

พื้นฐานความรู้

ความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์เรือนกระจก และสารที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจก

คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ โอโซน มีเทน ไนโตรเจนออกไซด์ คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน และแก๊สอื่นๆในบรรยากาศชั้น troposphere ทำหน้าที่คล้ายหลังคากระจกของเรือนกระจกที่ใช้ปลูกพืช คือยอมให้แสง รังสีอินฟราเรด และรังสีอุลตราไวโอเลตบางส่วนจากดวงอาทิตย์ผ่านลงสู่ผิวโลกได้ แต่จะดูดซับรังสีความร้อนที่สะท้อนจากผิวโลกกลับขึ้นมายังชั้นบรรยากาศไว้บ้างไม่ให้เลยออกสู่อวกาศนอกโลกจนหมด ทำให้อากาศรอบๆโลกอบอุ่นขึ้น และแผ่รังสีความร้อนนี้กลับลงสู่ผิวโลก แก๊สเหล่านี้ซึ่งรู้จักกันในชื่อว่าแก๊สเรือนกระจก(greenhouse gases) จึงมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ยและภูมิอากาศของโลก อย่างไรก็ตามกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ทำให้แก๊สเรือนกระจกหลายชนิดเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 40 ปีที่ผ่านมา และนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเป็นสาเหตุให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นกว่าที่ควรจะเป็น ปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นกว่าปกตินี้เรียกกันว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect หรือ global warming) แก๊สเรือนกระจกที่สำคัญๆเป็นสาเหตุให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และหนังสือส่วนใหญ่จะกล่าวถึงได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน มีเทน ไนโตรเจนออกไซด์ และโอโซน แต่ในหนังสือบางเล่มจะกล่าวรวมถึง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไฮโดรเจนซัลไฟด์ด้วย

คำตอบ

ข้อ C ถูกต้อง เพราะทุกแก๊สในข้อนี้จัดเป็นแก๊สเรือนกระจกได้

ข้ออื่นๆที่เหลือใช้คำว่า ‘เฉพาะ’ แสดงว่าเฉพาะแก๊สที่กล่าวถึงในแต่ละข้อเท่านั้นที่เป็นแก๊สเรือนกระจก ซึ่งไม่ถูกต้อง

หลักสูตรของประเทศไทย

ไม่มีในหนังสือชีววิทยาระดับปรับปรุง พ.ศ. 2533 แต่กล่าวถึงในเอกสารสำหรับนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม(ว ๔๑๑) โดยกล่าวว่าแก๊สเรือนกระจกมีหลายชนิด ที่สำคัญคือ คาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน มีเทน และไนตรัสออกไซด์ ไม่ได้กล่าวถึง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แต่ถ้านักเรียนพิจารณาจากคำตอบที่ให้เลือกว่า ไม่ใช่เฉพาะแก๊ส 1-2 ชนิดเท่านั้นที่จัดเป็นแก๊สเรือนกระจก นักเรียนก็อาจตอบข้อนี้ได้

44. คำถาม : ความเข้มข้น oxygen ในทะเลสาบในเวลาใดและในน้ำแบบใด

- A. เวลากลางคืน น้ำที่ polluted
- B. เวลากลางคืน น้ำที่ unpolluted
- C. เวลากลางวัน น้ำที่ polluted
- D. เวลากลางวัน น้ำที่ unpolluted

สิ่งที่ต้องการวัด

ความเข้าใจเกี่ยวกับออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

พื้นฐานความรู้

- ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
- ความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจของสิ่งมีชีวิต
- ความรู้เกี่ยวกับการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์

ออกซิเจนจะละลายในน้ำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ปกติจะละลายในน้ำได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ แต่เนื่องจากออกซิเจนในบรรยากาศจะละลายในน้ำได้น้อย โดยเฉพาะในแหล่งน้ำค่อนข้างนิ่งอย่างในทะเลสาบ เพราะความดันของออกซิเจนในบรรยากาศค่อนข้างต่ำ และออกซิเจนเองก็มีความสามารถในการละลายต่ำ (low solubility) ความแตกต่างของความเข้มข้นออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างเวลากลางวันและกลางคืนจึงไม่น่าจะมีสาเหตุสำคัญมาจากอุณหภูมิที่แตกต่างกัน แต่น่าจะมาจากการทำงานของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้น ในเวลากลางวัน การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชน้ำและแพลงก์ตอนพืชมีผลให้ออกซิเจนที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น ในขณะที่การหายใจของสิ่งมีชีวิตทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง แต่ในตอนกลางคืนมีแต่การหายใจที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ออกซิเจนที่ละลายน้ำในทะเลสาบตอนกลางวันจึงควรจะสูงกว่าตอนกลางคืน ในขณะเดียวกันน้ำที่เกิดการเน่าเสียก็มักจะมีออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่าน้ำที่ไม่เน่าเสียด้วย เนื่องจากในน้ำที่เน่าเสียมีการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์เกิดขึ้นมาก การย่อยสลายที่เกิดขึ้นตอนแรก ๆ จะเป็นการย่อยสลายที่ต้องใช้ออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างมาก ดังนั้นน้ำในทะเลสาบที่ไม่เน่าเสียในเวลากลางวันควรมีออกซิเจนที่ละลายน้ำสูงกว่าในกรณีของคำตอบข้ออื่น ๆ

คำตอบ

ข้อ D ถูกต้อง เพราะทั้งในเวลากลางวัน และในน้ำที่ไม่เน่าเสีย เป็นปัจจัยที่ทำให้ ออกซิเจนที่ละลายน้ำสูงกว่าทั้งสองปัจจัย

คำตอบข้ออื่น ๆ จะมีปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรือทั้งสองปัจจัยที่ทำให้ ออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่า

หลักสูตรของประเทศไทย

ในเอกสารสำหรับนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม(ว ๔๑๑) มีกล่าวถึงอิทธิพลของความกดดันของออกซิเจนในบรรยากาศ อุณหภูมิ และกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อ ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำ และปฏิกิริยาการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย ซึ่งลดระดับการละลายของออกซิเจนในน้ำ ในหนังสือชีววิทยาก็มีกล่าวถึงการสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจ

45. คำถาม : ปริมาณพลังงานมักจะค่อย ๆ เล็กลงเมื่อ trophic level เพิ่มขึ้นเป็นเพราะว่าในแต่ละชั้น

- A. สิ่งมีชีวิตมีขนาดเล็กลง
- B. พลังงานถูกสะสมไว้ จึงเหลือถ่ายทอดไปยังชั้นต่อไปน้อยลง
- C. พลังงานสะสมในสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ๆ และมีจำนวนน้อยลง ๆ
- D. ความร้อนสูญเสียไปในแต่ละชั้น

สิ่งที่ต้องการวัด

ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ในเรื่องเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงาน

พื้นฐานความรู้

- รูปแบบต่างๆของพลังงาน
- การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ และประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
- ปริมาตรทางนิเวศวิทยา (ecological pyramids) แบบต่างๆ

การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศเกิดขึ้นเมื่อสิ่งมีชีวิตหนึ่งถูกสิ่งมีชีวิตอื่นกินเป็นอาหาร พลังงานที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตที่ถูกกินก็จะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค ปกติการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศจะเริ่มต้นจากพืชซึ่งทำการสังเคราะห์ด้วยแสง สร้างอาหารที่มีพลังงานงานศักย์สะสมไว้เป็นเนื้อเยื่อของพืช พลังงานที่สะสมในพืชนี้จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นๆได้เมื่ออาหารนั้นถูกใช้โดยพืชเองหรือโดยสิ่งมีชีวิตอื่น เมื่อพืชถูกกินโดยผู้บริโภคพืช พลังงานก็ถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคพืช และเมื่อผู้บริโภคพืชถูกกินโดยผู้บริโภคสัตว์ หรือเมื่อผู้บริโภคสัตว์ถูกกินอีกทอดหนึ่ง พลังงานก็ถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคต่อไปเรื่อยๆ การที่พลังงานซึ่งสะสมอยู่ในพืชถูกถ่ายทอดไปเป็นลำดับจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งโดยการกินและถูกกินนี้เรียกว่าห่วงโซ่อาหาร (food chain) การถ่ายทอดพลังงานจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นการถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ไปสู่สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กกว่า หรือจากสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กไปสู่สิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่กว่า และพลังงานที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะถูกถ่ายทอดไปทั้งหมด นั่นคืออาจจะถ่ายทอดไปสู่สิ่งมีชีวิตหลายชนิดได้ ส่วนที่ไม่ถูกกินโดยผู้บริโภคพืชหรือผู้บริโภคสัตว์ในที่สุดก็ต้องถูกย่อยสลายโดยผู้ย่อยสลาย อย่างไรก็ตามพลังงานที่ผู้บริโภคได้รับถ่ายทอดมานั้นส่วนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ในการทำกิจกรรมและรักษาสภาพสมดุลต่างๆของร่างกาย ซึ่งพลังงานส่วนนี้จะเปลี่ยนรูปกลายเป็นพลังงานความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิตนั้น ทำให้เหลือพลังงานที่จะสะสมอยู่ในผู้บริโภคเป็นเนื้อเยื่อต่างๆหรือเซลล์สืบพันธุ์เพียงส่วนหนึ่ง ดังนั้นพลังงานที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตหนึ่งเมื่อถูกถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นของการถ่ายทอดพลังงาน(trophic level)ที่สูงขึ้นจะมีปริมาณลดลงเนื่องจากพลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปในรูปของความร้อน และลดน้อยลงเรื่อยๆตามลำดับขั้นของ trophic level ที่สูงขึ้นเรื่อยๆ หากนำปริมาณพลังงานที่สะสมอยู่ในแต่ละ trophic level มาเขียนแผนภาพโดยให้พลังงานที่สะสมอยู่ในผู้ผลิตเป็นฐาน และพลังงานที่สะสมอยู่ในผู้บริโภคลำดับขั้นต่อมาแต่ละ

ชั้นเป็นส่วนที่ซ้อนต่อกันขึ้นไปตามลำดับ จะได้แผนภาพเป็นรูปคล้ายปิรามิดที่เรียกกันว่า ปิรามิดพลังงาน(pyramid of energy) ปิรามิดพลังงานจะมีลักษณะฐานกว้างและค่อยๆ เล็กลงไปยังส่วนยอดเสมอเนื่องจากพลังงานที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตจะลดลงเรื่อยๆ ตาม trophic level

คำตอบ

ข้อ D ถูกต้อง ข้อ A B และ C ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นในการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

หลักสูตรของประเทศไทย

มีกล่าวถึงการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ และการที่พลังงานมีค่าลดลงตามลำดับในห่วงโซ่อาหาร แต่กล่าวไว้เพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับสาเหตุที่พลังงานลดลงตามลำดับ หรือเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงาน

46. คำถาม : สิ่งมีชีวิตที่เป็น r-selection มักจะอยู่ในแหล่งที่อยู่ที่ไม่ถาวร และเป็นพวกที่ถูกคัดเลือกให้เป็นกลุ่มผู้บุกเบิกอย่างรวดเร็ว มีการใช้ทรัพยากรอย่างรวดเร็วในแหล่งที่อยู่นั้น และค้นหาแหล่งที่อยู่ที่เหมาะสมใหม่ได้เร็ว ข้อใดต่อไปนี้เป็นลักษณะของพวก r-selection

1. เป็นพวกที่มีพัฒนาการช้า
2. เป็นพวกที่ออกลูกออกหลานจำนวนมาก
3. เป็นพวกที่มีวัฏจักรชีวิตสั้น
4. การตายของพวกนี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นประชากร
5. ขนาดของประชากรค่อนข้างคงที่

- A. ข้อ 1, 2, และ 3 ถูก
B. ข้อ 1, 2, และ 4 ถูก
C. ข้อ 2, 3, และ 5 ถูก
D. ข้อ 2, 3, และ 4 ถูก
E. ข้อ 1, 3, และ 5 ถูก

สิ่งที่ต้องทราบไว้

- ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสมบัติต่าง ๆ โดยทั่วไปของประชากรสิ่งมีชีวิต
- ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสมบัติของประชากรสิ่งมีชีวิตที่จัดเป็น r-selection

พื้นฐานความรู้

ลักษณะสมบัติของประชากรสิ่งมีชีวิตที่จัดเป็น r-selection และ K-selection

ในทางนิเวศวิทยาสิ่งมีชีวิตอาจแบ่งออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆตามแบบแผนของการสืบพันธุ์คือ r-selection (หรือ r species) และ K-selection (หรือ K species) ประชากรของพวก r-selection จะเติบโตเร็วและขนาดประชากรมักจะไม่ใกล้เคียง หรือมักจะไม่รักษามาตรฐานประชากรให้อยู่ที่ขนาดประชากรสูงสุดที่สภาพแวดล้อมขณะนั้นยอมรับให้มีได้ ขนาดประชากรสูงสุดที่สภาพแวดล้อมขณะนั้นยอมรับให้มีได้นี้เรียกกันว่า carrying capacity (และใช้สัญลักษณ์แทนว่า K) สิ่งมีชีวิตพวกนี้มีศักยภาพที่จะสืบพันธุ์ได้เร็วคือมี biotic potential (ที่ใช้สัญลักษณ์แทนว่า r) สูง และก็เลือกที่จะใช้คุณลักษณะนี้ในการแพร่พันธุ์ จึงเรียกว่าพวก r-selection ส่วนสิ่งมีชีวิตที่จัดเป็นพวก K selection นั้นมักจะเลือกวิธีการดำรงเผ่าพันธุ์ให้มีขนาดประชากรอยู่ในระดับที่

ใกล้เคียง หรือคอยรักษขนาดประชากรให้ใกล้เคียงกับค่า carrying capacity ของมันในขณะนั้นเสมอ จึงเรียกว่าพวก K-selection สิ่งมีชีวิตทั้งสองพวกนี้จะมีลักษณะสมบัติประจำตัวที่เกี่ยวข้องกับการอยู่รอดและการสืบพันธุ์(ที่เรียกกันว่า life history)หลายประการที่ทำให้มันสามารถดำรงความเป็น r species หรือ K species อยู่ได้ ซึ่งจะทำให้มีความเหมาะสมที่จะดำรงชีวิตอยู่ในสภาพที่มีประชากรหนาแน่นหรือไม่หนาแน่น หรือเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่แปรผันมากหรือน้อยได้แตกต่างกันด้วย พวก r-selection มักจะเริ่มสืบพันธุ์ได้เร็ว มีลูกขนาดเล็กแต่มีลูกได้ครั้งละมากๆหรือหลายตัวเพื่อให้ประชากรเพิ่มได้เร็ว เลยไม่ค่อยได้เลี้ยงดูลูกตัก มักจะมีอายุสั้นเนื่องจากต้องใช้พลังงานไปในการสืบพันธุ์มาก หรือเนื่องจากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปหลายชนิดจึงสืบพันธุ์เพียงครั้งเดียวแล้วก็ตาย พวก r-selection นี้ยังต้องเป็นพวกที่อพยพย้ายออกจากแหล่งกำเนิดไปหาแหล่งที่อยู่ใหม่ (dispersal) ได้ดีเพราะความหนาแน่นประชากรที่เพิ่มสูงอย่างรวดเร็ว ต้องมีความสามารถในการแก่งแย่งแข่งขัน(competition)ได้ดี เพราะมักจะต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมใหม่ๆและต้องใช้ทรัพยากร(resources)ต่างๆได้ดีและเร็วโดยไม่เลือกมากนัก สำหรับพวก K-selection นั้นมักจะมี life history ในเรื่องต่างๆที่ตรงกันข้ามกับพวก r-selection

อย่างไรก็ตามสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดไม่จำเป็นต้องมีลักษณะสมบัติของพวก r-selection หรือ K-selection ครบทุกอย่าง และปัจจุบันนี้ยังมีหลักฐานที่สนับสนุนให้เห็นว่า นอกจากปกติที่พบได้เสมอๆแล้ว สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอาจจะใช้วิธีการดำรงชีวิตที่จัดเป็นพวก r-selection หรือ K-selection ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่

คำตอบ

ข้อ D ถูกต้อง

ลักษณะที่ให้พิจารณาข้อ 1 ไม่ถูกต้องเพราะการที่สามารถมีลูกได้เร็วควรจะต้องมีพัฒนาการที่เร็วด้วย

ลักษณะที่ให้พิจารณาข้อ 5 ไม่ถูกต้องเพราะไม่ใช่ลักษณะสมบัติของพวก r-selection

หลักสูตรของประเทศไทย

การให้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสมบัติพื้นฐานต่างๆของประชากรไม่มีเลย และไม่มีการกล่าวถึง r species หรือ K species

หากนักเรียนไม่ได้เรียนเพิ่มเติมจะทำข้อสอบข้อนี้ได้ต้องพิจารณาว่า ลักษณะสมบัติที่ให้พิจารณาเหล่านั้นสอดคล้องกับลักษณะสมบัติต่างๆของพวก r-selection ที่บอกให้หรือไม่

47. คำถาม : การผลิต biomass บริเวณผิวน้ำ (pelagic) ของทะเลสาบ oligotrophic lake จะถูกจำกัดด้วย

- A. ปริมาณแสงอาทิตย์
- B. ความเข้มข้นของออกซิเจน
- C. ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์
- D. ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

E. ปริมาณอินทรีย์สาร

สิ่งที่ต้องการวัด

ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตปฐมภูมิ(primary production)ของทะเลสาบชนิด oligotrophic lake

พื้นฐานความรู้

- ความรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของผู้ผลิต
- ผลผลิตปฐมภูมิและปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตปฐมภูมิในแหล่งน้ำ
- การแบ่งทะเลสาบออกเป็น oligotrophic lake และ eutrophic lake

