

บทที่ ๓
PHYLUM PROTOZOA
Class Sarcodina

Amoeba proteus เรากำลังศึกษา Protozoa ในลำดับนี้ เพราะจากประสบการณ์แสดงว่า Amoeba นั้นสะดวกที่สุดที่จะศึกษาก่อน (เพราะขนาดและการเคลื่อนที่ช้า) จากคนไม่แห่งวิชาการ Euglena ควรจะแตกกิ่งออกมาก่อน แต่เนื่องจากมันมีขนาดเล็กมาก จึงควรที่จะศึกษา Amoeba และ Paramecium ก่อน

Amoeba เป็นตัวอย่างที่ดีของสิ่งมีชีวิต หรือ protoplasm ในการศึกษานี้ นักศึกษาควรตระหนักว่าทานกำลังศึกษาสิ่งมีชีวิตที่เหมือนกับ protoplasm ของตนเอง ความสำคัญหลักของการศึกษาอะมีบา ก็เพราะมันแสดงคุณสมบัติหลายอย่างของ protoplasm ที่ยังมีชีวิตอยู่ ในธรรมชาติเราอาจเห็นอะมีบาคตามผิวของวัตถุในบ่อน้ำ ๆ หรือลำธารที่น้ำไหลช้า ๆ แต่มีไม่มาก จึงหามาปฏิบัติกรยากสำหรับห้องเรียนขนาดใหญ่ กล้วยเทศนี้จึงจำเป็นต้องเลี้ยงไว้ภายในตู้สภาพที่เหมาะสม แขนก (ภาค) วิชาโควิทยาเป็นพิเศษที่จัดหาตัวอย่างที่ดีมากมายให้นักศึกษา ในโลกอาจมีหลายสปีชีส์ แต่ Amoeba proteus มีมากที่สุด เนื่องจากมันมีขนาดใหญ่ กิจกรรมของมัน ซึ่งอาจเห็นโครงสร้างต่าง ๆ โคคิ คำว่า "Amoeba proteus" ที่ใช้ในที่นี่ ความจริงแล้วยังมี species ใกล้เคียงอื่น ๆ อีกมาก

สิ่งที่ต้องเตรียม เพื่อประหยัดเวลา และเพื่อให้ได้ตัวอย่างมาก ๆ ผู้ควบคุมจะเตรียมสไลด์ชั่วคราวของอะมีบาที่มีชีวิตอยู่ เพื่อให้นักศึกษา (การเตรียมนี้จะทำก่อนเวลาเริ่มปฏิบัติการเล็กน้อย) ใช้ปิเปตที่สะอาดดูดน้ำจากจานเลี้ยงอะมีบา (ที่กั้นจาน) แล้วหยดลงบนสไลด์ • หยด ปักด้วย cover glass ขนาดใหญ่ แต่ควรใช้วัตถุหนูนกระຈกปิดให้ยกขึ้นเล็กน้อย เพื่อป้องกันแรงกดบนตัวอะมีบา และยังช่วยให้อะมีบาเคลื่อนที่โคโคโดยอิสระ สำหรับสไลด์ถาวรนั้นได้แสดงอะมีบาทั้งตัวและตัดกัควย เพื่อการศึกษาสารที่มีชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งนิวเคลียสและสารโครมาติน (chromatin material)

รูปร่างโดยทั่วไป ใช้กำลังขยายค่าหาอะมีบาในสไลด์ชั่วคราวที่เตรียมไว้ ลักษณะปริมาณของแสงเพราะมันค่อนข้างจะโปร่งแสงและเห็นยากถ้าแสงสว่างมากเกินไป อาศัยรูปที่ ๔๔ ศึกษาคูสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่โปร่งแสง เลือกตัวที่วงไวและสังเกตการเปลี่ยนรูปร่างต่อเนื่องกันไป โดยการทันออกมาและดึงเข้าไปของส่วนยื่นคล้ายนิ้วมือที่เรียกว่า pseudopodium หรือ "ราเทียม" จงตรวจดูอะมีบาค้วยทั้งกำลังขยายสูงและต่ำ ให้สังเกตดูว่าไม่มีส่วนไหนของร่างกายเลยที่จะเปลี่ยนไปเป็นส่วนที่ถาวร ส่วนใดก็ตามอาจกลายเป็นส่วนหน้า ส่วนหลัง ส่วนซ้าย ส่วนขวา เป็นการชั่วคราวได้

ส่วนประกอบของเซลล์ (cell structure) อาศัยรูปที่ ๔๔ ศึกษาลักษณะโครงสร้างของเซลล์ ดังต่อไปนี้

๑. Endoplasm โปรโตพลาซึมที่เป็นจุด ๆ อยู่ข้างใน ซึ่งประกอบเป็นส่วน-

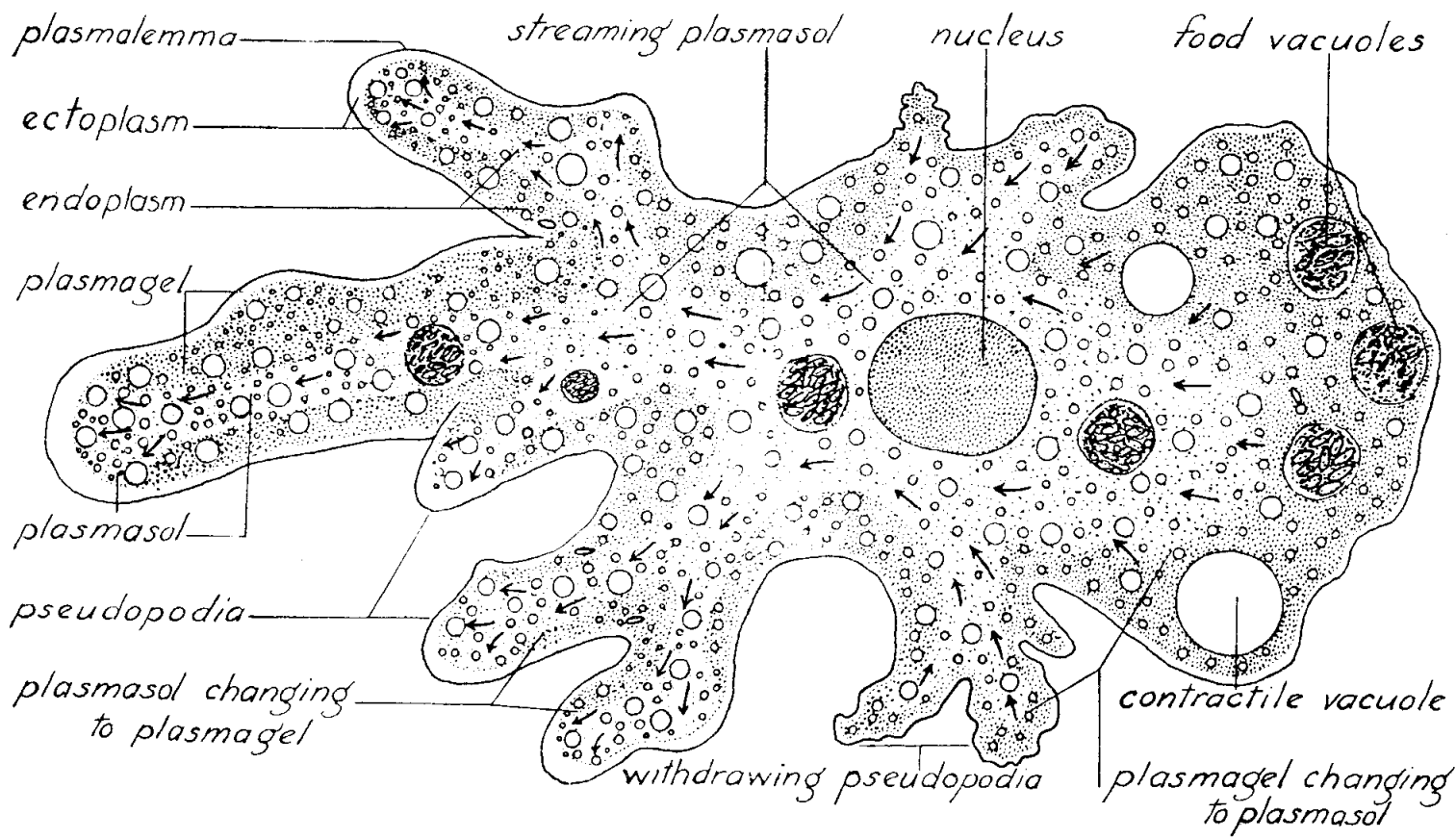


Fig. 54. AMOEBIA PROTEUS.

ใหญ่ของเซลล์

๒. Ectoplasm ชั้นบาง ๆ ของโปรโตพลาซึม (ไซ) ซึ่งล้อมรอบเป็นโคพลาซึม
๓. Plasmalemma คือ plasma membrane ซึ่งเป็นฟิล์มบาง ๆ อยู่คานนอกของ cytoplasm จึงสังเกตความมันไม่มีทั้ง cell membrane และ cell wall
๔. Plasmagel ประกอบด้วย ectoplasm (hyaline plasmagel) และชั้นนอกของ endoplasm ที่เป็นเมือก ๆ และชั้นซึ่งอยู่ในสภาพเป็นวุ้น (gel state)
๕. Plasmagel ส่วนในของ endoplasm ในสภาพของเหลว (sol state)

๖. Nucleus เป็นก้อนของเมือกโครมาตินที่อยู่กันอย่างหนาแน่น ให้หานิวเคลียสในสไลด์ถาวรด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ถูกย้อม นิวเคลียสมีรูปร่างอย่างไร ?

