

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สิ่งมีชีวิตหายใจ
โลกจึงหมุนต่อไป

Mission O₂

การแลกเปลี่ยนแก๊สในสัตว์

สำรวจลมหายใจของสิ่งมีชีวิต
เชื่อมโยงชีวิตสู่สมดุลของโลก



เรียนรู้สิ่งมีชีวิต
เข้าใจโลก
เพื่อนาคตที่ยั่งยืน



ครูสุกัญญา เพ็ชรอินทร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนพะเยาพิทยาคม

จังหวัดพะเยา

เล็กที่สุด...ใหญ่ที่สุด
ส่วนหายใจด้วยโลกเดียวกัน

บทที่ 1

ภารกิจของเรา

ตามล่าทางเดินของแก๊สสู่สิ่งมีชีวิต

“ออกซิเจน...
เล็ก ๆ แต่สำคัญมาก
ต่อทุกชีวิตบนโลก”

นักเรียนรู้ไหมว่า
สัตว์แต่ละชนิดรับออกซิเจน
เข้าสู่ร่างกายด้วยวิธีเดียวกัน
หรือไม่ ?

มาร่วมออกเดินทางกับพวกเรา
เพื่อค้นหาคำตอบกันเถอะ !

ไปกันเลย
ครับ !

ฉันอยากรู้ว่า
โครงสร้างกับการดำรงชีวิต
เกี่ยวข้องกันอย่างไร

เราจะตามรอย
ออกซิเจนไปถึง
เซลล์เลย!

ฉันจะจดบันทึก
ทุกการค้นพบ
ไว้เลยล่ะ

ฟองน้ำ

ไฮดรา

พลาเนเรีย

ไส้เดือนดิน

แมลง

ปลา

กบ

นก

เป้าหมาย
สู่เซลล์ของสิ่งมีชีวิต



เป้าหมายของภารกิจ

- 1 ทำความเข้าใจหลักการแลกเปลี่ยนแก๊ส
ของสิ่งมีชีวิตและสัตว์ชนิดต่าง ๆ
- 2 สำรวจโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
และเปรียบเทียบความเหมาะสมกับการดำรงชีวิต
- 3 เชื่อมโยงความรู้สู่ชีวิตจริงและสิ่งแวดล้อม

“ออกซิเจนเดินทางไกล
จากอากาศและน้ำ ... เพื่อให้ชีวิตดำเนินต่อไป”

ชีวิตเชื่อมโยงกัน
ในโลกเดียวกัน”

“สัตว์หลากหลาย...แต่ทุกชีวิตต้องการออกซิเจน”

คำนำ

เปิดเส้นทางสู่โลกของการแลกเปลี่ยนแก๊ส

“เพราะทุกสิ่งมีชีวิต
ต้องหายใจ...
เพื่อดำรงชีวิตต่อไป”

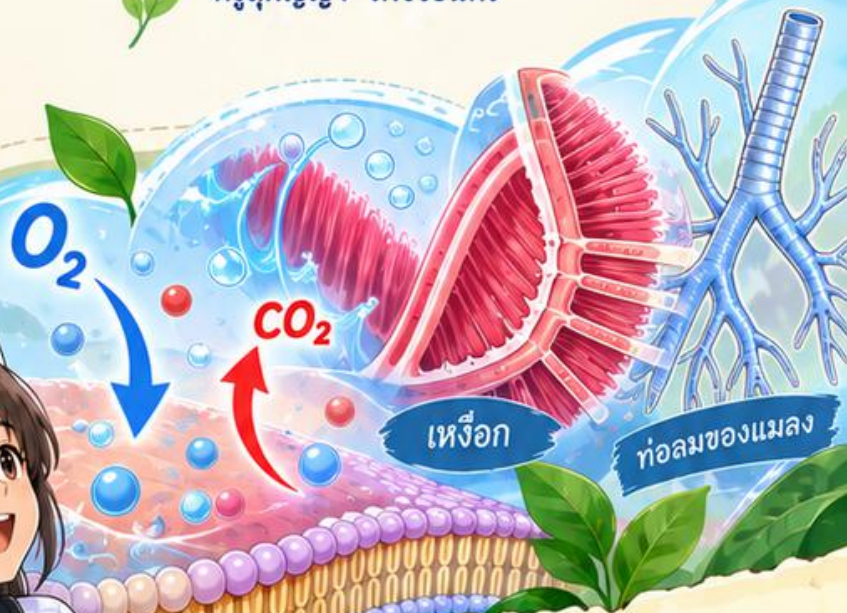
หนังสือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง “การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์”
โดยนำเสนอเนื้อหาจากเอกสารต้นฉบับในรูปแบบที่เข้าใจง่าย
น่าสนใจ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน

นักเรียนจะได้สำรวจวิธีการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิด
ตั้งแต่พองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย ไส้เดือนดิน แมลง ปลา กบ และนก
เรียนรู้หลักการแพร่ของแก๊ส ลักษณะโครงสร้างที่เหมาะสม
กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง
กับการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ภายในเล่มประกอบด้วยเรื่องเล่า ภาพประกอบ กิจกรรม แบบฝึกหัด
สรุปเนื้อหา และคำศัพท์สำคัญ เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้
ได้ด้วยตนเองอย่างครบถ้วน สนุกสนาน และเกิดความเข้าใจอย่างยั่งยืน

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นเพื่อนร่วมทาง
ที่ช่วยให้นักเรียนค้นพบความมหัศจรรย์ของสิ่งมีชีวิต เห็นคุณค่าของ
ธรรมชาติ และตระหนักถึงความสำคัญของการออกซิเจนที่มีต่อทุกชีวิต
บนโลกใบนี้

ครูสุกัญญา เพ็ชรอินทร์



“ยิ่งเรียนรู้
ยิ่งเข้าใจชีวิต
ยิ่งเห็นคุณค่าของโลกใบนี้”

สำรวจ

เรียนรู้

คิดวิเคราะห์

เชื่อมโยงชีวิตจริง

เรียนรู้
อย่างเป็นขั้นตอน
สนุก เข้าใจง่าย
ใช้ได้จริง!

5 ขั้นตอนสู่การเรียนรู้

เรื่อง การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์

“เล็ก ๆ ในธรรมชาติ
มีเรื่องราวมากมาย
ให้เราเรียนรู้”

เรียนเป็นขั้นตอน
คิดเป็นระบบ
สร้างความรู้ได้ด้วยตัวเอง

1 Read

อ่าน

อ่านสถานการณ์ เนื้อหา และคำถาม
ทำความเข้าใจประเด็นสำคัญของบทเรียน

.....

.....

.....

อ่านก่อน
รู้ก่อน
เข้าใจง่ายกว่า

2 Observe

สังเกต

สังเกตภาพ แผนภาพ แบบจำลอง หรือการทดลอง
มองหาข้อมูลสำคัญและความสัมพันธ์

.....

.....

.....

สังเกตให้ดี
มีคำตอบ
ซ่อนอยู่เสมอ

3 Think

คิดวิเคราะห์

ตั้งคำถาม เชื่อมโยงข้อมูล
วิเคราะห์ และหาความสัมพันธ์
ระหว่างโครงสร้าง หน้าที่ และการดำรงชีวิต

.....

.....

.....

ทำไม?
อย่างไร?
สัมพันธ์กันอย่างไร?

คิดให้ลึก
เชื่อมโยงให้เป็น
ความรู้จะชัดเจนขึ้น

4 Do

ลงมือทำ

ทำกิจกรรม ทดลอง ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม
อภิปรายร่วมกับเพื่อน และสรุปผล

.....

.....

.....

ลงมือทำ
เรียนรู้ได้มากกว่า
แค่การอ่าน

5 Check

ตรวจสอบ

ทบทวนความรู้ ตรวจสอบคำตอบ
ประเมินความเข้าใจ และพัฒนาตนเอง

.....

.....

.....

ฉันเข้าใจแล้ว
ฉันทำได้
ฉันจะพัฒนาต่อไป

ตรวจสอบตัวเอง
เพื่อก้าวไปสู่
การเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

พร้อมแล้วใช่ไหม?
มาเริ่มภารกิจ
ไปด้วยกันเลย!

“เรียนรู้การแลกเปลี่ยนแก๊ส
เพื่อเข้าใจสิ่งมีชีวิต...และโลกของเรา”

เพราะทุกก้าวของการเรียนรู้
...ทำให้เราเข้าใจโลกมากขึ้น

แนะนำ

ตัวละคร

ทีม Mission O₂

“เรียนรู้ไปด้วยกัน
สำรวจไปด้วยกัน
สู่โลกของการแลกเปลี่ยนแก้ส”

สิ่งมีชีวิตหลากหลาย
หายใจได้... ด้วยวิธีที่แตกต่าง
แต่ล้วนมหัศจรรย์

Different
Animals
Same Planet
Breathe
Together 😊

ครูเอ๋

Guide

ครูสุกัญญา เพ็ชรอินทร์

- ครูชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา

“ครูพร้อมเป็นเพื่อนร่วมทาง
ให้ทุกคนค้นพบคำตอบด้วยตัวเอง”

บทบาทในเรื่อง

- ให้คำแนะนำ
- ตั้งคำถามกระตุ้นการคิด
- เชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง
- ดูแลให้การกิจสำเร็จ

Explore

Learn

Share

Grow

ต้นกล้า

Questioner



นักเรียนชั้น ม.5

บุคลิก

- ช่างสงสัย
- กล้าตั้งคำถาม
- คิดนอกกรอบ

บทบาทในเรื่อง

- ตั้งคำถามเริ่มต้น
- ชวนเพื่อนคิดต่อ
- ค้นหาคำตอบ

“คำถามดี ๆ
คือจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้”

ใบบัว

Observer



นักเรียนชั้น ม.5

บุคลิก

- ชอบสังเกต
- ใส่ใจรายละเอียด
- ชอบภาพและแผนภาพ

บทบาทในเรื่อง

- สังเกตโครงสร้าง
- วิเคราะห์ข้อมูลจากภาพ
- เชื่อมโยงความสัมพันธ์

“มองให้ลึก...
จะเห็นสิ่งที่ซ่อนอยู่”



ภูมิ

Explorer



นักเรียนชั้น ม.5

บุคลิก

- กระตือรือร้น
- ชอบทดลอง
- ชอบสำรวจสิ่งใหม่

บทบาทในเรื่อง

- ลงมือทำกิจกรรม/ทดลอง
- ค้นหาคำตอบจากหลักฐาน
- นำเสนอผลการสำรวจ

“ออกสำรวจ...
เพื่อค้นพบความจริง”



มิน

Summarizer



นักเรียนชั้น ม.5

บุคลิก

- เป็นระบบ
- สรุปเก่ง
- สื่อสารได้ดี

บทบาทในเรื่อง

- สรุปความรู้เป็นแผนผัง
- เชื่อมโยงกับชีวิตจริง
- นำเสนอหน้าชั้นเรียน

“สรุปให้ชัด
ความรู้จะอยู่กับเราได้นาน”



เล็ก ๆ ในธรรมชาติ สร้างความยิ่งใหญ่ให้โลกของเรา

สารบัญ

ภารกิจตามล่าทางเดินของแก๊ส

“ออกซิเจน... เชื่อมทุกชีวิต
ให้ก้าวเดินไปบนโลกใบเดียวกัน”

Mission O₂

Explore

Learn

Grow

Together

START

มาออกเดินทาง
เรียนรู้การแลกเปลี่ยนแก๊ส
ของสัตว์กันเลยค่า !