การสังเคราะห์ด้วยแสงโดยพืชถือว่าเป็นการเริ่มต้นของการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงพลังงานแสงจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีซึ่งพืชจะนำไปใช้ในกระบวนการหายใจและการเจริญเติบโต พลังงานทั้งหมดที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้รวมเรียกว่า gross primary production และเมื่อหักพลังงานที่พืชใช้ไปในการหายใจแล้ว จะเหลือพลังงานส่วนที่พืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างเซลล์สืบพันธุ์รวมเรียกว่า net primary production ซึ่งก็คือพลังงานส่วนที่อยู่ในรูปของมวลชีวภาพ (biomass) การสังเคราะห์ด้วยแสงส่วนหนึ่งจึงเป็นการผลิตมวลชีวภาพของพืชนั่นเอง ปกติจะมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอยู่หลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ ความเข้มของแสง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณของน้ำ และปริมาณของสารอาหารต่างๆ เป็นต้น ปัจจัยใดที่มีน้อยหรือมากเกินไปอาจจะเป็นตัวจำกัดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ซึ่งในธรรมชาติปัจจัยที่จะเป็นตัวจำกัดการสังเคราะห์ของพืชจะแตกต่างกันไปตามชนิดของแหล่งที่อยู่อาศัยหรือช่วงเวลาและฤดูกาล ปัจจัยที่จะเป็นตัวจำกัดการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชบนบกและในแหล่งน้ำก็แตกต่างกันไปด้วย ปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดการสังเคราะห์ด้วยแสงบนบกนั้นมักจะเป็น ปริมาณน้ำ อุณหภูมิซึ่งมีผลต่อกระบวนการ evapotranspiration ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดด และปริมาณของสารอาหารที่พืชนำไปใช้ได้ ส่วนในแหล่งน้ำทั้งแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำเค็มนั้น ปัจจัยสำคัญที่มักเป็นตัวจำกัดการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในน้ำได้แก่ แสง และ ปริมาณสารอาหาร โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในแหล่งน้ำบางแห่งสารอาหารอาจจะไม่เป็นปัจจัยจำกัด (limiting factor) สำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากมีสารอาหารอยู่ในน้ำในปริมาณที่มากเพียงพอแล้ว เช่น ในทะเลสาบชนิดที่เรียกว่า eutrophic lake จัดเป็นทะเลสาบที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยสารอาหารในน้ำที่ได้รับเข้ามาจากบริเวณรอบๆ ส่วนทะเลสาบที่เรียกว่า oligotrophic lake นั้นจัดเป็นทะเลสาบที่มีปริมาณสารอาหารในน้ำน้อยมาก โดยเฉพาะฟอสฟอรัสมักจะขาดแคลนจนเป็นปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืชและของพืชน้ำขนาดใหญ่(phytoplankton and macrophytes) สำหรับปัจจัยอื่นๆที่กำหนดให้มาคือ ปริมาณแสงอาทิตย์ ออกซิเจนคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณอินทรีย์สารนั้น มักจะไม่เป็นปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดการสังเคราะห์ด้วยแสงในบริเวณผิวน้ำ เนื่องจากบริเวณผิวน้ำมักจะได้รับปริมาณแสงอาทิตย์เพียงพอ ออกซิเจนก็ไม่ใช่ว่าปัจจัยสำคัญที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง คาร์บอนไดออกไซด์ก็มักจะไม่ขาดแคลนเนื่องจากมีความสามารถในการละลายน้ำสูงกว่าออกซิเจนถึง 30 เท่า และคาร์บอนยัง

ละลายอยู่ในน้ำในรูปของสารประกอบอื่น ๆ ซึ่งสามารถแตกตัวให้คาร์บอนไดออกไซด์ได้อีก อินทรีย์สารก็ไม่ใช่วัตถุดิบที่แพลงตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงในการสังเคราะห์ด้วยแสง

คำตอบ

ข้อ D ถูกต้อง เนื่องจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมักจะเป็นตัวจำกัดการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งคือการผลิต biomass ของพืชใน oligotrophic lake

หลักสูตรของประเทศไทย

มักกล่าวถึงการสังเคราะห์ด้วยแสง และปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดการสังเคราะห์แสงในระบบนิเวศแบบต่าง ๆ ไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับผลผลิตปฐมภูมิ และมวลชีวภาพ และไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับ oligotrophic lake และ eutrophic lake

48. **คำถาม :** ถ้าระบบนิเวศของสระน้ำที่เคยสมดุลเกิด pollution ขึ้น จนกระทั่งพืชทั้งหลายตายหมดในระยะเวลาอันสั้น สารชนิดใดจะหมดไปเป็นอันดับแรก

A. carbon dioxide

B. nitrate

C. oxygen

D. phosphate

สิ่งที่ต้องการวัด

สิ่งที่เกิดขึ้นตามลำดับเมื่อเกิดการเน่าเสียของน้ำในสระน้ำ

พื้นฐานความรู้

- การหายใจแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน
- การย่อยสลายโดยผู้ย่อยสลาย โดยเฉพาะการทำงานของ aerobic bacteria และ anaerobic bacteria
- มลพิษของแหล่งน้ำ (water pollution) โดยเฉพาะมลพิษที่เกิดจากการที่แหล่งน้ำได้รับสารอาหารมากเกินไป (cultural eutrophication)

มลพิษของน้ำ (water pollution) เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น มีการปนเปื้อนของตะกอนและสารแขวนลอยต่างๆ การปนเปื้อนของสารอินทรีย์จำพวกน้ำมัน การปนเปื้อนของสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เช่น กรด เกลือ และสารประกอบของโลหะหนัก หรือที่น้ำจะเป็นสาเหตุของการตายของพืชน้ำตามที่โจทย์กำหนดให้คือการที่แหล่งน้ำได้รับสารอาหารปริมาณมากเกินไป โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เข้าสู่แหล่งน้ำเมื่อมีการชะล้างปุ๋ยจากการเกษตรกรรม หรือของเสียและน้ำเสียจากครัวเรือนลงสู่แหล่งน้ำ ปกติสารอาหารที่เข้าสู่แหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำอื่นๆ ขึ้นอย่างรวดเร็วและในจำนวนมากๆ เมื่อพืชเหล่านี้ตายลง ส่วนใหญ่จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) เป็นพวก

แรก เป็นเหตุให้ออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงอย่างรวดเร็วจนหมดไปได้ในที่สุด ทำให้สัตว์น้ำตายลง ต่อจากนั้นแบคทีเรียพวก anaerobic bacteria จึงทำหน้าที่ย่อยสลายต่อและก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น ในกรณีที่พืชตายลงจากสาเหตุอื่นก็จะเกิดเหตุการณ์ในทำนองเดียวกันนี้ ดังนั้นถ้าพืชทั้งหลายในแหล่งน้ำตามธรรมชาติตายลงไม่ว่าจะเนื่องจากสาเหตุใด สารที่ละลายอยู่ในน้ำที่ควรจะหมดไปเป็นอันดับแรกคือออกซิเจน

คำตอบ

ข้อ C ถูกต้อง เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ยังคงเกิดขึ้นได้จากการทำหน้าที่ของแบคทีเรีย และไนโตรเจนกับฟอสฟอรัสยังคงมีอยู่ทั้งในรูปของซากพืชซากสัตว์ และที่เป็นสารอาหารละลายอยู่ในน้ำ

หลักสูตรของประเทศไทย

มีเนื้อหาเกี่ยวกับการหายใจแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน มีกล่าวถึงผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร และมีการกล่าวถึงการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ซึ่งทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง แต่ไม่มีการกล่าวถึงกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นตามลำดับเมื่อเกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ

49. คำถาม

ตารางต่อไปนี้แสดงสารอาหารที่จุลินทรีย์สองชนิดต้องใช้และสารที่แต่ละชนิดสร้างขึ้น

จุลินทรีย์	สารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญ	สารที่จุลินทรีย์สร้างและปล่อยออกมา
<i>Rhodotorula rubra</i>	Pyrimidine	Thiazole
<i>Mucor ramannianus</i>	Thiazole	Pyrimidine

ถ้านำจุลินทรีย์สองชนิดนี้มาเพาะเลี้ยงในภาชนะเดียวกัน น่าจะมีความสัมพันธ์กันแบบใด ?

- A. Competition
- B. Incompatability
- C. Independent growth
- D. Symbiosis

สิ่งที่ต้องการวัด

ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบของความสัมพันธ์ระหว่างประชากรสิ่งมีชีวิตสองชนิด

พื้นฐานความรู้

ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์แบบต่างๆระหว่างประชากรสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในสังคมสิ่งมีชีวิต

ประชากรสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่ในสังคมสิ่งมีชีวิต (community) เดียวกัน จะมีความสัมพันธ์กัน (interspecific relationship) ได้หลายรูปแบบ ที่สำคัญๆ ได้แก่ predation, parasitism, competition, commensalism, และ mutualism โดยที่ predation และ parasitism เป็นความ

สัมพันธ์ที่ประชากรสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งจะได้ประโยชน์ในขณะที่เดียวกันก็เกิดผลเสียกับประชากรสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง competition เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดผลเสียต่อประชากรสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิด commensalism เป็นความสัมพันธ์ที่ประชากรสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ในขณะที่ไม่เกิดทั้งผลดีและผลเสียต่อประชากรสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง ส่วน mutualism เป็นความสัมพันธ์ที่ประชากรสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดจะได้ประโยชน์ร่วมกัน ในความสัมพันธ์แบบต่างๆ เหล่านี้ parasitism, commensalism, และ mutualism บางครั้งนิยมเรียกรวมๆ กันว่าเป็นความสัมพันธ์แบบ symbiosis คือการอยู่ร่วมกัน เนื่องจากในธรรมชาติประชากรที่มีความสัมพันธ์กันแบบนี้มักจะอยู่ร่วมกันอย่างใกล้ชิดและมีความสัมพันธ์กันอย่างแนบแน่น นอกจากนี้ symbiosis บางครั้งยังนิยมใช้แทนความสัมพันธ์แบบ mutualism โดยเฉพาะอีกด้วย เนื่องจากอาศัยความรู้สึกของเราที่ว่าเมื่อสิ่งมีชีวิตสองชนิดมาอยู่ร่วมกันน่าจะได้ประโยชน์ด้วยกันทั้งสองฝ่าย

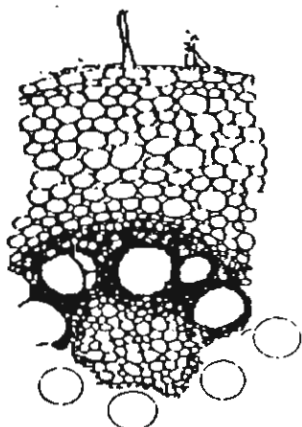
คำตอบ

ข้อ D ถูกต้อง เนื่องจากจุลินทรีย์ 2 ชนิดนั้นต่างก็สร้างสารที่อีกชนิดหนึ่งต้องการใช้ ทำให้การอยู่ร่วมกันนี้น่าจะได้ประโยชน์ด้วยกันทั้งสองฝ่าย แม้ว่าการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์สองชนิดในภาชนะเดียวกันปกติจะต้องมี competition สำหรับปัจจัยต่างๆ เช่น อาหาร และที่อยู่ แต่เมื่อโจทย์ไม่ได้ให้รายละเอียดในเรื่องอื่นๆ จึงเป็นที่เข้าใจว่าในขณะนั้นปัจจัยต่างๆ ยังมีอยู่อย่างเพียงพอ และสิ่งอื่นๆ ที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดอาจสร้างออกมาด้วยยังไม่มีผลเสียต่ออีกชนิดหนึ่ง mutualism จึงเป็นความสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่สุดในกรณีที่พิจารณาเฉพาะสารที่โจทย์กำหนดให้จุลินทรีย์ทั้งสองชนิดต้องใช้และที่สร้างออกมา แต่เมื่อไม่มี mutualism ให้เป็นตัวเลือก จึงจำเป็นต้องเลือก symbiosis ส่วนคำตอบข้ออื่นๆ ไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์แบบที่ได้ประโยชน์ด้วยกันทั้งสองฝ่าย

หลักสูตรของประเทศไทย

ในเอกสารสำหรับนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ว ๔๑๑ ในหัวข้อความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ มีกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างประชากรสิ่งมีชีวิตแบบต่างๆ แต่ไม่ได้กล่าวถึงคำ symbiosis รวมทั้งไม่มีการให้ความรู้เกี่ยวกับคำ symbiosis ว่านิยมใช้ครอบคลุมความสัมพันธ์แบบใดบ้าง

50. คำถาม : ภาพข้างล่างแสดงอวัยวะของพืชตัดตามขวาง จากคำต่อไปนี้ที่กำหนดให้ มีคำใดบ้างที่บ่งบอกถึงสัณฐานวิทยา กายวิภาควิทยา การจำแนกพืช และนิเวศวิทยาของพืชจากภาพตัดตามขวางนี้



1. ลำต้น
2. ราก
3. ก้านใบ
4. พืชใบเลี้ยงคู่
5. พืชใบเลี้ยงเดี่ยว
6. พืชน้ำ
7. พืชบก

ก. 1, 4, 6

ข. 2, 5, 7

ค. 2, 5, 6

ง. 2, 4, 7

จ. 3, 4, 7

สิ่งที่ต้องการวัด : ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางกายวิภาคของพืช

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม

1. ความแตกต่างระหว่างโครงสร้างกายวิภาคของส่วนราก ลำต้น และก้านใบ จากภาพพบว่ามี เนื้อเยื่อลำเลียงอยู่บริเวณตรงกลางของชิ้นเนื้อเยื่อที่ถูกตัดขวาง แสดงว่าเนื้อเยื่อส่วนนี้ควรจะเป็นเนื้อเยื่อราก

2. ความแตกต่างระหว่างโครงสร้างกายวิภาคของอวัยวะในข้อ 1 ที่ได้ในพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว รากของพืชใบเลี้ยงคู่ กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงจะแยกประมาณ 4-5 แฉก ส่วนเนื้อเยื่อรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีลักษณะเป็น polyarch ซึ่งตรงกับลักษณะของภาพที่ปรากฏ ดังนั้นเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

3. ความแตกต่างของพืชบกกับพืชน้ำคือ เนื้อเยื่อพืชน้ำจะมี ช่องอากาศแทรกในเนื้อเยื่อมากกว่า จากภาพบริเวณ cortex ไม่มีช่องอากาศแทรก ดังนั้นควรเป็นพืชบกมากกว่าพืชน้ำ

คำตอบ : ข้อ ข.

พื้นฐานความรู้

การทราบถึงลักษณะกายวิภาคของส่วนต่างๆของเนื้อเยื่อพืช ทั้งพืชบก และพืชน้ำ

51. คำถาม : จากพืช 3 ชนิดที่กำหนดให้ (ชนิดที่ I – III) และลักษณะทางกายวิภาคและสรีรวิทยาอีก 7 แบบนี้ ให้เลือกว่าพืชชนิดใด ตรงกับลักษณะในข้อใด

ชนิดของพืช	ลักษณะ
I. <i>Opuntia ficus-indica</i> (พวงกระบองเพชร)	1. มีเนื้อเยื่อที่เก็บสะสมน้ำ เซลล์มีแวคิวโอล และ คลอโรพลาสต์ขนาดใหญ่
II. <i>Zea mays</i> (ข้าวโพด)	2. คลอโรพลาสต์ของบันเดิลชีทเซลล์ประกอบด้วยกรานาที่ลดรูป
III. <i>Triticum aestivum</i> (ข้าวสาลี)	3. พืช C_3 4. พืช C_4 5. พืช CAM 6. ใบมีสเคลอเรนไคมาอยู่ใต้ผิวใบ 7. ปากใบเปิดในเวลากลางวัน

	ชนิดพืช	ลักษณะ	ชนิดพืช	ลักษณะ	ชนิดพืช	ลักษณะ
ก	I	1, 3, 6,	II	1, 5, 7	III	2, 4, 6
ข	I	2, 4, 6,	II	3, 6	III	1, 3, 6
ค	I	2, 4, 6	II	2, 3, 6	III	3, 6
ง	I	1, 5, 7	II	2, 4, 6	III	3, 6
จ	I	1, 5, 7	II	3, 6	III	2, 4, 6

สิ่งที่ต้องการวัด : ความรู้เกี่ยวกับพืช C_3 , C_4 และ CAM

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม

แบบที่ 1 เมื่อมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ *Opuntia* ข้าวโพด และข้าวสาลี ว่าเป็นพืช C_3 , C_4 , และ CAM ตามลำดับ

1. พืช *Opuntia* ซึ่งเป็นพืชพวงกระบองเพชร เป็นพืชที่มีระบบการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์แบบ CAM มักเจริญในที่ที่มีปริมาณน้ำต่ำมาก มีเนื้อเยื่อที่เก็บสะสมน้ำ เซลล์มีแวคิวโอลและคลอโรพลาสต์ขนาดใหญ่ และมีการตรึง CO_2 ในเวลากลางคืน เพื่อลดการสูญเสียน้ำเนื่องจากการเปิดปากใบ ดังนั้นลักษณะของ *Opuntia* จะประกอบด้วย ข้อ 1, 5 และ 7
2. *Zea mays* (ข้าวโพด) เป็นพืช C_4 ซึ่งมีลักษณะของคลอโรพลาสต์ในบันเดิลชีทเซลล์ ที่ประกอบด้วยกรานาที่ลดรูป ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของพืช C_4 เช่น ข้าวโพด
3. *Triticum aestivum* (ข้าวสาลี) เป็นพืช C_3

4. จากความรู้ข้างต้น ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ง.