๗. Contractile vacuole เป็นถุงที่บีบตัวได้ อยู่ใน endoplasm ซึ่งจะค่อย ๆ หายไปและเกิดขึ้นใหม่โดยสม่ำเสมอ Vacuole รวบรวมน้ำและของเสียที่ละลายน้ำมาจากโปรโตพลาซึมที่อยู่รอบ ๆ แล้วถ่ายออกภายนอก คำถาม เยื่อหุ้ม contractile vacuole มีบทบาทอย่างไรต่อการนำของเสียจากสารละลายเข้าไปใน contractile vacuole ?

๘. Food vacuoles บรรจุย่อยอาหาร รวมทั้งพืชและสัตว์ซึ่งจะมีมากินเข้าไป มันถ่ายของเสียที่ไม่ได้อาศัยโดยการไหลออกไปจากเซลล์ จึงสังเกตขบวนการเหล่านี้ในตัวอย่างของท่าน คำถาม เยื่อหุ้ม food vacuole มีหน้าที่อย่างไรต่อการนำของอาหารในสารละลายจาก food vacuole เข้าไปใน protoplasm ? จึงเปรียบเทียบหน้าที่ของเยื่อหุ้ม contractile และ food vacuole กับ plasma membrane

การเคลื่อนที่ (Locomotion) จึงศึกษาการเคลื่อนที่ของอะมีบาจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง รวมทั้งการเคลื่อนที่ของโปรโตพลาซึมภายในเซลล์ซึ่งได้แสดงไว้ด้วยลูกศรเล็ก ๆ ในรูปที่ ๔๔ Pseudopodium เกิดขึ้นครั้งที่ plasmagel อ่อนแอที่สุด. Plasmagel ถูกดันเข้าไปในขาเทียมโดยการหดตัวของ plasmagel ในทางคานหลังชั่วคราวและในส่วนอื่น ๆ ของเซลล์ ในตัวที่ว่างไวจงเพ่งดู granules บางเม็ดใน plasmagel ตรงคานหลังชั่วคราว จึงสังเกตการเคลื่อนที่ของมันว่า plasmagel ของ endoplasm เปลี่ยนไปเป็น plasmasol ซึ่งจะไหลไปข้างหน้าและแล้วก็เปลี่ยนเป็นสภาพ gel อีกครั้งถัดจากปลายของขาเทียมที่กำลังเกิดขึ้นนี้ ดังนั้นสัตว์เซลล์เดียว (ซึ่งเป็นก้อนขนาดจิ๋วของโปรโตพลาซึม) จึงเคลื่อนที่ในทิศทางที่มีการสร้างขาเทียมโดยการเปลี่ยนสภาพระหว่าง solution และ gelation ของโปรโตพลาซึมของมัน จึงเขียนหลักการและอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบอะมีบา (amoeboid movement) ให้ถูกต้องในแง่วิทยาศาสตร์

จากนั้นให้หาคำคุณศัพท์ทั้งหมดของโปรโตพลาซึมตามที่ได้เรียนมาหรือในตำรา แล้วนำมาประยุกต์กับอะมีบาที่ละข้อ คำถาม อะมีบาสืบพันธุ์อย่างไร ?

ใน Plate VIII จงวาดรูป (เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๔ นิ้ว) เพื่อแสดงรายละเอียดของโครงสร้างในอะมีบา ถ้ามีเวลาจงศึกษาอะมีบาชนิดอื่น ๆ ด้วย

การสาธิต

- (๑) รูปปั้นของ Amoeba proteus กิ่งโปรงแสง
- (๒) งานเลี้ยงอะมีบาขนาดเล็ก (มีอะมีบาอยู่) วางอยู่บนพื้นค่า ค่าถาม ท่านสามารถมองเห็น Amoeba proteus ควบตาเปล่าหรือไม่ ?
- (๓) อะมีบาชนิดอื่น ๆ
- (๔) ซาร์โคคินา ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic Sarcodina)



PLATE VIII

AMOEBA PROTEUS

CLASS CILIOPHORA

Paramecium caudatum ในธรรมชาติ Paramecium อาจพบเป็นจำนวนมากในน้ำที่มีสารอินทรีย์ที่เน่าเปื่อยอยู่มาก ตัวอย่างที่เราใช้ศึกษานั้นได้มาจากการเลี้ยงในจานที่มีฟางแช่ซึ่งมันกินแบคทีเรียและโปรโตซัว มีขนาดค่อนข้างใหญ่ (ยาว ๐.๓ มม.) และสามารถมองเห็นโคควายตาเปล่าโดยถือสไลด์ที่เตรียม (สด) ไว้เหนือพื้นสีค่า

ก่อนอื่นจะต้องเข้าใจศัพท์ต่อไปนี้เสียก่อน

Right and left ในหนังสือคู่มือปฏิบัติการมักหมายถึงด้านข้างของร่างกายสัตว์ ไม่ใช่ด้านขวาและซ้ายของท่าน

Anterior ส่วนหน้า ซึ่งเวลาเคลื่อนที่มักไปก่อน

Posterior ส่วนหลัง หรือตรงไปทางด้านหลัง ซึ่งเวลาเคลื่อนที่มักอยู่หลังสุด

Dorsal ทางด้านบน

Ventral ทางด้านท้อง หรือด้านตรงข้ามกับด้านบน

Oral ทางด้านปาก หรือช่องกินอาหาร

Aboral ตรงข้ามกับปาก

Median แนวกลางตัวระหว่างด้านขวากับด้านซ้าย

Lateral ทางด้านข้าง

รูปร่างทั่วไป ไซก่าสังขยาคำสองคู่รูปร่าง สี และกิจกรรม ของตัวอย่าง จงหาตัวที่อยู่หนึ่ง ๆ ซึ่งพักอยู่ตามขอบของกระจกปึก หรืออาจจะกำลังกินแบคทีเรียหรือสารอินทรีย์อื่น ๆ อยู่ จงสังเกตว่ามีรูปร่างคล้ายร่องเท้าและ Oral groove คือร่องที่เกิดทางด้านหน้าข้างซ้ายและไปสิ้นสุดที่ cytostome ("ปาก") ทางด้านกลางเลยจุดกลางของร่างกายไปทางด้านหลัง จากคำจำกัดความที่ให้อ่านข้างบน จงหาส่วนต่าง ๆ ของตัว Paramecium ดังต่อไปนี้ ด้าน anterior และ posterior ด้าน oral และ aboral ด้าน right and left

โครงสร้างของเซลล์ Paramecium เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่ซับซ้อนมาก จงเลือกตัวอย่างขนาดใหญ่และเห็นชัด แล้วศึกษาโครงสร้างของเซลล์ดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ ๕๕)

1. Cilia โครงสร้างสำหรับใช้เคลื่อนที่ เป็นเส้นละเอียดจำนวนมากซึ่งเป็นส่วนยื่นของโปรโตพลาซึมที่เป็นขนและสั้นไหวได้ ขนทางด้านหลังยาวกว่าทางด้านหน้า
2. Endoplasm คือส่วนในซึ่งค่อนข้างเหลวและเป็นเมือก ๆ
3. Ectoplasm เป็นชั้นที่บางและคงตัวกว่า ซึ่งล้อมรอบ endoplasm
4. Pellicle คือเยื่อที่หุ้มข้างนอกของ ectoplasm (กุ้ที่สาธิตไว้)
5. Trichocysts โครงสร้างยาว ๆ ขนาดเล็กซึ่งฝังอยู่ใน ectoplasm และอาจจะถูกปลดปล่อยออกมาเป็นเส้นยาว ๆ เพื่อใช้เป็นอาวุธป้องกันตัว (กุ้ที่สาธิตไว้)
6. Nuclei นิวเคลียสอันใหญ่คือ macronucleus ส่วนอันเล็กโตนัก

