

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

แบบจำลองโครงร่างของไข่

Model on Structure Egg.

โดย

นางสาวรินทร์จง สุขกมลพานิช

เลขที่

๑ 1494

2541

เลขหมึ.....

เลขทะเบียน..... 33149

วัน, เดือน, ปี 15 ก.ค. 2542

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2540

**ชื่อเรื่อง** แบบจำลองโครงสร้างของไข่

MODEL ON STRUCTURE OF EGG.

**ชื่อ-นามสกุล** นางสาววิรินทร์จง สุขกมลภาพันธ์

**สาขาวิชา** เทคโนโลยีการเกษตรการผลิตสัตว์

**ภาควิชา** วิศวกรรมเกษตร

**คณะ** วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

**อาจารย์ที่ปรึกษา** อาจารย์ศราวุธ อินทรเทศ

### บทคัดย่อ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นการจัดทำอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนประเภทแบบจำลอง เรื่อง โครงสร้างของไข่ เพื่อแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของไข่ เพื่อให้ประกอบการเรียนการสอน วิชาวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก รหัสวิชา 35032106 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาเกษตรกรรม สาขาวิชาสัตวศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ ในการทำแบบจำลองนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก ซึ่งแบบจำลองนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนในการเตรียมอุปกรณ์ที่เป็นไข่ของจริงเพื่อดูโครงสร้างของไข่ ซึ่งไข่ที่เป็นของจริงนั้นมีขนาดเล็กและโครงสร้างของไข่ทั้งหมดนั้นเป็นการยากมากถ้าจะทำให้มองเห็นได้ทุกส่วน

การดำเนินการทำเริ่มตั้งแต่การศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาเกษตรกรรม สาขาวิชาสัตวศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ ศึกษารายวิชา รายวิชา เนื้อหาบทเรียน เพื่อกำหนดหัวข้อในการทำแบบจำลอง จากนั้นศึกษาขั้นตอนการทำแบบจำลอง การทำแม่พิมพ์ วัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการปั้น การทำแบบจำลอง และกำหนดวัสดุที่ใช้ในการทำแบบจำลองซึ่งได้เลือกใช้พลาสติกเหลวหรือเรซินเป็นอุปกรณ์ในการทำเพราะเป็นวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน จัดหาไข่ที่มองเห็นโครงสร้างของไข่ที่สมบูรณ์ซึ่งไข่ที่ใช้นั้นจะต้องเป็นไข่ที่สดจริง ๆ ถึงจะมองเห็นโครงสร้างชัดเจน จากนั้นเริ่มทำแม่พิมพ์โดยใช้เหล็กเส้นเป็นแกนหลักแล้วใช้ปูนปลาสเตอร์ปั้นรอบ ๆ เหล็กเส้นแล้วกลึงให้ได้ขนาดไข่ตามที่ต้องการแล้วทำแม่พิมพ์จากที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลึงไว้โดยใช้ปูนปลาสเตอร์ทำพิมพ์ครอบไขที่กลึงไว้โดยใช้แผ่นพลาสติกหนากันพิมพ์เพียงครั้งเดียว เมื่อปูนปลาสเตอร์แห้งแล้วแกะพิมพ์ออกก็จะได้พิมพ์ไขครึ่งใบตามที่ต้องการ เมื่อได้พิมพ์แล้วทาวาสลินให้ทั่วพิมพ์หลังจากนั้นนำพลาสติกเหลวหรือเรซินที่ผสมตัวเร่งพร้อมสีน้ำมันสีน้ำตาลให้ไล่สีเปลือกไขตามที่ต้องการแล้วเทลงพิมพ์กลึงให้ทั่วเพื่อให้ได้เปลือกไขที่มีความหนาบางเท่ากันตลอดรอบจนแข็งตัวจากนั้นทำสีผิวไขชั้นในโดยใช้เรซินที่ผสมตัวเร่งพร้อมสีขาวแล้วเทลงทับเปลือกชั้นนอกที่ทำได้เมื่อเสร็จแล้วรอให้แข็งตัวก็จะได้เปลือกชั้นในตามที่ต้องการ หลังจากนั้นก็จัดทำโครงสร้างของไขส่วนต่าง ๆ จนได้แบบจำลองโครงสร้างของไขตกแต่งให้สวยงามให้ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด ดูความบกพร่องและแก้ไขให้ได้โครงสร้างของไขที่สมบูรณ์ตามที่ต้องการ

จัดทำฐานรองแบบจำลองโครงสร้างของไขโดยปูพื้นด้วยผ้ากำมะหยี่ที่พื้นฐานแบบจำลอง จากนั้นนำผู้พลาสติกที่สามารถเปิดดูแบบจำลองได้อย่างชัดเจนมาครอบ ตลอดจนทำเอกสารประกอบแบบจำลอง พร้อมคู่มือการใช้และคำบรรยายประกอบแบบจำลอง

จากการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำเป็นอย่างมาก เรื่องการหล่อพลาสติกเหลว การเลือกใช้สี การผสมสีกับพลาสติกเหลว ส่วนผลที่ได้ในการทำแบบจำลองครั้งนี้ คือได้แบบจำลองโครงสร้างของไข คำบรรยายประกอบแบบจำลอง 1 เล่ม

ประโยชน์จากการทำแบบจำลองนี้คือใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนวิชาการฟักไขและการจัดการโรงฟัก รหัสวิชา 35032106 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาเกษตรกรรม สาขาวิชาสัตวศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ และสามารถนำไปใช้ประกอบการสอนวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ก็เพราะได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์ และบุคคลอีกหลายท่าน ผู้จัดทำขอกราบขอบคุณอาจารย์ศรารุช อินทรเทศ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษให้ลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่สนับสนุนด้านทุนทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ความดีของปัญหาพิเศษฉบับนี้ขอมอบให้แด่ คุณพ่อคุณแม่ ตลอดจนคุณครู อาจารย์ที่ให้การอบรมสั่ง สอนจนทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแบบจำลองและรูปเล่มปัญหา พิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ สำหรับผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับการทำแบบจำลอง และสำหรับผู้ที่จะศึกษา เกี่ยวกับโครงสร้างของไข่

นางสาววิรินทร์จาง สุขกมลภาพันธ์

กุมภาพันธ์ 2542

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ความหมายของสื่อการเรียนการสอน.....	4
2.2 ประเภทของสื่อการเรียนการสอน.....	5
2.3 ประเภทของหุ่นจำลอง.....	10
2.4 โครงสร้างของไข่.....	11
3. วิธีการสร้างอุปกรณ์.....	22
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร.....	22
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหาส่วนที่จะนำมาสร้างอุปกรณ์.....	25
3.3 คำบรรยายประกอบแบบจำลอง เรื่องโครงสร้างของไข่.....	31
3.4 วิธีการดำเนินการ.....	34
4. การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข.....	37
4.1 วิธีการตรวจสอบแบบจำลอง.....	37
4.2 แบบประเมินคุณภาพอุปกรณ์ประกอบการสอน.....	38
4.3 ผลการตรวจสอบ.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.5 การปรับปรุงแก้ไข.....	40
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	41
1.1 สรุป.....	41
1.2 ข้อเสนอแนะ.....	42
บรรณานุกรม.....	43
ภาคผนวก.....	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงโครงสร้างของไข่มังโกลของสัตว์ปีก.....	12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพตามยาวแสดงส่วนต่าง ๆ ภายในไข่.....	12
2	แสดงขนาดมาตรฐานของไข่.....	14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ระบบการเรียนการสอนทางด้านการเกษตรมุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนภาคทฤษฎีควบคู่ไปกับการปฏิบัติจริง เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้และทักษะประสบการณ์มากที่สุด ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ตัวนักเรียนเป็นอย่างมาก จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนในห้องเรียนยังมีการนำเอาสื่อการเรียนการสอนด้วย เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นภาพพจน์และเห็นของจริงซึ่งเป็นการดีกว่าให้นักเรียนจินตนาการตามคำบรรยาย และทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาในการสอนด้วย

(ชลिया, 2536 : 20)

สื่อการสอนโดยทั่วๆ มีหลายชนิด เช่น แผ่นโปร่งใส สไลด์ วิดีทัศน์ แผ่นภาพ เป็นต้น แบบจำลองก็เป็นสื่ออีกชนิดหนึ่งซึ่งช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ ซึ่งแบบจำลองเป็นสิ่งที่จำลองขึ้นหรือลดขนาดจากของจริง แบบจำลองเป็นการศึกษาหารายละเอียดต่าง ๆ เช่น ลักษณะของ รูปร่าง โครงสร้างต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปใช้สอนได้ง่าย

ในการเรียนการสอนวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2540 จะต้องเรียนเกี่ยวกับโครงสร้างของไข่ ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญในวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก ถ้าหากนักเรียนไม่ทราบว่าโครงสร้างของไข่มีอะไรบ้าง นักเรียนก็จะไม่ทราบเลยว่าพัฒนาการของตัวอ่อนในไข่ฟักนั้นมีปัจจัยอะไรบ้างเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่เนื่องจากของจริงที่นำมาให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างนั้นมีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นส่วนประกอบของไข่ได้ทุกส่วน ดังนั้นจำเป็นต้องใช้แบบจำลองโครงสร้างของไข่ เป็นสื่อที่จำลองมาจากของจริงโดยขยายให้ใหญ่ขึ้นเข้ามาประกอบคำอธิบาย เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจถึงโครงสร้างของไข่ว่ามีอะไรบ้างและเห็นเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. สร้างแบบจำลองโครงสร้างของไข่ เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน วิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาเกษตรกรรม กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. เพื่อประเมินคุณภาพของแบบจำลองโครงสร้างของไข่

### 1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. สร้างอุปกรณ์ประกอบการสอน แบบจำลองโครงสร้างของไข่ เป็นแบบจำลองรูปทรงสามมิติสามารถมองเห็นชั้นของเปลือกไข่ ไข่ขาว ไข่แดง ขั้วไข่แดง ช่องอากาศ และจุดเจริญ ซึ่งเป็นโครงสร้างของไข่
2. จัดทำเนื้อหาวิชา การฟักไข่และการจัดการโรงฟัก เรื่องโครงสร้างของไข่

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก บทที่ 3 เรื่องโครงสร้างของไข่ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาเกษตรกรรม กระทรวงศึกษาธิการ
2. เพื่อประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ ทางเทคโนโลยี-การผลิตสัตว์ เช่น วิชาเทคโนโลยีการแปรรูปเนื้อสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ศึกษานอกสถานที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษานอกสถานที่เกี่ยวข้อง ของการทำปัญหาพิเศษเรื่อง แบบจำลองโครงสร้างของไข่ ได้ทำการศึกษาเอกสาร เป็น 2 หัวข้อใหญ่ คือ

2.1 สื่อการเรียนการสอน

2.2 โครงสร้างของไข่

#### 2.1 สื่อการเรียนการสอน

ความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

ชลียา ลิ้มปิยากร (2536 : 1-2) ให้ความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องสื่อการเรียนการสอนดังนี้

โสตทัศนศึกษา หมายถึง วิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้วัสดุ อุปกรณ์ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ช่วยในการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ของผู้สอนไปสู่ผู้เรียน ซึ่งประกอบไปด้วยโสตทัศนอุปกรณ์ และโสตทัศนกิจกรรม

โสตทัศนวัสดุ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่เป็นวัสดุราคาถูก มีอายุการใช้งานไม่ยาวนาน สามารถนำไปใช้ได้สะดวก และผู้สอนอาจผลิตขึ้นใช้เองได้แทนการหาซื้อ เช่น บัตรคำ ภาพฉีก แผ่นภูมิ แผ่นสถิติ แผ่นโฆษณา วัสดุใช้กับแผ่นป้ายสำลี สไลด์ เป็นต้น

โสตทัศนอุปกรณ์ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่เป็น วัสดุราคาค่อนข้างสูง มีอายุการใช้งานยาวนาน เมื่อจะใช้ต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ จะเป็นไฟฟ้าหรือสภาพห้องที่จัดเพื่อใช้โสตทัศนอุปกรณ์นั้น ๆ โดยเฉพาะ และโดยทั่วไปผู้สอนไม่สามารถผลิตขึ้นใช้เองได้ เช่น วิทยุ เครื่องฉายต่างๆ เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการสอน เป็นต้น

โสตทัศนกิจกรรม หมายถึง วิธีการหรือกิจกรรมที่ช่วยให้การถ่ายทอดความรู้หรือประสบการณ์นั้นๆ เป็นไปอย่างได้ผล เช่น การศึกษานอกสถานที่ การสาธิตของผู้สอน การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การจัดนิทรรศการ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ความหมายของสื่อ

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 75) ได้ให้ความหมายของสื่อไว้ว่า สื่อเป็นคำที่มาจากภาษาละตินว่า “MEDIUM” แปลว่า “ระหว่าง” หมายถึงสิ่งใดก็ตามที่บรรจุข้อมูลเพื่อให้ผู้ส่งและผู้รับสามารถสื่อสารกัน ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ชลียา ลิ้มปิยากร (2536 : 2) ได้ให้ความหมายของสื่อไว้ว่า สื่อ (MEDIUM OR CHANNEL) หมายถึง สื่อต่าง ๆ ที่ผู้ส่งสารใช้เป็นตัวกลางในการสื่อสารไปยังผู้รับสาร ซึ่งจะส่งไปได้หลายรูปแบบ เช่น ภาษา ท่าทาง แววดา ข้อเขียน สื่อสิ่งพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น

สรุปได้ว่า สื่อ หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวกลางในการสื่อสาร เพื่อให้ผู้ส่งและผู้รับสามารถสื่อสารกัน ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

### ความหมายของสื่อการเรียนการสอน

จริยา เหมียนเฉลย (2535 : 4) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ว่า สื่อการสอนหมายถึง การนำสื่อมาใช้ในการเรียนการสอนโดยตรง ซึ่งหมายถึง การนำวัสดุ เครื่องมือ และวิธีการมาเป็นสะพานเชื่อม โยงความรู้ เนื้อหาไปยังผู้เรียนได้ เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่ถ่ายทอดซึ่งกันและกัน ได้ผลตามจุดมุ่งหมาย

วาสนา ชาวหา (2525 : 26) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้เป็น 2 นัย คือ สื่อการสอน หมายถึง ระบบการนำวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการมาเป็นตัวกลางในการให้การศึกษาคำความรู้แก่ผู้เรียน

หรืออีกนัยหนึ่ง สื่อการสอนหมายถึง วัสดุและอุปกรณ์ ตลอดจนกิจกรรมทั้งหลายที่สามารถช่วยเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียนเกิดผลการเรียนที่ดี

