

ชุดที่ 2

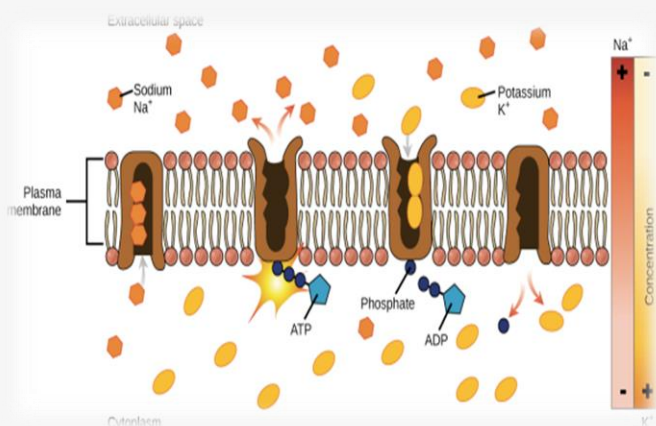
การลำเลียงสารผ่านเซลล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชา ชีววิทยามัธยมศึกษา

รหัสวิชา 30103



จัดทำโดย

นางสาวศิริพร ชูกระโทก

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนนครบุรี อำเภอนครบุรี จังหวัดนครราชสีมา

สำนักการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย



คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว30103 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 ชุด เวลา 18 ชั่วโมง ดังนี้

ชุดที่ 1 การศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

ชุดที่ 2 การลำเลียงสารผ่านเซลล์

ชุดที่ 3 การรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในพืช

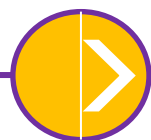
ชุดที่ 4 การรักษาคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และกรด-เบส ในร่างกายมนุษย์

ชุดที่ 5 การรักษาคุณภาพของน้ำ และแร่ธาตุในสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

ชุดที่ 6 การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิในร่างกายสิ่งมีชีวิต

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) มีขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นลำดับ คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจค้นหา ขั้นอธิบาย ขยายความรู้ ขั้นประเมินผล และขั้นนำความรู้ไปใช้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยอำนวยความสะดวกตลอดจนติดตามผลอย่างใกล้ชิด

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว30103 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ จะเกิดประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูผู้สอน ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้เป็นอย่างดี

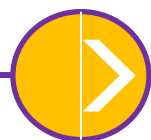




สารบัญ



เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๗
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู	1
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	2
ผังมโนทัศน์การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	3
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด / สาระสำคัญ	4
จุดประสงค์การเรียนรู้	5
บัตรบันทึกคะแนนชุดที่ 2	6
บัตรแบบทดสอบก่อนเรียน	7
บัตรคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน	9
ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม	10
บัตรกิจกรรมที่ 2.1 ทบทวนสิ่งที่ฉันรู้	10
ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ	11
บัตรกิจกรรมที่ 2.2 คำถามชวนคิด	11
ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา	12
บัตรกิจกรรมที่ 2.3 ห้องทดลอง	12
บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 2.3 การลำเลียงสารผ่านเซลล์	14
ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย	17
บัตรความรู้ที่ 2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์	17
บัตรงานที่ 2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์	22
บัตรความรู้ที่ 2.2 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์	23
บัตรงานที่ 2.2 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์	25

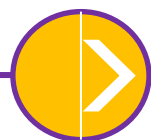




สารบัญ (ต่อ)



เรื่อง	หน้า
บัตรความรู้ที่ 2.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์	26
บัตรงานที่ 2.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์	31
ขั้นที่ 5 ขยายความรู้	32
บัตรกิจกรรมที่ 2.4 คิดได้ อธิบายเป็น	32
ขั้นที่ 6 ขันประเมินผล	33
บัตรกิจกรรมที่ 2.5 แผนผังความคิด	33
ขั้นที่ 7 ขันนำความรู้ไปใช้	34
บัตรกิจกรรมที่ 2.6 ลองคิด ลองทำดู	34
บัตรแบบทดสอบหลังเรียน	35
ภาคผนวก	37
เฉลยบัตรคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน	38
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.1 ทบทวนสิ่งที่ฉันรู้	39
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.2 คำถามชวนคิด	40
เฉลยบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 2.3 การลำเลียงสารผ่านเซลล์	41
เฉลยบัตรงานที่ 2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เซลล์	44
เฉลยบัตรงานที่ 2.2 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์	45
เฉลยบัตรงานที่ 2.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์	46
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.4 คิดได้ อธิบายเป็น	47
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.5 แผนผังความคิด	48
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.6 ลองคิด ลองทำดู	49
เกณฑ์การประเมินผลคะแนนกิจกรรม	50
การแปรผลคะแนนชุดกิจกรรม	51
บรรณานุกรม	57





คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู



การจัดกิจกรรมมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้และมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว30103 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 2 การลำเลียงสารผ่านเซลล์ ใช้เวลาในการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง
2. เตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เพียงพอตามจำนวนนักเรียน เตรียมวัสดุ สิ่งของ และอุปกรณ์ที่ระบุไว้ให้ครบและเพียงพอในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. ครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง แนะนำขั้นตอนในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และเกณฑ์ในการประเมินผล
4. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียน กลุ่มละ 4-6 คน จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับนักเรียนในชั้นเรียน โดยคณะนักเรียนในกลุ่มเป็น 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน เมื่อทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้จัดห้องทำการสอบรายบุคคล
5. ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูคอยให้คำแนะนำ สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และประเมินผลการทำกิจกรรมแล้วบันทึกผล
6. ครูตรวจทานคะแนนของการทำกิจกรรมขั้นที่ 1-7 ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ตรวจทานคะแนนบัตรแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียนของนักเรียน
7. ครูแจ้งให้นักเรียนบันทึกผลคะแนนกิจกรรมขั้นที่ 1-7 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนลงในบัตรบันทึกคะแนน
8. ครูแจ้งผลการประเมินให้นักเรียนทราบว่าคนใดบ้างที่ผ่านเกณฑ์การประเมิน และคนใดไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน เพื่อให้นักเรียนรู้แนวทางในการปฏิบัติต่อไป





คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน



การทำกิจกรรมนักเรียนควรมีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและตั้งใจปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นักเรียนฟังคำชี้แจงจากครูผู้สอน อ่านคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) สำหรับนักเรียน ศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด / สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม
2. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ตามที่ครูแจกให้
3. นักเรียนทำกิจกรรมทั้ง 7 ชั้น ตามที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ให้ครบถ้วน หากมีข้อสงสัยขณะทำกิจกรรมให้ปรึกษาครูผู้สอนทันที
4. นักเรียนตรวจคำตอบของกิจกรรมทั้ง 7 ชั้น ตามเฉลยท้ายเล่มในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) และส่งให้ครูผู้สอนตรวจความถูกต้องอีกครั้ง
5. นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบหลังเรียนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) เมื่อทำเสร็จแล้วให้ตรวจคำตอบตามเฉลยท้ายเล่ม
6. นักเรียนร่วมกันสรุปคะแนนการทำกิจกรรมทั้ง 7 ชั้น ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนลงในใบตรบันทึกคะแนน ถ้าได้คะแนนรวมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมทั้งหมด จึงจะผ่านเกณฑ์การประเมิน ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ให้นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมซ้ำอีกครั้ง





ผังมโนทัศน์การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้



ศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E)



ศึกษาสาระการเรียนรู้ / มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด / สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้



ทำบัตรแบบทดสอบก่อนเรียน



ดำเนินการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E)



ผ่านเกณฑ์



ทำบัตรแบบทดสอบหลังเรียน



ไม่ผ่านเกณฑ์



ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (7E) ชุดที่ 3





สาระ และ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/สาระสำคัญ



สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต



มาตรฐาน ว1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด ว1.1 ม.4 - 6/1 ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

สาระสำคัญ



การลำเลียงสารผ่านเซลล์

ในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต จำเป็นต้องรับสารที่มีประโยชน์เข้าสู่เซลล์ และกำจัดสารที่ไม่มีประโยชน์ออกจากเซลล์ สารต่างๆ จะลำเลียงเข้าและออกจากเซลล์ได้ด้วยการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ จะใช้การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน และแบบไม่ใช้พลังงาน ซึ่งแบบไม่ใช้พลังงานจะใช้วิธีการลำเลียงสารด้วยการแพร่แบบธรรมดา การออสโมซิส และการแพร่แบบฟาซิลิเทต

การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์ จะใช้การลำเลียงสารแบบเอกไซโทไซซิส และแบบเอนโดไซโทไซซิส ซึ่งแบบเอนโดไซโทไซซิส จะใช้วิธีการลำเลียงสารด้วยวิธีฟาโกไซโทไซซิส พิโนไซโทไซซิส และการนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ

การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะเกิดขึ้นภายในเซลล์เพียงหนึ่งเซลล์ แต่สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ต้องอาศัยการทำงานประสานกันของเซลล์จำนวนมาก เพื่อรักษาสภาพเซลล์ให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต





จุดประสงค์การเรียนรู้



จุดประสงค์การเรียนรู้



ด้านความรู้ (Knowledge)

1. อธิบายหลักการและวิธีการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้
2. เปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงานกับแบบใช้พลังงานได้
3. อธิบายหลักการและวิธีการลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

แบบเอกไซโทไซซิส และแบบเอนโดไซโทไซซิสได้

4. เปรียบเทียบการลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์แบบเอกไซโทไซซิส และแบบเอนโดไซโทไซซิสได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

1. ทดลอง สังเกต และบันทึกผลเกี่ยวกับการลำเลียงสารผ่านเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้
2. เขียนเปรียบเทียบการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แบบไม่ใช้พลังงานกับแบบใช้พลังงานได้
3. เขียนเปรียบเทียบการลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์แบบเอกไซโทไซซิส และแบบเอนโดไซโทไซซิสได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

1. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน
2. มีวินัย ใฝ่เรียนรู้
3. มีความซื่อสัตย์
4. มีจิตวิทยาศาสตร์





บัตรบันทึกคะแนน ชุดที่ 2



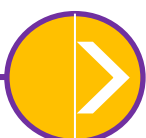
คำชี้แจง : ให้นักเรียนบันทึกคะแนนลงในช่องคะแนนหลังจากทำกิจกรรมครบทุกกิจกรรม

กิจกรรม	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
แบบทดสอบก่อนเรียน	10	
บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 2.3	10	
บัตรงานที่ 2.1	5	
บัตรงานที่ 2.2	5	
บัตรงานที่ 2.3	5	
บัตรกิจกรรมที่ 2.4	5	
บัตรกิจกรรมที่ 2.5	10	
บัตรกิจกรรมที่ 2.6	5	
แบบทดสอบหลังเรียน	10	
รวมคะแนน	65	

เกณฑ์การประเมินกิจกรรมและแบบทดสอบ

ผ่าน = ได้คะแนนรวมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมทั้งหมด

ไม่ผ่าน = ได้คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนรวมทั้งหมด



เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์



บัตรแบบทดสอบก่อนเรียน



เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว30103

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

เวลา 10 นาที

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการแพร่

- ก. การออสโมซิสเป็นการแพร่ของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์
- ข. สารจะแพร่จากบริเวณที่มีอนุภาคของสารมากไปสู่บริเวณที่มีอนุภาคของสารน้อยกว่า
- ค. สารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยจะแพร่ไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นมาก
- ง. สารที่เป็นของแข็งจะแพร่ในของเหลวได้ถ้าของแข็งละลายได้ในของเหลว

2. เมื่อนำสาหร่ายแช่ลงในน้ำประปา พบว่าเซลล์ของสาหร่ายจะเต่งขึ้นมาเนื่องจากเกิดกระบวนการใด

- ก. การแพร่แบบธรรมดา
- ข. การออสโมซิส
- ค. การแพร่แบบฟาซิลิเทต
- ง. การลำเลียงแบบใช้พลังงาน

3. การแพร่แบบฟาซิลิเทต สัมพันธ์กับข้อใด

- ก. เป็นการลำเลียงสารที่ต้องใช้พลังงาน
- ข. มีโปรตีนแทรกอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์
- ค. ลำเลียงสารที่มีโมเลกุลเล็กๆ และไม่มีประจุไฟฟ้าได้รวดเร็วว่าการแพร่แบบธรรมดา
- ง. เป็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง

4. การลำเลียงสารในข้อใดแตกต่างจากพวก

- ก. การออสโมซิส
- ข. การแพร่แบบธรรมดา
- ค. การแพร่แบบฟาซิลิเทต
- ง. การลำเลียงแบบใช้พลังงาน



นักเรียนต้องตั้งใจทำข้อสอบ
และมีความซื่อสัตย์ต่อตนเองนะคะ

จัดทำโดย

นางสาวศิริพร ชูกระโทก



5. ข้อใดเป็นลักษณะที่เหมือนกันระหว่างการลำเลียงสารแบบใช้พลังงานกับการแพร่แบบฟาซิลิตेट