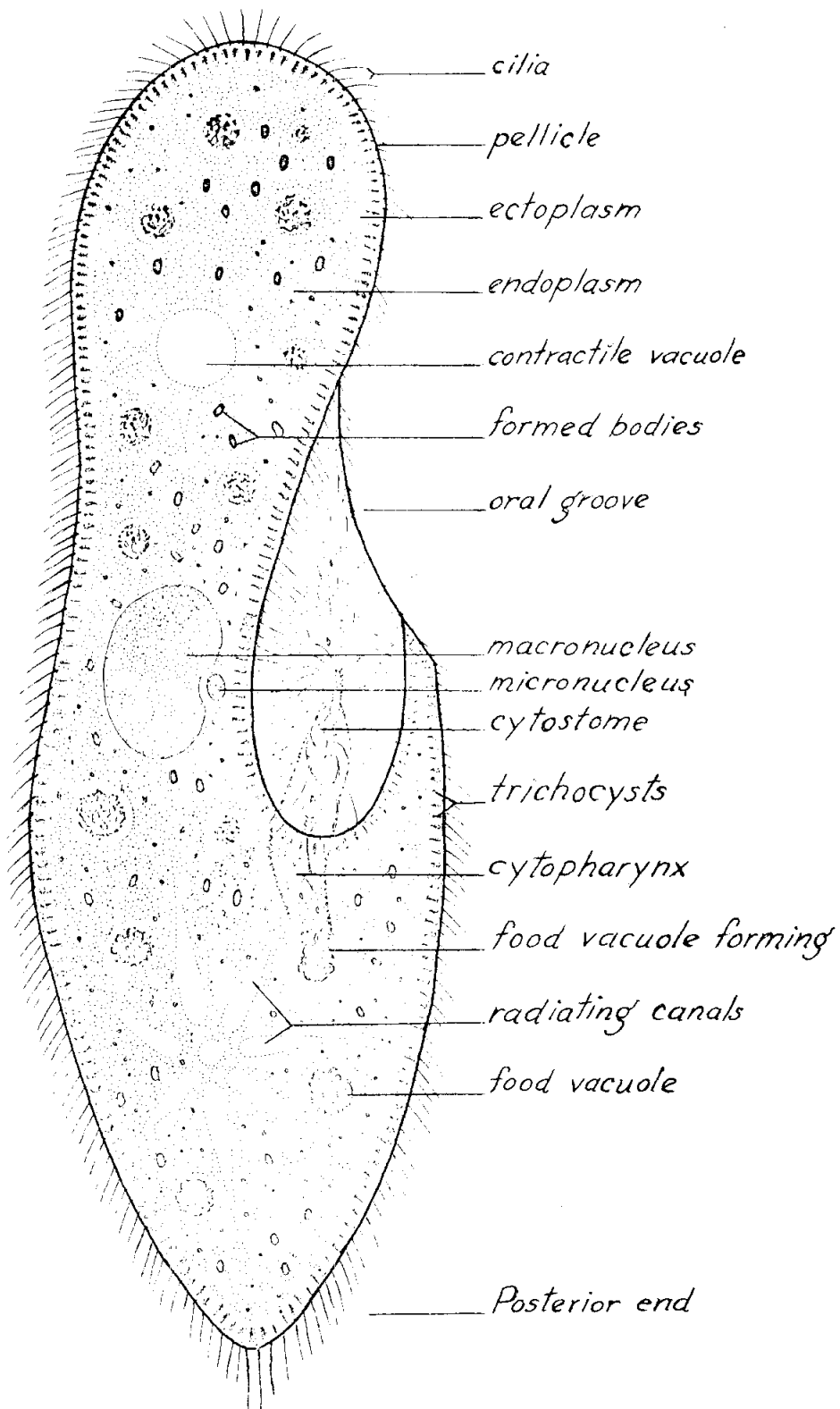


Fig. 55. PARAMECIUM CAUDATUM.

micronucleus ซึ่งอยู่ใกล้กับนิวเคลียสอันใหญ่ คอยดูจากสไลด์ถาวรที่ย้อมสี

7. Contractile vacuoles อยู่ใกล้กับปลายของร่างกายนั่นละ • อันแต่ละอันก็คล้ายกับโปรโตพลาซึมส่วนใหญ่โดย radiating canals จำนวน ๒ ถึง ๑๑ อัน จึงศึกษาการเกิดของ vacuoles และการปล่อยสิ่งที่อยู่ข้างในออกสู่ภายนอก คำถาม แวกูโอล ทั้ง ๒ ทิศตัวพร้อมกัน หรือสลับกัน ?

8. Cytostome หรือ Cell Mouth เป็นช่องเปิดถาวรอยู่ใกล้กับปลายของร่องปาก เป็นทางให้อาหารเข้า

9. Cytopharynx เป็นท่อสั้น ๆ ยื่นจาก "ปากเซลล์" ไปทางด้านหลังและลงไปใน endoplasm

10. Food vacuoles จึงศึกษาการกินอาหารและการเกิดของ food vacuoles ทรงค้ำในของ cytopharynx และทางเคลื่อนที่ที่มันถูกนำไปโดย streaming movement (cyclosis) ของ/ จึงสังเกตการถ่ายอุณภูมิกของแข็งที่ไม่ถูกย่อยโดยผ่านออกทางช่องทวารหรือ cytopyge ซึ่งจะเห็นได้ (ทางด้านหลังของร่องปาก) เฉพาะตอนนั้นเท่านั้น คำถาม โครงสร้างอันซับซ้อนของ Paramecium ทำให้มันได้เปรียบอะมีบาหรือไม่ ?

จากโครงสร้างของ Paramecium หมายเลข ๑ ใน Plate IX จึงสังเกตโครงสร้างต่าง ๆ ดังกล่าวข้างบนในตำแหน่งที่ถูกต้อง ให้ออกรายละเอียดของ cilia, trichocysts, ectoplasm, และ endoplasm เฉพาะส่วนหน้าของรูปเท่านั้น สำหรับ cyclosis นั้นให้แสดงด้วยลูกศร

การศึกษาโครงสร้างต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตควรกระทำทั้ง ๓ มิตติ ซึ่งใน Paramecium นั้นง่าย เพราะการโปร่งแสงของมัน จึงแปลความหมายของคำที่ศึกษานั่นส่วนต่าง ๆ ของร่างกายนี้นั้น พร้อมทั้งเติมรูปหมายเลข ๒ และ ๓ ในหน้าเดียวกันนั้นให้สมบูรณ์

การสืบพันธุ์ Paramecium สืบพันธุ์โดยการแบ่งตัวออกเป็นเซลล์ลูก ๒ เซลล์เท่า ๆ กัน นี่เป็นการสืบพันธุ์แบบคำที่สุกและง่ายที่สุด ซึ่งเรียกว่า binary fission และพบในโปรโตซัวเป็นส่วนใหญ่

ในตัวอย่างที่ยังมีชีวิตอยู่อาจเห็น binary fission เป็นครั้งคราว แต่นิวเคลียสนั้นเห็นยากมาก จึงต้องศึกษาในสไลด์ถาวรที่ย้อมสี นิวเคลียสอันเล็กจะแบ่งตัวก่อนโดยไมโทซิสก่อนมานิวเคลียสอันใหญ่จึงแบ่งตัวแบบอะมีโทซิส ติดตามด้วยการคอคของเซลล์ และในที่สุดก็จะแบ่งเซลล์โดยสมบูรณ์ ทำให้เกิดเซลล์ใหม่ขึ้น ๒ เซลล์ซึ่งเหมือนกับเซลล์เดิม แต่ขนาดเล็กกว่า จึงดูสไลด์ถาวรที่แสดง binary fission ของ Paramecium แล้ววาดรูประยะต่าง ๆ ตามหัวข้อที่ให้ไว้ใน Plate X

Conjugation ในระหว่างขบวนการนี้ พารามีเซียม ๒ ตัวที่มีขนาดเล็กกว่าตัวอื่น ๆ จะมาติดกันทางค้ำกลาง แล้วจึงสร้างสายโปรโตพลาซึมระหว่างกัน นิวเคลียสอันใหญ่

ของแต่ละ conjugant จะแตกตัวออกและค่อย ๆ หายไป ส่วนนิวเคลียสอันเล็กจะแบ่งตัว -
หลายครั้ง และในที่สุด conjugants ทั้ง ๒ ก็เปลี่ยนแปลงนิวเคลียสซึ่งกันและกัน วิธีนี้ถือ
ว่าเป็นการปฏิสนธิแบบหนึ่ง

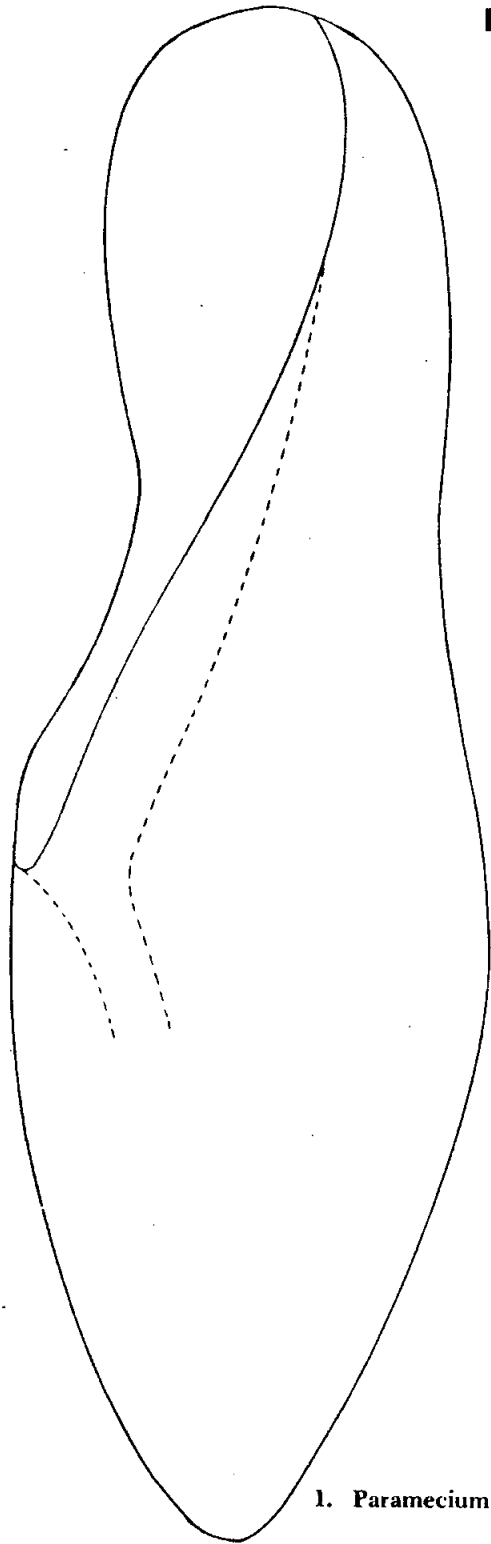
จงดูสไลด์ถาวรที่แสดง conjugation ของ Paramecium ในที่ศึกษาและ
วาดรูป • คู่มือ Plate X ถ้ามีเวลาจงหาและวาดรูปประเภทต่าง ๆ ของ conjugation

การสาธิต

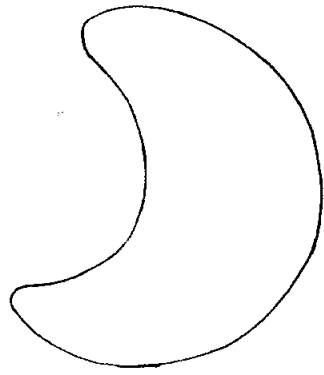
- (๑) สปีชีส์อื่น ๆ ของ Ciliophora ที่ยังมีชีวิตอยู่
- (๒) ผนัง pellicle
- (๓) Discharged trichocysts
- (๔) ปฏิกริยาที่มีต่อสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ
- (๕) ครอบป็นที่โปร่งแสงของ Ciliophora
- (๖) Pathogenic Ciliophora (ถ้ามีสไลด์ถาวร)



