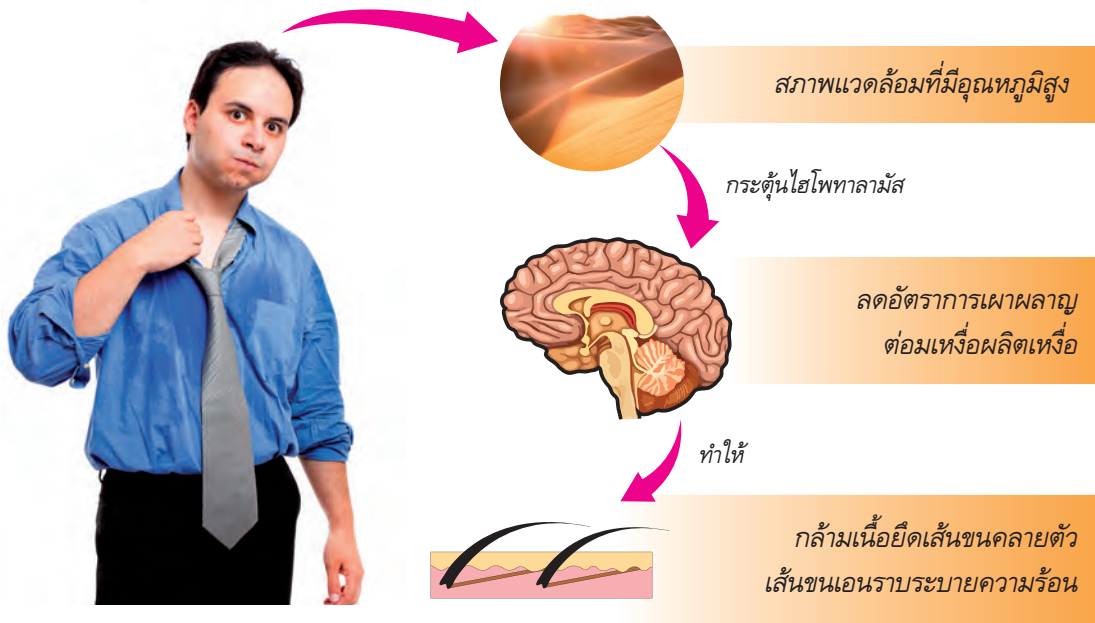
1. ความเป็นกรด-เบสในร่างกายขึ้นอยู่กับสารใด
2. ความเป็นกรด-เบสในร่างกายส่งผลต่อการทำงานของสิ่งใดในร่างกาย
3. การขาดอากาศหายใจมีผลต่อความเป็นกรด-เบสในร่างกายหรือไม่ เพราะอะไร



การควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกาย

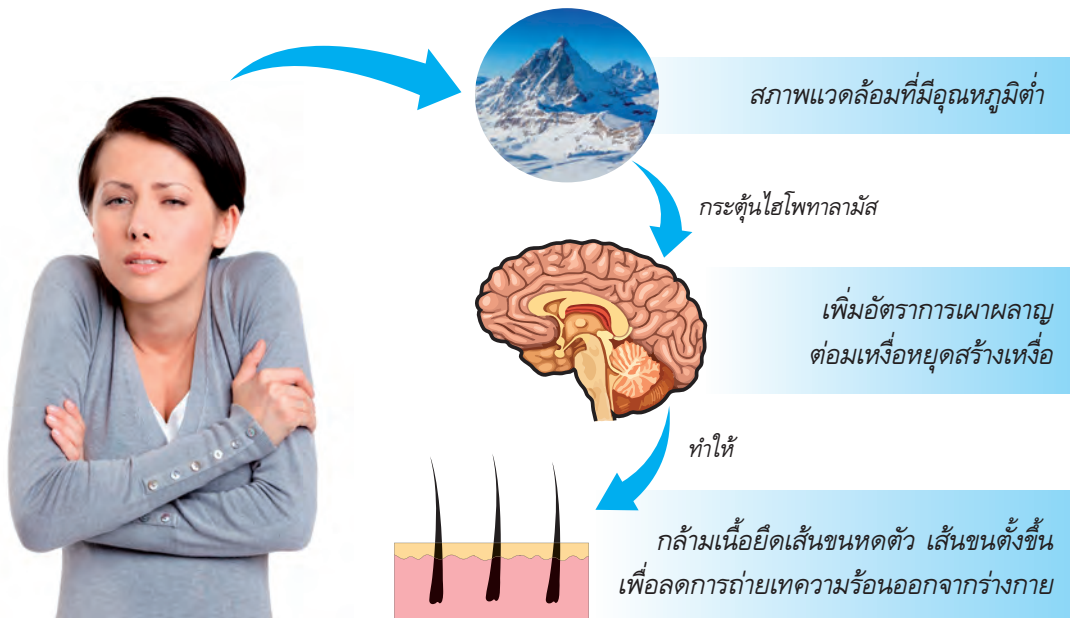
นักเรียนเรียนรู้มาแล้วว่า เอนไซม์ในร่างกายจะทำงานได้ดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสม นอกจากนี้ อุณหภูมิยังส่งผลต่อการทำงานของเอนไซม์ด้วยเช่นกัน กล่าวคือ อุณหภูมิที่สูงกว่าปกติสามารถทำลายเอนไซม์ได้ ในขณะที่อุณหภูมิต่ำเอนไซม์จะทำงานได้ช้าลง ดังนั้นร่างกายจึงจำเป็นต้องมีกลไกในการควบคุมอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่ในภาวะที่เหมาะสม