1

บทนำ

- 1.1 ภารกิจของเรา
- 1.2 คำนำ
- 1.3 วิธีใช้หนังสือ
- 1.4 แนะนำตัวละคร

หน้า 1
หน้า 2
หน้า 3
หน้า 4
หน้า 5

2

หลักการพื้นฐาน ของการแลกเปลี่ยนแก๊ส

- 2.1 ความสำคัญของการแลกเปลี่ยนแก๊ส
- 2.2 การแพร่ของแก๊ส
- 2.3 ลักษณะโครงสร้างที่เหมาะสม

หน้า 7
หน้า 8
หน้า 9

จากระดับเซลล์
สู่สิ่งมีชีวิต

3

การแลกเปลี่ยนแก๊สของ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์ขนาดเล็ก

- 3.1 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
- 3.2 ฟองน้ำ ไฮดรา และพลาเนเรีย

หน้า 10
หน้า 11

4

การแลกเปลี่ยนแก๊สของไส้เดือนดิน

- 4.1 โครงสร้างและลักษณะผิวหนัง
- 4.2 การลำเลียงแก๊สในร่างกาย

หน้า 12
หน้า 12

6

การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำ

- 6.1 เหงือกคืออะไร
- 6.2 โครงสร้างเหงือกปลา
- 6.3 การแลกเปลี่ยนแบบสวนทางกัน
- 6.4 กิจกรรม : นักสืบเหงือกปลา

หน้า 15
หน้า 16
หน้า 17
หน้า 18

8

การแลกเปลี่ยนแก๊สของนก

- 8.1 โครงสร้างปอดและถุงลม
- 8.2 การเคลื่อนที่ของอากาศในนก

หน้า 20
หน้า 20

10

สรุปท้ายเล่ม

- 10.1 สรุปสาระสำคัญ
- 10.2 คำศัพท์สำคัญ

หน้า 23
หน้า 23

9

สรุปและเปรียบเทียบ

- 9.1 แผนผังการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์
- 9.2 แบบฝึกหัดประเมินความเข้าใจ

หน้า 21
หน้า 22

11

เฉลยแบบฝึกหัด

เฉลยคำตอบและแนวทางการตอบ

หน้า 24

เรียนรู้
ธรรมชาติ
เพื่อชีวิตที่ยั่งยืน

“สัตว์หลากหลาย...แต่ทุกชีวิตเชื่อมโยงกัน
ด้วยออกซิเจน”

เล็ก ๆ ในธรรมชาติ
ยิ่งใหญ่เสมอ

อากาศบนที่สูง

ทำไมบนยอดดอย...อากาศเบาบางลง ?

“แม้อากาศจะบางลง แต่สิ่งมีชีวิตยังหายใจได้ เพราะร่างกายมีการปรับตัว ที่น่าทึ่ง”

EXPLORE
LEARN
THINK
TOGETHER



ทำไมบนที่สูง ออกซิเจนน้อยลง ?



ผลต่อร่างกายของเรา



- หายใจเร็วและลึกขึ้น
- หัวใจเต้นเร็วขึ้น
- อาจรู้สึกเหนื่อยง่าย มีศีรษะ
- ถ้าอยู่ที่สูงนาน อาจมีภาวะ แพ้ความสูง (Altitude Sickness)



ร่างกายปรับตัวอย่างไร ?

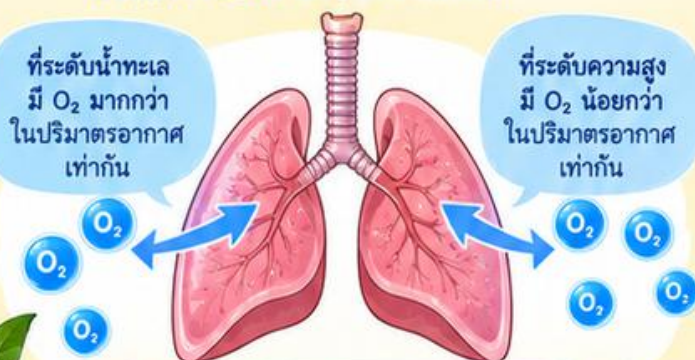


- ✓ เพิ่มอัตราการหายใจ
- ✓ เพิ่มจำนวนเม็ดเลือดแดง
- ✓ เพิ่มความสามารถในการขนส่งออกซิเจน
- ✓ ร่างกายค่อย ๆ ปรับตัวเมื่ออยู่ที่สูงเป็นเวลานาน



รู้หรือไม่ ?

แม้ปริมาณออกซิเจนในอากาศจะใกล้เคียงกัน แต่ความดันอากาศที่ลดลง ทำให้โมเลกุลออกซิเจน มีน้อยลงในปริมาตรอากาศเท่ากัน



จึงทำให้ร่างกายได้รับออกซิเจนน้อยลง



ชวนคิด ชวนตอบ

1

เพราะเหตุใด เมื่ออยู่บนที่สูงจึงหายใจลำบากกว่า ที่ระดับน้ำทะเล

2

ร่างกายมีการปรับตัวอย่างไรเพื่อให้ได้รับออกซิเจน เพียงพอ

3

นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น นก หรือ สัตว์ที่อาศัย บนภูเขา มีการปรับตัวอย่างไรบ้าง

4

ถ้านักเรียนมีโอกาสไปเที่ยวบนยอดสูง ๆ ควรปฏิบัติตัวอย่างไร เพื่อให้ปลอดภัย

ธรรมชาติสอนให้รู้ว่า
การปรับตัว คือกฎแห่งการอยู่รอด

“ยิ่งสูง...ยิ่งท้าทาย
ยิ่งเรียนรู้...ยิ่งเข้าใจชีวิต”

2.1

ความสำคัญของการแลกเปลี่ยนแก๊ส

การแพร่ของแก๊ส

O₂ และ CO₂

แก๊สจะเคลื่อนที่เองจากที่มีมากไปหาที่มีน้อย เพราะธรรมชาติของการแพร่ (Diffusion)

จากบริเวณที่มีความดันย่อยสูง ไปยังบริเวณที่มีความดันย่อยต่ำ

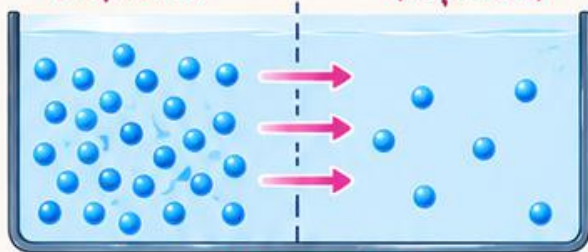
1

การแพร่ (Diffusion) คืออะไร ?

การเคลื่อนที่ของอนุภาคจากบริเวณที่มีความดันย่อยของแก๊สสูง ไปยังบริเวณที่มีความดันย่อยของแก๊สต่ำ จนกระทั่งเกิดความสมดุล

ความดันย่อยสูง
(มีอนุภาคมาก)

ความดันย่อยต่ำ
(มีอนุภาคน้อย)



ทิศทางการแพร่

2

การแพร่ของ O₂ และ CO₂

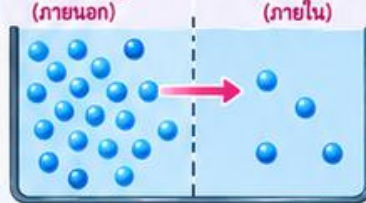
O₂

ออกซิเจน (O₂)

- แพร่จากบริเวณที่มีความดันย่อยสูง ไปยังบริเวณที่มีความดันย่อยต่ำ
- ใช้ในการหายใจระดับเซลล์

ความดันย่อยสูง
(ภายนอก)

ความดันย่อยต่ำ
(ภายใน)



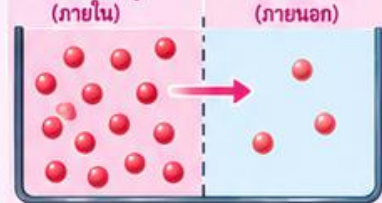
CO₂

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

- แพร่จากบริเวณที่มีความดันย่อยสูง ไปยังบริเวณที่มีความดันย่อยต่ำ
- เป็นผลผลิตจากการหายใจระดับเซลล์ และแพร่สู่ภายนอก

ความดันย่อยสูง
(ภายใน)

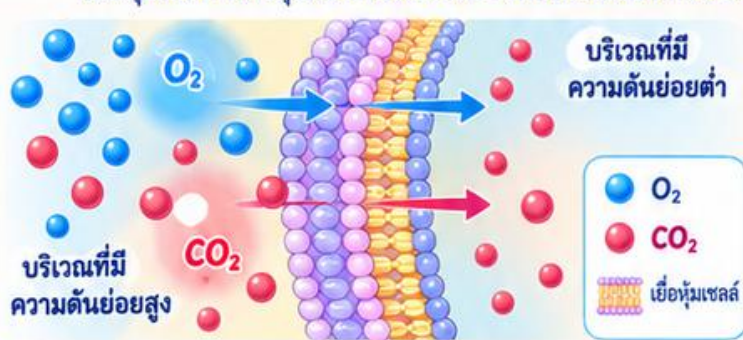
ความดันย่อยต่ำ
(ภายนอก)



3

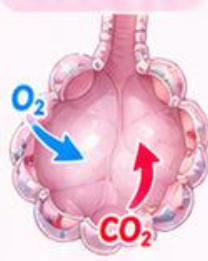
การแพร่ผ่านเยื่อบาง

O₂ และ CO₂ สามารถแพร่ผ่านเยื่อบาง ๆ ได้ เช่น เยื่อหุ้มเซลล์ ผนังถุงลม หรือผิวเหงือก โดยไม่ต้องใช้พลังงาน



ตัวอย่างการแลกเปลี่ยนแก๊สในสิ่งมีชีวิต

ปอดของสัตว์บก



O₂ แพร่เข้าสู่เลือด
CO₂ แพร่ออกจากเลือด

เหงือกของปลา



O₂ จากน้ำแพร่เข้าสู่เลือด
CO₂ แพร่ออกจากเลือดสู่ น้ำ

ผิวหนังของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ



O₂ แพร่เข้าสู่เส้นเลือดฝอย
CO₂ แพร่ออกสู่ภายนอก

4

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแพร่ของแก๊ส



ความแตกต่างของความดันย่อยของแก๊ส ยิ่งแตกต่างมาก อัตราการแพร่ยิ่งสูง



พื้นที่ผิว พื้นที่ผิวมาก อัตราการแพร่ยิ่งสูง



ความหนาของเยื่อ ยิ่งบาง อัตราการแพร่ยิ่งสูง



อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสม ช่วยให้อัตราการแพร่สูงขึ้น

5

สรุปความรู้

- O₂ และ CO₂ แพร่จากบริเวณที่มีความดันย่อยสูง ไปยังบริเวณที่มีความดันย่อยต่ำ
- เกิดขึ้นจนกระทั่งความดันย่อยสมดุล
- สามารถแพร่ผ่านเยื่อบางได้โดยไม่ต้องใช้พลังงาน
- มีความสำคัญต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด

“การแพร่ของแก๊ส...เป็นกระบวนการง่าย ๆ แต่มีความสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด”

“หายใจวันนี้...เพื่อโลกที่ยังหมุนต่อไป”

2.2

ลักษณะของพื้นผิว
ที่เหมาะสมต่อการแลกเปลี่ยนแก๊ส

พื้นผิวแลกเปลี่ยนแก๊สที่ดี ต้องมีลักษณะอย่างไร?