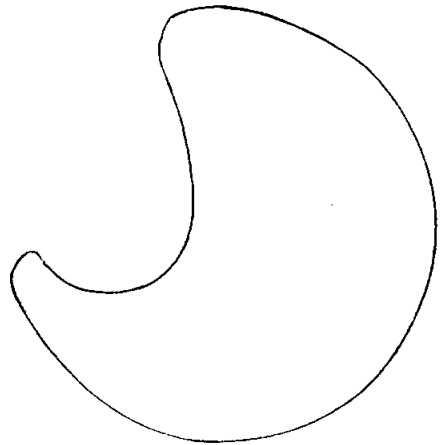
PLATE IX



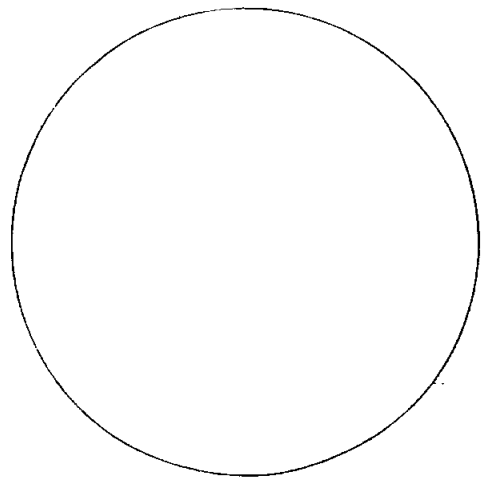
1. Paramecium.



2. Section through Anterior Contractile Vacuole.



3. Section through Nuclei.



4. Section through Cytopharynx.

PLATE X

BINARY FISSION IN PARAMECIUM

1. Micronucleus just divided 2. Two micronuclei, macronucleus
into two, macronucleus elongated dividing or constricted

3. Macronucleus divided into 4. Cell body almost constricted
two, cell-body dividing into two

CONJUGATION OF PARAMECIUM

CLASS MASTIGOPHORA

A NON-COLONIAL FLAGELLATE

Euglena viridis และ E. terricola ยูกลีนาที่มีอยู่ตามบ่อน้ำจืด และมักจะมีมากจนทำให้หน้าเป็นสีเขียว ถือว่ามันมีลักษณะหัวเดี่ยวหัวต่อระหว่างพืชและสัตว์ มันมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับอะมีบาและพารามีเซียม จงดูสไลด์ถาวรที่ย้อมสี และ ตัวที่ยังมีชีวิต

โครงสร้างของเซลล์ อาศัยรูปที่ ๔๖ จงศึกษาโครงสร้างต่อไปนี้ด้วยกำลังขยายสูง pellicle; ectoplasm; endoplasm; chloroplast ซึ่งมีคลอโรฟิลล์สีเขียวอยู่; nucleus ซึ่งมี endosome อยู่ตรงกลาง; cytostome; cytopharynx ซึ่งมีรูปร่างคล้าย ฟลาคัสค์และไม่ถือว่าเป็น reservoir อีกต่อไปแล้ว; contractile vacuoles; stigma หรือ eye-spot สีแดง; กับเส้นยาวคล้ายเส้นซึ่งใช้สำหรับเคลื่อนที่ เรียกว่า flagellum อยู่ทางด้านหน้า ในการหาฟลาคัสค์นั้นจำเป็นต้องปิดโคอะแพรมของกล้องจุลทรรศน์ เพื่อจะให้เห็นภาพชัด ส่วนโครงสร้างอื่น ๆ ที่แสดงไว้ในรูปนั้นเห็นยากกว่ากล้องธรรมดา ไม่ต้องเสียเวลาหา

การเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ของตัวที่วางไว้นั้นใช้ฟลาคัสค์เป็นหลัก ซึ่งจะเคลื่อนไหวคล้ายลูกคลื่นและดึงตัวไปข้างหน้า นอกจากนี้ยังมีการเคลื่อนที่โดยวิธีอื่นอีกเรียกว่า euglenoid movements ซึ่งหาคำเป็นคลื่น ๆ คล้ายคลื่นของการ peristalsis คำถาม - การเคลื่อนที่แบบ euglenoid movement ต่างกับการเคลื่อนที่แบบ amoeboid movement อย่างไร? ยูกลีนามีปฏิกริยาตอบสนองอย่างไร? ในฐานะที่มีคลอโรฟิลล์ ยูกลีนามีวิธีการสร้างอาหารอย่างไร? วิธีการได้อาหารนั้นมีวิธีนี้เพียงวิธีเดียวเท่านั้นหรือ? ยูกลีนาสืบพันธุ์อย่างไร?

ใน Plate XI จงวาดรูปโครงของยูกลีนา แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในระหว่าง euglenoid movement จงหาตัวที่กำลังเข้าเกราะ แล้ววาดสัก ๑ ตัวในหน้าเดิม

การสาธิต

(๑) Flagellum ของสปิซีสีอื่น ๆ
(๒) ครอบปิ่นโปร่งแสงของยูกลีนา และ flagellates อื่น ๆ จงสังเกตรูปร่างขณะแบ่งตัวและขณะเข้าเกราะ

(๓) ปฏิกริยาที่มีตอบสนอง

(๔) Trypanosomes (สไลด์ถาวร) วาดรูปในที่จัดไว้ให้ทางขวามือ

COLONIAL FLAGELLATES

โคโลนีทรงกลมของ flagellates สีเขียวนั้นสวยงามมาก และแสดงถึงการเป็นโคโลนีที่ซับซ้อนชั้นสูง สกฤตที่มีโคโลนีเหล่านี้ได้แก่ Gonium, Pandorina, Eudorina, Pleodorina, และ Volvox เมื่อเริ่มมีวิวัฒนาการครั้งแรก ๆ ได้มีการ

พืชนาของเซลล์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มีเหตุผล-
ที่เชื่อได้ว่าสมาชิกทั้งหมดของกลุ่มนี้มีต้นกำเนิดมาจากพวกเซลล์เดี่ยวเช่น Chlamydomonas
เซลล์เดี่ยว ๆ ของ Chlamydomonas มี
พลาเจลลา ๒ เส้น นิวเคลียส ๑ อัน คลอโร
พลาสต์ สติกมา แวคโซล และผนังเซลล์ ซึ่งจะ
พบในเซลล์ของพวกที่เป็นโคโลนีด้วยเช่นกัน

Gonium sociale

เป็นพวกที่ง่ายที่สุดในพวกโคโลนีด้วยกันซึ่ง
ประกอบด้วยเซลล์ ๔ เซลล์ แต่ละเซลล์เหมือน
Chlamydomonas ฝังอยู่ในเนื้อที่เป็นวุ้น ๆ
รูปที่ ๔๔ และสไลด์ถาวรของสปิซิสที่น่าสนใจไว้
จงวาคูรูปอย่างง่าย ๆ ของสปิซิสลงในเพลตที่
๑๑ และเปรียบเทียบโครงสร้างทั่ว ๆ ไปกับ
ระยะตัวอ่อนในรูปที่ ๔๔

Gonium pectorale

สปิซิสประกอบด้วยเซลล์ ๑๖ เซลล์ ซึ่ง
จัดตัวอยู่ในแผ่นเนื้อที่เป็นวุ้น โดยที่พลาเจลลาขึ้น
ออกไปทางก้านหนึ่งของแผ่น รูปที่ ๔๕ และ
๖๐ กับสไลด์ถาวรที่คังแสดงไว้ ในระยะแรก
ๆ ของการเจริญเติบโตของโคโลนี คือเซลล์จะ
จัดตัวเป็นก้อนกลม ต่อมาจึงเปลี่ยนไปเป็นแผ่น
จงวาคูรูปของ Gonium pectorale

Pandorina morum

Pandorina มักประกอบด้วยเซลล์ซึ่ง
จัดตัวเป็นทรงกลมอย่างหนาแน่นจำนวน ๑๖ เซลล์
(อาจมี ๔ หรือ ๓๒ เซลล์) รูปที่ ๖๑ ซึ่งแสดงภาพค้ำฉวยของโคโลนี รูปที่ ๖๒ แสดงโคโล
นีของ Pandorina ทั้ง ๑๖ เซลล์ในค้ำฉวยตามขวาง จงสังเกตุว่าโครงสร้างนั้นต้น ไม่ใช่
กลวง คุสไลด์ที่คังแสดงไว้แล้ววาคูรูปของโคโลนีทั้งค้ำฉวยและค้ำฉวยที่ค้ำฉวยจุกศูนย์กลาง วาค
รูปแสดงรายละเอียดอีก ๑ หรือ ๒ เซลล์ คำถาม เมื่อเปรียบเทียบโครงสร้างทั่ว ๆ ไปของ

