

# บทที่ 4

## จุดเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิต และลักษณะของสิ่งที่มีชีวิต

สุพจน์ ไร่เทียมวงศ์

ปัญหาเรื่องจุดเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตได้เป็นที่สนใจของมนุษย์มาช้านานตั้งแต่สมัยโบราณ มนุษย์ในสมัยโบราณมักให้ข้อเสนอแนะและกล่าวในทำนองว่า “สิ่งมีชีวิตมีกำเนิดมาจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต” อริสโตเติลได้กล่าวว่า ของแห้งที่กำลังเปื่อยขึ้นหรือสิ่งที่เปื่อยขึ้นซึ่งกำลังจะแห้งเป็นสาเหตุทำให้เกิดสัตว์ที่มีชีวิตต่าง ๆ ต่อมา Van Leeuwenhoek ได้ค้นพบจุลินทรีย์ในสิ่งที่เน่าเปื่อยซึ่งถือว่าเป็นสัตว์ที่มีขนาดเล็กที่สุด จึงทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตอาจเกิดขึ้นได้เองจากสิ่งที่เน่าเปื่อย แต่ หลุยส์ ปาสเตอร์ ได้แสดงให้เห็นว่าถ้ากำจัดเชื้อจุลินทรีย์ออกจากสารอินทรีย์นั้นจนหมดสิ้นเสียก่อน แล้วป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์กลับเข้ามาอีก สารอินทรีย์ก็จะไม่เน่าเปื่อยและปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ตลอดกาล จึงทำให้ความเชื่อเรื่องสิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิตค่อยเบาบางลง และเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตทุกรูปแบบในปัจจุบันเกิดจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดมาก่อนแล้ว แต่ก็ยังเป็นที่ยังสงสัยว่าสิ่งมีชีวิตเริ่มแรกบนโลกนี้เกิดขึ้นมาได้อย่างไร

แนวทางการศึกษาถึงจุดเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตในโลกนี้กระทำได้ 2 วิธีทางด้วยกัน คือ

1. การตรวจสอบทางธรณีวิทยาศึกษาถึงร่องรอยของสิ่งมีชีวิตแต่เก่าก่อนซึ่งถูกปล่อยทิ้งไว้ในชั้นดินและหินต่าง ๆ เป็นการสืบค้นหาถึงสิ่งมีชีวิตเริ่มต้นที่ปรากฏขึ้นบนโลกนี้โดยตรง
2. การตรวจสอบทดลองในห้องปฏิบัติการโดยพยายามทำให้เกิดสภาวะต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับสภาพของโลกในช่วงระยะเวลาที่คาดว่าสิ่งมีชีวิตเริ่มแรกปรากฏขึ้น แล้วตรวจสอบถึงสิ่งมีชีวิตหรือสารอินทรีย์ที่อาจเกิดขึ้นได้ด้วยสภาวะต่าง ๆ แต่การตรวจสอบเช่นนี้ปัจจุบันยังไม่อาจพิสูจน์ได้ว่าสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นมาได้อย่างไรและเมื่อไร เพียงแต่ก่อให้เกิดข้อสมมุติฐานเกี่ยวกับจุดเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตอย่างมีเหตุผลเท่านั้น

## การค้นคว้าทางธรณีวิทยา

จากการศึกษาทางธรณีวิทยาได้มีการค้นพบซากหรือร่องรอยของแบคทีเรียในชั้นหินที่มีอายุถึง  $3,100 \times 10^6$  ปี ซึ่งมากกว่าสิ่งมีชีวิตพวกอื่นที่ทิ้งร่องรอยไว้บนโลก จึงทำให้เชื่อว่าจุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตพวกแรกที่เกิดขึ้นมาก่อนสิ่งมีชีวิตอื่น ในน้ำมันดิบส่วนใหญ่มักพบว่ามีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซับซ้อนของ isoprene ปนอยู่ด้วยเสมอ โดยเฉพาะพวก phytane ( $C_{20}$ ) และ pristane ( $C_{19}$ ) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ สารประกอบโมเลกุลซับซ้อนเหล่านี้มักพบอยู่ในชั้นดินหรือหินซึ่งมีอายุประมาณ  $3,000 \times 10^6$  ปี