- ก. ต้องใช้โปรตีนเป็นตัวพา
- ข. เป็นการลำเลียงเฉพาะตัวทำละลาย
- ค. ใช้พลังงานจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในการลำเลียงสาร
- ง. ทิศทางการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีสารมากไปยังบริเวณที่มีสารน้อยผ่านเยื่อเลือกผ่าน

6. การนำสารเข้าสู่เซลล์แบบฟิโนไซโทซิสมีกลไกอย่างไร

- ก. มีตัวพาบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์เพื่อนำสารโมเลกุลใหญ่เข้าไปในไซโทพลาซึมของเซลล์
- ข. ยื่นเยื่อหุ้มเซลล์โอบล้อมอาหารให้กลายเป็นถุง แล้วหลุดเข้าไปในไซโทพลาซึมของเซลล์
- ค. โมเลกุลของสารมาเกาะติดกับเยื่อหุ้มเซลล์ แล้วหลุดเข้าไปในไซโทพลาซึมของเซลล์
- ง. การนำอนุภาคของสารที่อยู่ในรูปของสารละลายเข้าสู่เซลล์ โดยการทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เว้าเข้าไปในไซโทพลาซึม

7. กระบวนการเอกไซโทซิสเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในข้อใด

- ก. การทำลายเชื้อโรคของเม็ดเลือดขาว
- ข. การนำอนุภาคน้ำขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์ของอะมีบา
- ค. การขับเกลือแร่ส่วนเกินออกทางเหงือกของปลาทะเล
- ง. การหลั่งเอนไซม์ย่อยอาหารออกมาจากเยื่อพิวลาไส้เล็ก

8. ข้อใดเป็นการนำสารเข้าสู่เซลล์ โดยอาศัยตัวรับบนเยื่อหุ้มเซลล์

- ก. การนำคอเลสเตอรอลเข้าสู่เซลล์ตับ
- ข. การนำสารเข้าสู่เซลล์ที่หน่วยไต
- ค. การดูดซึมกรดอะมิโนที่ลำไส้เล็ก
- ง. การดูดธาตุอาหารเข้าสู่รากพืช

9. ความสัมพันธ์ในข้อใดถูกต้อง

- ก. ฟิโนไซโทซิส : การนำของแข็งเข้าสู่เซลล์
- ข. ฟาโกไซโทซิส : การนำของเหลวเข้าสู่เซลล์
- ค. เอนโดไซโทซิส : การนำสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์
- ง. เอกไซโทซิส : การนำสารขนาดเล็กเข้าสู่เซลล์

10. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับเอนโดไซโทซิสกับเอกไซโทซิสได้ถูกต้องตามลำดับ

- ก. ลำเลียงสารขนาดเล็กเข้าสู่เซลล์ กับ ลำเลียงสารขนาดเล็กออกจากเซลล์
- ข. ลำเลียงสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์ กับ ลำเลียงสารขนาดใหญ่ออกจากเซลล์
- ค. ลำเลียงสารขนาดเล็กเข้าสู่เซลล์ กับ ลำเลียงสารขนาดใหญ่ออกจากเซลล์
- ง. ลำเลียงสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์ กับ ลำเลียงสารขนาดเล็กออกจากเซลล์



เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์



บัตรคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน



เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว30103

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

เวลา 10 นาที

ชื่อ ชั้น เลขที่

ทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ทดสอบหลังเรียน

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

คะแนน	ก่อนเรียน	คะแนน	หลังเรียน
เต็ม	10	เต็ม	10
ได้		ได้	

จัดทำโดย

นางสาวศิริพร อุกระโทก



ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม

เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์



กิจกรรมที่ 2.1 ทบทวนสิ่งที่ฉันรู้



คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ “การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ มีความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต”

ข้อสรุปการอภิปราย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เด็กๆ ทราบหรือไม่ว่าสิ่งมีชีวิตลำเลียงสารเข้า
และออกจากเซลล์ได้อย่างไร



ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความสนใจ

เรื่อง การดำรงชีพผ่านเซลล์



กิจกรรมที่ 2.2 คำถามชวนคิด



คำชี้แจง : ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์ภาพ แล้วอภิปรายการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น เพื่อตอบคำถามต่อไปนี้



ภาพ การทดลองแช่ผักกาดขาวในน้ำผสมสีผสมอาหาร

ที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/609870>

จากภาพ เป็นการทดลองนำผักกาดขาวแช่ในน้ำผสมสีผสมอาหาร เมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เรียกว่าอะไร

.....

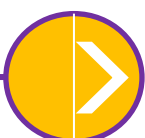
.....

.....

.....

.....

.....



ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา

เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์



บัตรกิจกรรมที่ 2.3 ห้องทดลอง



กิจกรรมการทดลอง เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์



คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้ (10 คะแนน)

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทดลองและสังเกตเกี่ยวกับการแพร่ของสารได้
2. ทดลองและสังเกตเกี่ยวกับการออสโมซิสได้

ตอนที่ 1 การแพร่ของด่างทับทิมในน้ำ



วัสดุอุปกรณ์

1. ด่างทับทิม (โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต)
2. บีกเกอร์ ขนาด 100 ml
3. น้ำเปล่า

วิธีการทดลอง

1. เตรียมบีกเกอร์ 2 ใบ ใส่น้ำเปล่าใบละ 50 ml
2. ตักเกล็ดด่างทับทิม 2-3 เกล็ด เทลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง
3. นำบีกเกอร์ใบที่ 2 ที่ใส่น้ำเปล่า มาเปรียบเทียบกับใบที่ 1 สังเกตความแตกต่างของบีกเกอร์ทั้ง 2 ใบ แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง





ตอนที่ 2 การออสโมซิสของน้ำผ่านเยื่อหุ้มของเซลล์ไข่ไก่

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ไข่ไก่
2. หลอดพลาสติกใส
3. เทียนไข (หรือดินน้ำมันก็ได้)
4. บีกเกอร์ ขนาด 50 ml
5. น้ำเปล่า
6. มีดคัตเตอร์

วิธีการทดลอง

1. นำไข่ไก่มา 1 ฟอง แล้วใช้มีดบรรทัด/มีดคัตเตอร์ กะเทาะเปลือกไข่ไก่ด้านป้านหรือด้านมนออก ให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางของเยื่อหุ้มเซลล์ไข่ (ส่วนที่เป็นสีขาวหุ้มของเหลวภายในไข่ไก่เอาไว้) ประมาณ 1 เซนติเมตร (อาจมากกว่าได้)
 2. เจาะเปลือกไข่ไก่ด้านแหลมให้มีขนาดเท่าหลอดพลาสติกใส
 3. หลังจากนั้นให้ใส่หลอดพลาสติกใสที่เตรียมไว้ในช่องไข่ไก่ด้านแหลมที่เราเจาะไว้
- เมื่อสักครู่
4. หยอดเทียนไขให้รอบหลอดพลาสติกที่ใส่ในไข่ไก่ เพื่อยึดหลอดพลาสติกใสให้ติดกับเปลือกไข่ไก่ และเพื่อปิดช่องว่างอื่นที่สามารถทำให้ของเหลวในไข่ไก่ออกมาได้
 5. ใส่น้ำให้เต็มบีกเกอร์ที่เราเตรียมไว้ นำไข่ที่เตรียมไว้ข้างต้นมาวางบนบีกเกอร์ โดยให้ด้านที่มีเยื่อหุ้มเซลล์ติดอยู่วางลงในปากบีกเกอร์
 6. สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผลการทดลอง





บัตรบันทึกกิจกรรมที่ 2.3 การลำเลียงสารผ่านเซลล์

คะแนน

.....

กลุ่มที่ ชื่อกลุ่ม

สมาชิกกลุ่ม

- | | |
|---------|---------|
| 1. | 4. |
| 2. | 5. |
| 3. | 6. |

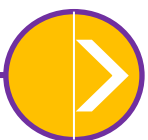
บันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1



ตารางบันทึกผลการทดลองการแพร่ของต่างทับทิมในน้ำ

บิกเกอร์ที่	ผลการสังเกต	ภาพการทดลอง
1		
2		



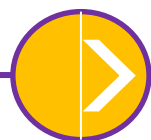
ตอนที่ 2



ตารางบันทึกผลการทดลองการออสโมซิสของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ไข่ไก่

ลำดับที่	เวลา	ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
1	เริ่มต้น	
2	5 นาที	
3	10 นาที	
4	20 นาที	
5	30 นาที	
6	60 นาที	

ภาพการทดลองการออสโมซิสของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ไข่ไก่



คำถามเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง



1. เมื่อเทเกล็ดด่างทับทิมลงในน้ำที่อยู่ในบีกเกอร์ใบที่ 1 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

2. เมื่อเวลาผ่านไปเรื่อยๆ สีของด่างทับทิมที่อยู่ในน้ำ บีกเกอร์ใบที่ 1 จะเป็นอย่างไร

.....

3. เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ไข่ที่แช่อยู่ในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

4. เมื่อเวลาผ่านไปเรื่อยๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรที่หลอดพลาสติก

.....

.....

สรุปผลการทดลอง



.....

.....

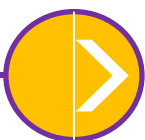
.....

.....

.....

.....

.....



ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย

เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์



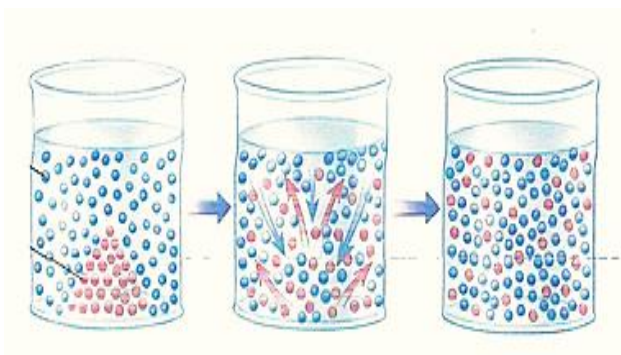
บัตรความรู้ที่ 2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์



สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้เนื่องจากสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกเซลล์มีความเหมาะสม กล่าวคือ เมื่อเซลล์ได้รับสารที่ต้องการ เช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและแร่ธาตุต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอกก็จะมีกระบวนการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เซลล์จึงมีกระบวนการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่านยอมให้สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กผ่านเข้าออกได้อย่างอิสระ แต่สารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ต้องมีกลไกบางประการจึงจะเคลื่อนที่ผ่านเข้าหรือออกจากเซลล์ได้ การลำเลียงสารผ่านเซลล์มี 2 แบบ คือ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ และ การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

1. การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นการลำเลียงสารที่มีอนุภาคขนาดเล็ก แบ่งออกเป็น การลำเลียงแบบไม่ใช้พลังงาน และการลำเลียงแบบใช้พลังงาน

1.1 การลำเลียงสารแบบไม่ใช้พลังงาน (Passive transport) เซลล์มีการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดย การแพร่แบบธรรมดา (Simple diffusion) การแพร่แบบฟาซิลิเทต (Facilitated diffusion) และการแพร่ของน้ำ เรียกว่า การออสโมซิส (Osmosis)



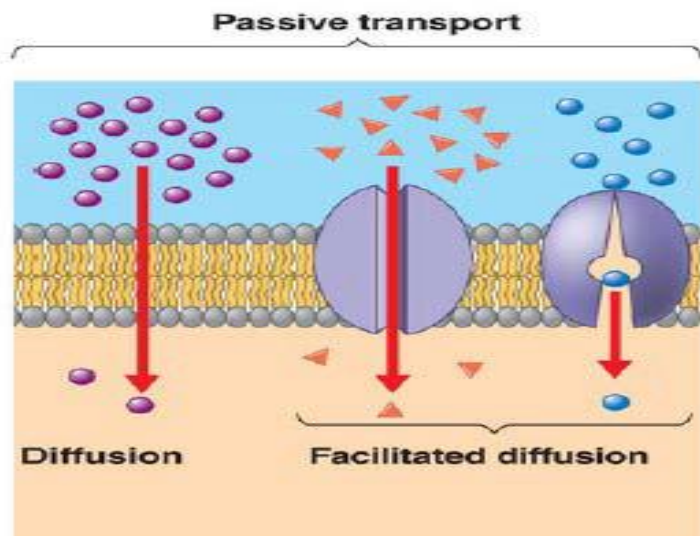
ภาพ การแพร่แบบธรรมดา

ที่มา : <http://www.thaigoodview.com/node/32208>

การแพร่แบบธรรมดา (Simple diffusion) เป็นการเคลื่อนที่อนุภาคของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำจนทั้ง 2 บริเวณมีความเข้มข้นเท่ากัน สารที่มีขนาดเล็กและละลายในไขมันได้ดี และไม่มีขั้วจะมีอัตราการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้สูง เช่น การแพร่ของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน รวมทั้งวิตามิน A D E K ที่ละลายในไขมันด้วย