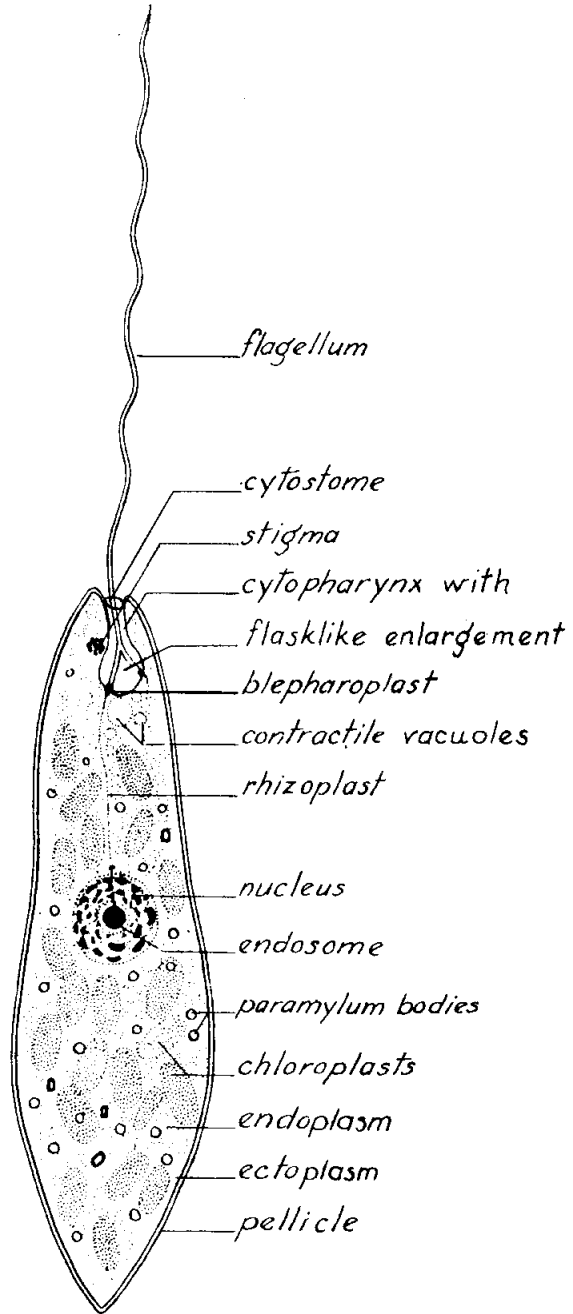


Fig. 56. EUGLENA TERRICOLA.

Pandorina morum กับระยะการเจริญเติบโตที่แสดงไว้ในรูปที่ ๔๖ แล้วเห็นว่าเป็นอย่างไร ?

Eudorina sp.

Eudorina เป็นโคโลนีที่กลวง ประกอบด้วยเซลล์ ๑๖ หรือ ๓๒ เซลล์ และวิถีของการคิดว่าเป็นเหมือน โคโลนีนี้เหมือนกับโคโลนีที่โคกล่าวมาแล้วคือมีชั้นที่เป็นวุ้นหุ้มไว้ และพลาเจลลาที่ยื่นทะลุขึ้นมาจากพลาเจลลาช่วยกันพายให้โคโลนีเคลื่อนไปในน้ำในลักษณะหมุนตัว ถ้าท่านมีตัวที่ยังมีชีวิต จึงศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของโคโลนี คำถาม มันเคลื่อนที่ไปทางก้านไหนของแหล่งกำเนิดแสง? รูปที่ ๒๓ และ ๒๔ แล้วศึกษาตัวที่ยังมีชีวิต หรือสไลด์ถาวร สังเกตการจัดตัวของเซลล์เป็น ๔ วงจาก ๓๒ เซลล์ คือ ๔-๔-๔-๔ เซลล์ จึงเปรียบเทียบ Eudorina กับระยะการเจริญเติบโตที่แสดงไว้ในรูปที่ ๔๗

ใน Plate XI จงวาดโครงของ Eudorina colony ให้รูปหนึ่งแสดงค้ำ equatorial และอีกรูปหนึ่งแสดงค้ำค้ำด้านจุดศูนย์กลางและกึ่งฉากกับวงทั้ง ๔ วาดรูป - แสดงรายละเอียดสัก ๑ หรือ ๒ เซลล์

Volvox sp.

Genus Volvox เป็นโคโลนีของ flagellates ที่เจริญที่สุด จะปรากฏเป็นจำนวนมากในเค็มน เมฆาชน และ พืชสาหร่าย ในบ่อน้ำจืด จำนวนของเซลล์ในโคโลนีแตกต่างกันไปตั้งแต่ ๒๐๐ ถึง ๒,๐๐๐ สำหรับสปีชีส์ขนาดเล็ก และอาจมีมากกว่า ๒๐,๐๐๐ เซลล์ในสปีชีส์ขนาดใหญ่

รูปร่างทั่วไป และ สันฐานวิทยา สปีชีส์ทั้งหมดของ Volvox มีเซลล์ร่างกายจัดตัวอยู่ตามผิวของโคโลนี ช่องข้างในเต็มไปด้วยสารที่เป็นวุ้น ๆ สปีชีส์ที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการของเราก็คือ Volvox perglobator โคโลนีมีความยาวมากกว่าความกว้าง และปรากฏเป็นรูปไข่เมื่อมองทางค้ำ equatorial เมื่อมองทางค้ำอื่นจะเห็นโคโลนีเป็นวงกลมหรือเกือบเป็นวงกลม โคโลนีทั้งหมดที่โคแสดงไว้ในรูปที่ 66A-66E เป็นโคโลนีที่เห็นทางค้ำ equatorial ซึ่งมีค้ำหน้าอยู่บนสุด โคโลนีไม่มีเพศ (รูปที่ 66A และ 66B) นั้นใหญ่กว่าโคโลนีมีเพศ (รูปที่ 66C และ 66D) เซลล์สืบพันธุ์ (ถ้ามี) จะกระจายอยู่ในค้ำหลัง จึงเปรียบเทียบโครงสร้างทั่วไปของ Volvox colony กับระยะ blastula ของการเจริญเติบโตที่แสดงไว้ในรูปที่ ๔๔ และ ๔๕

โครงสร้างของเซลล์ ศึกษารูปที่ 66 ให้ไว้ เซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ เซลล์ร่างกาย (ซึ่งมีมากที่สุด) นั้นเหมือนกับเซลล์ของ flagellates อื่น ๆ และเหมือนกันและกับเอง มีหน้าที่ทางสรีรวิทยาเช่น เรื่องอาหาร คอบสนองสิ่งกระตุ้น และการเคลื่อนที่ จึงสังเกตว่าเซลล์ร่างกายแต่ละเซลล์นั้นติดต่อกับเซลล์ข้างเคียงทางใยโปรโตพลาซึม (protoplasmic strands) คำถาม จำนวนเส้นใยโปรโตพลาซึมที่ออกจากแต่ละ-

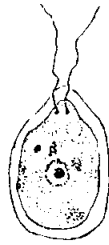


Fig. 57. CHLAMYDOMONAS.

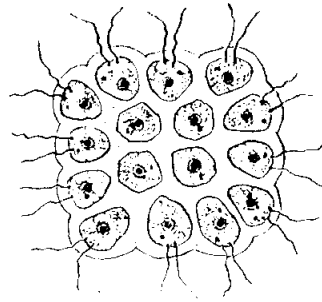


Fig. 58. GONIUM SOCIALE.

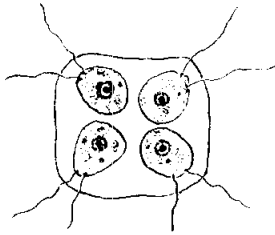


Fig. 59. GONIUM PECTORALE.
(top view)

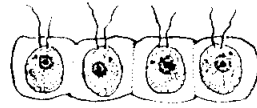


Fig. 60. GONIUM PECTORALE.
(side view)

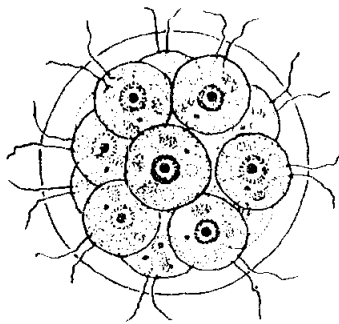


Fig. 61. PANDORINA MORUM.
(16 cells—surface view)

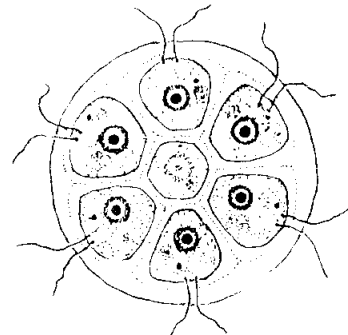


Fig. 62. PANDORINA MORUM.
(cross section)

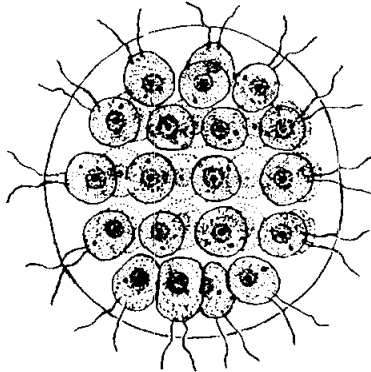


Fig. 63. EUDORINA ELEGANS.
(32 cells—equatorial view)

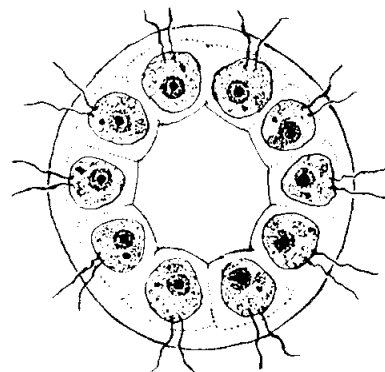


Fig. 64. EUDORINA ELEGANS.
(optical section)

ละเซลล์มีเท่าไร ? อาศัยรูปที่ 65A และ 65B จงศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของโครงสร้าง บางโคโลนิได้กระทำเพื่อคงไว้ซึ่งเส้นใยโปรโตพลาซึม บางโคโลนีก็นิยมมีเพื่อแสดงผนังเซลล์ จงสังเกตรูปร่างของผนังเซลล์ทางฉนวนออก ถ้าท่านมีโคโลนียังมีชีวิตอยู่ ให้สังเกตวิธีการเคลื่อนที่ด้วย

การสืบพันธุ์ เซลล์สืบพันธุ์ซึ่งเจริญมาจากเซลล์ฉนวนบางเซลล์ เกี่ยวข้องกับการเพิ่มจำนวนของสปอร์ (เติม) มี ๒ ชนิด