การพิจารณาถึงธรรมชาติของเปลือกโลกและบรรยากาศในยุคก่อนพบร่องรอยของสิ่งมีชีวิตเป็นเรื่องที่น่าสนใจมาก เนื่องจากอาจทำให้ทราบถึงกระบวนการเกิดสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ นักวิชาการทางเซลล์วิทยาได้ให้ความสนใจถึงกระบวนการเกิดเซลล์ที่มีชีวิตในครั้งแรกของโลกเมื่อหลายล้านปีมาแล้วจากสารเคมีต่าง ๆ ซึ่งปรากฏอยู่ในโลกตั้งแต่ยุคเริ่มต้น จากการศึกษาดาวเคราะห์ต่าง ๆ ในระบบสุริยะทำให้สามารถทราบถึงส่วนประกอบที่อาจเป็นไปได้ของบรรยากาศของโลกในยุคเริ่มต้น น้ำที่พบเห็นอยู่บนพื้นผิวโลกปัจจุบันแต่ก่อนเข้าใจว่ามีสภาพเป็นก๊าซหรือไอน้ำอยู่ในบรรยากาศ เนื่องจากโลกยังมีอุณหภูมิสูงมากและบางส่วนก็ถูกกักขังไว้แล้วกลายไอน้ำอยู่ใต้เปลือกโลก ทั้งนี้เนื่องจากพบว่ามีไอน้ำปนอยู่กับก๊าซที่พ่นออกมาจากปล่องภูเขาไฟเป็นจำนวนมาก (ประมาณ 70% ของน้ำหนักสิ่งต่าง ๆ ที่ถูกพ่นออกมา) ในยุคเริ่มต้นของโลก เชื่อกันว่าไม่มีก๊าซออกซิเจนอิสระปรากฏอยู่เลย และปริมาณก๊าซออกซิเจนอิสระของโลกในยุคปัจจุบันก็มีเพียงแค่ว่าจะรวมตัวกับถ่านหินและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ทั้งหมดในโลกนี้เท่านั้น ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าธาตุคาร์บอนทั้งหมดของโลกในสมัยก่อนส่วนใหญ่อยู่ในสภาพเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนก๊าซออกซิเจนอิสระต่อมาจึงได้ถูกผลิตขึ้นโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ธาตุไนโตรเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของสิ่งมีชีวิตเชื่อกันว่าปรากฏอยู่ที่เปลือกโลกในรูปไนไตรด์ (Nitride) ของโลหะและอาจทำปฏิกิริยากับน้ำได้เป็นก๊าซแอมโมเนีย ต่อมาได้มีการศึกษาค้นพบว่ามีก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์ ( $H_2CHO$ ) ปรากฏอยู่ในโลกนี้แล้วตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ ฟอร์มัลดีไฮด์เมื่ออยู่ในสภาพรีดิวซ์ (reduce) จะถูกทำให้เปลี่ยนแปลงเป็นก๊าซมีเทน ( $CH_4$ ) ได้ง่าย

นอกจากธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดแล้ว ยังมีแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม คลอรีน แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และกำมะถัน รวมทั้งแร่ธาตุอื่นอีกอย่าละเล็กน้อยประมาณ 20 ชนิด แร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ปัจจุบันพบว่ามีอยู่ร่วมกันในน้ำทะเลในลักษณะของไอออน (ion) แต่โลกในยุคที่น้ำยังคง