เพื่อให้การแพร่ของ O_2 และ CO_2 เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สิ่งมีชีวิตหลายชนิด
มีโครงสร้างที่แตกต่างกัน
แต่มีหลักการเดียวกัน
ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส



1 พื้นผิวชุ่มชื้น (Moist surface)

แก๊สต้องละลายในน้ำหรือความชื้น
ที่เคลือบผิว ก่อนจะแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์
จึงจำเป็นต้องมีพื้นผิวที่ชุ่มชื้นอยู่เสมอ



ตัวอย่าง

- ผิวงูลมในปอดของสัตว์เลื้อยลูกดัดย่นม
- เหงือกของปลา
- ผิวหนังของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

2 ผนังบาง (Thin wall)

ผนังที่บางช่วยลดระยะทาง
ในการแพร่ของแก๊ส ทำให้ O_2 และ CO_2
แพร่ได้รวดเร็วขึ้น

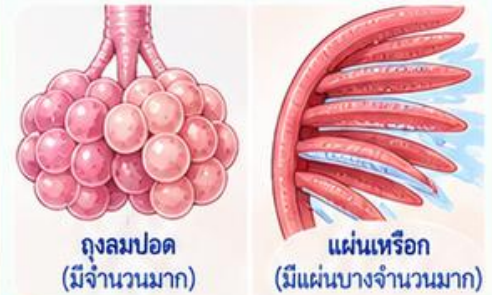


ตัวอย่าง

- ผนังถุงลมปอด
- แผ่นเหงือก ของปลา
- ผิวลำตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

3 พื้นผิวผิวมาก (Large surface area)

มีพื้นที่ผิวมาก ทำให้มีบริเวณ
สำหรับการแพร่ของแก๊สมากขึ้น
จึงแลกเปลี่ยนแก๊สได้มาก

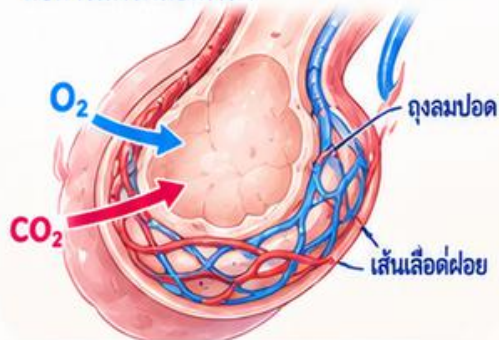


ตัวอย่าง

- ถุงลมปอดที่มีจำนวนมาก
- แผ่นเหงือกที่มีแผ่นบางจำนวนมาก
- ผิวหนังที่มีรอยพับเพิ่มพื้นที่ผิว

4 มีเส้นเลือดมาเลี้ยง (Well blood supply)

สำหรับสิ่งมีชีวิตที่มีระบบหมุนเวียนเลือด
การมีเส้นเลือดมาเลี้ยงที่พื้นผิวแลกเปลี่ยนแก๊ส
จะช่วยนำ O_2 ไปใช้และนำ CO_2 ออกไป
ทำให้ความเข้มข้นของแก๊สที่พื้นผิวเหมาะสม
ต่อการแพร่ตลอดเวลา



ตัวอย่าง

- ถุงลมปอดของสัตว์เลื้อยลูกดัดย่นม
- แผ่นเหงือกของปลา
- ผิวหนังของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

5 มีโครงสร้างป้องกัน (Protective structure)

แม้พื้นผิวต้องบางและชุ่มชื้น แต่ก็ต้องมี
โครงสร้างป้องกันเพื่อไม่ให้แห้งเสียหาย
หรือได้รับอันตรายจากสิ่งแวดล้อม



ปอด

อยู่ภายใน
ช่องอก มีซี่โครง
ป้องกัน



เหงือก

อยู่ภายในช่องเหงือก
มีแผ่นปิดเหงือก
ช่วยป้องกัน



ผิวหนัง

มีเมือกเคลือบผิว
ช่วยให้ชุ่มชื้นและ
ป้องกันอันตราย

สรุปลักษณะสำคัญของ พื้นผิวแลกเปลี่ยนแก๊สที่ดี

- 1 พื้นผิวชุ่มชื้น
- 2 ผนังบาง
- 3 พื้นผิวผิวมาก
- 4 มีเส้นเลือดมาเลี้ยง (ในสัตว์ที่มีระบบหมุนเวียนเลือด)
- 5 มีโครงสร้างป้องกัน

โครงสร้างที่แตกต่างกัน
แต่มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน
คือ...เพื่อการแลกเปลี่ยนแก๊ส
ของสิ่งมีชีวิต

“โครงสร้างที่เหมาะสม
ช่วยให้สิ่งมีชีวิตอยู่รอด
ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน”

“ธรรมชาติออกแบบอย่างสมบูรณ์
เพื่อการหายใจของชีวิต”

3.1

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

การแลกเปลี่ยนแก๊ส ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

อาศัยการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

“แม้จะมีเพียง
เซลล์เดียว
ก็สามารถแลกเปลี่ยน
แก๊สเพื่อดำรงชีวิตได้”



?

สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว คืออะไร ?

สิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว ทำหน้าที่ทุกอย่างในเซลล์เดียว ทั้งการได้รับสารอาหาร การหายใจ การขับถ่าย และการสืบพันธุ์

1

การแลกเปลี่ยนแก๊สโดยการแพร่

O_2 และ CO_2 แพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง ไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ จนเกิดความสมดุล

น้ำ
มี O_2 ละลายอยู่

O_2
(แพร่เข้าสู่เซลล์)

เยื่อหุ้มเซลล์
(ให้แก๊สผ่านได้)

CO_2
(แพร่ออกจากเซลล์)

ไซโทพลาซึม

นิวเคลียส

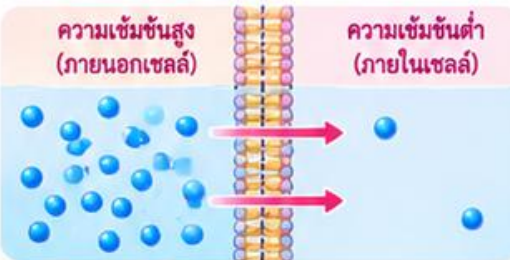
เซลล์อะมีบา

(ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว)

2

หลักการแพร่ (Diffusion)

อนุภาคของแก๊สจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง ไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ จนกระทั่งเกิดความสมดุล



เมื่อเวลาผ่านไป ความเข้มข้นของแก๊ส ทั้งสองด้านจะใกล้เคียงกัน

3

ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่ของแก๊ส

- ✓ ความแตกต่างของความเข้มข้นของแก๊ส
- ✓ พื้นที่ผิวของเยื่อหุ้มเซลล์
- ✓ ความหนาของเยื่อหุ้มเซลล์
- ✓ อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม
- ✓ สภาพแวดล้อมรอบเซลล์ เช่น ปริมาณ O_2 ที่ละลายในน้ำ

4

ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่แลกเปลี่ยนแก๊สโดยการแพร่

อะมีบา (Amoeba)

พารามีเซียม (Paramecium)

ยูกลีนา (Euglena)



แลกเปลี่ยนแก๊สผ่าน
เยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง



แลกเปลี่ยนแก๊สผ่าน
เยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง



แลกเปลี่ยนแก๊สผ่าน
เยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง

?

ชวนคิด ชวนตอบ

1

เพราะเหตุใด O_2 จึงแพร่เข้าสู่เซลล์ ในขณะที่ CO_2 แพร่ออกจากเซลล์ ?

2

ถ้าปริมาณ O_2 ในน้ำน้อยลง จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอย่างไร ?

3

นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูง จะแลกเปลี่ยนแก๊ส ได้ดีขึ้นหรือไม่ เพราะอะไร ?

“แม้ตัวเล็กเพียงเซลล์เดียว แต่ทุกลมหายใจคือการเชื่อมต่อกับโลกใบใหญ่”

“การแพร่ของแก๊ส... คือกุญแจสู่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต”

3.2

การแลกเปลี่ยนแก๊ส ในสัตว์บางกลุ่ม

เปรียบเทียบการแลกเปลี่ยนแก๊ส ในสัตว์บางกลุ่ม

โครงสร้างที่แตกต่าง...แต่ทำหน้าที่เดียวกัน
เพื่อการหายใจของชีวิต

สัตว์แต่ละกลุ่มมีวิธี
แลกเปลี่ยนแก๊ส
ที่เหมาะสมกับ
โครงสร้างและ
สิ่งแวดล้อมของตนเอง



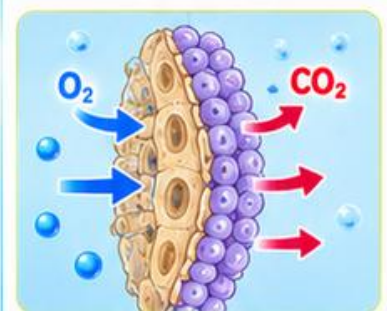
ฟองน้ำ (Sponge)



สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์อย่างง่าย
ไม่มีระบบอวัยวะ

การแลกเปลี่ยนแก๊ส

แก๊สแพร่ผ่านผิวเซลล์โดยตรง
จากน้ำที่ไหลผ่านลำตัว



การแพร่ของแก๊สผ่านผิวเซลล์

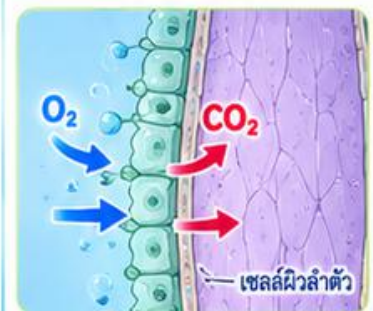
ไฮดรา (Hydra)



สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์อย่างง่าย
ลำตัวบาง ไม่มีระบบหมุนเวียนเลือด

การแลกเปลี่ยนแก๊ส

แก๊สแพร่ผ่านผิวลำตัวโดยตรง
จากน้ำรอบตัว



การแพร่ของแก๊สผ่านผิวลำตัว

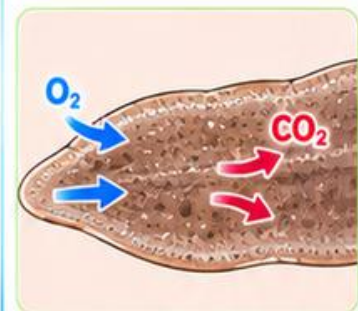
พลาเนเรีย (Planarian)



สัตว์ตัวแบน
ไม่มีระบบหมุนเวียนเลือด

การแลกเปลี่ยนแก๊ส

แก๊สแพร่ผ่านผิวลำตัวโดยตรง
จากน้ำรอบตัว



การแพร่ของแก๊สผ่านผิวลำตัว

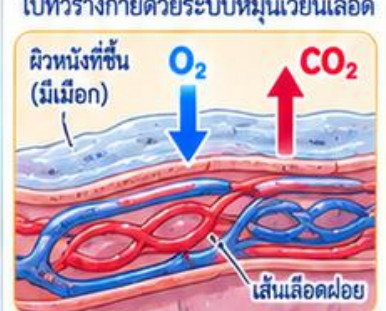
ไส้เดือนดิน (Earthworm)



สัตว์ปล้อง มีระบบหมุนเวียนเลือด
อาศัยอยู่ในดินที่ชื้น

การแลกเปลี่ยนแก๊ส

แก๊สแพร่ผ่านผิวหนังที่ชื้น
เข้าสู่เส้นเลือดฝอย แล้วลำเลียง
ไปทั่วร่างกายด้วยระบบหมุนเวียนเลือด



การแพร่ของแก๊สผ่านผิวหนังเข้าสู่เลือด

ตารางเปรียบเทียบการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์บางกลุ่ม

สัตว์	แหล่งที่อยู่	โครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊ส	การลำเลียงแก๊ส	ลักษณะเด่น
ฟองน้ำ	น้ำ	ผิวเซลล์	แพร่โดยตรง	น้ำไหลผ่านลำตัว
ไฮดรา	น้ำ	ผิวลำตัว	แพร่โดยตรง	ลำตัวบาง
พลาเนเรีย	น้ำ	ผิวลำตัว	แพร่โดยตรง	ลำตัวแบน พื้นที่ผิวมาก
ไส้เดือนดิน	ดินชื้น	ผิวหนังที่ชื้น	แพร่เข้าสู่เส้นเลือดฝอย และลำเลียงด้วยเลือด	ผิวหนังมีเมือกและ ระบบหมุนเวียนเลือด

สรุปความรู้

- ✓ สัตว์ขนาดเล็กหรือสัตว์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน มักแลกเปลี่ยนแก๊สโดยการแพร่ผ่านผิวลำตัวหรือผิวเซลล์โดยตรง
- ✓ การแลกเปลี่ยนแก๊สเกิดขึ้นจากความแตกต่างของความเข้มข้นของแก๊ส
- ✓ ไส้เดือนดินใช้ผิวหนังที่ชื้นร่วมกับระบบหมุนเวียนเลือด ช่วยลำเลียงแก๊สไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
- ✓ โครงสร้างและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อวิธีการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์แต่ละชนิด

? ขวนคิด ขวนตอบ

1 เพราะเหตุใดฟองน้ำ ไฮดรา และพลาเนเรีย
จึงไม่จำเป็นต้องมีระบบหมุนเวียนเลือด
ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ?