เมื่อเราอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ร่างกายจะได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อม ทำให้อุณหภูมิของเลือดภายในร่างกายสูงขึ้น ร่างกายจะปรับดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกาย โดยการกระตุ้นสมองส่วนไฮโปทาลามัสให้ลดอัตราการเผาผลาญอาหารภายในเซลล์เพื่อลดอุณหภูมิของเลือดลง หลอดเลือดบริเวณผิวหนังจะขยายตัว ต่อมเหงื่อผลิตเหงื่อให้ระเหยออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อยึดเส้นขนบริเวณผิวหนังคลายตัว เส้นขนที่ผิวหนังจะเอนราบ ช่วยให้สามารถถ่ายเทความร้อนในร่างกายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น ดังรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20 การควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกายเมื่อสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูง

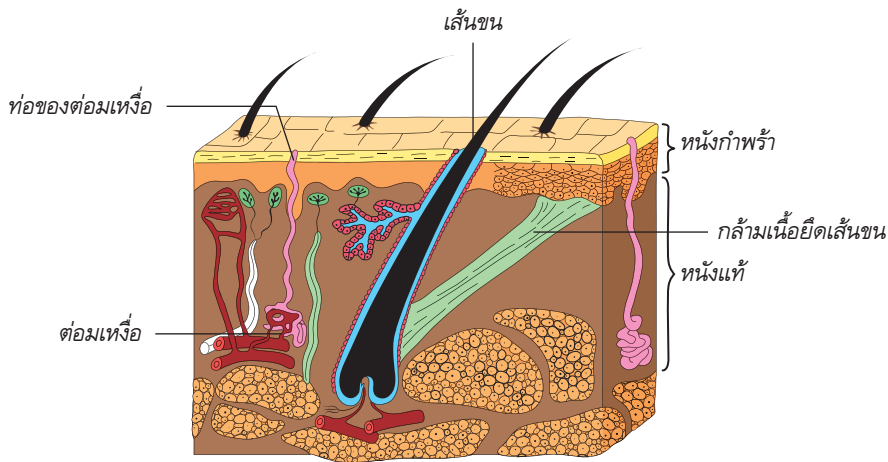
ถ้าเราอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ ร่างกายจะถ่ายเทความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม ทำให้อุณหภูมิของเลือดลดลง ร่างกายปรับสมดุลของอุณหภูมิในร่างกายโดยการกระตุ้นสมองส่วนไฮโปทาลามัสให้เพิ่มอัตราการเผาผลาญภายในเซลล์ ส่งผลให้หลอดเลือดบริเวณผิวหนังหดตัว ต่อมเหงื่อหยุดการสร้างเหงื่อ กล้ามเนื้อยืดเส้นขนบริเวณผิวหนังหดตัว ดึงเส้นขนบริเวณผิวหนังให้ตั้งขึ้นที่เรียกว่า **ขนลุก** ทำให้อากาศไม่ผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกาย ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนในร่างกายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น ดังรูปที่ 1.21



รูปที่ 1.21 การควบคุมดุลยภาพของอุณหภูมิในร่างกายเมื่อสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิต่ำ



ผิวหนังเป็นบริเวณที่แสดงการตอบสนองต่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม โดยมีการทำงานร่วมกับอวัยวะอื่น ๆ ในร่างกาย ดังรูปที่ 1.22