เป็นไออยู่นั้นแร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้จะอยู่ที่เปลือกโลก ลักษณะเป็นของแข็งในรูปของ silicate, basalt และหินร่อน เมื่ออุณหภูมิของเปลือกโลกลดลงต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ไอน้ำก็จะจับตัวกลายเป็นหยดน้ำลงมาเป็นฝนร้อนชะล้างพังทลายผิวของเปลือกโลกและละลายแร่ธาตุต่าง ๆ ไปรวมกันอยู่ในที่ลุ่มกลายเป็นทะเล กระบวนการชะล้างพังทลายของเปลือกโลกเกิดขึ้นเป็นระยะเวลาหลายพันหรือหลายล้านปีจนน้ำทะเลเริ่มเกลือแร่เข้มข้นมากเพียงพอสำหรับชีวิต ดังนั้น จึงเป็นแนวทางให้นักเซลล์วิทยาเชื่อว่าเซลล์มีชีวิตครั้งแรกของโลกเกิดขึ้นจากทะเล

## การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

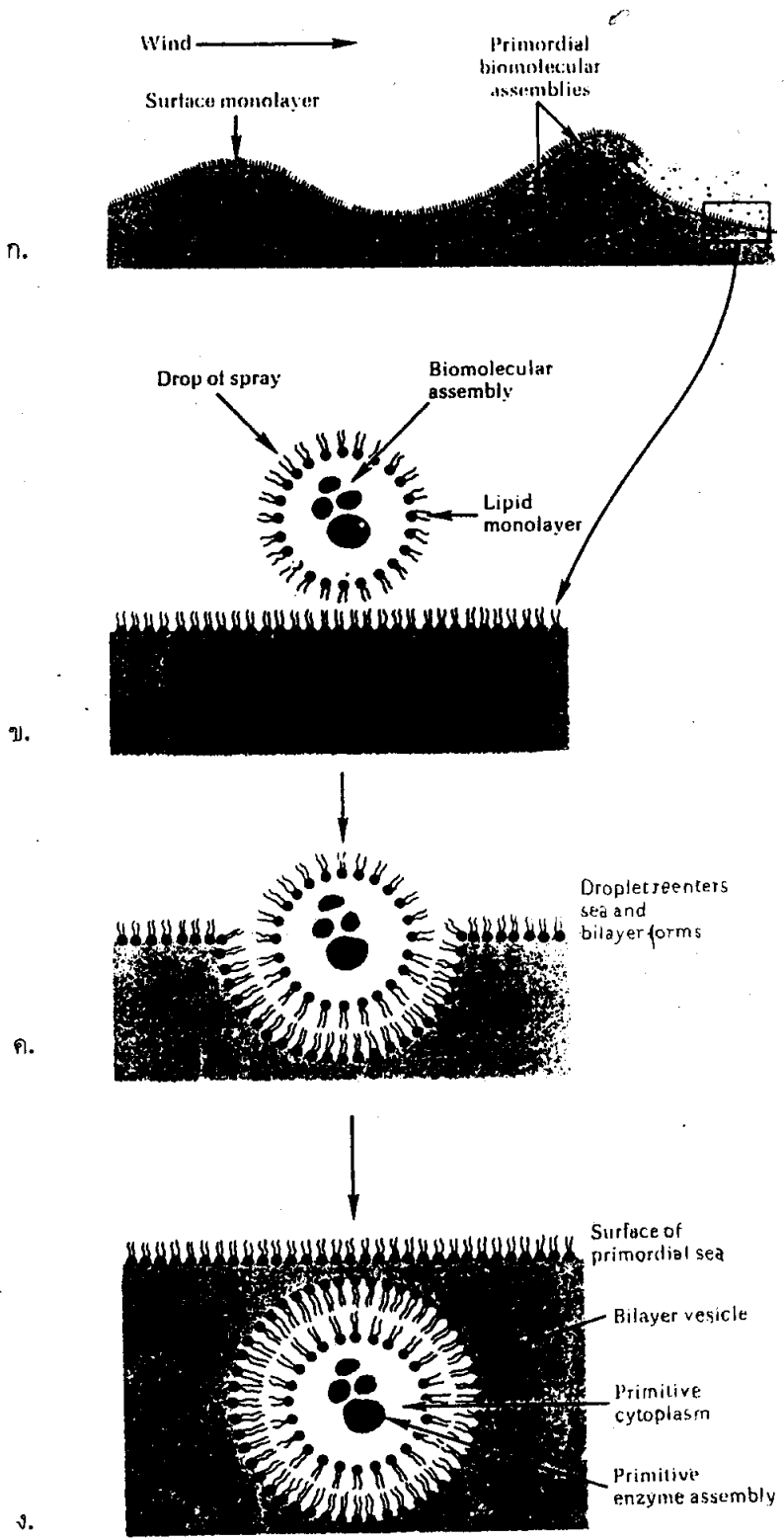
นักชีววิทยาได้มีการจำลองสภาพและสภาวะต่าง ๆ ของโลกในยุคที่คาดว่ามีสิ่งมีชีวิตเริ่มต้นกำเนิดขึ้นจากหลักฐานต่าง ๆ ทางธรณีวิทยา นักวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจว่าในขณะที่โลกเย็นตัวลงสารต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ในบรรยากาศจะเข้าทำปฏิกิริยาต่อกันด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก เนื่องจากบรรยากาศของโลกในยุคนั้นยังไม่มีก๊าซออกซิเจน ซึ่งจะกลายเป็นโอโซนป้องกันไม่ให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตผ่านเข้ามาในบรรยากาศ รังสีอัลตราไวโอเล็ตจะทำให้ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และมีเทน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของบรรยากาศในสมัยนั้นทำปฏิกิริยาต่อกันได้เป็นสารอินทรีย์เกิดขึ้น แล้วต่อมาจึงรวมตัวกันเป็นเซลล์ที่มีชีวิตซึ่งดำรงชีพแบบเซลล์เดี่ยว ได้แก่ จุลินทรีย์ต่าง ๆ และต่อมาจึงวิวัฒนาการกลายเป็นพืชและสัตว์ชั้นสูง เมื่อโลกมีสิ่งมีชีวิตพวกพืชเกิดขึ้นแล้วจะผลิตก๊าซออกซิเจนอิสระปล่อยออกไปในบรรยากาศและกลายเป็นโอโซนป้องกันแสงอัลตราไวโอเล็ตไม่ให้ส่องทะลุเข้ามา จึงทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสารอินทรีย์แล้วกลายเป็นสิ่งมีชีวิตของโลกในยุคต่อมาไม่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้น สิ่งมีชีวิตในปัจจุบันจึงต้องเกิดขึ้นจากสิ่งมีชีวิตด้วยตนเอง