2 หากไส้เดือนดินอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แห้ง
การแลกเปลี่ยนแก๊สจะได้รับผลอย่างไร ?

สิ่งมีชีวิตหลากหลาย
ต่างวิธี...แต่มีเป้าหมายเดียวกัน
คือ การอยู่รอด

“ธรรมชาติสอนให้รู้ว่า...
แม้โครงสร้างจะแตกต่าง แต่ชีวิตล้วนเชื่อมโยงกัน”

3.3

การแลกเปลี่ยนแก๊สของไส้เดือนดิน

การแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านผิวหนังของไส้เดือนดิน

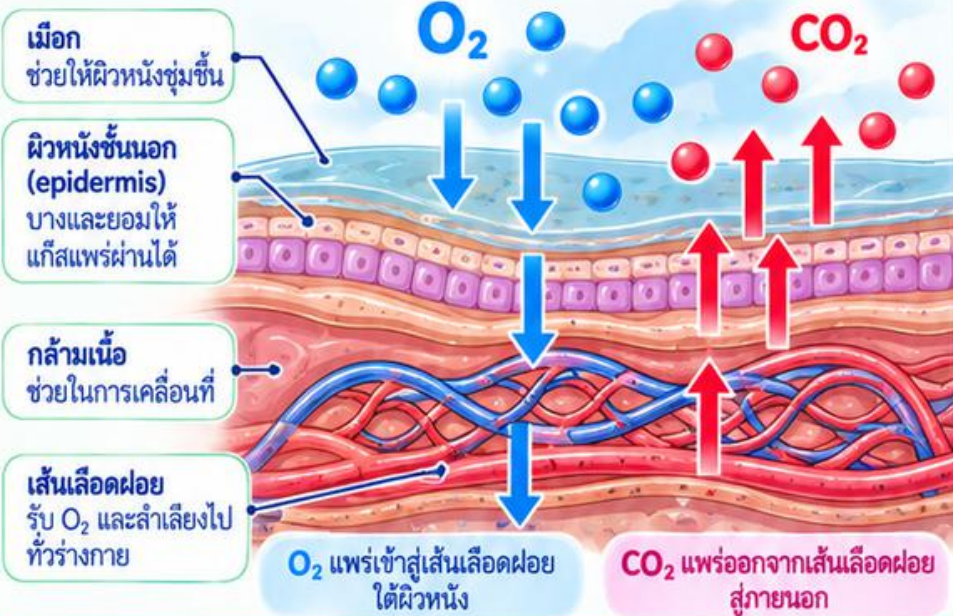
ผิวหนังบางและชุ่มชื้น...ช่วยให้หายใจได้

ไส้เดือนดินไม่มีปอด แต่สามารถแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านผิวหนังได้ เพราะผิวหนังบางและชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา

1

โครงสร้างผิวหนังของไส้เดือนดิน

ผิวหนังของไส้เดือนดินบาง มีความชุ่มชื้น และมีเส้นเลือดฝอยอยู่ใต้ผิวหนัง ทำให้แก๊สสามารถแพร่ผ่านได้ง่าย

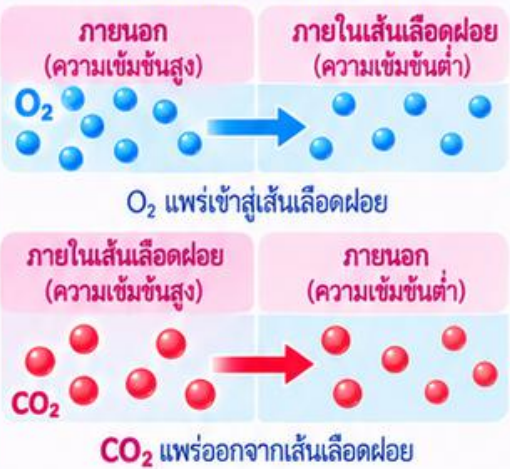


2

การแพร่ของแก๊ส

O_2 เคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง (ภายนอก) ไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ (ในเส้นเลือดฝอย)

ส่วน CO_2 เคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง (ในเส้นเลือดฝอย) ไปยังภายนอก



3

ปัจจัยที่ช่วยให้แลกเปลี่ยนแก๊สได้ดี



4

ถ้าผิวหนังแห้ง ไส้เดือนดินจะเป็นอย่างไร ?

หากผิวหนังแห้ง แก๊สจะไม่สามารถแพร่ผ่านได้ดี ทำให้ได้รับ O_2 ไม่เพียงพอ และขับ CO_2 ไม่ได้ ไส้เดือนดินจึงต้องอาศัยความชื้นในดิน เพื่อให้ผิวหนังชุ่มชื้นอยู่เสมอ



5

สรุปความรู้

- ✓ ไส้เดือนดินแลกเปลี่ยนแก๊สผ่านผิวหนัง
- ✓ ผิวหนังบางและชุ่มชื้น ช่วยให้แก๊สแพร่ผ่านได้ง่าย
- ✓ O_2 แพร่เข้าสู่เส้นเลือดฝอย และ CO_2 แพร่ออกสู่ภายนอก
- ✓ ต้องอาศัยความชื้นในดิน เพื่อรักษาสภาพผิวหนังให้ชุ่มชื้น
- ✓ ระบบหมุนเวียนเลือดช่วยลำเลียง O_2 และ CO_2 ไปทั่วร่างกาย

“ดินที่ชุ่มชื้น... คือชีวิตของไส้เดือนดิน”



?

ชวนคิด ชวนตอบ

- 1 เพราะเหตุใดไส้เดือนดินจึงไม่สามารถอาศัยอยู่ในที่แห้งได้ ?
- 2 ถ้าปริมาณ O_2 ในดินลดลง จะมีผลต่อไส้เดือนดินอย่างไร ?
- 3 นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่แลกเปลี่ยนแก๊สทางผิวหนัง อาจมีลักษณะคล้ายกับไส้เดือนดินอย่างไรบ้าง ?

3.4

การแลกเปลี่ยนแก๊สของแมลง

ระบบท่อลมของแมลงกับการแลกเปลี่ยนแก๊ส

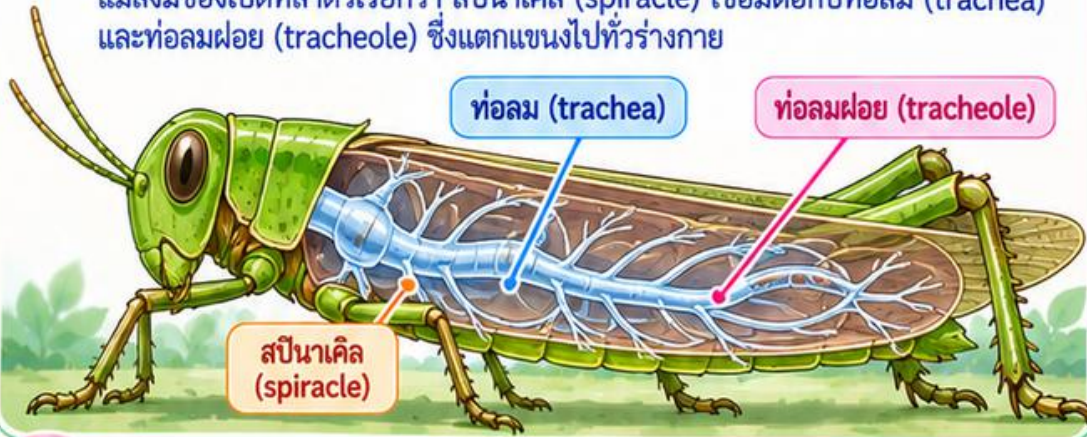
อากาศเข้าสู่เซลล์โดยตรง ผ่านระบบท่อลม ไม่ต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือด

แมลงมีระบบท่อลมที่แตกแขนงไปทั่วร่างกาย ทำให้ O_2 เข้าถึงเซลล์ได้โดยตรง และ CO_2 ออกสู่ภายนอกได้

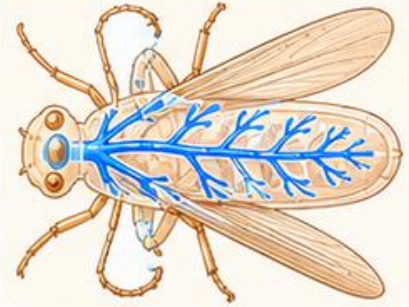
1

โครงสร้างระบบท่อลมของแมลง

แมลงมีช่องเปิดที่ลำตัวเรียกว่า สปีนาเคิล (spiracle) เชื่อมต่อกับท่อลม (trachea) และท่อลมฝอย (tracheole) ซึ่งแตกแขนงไปทั่วร่างกาย



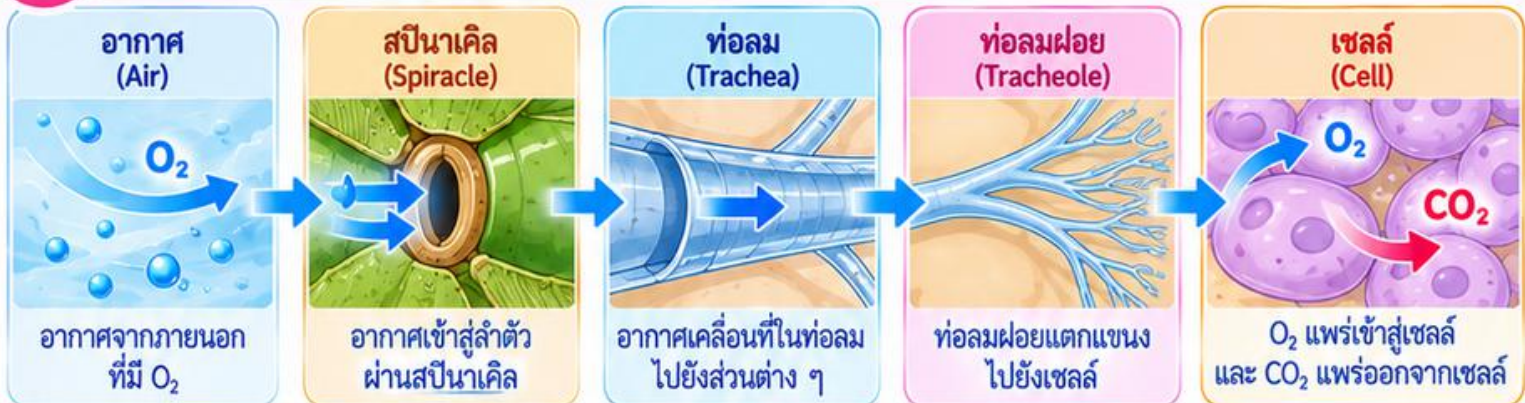
การกระจายของท่อลมในร่างกาย



ท่อลมแตกแขนงไปยังบริเวณต่าง ๆ ของลำตัว ขา ปีก และอวัยวะภายใน

2

เส้นทางการแลกเปลี่ยนแก๊ส



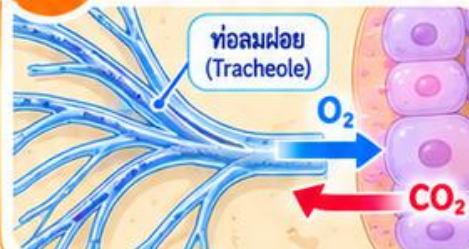
3

ลักษณะสำคัญของระบบท่อลม

- ✓ มีสปีนาเคิล (spiracle) เป็นช่องเปิด-ปิดบนลำตัว
- ✓ มีท่อลม (trachea) แตกแขนงเป็นท่อลมฝอย (tracheole)
- ✓ ท่อลมฝอยมีผนังบาง ช่วยให้ O_2 และ CO_2 แพร่ได้ดี
- ✓ อากาศเข้าสู่เซลล์โดยตรง ไม่ต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือด
- ✓ สปีนาเคิลสามารถเปิด-ปิดได้ เพื่อลดการสูญเสียน้ำ

4

แลกเปลี่ยนแก๊สอย่างไร ?