แบบที่ 2 เมื่อมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับข้าวโพด ว่าเป็นพืช C_4

ข้าวโพดเป็นพืช C_4 ซึ่งมีคลอโรพลาสต์ในบันเดิลชีทเซลล์เป็นแบบที่มีกรานาลรูป (agranal chloroplast) ความรู้นี้ทำให้ตัดตัวเลือกข้อ ก ข ค และ ง เพราะบ่งว่าข้าวโพดเป็นพืช CAM หรือ C_3 ซึ่งไม่ถูกต้อง คำตอบ : คือข้อ ง

พื้นฐานความรู้

ข้าวโพดเป็นพืช C_4 ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างใบประกอบด้วย bundle sheath cell อยู่ล้อมรอบ vascular tissue (เนื้อเยื่อลำเลียง) คลอโรพลาสต์บริเวณ bundle sheath cell จะมีลักษณะพิเศษแตกต่างจาก chloroplast ที่อยู่ใน mesophyll อื่นๆ คือ thylakoid membrane จะไม่อยู่ในภาวะที่ซ้อนทับกันเป็นชั้นๆ ที่เรียกว่า grana (granum-เอกพจน์) เรียก chloroplast ชนิดที่ไม่มี การซ้อนทับกันของ thylakoid membrane นี้ว่า agranal chloroplast หรือเป็น grana ที่ลดรูป

52. คำถาม : นำพืช C_3 และพืช C_4 ใส่ในกล่องกระจกที่ปิดสนิท อากาศไม่สามารถเข้าได้ แล้วนำไปวางไว้ในที่มีแสงส่อง ถามว่าความเข้มข้นของ CO_2 ภายในกล่องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- . ความเข้มข้นของ CO_2 ไม่เปลี่ยนแปลง
- . ความเข้มข้นของ CO_2 ลดลงจนเท่ากับจุดคอมเพนเซชันของพืช C_3
- . ความเข้มข้นของ CO_2 ลดลงจนเท่ากับจุดคอมเพนเซชันของพืช C_4
- . ความเข้มข้นของ CO_2 เพิ่มขึ้น
- . ความเข้มข้นของ CO_2 ต่ำกว่าค่าของจุดคอมเพนเซชันของพืช C_4

สิ่งที่ต้องระวัง : ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง การหายใจ – การสังเคราะห์ด้วยแสง อิทธิพลของปริมาณ CO_2 และความเป็นพืช C_3 และ C_4

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม

1. พืช C_3 และ C_4 เมื่ออยู่ในกล่องที่ปิดสนิท และมีแสงส่อง ควรจะได้รับน้ำอย่างเพียงพอด้วย พืชทั้งสองชนิดจะมีทั้งการตรึง CO_2 และปลดปล่อย O_2 ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการตรึง O_2 และปลดปล่อย CO_2 ด้วยกระบวนการหายใจ

2. เมื่อพืชตรึง CO_2 ได้เป็นสารอาหารเพื่อใช้ในการหายใจ ได้พลังงานซึ่งมาใช้ในการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืช CO_2 จะถูกเปลี่ยนเป็น organic matter ต่างๆ ของต้นพืช เมื่อพืชเจริญเติบโตขึ้น ดังนั้น CO_2 ในครอบแก้วจะลดลงเป็นลำดับ จนถึง CO_2 compensation point คือปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยจากกระบวนการหายใจ มีค่าเท่ากับ CO_2 ที่ถูกตรึงด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

3. CO_2 compensation point ของพืช C_3 จะสูงกว่า C_4 เนื่องจากประสิทธิภาพในการตรึง CO_2 ของพืช C_4 สูงกว่า C_3 มาก (C_4 ตรึง CO_2 ในภาวะที่มี CO_2 ต่ำๆ ได้ดีกว่า C_3) ณ CO_2 compensation point ของพืช C_3 พืช C_4 ยังสามารถตรึง CO_2 ได้สูงมาก ทำให้ CO_2 ในครอบแก้วลดลงต่ำกว่า CO_2 compensation point ซึ่งจะ使得พืช C_3 ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

4. CO_2 ในครอบแก้วจะลดลงจนถึง CO_2 compensation point ของพืช C_4 ซึ่งพืช C_4 จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้อีกต่อไป

คำตอบ : คือข้อ ค.

พื้นฐานความรู้ :

พืชสังเคราะห์แสง เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงให้มาอยู่ในรูปของพลังงานเคมี ซึ่งได้แก่ พันธะระหว่างโมเลกุลของสารประกอบต่างๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นต้นพืช ในการดำรงชีวิตของพืช จะมีทั้งการตรึง CO_2 จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการปลดปล่อย CO_2 จากกระบวนการหายใจ อย่างไรก็ตาม CO_2 ที่ถูกตรึงด้วยกระบวนการหายใจนั้น ไม่ได้ปลดปล่อยออกทั้งหมด แต่จะมีการนำมาใช้ในการสร้างสาร metabolite และโครงสร้างต่างๆ ในการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นเมื่อพืชเจริญเติบโตในระบบปิด CO_2 ในระบบจะลดลงหากพืชนั้นสามารถสังเคราะห์แสงและเจริญเติบโตได้

CO_2 compensation point หมายถึง ระดับ CO_2 ที่ทำให้พืชมีการตรึง CO_2 ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับปลดปล่อย CO_2 จากกระบวนการหายใจ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า net CO_2 assimilation = 0 ณ จุดนี้ พืชจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้อีกต่อไปหากปริมาณ CO_2 ต่ำกว่า CO_2 compensation point พืชจะมีอัตราการหายใจสูงกว่าการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเท่ากับพืชไม่สามารถสร้างอาหารได้เพียงพอต่อความต้องการในการดำรงชีวิต ซึ่งพืชก็จะเริ่มสลายสารต่างๆ ที่ตนเองมีอยู่จนกระทั่งตายไปในที่สุด

พืช C_4 มีความสามารถในการตรึง CO_2 ได้ดีกว่าพืช C_3 ในภาวะที่มี CO_2 ต่ำ เพราะกระบวนการตรึง CO_2 ที่อยู่ใน bundle sheath cells จะหลีกเลี่ยงการเกิด photorespiration ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำลง ดังนั้น CO_2 compensation point ของพืช C_4 จะต่ำกว่าพืช C_3 เมื่ออยู่ในภาวะเดียวกัน

53. คำถาม : ภายหลังจากการเกิดพลาสโมไลซิสแล้วพบว่า โปรโทพลาสต์ได้แยกออกจากผนังเซลล์พืช และระหว่างผนังเซลล์พืชกับโปรโทพลาสต์นั้นเราจะพบสิ่งใด

ก. อากาศ

ข. สูญญากาศ

ค. น้ำ

ง. สารละลายไฮเพอร์โทนิก

จ. ช่องว่างระหว่างเซลล์

สิ่งที่ต้องระวัง : ความเข้าใจเกี่ยวกับการแพร่ของน้ำเข้า - ออกจากเซลล์พืช

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม

1. การเกิดพลาสโมไลซิส จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์พืชอยู่ในสารละลายที่มีค่า water potential ต่ำกว่าค่า water potential ภายในเซลล์ ทำให้เกิดการแพร่ของน้ำภายในเซลล์ออกสู่ภายนอก การแพร่ออกของน้ำจะทำให้เกิดการลดลงของ pressure potential ภายในเซลล์ เป็นการปรับสมดุลของ water potential ภายในเซลล์ และภายนอกให้เท่ากัน

2. สารละลายภายนอกที่มีค่า water potential ต่ำกว่า water potential ของสารละลายภายในเซลล์นี้เรียกว่า hypertonic solution

3. ผนังเซลล์ไม่มีคุณสมบัติเป็น semipermeable membrane เป็นส่วนที่ยอมให้สารละลายแพร่เข้า - ออกได้

4. ดังนั้น ระหว่างผนังเซลล์พืช และโพรโทพลาสต์นั้น จึงเป็นสารละลายไฮเพอร์โทนิก
คำตอบ : คือ ข้อ ง.

พื้นฐานความรู้

การเกิดพลาสโมไลซิส จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์พืชอยู่ในสารละลายที่มีค่า water potential ต่ำกว่าค่า water potential ภายในเซลล์ ทำให้เกิดการแพร่ของน้ำภายในเซลล์ออกสู่ภายนอก การแพร่ของน้ำจะทำให้เกิดการลดลงของ pressure potential ภายในเซลล์ เป็นการปรับสมดุลของ water potential ภายในเซลล์ และภายนอกให้เท่ากัน

ผนังเซลล์ไม่มีคุณสมบัติเป็น semipermeable membrane เป็นส่วนที่ยอมให้สารละลายแพร่เข้า - ออกได้

54. คำถาม : ถ้านักเรียนนำเซลล์ที่เต่งไปใส่ในสารละลายที่มีออสโมติกโพเทนเชียลเท่ากับของเซลล์นั้น จะเกิดอะไรขึ้น

- ก. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- ข. เซลล์จะสูญเสียน้ำจนกระทั่งวอเตอร์โพเทนเชียลของน้ำในเซลล์เท่ากับวอเตอร์โพเทนเชียลของน้ำที่อยู่รอบ ๆ เซลล์
- ค. เซลล์จะสูญเสียน้ำจนกระทั่งเกิดพลาสโมไลซิส
- ง. เกิดพลาสโมไลซิส
- จ. เซลล์จะแตก

สิ่งที่ต้องทราบดี : ความเข้าใจเกี่ยวกับ water potential

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม

1. เซลล์เต่ง หมายถึง เซลล์ที่อยู่ในภาวะที่มีค่า pressure potential (Ψ_p) ≥ 0
2. ค่า water potential ของเซลล์ (Ψ_{cell}) = osmotic potential_{cell} ($\Psi_{\pi_{\text{cell}}}$) + pressure potential_{cell} ($\Psi_{p_{\text{cell}}}$)
3. water potential ของสารละลาย (Ψ_{sol}) = osmotic potential_{sol} ($\Psi_{\pi_{\text{sol}}}$) + pressure potential_{sol} ($\Psi_{p_{\text{sol}}}$)
โดยทั่วไปถ้าไม่บ่งถึงว่าสารละลายอยู่ในระบบปิด $\Psi_{p_{\text{sol}}} = 0$
ดังนั้น $\Psi_{\text{sol}} = \Psi_{\pi_{\text{sol}}}$
4. สารละลายที่มี osmotic potential เท่ากับ osmotic potential ของสารละลายภายในเซลล์ หมายความว่า ค่า water potential ของเซลล์สูงกว่า water potential ของสารละลาย เพราะเซลล์อยู่ในภาวะเต่ง $\Psi_{p_{\text{cell}}} \geq 0$
5. การเข้าสู่สมดุล น้ำจะแพร่จากที่มี Ψ สูง ไปสู่ Ψ ต่ำ ดังนั้นน้ำจะแพร่ออกจากเซลล์จนกระทั่ง water potential ของเซลล์เท่ากับ water potential ของสารละลายภายนอก ซึ่งไม่

จำเป็นที่จะต้องเกิด พลาสมโไลซิส เพราะการเกิดพลาสมโไลซิสจะเกิดก็ต่อเมื่อค่า pressure potential < 0

คำตอบ : คือ ข้อ ข.

พื้นฐานความรู้

การเคลื่อนที่ของน้ำ หรือการแพร่ของน้ำจะเกิดขึ้นโดยน้ำจะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีค่า water potential สูง ไปสู่บริเวณที่มีค่า water potential ต่ำเสมอ ซึ่งเป็นไปตามกฎเทอร์โมไดนามิกส์

Water potential ของสารละลายใด ๆ จะประกอบไปด้วย ผลรวมของ

1) osmotic potential : ความเป็นอิสระของน้ำที่ลดลงอันเนื่องมาจากตัวถูกละลาย ซึ่งจะมีความเป็นลบเสมอ

2) pressure potential : ความเป็นอิสระของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอันเนื่องมาจากแรงดึง (tension) หรือแรงดัน (pressure) ซึ่งการเกิดค่า potential นี้จะเกิดขึ้นเมื่อน้ำ (สารละลาย) อยู่ในระบบปิด คือเกิดแรงดึง - แรงดันขึ้นได้ pressure potential อาจเป็นค่าบวกหรือลบขึ้นอยู่กับลักษณะของแรงที่มากกระทำต่อโมเลกุลน้ำ ถ้าโมเลกุลของน้ำได้รับแรงดึง ทำให้ความเป็นอิสระของโมเลกุลน้ำลดลง Ψ_p เป็นค่าลบ ถ้าโมเลกุลน้ำได้รับแรงดัน ทำให้โมเลกุลมีพลังงานสูงขึ้น Ψ_p จะเป็นบวก

3) matrix potential : ความเป็นอิสระของน้ำที่ลดลงอันเนื่องมาจากแรงดึงดูดของอนุภาคอื่น ๆ ที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวถูกละลาย เช่นโมเลกุลโปรตีนขนาดใหญ่ หรือผนังเซลล์พืช เป็นต้น

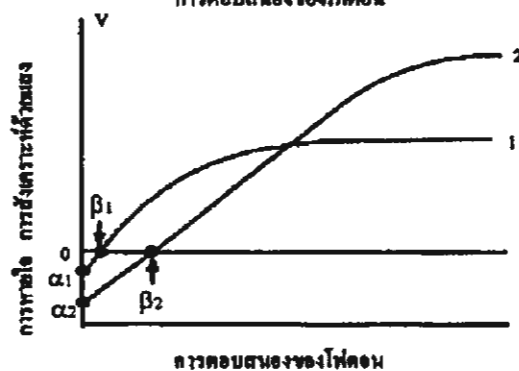
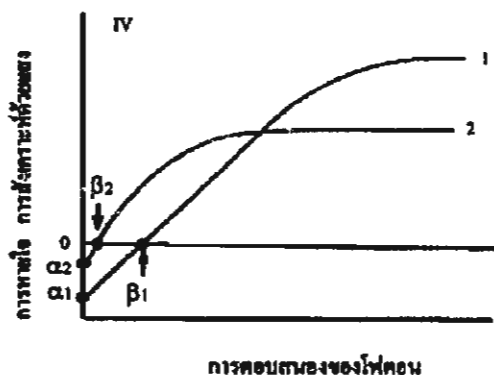
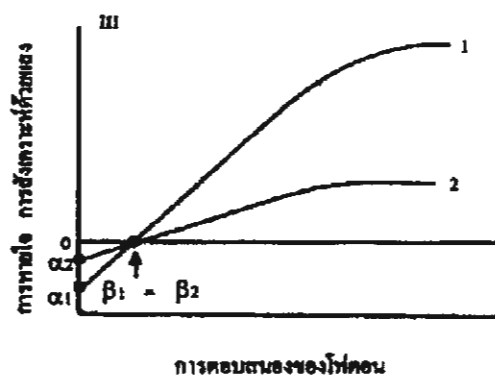
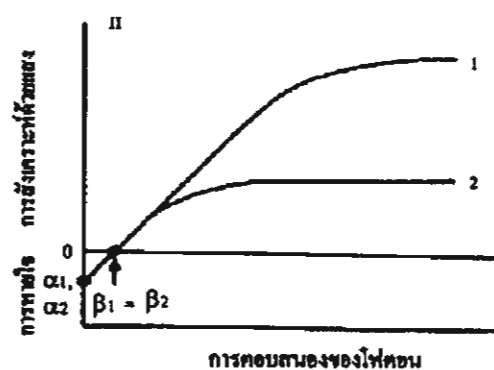
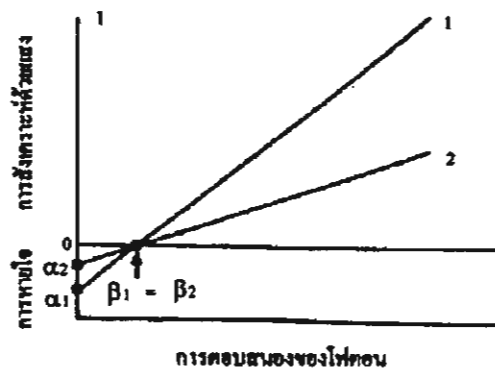
เมื่อใส่เซลล์พืชลงในสารละลาย หาก water potential ภายในเซลล์พืชกับ water potential ของสารละลายไม่เท่ากัน จะทำให้เกิดการเคลื่อนสุทธิของน้ำจากที่มี Ψ สูง $\rightarrow$ Ψ ต่ำ

การเคลื่อนที่สุทธิของน้ำ = 0 เมื่อค่า water potential ของทั้งสองบริเวณมีค่าเท่ากันซึ่งคือจุดสมดุลนั่นเอง

55. คำถาม : จากการศึกษาค้นคว้าการตอบสนองของโฟตอน (photon) ต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงจากกราฟหมายเลข 1 – 5 ดังนี้

กำหนดให้	1	หมายถึง
	2	หมายถึง
	α	หมายถึง
	β	หมายถึง

พืชที่ขึ้นอยู่ในกลางแจ้ง
พืชที่ขึ้นอยู่ในที่ร่ม
การหายใจเมื่อไม่มีแสง
จุด compensation ของแสง



กราฟข้อใดถูกต้อง

- ก. กราฟ I
ค. กราฟ III
จ. กราฟ V

- ข. กราฟ II
ง. กราฟ IV

สิ่งที่ต้องการวัด : ความเข้าใจเกี่ยวกับผลของความเข้มแสงที่มีต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชที่ขึ้นในที่ร่ม (shade plant) และพืชที่ขึ้นอยู่กลางแจ้ง (sun plant)

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม

แบบที่ 1

1. ความแตกต่างของ sun plant และ shade plant คือขนาดของ photosynthetic unit ขนาดของ photosynthetic unit ของ shade plant จะมีขนาดใหญ่กว่า photosynthetic unit ของ sun plant

2. ในภาวะที่มีความเข้มแสงต่ำ เมื่อเพิ่มความเข้มแสง (ปริมาณโฟตอน) มากขึ้น shade plant จะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงได้สูงกว่า sun plant เพราะ shade plant มี photosynthetic unit ขนาดใหญ่กว่า sun plant ดังนั้นคำตอบคือ กราฟ IV

คำตอบ : ข้อ ง.