รูปที่ 1.22 ส่วนประกอบของผิวหนัง

เราสามารถสรุปได้ว่า ร่างกายมีกลไกควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้โดยอาศัยหน่วยรับความรู้สึกทั่วร่างกายที่ทำหน้าที่รับความรู้สึกจากภายนอกร่างกาย และส่งความรู้สึกไปยังสมองส่วนไฮโปทาลามัส เพื่อที่จะสั่งการไปยังอวัยวะทำงาน ได้แก่ หลอดเลือด ต่อมเหงื่อ และกล้ามเนื้อยึดเส้นขนบริเวณผิวหนังให้ทำงานประสานร่วมกัน เพื่อควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ในภาวะปกติ

ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ร่างกายของมนุษย์สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้หรือไม่ อย่างไร

กิจกรรมที่ 3



สืบค้นข้อมูล

การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

อธิบายและสรุปกลไกการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้

ทักษะเสริมสร้างความเข้าใจที่คงทน

1. การลงความคิดเห็นข้อมูล
2. การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล
3. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ปัญหา มนุษย์สามารถปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้หรือไม่



ขั้นตอน

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 3–5 คน
2. ให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์ การปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง และการปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง หนังสืออ่านประกอบ หนังสือพิมพ์ วารสารวิทยาศาสตร์ หรือเว็บไซต์ทางอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่องต่อไปนี้
 - การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์
 - การปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง
 - การปรับตัวในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ
3. นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาสรุปและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน



ค้นหาคำตอบ

1. การปรับตัวของมนุษย์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่มีความสำคัญอย่างไร
2. กลไกการควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์มีลักษณะอย่างไร

ทบทวนความเข้าใจ

1. การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์มีการทำงานที่สัมพันธ์กันของอวัยวะใด ในลักษณะใด
2. มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพอากาศต่าง ๆ ได้เพราะเหตุใด
3. มนุษย์ไม่สามารถอาศัยอยู่ในสภาพอากาศที่เย็นจัดหรือร้อนจัดได้เพราะเหตุใด



พืชมโนทัศน์ (Concept Map)





สาระสำคัญประจำหน่วย



ตอนที่ 1

1. เซลล์ควบคุมคุณภาพโดยการลำเลียงสารชนิดต่าง ๆ เข้าและออกจากเซลล์ผ่านทางเยื่อหุ้มเซลล์
2. การแพร่เป็นการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูงไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำกว่าจนเกิดภาวะสมดุลของการแพร่
3. การออสโมซิสเป็นการแพร่ของน้ำจากบริเวณที่มีน้ำปริมาณมากไปสู่บริเวณที่มีปริมาณน้ำน้อย
4. สารที่ไม่สามารถลำเลียงผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ด้วยการแพร่จะถูกลำเลียงโดยอาศัยโปรตีนตัวพา ได้แก่ การลำเลียงแบบฟาซิลิเทตและการลำเลียงแบบใช้พลังงาน
5. การลำเลียงแบบฟาซิลิเทตมีหลักการเกี่ยวกับการแพร่ ส่วนการลำเลียงแบบใช้พลังงานจะลำเลียงสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อยไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นมากโดยใช้พลังงานจาก ATP
6. การลำเลียงสารขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยอาศัยโปรตีนตัวพาได้ จะถูกลำเลียงด้วยวิธีการเอกโซไซโทซิสและเอนโดไซโทซิส



ตอนที่ 2

1. หน่วยไตของคนทำหน้าที่กรองของเสียในเลือดตรงบริเวณที่เรียกว่า เบาร์แมนแคปซูล ซึ่งของเสียเหล่านี้จะถูกกำจัดออกมาพร้อมปัสสาวะ
2. สารที่เป็นประโยชน์บางส่วนที่ถูกกรองผ่านเบาร์แมนแคปซูลจะถูกดูดเข้าสู่กระแสเลือดอีกครั้งที่ท่อหน่วยไต
3. ไตทำงานร่วมกับสมองส่วนไฮโปทาลามัสเพื่อรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย
4. ร่างกายหายใจออกเพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสในร่างกายสมดุล
5. หน่วยไตจะขับสารที่มีส่วนประกอบของไฮโดรเจนไอออน (H^+) และแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ออกจากเลือดและดูดกลับไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) เพื่อลดความเป็นกรดของเลือด
6. สมองส่วนไฮโปทาลามัสทำหน้าที่ควบคุมคุณภาพของน้ำและสารต่าง ๆ ในร่างกาย โดยกลั้่งต่อมใต้สมองให้กระตุ้นหรือยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน ADH เพื่อควบคุมปริมาณน้ำและสารต่าง ๆ ในร่างกายให้อยู่ในภาวะสมดุล
7. มนุษย์สามารถควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทำใหร่างกายสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ตามปกติ