O_2 แพร่จากท่อลมฝอยเข้าสู่เซลล์ที่มีความเข้มข้น O_2 ต่ำ และ CO_2 แพร่จากเซลล์เข้าสู่ท่อลมฝอยที่มีความเข้มข้น CO_2 ต่ำกว่า

5

ตัวอย่างแมลงที่มีระบบท่อลม



สรุปความรู้

- ✓ แมลงใช้ระบบท่อลมในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
- ✓ อากาศผ่านสปีนาเคิล → ท่อลม → ท่อลมฝอย → เซลล์
- ✓ O_2 แพร่เข้าสู่เซลล์โดยตรง และ CO_2 แพร่ออกสู่ท่อลมฝอย
- ✓ ไม่ต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือด
- ✓ เหมาะสมกับการดำรงชีวิตบนบก

“แมลงตัวเล็ก...แต่ระบบหายใจไม่ธรรมดา
ธรรมชาติออกแบบอย่างชาญฉลาด”

Mission กิจกรรมที่ 1

ตามรอยออกซิเจน ในระบบท่อลมของแมลง

เรียงลำดับ...ให้ถูกต้อง

สังเกต คิด วิเคราะห์
เรียนรู้จากโครงสร้างจริง
แล้วตอบคำถามให้ครบ
ไปด้วยกันนะคะ

เริ่มจากตรงไหน?

ลองเรียงลำดับดูสิ!

น่าสนใจมาก!

“แมลงหายใจได้...เพราะมีระบบท่อลม
นำอากาศไปยังเซลล์โดยตรง”

พวกเราต้องทำได้แน่!

ชื่อ-สกุล
ชั้น ม.5/..... เลขที่
วันที่

1 เรียงลำดับเส้นทางการแลกเปลี่ยนแก๊สของแมลง

ให้นักเรียนเรียงลำดับการเดินทางของอากาศ (O_2) จากภายนอกเข้าสู่เซลล์ ตามระบบท่อลมของแมลง
โดยลากภาพ (Drag & Drop) ไปวางในช่องให้ถูกต้อง

1

2

3

4

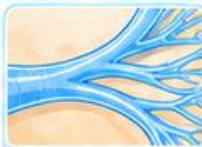
5



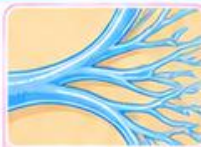
อากาศ
(Air)



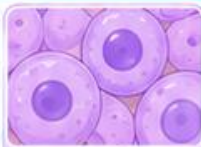
สปิราเคิล
(Spiracle)



ท่อลม
(Trachea)



ท่อลมฝอย
(Tracheole)



เซลล์
(Cell)



คำใบ้

อากาศเข้าสู่ร่างกายทางสปิราเคิล
ผ่านท่อลม ท่อลมฝอย และไปยังเซลล์
โดยไม่ต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือด

2 จับคู่ภาพกับคำอธิบาย

ให้นักเรียนจับคู่โครงสร้างกับหน้าที่ โดยเติมตัวอักษรให้ถูกต้อง

1

สปิราเคิล



ก. แลกเปลี่ยนแก๊สกับเซลล์โดยตรง

2

ท่อลม



ข. ท่อขนาดใหญ่ ลำเลียงอากาศไปยังส่วนต่าง ๆ

3

ท่อลมฝอย



ค. ช่องเปิด-ปิดบนลำตัวของแมลง

4

เซลล์



ง. ท่อขนาดเล็ก แตกแขนงเป็นเส้นเล็ก ๆ
นำอากาศไปยังเซลล์

3

เติมคำในช่องว่าง

เลือกคำที่กำหนดให้ เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ท่อลม สปิราเคิล ท่อลมฝอย เซลล์ อากาศ

- 1) แมลงรับ จากภายนอกผ่าน
ช่องเปิดที่เรียกว่า
- 2) อากาศเคลื่อนที่ผ่าน
ไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
- 3) ท่อลมแตกแขนงเป็น
ซึ่งนำอากาศไปยัง

4 คำถามชวนคิด

1. เพราะเหตุใดแมลงจึงไม่ต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือดในการลำเลียงออกซิเจน ?
.....
2. ถ้าสปิราเคิลถูกปิด แมลงจะได้รับผลกระทบอย่างไร ?
.....
3. จากความรู้ที่ได้ นักเรียนคิดว่าระบบท่อลมเหมาะสมกับลักษณะการดำรงชีวิตของแมลงอย่างไร ?
.....

5

สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ให้นักเรียนสรุปสั้น ๆ เกี่ยวกับระบบท่อลมของแมลง
(อย่างน้อย 3 ประเด็น)

1.
2.
3.



แมลงตัวเล็ก...
แต่มีระบบหายใจที่นาเท่ง
และเหมาะสมกับธรรมชาติ

“เรียนรู้จากธรรมชาติ...เพื่อเข้าใจความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต”

3.5

การแลกเปลี่ยนแก๊ส
ของสัตว์น้ำด้วยเหงือก

เหงือก... โครงสร้างสำคัญของสัตว์น้ำ

แลกเปลี่ยนแก๊สได้อย่างมีประสิทธิภาพ
เพื่อการดำรงชีวิตในน้ำ

แม้จะอยู่ในน้ำ
สัตว์ก็ยังต้องหายใจนะ
แต่โครงสร้างเหงือก
อาจแตกต่างกันค่ะ
มาศึกษากันเลย!



1

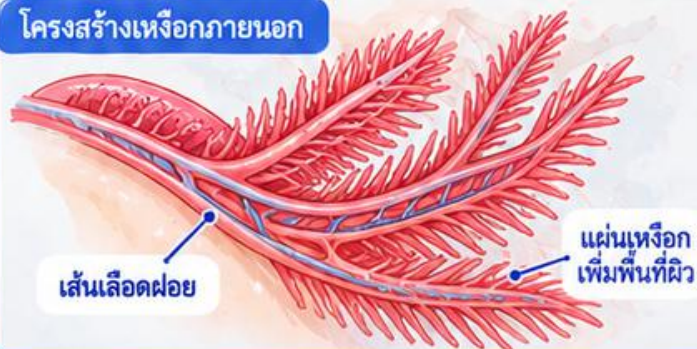
เหงือกภายนอก (External gills)

เป็นเหงือกที่อยู่ภายนอกร่างกาย สัมผัสกับน้ำโดยตรง
พบในสัตว์น้ำบางกลุ่ม โดยเฉพาะในระยะตัวอ่อน



เหงือกภายนอก

โครงสร้างเหงือกภายนอก



ลักษณะเด่น

-
-
-

2

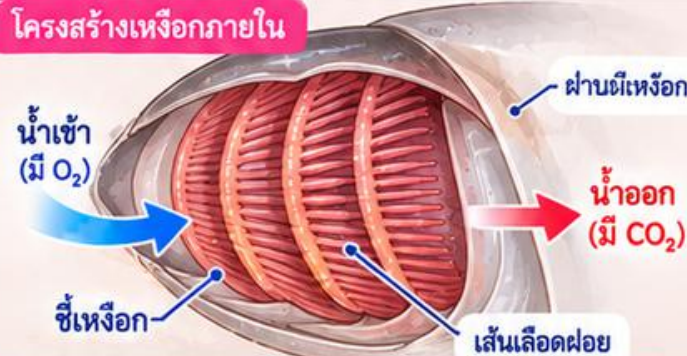
เหงือกภายใน (Internal gills)

เป็นเหงือกที่อยู่ภายในโพรงเหงือก (gill chamber)
มีโครงสร้างปกคลุมและได้รับการป้องกัน



เหงือกภายใน

โครงสร้างเหงือกภายใน



ลักษณะเด่น

-
-
-

3

เปรียบเทียบเหงือกภายนอกและเหงือกภายใน

รายการ	เหงือกภายนอก	เหงือกภายใน
ตำแหน่ง		
พบในสัตว์กลุ่มใด		
การป้องกัน		
การไหลของน้ำ		
ตัวอย่างสัตว์		

“หลากหลายโครงสร้าง...เพื่อชีวิตที่หลากหลายในโลกน้ำ”

4

สรุปความรู้

- ✓
- ✓
- ✓
- ✓

“สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด
มีโครงสร้างเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม
จึงสามารถอยู่รอดได้อย่างสมดุล”

3.6

โครงสร้างเหงือกของปลา

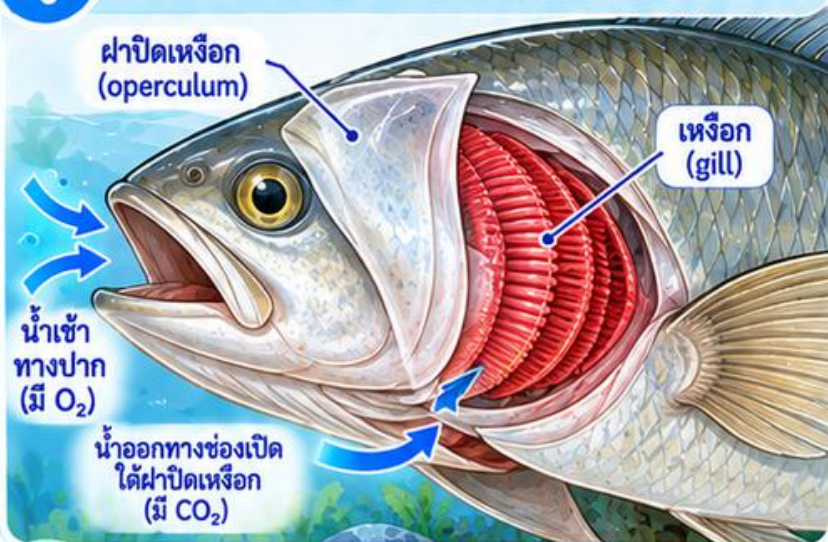
เจาะลึกโครงสร้างเหงือกของปลา อวัยวะสำคัญเพื่อการแลกเปลี่ยนแก๊ส

โครงสร้างที่ออกแบบอย่างเหมาะสม
เพื่อชีวิตในน้ำ

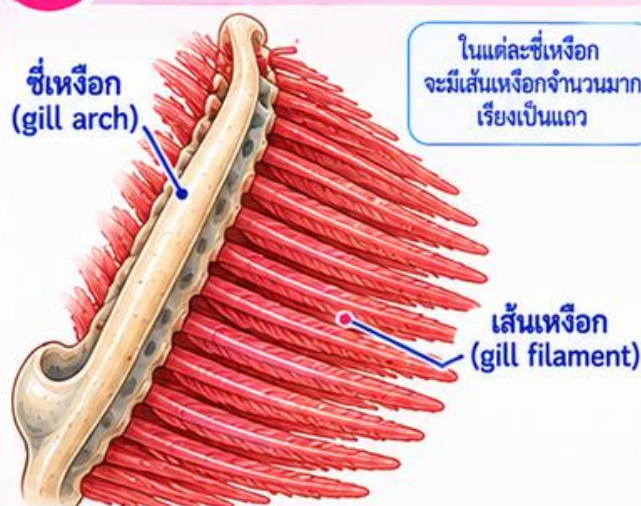
เหงือกของปลา
มีโครงสร้างซับซ้อน
เพิ่มพื้นที่ผิว
เพื่อให้แลกเปลี่ยนแก๊ส
ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ในน้ำค่ะ