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 76) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ว่า สื่อการสอนหมายถึง ตัวกลางที่ช่วยนำและถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

วรรณ เจริญทงวงษ์ (2532 : 1) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ว่า “สื่อการสอนหมายถึง สิ่งซึ่งใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะและเจตคติให้แก่ผู้เรียน หรือทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์”

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 4) ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งที่ใช้ช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ชลียา ลิ้มปิยากร (2536 : 4) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สื่อการเรียนการสอน (INSTRUCTIONAL MEDIAS) หมายถึง ตัวกลางที่ใช้เพื่อถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ อาจจากผู้สอนหรือแหล่งความรู้อื่น ๆ ไปยังผู้เรียนนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อการสอนมีหลายประเภท หลายลักษณะ ผลิตเพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้ที่แตกต่างกันสื่อการเรียนการสอนบางอย่างอาจซับซ้อนและบางอย่างอาจง่ายต่อการเข้าใจ เป็นหน้าที่ของผู้สอนจะต้องเลือกสื่อการสอนต่าง ๆ เหล่านี้ ให้เหมาะสมในการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง

สรุปได้ว่าสื่อการเรียนการสอนหมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ หรือกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ไปยังผู้เรียน เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ประเภทของสื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนมีหลายประเภท หลายลักษณะ สื่อการเรียนการสอนแต่ละอย่างจะมีคุณสมบัติเฉพาะที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในจุดมุ่งหมายแตกต่างกัน นักเทคโนโลยีทางการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของสื่อการสอนตามแนวความคิดของท่านดังนี้

ชลिया ลิมปิยากร (2536 : 34) อ้างถึง เจมส์ เอส คีนเคอร์ (1965 : 9) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนไว้ดังนี้

1. สื่อที่ได้ยินด้วยหู (Audio Aids) เช่น แผ่นเสียง เทปเสียง วิทยุ
2. สื่อที่เห็นได้ด้วยตา (Visual Aids) เช่น ภาพยนตร์ ไม้มีเสียง แผ่นโปร่งใส फिल्मสตริป

ป้ายนิเทศ แผนภูมิ แผนสถิติ เป็นต้น

3. สื่อที่เห็นได้ด้วยตาและได้ยินด้วยหู (Audio- Visual Aids) เช่น ภาพยนตร์เสียงโทรทัศน์ เทปบันทึกภาพ สไลด์ประกอบเสียง เป็นต้น

สื่อตั้งแสดง (Display Aids) เช่น หุ่นจำลอง กะบะทราย แผ่นป้ายไฟฟ้า ของจริง

อันตรทัศน์ เป็นต้น

4. การแสดง (Dramatization) เช่น ละครใบ้ หุ่น เป็นต้น

ชลिया ลิมปิยากร (2536 : 35) อ้างถึง โรเบิร์ต อี เคอคิฟเฟอร์ (1965 : 964) ได้แบ่งสื่อการสอนออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. วัสดุที่ไม่ต้องฉาย (Non -Projected Materials) เป็นสื่อการสอนที่ผู้สอนใช้ได้โดยไม่ต้องใช้คู่กับเครื่องฉาย เช่น รูปถ่าย แผนภูมิ แผนที่ ของจริง ของจำลอง เป็นต้น
2. วัสดุที่ต้องฉาย (Projected Materials And Equipments) เป็นสื่อการสอนที่ต้องใช้คู่กับเครื่องฉาย เช่น ภาพยนตร์ สไลด์ फिल्मสตริป फिल्मลูป แผ่นโปร่งใส เป็นต้น
3. วัสดุ (Audio Materials And Equipments) เป็นสื่อการสอนที่รับฟังได้อย่างเดียว เช่น วิทยุ เทปบันทึกเสียง แผ่นเสียง เป็นต้น

กิดานันท์ มะลิตทอง (2531 : 78-79) อ้างถึง เคล (1965 : 42-42) ได้จำแนกสื่อการสอนออกเป็น 3 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สื่อประเภทวัสดุ (Software) หมายถึง สื่อที่เก็บความรู้ไว้ในตัวเอง ซึ่งจำแนกย่อยออกเป็น

1.1 วัสดุที่สามารถถ่ายทอดความรู้ด้วยตัวเอง โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผ่นที่ ลูกโลก รูปภาพ หุ่นจำลอง เป็นต้น

1.2 วัสดุประเภทที่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ด้วยตัวเอง จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผ่นเสียงฟิล์มภาพยนต์ สไลด์ เป็นต้น

2. สื่อประเภทอุปกรณ์ (Hardware) หมายถึง สื่อที่เป็นตัวผ่านที่ทำให้ข้อมูล หรือความรู้ที่อยู่ ภายในวัสดุ สามารถถ่ายทอดออกมาใช้หรือเรียนรู้ได้ เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนต์ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เป็นต้น

3. สื่อประเภทเทคนิคและวิธีการ (Techniques And Methods) หมายถึง สื่อที่เป็นลักษณะ แนวความคิดหรือรูปแบบขั้นตอนในการเรียนการสอน ซึ่งไม่มีลักษณะเป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ แต่ก็สามารถใช้วัสดุเหล่านั้นมาช่วยในการดำเนินงานได้ เช่น การจัดระบบ การสอนแบบจุลภาค การสาธิต เป็นต้น

วรรณ เจริญทวงษ์ (2532 : 6) ได้จำแนกสื่อที่ต้องการผลิตออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของสื่อ คือ

1. สื่อสามมิติ ได้แก่ ของจริง ของจำลอง ของตัวอย่าง
2. สื่อสองมิติ ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิรูปภาพ แผนที่ ภาพโฆษณา การ์ตูน แผ่นสถิติ

บัตรคำ ฯลฯ ซึ่งใช้เพื่อสื่อความหมายสั้น ๆ หรือเพียงแนวคิดเดียว ยังมีสื่อสองมิติอีกประเภทหนึ่งที่ทำหน้าที่สื่อความหมายเป็นเรื่องราวต่อเนื่องกันยาว ๆ ได้แก่ สไลด์เรื่อง ฟิล์มสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกภาพ เป็นต้น

จริยา เหนียนเฉลย (2535 : 4) ได้จำแนกประเภทของสื่อ ในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น แบ่งออก ในลักษณะของวัสดุและเครื่องมือ ดังนี้

1. สื่อวัสดุ (Software) ได้แก่ แผ่นโปร่งใส สไลด์ ฟิล์มภาพยนต์ ฟิล์มสตริป แผ่นเสียง ม้วนเทป แผ่นข้อมูล เป็นต้น

2. สื่ออุปกรณ์ (Hardware) พวกรถมือ (Equipment) ได้แก่ เครื่องฉายข้ามศีรษะ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายฟิล์มสตริป เครื่องฉายภาพยนต์ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องฉายวิดีโอ เป็นต้น

วรสนา ชาวหา (2525 : 30) ได้จำแนกสื่อการสอนที่นำมาใช้กับการเรียนการสอนจำแนก ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สื่อประเภทวัสดุ (Materials Or Software) ได้แก่ สื่อเล็ก (Small Media) ที่ทำหน้าที่เก็บความรู้ในลักษณะของภาพ เสียงและตัวอักษรในรูปแบบต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสามารถใช้เป็นแหล่งประสบ-การณ์ หรือศึกษาได้อย่างแท้จริงและกว้างขวางมีอยู่ 2 ประเภทคือ

1.1 วัสดุที่เสนอความรู้ได้จากตัวมันเอง ได้แก่ หนังสือเรียนหรือตำรา ของจริง หุ่นจำลอง รูปภาพ แผนภูมิ แผนที่ ป้ายนิเทศ เป็นต้น

1.2 วัสดุที่ค้องอาศัยสื่อประเภทกลไก (Hardware) เป็นตัวนำเสนอความรู้ได้แก่ ฟิล์มภาพยนต์ แผ่นสไลด์ ฟิล์มสตริป ม้วนเทปบันทึกเสียง รายการวิทยุ-โทรทัศน์ เครื่องฉายภาพนิ่ง เป็นต้น

2. สื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการต่าง ๆ (Techniques Or Method) เป็นวิธีที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน โดยอาศัยเทคนิคและกิจวิธีต่าง ๆ ควบคู่กันไป เพื่อช่วยให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ เทคนิคหรือวิธีการเช่น การสาธิต การแสดงละครหุ่น การศึกษานอกสถานที่ การรู้จักแสดงและนิทรรศการ เป็นต้น

จันทร์ฉาย เตมียาการ (2533 : 16-18) อ้างถึง Efgar Dale ได้แบ่งประเภทของวัสดุอุปกรณ์ออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน โดยยึดเอาประสบการณ์ของผู้เรียนในแง่ของการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 เป็นหลักในการแบ่ง คือ

1. สื่อในการฟัง (Audio Media) หรือ โสตอุปกรณ์ ได้แก่ วิทยุ เครื่องเล่นแผ่นเสียง หอปฏิบัติการทางภาษา ระบบกระจายเสียง
2. สื่อในการเห็น (Visual Media) หรือทัศนอุปกรณ์ ได้แก่ หนังสือ ภาพ บัตรคำ วัสดุกราฟิก แผนที่ นิทรรศการ ป้ายนิเทศ ป้ายแม่เหล็ก ป้ายสาธิต รูปภาพ ฯลฯ
3. สื่อในการฟังและเห็น (Audio-Visual Media) หรือโสตทัศนอุปกรณ์ ได้แก่ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ ฟิล์มสตริป-เทป สไลด์-เทป เป็นต้น

วัสดุกราฟิก (Graiphic Meterials)

ชลิตา ลิ้มปิยกร (2536 : 57-59) กล่าวว่า กราฟิกมาจากภาษากรีก คือ Grapikos หมายถึง การวาดภาพ หรือการใช้สีในการวาดภาพ และ Graphein หมายถึง การเขียนโดยเฉพาะการเขียนด้วยเส้น

ลักษณะของวัสดุกราฟิกที่ดี

เมื่อจะเลือกวัสดุกราฟิกมาใช้ในการเรียนการสอน ผู้สอนควรเลือกโดยควรคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุกราฟิกในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วัสดุแต่ละแผ่นควรมีอยู่เรื่องเดียว หรือความคิดรวบยอดเดียว
2. มีขนาดใหญ่เพียงพอที่ทุกมุมของห้องจะเห็นได้ชัดเจน
3. มีความถูกต้องและครบถ้วนในเนื้อหา
4. มีความชัดเจนในการสื่อความหมาย เช่น ตัวอักษร ภาพลายเส้น สัญลักษณ์ต่าง ๆ ชัดเจน ไม่คลุมเคลือมีการออกแบบที่ถูกต้องหลักวิชาการออกแบบเรียบง่าย และสามารถสื่อสารได้ตามจุดประสงค์

#### ประเภทวัสดุกราฟิก

วัสดุกราฟิกที่ใช้ในการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ

1. แผนภูมิ (Chart) สื่อทางตาที่ใช้เสนอข้อเท็จจริง วิธีการสรุปเรื่องราว แนวความคิดด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ข้อความ ภาพ สัญลักษณ์ และการออกแบบทางศิลปะ โดยเน้นการสื่อความหมายที่ชัดเจน
2. แผนสถิติ (Graps) คือสื่อที่ใช้แสดงเกี่ยวกับตัวเลข แผนสถิติจึงมักจะซับซ้อนและแสดงเฉพาะข้อมูลที่สำคัญ
3. ภาพโฆษณา (Poster) คือสื่อที่ประกอบด้วยลายเส้น สี สัญลักษณ์ และข้อความที่น่าสนใจ เพื่อสื่อสารขอมูลนั้น ๆ ไปยังผู้ดู มักมีลีลาและรูปแบบสะดุดตา เพื่อดึงดูดความสนใจพร้อมทั้งมีคุณสมบัติในการสื่อสารได้รวดเร็ว ภาพโฆษณามักเป็นสื่อที่ใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณ ได้แก่ การเรียกเก็บภาษีของรัฐ การโฆษณาขายของ เป็นต้น
4. แผนภาพ (Diagram) คือการเขียนโดยใช้ลายเส้นและสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อแสดงโครงสร้างพอสังเขป หรือเพื่อแสดงจุดเน้นบางจุด หรือแสดงความสัมพันธ์ ความต่อเนื่องของโครงสร้างภายในของวัสดุต่าง ๆ แผนภาพมักจะเขียนในลักษณะซับซ้อน ถ่ายทอดให้เห็นด้วยลายเส้น บางครั้งอาจย่อจนมีความเป็นนามธรรมสูง ผู้สอนจำเป็นต้องให้ความรู้เบื้องต้นหรืออธิบายประกอบด้วยความระมัดระวัง เช่น แผนภาพการต่อวงจรไฟฟ้าในไฟฉาย แผนภาพแสดง การเคลื่อนที่
5. การ์ตูน (Catoon) คือการเขียนหรือวาดภาพที่เกินความเป็นจริงเพื่อล้อเลียนบุคคลในสังคม หรือเพื่อแสดงความรู้สึก ความคิดเห็น การแสดงออกนี้มักมีอิทธิพลต่อความคิด ทัศนคติของสาธารณชน ได้แก่ การ์ตูนตลก การ์ตูนสำหรับเด็ก เป็นต้น
6. แผนที่และลูกโลก (Maps And Glooes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วัสดุสามมิติ (Three Dimensional Material)

ชลียา ลิ้มปิยากร (2536 : 80-89) กล่าวว่า วัสดุสามมิติเป็นสื่อที่มีความเป็นรูปธรรมค่อนข้างมาก ผู้เรียนสามารถสัมผัสได้ด้วยตนเอง หรือแม้แต่ชิมรสหรือดมกลิ่นในบางครั้ง จึงทำให้การเรียนรู้นั้นสมจริงสมจังน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

#### ประเภทของวัสดุสามมิติ

วัสดุสามมิติมี 5 ประเภท คือ

1. ของจริง (Real Things)
2. หุ่นจำลอง (Models)
3. ของตัวอย่าง (Specimens)
4. ของล้อแบบ (Mock-Up)
5. ตู้ Diorama

#### 1. ของจริง (Areal Things)

การใช้ของจริงประกอบการสอนจะทำให้ผู้เรียนศึกษาถึงขนาดลักษณะการทำงานรวมทั้งพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตบางอย่างได้อย่างแท้จริง ของจริงเป็นสิ่งที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพงหรืออาจได้เปล่า เพียงแต่ผู้สอนต้องสนใจและสะสมจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ของจริงแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 ของจริงที่รักษาสภาพเดิม (Unmodified Real Things) เป็นของจริงที่อยู่ในสภาพธรรมชาติหรือสภาพเดิมที่เป็นอยู่ ไม่ได้มีการเคลื่อนย้ายหรือแยกออกจากสภาพเดิม อาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น สัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่

