หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

บทสอบสวนเอกสาร

แมนเทิลของหอยมุกเป็นอวัยวะที่ห่อหุ้มตัวหอยไว้ทำหน้าที่หลักในการสร้างเปลือก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อบุผิว 2 ชั้นคือ เนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอก(outer mantle epithelium)และเนื้อเยื่อบุผิวชั้นใน(inner mantle epithelium)ระหว่างเนื้อเยื่อบุผิวทั้งสองเป็นส่วนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เส้นเลือด กล้ามเนื้อเรียบ และเส้นประสาทเรียกส่วนนี้ว่า mesodermal tissue (Neff,1972;Petit.et al.,1978;Shi et al.,1985)เนื้อเยื่อบุผิวชั้นในของแมนเทิลจะประกอบด้วยเซลล์เยื่อบุผิว(epithelial cells)ชั้นเดียว เซลล์สร้างน้ำเมือก(mucous cells) และเซลล์ต่อมที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว(unicellular gland) เซลล์เยื่อบุผิว มีขนาดความยาวประมาณ 10 μm กว้าง 3 μm มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ ไม่มีนิวคลีโอลัส มีไมโครวิลไล(microvilli)และซีเลีย(cilia)กระจายเป็นหย่อม ๆ แทรกอยู่กับไมโครวิลไล เซลล์สร้างน้ำเมือกมีหลายรูปร่างกระจายอยู่ระหว่างและด้านล่างของเซลล์เยื่อบุผิวทำหน้าที่ผลิตน้ำเมือกที่มีความเข้มข้นสูงเพื่อคลุมผิวหน้าของเซลล์เยื่อบุผิว นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการดูดซับแคลเซียมจากแหล่งน้ำเข้าสู่ตัวหอย เซลล์ต่อมที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวจะกระจายอยู่ด้านล่างของเซลล์เยื่อบุผิวมีรูปร่างไม่แน่นอนภายในจะบรรจุแกรนูล(granules)จำนวนมาก (Tsujii,1968;Wilbur and Saleuddin,1983;Shi et al.,1985) เนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกของแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์บาง ๆ ชั้นเดียว รูป 3 มิติของเซลล์จะเป็นรูปทรงกระบอกหลายเหลี่ยม(polygonal columnar)มีความสูงประมาณ 30 μm ที่ผิวด้านที่อิสระจะมีไมโครวิลไลขนาดเล็กจำนวนมากปกคลุมอยู่แต่ละเส้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.1 μm ยาวประมาณ 2-3 μm ภายในเซลล์จะพบไมโทคอนเดรีย เอนโดพลาสมิคเรคติคูลั่ม และโพลิโซมจำนวนมากกระจายอยู่ด้านบนและด้านล่างของเซลล์ (Neff,1972;Li et al.,1988;Si et al.,1990) ระหว่างแมนเทิลชั้นนอกกับชั้นนาเครียสจะมีช่องว่างเรียกว่า extrapallial space ภายในมีของเหลวเรียกว่า extrapallial fluid ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างเปลือก (Bevelander and Nakahara,1966;Wilbur and Saleuddin, 1983)

โดยปกติแล้วกระบวนการเกิดไข่มุกในธรรมชาติเป็นกระบวนการทำความสะอาดส่วนของเปลือกชั้นนาเครียสกับแมนเทิลหรือส่วนของ extrapallial space เพื่อลดความระคายเคืองและป้องกันอันตรายต่าง ๆ ให้กับตัวหอย (McLean,1980) จากสมบัติของแมนเทิลในการสะสมและเป็นบริเวณที่เกิดปฏิกริยาเคมีจนได้สารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเปลือกหอย ในกระบวนการสร้างเปลือกหอยพบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตของเปลือกนั้นมาจาก haemolymph และ extrapllial fluid โดยที่แคลเซียมคาร์บอเนตเกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการเมแทบอลิซึม(metabolism)ของตัวหอยเองและแคลเซียมได้มาจากน้ำโดยตรงและถูกนำมาสะสมอยู่รอบ ๆ ขอบของแมนเทิล จากนั้นจะเกิดกระบวนการทางฟิสิกส์-เคมี(physico-chemical processes)ทำให้เกิดเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตและเกิดการรวมตัวกับโปรตีนตกผลึกเป็นเปลือกหอยในที่สุด (Bevelander,1952) Coimbra et al. (1993) พบว่าค่า electrical potential ของ ionic calcium ใน extrapallial fluid และ haemolymph มีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่าสูงกว่าใน mantle cavity และสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ pH และคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นตัวควบคุมการสะสมของแคลเซียมใน extrapallial fluid ด้วย Hatano et al. (1955) พบว่าแคลเซียมจะถูกดึงจากน้ำเข้าสู่เหงือกได้อย่างรวดเร็วและจะไปสะสมในเปลือกและไข่มุกเป็น calcium-protein complex Wada (1968) พบว่าแคลเซียมที่ใช้สำหรับกระบวนการสร้างเปลือกนั้นจะถูกขับออกจากแมนเทิลในรูป inorganic ion ปนออกมากับสารประกอบ acid mucoprotein