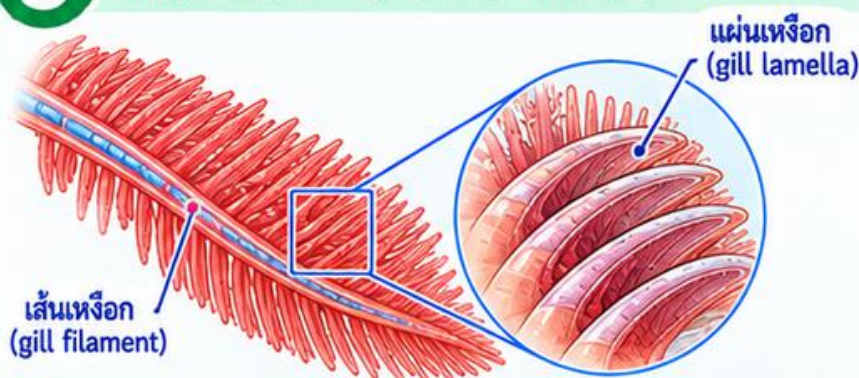
1 ตำแหน่งและโครงสร้างโดยรวมของเหงือกปลา



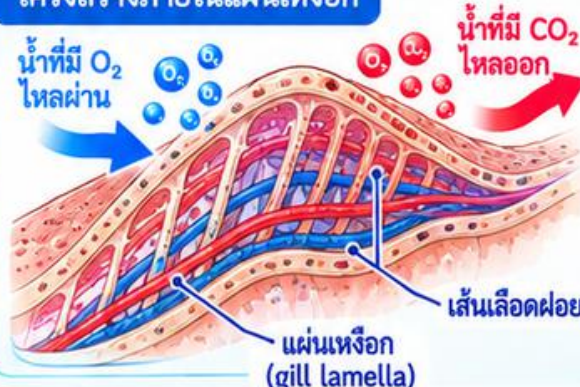
2 โครงสร้างของเหงือก



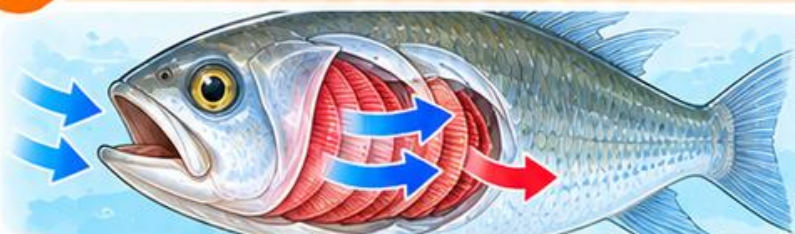
3 ภาพขยายเส้นเหงือกและแผ่นเหงือก



โครงสร้างภายในแผ่นเหงือก



4 การไหลเวียนของน้ำและการแลกเปลี่ยนแก๊ส



- 1 น้ำเข้าทางปาก
- 2 ไหลผ่านช่องระหว่างเส้นเหงือกและแผ่นเหงือก
- 3 เกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สที่แผ่นเหงือก
- 4 น้ำออกทางช่องเปิดใต้ฝาปิดเหงือก

5 ความสำคัญของเหงือก

- ✓ เพิ่มพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
- ✓ มีเส้นเลือดฝอยจำนวนมาก
- ✓ น้ำไหลผ่านอย่างต่อเนื่อง
- ✓ ช่วยให้ปลาสามารถได้รับ O_2 และขับ CO_2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ✓ เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในน้ำ

6 คำถามชวนคิด

1. เพราะเหตุใดปลาจึงมีเส้นเหงือกจำนวนมาก ?
2. การไหลของน้ำผ่านเหงือกมีผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สอย่างไร ?
3. ถ้าน้ำมีปริมาณ O_2 ต่ำ ปลาจะได้รับผลกระทบอย่างไร ?

“เหงือก คือ ประตูลู่การหายใจ
ของสิ่งมีชีวิตในโลกลน้ำ”

“ธรรมชาติออกแบบโครงสร้างที่เหมาะสม
เพื่อให้ทุกสิ่งมีชีวิตอยู่รอดได้อย่างสมดุล”

3.7

การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบทวนกระแสในเหงือกของปลา

การแลกเปลี่ยนแก๊สแบบทวนกระแสในเหงือกของปลา

กลไกสำคัญที่ช่วยให้ปลาได้รับออกซิเจนจากน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

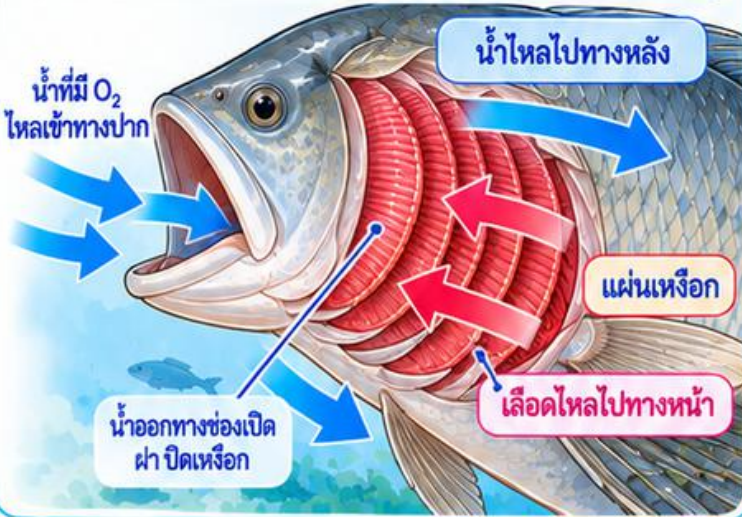
น้ำไหลสวนทางกับเลือด ทำให้มีความแตกต่างของความเข้มข้นของแก๊สตลอดแนวแผ่นเหงือก



1

ทิศทางการไหลของน้ำและเลือด

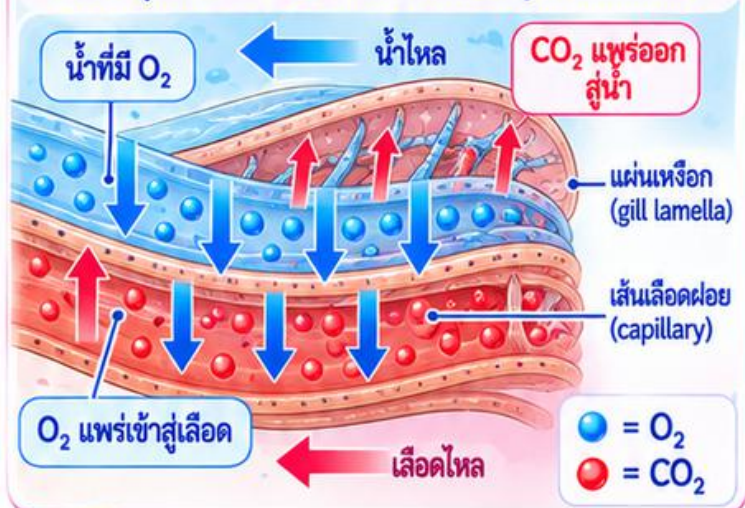
น้ำไหลผ่านแผ่นเหงือกในทิศทางตรงข้ามกับการไหลของเลือด จึงเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สแบบทวนกระแส (countercurrent exchange)



2

การแลกเปลี่ยนแก๊สที่แผ่นเหงือก

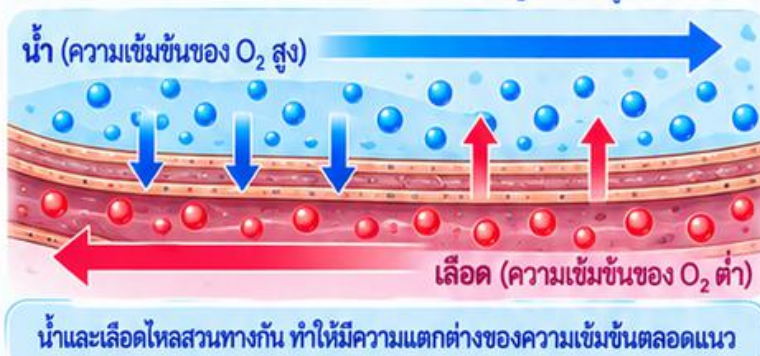
ที่แผ่นเหงือก น้ำและเลือดไหลสวนทางกัน ทำให้ O_2 จากน้ำแพร่เข้าสู่เลือด และ CO_2 จากเลือดแพร่ออกสู่น้ำได้ตลอดแนว



3

ความแตกต่างของความเข้มข้นตลอดแนว

การไหลสวนทางกันทำให้มีความแตกต่างของความเข้มข้นของ O_2 ระหว่างน้ำและเลือดตลอดแนวแผ่นเหงือก ส่งผลให้ O_2 แพร่เข้าสู่เลือดได้ต่อเนื่อง



4

ผลของการแลกเปลี่ยนแก๊สแบบทวนกระแส

- ✓ ปลาได้รับ O_2 จากน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ✓ รักษาความแตกต่างของความเข้มข้นของแก๊สได้ตลอดแนว
- ✓ เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่มีปริมาณ O_2 ต่ำ
- ✓ ช่วยให้ปลาเคลื่อนไหวและทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ต่อเนื่อง



5

สรุปความรู้

- ✓ เหงือกของปลามีแผ่นเหงือกที่มีเส้นเลือดฝอยจำนวนมาก
- ✓ น้ำและเลือดไหลในทิศทางตรงข้ามกัน (countercurrent exchange)
- ✓ O_2 แพร่จากน้ำเข้าสู่เลือด และ CO_2 แพร่ออกจากเลือดสู่น้ำ
- ✓ มีความแตกต่างของความเข้มข้นของแก๊สตลอดแนวแผ่นเหงือก
- ✓ ช่วยให้ปลาได้รับ O_2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

?

ชวนคิด ชวนตอบ

1

หากน้ำและเลือดไหลไปในทิศทางเดียวกัน การแลกเปลี่ยนแก๊สจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นหรือน้อยลง เพราะเหตุใด ?

2

เพราะเหตุใดปลาจึงสามารถอยู่ในน้ำที่มีปริมาณ O_2 ต่ำได้ ?

3

กลไกการแลกเปลี่ยนแก๊สแบบทวนกระแสในเหงือกของปลา มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในธรรมชาติอย่างไร ?

“ธรรมชาติออกแบบอย่างชาญฉลาดเพื่อชีวิตที่สมดุลในสายน้ำ”

Mission กิจกรรมที่ 2

สืบเสาะการแลกเปลี่ยนแก๊ส ในเหงือกของปลา

เปรียบเทียบสองรูปแบบ... แล้วค้นหาคำตอบ

“ทิศทางการไหลที่ต่างกัน ส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สอย่างไร?”

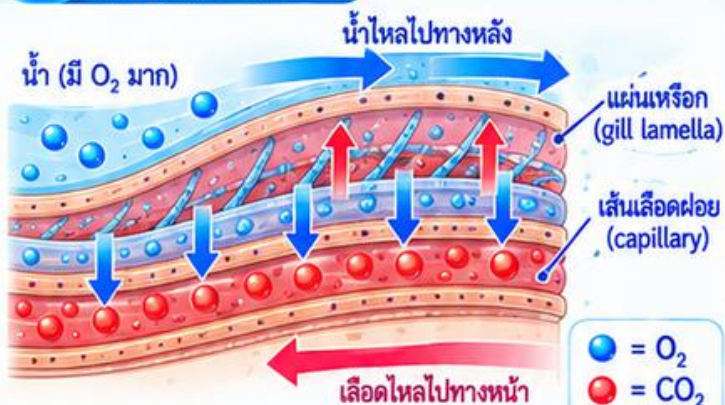
สังเกต
วิเคราะห์
และอธิบายด้วยหลักฐาน
ทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล ชั้น ม.5/..... เลขที่ วันที่

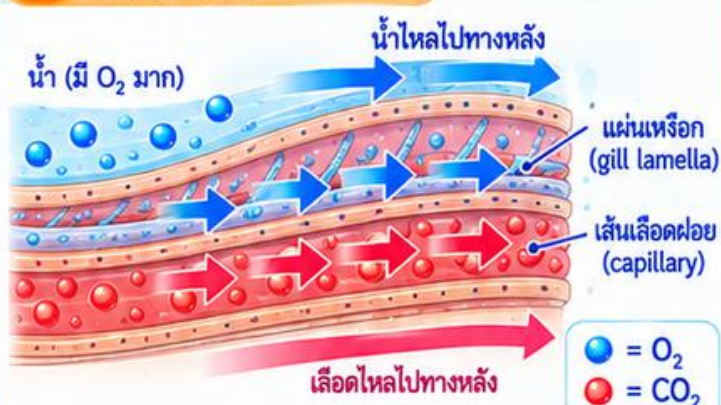
1 สังเกตและเปรียบเทียบ

พิจารณาภาพการไหลของน้ำและเลือดในแผ่นเหงือกของปลา แล้วตอบคำถาม

A การไหลสวนทางกัน (แบบทวนกระแส)



B การไหลไปในทิศทางเดียวกัน (แบบตามกระแส)



2 ตั้งสมมติฐาน

นักเรียนคิดว่ารูปแบบการไหลของน้ำและเลือดแบบใด
จะทำให้ปลาได้รับ O_2 มากกว่า เพราะเหตุใด?