**กิจกรรมประจำหน่วย****ทบทวนคำศัพท์และหลักการทางวิทยาศาสตร์**

1. การแพร่และออสโมซิสมีหลักการเหมือนหรือแตกต่างกันในลักษณะใด
2. ความเข้มข้นของสารละลายที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเซลล์มีอะไรบ้าง และแต่ละชนิดส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ลักษณะใด
3. ภายในหน่วยไตประกอบด้วยส่วนใดบ้าง และแต่ละส่วนทำหน้าที่อะไร
4. สารที่ตรวจพบและไม่ควรตรวจพบในปัสสาวะของมนุษย์มีอะไรบ้าง
5. การควบคุมคุณภาพของกรด-เบสในร่างกายเป็นการควบคุมสารใดในร่างกาย เพราะอะไร
6. อาการชนลูกเมื่ออากาศหนาวเกิดขึ้นได้อย่างไร

**ทักษะสร้างเสริมความเข้าใจที่คงทน**

1. ถ้าน้ำหรือสภาพแวดล้อมรอบ ๆ เซลล์พืชและเซลล์สัตว์เกิดการเปลี่ยนแปลง จะส่งผลต่อเซลล์และกระบวนการออสโมซิสของเซลล์ในลักษณะใด
2. น้ำ กลูโคส และโปรตีน สามารถนำเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีการใด
3. ถ้าไฮโดรเจนไอออน (H^+) เข้มข้นเกินไป ร่างกายจะมีวิธีการปรับคุณภาพด้วยวิธีการใด
4. ถ้าร่างกายขับเหงื่อออกมามากจะเกิดผลดีและผลเสียต่อร่างกายอย่างไร
5. กลไกการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของอวัยวะใด และมีกระบวนการทำงานอย่างไร

**การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน**

1. การตรวจพบกลูโคสหรือกรดแอมิโนในปัสสาวะแสดงถึงความผิดปกติของไตได้เพราะเหตุใด
2. การรับประทานอาหารชนิดใดจะทำให้เซลล์ในไตสูญเสียน้ำออกมามากกว่าการดูดซึมน้ำ
3. หลังจากเล่นกีฬาหรือทำงานหนักไม่ควรดื่มน้ำอัดลมเพราะเหตุใด



บทความชวนคิด



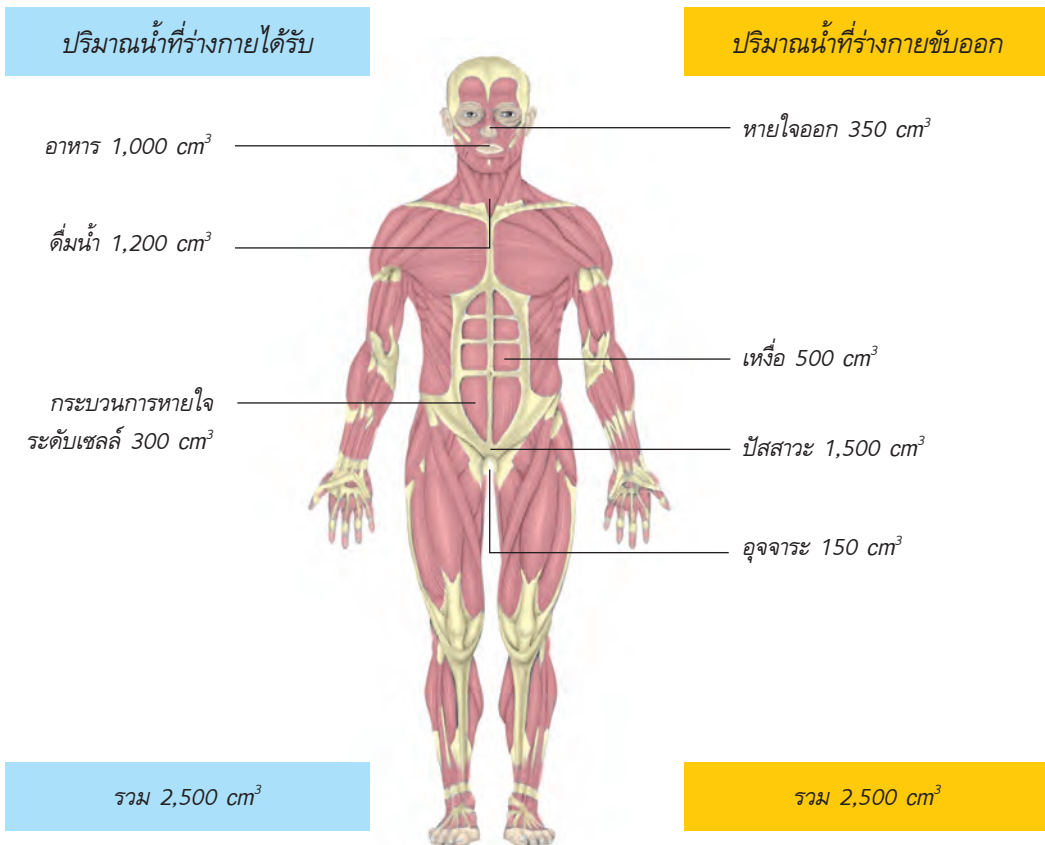
คำชี้แจง อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม



การควบคุมดุลยภาพของน้ำ



น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต น้ำช่วยรักษาความชุ่มชื้นของเซลล์ในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย กำจัดของเสียออกจากร่างกาย และลดอาการท้องผูก ประโยชน์ของน้ำยังมีอีกมากมาย แต่เมื่อร่างกายได้รับน้ำเข้าไปแล้ว ร่างกายจะควบคุมดุลยภาพของน้ำด้วยการขับออก ซึ่งในปัสสาวะที่ขับออกมาพบว่า 95 เปอร์เซ็นต์เป็นน้ำ 2.5 เปอร์เซ็นต์เป็นยูเรีย และอีก 2.5 เปอร์เซ็นต์เป็นสารชนิดอื่น ๆ จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ร่างกายรับเข้าและขับออกของผู้ใหญ่ใน 1 วัน เป็นดังรูป



รูปที่ 1.23 ปริมาณน้ำที่ร่างกายได้รับและปริมาณที่ร่างกายขับออก



คำถามที่ 1: การควบคุมดุลยภาพของน้ำ

ข้อมูลจากบทความสนับสนุนข้อความใดต่อไปนี้

1. ร่างกายรับน้ำเข้าสู่ร่างกายในรูปของของเหลวเท่านั้น
2. ร่างกายรับน้ำเข้าและขับน้ำออกในปริมาณที่เท่ากัน
3. ร่างกายรับน้ำเข้าสู่ร่างกายเพียงวันละ 2,200 ลบ.ซม.
4. ร่างกายรับน้ำเข้าและขับน้ำออกไม่เกินวันละ 2,500 ลบ.ซม.

คำถามที่ 2: การควบคุมดุลยภาพของน้ำ

จากบทความบรรทัดที่ 2 คำว่า ของเสีย หมายถึงสารใด

1. น้ำ
2. กลูโคส
3. กรดแอมิโน
4. โซเดียมไอออน

คำถามที่ 3: การควบคุมดุลยภาพของน้ำ

ข้อใดไม่ใช่ความสำคัญของน้ำที่ช่วยในการควบคุมดุลยภาพของร่างกาย

1. ลดอาการท้องผูก
2. ช่วยให้การขับเหงื่อลดลง
3. รักษาความชุ่มชื้นของเซลล์
4. ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