พื้นฐานความรู้

เมื่อพืชเจริญเติบโตในที่ที่มีปริมาณแสงแตกต่างกัน จำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ในที่ร่มหรือที่มีความเข้มแสงต่ำ พืชจะมีการปรับตัวโดยสร้าง photosynthetic unit ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อที่จะสามารถรับพลังงานแสงให้เพียงพอที่จะใช้ในการถ่ายทอดอิเล็กตรอน เพื่อสร้าง NADPH และ ATP ให้เพียงพอต่อการตรึง CO_2 เกิดเป็นสารอาหารที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต ในขณะที่ sun plant ได้รับแสงอย่างพอเพียง จึงไม่จำเป็นต้องสร้าง photosynthetic unit ขนาดใหญ่เช่นใน shade plant

เมื่อมีความเข้มแสงเพิ่มมากขึ้น ย่อมมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่เมื่อถึงระดับความเข้มแสงหนึ่ง จะเป็นจุดที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่สามารถเพิ่มขึ้นไปได้อีก (light saturation) อันเนื่องมาจากมีปัจจัยอื่นมาเป็นปัจจัยจำกัด เช่น ปริมาณ CO_2 ในบรรยากาศ หรือการที่ photosynthetic system มีการทำงานอย่างเต็มที่แล้ว ไม่สามารถรับพลังงานแสงเพิ่มขึ้นได้อีก

ในกรณีของ sun plant กับ shade plant เนื่องจาก shade plant มี photosynthetic unit ขนาดใหญ่ จึงไม่จำเป็นต้องใช้ความเข้มแสงสูงเท่ากับ sun plant ในการที่จะทำให้ photosynthetic system ทำการรับแสงอย่างเต็มที่ Light saturation จึงมีค่าต่ำกว่า sun plant และด้วยการที่ shade plant มี photosynthetic unit ขนาดใหญ่กว่า sun plant นี้เอง ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของ shade plant ในที่ร่ม (ความเข้มแสงน้อย) มีค่าสูงกว่า sun plant เพราะ photosynthetic unit ที่มีขนาดใหญ่กว่า จะมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวพลังงานแสงที่มีไม่มากนักได้ดีกว่า

แบบที่ 2

1. พืชที่ขึ้นอยู่ในที่ร่ม มีอัตราการหายใจต่ำกว่าพืชที่ขึ้นอยู่ในที่แจ้ง ดังนั้นความเข้มแสงที่จะทำให้มีการ ตรึง CO_2 ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มีค่าเท่ากับการปลดปล่อย CO_2 ที่ได้จากกระบวนการหายใจ จึงมีค่าต่ำ

2. จากข้อ 1 light compensation point ของ shade plant จะต่ำกว่า sun plant

3. คำตอบที่สอดคล้องกับ ข้อ 2 มีเพียงข้อเดียวคือ กราฟที่ IV

พืชที่ขึ้นอยู่ในที่ร่ม มีอัตราการหายใจต่ำกว่าพืชที่ขึ้นอยู่ในที่แจ้ง ดังนั้นความเข้มแสงที่จะทำให้มีการตรึง CO_2 ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มีค่าเท่ากับการปลดปล่อย CO_2 ที่ได้จากกระบวนการหายใจ จึงมีค่าต่ำ light compensation point ของ shade plant จะต่ำกว่า sun plant

56. คำถาม : จากการทดลอง ถ้าวัดค่า respiratory quotient ได้มากกว่า 1 แสดงว่า

- . คาร์โบไฮเดรตคือสารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการหายใจ
- . ไขมันคือสารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการหายใจ
- . กรดอินทรีย์คือสารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการหายใจ
- . โปรตีนคือสารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการหายใจ
- . จากกระบวนการหายใจนี้ไม่สามารถบอกได้ว่าสารตั้งต้นที่ใช้คืออะไร

สิ่งที่ต้องการวัด : ความรู้เกี่ยวกับ R.Q.

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม

1. respiratory quotient (R.Q.) หมายถึง สัดส่วนของปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยต่อปริมาณ O_2 ที่ถูกตรึงอันเนื่องมาจากกระบวนการหายใจ

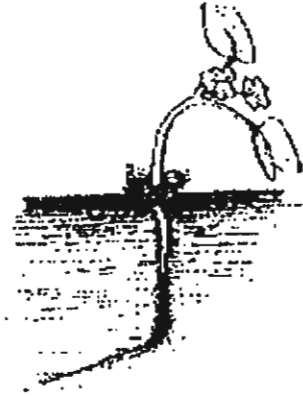
2. การที่ได้ค่า R.Q. มากกว่า 1 หมายความว่า ต้องมีการใช้ O_2 ในการสลายสารตั้งต้นน้อยกว่าปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยจากกระบวนการหายใจ สารตั้งต้นจำพวกนี้คือ กรดอินทรีย์

คำตอบ : ข้อ ค.

พื้นฐานความรู้

respiratory quotient (R.Q.) หมายถึง สัดส่วนของปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยต่อปริมาณ O_2 ที่ถูกตรึงอันเนื่องมาจากกระบวนการหายใจ การที่ได้ค่า R.Q. มากกว่า 1 หมายความว่า ต้องมีการใช้ O_2 ในการสลายสารตั้งต้นน้อยกว่าปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยจากกระบวนการหายใจ สารตั้งต้นจำพวกนี้คือ กรดอินทรีย์ ตอบข้อ ค

57. คำถาม : จากภาพการแสดงการปลูกพืชในสารละลาย (Hydroponic) ในขวดแก้วและให้แสงเฉพาะทางด้านขวามือเท่านั้น พบว่าต้นพืชที่เจริญเติบโตมีลำต้นโค้งไปทางขวา เราเรียกลักษณะเช่นนี้ว่าอะไร



- ก. ไฟโตแนสตี (photonasty)
- ข. ไฟโตโทรปิซึม (phototropism)
- ค. ไฟโตแทกซิส (phototaxis)
- ง. ไฟโตมอร์โฟซิส (photomorphosis)
- จ. ไฟโตเพริโอดิซึม (photoperiodism)

สิ่งที่ต้องการวัด : ความหมายของ phototropism

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม ไม่มี

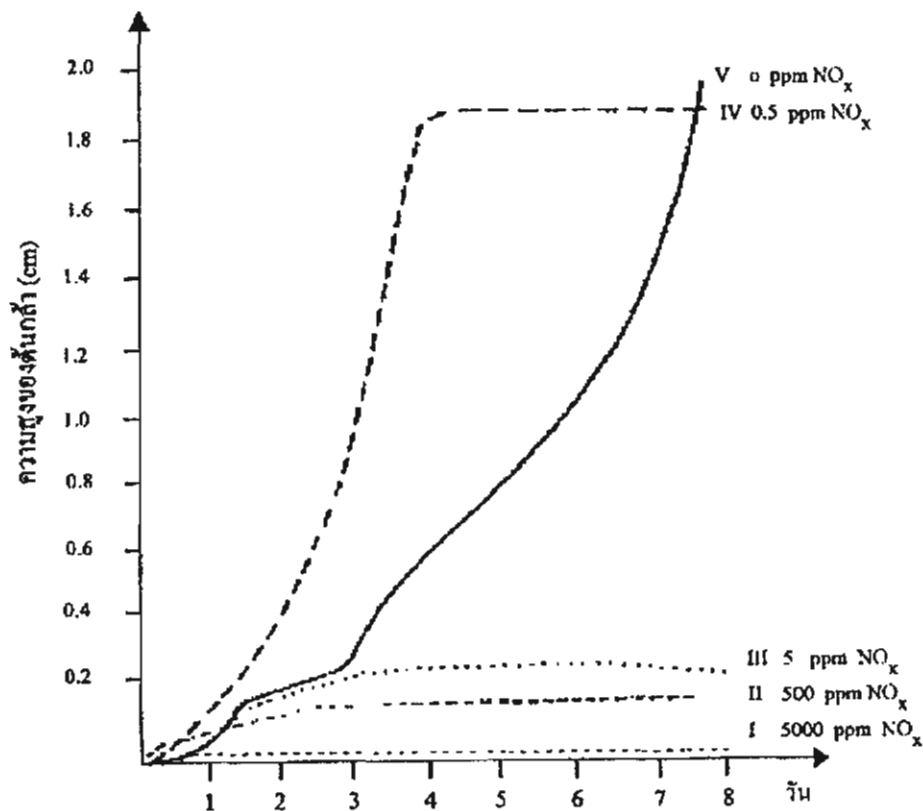
คำตอบ : ข้อ ข.

พื้นฐานความรู้

การที่ต้นพืชตอบสนองต่อแสงโดยการเอียงส่วนของยอดเข้าหาแสงเรียกว่า phototropism

- nasty การเคลื่อนไหวแบบไม่มีทิศทางที่แน่นอน
- tropism การเคลื่อนไหวแบบมีทิศทางที่แน่นอน
- taxis การเคลื่อนที่แบบมีทิศทางที่แน่นอน

58. คำถาม : มีผู้ทดลองปลูกต้นกล้าในห้องที่ควบคุมความเข้มข้นของปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ในอากาศที่แตกต่างกันในห้องที่ 1 – 5 โดยให้ปริมาณความเข้มข้นของ NO_x คงที่ เมื่อเวลาผ่านไปพบว่า ต้นกล้าเจริญเติบโตดังกราฟ



ข้อใดต่อไปนี้สรุปไม่ถูกต้อง

- ต้นกล้าที่ได้รับความเข้มข้นของ NO_x ต่ำจะเจริญเติบโตกว่าต้นกล้าที่ได้รับความเข้มข้นของ NO_x สูงภายในช่วงเวลา 8 วัน
- ในช่วงวันที่ 5 – 8 ต้นกล้าที่เจริญอยู่ในที่ไม่มี NO_x จะเจริญเร็วกว่าต้นกล้าที่อยู่ในที่มี NO_x ในช่วงสัปดาห์แรก
- ต้นกล้าที่ปลูกในที่ที่มีความเข้มข้นของ NO_x 0.5 ppm จะใช้เวลาเพียงครึ่งหนึ่ง เมื่อเทียบกับต้นกล้าที่ปลูกในที่ที่ไม่มี NO_x จนได้ความสูงประมาณ 1.5 cm
- ที่ความเข้มข้น 5,000 ppm ต้นกล้าแทบจะไม่เจริญเติบโต แต่ถ้าลดความเข้มข้นลงเหลือ 1/10 ของความเข้มข้นของ 5,000 ppm นี้ จะกระตุ้นการเจริญเติบโตในช่วง 4 วันแรก
- หลังจากวันที่ 4 ไปแล้วในห้องที่มีความเข้มข้นของ NO_x น้อยกว่า 0.5 ppm ต้นกล้าจะไม่สูงขึ้นอีก

สิ่งที่ต้องการวัด : ความสามารถในการแปลผลการทดลองทางสรีรวิทยาของพืช

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม

1. พิจารณาข้อความแต่ละข้อว่าสอดคล้องกับผลในกราฟหรือไม่
2. ข้อ ก. ข. ค. และ ง. ข้อสรุปสอดคล้องกับกราฟที่แสดง แต่ข้อ จ. หลังจากวันที่ 4 ยังสูงต่อไปได้อีก ดังนั้น ข้อ จ. จึงสรุปไม่ถูกต้อง

คำตอบ : ข้อ จ.

พื้นฐานความรู้

การอ่านผลการทดลองจากกราฟที่กำหนดให้

59. คำถาม : ในระหว่างการงอกของเมล็ด วัฏจักรไกลออกซิเลต (glyoxylate) ทำหน้าที่อะไร

- . สลายพันธะของกรดไขมัน
- . สร้าง ATP
- . กำจัดกลุ่มคาร์บอกซีของไกลออกซิเลต จากโฟโตเรสไพเรชัน
- . เชื่อมโยง β -ออกซิเดชันกับกระบวนการสร้างกลูโคส
- . สร้างไกลซีน (glycine) โดยกระบวนการทรานสอะมิเนชัน

สิ่งที่ต้องการวัด : ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ glyoxylate cycle

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม ไม่มี

คำตอบ : ข้อ ง. เป็นการวัดความรู้

พื้นฐานความรู้

Glyoxylate cycle เป็นกระบวนการในพืช ในการเปลี่ยน acetyl CoA ให้มาอยู่ในรูปของ succinate เพื่อนำเข้าสู่ gluconeogenesis ในระหว่างการงอกของเมล็ดพืช เมล็ดพืชที่มีการสะสมอาหารไว้ในรูปของไขมัน เมื่อมีความต้องการใช้พลังงานจากไขมัน จะต้องมีการเปลี่ยนไขมันให้มาอยู่ในรูปของน้ำตาล sucrose เพื่อที่จะลำเลียงจากอวัยวะสะสมอาหารไปสู่บริเวณที่ต้องการใช้พลังงาน เช่น ปลายยอดหรือปลายรากที่กำลังมีการแบ่งเซลล์ ในการเปลี่ยนไขมัน ให้มาอยู่ในรูปของน้ำตาลนั้น จะต้องอาศัยการทำงานของ glyoxysome ซึ่งเป็น organelle ที่มีกระบวนการสลายโมเลกุลไขมันด้วย β -oxidation ได้เป็น acetyl CoA และเข้าสู่กระบวนการ Glyoxylate cycle เพื่อเปลี่ยนเป็น succinate ซึ่งจะเป็นโมเลกุลที่สามารถ transport เข้าสู่ mitochondria ได้ จากนั้นด้วยกระบวนการใน mitochondria เช่นใน pathway ของ TCA cycle succinate จะถูกเปลี่ยนเป็น malate ซึ่งสามารถถูกเปลี่ยนเป็น phosphoenolpyruvate (PEP) ได้

ใน cytosol PEP จะเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการ gluconeogenesis ต่อไปจนได้เป็น sucrose เพื่อใช้ในการลำเลียงไปสู่บริเวณที่ต้องการสารอาหารในการหายใจเพื่อใช้ในการงอก

60. คำถาม : ในพืชตระกูลใดที่มีแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้อยู่ในบริเวณราก

- ก. Rosaceae
- ข. Brassicaceae (Cruciferae)
- ค. Fabaceae (Leguminosae)
- ง. Asteraceae
- จ. Fagaceae

สิ่งที่ต้องการวัด : ความรู้ที่ว่า พืชวงศ์ถั่ว (Fabaceae) มี Nitrogen fixing bacteria อยู่ร่วมด้วย
ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ไม่มี

คำตอบ : ข้อ ค.