1.2 ของจริงที่แปรสภาพจากเดิม (Unmodified Real Things) เป็นของจริงที่แปรสภาพจากสภาพธรรมชาติที่เป็นอยู่ มาจัดสภาพเสียใหม่ อาจจะใช้การแยกส่วน เหลือเฉพาะส่วนสำคัญ เช่น โครงกระดูกมนุษย์ ที่นำมาแยกส่วนและจัดใส่กล่องไว้ศึกษา โดยไม่ได้จัดไว้ในสภาพที่เป็นโครงร่างของมนุษย์ นอกจากนั้นอาจมีการแต่งแต้มเดิมสีเพื่อเน้นจุดสำคัญ หรือเขียนป้ายบอกชื่อส่วนต่าง ๆ ไว้เช่นตัวอย่างการแยกส่วนของฟันเพียง นี้อด สกรู วงล้อ ไบบัว มอเตอร์ในพัดลม ให้ผู้เรียนได้ศึกษา เป็นต้น การใช้ของจริงที่แปรสภาพจะมีความเป็นจริงน้อยกว่าการใช้ของจริงที่รักษาสภาพเดิมบ้างเล็กน้อย ของล้อแบบ(Mock-Ups) หรือของจริงตัดผ่า (Cut-Away) ก็คือของจริงที่แปรสภาพจากของเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ของตัวอย่าง (Specimen) เป็นของจริงที่เป็นตัวแทนหรือเป็นตัวอย่างของกลุ่มหรือตระกูลของของจริง ซึ่งสามารถอธิบายแทนของจริงตระกูลนั้นได้ เช่นการใช้ดอกขาเป็นของตัวอย่างในการศึกษาส่วนประกอบภายในของดอก หรือการใช้เนื้อเยื่อของกบเป็นตัวอย่างแสดงลักษณะเนื้อเยื่อของสัตว์เลือดอุ่น เป็นต้น

## 2. หุ่นจำลอง

จริยา เหนียนเฉลย (2535 : 72-73) กล่าวว่า หุ่นจำลองเป็นสิ่งแทนของจริง เพราะในการสอนที่ผู้สอนจะวาดภาพบนกระดานดำหรือเป็นเพียงแสดงถึงหลักการหรือภาพพจน์ของวัสดุนั้น ๆ แต่หุ่นจำลองจะสามารถครอบคลุมทั้งหลักการ รูปร่าง และยังสามารถแสดงการทำงานได้ด้วย นอกจากนี้หุ่นจำลองยังนำมาขยายส่วนให้ใหญ่หรือเล็กกว่าของจริง ซึ่งอาจไม่สะดวกที่จะนำมาดูห้องเรียน หุ่นจำลองอาจจะเป็นสิ่งที่ใช้เวลายาวนานในการผลิต หรือสิ่งง่าย ๆ ที่สื่อความเข้าใจได้

### ประเภทของหุ่นจำลอง

2.1 หุ่นทรงภายนอก (Solid Model) แสดงเฉพาะรูปร่าง ทรวดทรงภายนอกเท่านั้น เน้นในเรื่องสัดส่วน สี พื้นผิว หรือลวดลาย แต่อาจจะมีขนาดผิดไปจากของจริงได้ เช่น หุ่นจำลองผลไม้

2.3 หุ่นเท่าของจริง (Exact Model) มีขนาด รูปร่าง และรายละเอียดต่าง ๆ เท่าของจริงทุกประการ

2.4 หุ่นจำลองแบบขยายหรือย่อส่วน (Enlarged or Reduced Model) เป็นหุ่นจำลองที่ย่อหรือขยาย ให้เป็นสัดส่วนกับของจริง บางครั้งก็เรียกหุ่นจำลองแบบมาตราส่วน เช่น หุ่นจำลองอาคาร

2.5 หุ่นจำลองแบบผ่าซีก (Cut-Away Model) แสดงให้เห็นโครงสร้างภายใน โดยอาจจะตัดพื้นผิวบางส่วนออกไป เช่น หุ่นจำลองเตาหลอม

2.6 หุ่นจำลองแบบแยกชิ้นส่วน (Build-Up Model) เป็นหุ่นจำลองที่แสดงให้เห็นส่วนประกอบต่าง ๆ จากภายนอกถึงภายในโดยแยกเป็นส่วน ๆ และสามารถประกอบเข้าในลักษณะเดิมได้ เช่น หุ่นจำลองแสดงอวัยวะภายในของมนุษย์

2.7 หุ่นจำลองแบบเคลื่อนไหวหรือทำงานได้ (Working Model) แสดงกลและการทำงานเหมือนของจริง เช่น หุ่นจำลองเครื่องจักรไอน้ำ

2.8 หุ่นจำลองแบบเลียนของจริง (Mock-Up Model) หุ่นประเภทนี้จะใช้ชิ้นส่วนรูปร่างและการทำงานเหมือนของจริงทุกอย่าง อาจจะใช้ในการสอนแบบจำลองสถานการณ์ เช่น จำลองการฝึกหัดในเครื่องบินของนักบิน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ของตัวอย่าง (Specimens)

ชลिया ลิมปิยากร (2536 : 81) เป็นของจริงที่เป็นตัวแทนหรือเป็นตัวอย่างของกลุ่มหรือตระกูลของจริง ซึ่งสามารถใช้อธิบายแทนของจริงตระกูลนั้นได้ เช่น การใช้ดอกชบาเป็นของตัวอย่างในการศึกษาส่วนประกอบภายในของดอก หรือการใช้เนื้อเยื่อของกบเป็นตัวอย่างแสดงลักษณะเนื้อเยื่อของสัตว์เลื้อยคืบ เป็นต้น

### 4. ของลือแบบ (Mock-Up)

ชลिया ลิมปิยากร (2536 :86) ของลือแบบเป็นการเลียนแบบของจริงและสามารถแสดงการทำงานได้เพื่อใช้ประโยชน์ในการฝึกภาคปฏิบัติ ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกภาคปฏิบัติเหมือนอยู่ในสถานการณ์จริง แต่ของลือแบบจำลองเฉพาะส่วนที่ต้องการใช้เท่านั้น เพื่อให้ผู้เรียนสนใจเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่ง ไม่สับสนหรือกังวลกับส่วนที่ไม่ต้องการ มักจำลองลือแบบในการใช้งาน

### 5. ตู้อัตรทัศน์ (Dioramas)

ชลिया ลิมปิยากร (2536 : 87-88) กล่าวว่า อัตรทัศน์ หมายถึง สื่อที่จำลองเรื่องราวด้วยการใช้วัสดุสามมิติ ลงในกล่องที่เปิดด้านหน้า และจัดเป็นฉากให้สอดคล้องกับสภาพเหตุการณ์นั้น ๆ การจัดจะต้องจัดให้มีความรู้สึกหรือมิติที่ 3 จัดย่อส่วนของจริงให้เล็กลงแต่ต้องมีสัดส่วนที่เหมือนจริง มักใช้อัตรทัศน์ในวิชาประวัติศาสตร์ เพื่อแสดงให้เห็นบุคคลมีต่าง ๆ การจำลองเหตุการณ์ด้วยการจัดแสดงละครหรือการแสดงบทบาทนั้น ต้องมีการเตรียมการและใช้พอสมควร จึงทำให้ไม่สะดวกในบางครั้ง การจัดจำลองเหตุการณ์ไว้ในตู้อัตรทัศน์จึงใช้ทดแทนได้ในบางกรณี

## 2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของไข่

### โครงสร้างของไข่ทั้งฟอง

ไข่ทั้งฟองของสัตว์ปีกต่าง ๆ รวมทั้งเป็ด ไก่ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ใหญ่ ๆ คือ เปลือกไข่ ไข่ขาว ไข่แดง มีสัดส่วนใกล้เคียงกันทุกฟอง จะมีปริมาณต่างกันตามขนาดและชนิดสัตว์ปีก

ตารางที่ แสดงโครงสร้างของไข่ทั้งใบของสัตว์ปีก

ชนิด	น้ำหนัก กรัม	ไข่ขาว %	ไข่แดง %	เปลือกไข่ %
ไข่ห่าน	200	52.5	35.1	12.4
ไข่เป็ด	80	52.6	35.4	12.0
ไข่ไก่	58	55.8	31.9	12.3
ไข่นกพิราบ	17	74.0	17.9	8.1

ที่มา : สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, 2519 : หน้า 10

อาจประมาณได้ว่าไข่ไก่ฟองหนึ่ง ๆ จะมีไข่ขาวอยู่ 6 ส่วน ไข่แดง 3 ส่วน และเปลือก ซึ่งแสดงภาพโครงสร้างของไข่ดังนี้

1. ไข่ขาว

ไข่ขาวเหลว  
ไข่ขาวข้น  
ไข่ขาวเหลว  
เยื่อหุ้มไข่แดง  
ขี้ไข่แดง

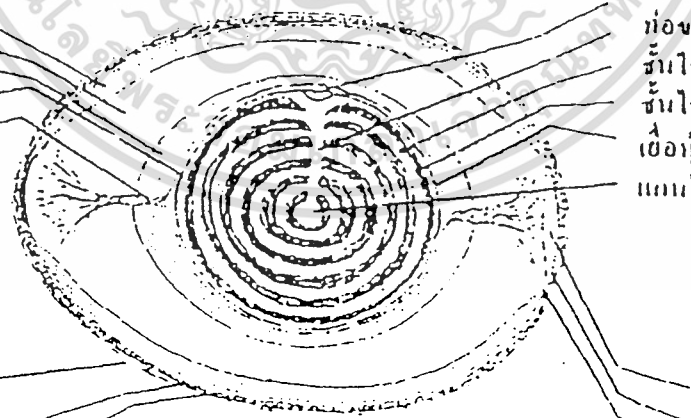
2. เปลือกไข่

ผิวเปลือก  
เปลือกชั้นแข็ง  
เปลือกชั้นโปร่ง

3. ไข่แดง

จุดน้ำโกลด์  
ท่อของแกนไข่แดง  
ชั้นไข่แดงสีจาง  
ชั้นไข่แดงสีเข้ม  
เยื่อหุ้มไข่แดง  
แกนไข่แดง

ช่องอากาศ  
เยื่อชั้นนอก  
เยื่อชั้นใน



ภาพที่ 1 ภาพตามยาวแสดงส่วนต่าง ๆ ภายในไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับคนที่มา : สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, 2529 : หน้า 11 ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไข่ไก่เป็นศักย (Potential Ability) หรือแหล่งเริ่มต้นที่ช่วยให้ชีวิตลูกไก่ได้เจริญเติบโตขึ้นมา ธรรมชาติได้สร้างสรรค์ให้แต่ละองค์ประกอบในไข่นั้นมีหน้าที่เฉพาะอย่างและสำคัญต่อการที่จะเป็นสิ่งที่ช่วยประคับประคองหล่อเลี้ยงชีวิตลูกอ่อนให้เจริญเติบโตขึ้นได้โดยปกติและปลอดภัย

ภายในฟองไข่ เซลล์ต้นกำเนิดของชีวิตใหม่อยู่ที่ฐานเชื้อลูกไก่ (Blastoderm) ตรงจุดนี้ของไข่ที่มีเชื้อตัวผสมแล้ว จะเป็นจุดเริ่มต้นของไซโกทที่จะเจริญเป็นลูกอ่อนหรือเอ็มบริโอ อยู่ชิดกับไข่แดงซึ่งเป็นแหล่งคลังอาหารต่าง ๆ เอ็มบริโอนี้บางคนก็เรียกว่าเชื้อลูกไก่

ไข่ขาวมีลักษณะกึ่งของเหลว มีหน้าที่โดยธรรมชาติในการป้องกันการกระทบกระเทือน ป้องกันความร้อนหนาวแก่เชื้อลูกไก่ทั้งไข่ขาวและไข่แดงเป็นอาหารหล่อเลี้ยงชีวิตใหม่ไปจนกว่าชีวิตนั้นจะเจริญเติบโตจนสมบูรณ์ออกจากไข่

ชั้นนอกของไข่ได้แก่เปลือก เปลือกเป็นเสมือนเกราะป้องกันการกระทบกระเทือนแก่ลูกไก่ เป็นที่อากาศถ่ายเทระหว่างภายในกับภายนอกไข่และเป็นที่ช่วยเก็บรักษาอาหารกับน้ำสำหรับลูกไก่ในไข่ที่กำลังฟักตัวอยู่

### ลักษณะภายนอกของไข่

ดูจากภายนอกของไข่ สิ่งที่เราเห็นและวัดได้คือรูปทรง ขนาด สี กับลักษณะของเปลือก ลักษณะภายนอกเหล่านี้มีความแตกต่างกันมากบ้างน้อยบ้าง แล้วแต่พันธุ์ แล้วแต่หน้าที่ทางสรีรภาพของไข่เองแล้วแต่สิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นตัวสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้ไข่มีลักษณะต่างจากปกติ

**รูปทรงของไข่** ไข่มีรูปทรงต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็นรูปไข่คือข้างหนึ่งป้านข้างหนึ่งแหลม ไข่จากแม่ไก่บางตัวอาจกลมหรือยาว หรือสองข้างแหลม หรือมนเท่า ๆ กัน ความแตกต่างของรูปทรงไข่มีต้นเหตุมาจากพันธุกรรมกับสรีระของตัวไก่ (Physiological factors)

**สีของเปลือกไข่** เนื่องจากพันธุกรรมสีเปลือกไข่อาจขาว เขียว เหลือง หรือน้ำตาลอ่อนแก่ มากน้อยต่างกัน การเปรียบเทียบสีเปลือกไข่มีหลายวิธี เช่น วิธี Ridgeway Color Standard การที่จะให้ไข่สีเดียวกันทั้งหมดก็ต้องเลี้ยงไก่พันธุ์เดียวกัน แม้กระนั้นสีก็ยังมี ความแตกต่างกันเนื่องจากแต่ละตัว เช่น ไก่บางตัวมีไข่สีเข้ม บางตัวก็มีไข่สีจาง