สำหรับโปรตีนที่พบสะสมอยู่ในเปลือกนั้นจะทำหน้าที่คล้ายกับซีเมนต์ที่จะเชื่อมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตเข้าไว้ด้วยกัน จากการศึกษาของ Yano และ Machii (1975) พบว่ากรดอะมิโนที่ได้จากการสกัดชิ้นแมนเทิลที่เลี้ยงใน culture medium ส่วนใหญ่เป็น Valine,Glutamic acid,Aspartic acid,Histidine,Leucine และ Glycine ซึ่งเหมือนกันกับส่วนประกอบของโปรตีน conchiolin ของเปลือก

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจึงได้มีการนำชิ้นแมนเทิลใส่เข้าไปในบริเวณ mesodermal tissue ของแมนเทิลและ gonad ของหอยมุกเพื่อให้เกิดการสร้างไข่มุกขึ้นมา (Aoki,1959;Tsujii,1968;Wada,1968;Zahab et al.,1992) Kawakami(1952) ได้ปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลเข้าไปใน gonad ของหอยมุกพบว่าชั้นเนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกจะเจริญเป็นถุงไข่มุก โดยจะกระจายไปบนผิวด้านในของบาดแผลเจริญคลุมนิวเคลียสเป็นแผ่นบาง ๆ หลังจากปลูกถ่ายเข้าไป 7 วัน ถุงไข่มุกจะประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 1 ชั้นซึ่งมีความหนากว่าเยื่อบุผิวชั้นนอกของแมนเทิลของหอยปกติเล็กน้อยหลัง

จากปลูกถ่ายได้ 15 วัน ถุงไข่มุกจะหลั่งสารประกอบเป็นชั้นเพอริออสตราคัม จากนั้นจะมีการสร้างเป็นชั้นพริสมาติคและชั้นนาเครียลตามลำดับ

Kawakami(1953) ได้เปรียบเทียบกระบวนการเกิดถุงไข่มุกของหอยมุกน้ำเค็ม *Pinctada martensii* กับหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis schlegelii* พบว่ามีความแตกต่างกันบางส่วนในกระบวนการเสื่อมสลาย(degeneration)ของชั้นเยื่อบุผิวชั้นใน โดย *P. martensii* จะเห็นได้ชัดเจนในเวลา 7 วันหลังจากปลูกถ่าย แต่ของ *H. schlegelii* จะยังไม่พบและพบว่าการสร้างถุงไข่มุกจะมีความแตกต่างกันเมื่ออุณหภูมิแตกต่างกัน โดยมีผลต่อการสร้างถุงไข่มุกใน 3 กรณีคือ การเสื่อมสลายของ mesodermal tissue การเจริญของชั้นเนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกและการหลั่งสารของถุงไข่มุก ที่อุณหภูมิสูง(25-28 องศาเซลเซียส)จะมีการเจริญเป็นถุงไข่มุกได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ(15 องศาเซลเซียส)และยังพบว่าชิ้นแมนเทิลที่ตัดมาปลูกถ่ายทันทีกับที่ตัดมาแล้วรักษาสภาพไว้ไม่ให้แห้งเป็นเวลา 8 ชั่วโมงก่อนที่จะปลูกถ่ายจะสามารถสร้างถุงไข่มุกได้เช่นเดียวกัน

Ojima และ Watanabe(1953) ได้รายงานถึงกระบวนการสร้างถุงไข่มุกใน *Hyriopsis schlegelii* โดยใช้ชั้นเนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกปลูกถ่ายเข้าไปในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของแมนเทิลสามารถเกิดถุงไข่มุกได้ในเวลา 14 วันหลังจากปลูกถ่ายและยังพบว่าถ้ามีการติดเชื้อเกิดขึ้นจากการปลูกถ่ายจะไม่มีการสร้างเป็นถุงไข่มุกของชั้นเนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอก