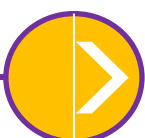
การแพร่แบบฟาซิลิเทต (Facilitated diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ของสารที่ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรง ต้องเคลื่อนที่ผ่านโปรตีนตัวพา (Carrier protein) ที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ ตัวพาจะจับกับสารที่ถูกลำเลียงแล้วพาผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เมื่อผ่านไปแล้วยังสลายตัวปล่อยสารที่ลำเลียงไว้ แล้วตัวพาก็กลับมาทำหน้าที่ลำเลียงสารใหม่ การลำเลียงวิธีนี้ไม่ต้องใช้พลังงาน และมีอัตราการแพร่เร็วกว่าการแพร่แบบธรรมดาหลายเท่าตัว ตัวอย่างเช่น การลำเลียงไอออนต่างๆ การลำเลียงกลีเซอรอล กลูโคส และกรดอะมิโน เป็นต้น

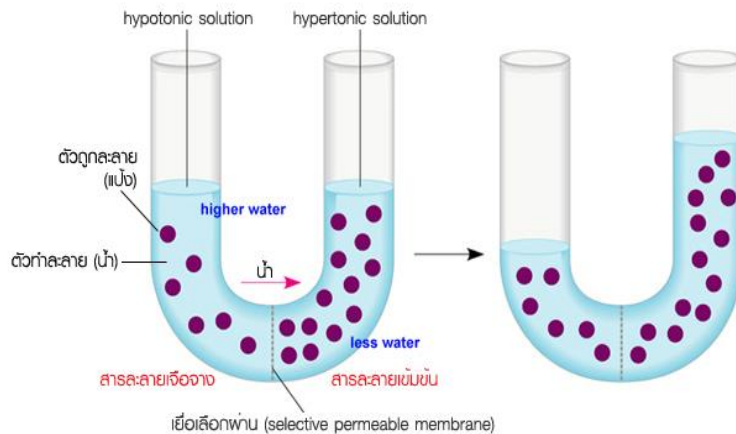


ภาพ เปรียบเทียบการแพร่แบบ Simple Diffusion กับ การแพร่แบบ Facilitate Diffusion

ที่มา : http://www.digitalschool.club/digitalschool/science1_2_2/science2_2/biology2_2.php

การออสโมซิส (Osmosis) คือ การเคลื่อนที่ของน้ำหรือการแพร่ของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำ (น้ำมาก) ไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูงกว่า (น้ำน้อย) ปกติการแพร่ของน้ำจะเกิดทั้งสองทิศทาง คือ ทั้งบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำ และบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูง หรือกล่าวได้ว่า การออสโมซิสเป็นการแพร่ของน้ำจากบริเวณที่มีน้ำมากเข้าสู่บริเวณที่มีน้ำน้อยกว่า โดยผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือเยื่อเลือกผ่าน





ภาพ การทดลองการออสโมซิสของสาร

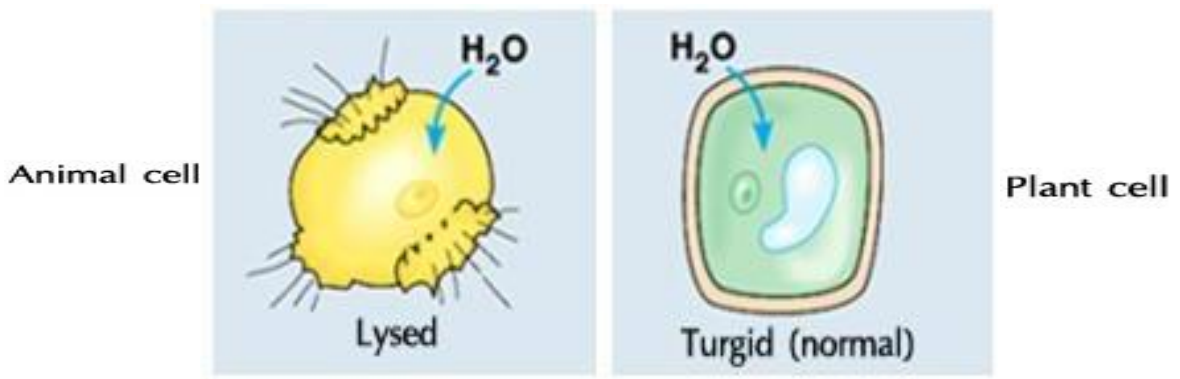
ที่มา : <https://anisahcheana.wordpress.com/2015/11/29/การออสโมซิส-osmosis>

การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ในสารละลายที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน



1. สารละลายไฮโปโทนิก (Hypotonic Solution) เป็นสารละลายมีความเข้มข้นน้อยกว่าของเหลวภายในเซลล์ คือ สารละลายมีน้ำมากกว่าภายในเซลล์ น้ำจึงออสโมซิสเข้าไปภายในเซลล์ เรียกว่า Plasmoptysis ทำให้เกิดแรงดันเต่ง (Turgor pressure) ดันให้เซลล์โป่งออกจนเซลล์แตกในที่สุด แต่ถ้าในเซลล์พืชจะไม่แตกเพราะมีผนังเซลล์กันไว้

Hypotonic solution



ภาพ เซลล์สัตว์ และเซลล์พืช ในสารละลาย Hypotonic Solution

ที่มา : <http://babakon1.blogspot.com>

2. สารละลายไอโซโทนิก (Isotonic Solution) เป็นสารละลายมีความเข้มข้นเท่ากับของเหลวภายในเซลล์ คือ สารละลายมีน้ำเท่าๆ กับภายในเซลล์ น้ำจึงเกิดการออสโมซิสเข้าและออกจากเซลล์เท่าๆ กัน ทำให้เซลล์คงสภาพอยู่ได้ การรักษาสภาพให้คงสภาพเดิมอยู่ได้จึงต้องอยู่ในสารละลายแบบนี้เท่านั้น

Isotonic solution

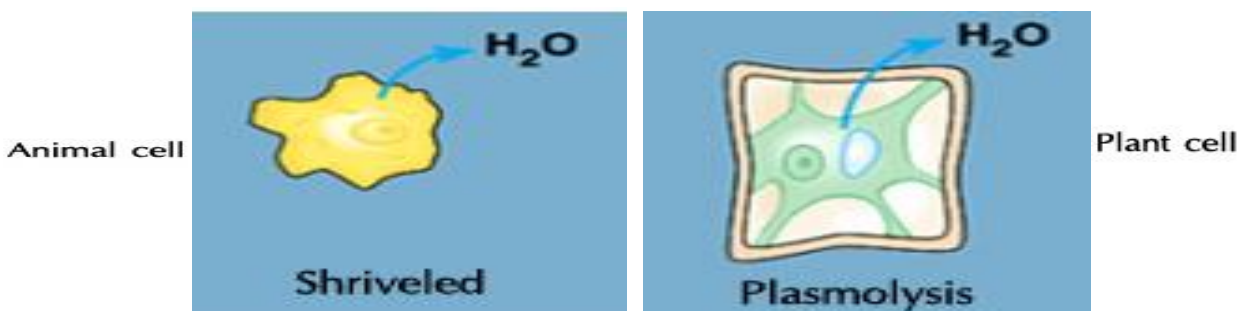


ภาพ เซลล์สัตว์และเซลล์พืช ในสารละลาย Isotonic Solution

ที่มา : <https://sufitya.wordpress.com/2015/10/18/88>

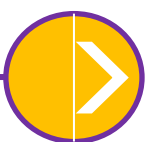
3. สารละลายไฮเพอร์โทนิก (Hypertonic Solution) เป็นสารละลายมีความเข้มข้นมากกว่าของเหลวภายในเซลล์ คือ สารละลายมีน้ำน้อยกว่าภายในเซลล์ น้ำจึงออสโมซิสออกนอกเซลล์ เรียกว่า Plasmolysis ทำให้เซลล์สูญเสียน้ำ และเหี่ยว

Hypertonic solution



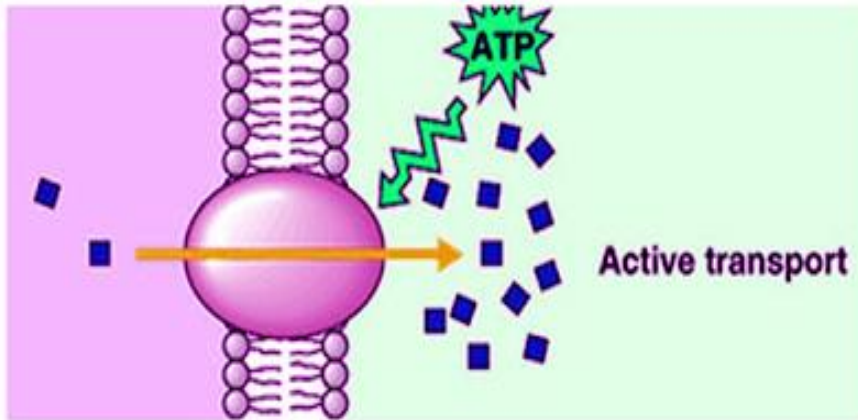
ภาพ เซลล์สัตว์ และเซลล์พืช ในสารละลาย Hypertonic Solution

ที่มา : <https://www.slideshare.net/KankamolKunrat/ss-31829660>



1.2 การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน หรือแอกทีฟทรานสปอร์ต (Active transport)

เป็นการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อยไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นมาก การขนส่งลักษณะนี้ต้องอาศัยพลังงานจากเซลล์ที่ได้จากการสลายสารอาหารที่เรียกว่า ATP อาศัยโปรตีนที่แทรกอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่เป็นตัวพาและลำเลียงเช่นเดียวกับการแพร่แบบฟาซิลิเทต แต่แตกต่างกันตรงที่เซลล์ต้องใช้พลังงานเพื่อเป็นแรงผลักดันในการลำเลียง ซึ่งมีทิศทางการลำเลียงตรงข้ามกับการแพร่แบบธรรมดา และการแพร่แบบฟาซิลิเทต ตัวอย่างเช่น การดูดธาตอาหารเข้าสู่รากพืช การดูดซึมสารอาหาร เช่น การดูดกลูโคสและกรดอะมิโนที่ลำไ้เล็ก การลำเลียงโซเดียม-โพแทสเซียม(Na-K) เข้าและออกจากเซลล์ประสาท เป็นต้น



ภาพ การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน (Active transport)

ที่มา : <https://sites.google.com/site/bunsitamoonson/home/main/yyy>



เพื่อนๆ คงทราบแล้วว่าสิ่งมีชีวิตมีการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ได้อย่างไร นอกจากการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แล้ว ยังมีวิธีลำเลียงแบบอื่นอีกหรือไม่





บัตรงานที่ 2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

คะแนน

.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. จงอธิบายเกี่ยวกับหลักการและวิธีการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ต่อไปนี้ (2 คะแนน)

1.1 การแพร่แบบธรรมดา คือ

.....

1.2 การออสโมซิส คือ

.....

1.3 การแพร่แบบฟาซิลิเทต คือ

.....

1.4 การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน คือ

.....

2. จงเปรียบเทียบวิธีการลำเลียงสารผ่านเซลล์แบบไม่ใช้พลังงาน และแบบใช้พลังงาน (3 คะแนน)

สิ่งเปรียบเทียบ	แบบไม่ใช้พลังงาน	แบบใช้พลังงาน
1. วิธีการลำเลียง และทิศทางการลำเลียง		
2. การใช้ และไม่ใช้ พลังงาน		
3. การอาศัยโปรตีน บนเยื่อหุ้มเซลล์		





บัตรความรู้ที่ 2.2

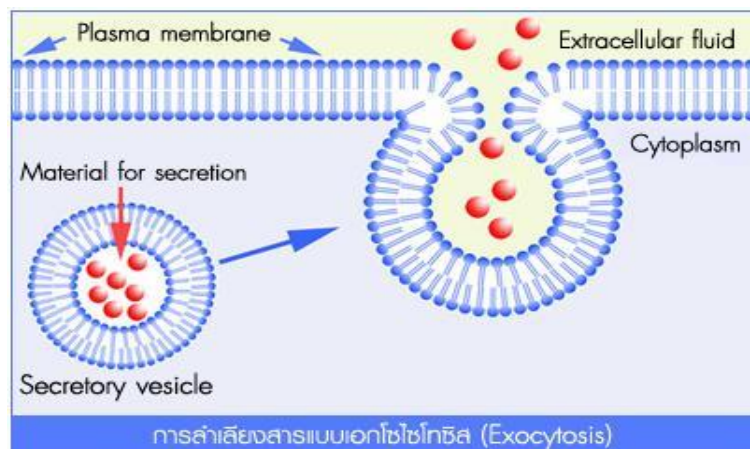
การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์



การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

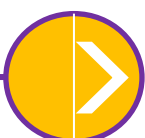
เป็นการลำเลียงสารโมเลกุลขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยตรงเข้าหรือออกจากเซลล์ โดยอาศัยการสร้างถุง หรือเวสิเคิลจากเยื่อหุ้มเซลล์ หรือออร์แกเนลล์ เยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์มีลิพิดเป็นองค์ประกอบทำให้เยื่อหุ้มสามารถคอดและหลุดออกเป็นเวสิเคิลหรือรวมตัวกับเยื่อหุ้มเวสิเคิลได้ จึงทำให้เยื่อหุ้มเซลล์สามารถล้อมรอบสารโมเลกุลขนาดใหญ่เพื่อลำเลียงเข้าและออกจากเซลล์ได้ การลำเลียงแบบนี้แบ่งเป็น 2 ชนิดตามทิศทางการลำเลียง คือ เอกไซโทซิส (Exocytosis) ใช้สำหรับการลำเลียงสารออกนอกเซลล์ และเอนโดไซโทซิส (Endocytosis) ใช้สำหรับการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์

1. เอกไซโทซิส (Exocytosis) เป็นการลำเลียงสารโมเลกุลขนาดใหญ่ออกจากเซลล์ สารที่จะถูกส่งออกไปนอกเซลล์บรรจุอยู่ในเวสิเคิล เมื่อเวสิเคิลรวมตัวกับเยื่อหุ้มเซลล์สารที่อยู่ภายในเวสิเคิลก็จะถูกปล่อยออกไปนอกเซลล์ โดยวิธีนี้พบได้ในหลายโอกาส เช่น การหลั่งเอนไซม์จากเยื่อบุผนังกระเพาะอาหาร การกำจัดของเสียที่ย่อยไม่ได้ออกจากเซลล์



ภาพ การลำเลียงสารออกนอกเซลล์แบบเอกไซโทซิส (Exocytosis)

ที่มา : http://www.digitalschool.club/digitalschool/science1_2_2



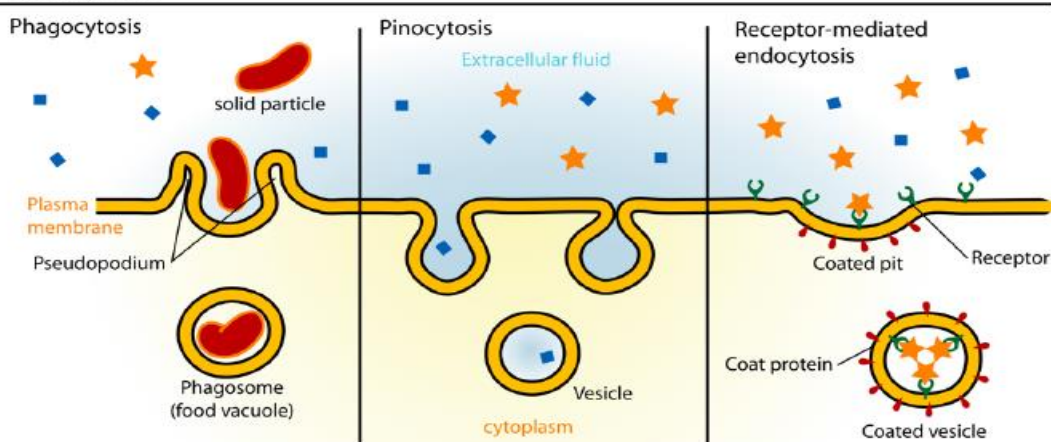
2. เอนโดไซโทซิส (Endocytosis) เป็นการลำเลียงสารตรงกันข้ามกับเอกไซโทซิส กล่าวคือ เป็นการลำเลียงสารขนาดใหญ่เข้าสู่เซลล์ แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

2.1 ฟาโกไซโทซิส (Phagocytosis) เป็นการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ที่พบได้ในเซลล์จำพวกอะมีบา และเซลล์เม็ดเลือดขาว โดยเซลล์สามารถยื่นไซโทพลาซึมออกมาล้อมอนุภาคของสารที่มีขนาดใหญ่ที่เป็นของแข็งก่อนที่จะนำเข้าสู่เซลล์ในรูปของเวสิเคิล เรียกอีกอย่างว่า การกินของเซลล์ (Cell eating)

2.2 พินไซโทซิส (Pinocytosis) เป็นการนำอนุภาคของสารที่อยู่ในรูปของสารละลายเข้าสู่เซลล์ โดยการทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เว้าเข้าไปในไซโทพลาซึมทีละน้อย จนกลายเป็นถุงเล็กๆ เมื่อเยื่อหุ้มเซลล์ปิดสนิทถุงนี้จะหลุดเข้าไปกลายเป็นเวสิเคิลอยู่ในไซโทพลาซึม เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การดื่มของเซลล์ (Cell drinking)

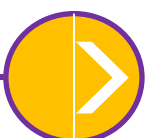
2.3 การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ (Receptor-mediated endocytosis) เป็นการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ที่เกิดขึ้นโดยมีโปรตีนตัวรับบนเยื่อหุ้มเซลล์ สารที่ถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์ด้วยวิธีนี้จะต้องมีความจำเพาะในการจับกับโปรตีนตัวรับที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์จึงจะสามารถนำสารเข้าสู่เซลล์ได้ หลังจากนั้นเยื่อหุ้มเซลล์จึงเว้าเป็นเวสิเคิลหลุดเข้าสู่ภายในเซลล์

Endocytosis



ภาพ เปรียบเทียบการนำสารเข้าสู่เซลล์ (Endocytosis) ในรูปแบบต่างๆ

ที่มา : <http://www.digitalschool.club/digitalschool>



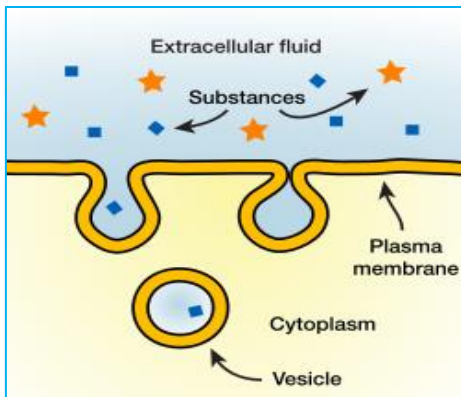


ใบงานที่ 2.2 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

คะแนน

.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายหลักการและวิธีการลำเลียงสารของภาพที่กำหนดให้
ต่อไปนี้ (5 คะแนน)



.....

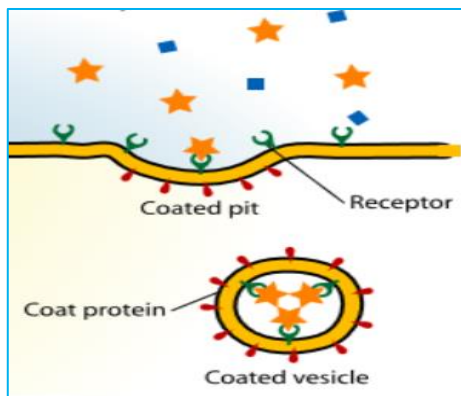
.....

.....

.....

.....

.....



.....

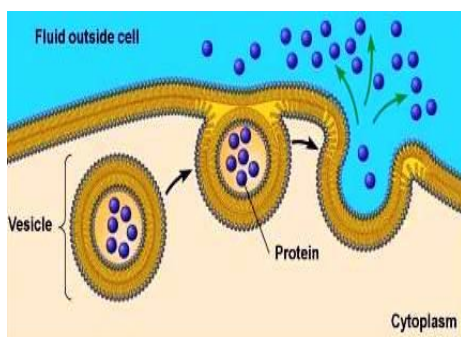
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพ เปรียบเทียบการนำสารเข้าสู่เซลล์ในรูปแบบต่างๆ

ที่มา : <http://www.digitalschool.club/digitalschool>





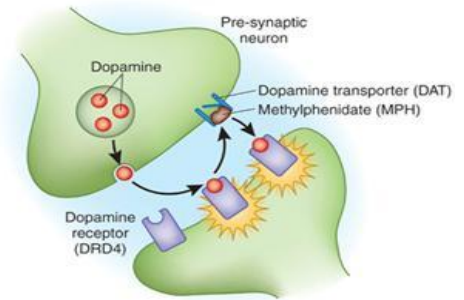
บัตรความรู้ที่ 2.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์



สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีการสื่อสารระหว่างเซลล์ข้างเคียง ทำให้เกิดการรับรู้และการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การรับรู้แสง การหลีกเลี่ยงสารพิษ หรืออันตราย ส่วนสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์มีบทบาทสำคัญหลายอย่างมาก เช่น การเตือนภัยต่อเซลล์ การเจริญเติบโต และพัฒนาการ เช่น ภายในเซลล์ไข่จะมีการแลกเปลี่ยนสัญญาณระหว่างเซลล์ตลอดเวลา เพื่อพิจารณาว่าเซลล์ ณ ตำแหน่งใด ควรมีการพัฒนาต่อหรือหยุดการเจริญ เป็นต้น

1. ขั้นตอนการสื่อสารของเซลล์

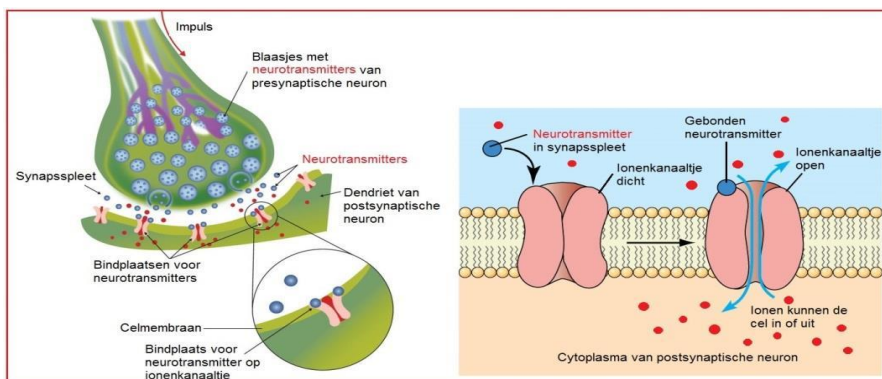
1.1 การรับสัญญาณ (Reception) เมื่อโปรตีนหรือตัวรับสัญญาณ (Receptor) ที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์หรืออยู่ภายในเซลล์ของอวัยวะเป้าหมาย ได้รับสัญญาณจากภายนอกเซลล์เข้ามาภายในเซลล์



ภาพ การสื่อสารระหว่างเซลล์

ที่มา : <https://pantip.com/topic/37423735>

1.2. การส่งสัญญาณ (Signal transduction) เป็นการเปลี่ยนรูปแบบสัญญาณ เมื่อโมเลกุลของฮอร์โมนหรือสารสื่อประสาทจับกับโปรตีนตัวรับ ทำให้โปรตีนตัวรับเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อส่งสัญญาณ



ภาพ การสื่อสารระหว่างเซลล์ของเซลล์ประสาทมนุษย์

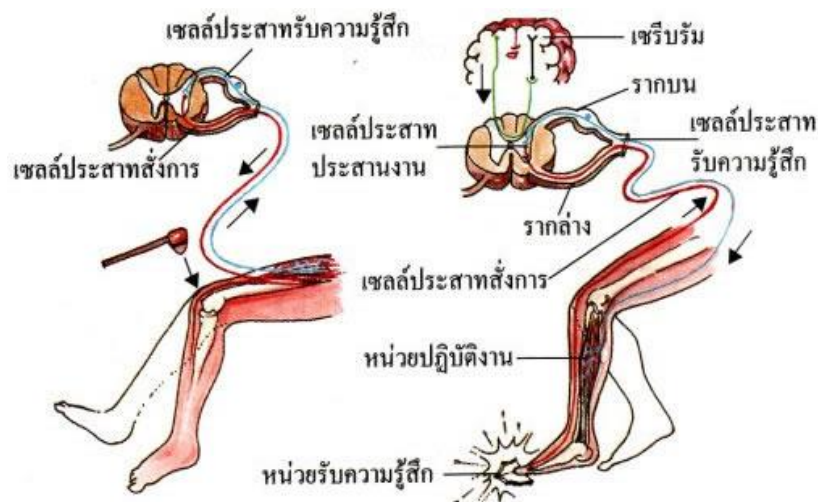
ที่มา : <https://biologielessen.nl/index.php>