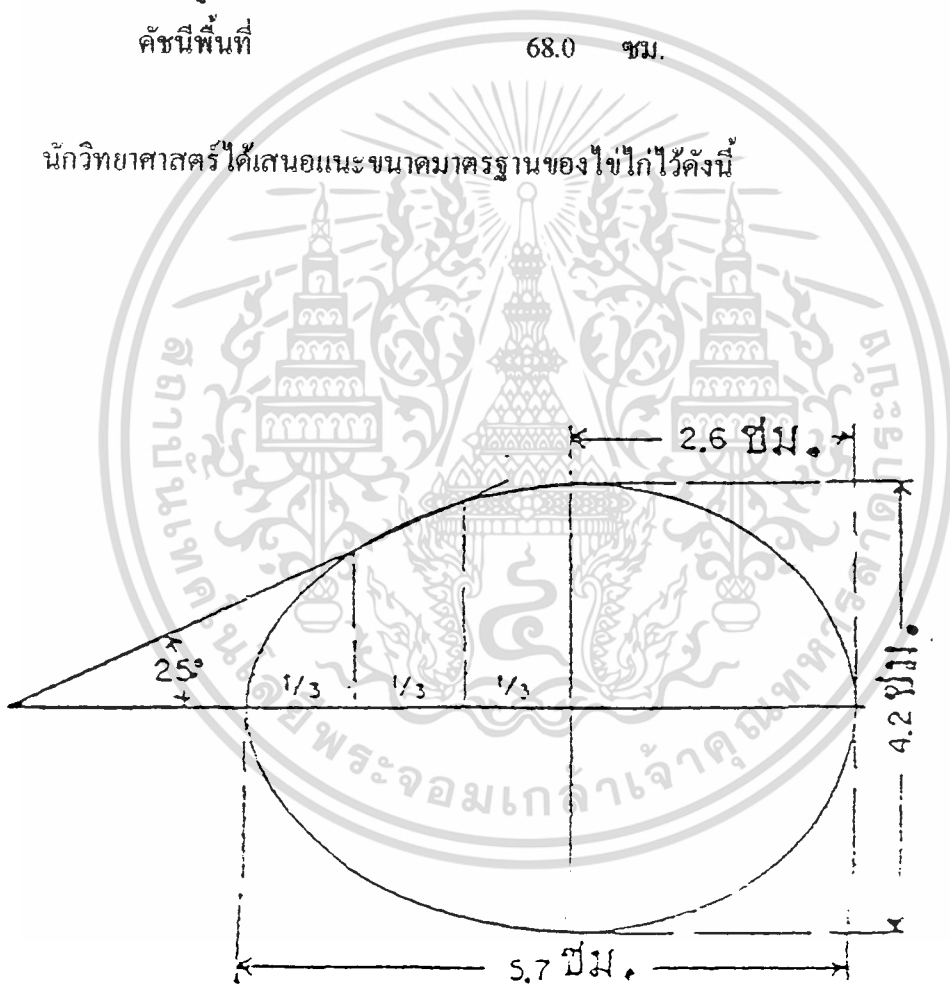
### ขนาดไข่

ขนาดของไข่มีหลายขนาด ใหญ่เล็กแตกต่างกัน สาเหตุ มักเนื่องมาจากพันธุกรรม ฤดูกาล โรค อายุ ฯลฯ

ขนาดของไข่มุกรฐานมีรายงานกำหนดไว้ดังนี้

น้ำหนัก	50.0	กรัม
ปริมาตร	53.0	ซีซี
ความถ่วงจำเพาะ	1.09	
เส้นรอบวงตามยาว	15.7	ซม.
เส้นรอบวงตามกว้าง	13.5	ซม.
ดัชนีรูปทรง	74	
ดัชนีพื้นที่	68.0	ซม.

นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนะขนาดมาตรฐานของไข่มุกรดังนี้



ภาพที่ 2 แสดงขนาดมาตรฐานของไข่มุกร

ที่มา : สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, 2519 : หน้า 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่าจะเป็นไขขนาดใหญ่อหรือเล็ก ส่วนต่าง ๆ ภายในไขจะมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน ไขฟองโตมีปริมาตรของส่วนต่าง ๆ มากกว่าไขฟองเล็ก แต่จะมีสัดส่วนไขแข็งมากขึ้นบ้าง ส่วนเปลือกไขนั้นตามปกติจะมีสัดส่วนใกล้เคียงกันตามขนาดของไขในกรณีที่มีไขขาดโภชนะสำคัญ ๆ ในอาหารที่กินเข้าไป เช่น ขาดวิตามินดีหรือกรดไขมันบางอย่างสัดส่วนต่าง ๆ นั้นมีมาก ภายในไขก็ย่อมแตกต่างกันมากขึ้นจากปกติ

### ลักษณะของเปลือก

ผิวเปลือกไขมีความแตกต่างกันมากแม้ในไขไก่พันธุ์เดียวกัน บางฟองผิวเกลี้ยง บางฟองผิวขรุขระหยาบด้าน ส่วนลักษณะผิวที่อยู่ระหว่างกลาง ๆ นั้นมีมาก ผิวที่เป็นริ้วรอยหรือผิวที่มีราศูหินปูนขรุขระทางด้านใดด้านหนึ่งนั้นจะพบมากในไขไก่ทั่วไปผิวไขทั่ว ๆ ไปจะเกลี้ยงกลา ถ้าเป็นไขออกใหม่ 1-2 วันแรกจะมีนวลไขติดอยู่ด้วย ความแตกต่างกันของลักษณะผิวเปลือกนี้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิของบรรยากาศ อาหารและยา ยาบางอย่างทำให้ผิวไขขรุขระเป็นหลุมเป็นบ่อเล็ก ๆ อาหารไก่ที่มียา sulphonamides อยู่ 0.3-0.5% ก็มักทำให้ผิวเปลือกไขผิดปกติไปได้ sulphonamides พวก sulphathiazole, sulphamerazine จะเป็นตัวสลดการทำงานของต่อมที่สร้างเปลือกไขน้อยกว่าพวก sulphanilamide

สำหรับยามาแมลงประเภท DDT นั้นมีผลเพียงเล็กน้อยต่อหน้าหน้าไข และคุณภาพของเปลือก ความเข้มข้นของ DDT 10 ถึง 50 ส่วน ที่มีอยู่ในอาหารส่วนไม่เบีรผลเสียหายต่อการไข การผสมติด และการฟักออกของไข (Hellen และคณะ ; 1973)

### ลักษณะภายในของไข

ภายในไขแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ เปลือก ไขขาว และไขแดง สัดส่วนต่าง ๆ นี้ของไขแต่ละฟองมีจำนวนใกล้เคียงกัน ไขที่เก็บไว้ซึ่งนานน้ำในไขก็จะระเหยออกจากไขมากขึ้น เป็นเหตุให้เกิดช่องอากาศที่ได้เปลือกด้านป้าน ยิ่งขยายโตขึ้น

เราใช้ส่วนที่อยู่ใต้เปลือกทั้งหมดเป็นอาหารนอกจากเชื้อหุ้มไข ได้แก่ไขแดงและไขขาว เมื่อคิดหักจำนวนของเปลือกและเยื่อติดเปลือกแล้ว ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้จะมีอยู่ประมาณ 89% ของน้ำหนักทั้งเปลือก หน้าทีของเปลือกไขนอกจากจะเป็นที่อากาศผ่านเข้าออกและน้ำระเหยออกจากไข เปลือกไขหรือโครงสร้างของไขยังช่วยเก็บรักษาไขแดงและไขขาวที่อยู่ภายในให้สะอาดบริสุทธิ์ จนกว่าจะตอขเปลือกไขออก ดังนั้นถ้าเปลือกไขไม่ดี ไขแดงไขขาวจะสูญเสียขงนั้นหน้าทีสำคัญองเปลือกไขข้อแรกคือช่วยรักษาคุณภาพภายในของไขไม่ให้เสื่อมเสียได้ง่าย

### เปลือกไข

ไขที่ออกมาใหม่ ๆ เปลือกไขค่อนข้างจะโปร่งแสง ต่อมาจะตอข ๆ ขุ่นทึบแสงลงถ้าใช้เครื่องส่องไขดูจะเห็นมีลักษณะตามแสงผ่านเป็นจุดเล็ก ๆ ในบริเวณใต้เปลือกทั้งนี้เนื่องจากการเอกสารนเป็นเอกสารทสงวนไวสำหรับกรเิงงานเพื่อกการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมตัวของโปรตีนจนเป็นชั้นหรือเป็นแผ่น ๆ ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยเก็บรักษาความชื้นและยังเป็นส่วนที่แสงผ่านได้สะดวกกว่าส่วนอื่น ๆ

เปลือกไข่เป็นพวกหินปูนแข็งเรียบติดแน่นติดกับเยื่อหุ้มไข่ชั้นนอก จะแยกเปลือกไข่จากชั้นนี้ได้ยาก ความหนาของเปลือกมักขึ้นอยู่กับขนาดของไข่ ไข่ใหญ่มีเปลือกหนากว่าไข่เล็ก ทั้งนี้ข้อมแล้วแต่ไก่แต่ละตัว พันธุ์ อาหารและฤดูกาลอีกด้วย ไก่พื้นเมือง ไก่ป่า มีเปลือกหนากว่าไก่พันธุ์แท้ต่าง ๆ หรือ ไก่สายพันธุ์ใหม่

หน้าที่ของเปลือกไข่โดยธรรมชาติต้องทนรับน้ำหนักแม่ไก่เวลากกกฟักไข่ และมีความบางพอที่ลูกไก่จะเจาะคืบออกไปจากเปลือกนี้ได้ เปลือกไข่ยังต้องจะโปร่งพอที่จะให้เชื้อลูกไก่ได้อากาศหายใจและต้องหนาพอที่จะป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ไม่ให้เข้าไปในไข่ได้และยังมีหน้าที่ไม่ให้ความชื้นหนีหายไค้ง่าย นอกจากนี้โดยธรรมชาติเปลือกไข่ยังต้องมีอินทรีย์สารต่าง ๆ มากพอที่จะเป็นแร่ธาตุไปหล่อเลี้ยงเชื้อลูกไก่ให้เติบโตได้อีกด้วย

ถ้าเปลือกไข่แบบนี้ไม่มีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักกดทับหรือกระทบกระเทือนธรรมชาติได้สร้างให้เปลือกไข่โค้งติดกับเยื่อหุ้มไข่และโค้งกันลดหลั่นเป็นรัศมี (Radial) จากศูนย์กลางไข่ด้วยการเรียงตัวของผลึกธาตุปูน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 พวก พวกหนึ่งมีประมาณ 1/5 เป็นโครงสร้างของเปลือกประกอบด้วยอินทรีย์สารต่าง ๆ ที่มีหน้าที่เชื่อมระหว่างเซลล์ (Organic Matrix) เป็นโปรตีนแบบเดียวกับพังผืดและกระดูก (collagen-like) ที่ประสานโยงยึดกัน พวกที่สองเป็นส่วนประกอบของ อินทรีย์สารต่าง ๆ มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแคลเซียมคาร์บอเนต มีอยู่มากที่ด้านนอกเคลือบคลุมเป็นเนื้อพื้น ของเปลือกทั้ง 2 พวกนี้สร้างมาจากท่อไข่ส่วนล่าง (uterus) ของท่อไข่ (Oviduct)

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเปลือกไข่มีดังนี้

1. เคลือบผิวไข่ (cuticle)
2. เปลือกชั้นนอก (spongy layer)
  - 2.1 ผิวเปลือก (mammillary knob or mammilla)
  - 2.2 ปากรูพื้นเปลือก (mammillary core)
3. เปลือกชั้นใน (mammillary layer)
4. เยื่อเปลือกไข่ (shell membrane)

เปลือกไข่ประกอบด้วยชั้นสำคัญ ๆ 2 ชั้นคือเปลือกชั้นนอกเรียกว่า spongy layer กับเปลือกชั้นในเรียกว่า mammillary layer ชั้นนอกเป็นแคลเซียมในรูปผลึกของหินปูนตั้งตรงทางแกนยาวของผลึกกับผิวเปลือก เป็นชั้นที่แข็งที่สุดและแน่นที่สุด

**เกลือบผิวใบ (Cuticle)** เป็นชั้นเยื่อมีวชิินที่บางฉาบเคลือบอย่างหนาแน่นกับผิวนอกของเปลือกมีคุณสมบัติให้ก๊าซผ่านเข้าออกได้

**เม็ดสีที่เปลือกใบ (Pigments)** สีที่เปลือกใบเกิดจากเม็ดสีของเม็ดโลหิตแดง และยังมีที่เยื่อเปลือกใบอีกเล็กน้อย เปลือกใบสีเขียวบริสุทธิ์ก็ยังมีเม็ดสีอย่างเดี่ยวหรือหลายอย่างที่เราเห็นเปลือกใบมีสีนั้น เพราะเม็ดสีเหล่านี้อยู่ปะปนกับเกลือบผิวของเปลือกใบและส่วนใหญ่จะกระจายอยู่บนผิวเปลือกชั้นนอก ส่วนที่เปลือกชั้นใน มักเป็นเม็ดสีเหล่านี้อยู่น้อย

**เปลือกชั้นนอก (Spongy Layer)** เปลือกชั้นนี้เป็นเปลือกชั้นนอกที่ฉาบติดกับเปลือกชั้นในแทนที่จะมีโครงสร้างแบบฟองน้ำตามความหมายของชื่อนี้ ตรงกันข้ามมันกลับเป็นชั้นที่ผนึกกันแน่น และมีรูเล็ก ๆ จำนวนมากเชื่อมโยงจากชั้นในมาเปิดที่ชั้นนี้เป็นรูพรุนแบบฟองน้ำแต่แข็งแรงมาก ชั้นเปลือกนี้จะอ่อนนุ่มแบบฟองน้ำสมชื่อก็คือเมื่อถูกกรดละลายเกลือบผิวออกไปเท่านั้นเปลือกชั้นนอกนี้ให้ความเป็นรูปทรงและความแข็งแรงแก่เปลือกใบ

**เปลือกชั้นใน (Mammillary Layer)** เป็นชั้นที่บางของเปลือก อยู่ติดกับเยื่อหุ้มใบชั้นนอกประกอบด้วย ปุ่มพื้นเปลือกหยาบ ๆ ที่มีรูปร่างต่าง ๆ ตั้งแต่ทรงรูปไข่ถึงทรงกลม ปุ่มเหล่านี้ผนึกเป็นชั้นเคี้ยวอยู่ติดกับเยื่อหุ้มใบ ปลายปุ่มผายออกไปเปิดที่เยื่อหุ้มใบชั้นในเป็นทางผ่านของอากาศให้กระจายไปทั่วเปลือกชั้นนี้ ไปสู่บริเวณปลายปุ่มพื้นเปลือก

**ปุ่มพื้นเปลือก** ประกอบด้วยเกลือบผิวที่ไม่เป็นผลึกกระจายอยู่รอบผิวพื้นโปรตีนของเปลือกในใบต่าง ๆ ผิวพื้นโปรตีนเหล่านี้มีลักษณะของผ้าใยเรียงรายอยู่ได้ปุ่มหินปูน ขนาดและรูปร่างของปุ่มพื้นเปลือกและการเรียงตัวของพื้นเปลือกจะแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์ปีก ความหนาของเปลือกชั้นในประมาณ 0.11 มม. หรือเป็นเนื้อที่ประมาณ 1/3 ของความหนาของผิวพื้นใบทั้งฟอง ความสูงของแต่ละปุ่มเหล่านี้แล้วแต่ความหนาของเปลือกชั้นใน เส้นผ่าศูนย์กลางของแต่ละปุ่มประมาณ 0.096-0.144 มม.