3 รวบรวมหลักฐานจากภาพ

เติมข้อมูลจากการสังเกตลงในตาราง

รายการเปรียบเทียบ	แบบทวนกระแส (A)	แบบตามกระแส (B)
ทิศทางการไหลของน้ำ		
ทิศทางการไหลของเลือด		
แนวโน้มการแพร่ของ O_2 จากน้ำสู่เลือด		
แนวโน้มการแพร่ของ CO_2 จากเลือดสู่น้ำ		
ผลต่อปริมาณ O_2 ที่ปลาได้รับ		

4 อธิบายผล

จากหลักฐานที่ได้ อธิบายว่าทำไมการไหลสวนทางกัน
จึงช่วยให้ปลาได้รับ O_2 อย่างมีประสิทธิภาพ

เพราะว่า



5 สรุปความรู้

นักเรียนสรุปได้ว่อย่างไร?

สรุปว่า



6 คิดต่อยอด

ถ้าปลาอาศัยอยู่ในน้ำที่มี O_2 ต่ำมาก โครงสร้างหรือพฤติกรรมใด
ที่จะช่วยให้การแลกเปลี่ยนแก๊สมีประสิทธิภาพมากขึ้น?

อาจเป็น



“ธรรมชาติออกแบบอย่างชาญฉลาด
เพื่อให้สิ่งมีชีวิตอยู่รอดได้อย่างสมดุล”

3.8

การแลกเปลี่ยนแก๊ส
ในสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

จากลูกอ๊อดสู่กบโตเต็มวัย การเปลี่ยนแปลง เพื่อการหายใจที่เหมาะสม

สิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและวิธีการหายใจ
ให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมในแต่ละระยะของชีวิต

สิ่งมีชีวิต
ปรับตัวได้เสมอ
เพื่อการอยู่รอด
ในธรรมชาติค่ะ



1

ลูกอ๊อด (ระยะตัวอ่อน)

หายใจโดยใช้เหงือก



ลูกอ๊อดอาศัยอยู่ในน้ำ
จึงหายใจโดยใช้เหงือกในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
กับน้ำโดยตรง

2

กบโตเต็มวัย (ระยะตัวเต็มวัย)

หายใจโดยใช้ผิวหนังและปอด



ปอด
รับ O₂ จากอากาศ
และปล่อย CO₂ ออก

ผิวหนังที่ชื้นช่วยให้ O₂ แพร่เข้าสู่เลือด
และ CO₂ แพร่ออกสู่สิ่งแวดล้อม

กบโตเต็มวัยอาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำและบนบก
จึงหายใจโดยใช้ทั้งผิวหนังและปอด

3

การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเจริญเติบโต



4

เปรียบเทียบการหายใจของลูกอ๊อดและกบโตเต็มวัย

รายการ	ลูกอ๊อด (ระยะตัวอ่อน)	กบโตเต็มวัย (ระยะตัวเต็มวัย)
แหล่งอาศัย		
อวัยวะที่ใช้หายใจ		
แลกเปลี่ยนแก๊สกับ		
ลักษณะเด่น		

5

คำถามชวนคิด

1. เพราะเหตุใดลูกอ๊อดจึงหายใจโดยใช้เหงือก ?
.....
2. ทำไมกบโตเต็มวัยจึงสามารถหายใจได้ทั้งทางปอด
และผิวหนัง ?
.....
3. การเปลี่ยนแปลงวิธีการหายใจของกบ มีประโยชน์อย่างไรต่อการดำรงชีวิต ?
.....

“การเปลี่ยนแปลง คือ กลไกสำคัญที่ช่วยให้สิ่งมีชีวิต
อยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน”

3.9

ระบบหายใจของนก

ปอดและถุงลมของนก กลไกการหายใจที่มีประสิทธิภาพ สำหรับการบิน

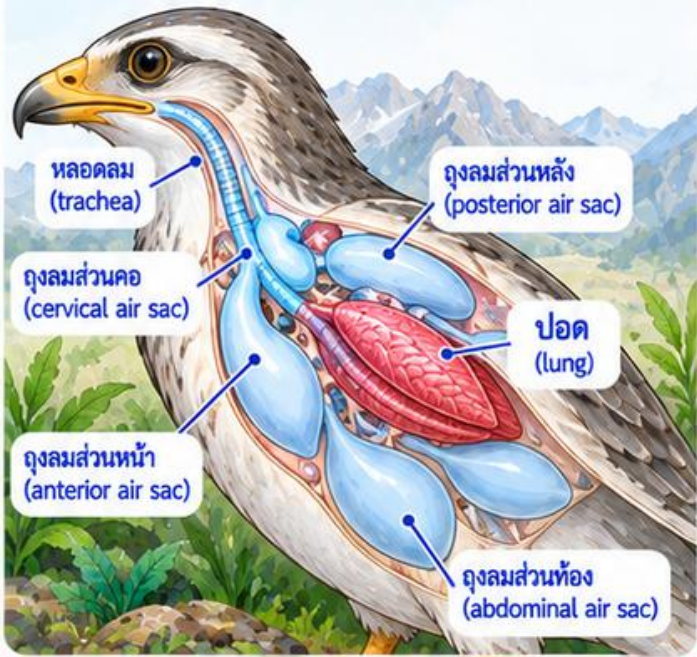
การไหลเวียนของอากาศแบบทิศทางเดียว
ช่วยให้นกได้รับออกซิเจนอย่างต่อเนื่อง

นกมีระบบหายใจ
ที่พิเศษ ช่วยให้บินได้
อย่างแข็งแรงและใช้
พลังงานได้อย่างมี
ประสิทธิภาพ

1

โครงสร้างระบบหายใจของนก

นกมีปอดขนาดเล็กแต่เชื่อมต่อกับถุงลมหลายคู่
ทำให้อากาศไหลผ่านปอดอย่างต่อเนื่องในทิศทางเดียว



2

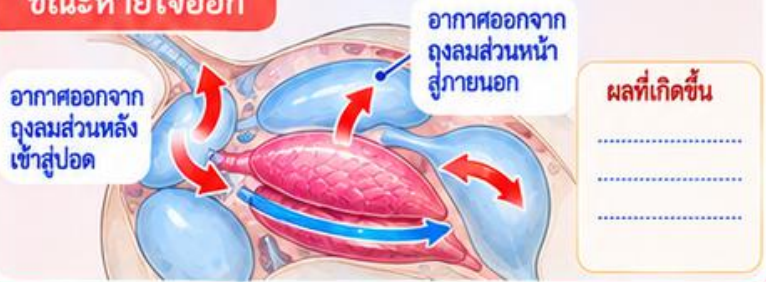
การไหลของอากาศในระบบหายใจของนก

อากาศไหลผ่านปอดตลอดทั้งขณะหายใจเข้าและหายใจออก
ในทิศทางเดียว ทำให้มีการแลกเปลี่ยนแก๊สได้อย่างต่อเนื่อง

ขณะหายใจเข้า



ขณะหายใจออก



3

ลักษณะพิเศษที่ช่วยในการบิน

ปอดขนาดเล็กและแข็งแรง



- มีโครงสร้างแน่น ไม่ขยายและหดตัวมาก
- อากาศไหลผ่านตลอดเวลา

ถุงลมหลายคู่



- ช่วยเก็บและส่งอากาศ
- ทำให้อากาศไหลผ่านปอดได้อย่างต่อเนื่อง

การไหลของอากาศแบบทิศทางเดียว



- เพิ่มประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
- ได้รับ O_2 อย่างต่อเนื่อง ทั้งขณะหายใจเข้าและออก

เหมาะสมกับการบิน



- ได้รับออกซิเจนเพียงพอสำหรับการใช้พลังงานสูง
- ช่วยควบคุมอุณหภูมิร่างกายและลดน้ำหนักของร่างกาย

4

สรุปความรู้



5

คำถามชวนคิด

1. เพราะเหตุใดนกจึงมีถุงลมหลายคู่ ?
2. การไหลของอากาศแบบทิศทางเดียวในนก มีข้อดีอย่างไร ?
3. ลักษณะของระบบหายใจของนกมีความเหมาะสมกับการบินอย่างไร ?

“การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
คือกุญแจสำคัญสู่การอยู่รอดในธรรมชาติ”

3.10

การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์ชนิดต่าง ๆ

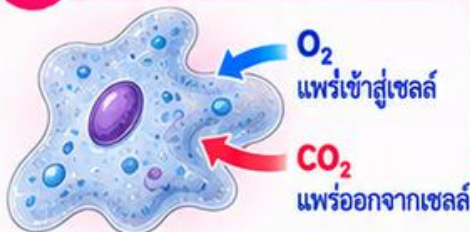
เปรียบเทียบการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์ชนิดต่าง ๆ

โครงสร้างที่แตกต่าง หลากหลายวิธี แต่มีเป้าหมายเดียวกัน คือ การได้รับ O_2 และกำจัด CO_2

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีโครงสร้างและวิธีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมของตนเอง



1 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว



แลกเปลี่ยนแก๊สโดยการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

2 ไส้เดือนดิน



แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านผิวหนังที่บางและชื้น

3 แมลง



แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านระบบท่อลม (tracheal system)

4 ปลา



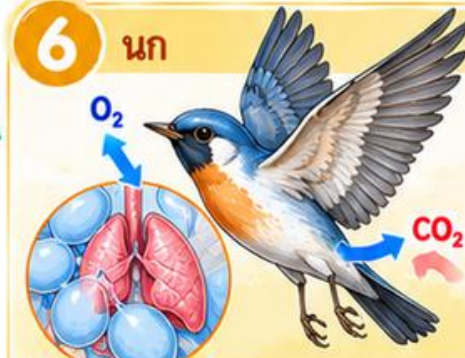
แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเหงือก

5 กบ



ระยะตัวอ่อนใช้เหงือก ระยะตัวเต็มวัยใช้ผิวหนังและปอด

6 นก



แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านปอด ร่วมกับถุงลม ทำให้อากาศไหลผ่านอย่างต่อเนื่อง

7 ตารางเปรียบเทียบการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์ชนิดต่าง ๆ

สัตว์ชนิด	โครงสร้างที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊ส	ลักษณะเด่น	แหล่งที่อยู่	ตัวอย่าง
สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว				
ไส้เดือนดิน				
แมลง				
ปลา				
กบ				
นก				

8 สรุปความรู้

การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์แต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมอย่างไร

9 คำถามชวนคิด

1. เพราะเหตุใดสัตว์แต่ละชนิดจึงมีโครงสร้างแลกเปลี่ยนแก๊สที่ต่างกัน ?
2. โครงสร้างใดเหมาะสมกับการอยู่ในน้ำมากที่สุด เพราะเหตุใด ?
3. ถ้าสัตว์ต้องอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป โครงสร้างการแลกเปลี่ยนแก๊สอาจมีการปรับเปลี่ยนอย่างไร ?