พื้นฐานความรู้ : พืชวงศ์ถั่ว Fabaceae (Leguminosae) เป็นพืชที่มีแบคทีเรียที่สามารถตรึง N_2 ได้ในบริเวณราก

61. คำถาม : Cell organelle ใดที่ไม่มี DNA ? (พ.ศ. 2535)

- ก. amyloplast
- ข. chloroplast
- ค. mitochondrion
- ง. nucleus

สิ่งที่ต้องการวัด : ตำแหน่งของโมเลกุลดีเอ็นเอภายในเซลล์ที่เป็นยูคาริโอต

พื้นฐานความรู้ : ในเซลล์ยูคาริโอตซึ่งไม่มีนิวเคลียสและออร์แกเนลล์อื่น ๆ (ยกเว้น ribosome) โมเลกุลของดีเอ็นเอจะอยู่ในไซโทพลาสซึม บริเวณที่มีโมเลกุลของดีเอ็นเอหลัก (ดีเอ็นเอที่สร้างโปรตีนส่วนใหญ่ของเซลล์) จะถูกเรียกว่า nucleoid region ในขณะที่โมเลกุลของดีเอ็นเอที่มีขนาดเล็กกว่า (มีชื่อเรียกว่า พลาสมิด) ซึ่งอาจมีได้หลาย copy ก็พบได้ทั่วไปในไซโทพลาสซึมเช่นเดียวกัน ในขณะที่เซลล์ยูคาริโอตต่าง ๆ จะมีโมเลกุลของดีเอ็นเอหลักอยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ในรูปของแท่งดีเอ็นเอที่อาจรวมตัวกับโปรตีนและในบางช่วงชีวิตของเซลล์จะมีการหดตัวสั้นเข้าให้เห็นเป็นโครโมโซม (สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่) โดยมีโมเลกุลของดีเอ็นเอขนาดเล็กที่ปลายทั้งสองของแท่งดีเอ็นเอต่อกันเป็นรูปร่างกลมอยู่ในไมโทคอนเดรียหรือคลอโรพลาสต์ ทำให้คลอโรพลาสต์และไมโทคอนเดรียสามารถแบ่งตัวด้วยตัวเอง และสามารถสร้างโปรตีนบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบของคลอโรพลาสต์หรือทำหน้าที่เฉพาะอย่างภายในออร์แกเนลล์ เช่น เอนไซม์ cytochrome C oxidase เซลล์พวกยูคาริโอตบางชนิดอาจมีพลาสมิดภายในไซโทพลาสซึม เช่น ยีสต์

ส่วน amyloplast เป็นออร์แกเนลล์ที่อยู่ในกลุ่ม plastid ทำหน้าที่ในการเก็บอาหารสะสมมักพบในรากและหัวของพืช

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์สามารถเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัวเองแบบ fission ได้ นอกจากนี้โปรตีนบางชนิดสังเคราะห์ขึ้นภายในไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์เอง จึงจะสามารถตัดข้อ ข และ ค ออกได้ ส่วนชื่อ amyloplast เป็นชื่อที่ได้จาก amylose (น้ำตาลชนิดหนึ่ง) จึงบอกทางอ้อมว่าเป็นออร์แกเนลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสะสมสารอาหารเท่านั้น

คำตอบ : ข้อ A

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) 7441 และ 7442 กล่าวถึง ไมโทคอนเดรีย คลอโรพลาสต์ และนิวเคลียส แต่ไม่มีส่วนที่กล่าวถึงดีเอ็นเอในไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์ ส่วน amyloplast ไม่มีส่วนที่กล่าวถึงเลย

62. คำถาม : ตารางนี้แสดงให้เห็นขนาดของเซลล์ซึ่งได้จากการวัดเซลล์ขณะก่อน (ระยะที่ I) และหลัง (ระยะที่ II)

การยืดตัวของเซลล์ (elongation growth)

	ความยาว (μm)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (μm)	ความหนาของ cell wall (μm)	ปริมาตรของ cell (μm^3)	ปริมาตรของ vacuole (μm^3)
ระยะที่ I	26	24	2	12,600	600
ระยะที่ II	36	330	2	336,000	273,000

มีอะไรเกิดขึ้นกับเซลล์ ขณะผ่านจากระยะที่ I ไปสู่ระยะที่ II ? (พ.ศ. 2535)

- รับแต่น้ำเข้าไปเท่านั้น
- รับน้ำและ cellulose เข้าไป
- รับน้ำเข้าไปและสร้างโปรตีน
- รับน้ำเข้าไปและสังเคราะห์ cellulose และโปรตีน

สิ่งที่ต้องการวัด : องค์ประกอบของเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปขณะที่เซลล์มีการเจริญเติบโต

พื้นฐานความรู้ : ขณะที่เซลล์มีการเจริญเติบโต จะมีการเพิ่มขึ้นของขนาดและปริมาตรของเซลล์ ซึ่งอย่างน้อยที่สุดจะต้องมีการเพิ่มปริมาตรของไซโทพลาสซึม เพิ่มพื้นที่ผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ และผนังเซลล์(ถ้ามี)เพื่อครอบคลุมปริมาตรของเซลล์ที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด

องค์ประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิต ในกรณีของเซลล์พืช cellulose จะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด ส่วนผนังเซลล์ของราจะมี chitin เป็นองค์ประกอบหลัก หากเป็นผนังเซลล์ของพวกแบคทีเรียมักมีสารพวก peptidoglycan เป็นองค์ประกอบหลัก

องค์ประกอบของไซโทพลาสซึมประกอบไปด้วยน้ำเป็นองค์ประกอบหลักทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายของสารชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนที่สร้างขึ้นจากไรโบโซมภายในไซโทพลาสซึม ซึ่งทำหน้าที่เป็นเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยาต่าง ๆ ภายในเซลล์ หรือเป็นโครงสร้างของเซลล์

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : จากโจทย์จะเห็นได้ว่า ปริมาตรของเซลล์เพิ่มขึ้น แสดงว่าต้องมีการสังเคราะห์ cellulose เพิ่มขึ้น ซึ่งจะต้องมีการสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในการสังเคราะห์ cellulose ดังนั้นการสังเคราะห์ cellulose เพิ่มขึ้นต้องควบคู่ไปกับการสังเคราะห์โปรตีนที่เพิ่มขึ้นด้วย

คำตอบ : ข้อ ง เนื่องจากปริมาตรของไซโทพลาสซึมเพิ่มขึ้นจึงแสดงว่าต้องมีการรับน้ำจากภายนอกเข้าไปทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีการสร้างผนังเซลล์โดยการสังเคราะห์ cellulose และโปรตีนเพิ่มขึ้นเพื่อครอบคลุมพื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นอันเป็นผลมาจากการเพิ่มปริมาตร

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว441 มีหัวข้อเรื่องการเพิ่มขนาดของเซลล์ในแง่ของความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวและปริมาตร ยังขาดรายละเอียดในขั้นตอนของการเพิ่มขนาด เช่น การสังเคราะห์โปรตีน หรือ สารอื่น ๆ ในระหว่างที่มีการเพิ่มขนาด

63. **คำถาม :** cell wall ของพืชประกอบขึ้นด้วย cellulose, lignin และ pectin วัสดุเหล่านี้ถูกนำเข้าไปประกอบเป็น cell wall เรียงตามลำดับเช่นไร ? (พ.ศ. 2535)

- ก. cellulose, lignin และ pectin
- ข. cellulose, pectin และ lignin
- ค. pectin, cellulose และ lignin
- ง. pectin, lignin และ cellulose

สิ่งที่ต้องการวัด : ขั้นตอนในการสร้าง cell wall ของพืช

พื้นฐานความรู้ : Cell wall ของเซลล์พืชประกอบด้วยเส้นใย cellulose แทรกอยู่ในโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตบางชนิด ในพืชที่ยังมีอายุไม่มากนักจะสร้าง cell wall ที่บางและยืดหยุ่นได้เรียกว่า primary cell wall เพื่อให้เซลล์มีโอกาสในการขยายขนาดเพิ่มขึ้นหรือเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิม แต่เมื่อพืชมีพัฒนาการเต็มที่หรือเติบโตจนเต็มที่แล้ว เซลล์พืชจะเสริมความแข็งแรงโดยการหลั่งสารเพิ่มความแข็งแรง เช่น lignin ระหว่าง primary cell wall และ เยื่อหุ้มเซลล์ ชั้นของ cell wall ที่สร้างขึ้นใหม่นี้เรียกว่า secondary cell wall ส่วนของ secondary cell wall จะมีการสร้างเพิ่มขึ้นเป็นชั้น ๆ ทำให้ cell wall มีความแข็งแรง ช่วยค้ำจุนและป้องกันเซลล์ที่อยู่ภายใน

ระหว่าง primary cell wall ของเซลล์ที่อยู่ข้างเคียงกันจะมีชั้นบาง ๆ แทรกอยู่ เรียกว่า middle lamella เป็นชั้นของสารพวก polysaccharide เรียกว่า pectin ซึ่งทำหน้าที่ยึด cell wall ของเซลล์พืชที่อยู่ข้างเคียงให้ติดกันได้

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ส่วนที่เป็นเนื้อไม้จะมี lignin อยู่เป็นปริมาณมากทำให้โครงสร้างของผนังเซลล์มีความแข็งแรงมาก ในขณะที่ส่วนยอดไม้มีความอ่อนนุ่มมี ligninอยู่น้อยแสดงว่า เซลล์ที่อ่อนนุ่มจะไม่มี lignin อยู่เลย ดังนั้น lignin จึงเป็นส่วนที่สร้างขึ้นภายหลัง ข้อ ข และ ค จึงน่าจะเป็นข้อที่ถูกต้อง แต่เนื่องจาก cell wall ของพืชเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงมาก พืชจึงน่าที่จะสร้าง cell wall จากด้านนอกสุดก่อน(ด้าน middle lamella)แล้วจึงสร้างสารเพิ่มเติมชั้นทับ middle lamella ภายหลัง

คำตอบ : ข้อ ค

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว441 มีการกล่าวถึงสารพวก cutin suberin pectin และ lignin แต่ไม่ได้กล่าวถึงลำดับชั้นของการสร้างผนังเซลล์ของพืช ซึ่งใน ว442 ไม่มีการกล่าวถึงสารเหล่านี้

64. คำถาม : ระยะ anaphase ใน first mitotic division(ไมโอซิส I) โครโมโซมจากแม่และจากพ่อวางตัวอย่างไรที่ขั้วเซลล์ทั้งสองด้าน(พ.ศ. 2535)

- ก. โครโมโซมของแม่และพ่อจับกลุ่มกันแบบสุ่มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มแยกกันอยู่ทั้งสองขั้วของเซลล์
- ข. ปกติโครโมโซมจากแม่จะรวมตัวกันที่ขั้วหนึ่ง และโครโมโซมจากพ่ออยู่อีกขั้วหนึ่ง
- ค. โครโมโซมจากพ่อครึ่งหนึ่งและจากแม่อีกครึ่งหนึ่งจะไปอยู่ที่ขั้วหนึ่ง และอีกครึ่งหนึ่งจากพ่อและแม่ไปอยู่อีกขั้วหนึ่ง
- ง. โครโมโซมที่ไม่เกิด crossing-over จะไปที่ขั้วหนึ่ง ส่วนโครโมโซมที่กำลังอยู่ระหว่าง crossing-over ไปที่ขั้วที่สอง

สิ่งที่ต้องการวัด : การแยกของโครโมโซมของพ่อและแม่ในช่วงที่มีการแบ่งตัวแบบ meiosis

พื้นฐานความรู้ : ในช่วง metaphase I ของการแบ่งตัวแบบ meiosis จะมีการจับคู่กันโครโมโซมของ homologous chromosome ซึ่งมาจากพ่อหนึ่งแท่งและจากแม่หนึ่งแท่ง ตรงส่วนกลางของเซลล์และเมื่อเข้าสู่ช่วง anaphase โครโมโซมทั้งสองจะแยกตัวออกจากกันแบบสุ่มไปยังขั้วเซลล์ทั้งสอง ทำให้เซลล์ที่ได้จากการแบ่งมีโครโมโซมครบทุกแท่งในหนึ่งชุดแต่อาจประกอบด้วยโครโมโซมที่มาจากทั้งพ่อหรือแม่ก็ได้ จะเห็นได้จากเมื่อเซลล์สืบพันธุ์ที่เกิดขึ้นได้รับการผสมได้รุ่นหลานลักษณะของตาหรือยายอาจได้รับถ่ายทอดไปยังรุ่นหลานพร้อมกัน ซึ่งถ้าหากว่าโครโมโซมของตาแยกไปอยู่ที่ขั้วหนึ่ง และโครโมโซมของยายแยกไปยังอีกขั้วหนึ่งลักษณะของหลานจะต้องมีลักษณะของตาหรือยายอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ 2 ของ เมนเดล (law of independent assortment)

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ข้อ ค และง ผลที่เกิดขึ้นคือโครโมโซมที่แบ่งไปได้ว่าจะไม่ครบชุด เนื่องจากในข้อ ง. การเกิด crossing-over เกิดขึ้นแบบสุ่มจึงไม่สามารถบอกได้ว่า homologous คู่ใดจะเกิด crossing-over หรือไปไม่ ในกรณีของข้อ ค. เซลล์ที่ได้จากการแบ่งอาจได้โครโมโซมคู่หนึ่งของทั้งพ่อและแม่อยู่ในเซลล์เดียวกันทำให้เซลล์อีกเซลล์หนึ่งขาดโครโมโซมแท่งดังกล่าวไป

คำตอบ : ข้อ ก.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 043 และ ว442 มีการพูดถึงเรื่องการแบ่งเซลล์แบบ meiosis แต่ไม่ได้เชื่อมโยงให้สัมพันธ์กับกฎข้อที่ 2 ของเมนเดล ที่กล่าวไว้ใน ว045

65. คำถาม : การ transport แบบใดที่โมเลกุลขนาดเล็ก มีประจุ หรือ ions จะถูกส่งผ่านเยื่อหุ้ม (พ.ศ. 2535)

- ก. passive และ active transport
- ข. passive transport
- ค. active transport
- ง. diffusion

สิ่งที่ต้องการวัด : การขนส่งสารเข้าออกจากเซลล์

พื้นฐานความรู้ : เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยสารพวก phospholipid มีคุณสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน (semipermeable membrane) สารที่มีขนาดเล็กจะสามารถผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้โดยอาศัยหลักการแพร่ (diffusion) โดยเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความหนาแน่นของสารมากไปยังบริเวณที่มีความหนาแน่นของสารต่ำกว่า เช่น น้ำจะเคลื่อนที่จากภายนอกเซลล์เข้าสู่ภายในเซลล์ที่มีความเข้มข้นของตัวถูกละลายสูงกว่า (หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ น้ำในเซลล์มีความหนาแน่นต่ำกว่า) ส่วนสารที่มีใหญ่ หรือมีประจุไม่สามารถผ่านเข้าหรือออกจากเซลล์ได้อย่างอิสระ ต้องอาศัยโปรตีนที่เรียกว่า channel protein หรือ transport protein นำสารเข้าหรือออกจากเซลล์ ในกรณีที่สารเข้าหรือออกจากเซลล์ไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงกว่าตามหลักการแพร่ เซลล์ก็จะไม่ต้องใช้พลังงานในการนำสารนั้นเข้าหรือออกจากเซลล์ เราเรียกการขนส่งแบบนี้ว่า passive transport แต่ถ้าสารเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำไปยังบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของสารสูงกว่า เซลล์จะต้องใช้พลังงานในการเคลื่อนย้ายสารนั้น การขนส่งแบบนี้เรียกว่า active transport ซึ่งการขนย้ายสารพวก ion อาจขนย้ายตามหลักการแพร่ หรือ ในทิศทางตรงข้ามก็ได้ ดังนั้นการขนย้ายสารพวกนี้จึงอาจเป็นได้ทั้ง passive และ active transport

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ตัวอย่างของ active transport ของสารพวก ion ที่รู้จักดีได้แก่ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ pump

คำตอบ : ข้อ ก.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 มีการกล่าวถึงการส่งผ่านสารเข้าและออกจากเซลล์ ทั้งที่เป็น active และ passive transport แต่ไม่ได้ยกตัวอย่างในเรื่องของ ion ทั้งยังระบุว่า facilitated diffusion ใช้ในการนำสารที่ใหญ่กว่าโมเลกุลของน้ำ ว 442 มีเนื้อหาที่ระบุถึงการนำสารพวกไอออนเข้าสู่เซลล์ทั้งในรูปของ active และ passive transport

66. คำถาม : แบคทีเรียโอฟาจ (bacteriophages) คือ อะไร (พ.ศ. 2535)

- ก. ไวรัสอันตรายในพืช
- ข. สิ่งมีชีวิตที่เป็นอันตราย
- ค. แบคทีเรียที่เป็นปรสิต
- ง. สิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่สร้างอาหารเองไม่ได้
- จ. ปรสิตของแบคทีเรีย

ฉ. ไม่มีข้อใดถูก

สิ่งที่ต้องการวัด : ความรู้เรื่องเกี่ยวกับไวรัส

พื้นฐานความรู้ : ไวรัสเป็น particle ที่มีลักษณะของสิ่งมีชีวิต คือ สามารถเพิ่มจำนวนได้แต่ต้องอาศัยกลไกต่างๆของสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น เซลพืช เซลสัตว์ หรือ แบคทีเรีย เช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตพวกปรสิตร ไวรัสบางชนิดเมื่อเข้าไปอาศัยอยู่ในเซลล์ host แล้วจะใช้กลไกในการสร้างโปรตีนและกรดนิวคลีอิกของเซลล์ host เพื่อสร้างโปรตีนและกรดนิวคลีอิกของไวรัส และเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วภายในเซลล์ของแบคทีเรีย ทำให้เซลล์ host ถึงแก่ความตายและไวรัสภายในเซลล์จะถูกปล่อยออกมาเมื่อเซลล์ host แตกออก ในขณะที่ไวรัสบางชนิดอาจเพิ่มจำนวนและถูกปล่อยออกมาจากเซลล์ host โดยไม่มีการทำลายเซลล์ host เหมือนแบบแรก แต่จะทำให้เซลล์ host อ่อนแอลง ไวรัสบางชนิดอาจสลายรูป particle และแทรกสารพันธุกรรมของมันเข้ากับสารพันธุกรรมของเซลล์ host และเพิ่มจำนวนไปพร้อมกับสารพันธุกรรมของเซลล์ host ทุกครั้งที่มีการแบ่งตัว แต่เมื่อถูกกระตุ้นด้วยปัจจัยบางอย่างสารพันธุกรรมของไวรัสจะแยกตัวออกมาและเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วจนเซลล์ host ตายไปในที่สุด ไวรัสแต่ละชนิดจะมีความจำเพาะในการเข้าสู่เซลล์ host แตกต่างกัน bacteriophage เป็นชื่อรวมของไวรัสชนิดหนึ่งที่มีความจำเพาะในการเข้าทำลายเซลล์แบคทีเรีย

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : คำว่า bacterio หมายถึง แบคทีเรีย ส่วน phage เป็นชื่อของไวรัส bacteriophage จึงมีความหมายว่า ไวรัสที่มี host เป็นแบคทีเรีย

คำตอบ : ข้อ จ.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 มีการกล่าวถึง bacteriophage เข้าทำลายเซลล์แบคทีเรีย (หน้า 173)

67. **คำถาม :** เราอาจให้คำจำกัดความของคำว่า "osmosis" ว่าเป็นกระบวนการที่ (พ.ศ. 2535)

- ก. น้ำเข้าไปในเซลล์ของรากพืชที่มีชีวิต
- ข. สารละลายที่เข้มข้นไปสู่สารละลายที่เจือจางผ่าน semipermeable membrane
- ค. น้ำจากสารละลายที่เข้มข้นไปสู่สารละลายที่เจือจางผ่าน semipermeable membrane
- ง. น้ำจากสารละลายที่เจือจางไปสู่สารละลายที่เข้มข้น ผ่าน semipermeable membrane
- จ. สารละลายที่เจือจางไปสู่สารละลายที่เข้มข้นผ่าน semipermeable membrane