๑. Gonidia (สร้างโดยโคโลนิไม่มีเพศ) ซึ่งจะมีขนาดใหญ่ขึ้น และเจริญเติบโตไปเป็นโคโลนิใหม่โดยปราศจากการปฏิสนธิ (รูปที่ 66A) จากการที่เซลล์แบ่งตัวหลาย ๆ ครั้งได้เป็น ๒, ๔, ๘, ๑๖, ๓๒, ฯลฯ เซลล์ จะโคโคโลนิลูกเกิดขึ้นซึ่งอาจเห็นได้ในช่องของโคโลนิแม่บางอัน (รูปที่ 66B) Gonidia ซึ่งมีจำนวนจาก ๓ ถึง ๘ นั้นไม่โคเจริญพร้อมกัน พวกที่มีโคโลนิลูกน้อยกว่า แสดงว่าศัพท์บางตัวหยุดเจริญเติบโตและสลายตัวไป ทันทีโดยไม่ผลิจะมีการสร้างโคโลนิไม่มีเพศหลายชั่ว (รุ่น) ในระยะต่อ ๆ มาของฤดูใบไม้ผลิ ชั่วที่ ๔ - หรือชั่วที่ ๕ จะสร้างโคโลนิมีเพศขึ้น จงวาดโคโลนิแม่ใน Plate XII

๒. Sex cells (สร้างขึ้นโดยโคโลนิไม่มีเพศ) ทั้งตัวผู้และตัวเมียในโคโลนิเดียวกันของบางสปอร์ หรือตัวผู้และตัวเมียในต่างโคโลนิกันของบางสปอร์ เซลล์สืบพันธุ์ตัวเมียเจริญใหญ่และสักเรียกว่าไข่ (ova หรือ eggs รูปที่ 66C) จงสังเกตว่าไข่ของ y. perglobator มีมากกว่าและใหญ่กว่า gonidia. ไข่เหมือนกับ gonidia ในแง่ที่ว่ามันเจริญเติบโตไม่พร้อมกัน เซลล์ตัวผู้จะแบ่งเซลล์หลายครั้งจนได้สเปิร์มที่มีรูปร่างประมาณ ๒๕๖ ตัวซึ่งอยู่กันเป็นมัด สเปิร์มมีฟลาเจลลัมด้วย (ดูรูปที่ 66D)

สเปิร์มเจริญเต็มที่อยู่ในแคปซูล แล้วจึงออกจากแคปซูลมาว่ายน้ำไปมาอย่างว่องไว สเปิร์มบางตัวว่ายน้ำไม่ถึงไข่แล้วเข้าปฏิสนธิ ไข่ + ไข่ปฏิสนธิกับสเปิร์ม + ตัว แล้วโค zy-gote (ดูรูปที่ 66F) ไข่โคสร้างผนังซึ่งเป็นเกราะมีหนามหนูนุ่ม (รูปที่ 66E - 66F) และเมื่อเซลล์ร่างกายตาย แต่ไข่โคจะยังมีชีวิตอยู่ตลอดฤดูหนาว ในฤดูใบไม้ผลิถัดมาไข่โคจะแบ่งตัวหลายครั้งเพื่อสร้างโคโลนิไม่มีเพศขึ้นใหม่ เป็นอันครบวงจรชีวิต รูปที่ 66E แสดงโคโลนิตัวเมียซึ่งมีไข่โคหลายอัน

PLATE XI

EUGLENA

1. Drawings showing eugle-
noid movement

2. Encysted Euglena

COLONIAL MASTIGOPHORA

1. *Gonium sociale*

2. *Gonium pectorale*

3. *Pandorina* (surface view)

4. Optical section of *Pandorina*
(drawing optional)

5. *Eudorina* (equatorial view)

6. *Eudorina* (optical section)
(drawing optional)

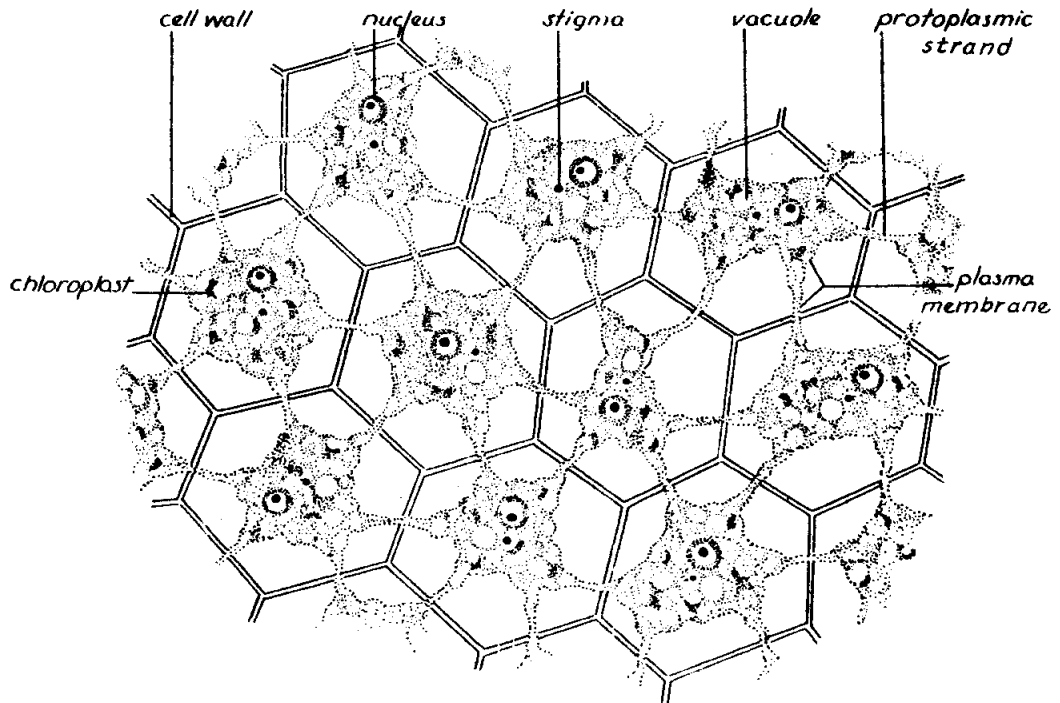


Fig. 65A. VOLVOX CELLS—(surface view)

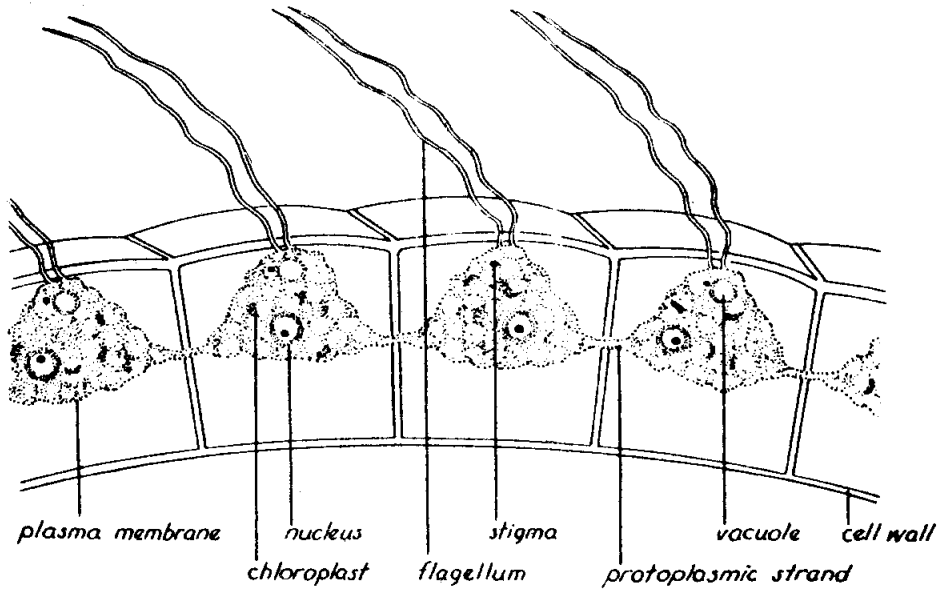


Fig. 65B. VOLVOX CELLS—(cross section)

VOLVOX

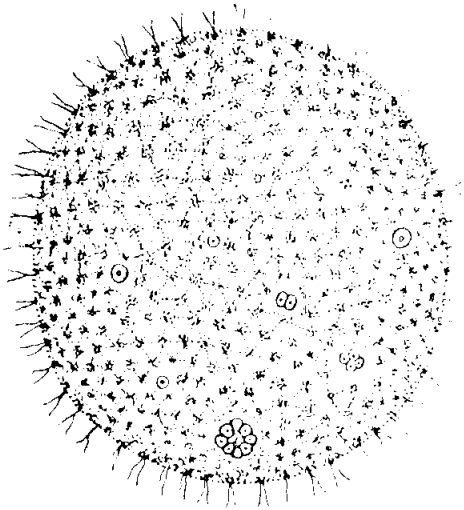


Fig. 66A. ASEXUAL COLONY WITH GONIDIA AND CLEAVAGE STAGES. (Volvox perglobator)

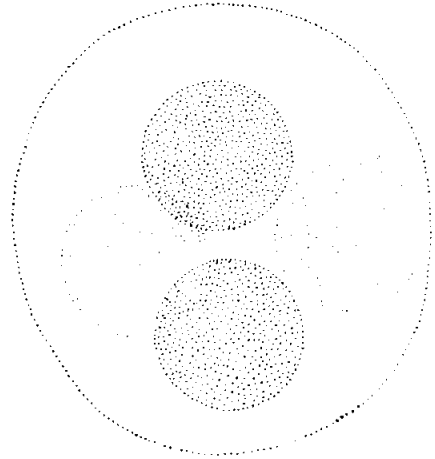


Fig. 66B. ASEXUAL COLONY WITH FILIAL COLONIES.