“แม้รูปแบบจะแตกต่างกัน แต่ลมหายใจของชีวิตคือสิ่งเดียวกัน”

Mission Challenge

ท้าทายความรู้ 2

การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์

สรุปให้ได้...ใช้ให้เป็น...ตอบให้ถูก!

ทบทวนความรู้จากหน่วยนี้ แล้วพิชิตภารกิจทั้ง 10 ข้อ

คิด วิเคราะห์
เชื่อมโยง
แล้วลุยเลยค่า!



ชื่อ-สกุล ชั้น ม.5/..... เลขที่ วันที่

1 เลือกคำตอบที่ถูกต้อง

สัตว์ชนิดใดแลกเปลี่ยนแก๊สโดยตรงกับสิ่งแวดล้อมผ่านผิวหนังที่ชื้น?

- ☐ ก. ไส้เดือนดิน
- ☐ ข. แมลง
- ☐ ค. ปลา
- ☐ ง. นก



2 เลือกคำตอบที่ถูกต้อง

โครงสร้างใดทำหน้าที่รับอากาศเข้าสู่ระบบท่อลมของแมลง?

- ☐ ก. เหงือก
- ☐ ข. ปอด
- ☒ ค. ช่องเปิด (spiracle)
- ☐ ง. ถุงลม



3 เลือกคำตอบที่ถูกต้อง

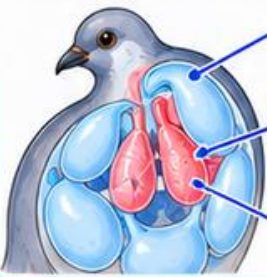
ข้อใดอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สของปลาได้ถูกต้องที่สุด?

- ☐ ก. แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านผิวหนัง
- ☐ ข. แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านเหงือก
- ☐ ค. แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านปอดและถุงลม
- ☐ ง. แลกเปลี่ยนแก๊สผ่านระบบท่อลม



4 เติมคำในช่องว่าง

จากภาพเป็นโครงสร้างการแลกเปลี่ยนแก๊สของนก ให้เติมชื่อส่วนต่าง ๆ ให้ถูกต้อง



5 เรียงลำดับให้ถูกต้อง

จัดลำดับการแลกเปลี่ยนแก๊สของแมลงจากภายนอกเข้าสู่เซลล์ (ใส่หมายเลข 1-5)

- ☐ เซลล์
- ☐ ท่อลม (trachea)
- ☐ ช่องเปิด (spiracle)
- ☐ ท่อลมฝอย (tracheole)
- ☐ อากาศภายนอก

6 จับคู่ให้ถูกต้อง

จับคู่สัตว์กับโครงสร้างหลักที่ใช้แลกเปลี่ยนแก๊ส

- | | |
|----------------|-------------------|
| 1. ไส้เดือนดิน | ก. ปอดและถุงลม |
| 2. แมลง | ข. เหงือก |
| 3. ปลา | ค. ผิวหนังที่ชื้น |
| 4. กบ | ง. ระบบท่อลม |
| 5. นก | จ. ผิวหนังและปอด |

7 คำถามสั้นตอบสั้น

1) เหตุใดไส้เดือนดินจึงต้องมีผิวหนังที่ชื้น?

2) ถุงลมของนกมีประโยชน์อย่างไร?

8 วิเคราะห์สถานการณ์

ปลาชนิดหนึ่งอาศัยอยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนละลายน้อย นักเรียนคิดว่าปลาชนิดนี้จะมีลักษณะเหงือกอย่างไร จึงจะช่วยให้ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ?



9 อภิปรายและเชื่อมโยง

สัตว์บกและสัตว์น้ำมีการแลกเปลี่ยนแก๊สแตกต่างกันอย่างไร และความแตกต่างนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยอย่างไร?

10 สะท้อนการเรียนรู้

หลังจากทำกิจกรรมนี้แล้ว ให้นักเรียนเขียนสรุปว่า “สิ่งที่ฉันเข้าใจได้ดี”, “สิ่งที่ยังสงสัย”, และ “สิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติม”

สิ่งที่ฉันเข้าใจได้ดี



สิ่งที่ยังสงสัย



สิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติม

“การเข้าใจธรรมชาติ
คือการเข้าใจการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต”

พยายามต่อไป
เก่งขึ้นได้เสมอ
เพราะทุกการเรียนรู้มีความหมาย

3.11

สรุปความรู้ และคำศัพท์สำคัญ

การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์

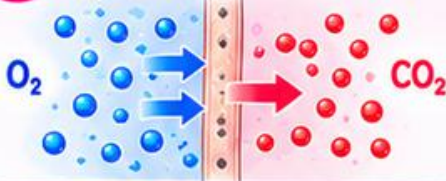
12 คำสำคัญที่ควรรู้

ทบทวนให้เข้าใจ ใช้คำศัพท์ให้ถูกต้อง

จำให้ได้ ใช้ให้เป็น
เชื่อมโยงความรู้
ฝึกไปกับการอธิบาย
สิ่งมีชีวิตรอบตัวเรา
ได้อย่างถูกต้องนะคะ

1

การแพร่ (Diffusion)



การเคลื่อนที่ของแก๊สจากบริเวณที่มีความเข้มข้นมากไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นน้อย

2

ผิวหนัง (Skin)



ผิวหนังที่ชื้นและบาง ช่วยให้แก๊สแพร่เข้าและออกจากร่างกายได้ เช่น ไส้เดือนดิน

3

ระบบท่อลม (Tracheal system)



ระบบท่อลมและท่อลมฝอยนำอากาศเข้าสู่เซลล์โดยตรง พบในแมลง

4

เหงือก (Gill)



แลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างน้ำกับเลือดผ่านแผ่นเหงือก พบในปลาและสัตว์น้ำ

5

ปอด (Lung)



อวัยวะที่มีพื้นที่ผิวมาก ทำให้แลกเปลี่ยนแก๊สกับอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ พบในสัตว์บกหลายชนิด เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

6

ถุงลม (Air sac)



ถุงลมช่วยเก็บอากาศและทำให้อากาศไหลผ่านปอดของนกได้อย่างต่อเนื่อง เพิ่มประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนแก๊ส

7

รูหายใจ (Spiracle)



ช่องเปิดที่ผิวหนังของแมลงให้อากาศเข้าสู่ระบบท่อลม

8

ท่อลมฝอย (Tracheole)



ท่อลมฝอยที่มีผนังบาง นำอากาศไปยังเซลล์เพื่อการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยตรง

9

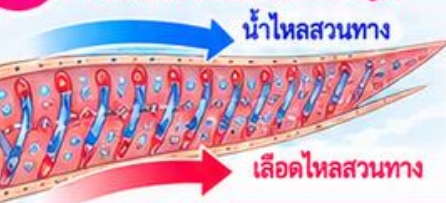
ผิวหนังและปอดของกบ



ลูกอ๊อดใช้เหงือก ส่วนกบโตเต็มวัยใช้ผิวหนังที่ชื้นและปอดในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

10

การไหลเวียนแบบทวนกระแส (Countercurrent exchange)



การไหลของน้ำและเลือดในทิศทางตรงข้ามช่วยให้แลกเปลี่ยนแก๊สได้อย่างมีประสิทธิภาพ

11

ถุงลมหลายคู่ (Multiple air sacs)



นกมีถุงลมหลายคู่กระจายทั่วลำตัวช่วยให้อากาศไหลผ่านปอดในทิศทางเดียวอย่างต่อเนื่อง

12

การแลกเปลี่ยนแก๊สในสิ่งแวดล้อม



สัตว์ต่างชนิดมีโครงสร้างที่เหมาะสมกับแหล่งอาศัยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

“สิ่งมีชีวิตหลากหลาย แต่ทุกชีวิตต้องหายใจ เพื่อดำรงอยู่ในโลกใบเดียวกัน”

เรียนรู้ธรรมชาติ
เข้าใจสิ่งมีชีวิต
ดูแลโลกของเรา

เฉลยคำตอบ Mission Challenge

การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์

“ความรู้
ทำให้เรามองโลกกว้างขึ้น”

BIOLOGY

ตรวจคำตอบ
เรียนรู้สิ่งที่พลาด
แล้วก้าวต่อไป
ให้เก่งกว่าเดิมนะค่ะ

Good
Thinking
Better
Future

Mission O₂

A+

1

เฉลยข้อ 1

คำตอบที่ถูกต้อง

ข. ไส้เดือนดิน



2

เฉลยข้อ 2

คำตอบที่ถูกต้อง

ค. ช่องเปิด (spiracle)



3

เฉลยข้อ 3

คำตอบที่ถูกต้อง

ค. แลกเปลี่ยนแก๊ส
ผ่านปอดและถุงลม



4

เฉลยข้อ 4

ตัวอย่างคำตอบ



5

เฉลยข้อ 5

ลำดับที่ถูกต้อง

- 1 เซลล์
- 2 ท่อลม (trachea)
- 3 ช่องเปิด (spiracle)
- 4 ท่อลมฝอย (tracheole)
- 5 อากาศภายนอก

6

เฉลยข้อ 6

จับคู่ถูกต้อง

- 1 - ข
- 2 - ก
- 3 - ค
- 4 - ง
- 5 - จ



7

ตัวอย่างคำตอบ

- 1) เพราะผิวหนังชื้นและบาง
มีเส้นเลือดฝอยมาก
ทำให้แก๊สแพร่ได้ง่าย
- 2) ช่วยให้ได้รับออกซิเจน
อย่างเพียงพอ แม้ไม่มีปอด
และเหมาะกับการอยู่ในดิน
ที่ชื้น

8

ตัวอย่างคำตอบ

ปลาชนิดนี้อาจอาศัย
การแพร่ของแก๊สผ่านผิวหนัง
หรือมีโครงสร้างช่วยเพิ่ม
พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
เช่น เหงือกที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
เพื่อให้ได้รับออกซิเจน
อย่างเพียงพอ

9

ตัวอย่างคำตอบ

สัตว์แต่ละชนิดมีโครงสร้าง
แลกเปลี่ยนแก๊สแตกต่างกัน
ตามถิ่นอาศัย เพื่อให้เหมาะสม
กับสภาพแวดล้อม เช่น
สัตว์น้ำ สัตว์บก และสัตว์ที่บินได้

10

ตัวอย่างคำตอบ

เป็นการไหลสวนทางกัน
ของน้ำและเลือด ช่วยให้
แลกเปลี่ยนแก๊สได้อย่างมี
ประสิทธิภาพ เพราะตลอดแนว
แลกเปลี่ยนยังมีความแตกต่าง
ของความเข้มข้นของแก๊ส

เฉลยข้อ 10 (การสะท้อนการเรียนรู้)



สิ่งที่ฉันเข้าใจได้ดี

- โครงสร้างการแลกเปลี่ยนแก๊ส
ของสัตว์แต่ละชนิด
- การไหลสวนทางในปลา



สิ่งที่ยังสงสัย

- การปรับตัวของสัตว์บางชนิด
ในสภาพแวดล้อมพิเศษ
- การควบคุมการหายใจ
ของสัตว์ปีก



สิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติม

- สัตว์ในสภาพแวดล้อมอื่น ๆ
เช่น ทะเลลึก หรือที่สูง
- เทคโนโลยีเลียนแบบ
โครงสร้างการแลกเปลี่ยนแก๊ส

Mission O₂
สำเร็จแล้ว!



“เรียนรู้จากคำตอบ
ต่อยอดสู่ความเข้าใจ
เพื่อโลกที่ยั่งยืน”

เล็ก ๆ แต่สำคัญ
ทุกลมหายใจมีความหมาย

สิ่งมีชีวิตหายใจได้
เพราะธรรมชาติ
ออกแบบไว้อย่างสมดุล”

Biology

EXPLORE
LEARN
GROW



การแลกเปลี่ยนแก๊ส ของสัตว์

“เรียนรู้ธรรมชาติ
เข้าใจสิ่งมีชีวิต เพื่อชีวิตที่ยั่งยืน”



เล็ก ๆ แต่สำคัญ
ทุกลมหายใจมีความหมาย