Kawakami(1954) ได้ศึกษาการเกิดถุงไข่มุกในหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis schlegelii* และ *Anodonta woodiana lauta* พบว่า ชั้นเนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกของหอยทั้ง 2 ชนิดสามารถสร้างถุงไข่มุกล้อมรอบนิวเคลียสได้ภายใน 14 วันหลังจากปลูกถ่ายเนื้อเยื่อแมนเทิลลงใน gonad ของแต่ละชนิด

Kawakami(1957) ได้ทดสอบผลของอุณหภูมิต่อกระบวนการสร้างถุงไข่มุกและคุณภาพของไข่มุกโดยใช้วิธี cold-shocked ภายใต้อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสในเวลา 5-40 ชั่วโมงพบว่าระยะเวลาในการสร้างถุงไข่มุกจะเป็นเช่นเดียวกับวิธีอื่น ๆ โดยที่การเสื่อมสลายของ mesodermal tissue จะช้าลงกว่าปกติ

Aoki(1957) พบว่าถ้าปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลเข้าไปโดยให้ชั้นเนื้อเยื่อบุผิวด้านนอกสัมผัสกับนิวเคลียสจะเกิดถุงไข่มุกคลุมนิวเคลียสแต่ถ้าให้ชั้นเนื้อเยื่อบุผิวด้านในสัมผัสกับนิวเคลียสพบว่าจะไม่เกิดถุงไข่มุกคลุมนิวเคลียสแต่จะเกิดถุงไข่มุกเล็ก ๆ อยู่ใกล้นิวเคลียส

Machii(1958) ศึกษาผลของชิ้นแมนเทิลและนิวเคลียสในการเกิดถุงไข่มุก พบว่าถ้าใส่นิวเคลียสที่มีขนาดใหญ่จะทำให้ได้ถุงไข่มุกที่ใหญ่กว่านิวเคลียสขนาดเล็ก

เมื่อชิ้นแมนเทิลมีขนาดเท่ากันและถ้านิวเคลียสขนาดเท่ากันชิ้นแมนเทิลขนาดใหญ่กว่าจะมีถุงไข่มุกขนาดใหญ่กว่าชิ้นแมนเทิลขนาดเล็ก

Machii(1959) พบว่าเมื่อปลูกถ่ายชิ้นถุงไข่มุกเข้าไปแทนชิ้นแมนเทิลพบว่าจะเกิดการสร้างถุงไข่มุกคล้ายกันกับการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลปกติ

Machii(1962) ศึกษาการเกิดถุงไข่มุกของชิ้นแมนเทิลทั้งเยื่อบุผิวชั้นนอกและเยื่อบุผิวชั้นในพบว่า ชั้นเนื้อเยื่อบุชั้นนอกจะเจริญเป็นถุงไข่มุกได้สมบูรณ์ในเวลา 7-10 วัน สำหรับชั้นเนื้อเยื่อบุผิวชั้นในพบว่ามีการม้วนตัวเป็นถุงไข่มุกได้แต่ไม่มีการสร้างสารมุกและจะสลายหมดไปในเวลา 1 เดือนหลังจากการปลูกถ่าย

Shi et al. (1985) ศึกษาการเกิดถุงไข่มุกในหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis cumingii* โดยใช้ชิ้นของแมนเทิลและนิวเคลียสใส่เข้าไประหว่างชั้นของแมนเทิลพบว่าจะสามารถสร้างถุงไข่มุกได้ในเวลา 30 วันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และการเกิดถุงไข่มุกจะเกิดได้ดีเมื่อปลูกถ่ายเข้าไปบริเวณแมนเทิลด้านท้าย (posterior)

การศึกษาเนื้อเยื่อแมนเทิลที่ปลูกถ่ายเข้าไปจะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นถุงไข่มุก

Nakahara และ Machii(1957) ได้ศึกษาการเกิดถุงไข่มุกพบว่า 1-6 วันหลังจากปลูกถ่ายเนื้อเยื่อแมนเทิลชั้นนอกจะเปลี่ยนรูปร่างไปลักษณะคล้ายกับเท้าเทียม (pseudopodia)เคลื่อนที่ไปตามผิวของนิวเคลียสจากนั้นจะยึดเกาะกับเซลล์รอบบาดแผลของหอยตัวรับเกิดเป็นถุงไข่มุก

Aoki(1961) ศึกษาการเกิดถุงไข่มุกพบว่าระยะเวลา 2-3 วันหลังจากปลูกถ่ายเนื้อเยื่อแมนเทิลในช่องว่างระหว่างนิวเคลียสและเนื้อเยื่อหอยที่เป็นตัวรับ พบว่ามี wandering cells จำนวนมาก มีการเปลี่ยนรูปร่างเป็นเท้าเทียมของ wandering cells ขึ้นเป็นตาข่ายคลุมผิวในของบาดแผลเกิดเป็นเซลล์ใกล้เคียง (adjacent cells)ขึ้นมา