สิ่งที่ต้องการวัด : คำจำกัดความของ osmosis

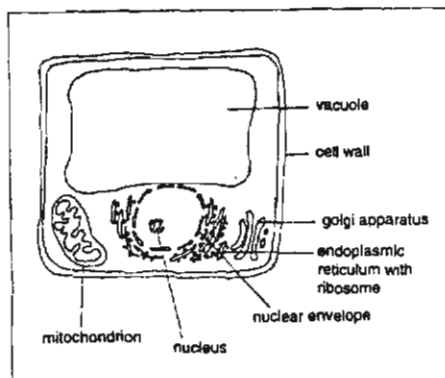
พื้นฐานความรู้ : โมเลกุลของน้ำสามารถเคลื่อนที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้อย่างอิสระ แต่โมเลกุลชนิดอื่นๆ เช่น ion โปรตีนหรือ สารโมเลกุลขนาดใหญ่อื่นๆ ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ที่มีคุณสมบัติเป็น semipermeable membrane ดังนั้น การรักษาสมดุลของความเข้มข้นตามหลักการแพร่จึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้กับสารดังกล่าว น้ำจึงเป็นโมเลกุลที่รักษาสมดุลของความเข้มข้นไว้ โมเลกุลน้ำจึงเคลื่อนที่จากบริเวณที่น้ำมีความเข้มข้นสูง(มีความเข้มข้นของตัวถูกละลายอยู่ต่ำ)ไปยังบริเวณที่น้ำมีความเข้มข้นต่ำกว่า(มีความเข้มข้นของตัวถูกละลายสูงกว่า) โดยผ่าน semipermeable membrane ตามหลักของการแพร่

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ข้อ ก. ไม่ใช่คำจำกัดความทั่วไป เนื่องจากระบุถึงเซลล์ของรากพืช

คำตอบ : ข้อ ง.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 มีการกล่าวถึงกระบวนการ osmosis ในรูปของการบรรยายและการทดลอง แต่ไม่มีคำจำกัดความของคำดังกล่าว ว 442 มีการให้คำจำกัดความไว้ใกล้เคียงกับคำตอบ

ภาพนี้คือภาพวาดของเซลล์ที่ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน(พ.ศ. 2537)



68. **คำถาม :** เซลล์ดังในภาพ ไม่ใช่ เซลล์ในข้อใด

- ก. เซลล์ที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ข. เซลล์ที่ช่วยในการหายใจระดับเซลล์
- ค. เซลล์ของพวกยูคาริโอต
- ง. เซลล์ชนิดหนึ่งของพืช

สิ่งที่ต้องการวัด : องค์ประกอบและออร์แกเนลล์ที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ

พื้นฐานความรู้ :

- ความรู้เกี่ยวกับเซลล์พวกรูปร่างโพรคาริโอตและยูคาริโอต
- ความรู้เกี่ยวกับเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
- ความรู้เกี่ยวกับออร์แกเนลล์ต่าง ๆ

ในสิ่งมีชีวิตทั้งหมดบนโลกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุด ได้แก่ เซลล์พวกรูปร่างโพรคาริโอต เนื่องจากภายในเซลล์ประกอบด้วยไซโทพลาซึมและมีโมเลกุลของดีเอ็นเออยู่ภายในเซลล์ ในขณะที่เซลล์พวกรูปร่างยูคาริโอตมีเยื่อหุ้มนิวเคลียสและมีออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้มหลายชนิด ออร์แกเนลล์แต่ละชนิดทำหน้าที่เฉพาะอย่าง หน้าที่ของออร์แกเนลล์และองค์ประกอบของเซลล์บางอย่าง ได้แก่

- ไมโทคอนเดรียทำหน้าที่เกี่ยวกับกลไกการหายใจระดับเซลล์

- กอลจิแอปพาราตัสทำหน้าที่เกี่ยวกับการส่งโปรตีนออกไปนอกเซลล์
- RER ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างโปรตีนที่จะส่งออกไปนอกเซลล์ การ glycosylation ของโปรตีน และการส่งโปรตีนไปยังกอลจิแอปพาราตัส
- แวคิวโอลเป็นออร์แกเนลล์ที่พบในเซลล์พืชเป็นส่วนใหญ่ ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมสารอาหารหรือของเสียจากกระบวนการเมแทบอลิซึม
- ผนังเซลล์เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์พบได้ในสิ่งมีชีวิตหลายพวก ได้แก่ พืช แบคทีเรียบางชนิด และรา
- คลอโรพลาสต์เป็นออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่ในการสะสมพลังงานแสงในรูปของพันธะเคมี เป็นออร์แกเนลล์ที่พบได้ในเซลล์ของพืชที่มีหน้าที่ในการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่านั้น เซลล์ส่วนอื่นๆ เช่น เซลล์ราก เซลล์ลำต้นของไม้ยืนต้น จะไม่มีออร์แกเนลล์นี้

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : เนื่องจากเซลล์นี้มีแวคิวโอลและผนังเซลล์ เซลล์นี้จึงน่าจะเป็นเซลล์ยูคาริโอตพวกเซลล์พืช และเนื่องจากเซลล์มีไมโทคอนเดรีย เซลล์ในภาพจึงน่าจะมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการหายใจระดับเซลล์ แต่เนื่องจากเซลล์ไม่มีคลอโรพลาสต์ให้เห็น เซลล์นี้จึงไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้แม้ว่าจะเป็นเซลล์พืชก็ตาม

คำตอบ : ข้อ ก.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 และ ว442 มีระบุหน้าที่ของออร์แกเนลล์ต่างๆครอบคลุมแล้ว แต่ยังไม่ได้นับว่าเซลล์ไม่จำเป็นต้องมีออร์แกเนลล์ทุกชนิด เช่น เซลล์พืชบางชนิดไม่มีคลอโรพลาสต์

69. **คำถาม :** ออร์แกเนลล์ สองชนิดใดที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงาน(พ.ศ. 2537)

- ก. โครโมพลาสต์ และลิวโคพลาสต์
- ข. ไมโทคอนเดรีย และลิวโคพลาสต์
- ค. ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์
- ง. ไมโทคอนเดรีย และโครโมพลาสต์

สิ่งที่ต้องการวัด : สามารถจำแนกออร์แกเนลล์ภายในเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างพลังงาน

พื้นฐานความรู้ :

- หน้าที่ของไมโทคอนเดรีย โครโมพลาสต์ คลอโรพลาสต์ และลิวโคพลาสต์

ไมโทคอนเดรียมีหน้าที่หลักในการเผาผลาญไพรูเวตที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงกลูโคสด้วยกระบวนการ ไกลโคลิซิสให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ผลที่ได้คือ NADH FADH₂ และ ATP ซึ่งทั้ง NADH FADH₂ จะถูกเปลี่ยนไปเป็น ATP ด้วยกระบวนการ oxidative phosphorylation ภายในไมโทคอนเดรียอีกทีหนึ่ง

พลาสติด(plastid) เป็นออร์แกเนลล์ชนิดหนึ่งที่พบในพืชที่มีหน้าที่หลายแบบ ขึ้นอยู่กับสารที่อยู่ในพลาสติดนั้น พลาสติดที่รู้จักกันดี คือ คลอโรพลาสต์ ที่มีรงควัตถุคลอโรฟิลล์อยู่ภายใน จึงมีหน้าที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง พลาสติดบางชนิดไม่มีสีเนื่องจากไม่มีรงควัตถุรวมเรียกว่า ลิวโคพลาสต์(leucoplast) ซึ่งมักมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารบางชนิด เช่น ลิพิด

หรือ ไขมันบางชนิด สำหรับส่งไปยังออร์แกเนลล์อื่นๆเพื่อใช้เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้ม ลิวโคพลาสต์บางชนิดมีหน้าที่ในการเก็บน้ำตาลเป็นอาหารสะสมในรูปของแป้ง มีชื่อเรียกเฉพาะว่า อะไมโลพลาสต์(amyloplast) พลาสติดบางชนิดมีการสะสมของไขมันที่มีสีทำให้ผลไม้และดอกไม้บางชนิดมีสีเกิดขึ้นพลาสติดเหล่านี้มีชื่อเรียกว่า โครโมพลาสต์(chromoplast) คลอโรพลาสต์ของผลไม้เขือเทศที่ยังอ่อนอยู่จะเป็นสีเขียวแต่เมื่อผลมะเขือเทศแก่จะมีการสะสมของลิพิดที่มีสีทำให้โครงสร้างไทลาคอยด์(thylakoid) ไม่รวมตัวเป็นชั้นของกรานา(grana) และเปลี่ยนไปเป็นโครโมพลาสต์ในที่สุด

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : เนื่องจากคลอโรพลาสต์มีรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ส่วนไมโทคอนเดรียเกี่ยวข้องกับการหายใจระดับเซลล์ในช่วง Kreb's cycle และ oxidative phosphorylation

คำตอบ : ข้อ ค.

เนื่องจากโครโมพลาสต์และลิวโคพลาสต์ไม่มีรงควัตถุในการสังเคราะห์ด้วยแสง

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 และ ว442 ไม่มีส่วนที่อธิบายเรื่องของพลาสติดชนิดต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างพลาสติดกับคลอโรพลาสต์

70. **คำถาม :** เซนทริโอล คือ(พ.ศ. 2537)

- ก. โครงสร้างถาวรในไซโทพลาซึมที่อยู่ใกล้กับนิวเคลียส
- ข. โครงสร้างถาวรนี้อยู่ภายในนิวเคลียส
- ค. โครงสร้างที่ปรากฏในระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
- ง. โครงสร้างนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม

สิ่งที่ต้องทราบดี : ความรู้เกี่ยวกับเซนทริโอล

พื้นฐานความรู้ : เซนทริโอลเป็นออร์แกเนลล์ที่อยู่ในไซโทพลาซึมใกล้กับนิวเคลียส มีลักษณะคล้ายทรงกระบอก 2 อัน เรียงตัวตั้งฉากกัน แต่ละทรงกระบอกประกอบด้วยไมโครทิวบูล (microtubule) สั้นๆ 9 กลุ่มเรียงตัวขนานกัน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยไมโครทิวบูล 3 อัน เดิมเชื่อกันว่าเป็นออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการสร้าง spindle fiber ในระหว่างที่เซลล์มีการแบ่งตัว เนื่องจากเซนทริโอลจะมีการแบ่งตัวและเคลื่อนที่ไปยังด้านตรงข้ามกันของเซลล์ ก่อนที่จะมีการสร้าง spindle fiber รอบๆเซนทริโอลทั้งสองคู่ แต่เซลล์พืชสามารถสร้าง spindle fiber ในระหว่างการแบ่งตัวได้เช่นเดียวกันแม้ว่าจะไม่มีออร์แกเนลล์ชนิดนี้ก็ตาม

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : เนื่องจากเซนทริโอลอยู่นอกนิวเคลียส และแยกไปอยู่ที่ขั้วเซลล์ในระยะเมตาเฟส(metaphase) จึงไม่ใช่ว่าเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม ข้อ ข และ ง จึงไม่ถูกต้อง เราสามารถเห็นเซนทริโอลได้ในระยะอินเตอร์เฟส (interphase)และระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ข้อ ค จึงไม่ถูกต้อง

คำตอบ : ข้อ ก.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 ระบุว่าเซนทริโอลเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ ในขณะที่ ว 442 ระบุว่า เป็นออร์แกเนลล์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์

71. คำถาม : สารพิษชนิดหนึ่งมีผลกระทบต่อการสังเคราะห์โปรตีนแล้วจะไปมีผลที่ออร์แกเนลล์ใดในเซลล์เป็นอันดับแรก(พ.ศ. 2537)

- ก. ไซโทพลาซึม
- ข. เซนโทริเมียร์
- ค. ไรโบโซม
- ง. แวกคิวโอล

สิ่งที่ต้องการวัด : ออร์แกเนลล์ที่มีหน้าที่หลักในการสังเคราะห์โปรตีน

พื้นฐานความรู้ : การสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์จะเกิดขึ้นเมื่อมีการถอดรหัสของยีนในโมเลกุลของดีเอ็นเอเพื่อสร้างสาย mRNA โดยเอนไซม์ RNA polymerase ในกรณีของโปรคาริโอต mRNA ที่ถูกสร้างขึ้นภายในไซโทพลาซึม ในขณะที่ยูคาริโอต mRNA จะถูกสร้างขึ้นภายในนิวเคลียส แล้วจึงถูกส่งออกไปไซโทพลาซึมในภายหลัง ไรโบโซมจะจับกับสายของ mRNA และทำการแปลรหัสของสาย mRNA ร่วมกับ tRNA ซึ่งเป็นโมเลกุลที่ทำหน้าที่ในการพากรดอะมิโนเข้ามาเชื่อมต่อกัน ในโมเลกุลของ tRNA จะมีส่วนของเบส 3 ตัวเรียกว่า anticodon เป็นตัวกำหนดชนิดของกรดอะมิโนที่ tRNA จะพาเข้ามาช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน ขณะที่มีการสังเคราะห์โปรตีน tRNA ที่มี anticodon ที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับ codon บนสาย mRNA ได้จะจับกับสาย mRNA กรดอะมิโนที่ถูกพามาโดย tRNA ที่อยู่ใกล้กันจะสร้างพันธะเพปไทด์เชื่อมกันโดยมีไรโบโซมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ได้สายเพปไทด์ที่มีลำดับของกรดอะมิโนที่ถูกกำหนดโดย codon บนสายของ mRNA ซึ่งถูกกำหนดโดยลำดับเบสของยีนในโมเลกุลของดีเอ็นเออีกทอดหนึ่ง

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ไซโทพลาซึมและเซนโทริเมียร์ไม่ใช่ออร์แกเนลล์

คำตอบ : ข้อ ค.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 กล่าวถึงหน้าที่ของไรโบโซมว่า ไรโบโซมที่เกาะอยู่บนร่างแหเอนโดพลาซึมมักเป็นแหล่งสร้างโปรตีนเพื่อส่งออกไปใช้นอกเซลล์ โดยไม่ได้กล่าวถึงหน้าที่ของไรโบโซมในไซโทพลาซึม ว442 กล่าวถึงหน้าที่ของไรโบโซมว่ามีหน้าที่ในการสังเคราะห์โปรตีน ส่วนใน ว045 ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีนโดยไรโบโซมในไซโทพลาซึม

72. คำถาม : ข้อใดกล่าวถึงโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์แบบ fluid-mosaic model ได้ถูกต้อง (พ.ศ. 2537)

- ก. โปรตีนและฟอสโฟลิพิดรวมกันเป็นโครงสร้างที่มีการเรียงซ้ำเป็นแบบพื้นฐาน
- ข. เยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างที่แข็ง
- ค. ฟอสโฟลิพิดด้านที่มีขั้วจะหันหน้าเข้าหากัน ทำให้เกิดเป็นเยื่อหุ้ม 2 ชั้น

ง. ส่วนที่เป็นโปรตีนสามารถเคลื่อนที่ตามด้านข้าง ในชั้นสองชั้นของฟอสโฟลิพิดได้อย่างอิสระพอสมควร

สิ่งที่ต้องกรวด : ความรู้เรื่องโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์

พื้นฐานความรู้ : นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์เป็นแบบ fluid-mosaic model กล่าวคือ เยื่อหุ้มเซลล์ 1 ชั้นจะประกอบด้วยชั้นของ phospholipid เรียงตัวเป็นสองชั้น โดยหันส่วนหางที่เป็น hydrophobic เข้าหากัน และส่วนที่เป็น hydrophilic ของชั้น phospholipid ด้านนอกหันออกนอกเซลล์ แต่ส่วนที่เป็น hydrophilic ของชั้น phospholipid ด้านในเซลล์หันเข้าภายในเซลล์ โครงสร้างแบบนี้เรียกว่า lipid bilayer ออร์แกเนลล์บางชนิดจะมี lipid bilayer 2 ชั้น เช่น nucleus mitochondria องค์ประกอบอื่นๆของเยื่อหุ้มเซลล์ คือ โปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรต โดยโปรตีนจะอยู่ในรูปของ glycoprotein แทรกอยู่ในชั้นของ phospholipid ด้านนอกหรือด้านใน หรือ แทรกตัวผ่านทั้งสองชั้น การที่เยื่อหุ้มเซลล์มีโครงสร้างหลักเป็น phospholipid ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะกึ่งของเหลวของแข็ง (semi-fluid) โปรตีนที่แทรกตัวอยู่จึงสามารถเคลื่อนที่ไปมาบนผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ได้ เยื่อหุ้มเซลล์จึงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาไม่มีรูปร่างพื้นฐานที่แน่นอน

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : คำว่า fluid แสดงว่าเยื่อหุ้มเซลล์ไม่ควรจะมีโครงสร้างที่แข็ง นอกจากนี้โมเลกุลของ phospholipid ประกอบด้วยส่วนหางที่ไม่มีขั้ว และส่วนหัวที่มีขั้ว หาก phospholipid หันส่วนที่มีขั้วเข้าหากัน ส่วนหางก็จะต้องหันออกนอกเซลล์หรือหันเข้าหาภายในเซลล์ ซึ่งมีโมเลกุลของน้ำอยู่ โครงสร้างดังกล่าวจึงไม่น่าที่จะเสถียรอยู่ได้

คำตอบ : ข้อ ง.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 และ ว 442 กล่าวถึง fluid mosaic model แต่ไม่ได้ให้รายละเอียดไว้เกี่ยวกับความเป็น fluid และการเคลื่อนที่ของโปรตีน

ภาพแสดงจำนวนโครโมโซมที่ผิดปกติของเซลล์ร่างกาย ในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ



73. **คำถาม :** เมื่อสิ่งมีชีวิตชนิดนี้สร้างเซลล์สืบพันธุ์ จะมีจำนวนโครโมโซมเท่าใด(พ.ศ. 2537)