จัดทำโดย

นางสาวศิริพร ชูกระโทก



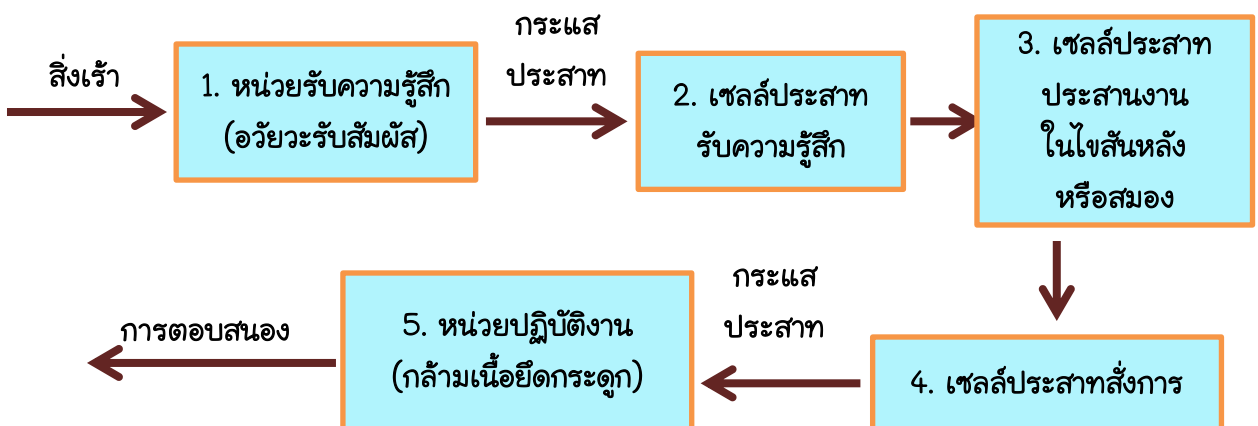
1.3. การตอบสนอง (Response) เป็นขั้นตอนที่เซลล์เป้าหมายแสดงกิจกรรมต่างๆ ตอบสนองต่อสัญญาณที่ได้รับ เช่น การหลั่งสารออกจากเซลล์ การจัดเรียงตัวของไซโทสเกเลตอน ทำให้เซลล์เปลี่ยนรูปร่าง การตอบสนองของเซลล์มีความจำเพาะต่อสารเคมี เพราะเซลล์ต่างชนิดกัน มีโปรตีนที่เป็นตัวรับต่างชนิดกัน การตอบสนองจึงขึ้นอยู่กับชนิดของโปรตีนตัวรับของเซลล์นั้นๆ สิ่งสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณ คือ ความสามารถของโปรตีนตัวรับในการเปลี่ยนรูปร่างกลับไปมาได้ เพื่อให้พร้อมที่จะตอบสนองเมื่อได้รับสัญญาณใหม่



ภาพ การตอบสนองต่อการถูกกระตุ้น

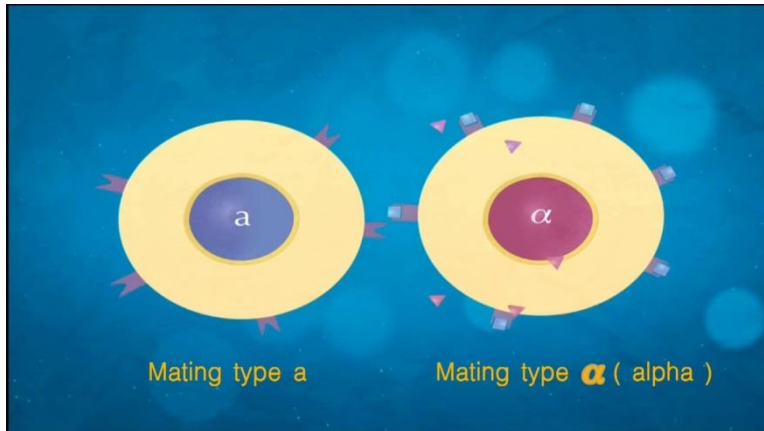
ที่มา : <http://www.thaigoodview.com/library/contest1/science04/46/2>

ลำดับขั้นตอนการสื่อสารของเซลล์



2. การสื่อสารของสิ่งมีชีวิต

2.1 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (Unicellular organism) เซลล์ที่อยู่ใกล้กันจะใช้สารเคมีจากเซลล์ผู้ส่งสัญญาณไปให้เซลล์ผู้รับที่มีโปรตีนใช้จับสัญญาณจำเพาะ เช่น การหลั่งสารเคมีของยีสต์เพื่อการผสมพันธุ์แบบอาศัยเพศ



ภาพ การสื่อสารระหว่างเซลล์สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=7J4m_BYc9Lg

2.2 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (Multicellular organism) อาจเกิดขึ้นระหว่างเซลล์ข้างเคียงหรือเซลล์ที่อยู่ใกล้กัน

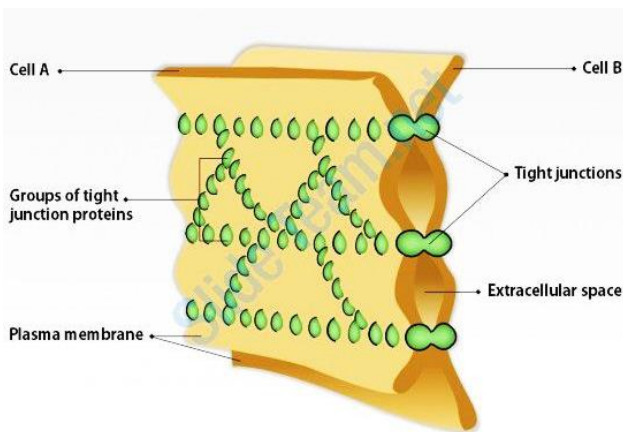
- Synaptic signaling สัญญาณจะถูกส่งไปตาม Axon ของเซลล์ประสาท และเข้าสู่เซลล์เป้าหมายที่ Synapse
- Paracrine signaling สัญญาณจะถูกหลั่งเข้าสู่ของเหลวที่อยู่ระหว่างเซลล์ การออกฤทธิ์จะเกิดในเซลล์ใกล้ๆ
- Endocrine signaling ฮอร์โมนที่ถูกผลิตจากต่อมไร้ท่อจะหลั่งเข้าสู่กระแสเลือดและกระจายไปทั่วร่างกาย เพื่อกระตุ้นเซลล์เป้าหมายต่างๆ ต่อไป
- Contact – dependent signaling เซลล์จะต้องมีการสัมผัสกันต้องผ่านจังก์ชัน (Junction) ระหว่างเซลล์



3. การสื่อสารระหว่างเซลล์

3.1 เซลล์พืช จะใช้ Plasmodesmata ที่อาศัยหลักการไหลของไซโทพลาซึมของเซลล์ข้างเคียง ไหลไปหากัน

3.2. เซลล์สัตว์ จะใช้จังก์ชันระหว่างเซลล์ ซึ่งมี 3 ชนิด ได้แก่



ภาพ โครงสร้าง Tight junction

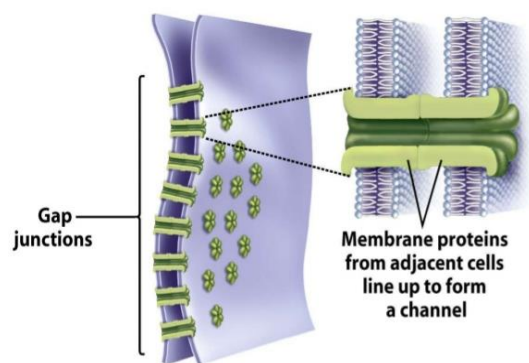
ที่มา : <https://www.khanacademy.org/science/biology>

- Tight junction เปรียบเสมือน

กำแพงช่วยให้เยื่อหุ้มเซลล์อยู่ติดกันมากขึ้น โดยโปรตีนที่เยื่อหุ้มเซลล์จะมีหน้าที่ช่วยในการสร้างสิ่งกีดขวางช่วยยึดเซลล์ไว้ด้วยกัน พบภายในลำไส้ เซลล์บุท่อไต กระเพาะปัสสาวะ เป็นต้น

- Gap junction ช่วยในการสื่อสาร

ระหว่างเซลล์ สร้างขึ้นเพื่อให้ช่องที่เยื่อเซลล์ 2 ช่องมาเชื่อมต่อกันได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ความแข็งแรงแก่เซลล์ รวมไปถึงยอมให้โมเลกุลขนาดเล็ก หรือไอออนผ่านเข้า - ออกได้ พบในกล้ามเนื้อหัวใจ และกล้ามเนื้อเรียบ เนื่องจากต้องมีการแลกเปลี่ยนไอออนเป็นหลัก

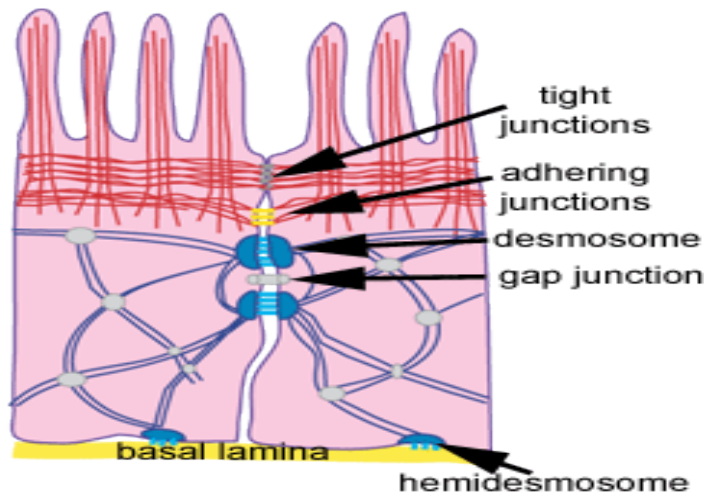


ภาพ โครงสร้าง Gap junction

ที่มา : <https://www.slideshare.net/mithumehr/intercellular-junction>



- Adhering junction / Desmosome เชื่อมต่อกับไซโทสเกเลตอน (Cytoskeleton) ภายในแต่ละเซลล์ โดยจะช่วยยึดเซลล์ไว้ด้วยกัน พบในอวัยวะบางชนิด เช่น หัวใจ กระเพาะอาหาร เป็นต้น



ภาพ โครงสร้างของ Adhering junction

ที่มา : https://www.histology.leeds.ac.uk/cell/cell_junctions.php



เพื่อนๆ ทราบแล้วว่าทั้งพืชและสัตว์
มีการติดต่อสื่อสารกันอย่างไร
แล้วมนุษย์มีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม
รอบๆ ตัวอย่างไร ครับ





เรื่อง การดำรงชีพผ่านเซลล์

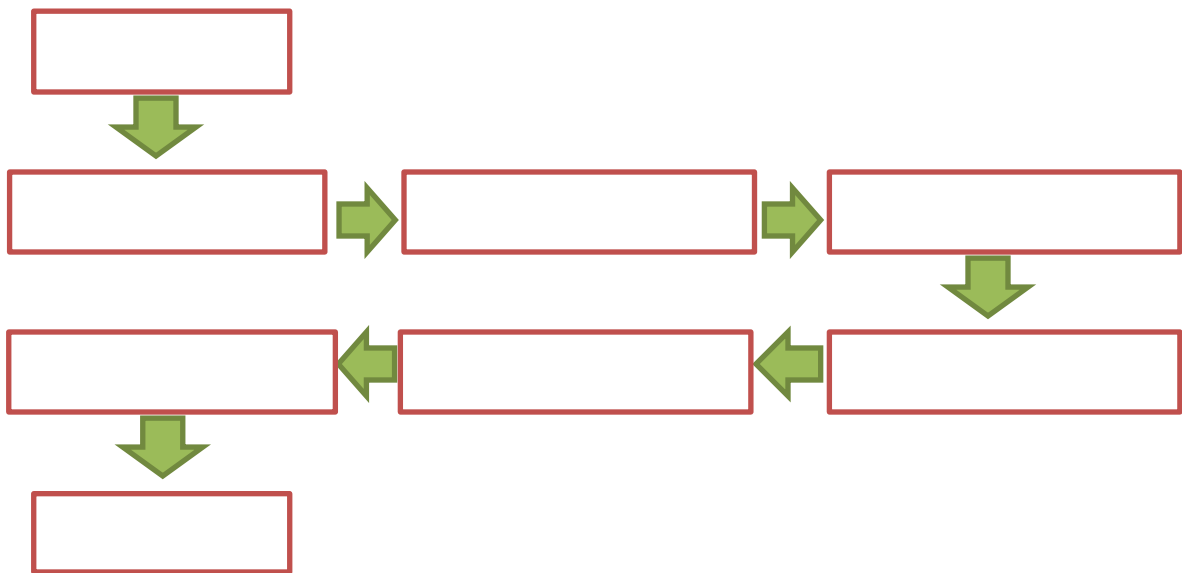
บัตรงานที่ 2.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์

คะแนน

.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการรับรู้ และการตอบสนองของเซลล์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ (5 คะแนน)

“ เมื่อเราสัมผัสกับวัตถุที่ร้อนมากๆ ”



อธิบายกลไกการรับรู้ความรู้สึกที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ขั้นที่ 5 ขยายความรู้

เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์



บัตรกิจกรรมที่ 2.4 คิดได้ อธิบายเป็น

คะแนน

.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. การแพร่แบบธรรมดา (Simple diffusion) เหมือนหรือแตกต่างจากการแพร่แบบฟาซิลิเทตอย่างไร
.....
.....
.....
.....
2. การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน (Active transport) มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันอย่างไร
.....
.....
.....
3. การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน (Active transport) เกิดในสิ่งมีชีวิตได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
.....
4. เซลล์จะมีวิธีการนำสารที่เซลล์ต้องการ แต่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่าภายในเซลล์เข้าสู่เซลล์ได้อย่างไร
.....
.....
.....
5. การลำเลียงสารที่มีโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ (Endocytosis) และออกจากเซลล์ (Exocytosis) เหมือนกันและแตกต่างกันอย่างไร
.....
.....
.....



ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์



บัตรกิจกรรมที่ 2.5 แผนผังความคิด

คะแนน

.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าเพิ่มเติมจากบัตรความรู้แล้วสรุปองค์ความรู้เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์ เป็นแผนผังความคิด (Mind map) (10 คะแนน)



ขั้นที่ 7 ขันนำความรู้ไปใช้

เรื่อง การดำรงชีพผ่านเซลล์



กิจกรรมที่ 2.6 ลองคิด ลองทำดู

คะแนน

.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

1. ถ้าใส่ปุ๋ยกับต้นกุหลาบแล้วลืมน้ำ ต้นกุหลาบจะเป็นอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

2. “ถ้านำผักกาดหอมแช่น้ำเกลือ เพื่อกำจัดสัตว์และแมลง เช่น ทาก และเพลี้ย ออกจากผักกาดหอม แต่แช่ผักกาดหอมนานเกินไปจึงทำให้ผักกาดหอมเหี่ยว”

2.1 จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดผักกาดหอมจึงเหี่ยว

.....

.....

.....

2.2 ให้แนะนำวิธีทำให้ใบผักกาดหอมกรอบอีกครั้ง

.....

.....

.....

3. เหตุใดพ่อค้าและแม่ค้าที่ขายผักและผลไม้จึงพรมน้ำใส่ผักและผลไม้

.....

.....

.....

4. จงยกตัวอย่างการแพร่แบบธรรมดา และการออสโมซิส ที่พบในชีวิตประจำวัน

.....

.....

.....





บัตรแบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว30103

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

เวลา 10 นาที

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีจำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. เมื่อนำสาหร่ายแช่ลงในน้ำประปา พบว่าเซลล์ของสาหร่ายจะเต่งขึ้นมาเนื่องจากเกิดกระบวนการใด

- [illegible]

๗. การออกสไมซิส

ค. การแพร่แบบฟาซิลิเทต

ง. การล่ำเลียงแบบใช้พลังงาน

- ## 2. การแพร่แบบฟาซิลิเทต สัมพันธ์กับข้อใด

- ก. เป็นการลำเลียงสารที่ต้องใช้พลังงาน
- ข. มีโปรตีนแทรกอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์
- ค. ลำเลียงสารที่ไม่มีโมเลกุลเล็ก ๆ และไม่มีประจุไฟฟ้าได้รวดเร็วกว่าการแพร่แบบธรรมดา
- ง. เป็นการเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง

จ. มีโปรตีนแทรกอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

ค. ลำเลียงสารที่มีโมเลกุลเล็กๆ และไม่มีประจุไฟฟ้าได้รวดเร็วว่าการแพร่แบบธรรมดา

ง. เป็นการเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง

- ### 3. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการแพร่

- การออสโมซิสเป็นการแพร่ของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์
- สารจะแพร่จากบริเวณที่มีอนุภาคของสารมากไปสู่บริเวณที่มีอนุภาคของสารน้อยกว่า
- สารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยจะแพร่ไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นมาก
- สารที่เป็นของแข็งจะแพร่ในของเหลวได้ถ้าของแข็งละลายได้ในของเหลว

ข. สารจะแพร่จากบริเวณที่มีอนภาคของสารมากไปส่บริเวณที่มีอนภาคของสารน้อยกว่า

ค. สารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยจะแพร่ไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นมาก

ง. สารที่เป็นของแข็งจะแพร่ในของเหลวได้ถ้าของแข็งละลายได้ในของเหลว

4. ข้อใดเป็นลักษณะที่เหมือนกันระหว่างการลำเลียงสารแบบใช้พลังงานกับการแพร่แบบฟาซิลิเทต

- ก. ต้องใช้โปรตีนเป็นตัวพา

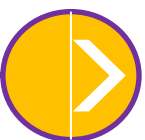
๗. เป็นการลำเลียงเฉพาะตัวทำลาย

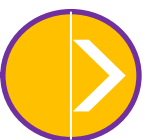
ค. ใช้พลังงานจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในการลำเลียงสาร

ง. ทิศทางการลำเลียงสารจากบริเวณที่มีสารมากไปยังบริเวณที่มีสารน้อย
ผ่านเยื่อเลือกผ่าน

จัดทำโดย

นางสาวศิริพร ฮักระโทก







เฉลยบัตรคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน



เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว30103

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

เวลา 10 นาที

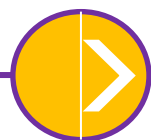
ชื่อ ชั้น เลขที่

ทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1			X	
2		X		
3		X		
4				X
5	X			
6				X
7				X
8	X			
9			X	
10		X		

ทดสอบหลังเรียน

ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1		X		
2		X		
3			X	
4	X			
5				X
6	X			
7				X
8				X
9		X		
10			X	





เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.1 ทบทวนสิ่งที่ฉันรู้

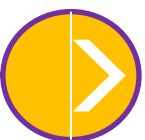


คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ “การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ มีความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต”

ข้อสรุปการอภิปราย

การลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ เพื่อนำสารที่เซลล์ต้องการและมีประโยชน์ไปใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เช่น แก๊สออกซิเจน กลูโคส น้ำ และแร่ธาตุ เป็นต้น ส่วนการลำเลียงสารออกจากเซลล์เป็นการลำเลียงสารที่เซลล์ไม่ต้องการ หรือกำจัดสารที่ไม่มีประโยชน์ ของเสียต่างๆ ออกจากเซลล์ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ยูเรีย กรดยูริก เป็นต้น เพื่อให้เซลล์อยู่ในสภาพที่เหมาะสม ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตได้ตามปกติ

เด็กๆ คงทราบแล้วนะ ว่าการลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์มีความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต





เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.2 คำถามชวนคิด



คำชี้แจง : ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์ภาพ แล้วอภิปรายการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น เพื่อตอบคำถามต่อไปนี้



ภาพ การทดลองแช่ผักกาดขาวในน้ำผสมสีผสมอาหาร

ที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/609870>

จากภาพ เป็นการทดลองนำผักกาดขาวแช่ในน้ำผสมสีผสมอาหาร เมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนคิดว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เรียกว่าอะไร

จากภาพการทดลอง เมื่อเวลาผ่านไปจะสังเกตเห็นสีผสมอาหารค่อยๆ เคลื่อนที่ขึ้นไป
ในใบผักกาดขาว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เรียกว่า การแพร่ของน้ำเข้าสู่เซลล์พืช

.....

.....

.....

.....





เฉลยบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 2.3 การลำเลียงสารผ่านเซลล์



คำตอบของผู้เรียนอาจแตกต่างจากเฉลยได้ การให้คะแนนขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน (10 คะแนน)

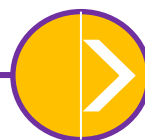
บันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 1



ตารางบันทึกผลการทดลองการแพร่ของต่างหับทิมในน้ำ

บีกเกอร์ที่	ผลการสังเกต	ภาพการทดลอง
1	เกล็ดของต่างหับทิม ค่อยๆ เคลื่อนที่ในน้ำ ไปทั่วทุกบริเวณของน้ำ ในบีกเกอร์	
2	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	



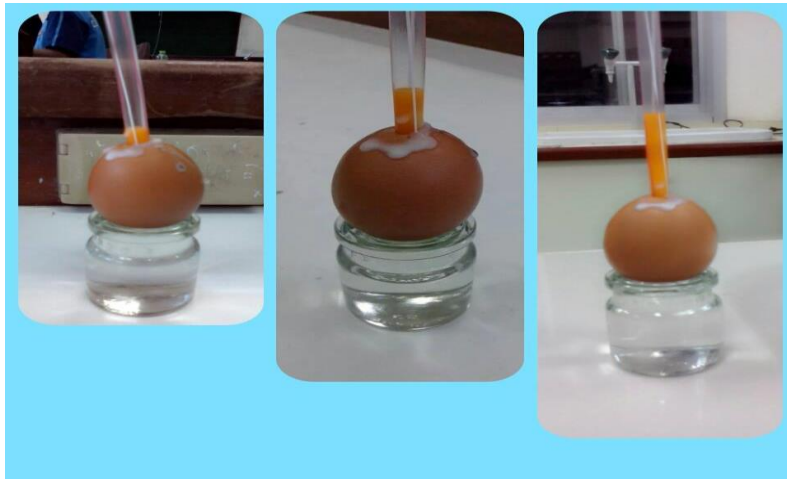


ตอนที่ 2

ตารางบันทึกผลการทดลองการออสโมซิสของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ไข่ไก่

ลำดับที่	เวลา	ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
1	เริ่มต้น	บริเวณหลอดพลาสติกไม่มีของเหลว
2	5 นาที	เยื่อหุ้มไข่มีลักษณะบวมและต่ง
3	10 นาที	เริ่มมีของเหลวเคลื่อนที่ขึ้นมาในหลอดพลาสติก
4	20 นาที	มีของเหลวลักษณะใสเคลื่อนที่ภายในหลอดพลาสติก
5	30 นาที	ของเหลวเคลื่อนที่ขึ้นเหนือเปลือกไข่
6	60 นาที	ของเหลวใสค่อยๆ เคลื่อนที่สูงขึ้นเรื่อยๆ

ภาพการทดลองการออสโมซิสของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ไข่ไก่



คำถามเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง



1. เมื่อเทเกล็ดด่างทับทิมลงในน้ำที่อยู่ในบีกเกอร์ใบที่ 1 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

เกล็ดของด่างทับทิมค่อยๆ เคลื่อนที่ในน้ำไปทั่วทุกบริเวณของน้ำในบีกเกอร์

2. เมื่อเวลาผ่านไปเรื่อยๆ สีของด่างทับทิมที่อยู่ในน้ำ บีกเกอร์ใบที่ 1 จะเป็นอย่างไร

สีของด่างทับทิมที่อยู่ในน้ำมีสีเข้มเท่าๆ กัน ทั่วทุกบริเวณของบีกเกอร์

3. เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ไข่ที่แช่อยู่ในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที พบว่ามีของเหลวลักษณะใสเริ่มเคลื่อนที่ขึ้นมาบริเวณหลอดพลาสติก และมีการเคลื่อนที่ค่อยๆ สูงขึ้น

4. เมื่อเวลาผ่านไปเรื่อยๆ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรที่หลอดพลาสติก

ของเหลวภายในไข่ไก่ค่อยๆ เคลื่อนที่ขึ้นมาในหลอดพลาสติก

สรุปผลการทดลอง



จากการทดลองตอนที่ 1. เมื่อเทเกล็ดด่างทับทิมลงในน้ำ จะพบว่าเกล็ดด่างทับทิมค่อยๆ

เคลื่อนที่ในน้ำไปทั่วทุกบริเวณของน้ำในบีกเกอร์จนทั่วๆ บริเวณของน้ำในบีกเกอร์มีสี

ของด่างทับทิมเข้มเท่าๆ กัน เรียกการเคลื่อนที่ของด่างทับทิมในน้ำว่า การแพร่

จากการทดลองตอนที่ 2 พบว่ามีของเหลวลักษณะใสเคลื่อนที่ขึ้นมายังหลอดพลาสติก

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า น้ำออสโมซิสผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปในเซลล์ไข่ไก่ได้ โดยสามารถ

ตรวจสอบได้จากการเพิ่มปริมาณของของเหลวภายในเซลล์ไข่ไก่ที่เคลื่อนที่ดันตัวให้เคลื่อนที่

ไปยังหลอดพลาสติก





เฉลยใบทำงานที่ 2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์



คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

1. จงอธิบายเกี่ยวกับหลักการและวิธีการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ต่อไปนี้ (2 คะแนน)

1.1 การแพร่แบบธรรมดา คือ การเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำจนทั้งสองบริเวณมีความเข้มข้นเท่ากัน

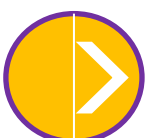
1.2 การออสโมซิส คือ การแพร่ของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือเยื่อเลือกผ่านจากด้านที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำ (น้ำมาก) ไปยังด้านที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูงกว่า (น้ำน้อย) ปกติการแพร่ของน้ำจะเกิดทั้งสองทิศทางคือ ทั้งบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำและบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูง

1.3 การแพร่แบบฟาซิลิเทต คือ การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ โดยอาศัยโมเลกุลของโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์เป็นตัวพาสารเข้าและออกจากเซลล์

1.4 การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน คือ การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากกว่า การลำเลียงลักษณะนี้ ต้องอาศัยพลังงานที่ได้มาจากเซลล์

2. จงเปรียบเทียบวิธีการลำเลียงสารผ่านเซลล์แบบไม่ใช้พลังงาน และแบบใช้พลังงาน (3 คะแนน)