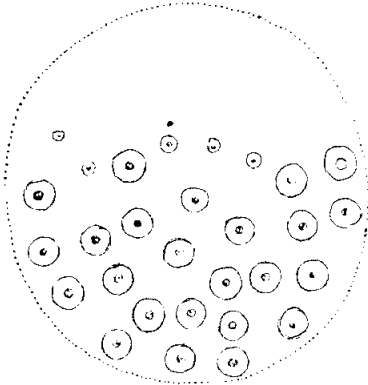


Fig. 66C. FEMALE COLONY WITH DEVELOPING AND MATURE OVA.

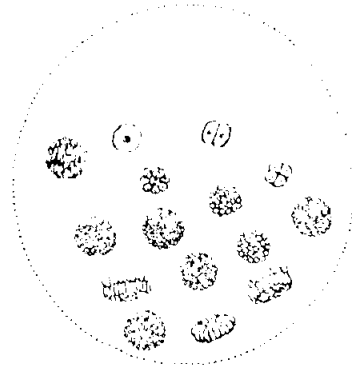


Fig. 66D. MALE COLONY WITH DEVELOPING AND MATURE SPERM PACKETS.

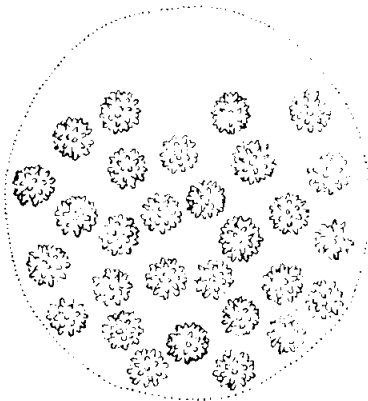
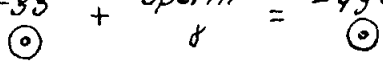



Fig. 66E. FEMALE COLONY WITH ENCYSTED ZYGOTES.

$$\text{Egg} + \text{Sperm} = \text{Zygote}$$


Fertilization — Zygote Formation



Zygote forms cyst wall for winter

Fig. 66F. FERTILIZATION AND ENCYSTMENT OF ZYGOTE.

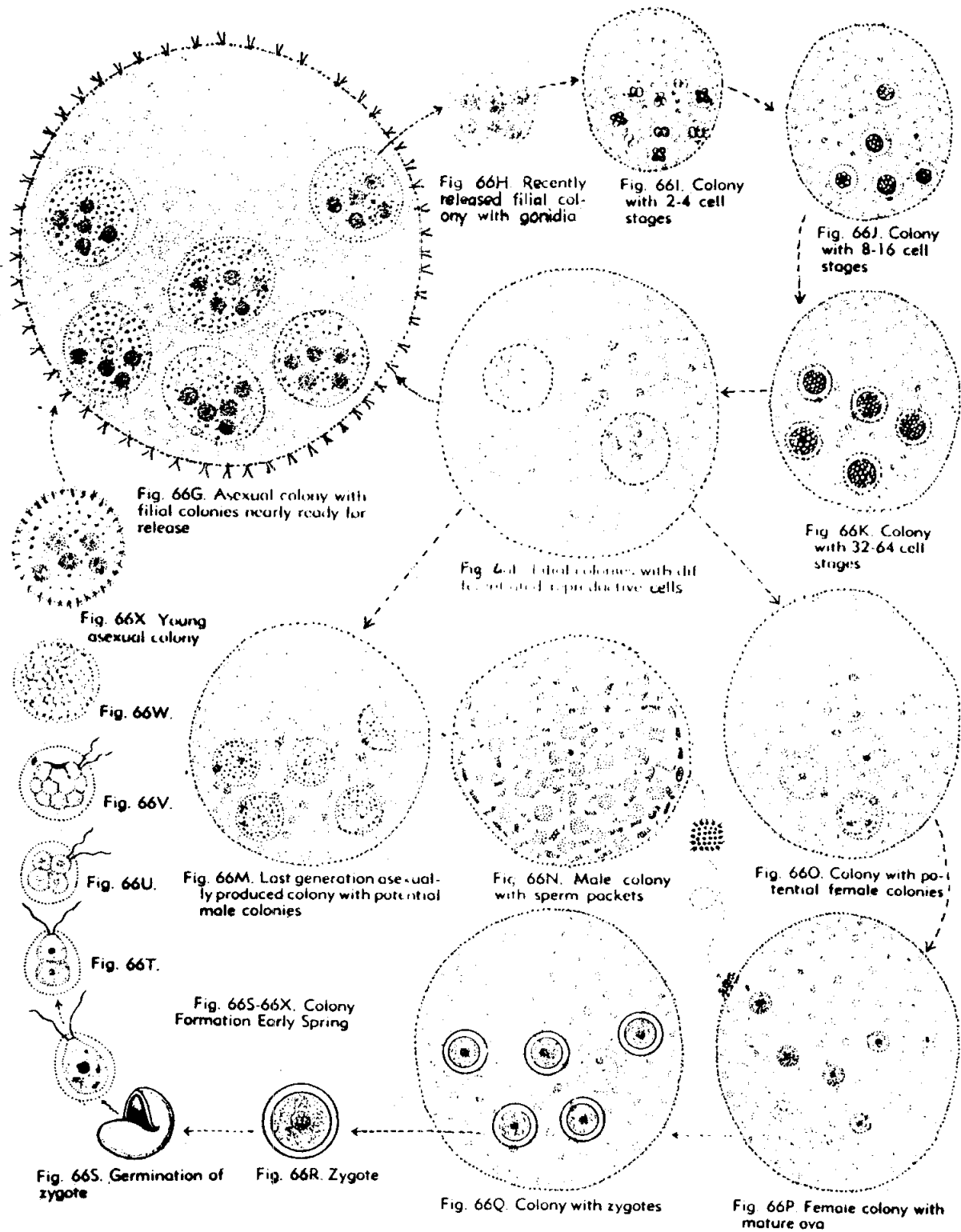
ใน Plate XII จงวาดรูป ๑. รายละเอียดของ somatic cells ที่อยู่ติด ๆ กันทางด้านผิว ๒. Gonidium ๓. Mature ovum ให้มีขนาดใกล้เคียงกับ gonidium ๔. Sperm packet ๕. Zygote ๖. ระยะต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตเบื้องต้นของ Volvox colony จงเปรียบเทียบระยะเหล่านี้กับการเจริญเติบโตเบื้องต้นของปลาควา และเปรียบเทียบกับ colonial flagellates ขั้นต่ำ

Volvox aureus ใช้แทน Volvox perglobator

เนื่องจากสมบัติที่ตามปกติพบของมัน อาจจะไม่พบในตัวอย่างที่เก็บมาได้ จึงจำเป็นต้องใช้สปอร์อื่นแทน โคลนส่วนใหญ่ที่เห็นในสไลด์นั้นเป็นสปอร์ Volvox aureus แต่ก็มีส่วนอื่นปะปนอยู่ด้วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งอาจจะแตกต่างไปจากรูปอย่างมากมาย (รูปที่ 66G-66R) อันนี้เป็นความจริงในตัวอย่างที่เก็บมาจากบ่อท้องถิ่น Volvox aureus อาจเลี้ยงในห้องปฏิบัติการได้ วิธีนี้อาจจะได้สปอร์ที่บริสุทธิ์ (pure culture)

สังรวมวิวัฒนาการและโครงสร้างของเซลล์โดยทั่วไป ก่อนอื่นขอให้อ่านคำอธิบายและศึกษารูปของ Volvox perglobator ในหน้า ๕๘ - ๖๒ เสียก่อน จงตรวจดูตัวอย่างที่ให้ท่านไว้ โคลนของ Volvox aureus เล็กกว่าโคลนของ V. perglobator มาก (ในระยะเดียวกัน) โคลนไม่มีเพศและโคลนตัวเมียมีรูปร่างเป็นรูปไข่ แต่โคลนตัวผู้มีรูปร่างเกือบกลม ในขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ โคลนมีสีเขียว แต่เมื่อนำมาคงสีจะจางหายไป เมื่อมองทางด้านขั้ว เซลล์ร่างกายจะมีรูปร่างกลม สายใยโปรโตพลาซิมที่เชื่อมระหว่างเซลล์นั้นเล็กกว่าขนาดของพลาเจลลา จงหาเส้นพลาเจลลา ซึ่งขึ้นจากเซลล์ร่างกายแต่ละเซลล์ของโคลนทั้งแม่และลูก พลาเจลลานั้นแสดงไว้เพียงส่วนน้อยของรูปที่ 66G, 66W และ 66X เท่านั้น ถ้ามันยังมีชีวิตอยู่จึงสังเกตการทำงานของพลาเจลลาและการเคลื่อนที่ของโคลน ส่วนที่หุ้มรอบ ๆ เซลล์ของ V. aureus แต่ละเซลล์นั้นเชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันโดยไม่มีเส้นแบ่งเขตทรงบริเวรรอยต่อ (รูปที่ 66G) จงเปรียบเทียบเซลล์ของ V. perglobator (รูปที่ 65A)