การทดลองของ Urey และ Miller (1953) ได้แสดงให้เห็นถึงการเกิดสารอินทรีย์อย่างง่าย รวมทั้งน้ำตาลและกรดแอมิโนจากส่วนผสมของไอน้ำ ก๊าซมีเทน และแอมโมเนีย ด้วยประกายไฟฟ้า โดยลอกเลียนแบบจากฟ้าแลบและฟ้าผ่าตามธรรมชาติ ต่อมาได้มีผู้ศึกษาในทำนองเดียวกันพบว่าสารประกอบซึ่งมักปรากฏขึ้นได้อยู่เสมอ คือ กรดแอมิโน ลิพิด เบส และน้ำตาลไรโบส รวมทั้งฟอสเฟตของสารประกอบเหล่านี้ สารอินทรีย์ดังกล่าวต่อมาอาจเกิดการรวมตัวเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลโตขึ้น เช่น กรดนิวคลีอิกและโปรตีน เป็นต้น ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเซลล์ Oparin ชาวโซเวียต ได้เสนอว่าเซลล์แรกของโลกอาจเกิดขึ้นเมื่อมีเยื่อบางห่อหุ้มสารประกอบโมเลกุลใหญ่ซึ่งเป็นพวกโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นตัวคะตะลิสต์ และรูปร่างของเซลล์อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนของของเหลวเข้มข้นซึ่ง