ความหนาและความพรุนของเปลือกใบ มีประโยชน์มากต่อการสกัดกั้นการแทรกซึมของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ตลอดจนการรักษาคุณภาพภายในของใบด้วย

ความพรุนของใบไม่แต่จะเป็นทางผ่านของออกซิเจนกับคาร์บอนไดออกไซด์ยังเป็นด่านสกัดกั้นจุลินทรีย์ต่าง ๆ และมีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักกดทับของตัวแมลงอีกด้วย

**รูเปลือก(Pores)** มีลักษณะเป็นรูปร่างต่าง ๆ ตั้งแต่รูปไข่ถึงกลม รูเปลือกเชื่อมโยงจากภายนอกเข้าไปถึงเยื่อเปลือกใบ ขนาดของรูมีขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่เห็นได้ด้วยตาเปล่าไปจนถึงขนาดเล็กมาก ต้องดูด้วยกล้องขยาย รูเหล่านี้ไม่เป็นระยะ และไม่มีความสม่ำเสมอ

โดยธรรมดาจำนวนรูที่เปลือกใบมีอยู่ประมาณ 7,500 รู ใบห่านมีจำนวนรูเหล่านี้น้อยกว่า

ใบไก่ ใบเป็ดมีจำนวนรูต่อตารางเซนติเมตรมากกว่าของใบไก่ แม้ในใบต่างพันธุ์กันมีจำนวนรูต่างไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันมาก ไข่ของไก่ที่เริ่มไข่ฟองแรก ๆ และที่คั้งคั้นไข่รอบใหม่มีน้ำหนักสูญหายน้อยกว่าไข่ฟองหลัง ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีรูจำนวนน้อยกว่าหรือเล็กกว่าก็ได้ จำนวนรูเหล่านี้มีมากที่ตอนด้านป้านและกลาง ๆ เปลือก ที่ด้านแหลมมีจำนวนรูน้อยลง

**เยื่อเปลือกไข่ (Membranes)** เยื่อหุ้มไข่แบ่งออกเป็น 2 ชั้นกระชับติดกับเปลือกไข่จนเป็นรูปทรงเช่นเดียวกัน

เยื่อชั้นใน (Membran Putaminis) ล้อมรอบไข่ขาวส่วนนอก ที่ส่วนหัวท้าย ไม่มีเส้นใยมิวซิน (Mucin Fiber) ของไข่ขาวชั้น (Albuminous Sac) มาเชื่อมติดอยู่เรียกว่า ligamenta albuminis โดยทั่ว ๆ ไปเยื่อชั้นในและนอกมีสิ่งเชื่อมติดกันยกเว้นที่ส่วนป้านอันจะเกิดเป็นช่องอากาศของไข่ (air cell) เมื่อไข่นั้นอายุมากขึ้น

เยื่อชั้นนอก (Membranna testa (testa, Latin, shell)) อยู่ระหว่างเยื่อชั้นในกับเปลือกชั้นนี้ ผลึกแน่นกับเปลือกชั้นใน

**ช่องอากาศของฟองไข่ (Air Cell)** ไข่ที่ออกจากกันไก่อมาใหม่ ๆ ยังไม่มีช่องอากาศเกิดขึ้น ต่อมาเมื่อไข่นั้นเย็นลงก็จะค่อย ๆ มีช่องอากาศขึ้นทางด้านป้าน โดยที่เยื่อชั้นใน 2 ชั้นของเปลือกไข่นั้นแยกออกจากกัน ด้านที่ติดกับเปลือกนั้นคงอยู่กับที่ ส่วนด้านที่ติดกับไข่ขาวจะแยกออกห่างตามการหดตัวของไข่ขาว จนเกิดเป็นช่องอากาศขึ้นเมื่อ ไข่มีอายุมากขึ้นช่องอากาศหรือช่องลมนี้จะใหญ่ขึ้น

ขนาดของช่องอากาศนี้แตกต่างกันตามลักษณะผิวเปลือกไข่ อายุไข่หรือความเก่าใหม่ของไข่ และอุณหภูมิกับความร้อนที่แวดล้อมอยู่ ขนาดของช่องอากาศนี้ไม่สัมพันธ์กับขนาดของไข่ ในไก่อเล็กฮอร์นไข่จะมีช่องอากาศกว้างประมาณ 1.5 ซม. สำหรับไข่ที่เล็กกว่าจะมีขนาดของช่องอากาศประมาณ 1.3 ซม.

ความสูงของช่องอากาศของไข่แคนโตนิสประมาณ 0.15 ซม. ความสูงของช่องอากาศในไข่เล็กฮอร์นประมาณ 0.4 ตารางเซนติเมตร

ช่องอากาศเกิดขึ้นได้อย่างไร ตามความเห็นทั่ว ๆ ไปว่ามันเกิดจากการค่อย ๆ เย็นตัวของเปลือกไข่กับเนื้อไข่ ซึ่งลดระดับอุณหภูมิลงจากระดับอุณหภูมิในตัวแม่ไก่ เมื่อไข่ออกมาจากแม่ไก่ไข่จะเริ่มเย็นตัวลงจนถึงระดับเดียวกับอากาศที่แวดล้อมอยู่ เปลือกไข่หดตัวได้น้อยกว่าเนื้อไข่จึงทำให้เกิดช่องอากาศขึ้น การเกิดช่องอากาศนี้ไม่เกี่ยวกับขั้วไข่แดง(chalazae) หรือไข่แดง

การที่ช่องอากาศอยู่ทางด้านป้านจึงมีอากาศไว้สำหรับเชื้อลูกไก่ไว้หายใจ นี่เป็นเรื่องของธรรมชาติ ไข่ฟักในปลากระดี่หัวลูกไก่จะอยู่ใกล้ช่องอากาศนี้ ถ้าช่องอากาศอยู่ทางด้านแหลมของไข่ เชื้อลูกไก่ก็จะตายอยู่ในเปลือก เนื่องจากขาดอากาศหายใจ โดยปกติที่ด้านป้านมีรูอากาศมากกว่าบริเวณอื่น ๆ ของไข่ ช่วยให้อากาศเข้าออกที่ด้านนี้ได้สะดวกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในไข่** สิ่งที่อยู่ถัดเยื่อหุ้มไข่ชั้นในเข้าไปได้แก่ไข่ขาวและไข่แดง ซึ่งโดยธรรมชาติทั้งไข่แดงและไข่ขาวเป็นอาหารสำรองห่อหุ้มจุลเจริณู (blastoderm) จากการผสมกันของไข่กับอสุจิก็เป็นไซโกท ซึ่งมีเซลล์เดียว ต่อมาก็อวเซลล์เป็นเอ็มบริโอหรือตัวอ่อน ขณะที่ไข่ออกมาใหม่ ๆ จะมีหน่วยเซลล์ที่ได้ทวีจำนวนเซลล์เป็นหลายร้อยเซลล์แล้ว เซลล์เหล่านี้ได้อาศัยไข่แดงและไข่ขาวเป็นอาหารหล่อเลี้ยงสร้างความเจริญเติบโตและอาศัยเป็นสิ่งที่กันกระแทกกระเทือนป้องกันอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอกไข่เพื่อให้ชีวิตใหม่นี้ได้เจริญเป็นตัวคนขึ้นมาโดยสมบูรณ์

**ไข่ขาว (Albumen)** ที่เรียกว่าไข่ขาวก็เพราะเวลาตกถลิม (coagulation) จะเป็นสีขาว ปริมาณไข่ขาวมีประมาณ 60% ของเนื้อไข่ทั้งฟอง ไข่ขาวที่มีสีเหลืองอ่อนเนื่องจากสีของโอโวเฟลวิน (ovoflavin)

บางทีฟองไข่บางฟองก็มีสีชมพูหรือสีเขียวย่ออ่อน เนื่องจากอาหารบางชนิดที่ใช้เลี้ยงไก่ ไข่ขาวนี้มีส่วนที่เหลวใสกับส่วนที่ข้น และยังมีส่วนที่ข้นอีกส่วนหนึ่งที่ห่อหุ้มไข่แดงกับที่เย็นขั้วไข่แดง

ส่วนต่างๆ ของไข่ขาว แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ไข่ขาวใสชั้นนอก (outer liquid)	23.2%
ไข่ขาวใสชั้นใน (inner liquid)	16.8%
ไข่ขาวข้น (dense albumen)	57.8%
เยื่อขั้วไข่แดง (chalaziferous)	27.0%

**เยื่อขั้วไข่แดง (Chalaziferous)** ประมาณ 40% ของไข่ขาวเป็นส่วนที่ค่อนข้างใสเหลว ที่เหลือคือ ไข่ขาวข้น ที่มาห่อหุ้มโดยรอบเยื่อหุ้มไข่แดง (vitelline membrane) และมีส่วนที่เป็นขั้วไข่แดง ซึ่งขมวดเป็นเกลียวอยู่ที่หัวท้ายตามแกนยาวของไข่แดง น้ำหนักของเยื่อขั้วไข่แดงในไข่ฟองหนึ่งหนักไม่เกิน 1 กรัม น้ำหนักของขั้วทั้งสองข้างนี้ ประมาณ 0.15 กรัม

ขั้วไข่แดงนี้เกิดขึ้นตั้งแต่อยู่ในตัวไก่ ขณะที่ไข่ตกสู่ท่อปากแคระ กลับมาที่ตอนต้นของท่อไข่ ไข่ขาวชั้นส่วนนี้จะม้วนตัวไปตามการกลิ้งของไข่แดง จึงมีลักษณะเป็นสายวุ้นชั้น ๆ คล้ายเกลียวเชือก ตรงอยู่ที่หัวท้ายของไข่แดง ทำหน้าที่เป็นสายท่อนรักษาสมดุลของไข่แดง เนื้อของขั้วไข่แดงเป็นเส้นใยคล้ายพวกมิวซินิคและห่อหุ้มเยื่อหุ้มไข่แดง (vitellinemembrane) ขั้วที่อยู่ด้านแหลมเรียกว่า cloacal chalaza มีลักษณะเส้นใยยาวและใหญ่กว่าด้านป้านซึ่งเรียกว่า infundibular chalaza

**ไข่ขาวใสชั้นใน (Innre Liquid Layer)** เป็นชั้นไข่ขาวและใสปริมาณ 16.8% ของไข่ขาว ทั้งหมดภายในชั้นนี้ไม่มีเส้นใยมิวซินิน (mucim fiber) อยู่ด้วยเลย เป็นชั้นที่เยื่อขั้วไข่แดงโยงยึดไข่แดงให้ลอยอยู่ตรงกลางฟองไข่

**ไข่ขาวชั้น (Dense Albumen)** อยู่ถัดไข่ขาวใสชั้นในออกมา เป็นชั้นหรือถุงไข่ขาว ชั้นๆ ที่ห่อหุ้มไข่แดงกับไข่ขาวตอนใน ความชื้นของตัวมันจะช่วยประคองไข่แดงและน้ำไข่ขาวตอนในให้แขวนลอยอยู่ และให้พื้นอันตรรกะจากการกระทบกระทั่ง ไข่ขาวส่วนนี้มีปริมาณประมาณ 57.3% ของจำนวนไข่ขาวทั้งหมด เส้นใยมิวซินของชั้นนี้เป็นส่วนประกอบสำคัญของไข่ขาวชั้นและไปเชื่อมยึดกับเยื่อหุ้มไข่ชั้นในที่ด้านป้านกับด้านแหลมของฟองไข่

**ไข่ขาวใสชั้นนอก (Outer Liquid Layer)** มีปริมาณ 23.2 % ของปริมาณของไข่ขาวทั้งหมด อยู่รอบ ๆ ด้านข้างของไข่ขาวส่วนชั้น เว้นแต่ที่ตรงหัวและท้ายของฟองไข่ ส่วนประกอบของไข่ขาวใสชั้นนี้เช่นเดียวกับชั้นในผิดกันแต่มีเส้นใยมิวซินเล็กน้อย

#### **เยื่อหุ้มไข่แดง (Vitelline Membrane)**

ไข่แดงห่อหุ้มด้วยเยื่อหุ้มไข่แดง (yolk membrane หรือ membrane vitelline) มีความหนาประมาณ 0.024 มม. เยื่อนี้บางอ่อนนุ่ม ทำให้ฟองหรือหุดได้ เยื่อนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ชั้นกลางหนาเท่ากับชั้นนอกและในรวมกัน

**ไข่แดง (Yolk Or Vitellus)** ไข่แดงเป็นองค์ประกอบสำคัญของไข่ เป็นที่สะสมอาหารสำหรับพล่อเลี้ยงชีวิตใหม่และเป็นทีประคองประกอบบลาสโตเดิม (blastoderm) ที่เป็นจุดตั้งต้นเจริญเติบโตของเชื้อลูกไก่ ไข่แดงมีรูปทรงกลม สีเหลืองถึงสีส้ม ตามปกติในไข่ใหม่ ไข่แดงจะลอยอยู่กลางไข่ ห่อหุ้มด้วยเยื่อหุ้มไข่แดงซึ่งเหนียวบางและใส

ขั้วไข่แดง ที่หัวท้ายของไข่เป็นสิ่งที่โยงยึดให้ไข่แดงเพียงหมุนตัวได้ในวงจำกัดเฉพาะตามแนวแกนกลางเท่านั้น และให้หมุนตัวไปได้สุดเท่าที่ขั้วทั้งสองนี้จะบิดไปสุดตัวได้ราวอีก 1 รอบเท่านั้น ไข่ที่ออกจากแม่ไก่ใหม่ ๆ นั้นไข่แดงจะมีความอวบจัมพะมากกว่าไข่เก่า ฉะนั้นเวลาส่องดูจะเห็นว่ามันจัมต่ำกว่าระดับล่างของไข่ ต่อมาเมื่อนำไข่เริ่มระเหยออกจากไข่ขาวก็จะเป็นเหตุให้ไข่ขาวชั้นชั้น ๆ แล้วไข่แดงก็จะค่อย ๆ ลอยขึ้นมาตามส่วนที่ไข่ขาวชั้นตัว