Machii(1968) ศึกษาการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อแมนเทิลในการเกิดถุงไข่มุกของหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis schlegelii* พบว่า wandering cells มีจุดกำเนิดจากเนื้อเยื่อแมนเทิลที่ปลูกถ่ายเข้าไปและเนื้อเยื่อจากบาดแผลของหอยเองผสมกัน จากนั้น wandering cells จะเจริญคลุมผิวด้านในบาดแผลและเจริญไปเป็นถุงไข่มุก

Wada(1972) พบว่าถุงไข่มุกที่ถูกสร้างขึ้นจากเซลล์เยื่อบุผิว ที่ผิวอิสระจะมีไมโครวิลไลจำนวนมากปกคลุมอยู่

Li et al. (1988) พบว่าถุงไข่มุกจะประกอบด้วยเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเซลล์ทรงสูงรูปหลายเหลี่ยม(polygonal columnar)มีไมโครวิลไลอยู่บนผิวสัมผัสนิวเคลียส

ไมโครวิลไลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 100 μm ภายในเซลล์มีไมโทคอนเดรีย เอนโดพลาสมิคเรคติคูลั่มจำนวนมากลักษณะคล้ายถุง(sac-like) เยื่อบุผิวของถุงไข่มุกจะทำหน้าที่ขับสารและสังเคราะห์สารต่าง ๆ ที่สำคัญในการสร้างไข่มุก

หลังจากที่สร้างถุงไข่มุกเสร็จสมบูรณ์แล้ว เซลล์เยื่อบุผิวของถุงไข่มุกจะเริ่มมีการสะสมของสารไข่มุก (pearl substance)

Hirata(1953) พบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรกหลังจากปลูกถ่ายเนื้อเยื่อจะเริ่มมีการสะสมสารอินทรีย์เป็นแผ่นบาง ๆ และพบว่าการสะสมของผลึกใน in vitro มีอัตราการสะสมช้ากว่าใน in vivo มาก

Hatano(1955) พบว่าอัตราเร็วในการสะสมแคลเซียมของชั้นพริสมาติคและชั้นนาเครียสของหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis schlegelii* มีความเร็วในการสะสมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Wada(1957) พบว่า 3-6 วันหลังจากปลูกถ่ายจะพบ material matrix จากถุงไข่มุกมาสะสมบนผิวนิวเคลียสจากนั้นจะเกิดเป็นชั้นพริสมาติคเจริญคลุมชั้น matrix และจะพบชั้นนาเครียสเจริญคลุมชั้นพริสมาติคอีก

Wada(1958 a,b) การสะสมสารมุกบนผิวของนิวเคลียสในระยะแรกของกระบวนการสร้างไข่มุกจะพบชั้นหนาของ conchiolin เป็น membranous หรือ fibrous structure ต่อมาจึงจะพบชั้นพริสมาติคสะสมกระจัดกระจายบนผิวของ conchiolin และพบว่าไข่มุกที่เป็นชั้นนาเครียสจะมีผลึกแคลเซียมเป็นแบบอาราโกไนต์และไข่มุกที่เป็นชั้นพริสมาติคจะมีผลึกแคลเซียมเป็นแบบแคลไซต์

Wada(1959 a,b) รายงานว่าการเจริญของผลึกอาราโกไนต์จะเจริญเป็นชั้น ๆ และเป็นผลมาจากสภาวะทางกายภาพและทางเคมี(physico-chemical conduction) ของถุงไข่มุกและการสะสมของผลึกแคลเซียมบนผิวของไข่มุกจะหยุดชะงักลงเมื่อมีความผิดปกติของตัวหอย

Wada(1972) พบว่า nacreous pearl เกิดจากการสร้างของถุงไข่มุกเป็นชั้น ๆ รอบ ๆ นิวเคลียส การสะสมแคลเซียมจะเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับสภาพทางสรีรวิทยา ของหอย ฤดูกาลและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

Goetting (1979) พบว่ารูปร่างของไข่มุกจะเป็นทรงกลมเมื่อใช้นิวเคลียสทรงกลมใส่ไว้ที่บริเวณ gonads และจะได้รูปไข่หรือรูปครึ่งซีกที่ผิวเปลือกชั้นนาเครียสเมื่อใช้นิวเคลียสครึ่งซีกใส่ไว้ที่บริเวณเปลือกของชั้นนาเครียส