- | | |
|------|------|
| ก. 4 | ค. 6 |
| ข. 5 | ง. 7 |

สิ่งที่ต้องการวัด : ความรู้เรื่องจำนวนโครโมโซมและการแบ่งตัวแบบ meiosis

พื้นฐานความรู้ : การแบ่งตัวแบบ meiosis เป็นการแบ่งตัวของเซลล์ร่างกาย เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ในเซลล์ร่างกายจะมีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด ($2n$) จึงมีจำนวนแท่งของโครโมโซมเป็นเลขคู่ หลังจากการแบ่งเซลล์แบบ meiosis เซลล์สืบพันธุ์ที่จะมีจำนวนโครโมโซมลดลงจากเดิมครึ่งหนึ่งหรือเหลือเพียง 1 ชุดเท่านั้น (n) ทั้งนี้เพื่อให้ผลลัพธ์จากการรวมเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียแล้ว ลูกที่จะมีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม ($n + n = 2n$) สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจึงมีจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายคงที่ ยกเว้นในกรณีที่มีการแบ่งเซลล์ผิดปกติ เซลล์สืบพันธุ์ที่ได้จากการแบ่งตัวจะมีจำนวนโครโมโซมผิดปกติ เซลล์ที่ได้จากการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ที่ผิดปกติก็จะมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นจึงอาจมีความผิดปกติเกิดขึ้นจากการขาดโครโมโซมบางแท่งหรือมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าปกติ เซลล์สืบพันธุ์ที่สิ่งมีชีวิตนี้สร้างขึ้นก็อาจเกิดความผิดปกติ เช่น มีโครโมโซมไม่ครบ 1 ชุด หรือมีโครโมโซมเกิน 1 ชุด ซึ่งอาจมีผลให้สิ่งมีชีวิตนั้นเป็นหมันได้

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : เซลล์สืบพันธุ์มีโครโมโซมน้อยกว่าเซลล์ร่างกายครึ่งหนึ่งเสมอ

คำตอบ : ข้อ ก. เนื่องจากเซลล์ร่างกายจากโจทยมีโครโมโซม 7 แท่ง แสดงให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตตัวที่นำมาศึกษามีความผิดปกติทางพันธุกรรม สัตว์นี้ในสภาพปกติอาจมีโครโมโซม 6 แท่งหรือ 8 แท่ง(การสูญเสียโครโมโซมหรือมีโครโมโซมเพิ่มขึ้นหลายแท่งมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมาก) ดังนั้นเซลล์สืบพันธุ์ที่สิ่งมีชีวิตชนิดนี้สร้างขึ้นน่าจะมีโครโมโซม 3 หรือ 4 แท่งแต่เนื่องจากคำตอบที่ให้มามีข้อ ก. 4 แท่ง ให้เลือกเพียงอันเดียว

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 043 กล่าวถึงการแบ่งเซลล์แบบ meiosis ส่วน ว 045 กล่าวถึงความผิดปกติของจำนวนโครโมโซมในคน

74. คำถาม : นักเรียนจะมีวิธีอย่างไรในการแยกโปรตีน ระหว่างโปรตีนที่อยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์กับโปรตีนที่อยู่รอบ ๆ เยื่อหุ้มเซลล์(พ.ศ. 2541)

- ก. เฉพาะโปรตีนที่อยู่รอบ ๆ เยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้นที่สามารถแยกออกมาจากเยื่อหุ้มเซลล์ได้ โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์
- ข. เฉพาะโปรตีนที่อยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้นที่สามารถแยกออกมาจากเยื่อหุ้มเซลล์ได้ โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์
- ค. เฉพาะโปรตีนที่อยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้นที่สามารถแยกออกมาจากเยื่อหุ้มเซลล์ได้ โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์
- ง. เฉพาะโปรตีนที่อยู่รอบ ๆ เยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้นที่สามารถละลายได้ในผงซักฟอก
- จ. เฉพาะโปรตีนที่อยู่รอบ ๆ เยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้นที่สามารถแยกออกมาได้ โดยใช้เอนไซม์โปรตีเอส

สิ่งที่ต้องการวัด : คุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์และโปรตีนที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์

พื้นฐานความรู้ : โปรตีนที่อยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์มักยึดอยู่กับเยื่อหุ้มเซลล์อย่างแน่นหนาด้วย hydrophobic force การแยกโปรตีนที่อยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์จึงต้องทำลายโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์โดย

ใช้สารเคมี เช่น detergent หรือสภาวะที่รุนแรงเพื่อทำลายโครงสร้างของโปรตีน ส่วนโปรตีนที่อยู่รอบนอกมักจับกับเยื่อหุ้มเซลล์อย่างไม่แข็งแรง ซึ่งสามารถแยกออกจากเยื่อหุ้มเซลล์ได้โดยใช้วิธีที่ไม่รุนแรงนัก เช่น การปรับ pH หรือ การใช้สารละลายเกลือที่มีความเข้มข้นสูง (NaCl 1 M) ก็จะทำให้โปรตีนที่อยู่รอบนอกหลุดออกมาได้ การใช้เอนไซม์โปรตีเอสจะทำให้โปรตีนที่อยู่รอบนอกถูกย่อยออกเป็นเปปไทด์สายสั้นๆ หลุดออกมาจากเยื่อหุ้มเซลล์ ไม่เหลือสภาพเป็นโปรตีนในรูปธรรมชาติ

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ต้องมีความรู้ด้านปฏิบัติการและคุณสมบัติของโปรตีน

คำตอบ : ข้อ ก.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 และ ว 442 กล่าวถึง fluid mosaic model แต่ไม่มีการพูดถึงคุณสมบัติของโปรตีนบนเยื่อหุ้มเซลล์และการแยกโปรตีนแต่ละแบบออกจากเยื่อหุ้มเซลล์ โจทย์ข้อนี้เป็นตัวอย่างในเรื่องของปฏิบัติการเกี่ยวกับเซลล์ ซึ่งหลักสูตรไม่ได้เน้นเกี่ยวกับการทำปฏิบัติการ หรือมีอยู่แต่นักเรียนไม่ได้ปฏิบัติ

75. คำถาม : ชนิดของเส้นใยที่ประกอบขึ้นเป็นไซโทสเกเลตอนเรียกว่า (พ.ศ. 2541)

- ก. ทูบูลิน ลิกนิน ไคเนซิน
- ข. ไมโครทูบูล ไมโอซิน ไมโครฟิลาเมนต์
- ค. เคราติน ไมโอซิน ไคเนซิน
- ง. ไมโครฟิลาเมนต์ อินเตอร์มีเดียทฟิลาเมนต์ ไมโครทูบูล
- จ. แอกทิน ไมโอซิน อินเตอร์มีเดียทฟิลาเมนต์

สิ่งที่ต้องการวัด : ความรู้เกี่ยวกับไซโทสเกเลตอน

พื้นฐานความรู้ : ไซโทสเกเลตอน คือ ร่างแหของเส้นใยภายในไซโทพลาสซึม มีหน้าที่หลักเกี่ยวกับการจัดระบบโครงสร้างและกิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์ เส้นใยไซโทสเกเลตอนมี 3 ชนิด คือ

1. microtubule มีรูปร่างเป็นท่อนกลวงขนาดใหญ่ประกอบขึ้นจากโปรตีนที่เรียกว่า tubulin สามารถเพิ่มหรือลดความยาวได้ขึ้นอยู่กับการเติมโปรตีน tubulin หรือ ดึงโปรตีน tubulin ออกที่ปลายทั้งสองด้าน มีหน้าที่เกี่ยวกับการรักษารูปร่างของเซลล์ การเคลื่อนที่ของเซลล์ (เป็นโครงสร้างของ cilia และ flagellum) การดึงโครโมโซมในช่วงที่มีการแบ่งเซลล์ การเคลื่อนที่ของออร์แกเนลล์
2. microfilament ประกอบขึ้นจากโปรตีนที่มีชื่อว่า actin มาต่อกันเป็นสายยาว โครงสร้างพื้นฐานของ microfilament จะประกอบด้วยสายของ actin สองสายมาพันกันเป็นเกลียว มีหน้าที่เกี่ยวกับการรักษารูปร่างของเซลล์ หรือการเปลี่ยนรูปร่างของเซลล์ (amoeboid movement) การยึดหดตัวของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนที่ของไซโทพลาสซึม (cytoplasmic movement)
3. intermediate filament ประกอบขึ้นจากโปรตีนเช่นเดียวกัน intermediate filament มีหลายชนิดแต่ละชนิดประกอบขึ้นจากโปรตีนแตกต่างกันไป แต่มีโครงสร้างเกิดจากการ

พันกันของสายโปรตีนหลายสายประกอบกันขึ้นเป็นเส้นใย ทำหน้าที่รักษารูปร่างของเซลล์ และยึดออร์แกเนลล์บางชนิดให้อยู่กับที่

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม :

คำตอบ : ข้อ ง .

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 ระบุว่า ไมโครทูบูล และไมโครฟิลาเมนต์มีหน้าที่คล้ายโครงร่างของเซลล์ ส่วน ว 442 กล่าวว่า ไซโทสเกเลตอน ประกอบขึ้นจากเส้นใยสามชนิด คือ ไมโครฟิลาเมนต์ ไมโครทูบูล และ อินเตอร์มีเดียทฟิลาเมนต์ มีรายละเอียดของไมโครทูบูลเล็กน้อย แต่ไม่มีรายละเอียดของไมโครฟิลาและ อินเตอร์มีเดียทฟิลาเมนต์

76. คำถาม : เซลล์สัตว์และเซลล์พืชมีช่องติดต่อโดยตรงระหว่างเซลล์เพื่อให้ไซโทพลาสซึมจากเซลล์หนึ่งไหลไปยังอีกเซลล์หนึ่งได้ โครงสร้างดังกล่าวนี้เรียกว่าอะไร(พ.ศ. 2541)

- ก. พลาสโมเดสมาดา เดสโมโซม
- ข. พลาสโมเดสมาดา Ca^{2+} -ATPase
- ค. พอริน gap junction
- ง. gap junction พลาสโมเดสมาดา

สิ่งที่ต้องกวาด : การเชื่อมต่อของไซโทพลาสซึมระหว่างเซลล์ของเซลล์พืช และเซลล์สัตว์

พื้นฐานความรู้ : แม้ว่าในระหว่างเซลล์พืชซึ่งถูกแยกออกจากกันด้วยผนังเซลล์ก็ตาม แต่เซลล์พืชที่อยู่ติดกันสามารถส่งสารบางชนิดให้กันและกันได้โดยผ่านรูของผนังเซลล์ ซึ่งเซลล์ทั้งสองมีไซโทพลาสซึมเชื่อมกันผ่านรูที่มีขนาดเล็กนี้

ส่วนในระหว่างเซลล์สัตว์แม้ว่าจะไม่มีผนังเซลล์ แต่เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ใกล้เคียงไม่ได้เชื่อมติดกันโดยรอบ หากแต่ติดกันเฉพาะตรงบริเวณส่วนที่เรียกว่า Junction โดยมีโปรตีนทำหน้าที่เป็นตัวยึดเซลล์ทั้งสองไว้ด้วยกัน นักวิทยาศาสตร์แบ่ง junction ออกเป็น 3 ชนิด ขึ้นกับองค์ประกอบ และลักษณะของ Junction

1. Tight junction เป็นจุดเชื่อมที่มีโปรตีนเป็นตัวกลาง ส่วนของเยื่อหุ้มเซลล์เชื่อมติดกัน มีความแข็งแรงและแน่นหนาจนน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ มักพบ junction แบบนี้ได้บริเวณเซลล์เยื่อบุผิว(epithelium cell) ด้านที่ติดกับภายนอกของร่างกาย
2. Desmosome เป็น junction ที่มีโปรตีนขนานอยู่กับเยื่อหุ้มเซลล์ด้านในเซลล์ของเซลล์ทั้งสองและมี intermediate filament เป็นตัวยึดให้เซลล์อยู่ติดกัน
3. Gap junction เป็นจุดเชื่อมที่มีโปรตีนมีลักษณะเป็นท่อเชื่อมระหว่างเซลล์ทั้งสอง ทำให้สารบางอย่างไหลผ่านไปมาระหว่างเซลล์ทั้งสองได้

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม :

คำตอบ : ข้อ ง

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 และ 442 ไม่มีการพูดถึง plasmodesmata และ Junction ชนิดต่าง ๆ

77. คำถาม : ลิ้มโฟไซด์ชนิด AB (ซึ่งเป็นเซลล์ชนิดหนึ่งของระบบภูมิคุ้มกัน) สร้างและขับสารแอนติบอดี โครงสร้างของโพรโทพลาสต์ในข้อใดต่อไปนี้จะพัฒนาได้เป็นอย่างดี(พ.ศ. 2541)

- ก. เฉพาะเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดผิวเรียบเท่านั้น
- ข. เฉพาะเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดผิวเรียบ และกอลจิแอปพาราตัสเท่านั้น
- ค. เฉพาะเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดผิวขรุขระ และไลโซโซมเท่านั้น
- ง. เฉพาะเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดผิวขรุขระ และ กอลจิแอปพาราตัสเท่านั้น
- จ. ทั้งเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดผิวเรียบ และ กอลจิแอปพาราตัสเท่านั้น

สิ่งที่ต้องการวัด : หน้าที่ของออร์แกเนลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีนออกนอกเซลล์

พื้นฐานความรู้ : ในการสร้างและส่งโปรตีนออกไปนอกเซลล์ โปรตีนจะต้องถูกสร้างขึ้นโดยไรโบโซมที่เกาะอยู่บนผิวของ endoplasmic reticulum และถูกส่งเข้าไปในช่องว่างของ ER ซึ่งโปรตีนจะมีการม้วนพับให้เกิดโครงสร้างที่เหมาะสม และอาจถูกเติม oligosaccharide ให้เป็น glycoprotein ก่อนที่จะถูกส่งออกจาก ER ในรูปของ vesicle หลังจากนั้น vesicle จะเข้าร่วมตัวกับ Golgi apparatus ภายใน Golgi apparatus โปรตีนที่เข้ามาจะถูกเปลี่ยนแปลง เช่น น้ำตาลของ oligosaccharide บางตัวอาจถูกตัดออกไปและเติมน้ำตาลบางโมเลกุลเพิ่มเข้าไป โปรตีนที่ถูกเปลี่ยนแปลงแล้วจะถูกส่งออกจาก Golgi apparatus ในรูปของ vesicle ซึ่งจะรวมตัวกับเยื่อหุ้มเซลล์ให้โปรตีนที่อยู่ภายในหลุดออกมาภายนอกเซลล์

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ไลโซโซม มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสารโมเลกุลใหญ่หรือออร์แกเนลล์ที่ไม่ใช้แล้วภายในเซลล์ ส่วน smooth endoplasmic reticulum มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ลิพิด การสร้างและเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตบางอย่างและการลดพิษจากยาและสารพิษบางชนิด

คำตอบ : ข้อ ง. แอนติบอดีเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง การที่ลิ้มโฟไซด์ชนิด AB สร้างและขับสารแอนติบอดีออกมาได้แสดงว่า ออร์แกเนลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีนออกนอกเซลล์ต้องได้รับการพัฒนาอย่างดี

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ว 441 และ ว442 ระบุอย่างชัดเจนว่า RER และ Golgi apparatus เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีนที่จะส่งออกไปนอกเซลล์

78. คำถาม : ได้เลี้ยงแบคทีเรียสายพันธุ์ A และ B และแบคทีริโอเฟจ ซึ่งทำให้สายพันธุ์ A และ B ติดโรค ไปด้วยกัน เมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน พบว่า มีแบคทีเรียที่คล้ายกับสายพันธุ์ A แต่มีลักษณะพื้นฐานของอัลลีล 5 คู่ของสายพันธุ์ B เกิดขึ้น กระบวนการในข้อใดน่าจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์นี้ขึ้น(พ.ศ. 2541)

- 1. ทรานสฟอเมชัน(transformation)
- 2. ทรานสพозиชัน(transposition)

3. ทรานสดักชัน(transduction)
4. คอนจูเกชัน(conjugation)
5. มิวเทชัน(mutation)
6. ทรานสเฟคชัน(transfection)

- ก. 1, 2 และ 3
- ข. 1, 3 และ 4
- ค. 1, 5 และ 6
- ง. 2, 4 และ 6
- จ. 2, 3 และ 4

สิ่งที่ต้องการวัด : การแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมระหว่างแบคทีเรีย

พื้นฐานความรู้ : การแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมระหว่างแบคทีเรีย อาจเกิดขึ้นได้หลายวิธี เช่น

1. transformation คือ การนำดีเอ็นเอของเซลล์แบคทีเรียที่ตายแล้วเข้าสู่เซลล์โดยตรง ดังเช่น การทดลองของ Griffith รวมทั้ง Avery Macleod และ McCarty แสดงให้เห็นว่า ดีเอ็นเอของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคสามารถเปลี่ยนแปลงให้แบคทีเรียที่ไม่ก่อโรคเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมทำให้เกิดโรคได้
2. conjugation คือ การแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมระหว่างสิ่งมีชีวิตพวก prokaryote โดยใช้ pilli เป็นท่อเชื่อมระหว่างเซลล์ที่มีการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมนั้น
3. transduction คือ การนำสารพันธุกรรมจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งโดยการใช้ไวรัสเป็นพาหะ

ซึ่งการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมดังกล่าวจะเป็นการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมบางส่วน ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้นเป็นผลให้สิ่งมีชีวิตที่ได้รับสารพันธุกรรมดังกล่าวมีลักษณะทางพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อาจมีลักษณะพิเศษบางอย่างเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับชิ้นของสารพันธุกรรมที่ได้รับมานั้นว่ามีชิ้นใดอยู่บนชิ้นสารพันธุกรรม ส่วนการเกิด mutation จะทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่โอกาสที่จะเกิดพร้อมกันหลายยีนเป็นไปได้น้อย การเกิด transposition คือ การเปลี่ยนตำแหน่งของชิ้นดีเอ็นเอภายในสิ่งมีชีวิต ทำให้มีผลต่อการแสดงออกของยีน(gene expression)ที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งนั้น แต่สารพันธุกรรมยังคงเดิม

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ข้อ 2 และข้อ 5 ไม่ถูกต้อง จึงเหลือเพียงตัวเลือกเดียว

คำตอบ : ข้อ ข.