รูปทรงของไข่แดงไม่ใช่กลมอย่างที่เข้าใจกัน ด้านเส้นตั้งฉากกับจุดเจริญ นั้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางสั้นกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางตามยาวของไข่แดง ข้างที่หันอยู่ทางด้านแหลมของไข่นูนนูนเล็กน้อย ส่วนด้านที่มีจุดเจริญอยู่ด้วยนั้นค่อนข้างแบน

สีของไข่แดงนั้นมีสีเข้มจางต่างกัน ตั้งแต่เหลืองซีด ถึงสีส้มแก่ หรือสีส้มสดใส สีของไข่แดงเนื่องมาจากแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ในอาหารที่ไก่กินเข้าไป แคโรทีนอยด์ส่วนใหญ่ได้มาจากพืชสีเขียว ในไข่แดงส่วนใหญ่มีแซนโทฟิลล์ (xanthophylls) ส่วนน้อยจะเป็นพวกคาโรทีน และคริปโตแซนทิน

ภายในไข่แดงแบ่งเป็นชั้น ๆ สีจางและเข้มสลับกัน เราอาจผสมสีที่ละลายในไขมันหรือละลายแอลกอฮอล์ลงในอาหารให้ไก่กิน เพื่อให้สีเหล่านี้ไปสะสมที่ไข่แดงโดยที่สีเหล่านี้ไปสะสม

ที่ไข่ม้วนชั้นนอกก่อน ไข่ม้วนค่อมมาสีจึงซึมลึกลงไปถึงใจกลางของไข่ม้วน ถ้าให้กินสีเหล่านี้ทุกวัน สีเหล่านี้จะค่อยๆ เข้มจากด้านนอกถึงชั้นในไข่ม้วน จนทั่วไข่ม้วนทั้งฟองและฟองค่อม ๆ ไปตลอดเวลาที่ให้ไก่กินสีนั้นอยู่ แต่ถ้างค่อมสีลงในอาหารต่อไปสีไข่ม้วนก็เริ่มจางจากชั้นนอกไปชั้นใน แต่ฟองที่ออกจากตัวไก่กลดหล่นกันที่ละเอียดที่ละน้อย

สีของไข่ม้วนนอกจากเนื่องมาจากอาหาร ยังมีสาเหตุเนื่องมาจาก ฤดูกาล และวิธีเลี้ยงอีกด้วย ไก่เก็บสีจากอาหารไว้ได้ผิวหนังของร่างกายสำรองไว้สำหรับสร้างสีไข่ม้วน แต่สีจากอาหารที่กินเข้าไปถูกสร้างเป็นสีไข่ม้วนโดยตรงและเร็วกว่า

**แกนไข่ม้วน (Latebra)** เป็นส่วนที่อยู่ใจกลางไข่ม้วน โดรวาว 6 มม. เนื้อของมันเป็นแบบเยื่อหุ้มไข่ม้วนชนิดเหลว เวลาต้มสุกจะไม่แข็งเต็มที่เหมือนไข่ม้วน จากแกนไข่ม้วนนี้มีท่อทางยาวไปสู่ผิวไข่ม้วน ปากทางที่เปิดออกนี้ผายกว้างอยู่ใต้บลาสโตซิส ที่เป็นจุดเริ่มต้นของชีวิตลูกไก่

ชั้นต่าง ๆ ของไข่ม้วน ทั้งฟองไข่ม้วนถัดแกนไข่ม้วนออกมาเป็นชั้น ๆ สังเกตเป็นสีจางและเข้มสลับกันอย่างละ 6 ชั้น โดยปกติรอยจางทุกชั้นจะมาบรรจบรอบของแต่ละชั้นที่ห่อหุ้มแกนไข่ม้วน ชั้นสีจางเป็นชั้นที่แคบกว่าประมาณความหนาเพียง 0.25-0.4 มม. หรือ 3-4% ของปริมาณไข่ม้วนทั้งหมด ในส่วนชั้นสีจางนี้มีไขมันและเมือกสีน้อยชั้นสีจางที่ถัดที่ต่อ ๆ ออกมาแสดงถึงความเจริญเติบโตแต่ละวันภายในไข่ม้วน

ชั้นสีเข้มของไข่ม้วนหนาราว 2 มม. ชั้นในหนากว่าชั้นนอก ๆ ถ้าวัสดุที่ผสมอยู่ในอาหารไก่ประจำวันไม่เปลี่ยนแปลงการเป็นชั้นสีจางนี้เข้มนี้อาจเห็นได้อย่างชัดเจน

## บทที่ 3

### วิธีการสร้างอุปกรณ์

#### 3.1 ผลการวิเคราะห์หลักสูตร

##### การวิเคราะห์หลักสูตร

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาสัตวศาสตร์ วิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก รหัสวิชา 35032106 จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต ทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ ปฏิบัติ 2 คาบ/สัปดาห์

##### คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญของการฟักไข่ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการฟักไข่ ระบบสืบพันธุ์และการพัฒนาตัวอ่อนของสัตว์ปีก เครื่องมือและอุปกรณ์ การจัดการโรงฟัก โรคและการสุขาภิบาลโรงฟักไข่ ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

ระบบสืบพันธุ์สัตว์ปีก โครงสร้างของไข่ การพัฒนาของตัวอ่อน การทำความสะอาดโรงฟักและอุปกรณ์การคัดเลือกไข่ การฟักไข่ การส่องไข่ การคัดเพศ

##### จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้และทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการฟักไข่ มีทักษะในการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก มีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาตัวอ่อนของสัตว์ปีก สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคในการฟักไข่

## ผลการวิเคราะห์หลักสูตร

วิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก (35032107)

ภาคทฤษฎี 36 คาบเรียน

	จำนวนคาบ
บทที่ 1 ความสำคัญของการฟักไข่	(2)
1.1 สาเหตุที่สัตว์ปีกได้รับความนิยมนำใช้เป็นแหล่งอาหาร	
1.2 การคาดการณ์ปริมาณผลผลิต	
1.3 ต้นทุนการผลิตลูกไก่	
บทที่ 2 ระบบสืบพันธุ์สัตว์ปีก	(4)
2.1 ระบบสืบพันธุ์สัตว์ปีกเพศเมีย	
2.2 ระบบสืบพันธุ์สัตว์ปีกเพศผู้	
บทที่ 3 โครงสร้างของไข่ **	(2)
1.1 โครงสร้างของฟองไข่	
1.2 ส่วนประกอบทางเคมีของไข่	
บทที่ 4 การพัฒนาของตัวอ่อน	(6)
4.1 การเจริญของเชื้อภายในตัวแม่ไก่	
4.2 ระยะพักตัวหลังจากวางไข่	
4.3 การเจริญระหว่างการฟัก	
4.4 การเกิดเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ของตัวอ่อน	
4.4 การเจริญของเชื้อลูกไก่	
4.5 ขบวนการออกจากไข่ฟักของลูกไก่	
4.6 ระยะวิกฤติในการเจริญของตัวอ่อน	
บทที่ 5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการฟักไข่	(4)
5.1 อุณหภูมิ	
5.2 ความชื้น	
5.3 ความต้องการอากาศ	
5.4 ตำแหน่งของไข่ระหว่างการฟักไข่	
5.5 การส่องไข่	
5.6 ความดันของอากาศภายในตู้ฟัก	
5.7 การแยกตู้ฟักและตู้เกิด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5.8 ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการฟัก
- บทที่ 6 การฟักไข่และตู้ฟักไข่ (6)
- 6.1 การฟักไข่โดยใช้แม่ไก่ฟักตามธรรมชาติ
- 6.2 กกไข่โดยใช้ตู้ฟักไข่
- 6.3 ตู้ฟักไข่สมัยปัจจุบัน
- 6.5 อุปกรณ์ต่าง ๆ ของตู้ฟักไข่ในปัจจุบัน
- บทที่ 7 อุปกรณ์อื่น ๆ ในโรงฟักไข่ (2)
- 7.1 เครื่องมือส่องไข่
- 7.2 เครื่องมือคัดเพศลูกไก่
- 7.3 เครื่องมือตัดปากไก่
- 7.4 เครื่องมือตัดนิ้วเท้า
- 7.5 เครื่องมือทำวัคซีนมาเน็กซ์
- บทที่ 8 การสุขาภิบาลโรงฟักไข่ (2)
- 8.1 สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในโรงฟักไข่
- 8.2 คุณสมบัติของสารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในโรงฟักไข่
- บทที่ 9 การจัดการโรงฟัก (4)
- 9.1 การใช้ก๊าซฟอมีลดีไฮด์ฆ่าเชื้อโรคในโรงฟักไข่
- 9.2 การควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อโมโคพลาสมาในไข่ฟัก
- 9.3 การจัดการไข่ฟักในโรงฟักไข่
- 9.4 การจัดการลูกไก่ในโรงฟักไข่
- 9.5 การทำความสะอาดโรงฟักไข่ภายหลังจากลูกไก่เกิด
- 9.6 การจัดการของเสียออกจากโรงฟัก
- บทที่ 10 สาเหตุที่ทำให้การฟักไข่ล้มเหลว (4)
- 10.1 พันธุกรรม
- 10.2 ความสมบูรณ์พันธุ์ของฝูงตัว
- 10.3 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และการสุขาภิบาลที่ไม่ถูกต้อง
- 10.4 การตายของตัวอ่อนในช่วงที่นำไข่เข้าฟัก
- 10.5 ขบวนการฟักไข่ที่ผิดพลาด
- 10.6 ผลของโภชนาการต่อการฟักออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคปฏิบัติ 36 คาบเรียน

	จำนวนคาบ
บทปฏิบัติการที่ 1 การคัดเลือกไข่ฟักโดยการส่องไข่	(4)
บทปฏิบัติการที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้ในโรงฟักไข่	(4)
บทปฏิบัติการที่ 3 สารเคมีกับการฆ่าเชื้อตู้ฟักไข่	(6)
บทปฏิบัติการที่ 4 การนำไข่เข้าสู่ฟัก	(4)
บทปฏิบัติการที่ 5 การเจริญของตัวอ่อน	(8)
บทปฏิบัติการที่ 6 การนำไก่เข้าสู่เกิด	(2)
บทปฏิบัติการที่ 7 การคัดเพศลูกไก่	(6)
บทปฏิบัติการที่ 8 การตัดปากไก่	(4)
<b>หมายเหตุ **</b> เป็นหัวข้อที่นำมาทำแบบจำลอง โครงสร้างของไข่ประกอบการเรียนการสอนภาค ทฤษฎีในบทที่ 3	

### 3.2. การวิเคราะห์เนื้อหา

ไข่ทั้งฟองของสัตว์ปีกต่าง ๆ รวมทั้งเป็ด และไก่ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ใหญ่ ๆ ดังนี้

#### 1. เปลือกไข่

##### ลักษณะของเปลือก

ผิวเปลือกไข่มีความแตกต่างกันมากแม้ในไข่ไก่พันธุ์เดียวกัน บางฟองผิวเกลี้ยง บางฟองผิวขรุขระหยาบค้ำ ส่วนลักษณะผิวที่อยู่ระหว่างกลาง ๆ นั้นมีมาก ผิวที่เป็นริ้วรอยหรือผิวที่มีซาคุหินปูนขรุขระทางค้ำใดค้ำหนึ่งนั้นจะพบมากในไข่ไก่ทั่วไป

ผิวไข่ทั่ว ๆ ไปจะเกลี้ยงกลา ถ้าเป็นไข่ออกใหม่ 1-2 วันแรกจะมีนวลไข่คืออยู่ด้วยความแตกต่างกันของลักษณะผิวเปลือกนี้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิของบรรยากาศ อาหารและยา ยาบางอย่างทำให้ผิวไข่ขรุขระเป็นหลุมเป็นบ่อเล็ก ๆ

ไข่ที่ออกมาใหม่ ๆ เปลือกไข่ค่อนข้างจะโปร่งแสง ต่อมาจะค่อย ๆ ขุ่นทึบแสงลงถ้าใช้เครื่องส่องไข่ดูจะเห็นมีลักษณะตามแสงผ่านเป็นจุดเล็ก ๆ ในบริเวณใต้เปลือกทั้งนี้เนื่องจากการรวมตัวของโปรตีนจนเป็นชั้นหรือเป็นแผ่น ๆ ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยเก็บรักษาความชื้นและยังเป็นส่วนที่แสงผ่านได้สะดวกกว่าส่วนอื่น ๆ

เปลือกไข่เป็นพวกหินปูนแข็งเรียบติดแน่นติดกับเยื่อหุ้มไข่ชั้นนอก จะแยกเปลือกไข่จากชั้นนี้ได้ยาก ความหนาของเปลือกมักขึ้นอยู่กับขนาดของไข่ ไข่ใหญ่มีเปลือกหนากว่าไข่เล็ก ทั้งนี้ยอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วแต่ไก่แต่ละตัว พันธุ์ อาหารและฤดูกาลอีกด้วย ไก่พื้นเมือง ไก่ป่า มีเปลือกหนากว่าไก่พันธุ์แท้ต่าง ๆ หรือไก่สายพันธุ์ใหม่

หน้าที่ของเปลือกไข่โดยธรรมชาติต้องทนรับน้ำหนักแม่ไก่เวลากกฟักไข่ และมีความบางพอที่ลูกไก่จะเจาะคืบออกไปจากเปลือกนี้ได้ เปลือกไข่ยังต้องจะโปร่งพอที่จะให้เชื้อลูกไก่ได้ อากาศหายใจและต้องหนาพอที่จะป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ไม่ให้เข้าไปในไข่ได้และยังมีหน้าที่ไม่ให้ความชื้นหนีหายได้ง่าย นอกจากนี้โดยธรรมชาติเปลือกไข่ยังต้องมีอินทรีย์สารต่าง ๆ มากพอที่จะเป็นแร่ธาตุไปหล่อเลี้ยงเชื้อลูกไก่ให้เติบโตได้อีกด้วย

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเปลือกไข่มีดังนี้

5. เคลือบผิวไข่ (cuticle)
6. เปลือกชั้นนอก (spongy layer)
  - 6.1 ผิวเปลือก (mammillary knob or mammilla)
  - 6.2 ปากรูพื้นเปลือก (mammillary core)
7. เปลือกชั้นใน (mammillary layer)
8. เยื่อเปลือกไข่ (shell membrane)

เปลือกไข่ประกอบด้วยชั้นสำคัญ ๆ 2 ชั้นคือเปลือกชั้นนอกเรียกว่า spongy layer กับเปลือกชั้นในเรียกว่า mammillary layer ชั้นนอกเป็นแคลเซียมในรูปผลึกของหินปูนตั้งตรงทางแกนยาวของผลึกกับผิวเปลือก เป็นชั้นที่แข็งที่สุดและแน่นที่สุด