สิ่งเปรียบเทียบ	แบบไม่ใช้พลังงาน	แบบใช้พลังงาน
1. วิธีการลำเลียงและทิศทางการลำเลียง	การแพร่ของสารจากความเข้มข้นสารมากไปสู่ความเข้มข้นสารน้อยกว่า	ไม่ใช้การแพร่ เป็นการเคลื่อนที่ของสารจากความเข้มข้นสารน้อยไปสู่ความเข้มข้นสารมากกว่า
2. การใช้ และไม่ใช้พลังงาน	ไม่ต้องใช้พลังงานจากเซลล์	ต้องใช้พลังงานจากเซลล์ในรูปของ ATP
3. การอาศัยโปรตีนบนเยื่อหุ้มเซลล์	การแพร่แบบฟาซิลิเทต อาศัยโปรตีน การแพร่แบบธรรมดา และการออสโมซิส ไม่ต้องอาศัยโปรตีน	อาศัยโปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์



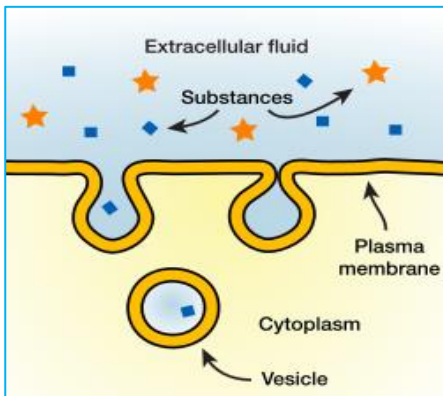


เฉลยใบรายงานที่ 2.2

การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

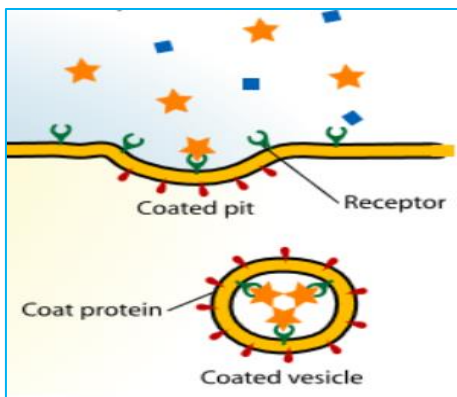


คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายหลักการและวิธีการลำเลียงสารของภาพที่กำหนดให้
ต่อไปนี้ (5 คะแนน)



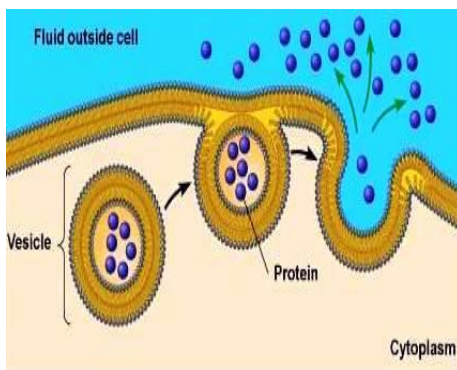
พินโซไซโทซิส (Pinocytosis)

คือ การนำของเหลวเข้าสู่เซลล์
เหมือนกับการดื่ม (Cell drinking)
โดยเยื่อหุ้มเซลล์จะเว้าเป็นร่องให้ของเหลว
หลุดเข้ามาในเซลล์ เช่น กระบวนการดูดซึม
ไขมันที่ลำไส้เล็ก เป็นต้น



การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยอาศัยตัวรับ (Receptor-mediated endocytosis)

คือ การนำสารเข้าสู่เซลล์โดยมีโปรตีน
ตัวรับที่มีความจำเพาะกับสารที่เยื่อหุ้มเซลล์
เช่น การนำอนุภาค ไลโปโปรตีน เข้าสู่เซลล์



เอกโซไซโทซิส (Exocytosis)

คือ กระบวนการลำเลียงสารโมเลกุล
ขนาดใหญ่ออกจากเซลล์ เกิดจากการหลอมรวม
เยื่อหุ้ม Vesicle ที่บรรจุสารกับเยื่อหุ้มเซลล์
แล้วปล่อยสารนั้นออกไปนอกเซลล์ เช่น
สารพวกเอนไซม์ หรือ ฮอร์โมน

ภาพ เปรียบเทียบการนำสารเข้าสู่เซลล์ในรูปแบบต่างๆ

ที่มา : <http://www.digitalschool.club/digitalschool>

จัดทำโดย

นางสาวศิริพร ชูกระโทก



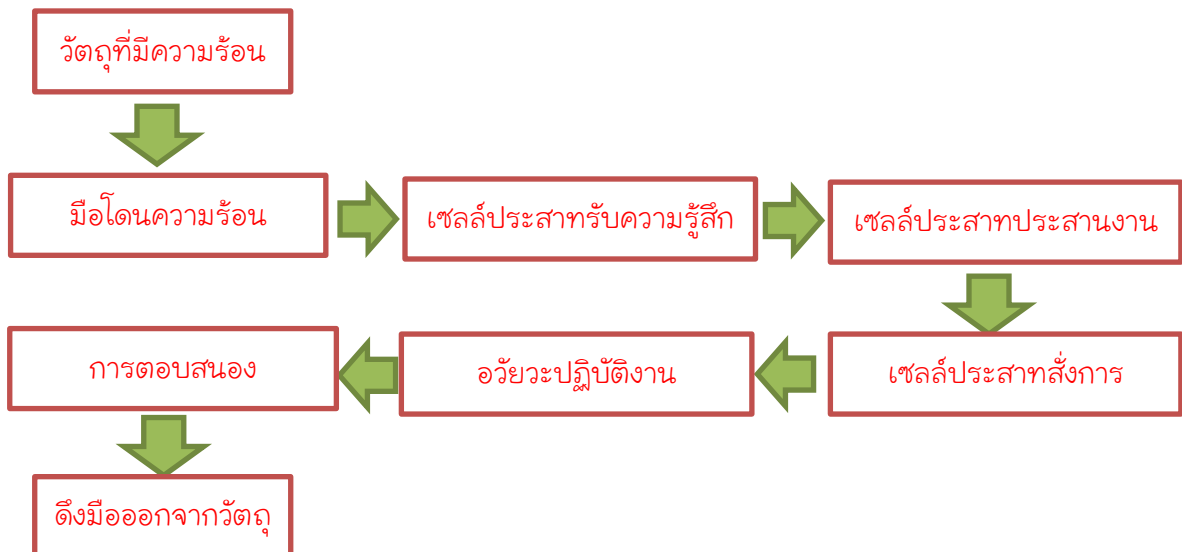


เฉลยบัตรงานที่ 2.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์



คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการรับรู้ และการตอบสนองของเซลล์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ (5 คะแนน)

“ เมื่อเราสัมผัสกับวัตถุที่ร้อนมากๆ ”



อธิบายกลไกการรับรู้ความรู้สึกที่เกิดขึ้น

เมื่อสัมผัสกับความร้อน ความร้อนจะถูกส่งผ่านประสาทรับความรู้สึก จากนั้นก็จะส่งต่อความรู้สึกไปยังระบบประสาทประสานงาน จากนั้นระบบประสาทจะสั่งการให้เกิดการตอบสนองไปยังอวัยวะที่ถูกกระตุ้นและสั่งการให้ตอบสนองโดยการชักมือออกจากวัตถุที่ร้อน





เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.4 คิดได้ อธิบายเป็น



คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (5 คะแนน)

- การแพร่แบบธรรมดา (Simple diffusion) เหมือนหรือแตกต่างจากการแพร่แบบฟาซิลิเทตอย่างไร
 การแพร่แบบฟาซิลิเทต เป็นการแพร่ของสารผ่านโปรตีนตัวพาที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ (เกิดเฉพาะภายในเซลล์ที่มีชีวิตเท่านั้น) เพราะโปรตีนมีรูให้แทรกผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้
 ส่วนการแพร่แบบธรรมดา เป็นการแพร่ของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง เช่น การแพร่ของแก๊ส และน้ำ โดยสารไม่มีขั้วใช้ทางผ่านของสารบริเวณ Lipid bilayer membrane
- การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน (Active transport) มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันอย่างไร
 การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน พบในการดูดซึมสารอาหารเข้าสู่กระแสเลือดที่ลำไส้เล็กให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ร่างกายจึงได้รับสารอาหารอย่างเพียงพอ และมีความสำคัญในกระบวนการ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ปั๊ม เพื่อส่งกระแสประสาท
- การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน (Active transport) เกิดในสิ่งไม่มีชีวิตได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
 ไม่ได้ เพราะต้องใช้พลังงานจากเซลล์เพื่อต้านแรงดันของสารภายในเซลล์
- เซลล์จะมีวิธีการนำสารที่เซลล์ต้องการ แต่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่าภายในเซลล์เข้าสู่เซลล์ได้อย่างไร
 นำสารเข้าสู่เซลล์ได้ด้วยวิธีการออสโมซิส และการลำเลียงสารเข้าสู่เซลล์ได้ด้วยวิธีการลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน
- การลำเลียงสารที่มีโมเลกุลใหญ่เข้าสู่เซลล์ (Endocytosis) และออกจากเซลล์ (Exocytosis) เหมือนกันและแตกต่างกันอย่างไร
 มีการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์หรือเวสิเคิลเหมือนกัน แตกต่างกันในทิศทางการลำเลียง คือ การนำสารเข้าสู่เซลล์จะมีการสร้างถุงหรือเวสิเคิลห่อหุ้มสารแล้วนำสารเข้าสู่เซลล์ แต่การนำสารออกจากเซลล์มีการสร้างถุงหรือเวสิเคิลห่อหุ้มสารนั้นแล้วจึงมาที่เยื่อหุ้มเซลล์แล้วปล่อยสารนั้นออกนอกเซลล์

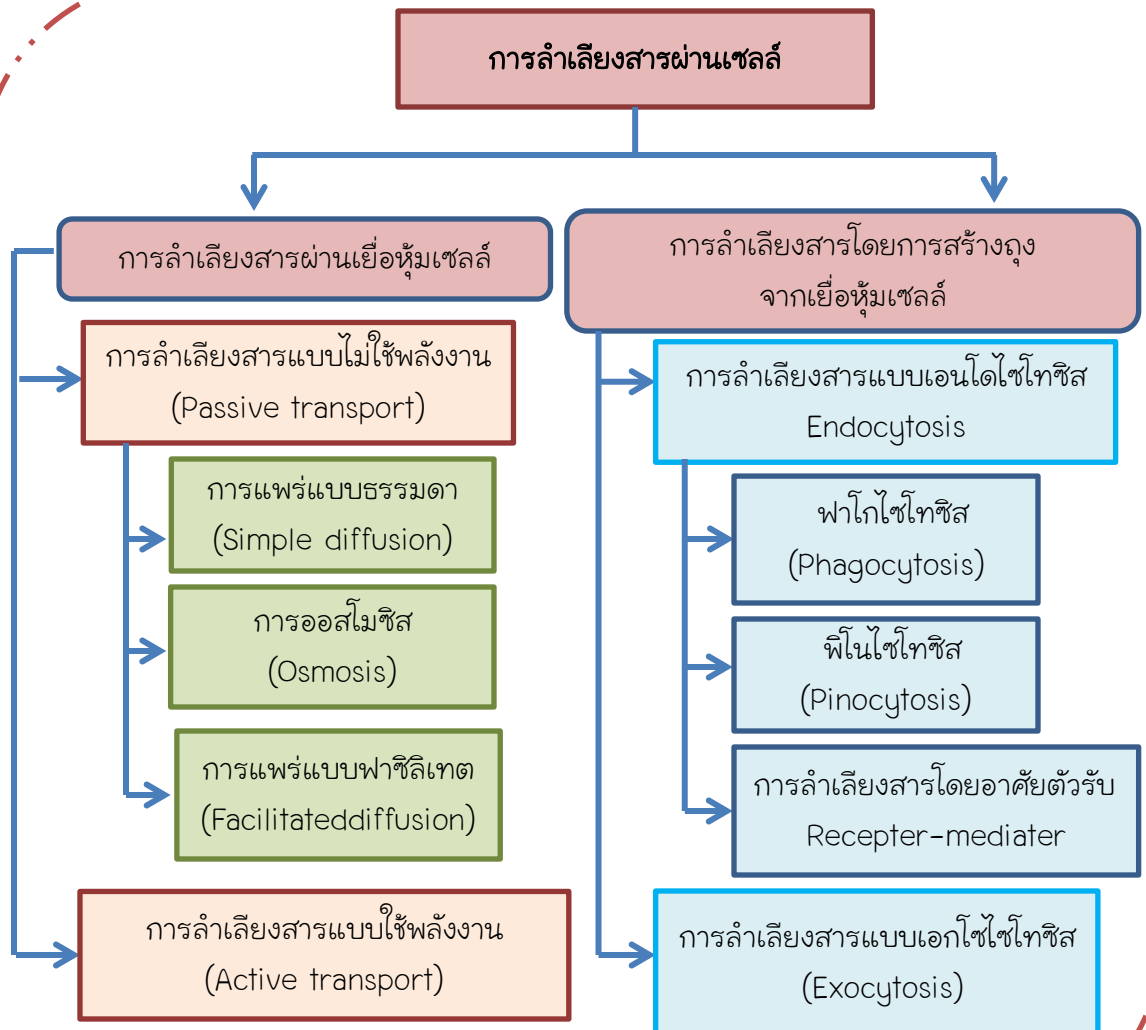




เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.5 แผนผังความคิด



คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าเพิ่มเติมจากบัตรความรู้แล้วสรุปองค์ความรู้เรื่อง การลำเลียงสารผ่านเซลล์ เป็นแผนผังความคิด (Mind map) (10 คะแนน)