**คำถามที่ 4: การควบคุมคุณภาพของน้ำ**

95 เปอร์เซ็นต์ของปัสสาวะที่ขับออกมาเป็นสารชนิดใด

1. น้ำ
2. ยูเรีย
3. กลูโคส
4. โปรตีน

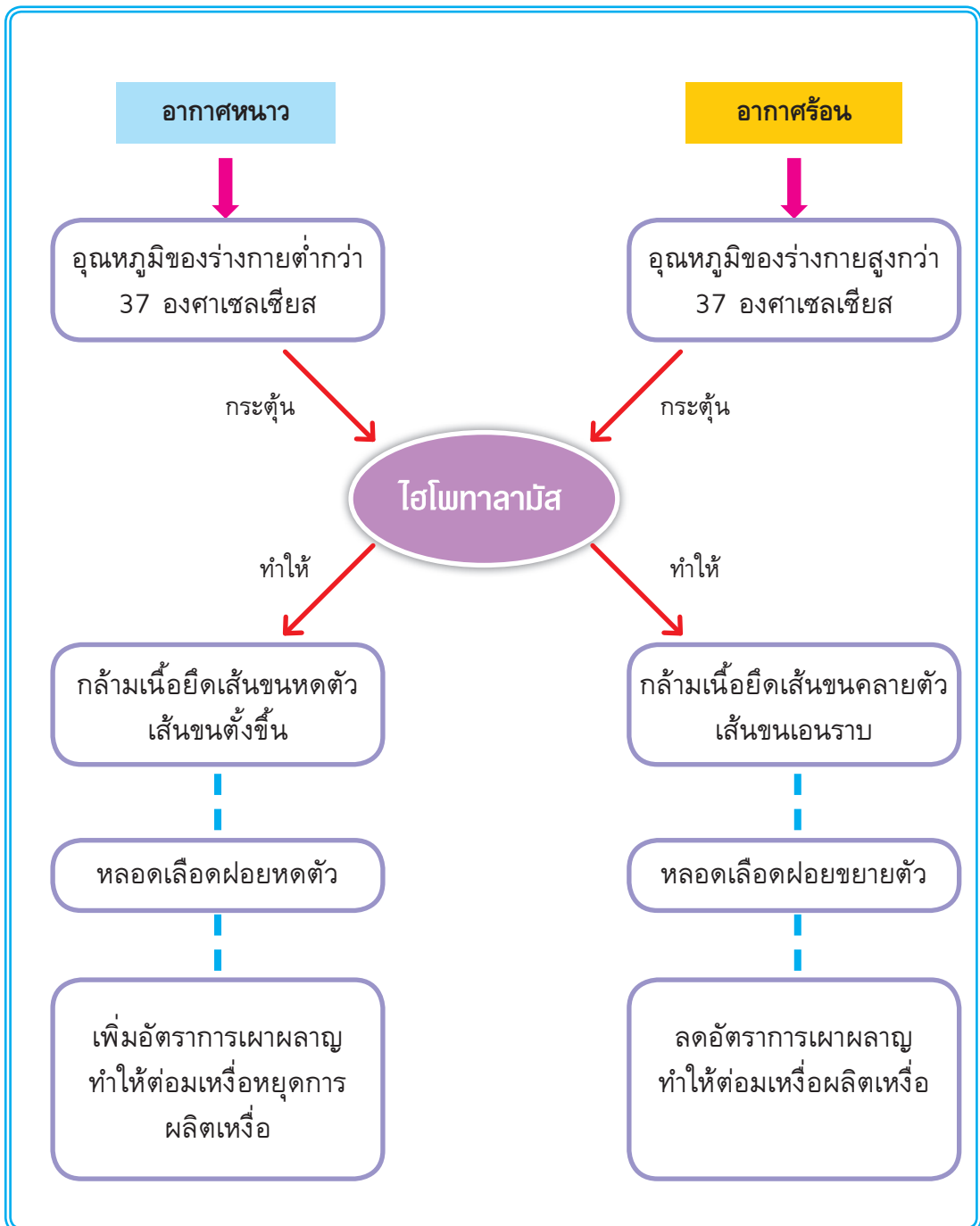
คำถามที่ 5: การควบคุมคุณภาพของน้ำ

ในปัสสาวะที่ขับออกมาสามารถพบยูเรียได้กี่เปอร์เซ็นต์

1. 2 เปอร์เซ็นต์
2. 2.5 เปอร์เซ็นต์
3. 4.5 เปอร์เซ็นต์
4. 95 เปอร์เซ็นต์



การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย





คำถามที่ 1: การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย

ศูนย์การควบคุมอุณหภูมิในร่างกายอยู่ที่สมองส่วนใด

1. ซีรีรัม
2. ซีรีเบลลัม
3. ทาลามัส
4. ไฮโปทาลามัส

คำถามที่ 2: การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย

ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการปรับสมดุลของอุณหภูมิในร่างกาย เมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูงกว่า

37 องศาเซลเซียส

1. เส้นขนเอนราบ
2. เส้นเลือดฝอยหดตัว
3. กระตุ้นไฮโปทาลามัส
4. ต่อมเหงื่อผลิตเหงื่อลดลง

คำถามที่ 3: การควบคุมคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกาย

ในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ สมองส่วนไฮโปทาลามัสมีการสั่งการไปยังอวัยวะใดบ้าง

1. หลอดเลือด ต่อมเหงื่อ หนังกำพรั่ว
2. ต่อมเหงื่อ หนังกำพรั่ว กล้ามเนื้อยึดเส้นขน
3. หนังกำพรั่ว หลอดเลือด กล้ามเนื้อยึดเส้นขน
4. หลอดเลือด ต่อมเหงื่อ กล้ามเนื้อยึดเส้นขน