**เคลือบผิวไข่ (Cuticle)** เป็นชั้นเยื่อมีวชิขินที่บางฉาบเคลือบอย่างหนาแน่นกับผิวนอกของเปลือกมีคุณสมบัติให้ก๊าซผ่านเข้าออกได้

**เม็ดสีที่เปลือกไข่ (Pigments)** สีที่เปลือกไข่เกิดจากเม็ดสีของเม็ดโลหิตแดง และยังมีที่เยื่อเปลือกไข่อีกเล็กน้อย เปลือกไข่สีขาวบริสุทธิ์ก็ยังมีเม็ดสีอย่างเคียวหรือหลายอย่างที่เรเห็นเปลือกไข่มีสีนั้น เพราะเม็ดสีเหล่านี้อยู่ปะปนกับเกลือแคลเซียมของเปลือกไข่และส่วนใหญ่จะกระจายอยู่บนผิวเปลือกชั้นนอก ส่วนที่เปลือกชั้นใน มักเป็นเม็ดสีเหล่านี้อยู่น้อย

**เปลือกชั้นนอก (Spongy Layer)** เปลือกชั้นนี้เป็นเปลือกชั้นนอกที่ฉาบติดกับเปลือกชั้นในแทนที่จะมีโครงสร้างแบบฟองน้ำตามความหมายของชื่อนี้ ตรงกันข้ามมันกลับเป็นชั้นที่ฉีกกันแน่น และมีรูเล็ก ๆ จำนวนมากเชื่อมโยงจากชั้นในมาเปิดที่ชั้นนี้เป็นรูพรุนแบบฟองน้ำแต่แข็งแรงมาก ชั้นเปลือกนี้จะอ่อนนุ่มแบบฟองน้ำสมชื่อก็ต่อเมื่อถูกกรดละลายแคลเซียมออกไปเท่านั้น เปลือกชั้นนอกนี้ให้ความเป็นรูปทรงและความแข็งแรงแก่เปลือกไข่

**เปลือกชั้นใน (Mammillary Layer)** เป็นชั้นที่บางของเปลือก อยู่ติดกับเยื่อหุ้มไข่ชั้นนอกประกอบด้วย ปุ่มพื้นเปลือกหยาบ ๆ ที่มีรูปร่างต่าง ๆ ตั้งแต่ทรงรูปไข่ถึงทรงกลม ปุ่มเหล่านี้ฉีกไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นชั้นเคลือบอยู่ชิดกับเยื่อหุ้มไข่ ปลายปุ่มผายออกไปเปิดที่เยื่อหุ้มไข่ชั้นในเป็นทางผ่านของอากาศ ให้กระจายไปทั่วเปลือกชั้นนี้ ไปสู่บริเวณปลายปุ่มพื้นเปลือก

ปุ่มพื้นเปลือก ประกอบด้วยเกล็ดแร่ที่ไม่เป็นผลึกกระจายอยู่รอบผิวพื้นโปรตีนของเปลือก ในไข่ต่าง ๆ ผิวพื้นโปรตีนเหล่านี้มีลักษณะของผ้าซีเรียงรายอยู่ได้ปุ่มหินปูน ขนาดและรูปร่างของปุ่มพื้นเปลือกและการเรียงตัวของพื้นเปลือกจะแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์ปีก ความหนาของเปลือกชั้นในประมาณ 0.11 มม. หรือเป็นเนื้อที่ประมาณ  $\frac{1}{3}$  ของความหนาของผิวพื้นไข่ทั้งฟอง ความสูงของแต่ละปุ่มเหล่านี้ขึ้นแล้วแต่ความหนาของเปลือกชั้นใน เส้นผ่าศูนย์กลางของแต่ละปุ่มประมาณ 0.096-0.144 มม.

ความหนาและความพรุนของเปลือกไข่ มีประโยชน์มากต่อการสกัดกั้นการแทรกซึมของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ตลอดจนการรักษาอุณหภูมิภายในของไข่ด้วย

ความพรุนของไข่ไม่แต่จะเป็นทางผ่านของออกซิเจนกับคาร์บอนไดออกไซด์ยังเป็นด่านสกัดกั้นจุลินทรีย์ต่าง ๆ และมีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักกดทับของตัวแม่ไก่อีกด้วย

รูเปลือก(Pores) มีลักษณะเป็นรูปร่างต่าง ๆ ตั้งแต่รูไข่ถึงกลม รูเปลือกเชื่อมโยงจากภายนอกเข้าไปถึงเยื่อเปลือกไข่ ขนาดของรูมีขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่เห็นได้ด้วยตาเปล่าไปจนถึงขนาดเล็กมาก ต้องดูด้วยกล้องขยาย รูเหล่านี้ไม่ใช่เป็นระยะ และ ไม่มีความสม่ำเสมอ

โดยธรรมชาติจำนวนรูที่เปลือกไข่มีอยู่ประมาณ 7,500 รู ไข่ห่านมีจำนวนรูเหล่านี้น้อยกว่าไข่ไก่ ไข่เป็ดมีจำนวนรูต่อตารางเซนติเมตรมากกว่าของไข่ไก่ แม้ในไข่ต่างพันธุ์กันมีจำนวนรูต่างกันมาก ไข่ของไก่ที่เริ่มไข่ฟองแรก ๆ และที่ตั้งต้นไข่รอบใหม่มีน้ำหนักสูญหายน้อยกว่าไข่ฟองหลัง ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีรูจำนวนน้อยกว่าหรือเล็กกว่าก็ได้ จำนวนรูเหล่านี้มีมากที่ตอนด้านบนและกลาง ๆ เปลือก ที่ด้านแหลมมีจำนวนรูน้อยลง

**เยื่อเปลือกไข่ (Membranes)** เยื่อหุ้มไข่แบ่งออกเป็น 2 ชั้นกระชับติดกับเปลือกไข่จนเป็นรูปทรงเช่นเดียวกัน

เยื่อชั้นใน (Membran Putaminis) ล้อมรอบไข่ขาวส่วนนอก ที่ส่วนหัวท้าย ไม่มีเส้นใยเมิวซิน (Mucin Fiber) ของไข่ขาวชั้น (Albuminous Sac) มาเชื่อมติดอยู่เรียกว่า ligamenta albuminis โดยทั่วไปเยื่อชั้นในและนอกมีสิ่งเชื่อมติดกันบริเวณที่ส่วนป้านอันจะเกิดเป็นช่องอากาศของไข่ (air cell) เมื่อไข่นั้นอายุมากขึ้น

เยื่อชั้นนอก (Membranna testa (testa, Latin, shell)) อยู่ระหว่างเยื่อชั้นในกับเปลือกชั้นนี้ ผลึกแน่นกับเปลือกชั้นใน

**ช่องอากาศของฟองไข่ (Air Cell)** ไข่ที่ออกจากกันไก่มาใหม่ ๆ ยังไม่มีช่องอากาศเกิดขึ้น แต่ต่อมาเมื่อไข่นั้นเย็นลงก็จะค่อย ๆ มีช่องอากาศขึ้นทางด้านป้านโดยที่เยื่อชั้นใน 2 ชั้นของเปลือกไข่เนือว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นแยกออกจากกัน ด้านที่ติดกับเปลือกนั้นคงอยู่กับที่ ส่วนด้านที่ติดกับไข่ขาวจะแยกออกห่างตาม การหดตัวของไข่ขาว จนเกิดเป็นช่องอากาศขึ้นเมื่อไข่มีอายุมากขึ้นช่องอากาศหรือช่องลมนี้จะใหญ่ ขึ้น

ขนาดของช่องอากาศนี้แตกต่างกันตามลักษณะผิวเปลือกไข่ อายุไข่หรือความเก่าใหม่ของ ไข่ และอุณหภูมิกับความร้อนที่แวดล้อมอยู่ ขนาดของช่องอากาศนี้ไม่สัมพันธ์กับขนาดของไข่ ในไก่ เล็กฮอร์นไข่จะมีช่องอากาศกว้างประมาณ 1.5 ซม. สำหรับไข่ที่เล็กกว่าจะมีขนาดของช่องอากาศ ประมาณ 1.3 ซม.

ความสูงของช่องอากาศของไข่แกนโคนสีประมาณ 0.15 ซม. ความสูงช่องอากาศในไข่ เล็กฮอร์นประมาณ 0.4 ตารางเซนติเมตร

ช่องอากาศเกิดขึ้นได้อย่างไร ตามความเห็นทั่วไปว่ามันเกิดจากการค่อย ๆ เย็นตัวของ เปลือกไข่กับเนื้อไข่ ซึ่งลดระดับอุณหภูมิลงจากระดับอุณหภูมิในตัวแม่ไก่ เมื่อไข่ออกมาจากแม่ไก่ไข่ จะเริ่มเย็นตัวลงจนถึงระดับเดียวกันกับอากาศที่แวดล้อมอยู่ เปลือกไข่หดตัวได้น้อยกว่าเนื้อไข่จึงทำ ให้เกิดช่องอากาศขึ้น การเกิดช่องอากาศนี้ไม่เกี่ยวกับขี้ไข่แดง(chalazae) หรือ ไข่แดง

การที่ช่องอากาศอยู่ทางด้านป้านจึงมีโอกาสไว้สำหรับเชื้อลูกไก่ไว้หายใจ นี่เป็นเรื่องของ ธรรมชาติ ไข่ที่ฟักในปลากระชังหัวลูกไก่จะอยู่ใกล้ช่องอากาศนี้ ถ้าช่องอากาศอยู่ทางด้านหลมของ ไข่ เชื้อลูกไก่ก็จะตายอยู่ในเปลือก เนื่องจากขาดอากาศหายใจ โดยปกติที่ด้านป้านมีรูอากาศมากกว่า บริเวณอื่น ๆ ของไข่ ช่วยให้อากาศเข้าออกที่ด้านนี้ได้สะดวกขึ้น

## 2. ไข่ขาว

**ไข่ขาว (Albumen)** ที่เรียกว่าไข่ขาวก็เพราะเวลาตกถล่ม (coagulation) จะเป็นสีขาว ปริมาณ ไข่ขาวมีประมาณ 60% ของเนื้อไข่ทั้งฟอง ไข่ขาวที่มีสีเหลืองอ่อนเนื่องจากสีของโอโวฟลาวิน (ovoflavin)

บางที่ฟองไข่บางฟองก็มีสีชมพูหรือสีเขียวยอ่อน เนื่องจากอาหารบางชนิดที่ใช้เลี้ยงไก่ ไข่ขาวนี้มี ส่วนที่เหลวใสกับส่วนที่ข้น และยังมีส่วนที่ข้นอีกส่วนหนึ่งที่ห่อหุ้มไข่แดงกับที่เป็นขี้ไข่แดง

ส่วนต่างๆ ของไข่ขาว แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ไข่ขาวใสชั้นนอก (outer liquid)	23.2%
ไข่ขาวใสชั้นใน (inner liquid)	16.8%
ไข่ขาวข้น (dense albumen)	57.8%
เยื่อขี้ไข่แดง (chalaziferous)	27.0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เยื่อไข่แดง (Chalaziferous)** ประมาณ 40% ของไข่ขาวเป็นส่วนที่ค่อนข้างใสเหลว ที่เหลือคือ ไข่ขาวชั้น ที่มาห่อหุ้มโคครอบเยื่อหุ้มไข่แดง (vitelline membrane) และมีส่วนที่เป็นไข่แดง ซึ่งขมวดเป็นเกลียวอยู่ที่หัวท้ายตามแกนยาวของไข่แดง น้ำหนักของเยื่อหุ้มไข่แดงในไข่ฟองหนึ่งหนักไม่เกิน 1 กรัม น้ำหนักของตั้งไข่ทั้งสองข้างนี้ ประมาณ 0.15 กรัม

ไข่แดงนี้เกิดขึ้นตั้งแต่อยู่ในตัวไก่ ขณะที่ไข่ตกสู่ท่อปากแคระ กลับมาที่คอนตันของท่อไข่ขาวชั้นส่วนนี้จะม้วนตัวไปตามการกลับของไข่แดง จึงมีลักษณะเป็นสายวุ้นชั้น ๆ คล้ายเกลียวเชือก ครึ่งอยู่ที่หัวท้ายของไข่แดง ทำหน้าที่เป็นสายท่อนรักษาสมดุลของไข่แดง เนื้อของไข่แดงเป็นเส้นใยคล้ายพวกมิวซินีคและห่อหุ้มเยื่อหุ้มไข่แดง (vitellinemembrane) ไข่ที่อยู่ด้านแหลมเรียกว่า cloacal chalaza มีลักษณะเส้นใยยาวและใหญ่กว่าด้านป้านซึ่งเรียกว่า infundibular chalaza

**ไข่ขาวชั้นใน (Inner Liquid Layer)** เป็นชั้นไข่ขาวและใสปริมาณ 16.8% ของไข่ขาว ทั้งหมดภายในชั้นนี้ไม่มีเส้นใยมิวซิน (mucin fiber) อยู่ด้วยเลย เป็นชั้นที่ห่อหุ้มไข่แดง โยงยึดไข่แดงให้ลอยอยู่ตรงกลางฟองไข่

**ไข่ขาวชั้น (Dense Albumen)** อยู่ถัดไข่ขาวใสชั้นในออกมา เป็นชั้นหรือถุงไข่ขาว ชั้นๆ ที่ห่อหุ้มไข่แดงกับไข่ขาวตอนใน ความชื้นของตัวมันจะช่วยประคองไข่แดงและน้ำไข่ขาวตอนในให้แขวนลอยอยู่ และให้พ้นอันตรายจากการกระทบกระทั่ง ไข่ขาวส่วนนี้มีปริมาณประมาณ 57.3% ของจำนวนไข่ขาวทั้งหมด เส้นใยมิวซินของชั้นนี้เป็นส่วนประกอบสำคัญของไข่ขาวชั้นและไปเชื่อมยึดกับเยื่อหุ้มไข่ชั้นในที่ด้านป้านกับด้านแหลมของฟองไข่

**ไข่ขาวชั้นนอก (Outer Liquid Layer)** มีปริมาณ 23.2 % ของปริมาณของไข่ขาวทั้งหมดอยู่รอบ ๆ ด้านข้างของไข่ขาวส่วนชั้น เว้นแต่ที่ตรงหัวและท้ายของฟองไข่ ส่วนประกอบของไข่ขาวใสเช่นเดียวกับชั้นในผิวก้นแต่มีเส้นใยมิวซินเล็กน้อย

### 3. ไข่แดง

#### เยื่อหุ้มไข่แดง (Vitelline Membrane)

ไข่แดงห่อหุ้มด้วยเยื่อหุ้มไข่แดง (yolk membrane หรือ membrane vitelline) มีความหนาประมาณ 0.024 มม. เยื่อนี้บางอ่อนนุ่ม ทำให้ฟองหรือหุดได้ เยื่อนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ชั้นกลางหนาเท่ากับชั้นนอกและในรวมกัน