คำตอบของผู้เรียนอาจแตกต่างจากเฉลยได้ การให้คะแนนขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน





เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 2.6 ลองคิด ลองทำดู



คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

1. ถ้าใส่ปุ๋ยกับต้นกุหลาบแล้วลืมน้ำ ต้นกุหลาบจะเป็นอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ต้นกุหลาบจะเหี่ยว เนื่องจากสารละลายภายในดินมีความเข้มข้นมากกว่าสารละลายภายใน

ต้นกุหลาบ ทำให้เกิดการออสโมซิสของน้ำออกจากต้นกุหลาบ ต้นกุหลาบจึงเหี่ยว

2. “ถ้านำผักกาดหอมแช่น้ำเกลือ เพื่อกำจัดสัตว์และแมลง เช่น ทาก และเพลี้ย ออกจากผักกาดหอม แต่แช่ผักกาดหอมนานเกินไปจึงทำให้ผักกาดหอมเหี่ยว”

2.1 จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดผักกาดหอมจึงเหี่ยว

เนื่องจากสารละลายน้ำเกลือ

ที่นำผักกาดหอมไปแช่เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นกว่าในเซลล์ผักกาดหอม สารละลายในเซลล์

ผักกาดหอมจึงออสโมซิสออกมานอกเซลล์ผักกาดหอม ทำให้สูญเสีย น้ำ ผักกาดหอมจึงเหี่ยว

2.2 ให้แนะนำวิธีทำให้ใบผักกาดหอมกรอบอีกครั้ง

นำผักกาดหอมไปแช่ในสารละลาย

ที่เจือจางกว่า คือ น้ำเปล่า จะทำให้น้ำออสโมซิสเข้าไปในผักกาดหอมทำให้ผักกาดหอมสด

และกรอบขึ้น

3. เหตุใดพ่อค้าและแม่ค้าที่ขายผักและผลไม้จึงพรมน้ำใส่ผักและผลไม้

เพื่อให้ผักและผลไม้

สดอยู่ เนื่องจากการพรมน้ำใส่ผักและผลไม้ทำให้สารละลายภายนอกเซลล์มีความเข้มข้นต่ำกว่า

ภายในเซลล์ (มีน้ำมากกว่า) จึงเกิดการออสโมซิสของน้ำเข้าสู่ภายในเซลล์ของผักและผลไม้

ทำให้ผักและผลไม้สดอยู่

4. จงยกตัวอย่างการแพร่แบบธรรมดา และการออสโมซิส ที่พบในชีวิตประจำวัน

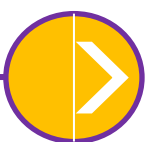
ตัวอย่างเช่น การแพร่ของน้ำหอมในอากาศ การแพร่ของน้ำแดงในน้ำ การแพร่ของกลิ่นอาหาร

ในอากาศ การออสโมซิสของน้ำในดินเข้าสู่เซลล์จุนรากของพืช เป็นต้น





เกณฑ์ประเมินผล คะแนนกิจกรรม



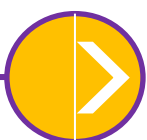


การแปรผลคะแนนชุดกิจกรรม



เกณฑ์การประเมินบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 2.3 การลำเลียงสารผ่านเซลล์

ประเด็นการประเมิน (ประเมิน 5 ด้าน / ด้านละ 2 คะแนน รวม 10 คะแนน)	คะแนน
1. ด้านการทดลอง	
1.1 ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดได้ถูกต้อง	2
1.2 ทดลองตามวิธีการและขั้นตอนได้แต่ต้องมีการแนะนำบางขั้นตอน	1
1.3 ทดลองไม่ถูกวิธีการและไม่เป็นไปตามขั้นตอน	0
2. ด้านการใช้อุปกรณ์ / เครื่องมือ	
2.1 ใช้อุปกรณ์ / เครื่องมือ อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้องตามหลักการ	2
2.2 ใช้อุปกรณ์ / เครื่องมือ ไม่คล่องแคล่ว และถูกต้องตามหลักการ	1
2.3 ใช้อุปกรณ์ / เครื่องมือ ไม่คล่องแคล่ว และไม่ถูกต้องตามหลักการ	0
3. ด้านการบันทึกผลการทดลอง	
3.1 บันทึกผลได้ถูกต้องครบถ้วนชัดเจน เป็นระเบียบและเป็นไปตามการทดลอง	2
3.2 บันทึกผลได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วนและชัดเจน เป็นระเบียบเล็กน้อย และเป็นไปตามการทดลองบางส่วน	1
3.3 บันทึกผลไม่ถูกต้อง ไม่เป็นระเบียบ ไม่เป็นไปตามการทดลอง	0



เกณฑ์การประเมินบัตรบันทึกกิจกรรมที่ 2.3 การลำเลียงสารผ่านเซลล์ (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน (ประเมิน 5 ด้าน / ด้านละ 2 คะแนน รวม 10 คะแนน)	คะแนน
4. ด้านการตอบคำถามและสรุปผล	
4.1 ตอบคำถามได้ถูกต้องชัดเจน และสรุปผลได้ครอบคลุมถูกต้องชัดเจน	2
4.2 ตอบคำถามได้ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน และสรุปผลได้ถูกต้องแต่ไม่ครอบคลุมและไม่ชัดเจน	1
4.3 ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และสรุปผลไม่ครอบคลุม ไม่ถูกต้อง และไม่ชัดเจน	0
5. ด้านการดูแลและเก็บอุปกรณ์ / เครื่องมือ	
5.1 ดูแลอุปกรณ์ / เครื่องมือ โดยทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ	2
5.2 ดูแลอุปกรณ์ / เครื่องมือ โดยทำความสะอาด และเก็บไม่ถูกต้องตามหลักการ	1
5.3 ไม่ดูแลอุปกรณ์ / เครื่องมือ ไม่ทำความสะอาด และเก็บไม่ถูกต้องตามหลักการ	0

เกณฑ์การประเมินบัตรงานที่ 2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

เกณฑ์การประเมิน ข้อที่ 1 (4 ข้อ / ข้อละ 0.5 คะแนน รวม 2 คะแนน)	คะแนน
1. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนชัดเจน 4 ข้อ	1
2. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนชัดเจน 3 ข้อ	1.5
3. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนชัดเจน 2 ข้อ	1
4. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนชัดเจน 1 ข้อ	0.5
5. อธิบายไม่ถูกต้อง	0

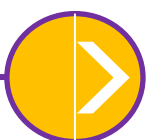


เกณฑ์การประเมินใบัตรงานที่ 2.1 การลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ (ต่อ)

เกณฑ์การประเมิน ข้อที่ 2 (3 ข้อ / ข้อละ 1 คะแนน รวม 3 คะแนน)	คะแนน
1. เปรียบเทียบได้ถูกต้องครบถ้วนชัดเจน	1
2. เปรียบเทียบได้ถูกต้องบางส่วน ไม่ชัดเจน	0.5
3. เปรียบเทียบไม่ถูกต้อง	0

เกณฑ์การประเมินใบัตรงานที่ 2.2 การลำเลียงสารโดยการสร้างถุงจากเยื่อหุ้มเซลล์

ประเด็นการประเมิน	คะแนน
1. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วน มีรายละเอียดชัดเจนครบ 3 ภาพ	5
2. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วน มีรายละเอียดชัดเจนครบ 2 ภาพ	4
3. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วน มีรายละเอียดชัดเจนครบ 1 ภาพ	3
4. อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน มีรายละเอียดเล็กน้อย	2
5. อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน ไม่มีรายละเอียด	1
6. อธิบายไม่ถูกต้อง ไม่มีรายละเอียด	0



เกณฑ์การประเมินปฏิกิริยาที่ 2.3 การสื่อสารระหว่างเซลล์

ประเด็นการประเมิน	คะแนน
1. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วน มีรายละเอียดชัดเจน	5
2. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วน มีรายละเอียด	4
3. อธิบายได้ถูกต้อง มีรายละเอียดเล็กน้อย	3
4. อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน มีรายละเอียดเล็กน้อย	2
5. อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน ไม่มีรายละเอียด	1
6. อธิบายไม่ถูกต้อง ไม่มีรายละเอียด	0

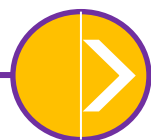
เกณฑ์การประเมินปฏิกิริยาที่ 2.4 คิดได้ อธิบายเป็น

ประเด็นการประเมิน (5 ข้อ / ข้อละ 1 คะแนน รวม 5 คะแนน)	คะแนน
1. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วน มีรายละเอียดชัดเจน	1
2. อธิบายได้ถูกต้อง มีรายละเอียดบางส่วนไม่ชัดเจน	0.5
3. อธิบายไม่ถูกต้อง ไม่มีรายละเอียด	0



เกณฑ์การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 2.5 แผนผังความคิด

ประเด็นการประเมิน (ประเมิน 2 ด้าน / ด้านละ 5 คะแนน รวม 10 คะแนน)	คะแนน
1. ด้านเนื้อหา	
1.1 เนื้อหาครอบคลุม มีความถูกต้อง สอดคล้องกับเรื่องที่กำหนด	5
1.2 เนื้อหาไม่ครอบคลุม มีความถูกต้อง สอดคล้องกับเรื่องที่กำหนด	4
1.3 เนื้อหาไม่ครอบคลุม มีความถูกต้องบางส่วน สอดคล้องกับเรื่องที่กำหนด	3
1.4 เนื้อหาไม่ครอบคลุม มีความถูกต้องบางส่วน สอดคล้องกับเรื่องที่กำหนดบางส่วน	2
1.5 เนื้อหาไม่ครอบคลุม มีความถูกต้องบางส่วน ไม่สอดคล้องกับเรื่องที่กำหนด	1
1.6 เนื้อหาไม่ครอบคลุม ไม่มีความถูกต้อง ไม่สอดคล้องกับเรื่องที่กำหนด	0
2. ด้านความสวยงาม	
2.1 มีสีสันสวยงามประณีต แยกประเด็นหลัก ประเด็นรอง ประเด็นย่อยได้ชัดเจน	5
2.2 มีสีสันสวยงาม แยกประเด็นหลัก ประเด็นรอง ประเด็นย่อยได้ชัดเจน	4
2.3 มีสีสันสวยงามปานกลาง แยกประเด็นหลัก ประเด็นรองได้ชัดเจน แต่ประเด็นย่อยไม่ชัดเจน	3
2.4 มีสีสันสวยงามปานกลาง แยกประเด็นหลักได้ชัดเจน แต่ประเด็นรอง และประเด็นย่อยไม่ชัดเจน	2
2.5 มีสีสันสวยงามเล็กน้อย แยกประเด็นหลัก ประเด็นรอง และประเด็นย่อยไม่ชัดเจน	1
2.6 สีสันไม่สวยงาม แยกประเด็นหลัก ประเด็นรอง และประเด็นย่อยไม่ชัดเจน	0

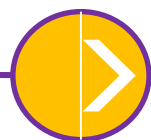


เกณฑ์การประเมินบัตรกิจกรรมที่ 2.6 ลองคิด ลองทำดู

ประเด็นการประเมิน (5 ข้อ / ข้อละ 1 คะแนน รวม 5 คะแนน)	คะแนน
1. อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วน มีรายละเอียดชัดเจน	1
2. อธิบายได้ถูกต้อง มีรายละเอียดบางส่วนไม่ชัดเจน	0.5
3. อธิบายไม่ถูกต้อง ไม่มีรายละเอียด	0



เพื่อนๆ เผลยเสร็จแล้ว
อย่าลืมบันทึกคะแนน
ลงในบัตรบันทึกคะแนนกันนะครับ



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ประสงค์ หล้าสะอาด และ เกษม หล้าสะอาด. (2554). **คู่มือรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.4-6**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เพิ่มเติมทรัพยากรพิมพ์.
- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร และคณะ. (2553). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด.
- ปรีชา สุวรรณหินิจ. (2555). **ชีววิทยา ม. 4-6**. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง.
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2558). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานชีววิทยา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค ลาดพร้าว.
- _____. (2554). **คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานชีววิทยา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค ลาดพร้าว.
- สุพรรณทิพย์ อติโพธิ. (2557). **สรุปชีววิทยา มัธยมปลาย**. กรุงเทพฯ : กรีนไลฟ์ พรินต์ติ้งเฮาส์.
- _____. (2554). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค ลาดพร้าว.