มีประจุต่างกันในน้ำที่มีของเหลวดังกล่าวผสมอยู่ กระบวนการเช่นนี้ถูกเรียกว่า กระบวนการ coacervation

Fox ได้แสดงให้เห็นถึงการเกิดสารประกอบโมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีนเรียกว่า proteinoid จากการรวมตัวกันของกรดแอมิโนที่อุณหภูมิสูงและแห้ง คุณสมบัติบางอย่างของ proteinoid ที่น่าสนใจ คือ มีการเรียงตัวของกรดแอมิโนอย่างมีลำดับไม่สะเปะสะปะ เมื่ออยู่ในน้ำ หรือน้ำเกลือจะมีลักษณะเป็นทรงกลมขนาดเล็กประมาณ 0.5 ถึง 3 ไมโครมิเตอร์ มีคุณสมบัติเกี่ยวกับออสโมซิสและเป็นตัวคะตะลิสต์ proteinoid อาจมีการแตกหน่อแล้วปล่อยให้หลุดออกมาเป็นรูปทรงกลม มีขนาดโตขึ้นโดยการเพิ่มพูนหรือรวมกันได้คล้ายกับการเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต Fox ได้ให้ความเห็นว่า เซลล์เป็นองค์กรที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยซึ่งรวมกันอยู่อย่างมีระเบียบและสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมาก โครงสร้างหรือหน่วยย่อยที่รวมกันอยู่อย่างมีระเบียบก็มักเกิดขึ้นจากการรวมตัวกันของโมเลกุลอย่างมีระเบียบเช่นกัน จากการทดลองของ Fox เป็นแนวทางอันหนึ่งซึ่งคิดว่าอาจทำให้เกิดเซลล์ที่มีชีวิตขึ้นได้ แต่ยังมีข้อเสนอนะอื่นเกี่ยวกับการเกิดเซลล์ได้อีก เช่น มีผู้คิดว่าหยดของเหลวที่อุดมไปด้วยสารอินทรีย์ต่าง ๆ อาจถูกห่อหุ้มได้ด้วยเยื่อสองชั้นของ phospholipid คล้ายกับ plasma-membrane ที่ห่อหุ้มเซลล์อยู่ตามธรรมชาติ เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า สารพวกไขมันหรือลิพิดมักกลายเป็นฝ้าหรือเป็นเยื่อบางอยู่บนผิวน้ำที่สัมผัสกับอากาศ แต่ไขมันพวก phospholipid เป็นไขมันที่มีประจุตรงปลายส่วนที่มีหมู่ฟอสเฟตเกาะติดอยู่จึงเรียกว่า polar lipid ดังนั้น ปลายข้างที่มีประจุของไขมันพวกนี้จึงชอบรวมอยู่กับน้ำ เมื่อลอยอยู่บนผิวน้ำจึงหันปลายข้างที่มีประจุหรือหมู่ฟอสเฟตเข้าหาน้ำ ส่วนปลายข้างที่ไม่มีประจุจะชี้ไปในอากาศ เมื่อลมพัดทำให้ระอองน้ำกระเซ็นขึ้นไปในอากาศจึงทำให้กลายเป็นหยดน้ำซึ่งมีเยื่อบางของลิพิดห่อหุ้มโดยเอาปลายข้างที่มีประจุหันเข้าหาหยดน้ำดังรูปที่ 4-1 (B) เมื่อหยดน้ำตกลงมาบนผิวน้ำซึ่งมีเยื่อบางของลิพิดคลุมอยู่ แล้วจมนลึกลงไปอีกก็จะกลายเป็นหยดน้ำ ซึ่งมีเยื่อบางของลิพิดหุ้มอยู่สองชั้นโดยที่ปลายข้างที่ไม่มีประจุหันเข้าหากัน ดังรูปที่ 4-1 (C) และ (D) ถ้าในหยดน้ำหรือของเหลวที่ถูกห่อหุ้มด้วยเยื่อบาง มีสารหรือสิ่งซึ่งอาจจัดแจงให้กลายเป็นเซลล์ที่มีชีวิตขึ้นได้ก็จะกลายเป็นเซลล์ที่มีชีวิตเริ่มแรกของโลก