Asexual Reproduction ประมาณ ๕๐ เปอร์เซ็นต์ของโคลนในสไลด์จะเป็นระยะต่าง ๆ ของการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ พิจารณาภาพที่ 66G-66L ซึ่งแสดงช่วงไม่มีเพศ รูปที่ 66G แสดงโคลนที่ไม่มีเพศ (เต็มวัย) ขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ร่างกายมากมาย จัดตัวเป็นชั้นเดียวอยู่รอบ ๆ ภายในโคลนจะมีโคลนลูกอยู่หลายอันซึ่งพร้อมที่จะถูกปล่อยออกมา รูปที่ 66H แสดงโคลนที่เพิ่งหลุดออกมาใหม่ ๆ ซึ่งมีเซลล์ร่างกายจำนวนมาก และมีเซลล์สืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ (ขนาดใหญ่กว่า) ที่เรียกว่า gonidia เพียงไม่กี่เซลล์ ซึ่งจมอยู่ที่ชั้นของเซลล์ร่างกาย เซลล์เหล่านี้มักมีจำนวนตั้งแต่ ๕ ถึง ๘ (แต่หลายชนิดมีตั้งแต่ ๔ ถึง ๑๒) แต่ละ gonidium สามารถแบ่งตัวโดยลำพัง (ไม่ต้องการปฏิสนธิ) เพื่อสร้างโคลนลูกภายในโคลนแม่ (รูปที่ 66I-66L) Gonidia ทั้งหมดของสปอร์นี้จะแบ่งตัวเกือบพร้อมกันไปเป็น ๒, ๔, ๘, ๑๖, ๓๒, ๖๔ เซลล์ และต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้โคลนลูก (กลาง) ที่มีเซลล์เป็นจำนวนร้อย จงเปรียบเทียบระยะก่อนเหล่านี้ของ Volvox กับระยะเต็มวัยของ colonial flagellates



Volvox aureus--Figs. 66G-66L. Asexual Reproduction--Spring and Summer; Figs. 66M-66R. Sexual Reproduction--Fall; Figs. 66S-66X. Asexual Colony Formation--Early Spring.

รับค่า ค่าความ ความเหมือนจากการเปรียบเทียบดังกล่าว ขอให้เห็นถึงความสำคัญทางหลักชีววิทยาอย่างไร? จงสังเกตว่า ในขณะที่ลักษณะและโคโลนีของเจริญเติบโตนั้น โคโลนีนั้นก็จะมีขนาดขึ้นด้วย เมื่อโคโลนีเติบโตไปโคโรนึ่งหนึ่ง โคโลนีออกซางในจะมี gonidia ที่เปลี่ยนแปลงไปจากเซลล์ร่างกายอย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 66L) โคโลนีเติบโตต่อไปจนถึงกำหนดก็จะปล่อยโคโลนีลูกเพื่อสร้างรุ่นใหม่ไม่มีเพศรุ่นใหม่ต่อไป รุ่นไม่มีเพศดังกล่าวถูกสร้างขึ้นในฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อนจำนวนหลาย (๔ หรือ ๕) รุ่น ในฤดูถัดมาจะมีการสร้างเฉพาะโคโลนีแบบมีเพศเท่านั้น อาศัยรูปที่ 66G ถึง 66L จงศึกษาระยะต่าง ๆ ของการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศจากสไลด์ของท่าน สำหรับหัวข้อและช่องว่างเพื่อวาดรูปนั้นอยู่ใน Plate XII

Sexual Reproduction เพศของ Volvox aureus นั้นแยกกัน ในฤดูใบไม้ร่วงซึ่งอุณหภูมิค่าและความยาวของกลางวันลดลง จะพบแต่เฉพาะโคโลนีแบบมีเพศ (อาจจะเป็นตัวผู้หรือตัวเมีย) ซึ่งเป็นโคโลนีรุ่นสุดท้ายที่ได้จากการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ (รูปที่ 66M และ 66O) ประมาณครึ่งหนึ่งของโคโลนีในสไลด์จะเป็นโคโลนีแบบมีเพศ ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าโคโลนีแบบไม่มีเพศ และส่วนใหญ่จะเป็นโคโลนีเพศเมียที่มี zygotes (รูปที่ 66Q) จำนวนน้อยที่มีไข่ที่ยังไม่ถูกผสม (รูปที่ 66P) และอีกจำนวนหนึ่งมีสปอร์ (รูปที่ 66N) สปีชีส์นี้ยากที่จะเห็นความแตกต่างระหว่างไซโทกับ gonidia แต่พอจะยึดหลักได้ว่า gonidia นั้นมักจะแบ่งตัวก่อนที่โคโลนีจะเติบโตถึงครึ่งหนึ่ง ส่วนไซโทจะไม่แบ่งตัวและมีสีเข้มมาก

เซลล์ส่วนใหญ่ (ประมาณ $\frac{2}{3}$ ที่อยู่ทางด้านหลัง) ของโคโลนีเพศผู้จะแบ่งเซลล์พร้อม ๆ กันเป็น ๒, ๔, ๘, ๑๖ จนในที่สุดก็เซลล์ที่มีพลาเจลล์จำนวน ๓๒ เซลล์ เพื่อสร้างเป็นกลุ่มสปอร์ที่มีโคนิกหนอยเป็นจำนวนมาก (รูปที่ 66N) เมื่อกลุ่มสปอร์โตเต็มที่แล้วก็จะออกจากโคโลนีแม่แล้วว่ายน้ำไปสู่โคโลนีเพศเมียที่มีไซโทซึ่งพร้อมที่จะถูกผสม กลุ่มสปอร์จะแตกออกแล้วสปอร์ ๑ ตัวก็เข้าปฏิสนธิกับไซโท ๑ ใบ เกิดเป็น ๑ ไซโกต (ทั้งหมดจึงได้หลายไซโกต) ไซโกตจะเพิ่มขนาดและสร้างผนังที่เป็นวุ้นเรียบ ๆ หุ้ม (รูปที่ 66Q) และเมื่อเซลล์ร่างกายตายไป แต่ไซโกตจะยังคงมีชีวิตอยู่ที่ก้นบ่อตลอดฤดูหนาว (รูปที่ 66R) อาศัยรูปที่ 66N, 66P และ 66Q จงศึกษาชั้นต่าง ๆ ของโคโลนีแบบมีเพศและเซลล์สืบพันธุ์ หัวข้อรูปที่จะวาดใน Plate XII

ในฤดูใบไม้ผลิถัดมา เซลล์ (ซึ่งมีพลาเจลลา ๒ เส้น) เดี่ยว ๆ ซึ่งคล้าย Chlamydomonas จะแตกออกมาจากผนังหุ้ม (เกราะ) แล้วแบ่งเซลล์หลาย ๆ ครั้งจนได้โคโลนีแบบไม่มีเพศอันใหม่ขึ้นมา (รูปที่ 66S-66X) (ระยะแรก ๆ เหล่านี้จะไม่พบในสไลด์) ขณะที่โคโลนีแบบไม่มีเพศนี้ยังเล็กอยู่ จะมี gonidia เกิดขึ้นหลายอัน (รูปที่ 66X) แล้ววงชีวิตก็จะซ้ำเค็มอีก

หัวข้อสรุปของ Class Mastigophora

จากการศึกษา Mastigophora ชนิดต่าง ๆ นี้ได้ให้ข้อคิดที่สำคัญ ๆ ของหลักใหญ่ ๆ ทางชีววิทยาหลาย ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1. Flagellates สีเขียวเป็นพวกหัวเลี้ยวหัวต่อระหว่างพืชและสัตว์ เพราะมันมี

โครงสร้างบางอย่างที่เป็นลักษณะของทั้งพืชและสัตว์

๒. พวกที่เป็นโคโลนีนั้น เป็นหัวเลี้ยวหัวต่อระหว่าง Protozoa และ Metazoa (สัตว์ที่มีหลายเซลล์)
๓. โคโลนีชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งโครงสร้างที่เพิ่มความซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ นั้น เทียบได้กับระยะต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของคัพภะเบื้องต้นของสัตว์ชั้นสูง
๔. Volvox ซึ่งเจริญกว่าพวก มีขั้นตอนการเจริญเติบโตที่เทียบได้กับสภาพตัวเต็มวัยของ flagellates ชั้นต่ำ อันนี้สนับสนุนกฎ Biogenetic Law
๕. โคโลนีของ Gonium, Pandorina และ Eudorina แต่ละเซลล์ในการสืบพันธุ์แบบไมอาคัยเพศ สามารถที่จะสร้างโคโลนีใหม่ขึ้นมา
๖. การสืบพันธุ์แบบมีเพศ ใน Gonium มีเซลล์สืบพันธุ์ที่เหมือนกัน (isogamy); ใน Pandorina เซลล์สืบพันธุ์มีรูปร่างเหมือนกัน แต่มีขนาดต่างกัน ซึ่งเป็นการเริ่มต้นของการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่ไม่เหมือนกัน (anisogamy); ใน Eudorina เซลล์สืบพันธุ์ต่างกันมาก และใน Volvox เป็นกรณีของ anisogamy อย่างเห็นได้ชัด
๗. Pleodorina เป็นพวกแรกสุดที่แสดงหลักการแบ่งหน้าที่กันระหว่างเซลล์ของมัน
๘. ใน Volvox เป็นพวกที่มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์และการแบ่งหน้าที่กัน ชัดเจน
๙. พวกที่เป็นโคโลนี แสดงการวิวัฒนาการของเพศ
๑๐. หลักสำคัญของ Continuity of the Germ plasm ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดแจ้งใน Volvox

การสาธิต

- (๑) ตัวอย่างที่มีชีวิตของ Volvox และ flagellates ที่เป็นโคโลนี
- (๒) Protoplasmic strands ภายใต้วาล์งขยายสูง และ cell wall
- (๓) ถาสไลด์ที่มีอยู่ไม่ไกลแสดงเซลล์สืบพันธุ์จำนวนมาก การสาธิตชนิดต่าง ๆ ของ Volvox (รวมทั้ง gonidia, ova, sperm packets, zygotes, cleavage stages, และ daughter colonies)
- (๔) Pleodorina sp.



PLATE XII

VOLVOX

1. Mother Colony with
Filial Colony

2. Somatic Cells

3. Gonidium

4. Ovum

5. Sperm Bundle

6. Zygote

7. Stages in the Development of Volvox