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524(ฉบับปรับปรุง 2533) ใน ว045 มีการกล่าวถึงการเกิด transformation แต่ไม่ได้กล่าวถึงชื่อของเทคนิค ส่วนเทคนิคอื่นๆไม่ได้กล่าวถึง

79. **คำถาม :** เลี้ยง *E. coli* ไว้ในอาหารเหลว (เทเชื้อที่เลี้ยงในอาหารเหลวขำคัน 0.5 ml ลงไปในอาหารเหลว 5.0 ml) ที่อุณหภูมิ 37 C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะพบอะไร(พ.ศ. 2541)

- ก. เซลล์ของ *E. coli* ซึ่งแบ่งตัวในอัตราเดียวกันทั้งหมด
- ข. ส่วนใหญ่พบเอนโดสปอร์
- ค. เซลล์ของ *E. coli* ทั้งหมดมีระยะการเจริญเติบโตที่คงที่
- ง. เซลล์ของ *E. coli* อยู่ในระยะของการเจริญเติบโตทุกระยะที่เป็นไปได้

สิ่งที่ต้องการวัด : การเจริญและประชากรของสิ่งมีชีวิต

พื้นฐานความรู้ : แบคทีเรียชนิด *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่ใช้เวลาในการเพิ่มจำนวนเป็นสองเท่า (doubling time) ประมาณ 20 นาทีหากอยู่ในอาหารและสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม (อุณหภูมิ 37 °C) ในช่วงแรกเมื่อแบคทีเรียอยู่ในอาหารแบคทีเรียจะมีการปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมใหม่ ดังนั้นจึงมีการแบ่งตัวของเซลล์น้อยมากจำนวนประชากรจึงมีการเพิ่มขึ้นน้อยมาก ในช่วงนี้เรียกว่า lag phase หลังจากนั้นเซลล์จะเริ่มมีการแบ่งตัวมากขึ้น เซลล์ส่วนใหญ่จะอยู่ในระยะใกล้เคียงกัน อัตราการแบ่งตัวจะสูงมากในขณะที่มีอัตราการตายต่ำ ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของประชากรแบบ exponential ในช่วงนี้จึงถูกเรียกว่า exponential phase เมื่อเวลาผ่านไปเซลล์จะอยู่ในระยะที่แตกต่างกันมากขึ้นแบ่งตัวไม่พร้อมกัน และเมื่ออาหารเริ่มมีอยู่อย่างจำกัด และมีการสร้างของเสียออกมามากขึ้นอัตราการตายของแบคทีเรียจะค่อย ๆ สูงขึ้นในขณะที่มีอัตราการแบ่งตัวจะค่อย ๆ ลดลง การเพิ่มขึ้นของประชากรจึงลดลง จนถึงจุดที่อัตราการตายและการแบ่งตัวมีค่าใกล้เคียงกัน จำนวนของประชากรจะมีค่าเกือบคงที่ ในช่วงนี้จึงเรียกว่า stationary phase ณ จุดดังกล่าวสำหรับแบคทีเรียจะเกิดขึ้นหลังจากเลี้ยงเชื้อไปประมาณ 16 ชั่วโมง ดังนั้นในช่วง 18 ชั่วโมงเซลล์จึงอยู่ในระยะ stationary phase แล้ว ประชากรจึงประกอบไปด้วยเซลล์ในระยะต่าง ๆ กัน

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : สมาชิกในประชากรหนึ่ง ๆ มักไม่มีการแบ่งตัวพร้อมกันหรือเติบโตด้วยอัตราเดียวกัน นอกจากนี้ *E. coli* เป็นแบคทีเรียแกรมลบไม่สามารถสร้าง endospore ได้

คำตอบ : ข้อ ง

หลักสูตรของประเทศไทย : ในหลักสูตรพ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) ใน ว043 มีการกล่าวถึงเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและประชากรรวมทั้งโครงสร้างด้านอายุของประชากรซึ่งอาจมีส่วนช่วยในการทำข้อสอบหากเข้าใจในหลักการ

80. คำถาม : สิ่งมีชีวิตใดต่อไปนี้ที่ถูกนำไปใช้ในการถ่ายทอดยีนไปสู่พืชชั้นสูง (พ.ศ. 2541)

- ก. *Escherichia coli*
- ข. *Rhizobium trifolii*
- ค. *Agrobacterium tumefaciens*
- ง. *Salmonella typhimurium*

สิ่งที่ต้องการวัด : ความรู้ทางด้านพันธุวิศวกรรม

พื้นฐานความรู้ : ในการถ่ายทอดยีนไปสู่พืชชั้นสูงต่างจากการถ่ายทอดยีนในเซลล์สัตว์ เนื่องจากเซลล์ของพืชมีผนังเซลล์หนาจึงไม่สามารถใช้วิธีในการถ่ายทอดยีนเช่นเดียวกับในเซลล์สัตว์ที่มีเยื่อหุ้มเซลล์บาง ๆ หรือแบคทีเรียที่มีผนังเซลล์บางกว่า ในเซลล์สัตว์หรือแบคทีเรียการถ่ายทอดยีนจะใช้วิธีที่

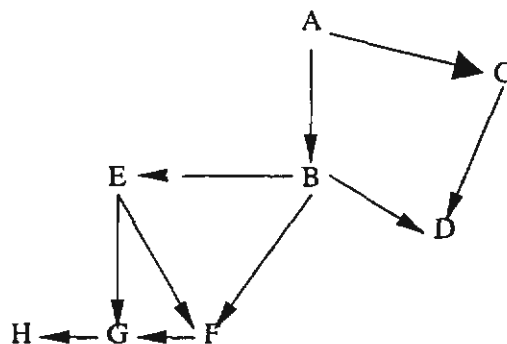
ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชั่วขณะของเยื่อหุ้มเซลล์หรือผนังเซลล์ เช่น การถ่ายทอดยีนแบบ transformation (คือ การนำยีนเข้าสู่เซลล์โดยใช้สารเคมีและอุณหภูมิที่เหมาะสม) หรือ แบบ electroporation (เป็นการนำยีนเข้าสู่เซลล์โดยใช้กระแสไฟฟ้ากระตุ้นให้เซลล์รับเอาชิ้นดีเอ็นเอเข้าไปภายในเซลล์) ดังนั้นการนำยีนเข้าสู่เซลล์พืชจึงต้องเทคนิคเฉพาะสำหรับพืชเท่านั้น เทคนิคการถ่ายยีนเข้าสู่เซลล์พืชสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ high-velocity microprojectiles หรือการใช้ไวรัสบางชนิดในการนำยีนเข้าสู่เซลล์ แต่วิธีที่เป็นที่นิยมวิธีหนึ่ง คือการใช้ แบคทีเรียชนิด *Agrobacterium tumefaciens* เป็นตัวนำยีนเข้าสู่เซลล์ โดยยีนดังกล่าวจะต้องนำไปเชื่อมต่อกับพลาสมิดของ *Agrobacterium tumefaciens* แล้วนำเข้าสู่เซลล์ของ *Agrobacterium tumefaciens* เมื่อนำแบคทีเรียไปใส่ในเนื้อเยื่อของพืชที่เลี้ยงไว้ในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ แบคทีเรียก็จะเข้าสู่เซลล์พืชพร้อมกับพลาสมิดที่มียีนที่ต้องการอยู่ภายในเซลล์ เมื่อเข้าสู่เซลล์ได้แล้วแบคทีเรียก็จะถ่ายทอดยีนนั้นเข้าสู่ดีเอ็นเอของพืชต่อไป

ขั้นตอนการคิดในการตอบคำถาม : ข้อ ก และ ง เป็นแบคทีเรียที่พบได้ในสัตว์

คำตอบ : ข้อ ค.

หลักสูตรของประเทศไทย : มีการกล่าวถึงเทคนิคพันธุวิศวกรรมในแบคทีเรีย ในหลักสูตรพ.ศ. 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) ๖045 มีการกล่าวถึงการใช้เทคนิคนี้ในพืชและสัตว์ชั้นสูงเท่านั้นแต่ไม่ลงในรายละเอียด ไม่มีการอ้างถึง *Agrobacterium tumefaciens*

81. คำถาม :



ในระบบนิเวศแห่งหนึ่ง ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ด้วยสายใยอาหารที่แสดงไว้ข้างบน ถ้าหากระบบนี้ถูกพ่นด้วยยาฆ่าแมลง DDT ท่านคิดว่าข้อใดจะพบปริมาณ DDT สะสมในตัวมากที่สุด

ก. A

ข. B

ค. G

ง. F

สิ่งที่ต้องการวัด:

ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ และสายใยอาหาร

พื้นฐานความรู้ :

- ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ รวมทั้งประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงาน
- ความรู้เกี่ยวกับ biological magnification
- ความรู้เกี่ยวกับสายใยอาหาร (food web)

รูปที่ 1 โจทย์ให้มาเป็นสายใยอาหาร ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศเกิดขึ้นเมื่อสิ่งมีชีวิตหนึ่งถูกสิ่งมีชีวิตอื่นกินเป็นอาหาร พลังงานที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตที่ถูกกินก็จะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค ลูกศรในสายใยอาหารจะแสดงทิศทางที่พลังงานถูกถ่ายทอดไป พลังงานที่ถูกถ่ายทอดไปนี้จะไม่ถูกถ่ายทอดไปสะสมอยู่ในผู้บริโภคทั้งหมด เนื่องจากบางครั้งสิ่งมีชีวิตอาจถูกกินไม่หมดทั้งตัว หรือแม้ว่าจะถูกกินไปหมดทั้งตัว พลังงานส่วนหนึ่งที่ได้รับมาก็จะถูกนำไปใช้ในการทำกิจกรรมและรักษาสภาพสมดุลต่างๆของร่างกาย ทำให้เหลือที่จะสะสมอยู่ในผู้บริโภคเป็นเนื้อเยื่อต่างๆและเซลล์สืบพันธุ์เพียงส่วนหนึ่ง โดยทั่วไปแล้วนิยมนับถือว่าพลังงานจะถูกถ่ายทอดจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งโดยเฉลี่ยเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ คือประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงานในแต่ละขั้นจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ สิ่งมีชีวิตจึงต้องกินสิ่งมีชีวิตอื่นๆในปริมาณที่มากๆ เพื่อให้ได้พลังงานเพียงพอสำหรับนำไปใช้และสะสมไว้ในตัวเอง เนื่องจาก DDT มีการสะสมตกค้างในเนื้อเยื่อไขมันได้ ในระบบนิเวศที่มีการปน DDT DDT ก็จะสะสมอยู่ในร่างกายสิ่งมีชีวิตต่างๆ เมื่อสิ่งมีชีวิตถูกกิน DDT ก็จะถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภค และสะสมเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นเรื่อยๆตามลำดับขั้นของผู้บริโภค เราเรียกปรากฏการณ์ที่มีการสะสมของสารในสิ่งมีชีวิตเพิ่มมากขึ้นตามลำดับของขั้นการกินหรือการถ่ายทอดพลังงาน (trophic levels) นี้ว่า biological magnification หรือ biomagnification สิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้บริโภคลำดับสูงๆยิ่งมีโอกาสได้รับ DDT เข้าไปสะสมในร่างกายมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้บริโภคลำดับต้นๆ ดังนั้นจากสายใยอาหารที่กำหนดให้มา สิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้บริโภคลำดับสูงที่สุดก็จะมีโอกาสพบปริมาณ DDT สะสมอยู่ในตัวมากที่สุดเช่นเดียวกัน

คำตอบ :

ข้อ ค. ถูกต้อง เนื่องจาก G เป็นได้ทั้งผู้บริโภคลำดับที่ 3 และที่ 4 การเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 4 ถือว่าสูงกว่า A ซึ่งน่าจะเป็นผู้ผลิต สูงกว่า B ซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 และสูงกว่า F ซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2 หรือที่ 3

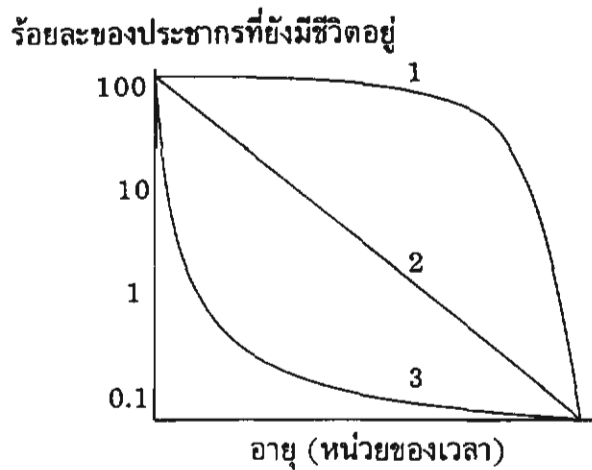
G จึงมีโอกาที่จะได้รับ DDT ที่สะสมมาตามลำดับขั้นของการกินมากที่สุด

หลักสูตรของประเทศไทย :

ในเอกสารสำหรับนักเรียน วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ว ๔๑๑ มีกล่าวถึงการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ และการที่ปริมาณ DDT จะเพิ่มความเข้มข้นขึ้นเรื่อยๆในแต่ละลำดับของขั้นอาหาร หากมีการใช้ DDT ในระบบนิเวศ

82. คำถาม :

จากภาพข้างล่างแสดงกราฟของการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต ให้สังเกตดูร้อยละของจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิต 3 ชนิดที่แตกต่างกันซึ่งยังคงมีชีวิตอยู่



กำหนดให้ I คือ ช้าง

II คือ กบ

III คือ กระต่าย

เมื่อพิจารณาจากกราฟแล้ว ข้อใดต่อไปนี้จับคู่ได้ถูกต้อง

ก. I (2) กับ II (3)

ข. I (1) กับ II (3)

ค. II (3) กับ III (1)

ง. I (1) กับ II (2)

จ. II (2) กับ III (3)

สิ่งที่ต้องการวัด :

ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสมบัติของประชากร ในเรื่องอัตราการอยู่รอดของสมาชิกประชากรที่อายุต่าง ๆ กัน

พื้นฐานความรู้ :

- ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสมบัติของประชากรสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะในเรื่อง survivorship curve

รูปที่โจทย์กำหนดให้เป็นกราฟที่เรียกว่า survivorship curve ซึ่งเป็นกราฟที่แสดงจำนวนสมาชิกของประชากรที่มีชีวิตอยู่รอดในแต่ละช่วงอายุตลอดอายุขัยของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่ง แกนตั้งแสดงจำนวนสมาชิกที่เหลืออยู่จากจำนวนเริ่มต้นทั้งหมดซึ่งนิยมเริ่มจาก 100 หรือ 1000 ตัว แกนนอนแสดงเวลาที่ผ่านไปนับจากกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เราติดตามนั้นเกิด survivorship curve โดยทั่วไปมี 3 รูปแบบที่สำคัญ คือ แบบที่ 1 เป็นของสิ่งมีชีวิตที่อัตราการตายของสมาชิกในประชากรต่ำ(อัตราการอยู่รอดสูง)เกือบตลอดอายุขัย จนกระทั่งในระยะหลังของชีวิตอัตราการ

ตายจึงสูง กราฟแบบนี้เป็นกราฟของสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งได้แก่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจำนวนมาก รวมทั้งช้างด้วย แบบที่ 2 เป็นของสิ่งมีชีวิตที่มีอัตราการตาย(หรืออัตราการอยู่รอด)ค่อนข้างคงที่ตลอดอายุขัย มักจะพบได้ในนกหลายชนิด หนู และกระต่าย แบบที่ 3 เป็นของสิ่งมีชีวิตที่อัตราการตายของสมาชิกในประชากรตอนระยะแรกของชีวิตสูงมาก(อัตราการอยู่รอดต่ำ) และอัตราการตายนี้จะค่อย ๆ ลดลงเป็นลำดับในช่วงปลายอายุขัยของสิ่งมีชีวิตนั้น พบได้ในพวกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่ ปลา และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์พวกนี้มักจะออกลูกครั้งละเป็นจำนวนมากเพื่อให้ลูกมีโอกาสเหลืออยู่รอดจนเป็นตัวเต็มวัยบ้าง

คำตอบ :

ข้อ ข. ถูกต้อง เนื่องจาก ช้าง (I) มี survivorship curve ตรงกับแบบที่ (1) ในกราฟ และ กบ (II) มี survivorship curve ตรงกับแบบที่ (3) ในกราฟซึ่งถูกต้อง ส่วนข้ออื่น ๆ จับคู่กันไม่ถูกต้องครบทั้งสองคู่

หลักสูตรของประเทศไทย :

ไม่มีกล่าวถึงลักษณะสมบัติพื้นฐานต่างๆของประชากรสิ่งมีชีวิต (basic population attributes) ซึ่งรวมทั้ง survivorship curve ของสิ่งมีชีวิตด้วย