จากการศึกษาและทดลองเกี่ยวกับจุดเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตเท่าที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน มนุษย์ยังไม่อาจพิสูจน์ได้แน่นอนว่าสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นมาได้อย่างไรและเมื่อไร เพียงแต่ก่อให้เกิดข้อสมมุติฐานหรือทฤษฎีเกี่ยวกับจุดเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตอย่างมีเหตุผลเท่านั้น และมนุษย์ก็ยังไม่สามารถทำให้เกิดเซลล์ที่มีชีวิตขึ้นมาได้ในห้องทดลองจากสิ่งที่ไม่มีชีวิตต่าง ๆ ดังนั้น ปัญหาเกี่ยวกับจุดเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตจึงต้องมีการศึกษากันต่อไป



รูปที่ 4-1 Formation of lipid bilayer membranes

## ลักษณะของสิ่งมีชีวิต

นักชีววิทยาไม่อาจให้ความหมายหรือคำจำกัดความของสิ่งมีชีวิตได้อย่างชัดเจนหรือแน่นอนด้วยข้อความเพียงสั้น ๆ ได้ แต่ได้พยายามอธิบายและให้ความหมายของสิ่งมีชีวิตไปในแง่ของคุณสมบัติและลักษณะทางเคมีและทางฟิสิกส์ สิ่งมีชีวิตอาจหมายถึงสิ่งซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีซับซ้อนและมีโครงสร้างแน่นอนหรือสารซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษเท่านั้น

คุณสมบัติและลักษณะของสิ่งมีชีวิตอาจถูกรวบรวมไว้ได้ดังนี้ คือ

1. มีระบบโครงสร้างแน่นอนและเฉพาะเจาะจง
2. มีกระบวนการเมแทบอลิซึมและการเจริญเติบโต
3. มีกระบวนการขยับถ่ายของเสียและการกินอาหาร
4. มีระบบทางพันธุกรรมและการสืบพันธุ์
5. มีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ได้ด้วยตนเอง
6. มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าและมีระเบียบ
7. มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและการผ่าเหล่า

อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งก็เป็นการยากที่จะบอกได้ว่าสิ่งใดคือสิ่งมีชีวิตและสิ่งใดไม่ใช่สิ่งมีชีวิต ตัวอย่างเช่น ไวรัส ไวรัสเป็นสิ่งซึ่งถือว่ามีคุณสมบัติก้ำกึ่งกันระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ไวรัสประกอบด้วยกรดนิวคลีอิกที่ถูกห่อหุ้มด้วยโปรตีน มีลักษณะเป็นผลึกและมีขนาดเล็กมาก ไวรัสอาจแสดงคุณสมบัติเป็นสิ่งมีชีวิตได้เมื่อเข้าไปอาศัยอยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มีการสืบพันธุ์และขยายพันธุ์ได้โดยอาศัยกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์เจ้าบ้าน แต่ใช้กรดนิวคลีอิกของตนเองเป็นตัวควบคุม และมีการผ่าเหล่าได้เช่นเดียวกับกับสิ่งมีชีวิต ไวรัสเมื่อออกมาอยู่นอกเซลล์ที่เข้าไปอาศัยจะไม่แสดงคุณสมบัติเป็นสิ่งมีชีวิต แต่มีลักษณะเป็นเพียงสารเคมีซับซ้อนของโปรตีนและกรดนิวคลีอิกเท่านั้น