**ไข่แดง (Yolk Or Vitellus)** ไข่แดงเป็นองค์ประกอบสำคัญของไข่ เป็นสะสมอาหารสำหรับหลอดเลี้ยงชีวิตใหม่และเป็นทีประคองบลาสโตเดิร์ม (blastoderm) ที่เป็นจุดตั้งต้นเจริญเติบโตของเชื้อลูกไก่ ไข่แดงมีรูปทรงกลม สีเหลืองถึงสีส้ม ตามปกติในไข่ใหม่ ไข่แดงจะลอยอยู่กลางไข่ห่อหุ้มด้วยเยื่อหุ้มไข่แดงซึ่งเหนียวบางและใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ข้อไขว้ไขว้** ที่หัวท้ายของไขว้เป็นสิ่งที่โยงยึดให้ไขว้แดงเพียงหมุนตัวได้ในวงจำกัดเฉพาะตามแนวแกนกลางเท่านั้น และให้หมุนตัวไปได้สุดเท่าที่ไขว้ทั้งสองนี้จะบิดไปสุดตัวได้ราวอีก 1 รอบเท่านั้น ไขว้ที่ออกจากแม่ไก่ใหม่ ๆ นั้นไขว้แดงจะมีความกว้างจำเพาะมากกว่าไขว้เก่า ฉะนั้นเวลาส่องดูจะเห็นว่ามันจมน้ำกว่าระดับล่างของไขว้ ต่อมาเมื่อน้ำในไขว้เริ่มระเหยออกจากไขว้ขาวก็จะเป็นเหตุให้ไขว้ขาวขึ้นขึ้น ๆ แล้วไขว้แดงก็จะค่อย ๆ ลอยขึ้นมาตามส่วนที่ไขว้ขาวขึ้นแล้ว

รูปทรงของไขว้แดงไม่ใช่กลมอย่างที่เข้าใจกัน ด้านเส้นตั้งฉากกับจุดเจริญ นั้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางสั้นกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางตามยาวของไขว้แดง ข้างที่หันอยู่ทางด้านแหลมของไขว้หมุนนิคหน้อย ส่วนด้านที่มีจุดเจริญอยู่ด้วยนั้นค่อนข้างแบน

ภายในไขว้แดงแบ่งเป็นชั้น ๆ สีจางและเข้มสลับกัน เราอาจผสมสีที่ละลายในไขมันหรือละลายแอลกอฮอล์ลงในอาหารให้ไก่กิน เพื่อให้สีเหล่านี้ไปสะสมที่ไขว้แดง โดยที่สีเหล่านี้ไปสะสมที่ไขว้แดงชั้นนอกก่อน ไขว้แดงค่อยมีสีจึงซึมลึกลงไปถึงใจกลางของไขว้แดง ถ้าให้กินสีเหล่านี้ทุกวันสีเหล่านี้จะค่อย ๆ เข้มจากด้านนอกถึงชั้นในไขว้แดง จนทั่วไขว้แดงทั้งฟองและฟองต่อ ๆ ไปตลอดเวลาที่ให้ไก่กินสีนั้นอยู่ แต่ถ้านักผสมสีลงในอาหารต่อไปสีไขว้แดงก็เริ่มจางจากชั้นนอกไปชั้นใน แต่ละฟองที่ออกจากตัวไก่ลดหลั่นกันที่เล็กที่เล็กลง

สีของไขว้แดงนอกจากเนื่องมาจากอาหาร ยังมีสาเหตุเนื่องมาจาก ฤดูกาล และวิธีเลี้ยงอีกด้วย ไก่ที่กินสีจากอาหารไว้ได้ผิวหนังของร่างกายสำรองไว้สำหรับสร้างสีไขว้แดง แต่สีจากอาหารที่กินเข้าไปถูกสร้างเป็นสีไขว้แดงโดยตรงและเร็วกว่า

**แกนไขว้แดง (Latebra)** เป็นส่วนที่อยู่ใจกลางไขว้แดง โตราว 6 มม. เนื้อของมันเป็นแบบเชื่อมไขว้แดงชนิดเหลว เวลาต้มสุกจะไม่แข็งเต็มที่เหมือนไขว้แดง จากแกนไขว้แดงนี้มีท่อทางยาวไปสู่ผิวไขว้แดง ปากทางที่เปิดออกนี้ผายกว้างอยู่ใต้บลาสโตซิส ที่เป็นจุดเริ่มต้นของชีวิตลูกไก่

ชั้นต่าง ๆ ของไขว้แดง ทั้งฟองไขว้แดงถักแกนไขว้แดงออกมาเป็นชั้น ๆ สังเกตเป็นสีจางและเข้มสลับกันอย่างละ 6 ชั้น โดยปกติรอยจางทุกชั้นจะมาบรรจบรอบของแต่ละชั้นที่ทอหุ้มแกนไขว้แดง ชั้นสีจางเป็นชั้นที่แคบกว่าประมาณความหนาเพียง 0.25-0.4 มม. หรือ 3-4% ของปริมาณไขว้แดงทั้งหมด ในส่วนชั้นสีจางนี้มีไขมันและเม็ดสีน้อยชั้นสีจางที่ถักที่ต่อ ๆ ออกมาแสดงถึงความเจริญเติบโตแต่ละวันภายในไขว้แดง

ชั้นสีเข้มของไขว้แดงหนาราว 2 มม. ชั้นในหนากว่าชั้นนอก ๆ ถ้าวัสดุที่ผสมอยู่ในอาหารไก่ประจำวันไม่เปลี่ยนแปลงการเป็นชั้นสีจางนี้เข้มนี่ก็จะเห็นได้ยาก

โดยธรรมชาติทั้งไขว้แดงและไขว้ขาวเป็นอาหารสำรองห่อหุ้มจุดเจริญ (blastoderm) จากการผสมกันของไขว้กับอสุจิก็เป็นไซโกท ซึ่งมีเซลล์เดียว ต่อมาก็ทวีเซลล์เป็นเอ็มบริโอหรือตัวอ่อน ขณะ  
 ไขว้ที่ไขว้ออกมาใหม่ ๆ จะมีหน่วยเซลล์ที่ได้ทวีจำนวนเซลล์เป็นหลายร้อยเซลล์แล้ว เซลล์เหล่านี้ได้  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาศัยไข่แดงและไข่ขาวเป็นอาหารหล่อเลี้ยงสร้างความเร็วเติบโตและอาศัยเป็นสิ่งกันกระทบกระเทือน ป้องกันอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอกไข่เพื่อให้ชีวิตใหม่ที่ได้เจริญเป็นตัวคนขึ้นมาโดยสมบูรณ์

### 3.3 คำบรรยายประกอบแบบจำลองโครงสร้างของไข่

ลำดับ	รายการ	คำบรรยาย
	บทนำ	แบบจำลองเรื่องโครงสร้างของไข่ แสดงถึงโครงสร้างของไข่ที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการสอนในเรื่องโครงสร้างของไข่ได้เป็นอย่างดี
1	เปลือก	หน้าที่ที่สำคัญของเปลือกไข่ก็คือ ป้องกันการกระทบกระเทือนต่อลูกไก่ ป้องกันเชื้อจุลินทรีย์และเป็นแหล่งหายใจของเชื้อลูกไก่ อนินทรีย์สารต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ที่เปลือกไข่ยังเป็นอาหารสำหรับเชื้อลูกไก่ด้วย
2	เยื่อเปลือกไข่	เยื่อเปลือกไข่ของไข่ไก่และไข่เป็ดที่เห็นเป็นสีขาว ถ้าดูให้ดีจะเป็นสีชมพูอ่อนและเหนียว เวลาแห้ง แล้วจะกรอบเปราะ ความเหนียวของเยื่อจะช่วยพยุงความเปราะของไข่ไว้ และเป็นแหล่งให้แร่ธาตุกับตัวอ่อน ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อแบคทีเรียต่อไข่ขาว
3	ช่องอากาศ	ไข่ที่ออกจากกันแม่ไก่ใหม่ๆ ยังไม่มีช่องอากาศ ต่อมาเมื่อไข่นั้นเย็นลงก็จะค่อย ๆ มีช่องอากาศนี้เกิดขึ้นที่ทางด้านป้านโดยที่เยื่อด้านใน 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	คำบรรยาย
		<p>ของเปลือกไข่นั้นคงอยู่กับที่ส่วนด้านที่ติดกับไขขาวจะแยกออกห่างจากกันด้านที่ติดกับเปลือกไข่นั้นคงอยู่กับที่ส่วนด้านที่ติดกับไขขาวจะแยกออกตามการหดตัวของไขขาวเกิดเป็นช่องอากาศขึ้น เมื่อไขมีอายุมากขึ้นช่องอากาศก็จะใหญ่ขึ้น การที่ช่องอากาศอยู่ทางด้านข้างจึงมีอากาศไว้สำหรับให้เชื้อลูกไก่หายใจ ไข่ฟักในระยะปลายหัวลูกไก่จะอยู่ใกล้กับช่องอากาศ ถ้าช่องอากาศอยู่ทางด้านแหลมของไข่ เชื้อลูกไก่อก็จะตายเนื่องจากขาดอากาศหายใจ</p>
4	ไขขาวไลชั้นนอก	<p>อยู่รอบ ๆ ด้านข้างของไขขาวส่วนชั้น เว้นแต่ที่ตรงหัวท้ายของฟองไข่ มีประมาณ 32.2% ของปริมาณไข่ทั้งหมด</p>
5	ไขขาวชั้น	<p>อยู่ถัดไขขาวไลชั้นนอกออกมาเป็นชั้นหรือดูไขขาวชั้น ๆ ที่ห่อหุ้มไข่แดงกับไข่ขาวตอนใน ความชื้นของมันจะช่วยประคองไข่แดงและน้ำไขขาวไลตอนในให้แฉวนลอยอยู่และให้พื้นอันตรายจากการกระทบกระทั่ง ไข่ขาวส่วนนี้มีปริมาณ 57.3% ของจำนวนไข่ขาวทั้งหมดเส้นไขขาวชั้นของชั้นนี้เป็นส่วนประกอบของไขขาวชั้นและไปยึดกับเชื้อหุ้มไข่ชั้นในที่ด้านข้างกับด้านแหลมของฟองไข่</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการ	คำบรรยาย
6	ไข่ขาวใสชั้นใน	เป็นชั้นไข่ขาวและใสมีปริมาณ 16.8% ของไข่ขาวทั้งหมด ภายในชั้นนี้ไม่มีเส้นใยมิวซินอยู่เลย เป็นชั้นตรงกลางฟองไข่ที่เชื่อมไข่แดงโอยึดไข่แดงให้ลอยอยู่
7	ไข่ขาวใส	คือส่วนของไข่ขาวชั้นที่มาห่อหุ้มไข่แดงติดกับเยื่อหุ้มไข่แดงและขมวดเป็นเกลียวอยู่ที่หัวท้ายตามแกนยาวของไข่แดงประมาณ 40% ของไข่ขาว เป็นน้ำค่อนข้างใส ส่วนที่เหลือชั้นเป็นฐานอยู่ที่ไข่แดงแต่ละข้างเรียกว่าไข่ขาวใสทำหน้าที่เป็นสายพันธุ์รักษาสมดุลของไข่แดง
8	ไข่แดง	เป็นองค์ประกอบสำคัญของไข่เป็นที่สะสมอาหารสำหรับหล่อเลี้ยงชีวิตใหม่และเป็นที่ยึดประคองบลาสโตเดิร์ม (blastoderm) ที่เป็นจุดตั้งต้นการเจริญเติบโตของเชื้อลูกไก่ ไข่แดงมีรูปทรงกลม สีเหลืองถึงสีส้ม ตามปกติในไข่ใหม่ไข่แดงจะลอยอยู่กลางไข่ ห่อหุ้มด้วยเยื่อหุ้มไข่แดงที่เหนียวและบางใส
9	จุดเจริญ	เป็นจุดที่มีชีวิตในฟองไข่อยู่ติดกับไข่แดงเป็นที่อยู่ของโครโมโซมที่ถ่ายทอดมาจากไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์ ไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์จุดเจริญนี้จะมีขนาดใหญ่กว่าจุดเจริญของไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองโครงสร้างของไข่

#### 3.4.1 อุปกรณ์ในการสร้างแบบจำลอง

1. ปูนปลาสเตอร์	2	ถุง
2. LIAONING TALG POWDER	1	ถุง
3. เรซิน (355E)	1	ปิ๊ป
4. สार्टโครเนอร์	0.5	กิโลกรัม
5. โคร์บอน	0.5	กิโลกรัม
6. เหล็กเส้นสามหุน	2	เส้น
7. สีน้ำมัน		
7.1 สีส้ม	1	หลอด
7.2 สีขาว	1	หลอด
7.3 สีน้ำสาล	1	หลอด
8. ซิลิโคน	1	กิโลกรัม
9. THINNER	1	ปิ๊ป
10. วาสลิน	0.5	กิโลกรัม
11. กู้กันเบอร์ 1	1	อัน
12. ลูกบอลพลาสติก	1	ลูก
13. กระดาษ A4	1	รีม

#### 3.4.2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองโครงสร้างของไข่

การจัดทำปัญหาพิเศษในรูปแบบของแบบจำลอง เรื่อง โครงสร้างของไข่ ได้  
ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540  
ประเภทวิชาเกษตรกรรม สาขาวิชาสัตวศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อสร้างแบบจำลองโครง  
สร้างของไข่ ในการเรียนการสอนวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก (35032107) ในหัวข้อเรื่อง  
โครงสร้างของไข่ สามารถนำไปใช้ประกอบการสอนในบทที่ 3 เรื่อง โครงสร้างของไข่ ซึ่งใช้เวลา  
สอน 2 คาบ จึงได้จัดทำสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของแบบจำลองที่มีอัตราส่วน 1:7 ซึ่งใน

การทำแบบจำลองครั้งนี้ได้ใช้ไข่ไก่เป็นแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาการทำแบบจำลองแสดงโครงสร้างของไข่ โดยการศึกษาจากเอกสารตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการทำแบบจำลอง การหล่อ การปั้น
3. เสนอโครงร่างปัญหาพิเศษ พร้อมขออนุมัติทำโครงร่างปัญหาพิเศษ
4. จัดทำต้นแบบในการทำแม่พิมพ์ โดยเริ่มจากปั้นปูนปลาสเตอร์รอบแกนที่เป็นเหล็กเส้นโดยปั้นให้เป็นรูปไข่ กลึงให้ได้ขนาดไข่ตามที่ต้องการ หลังจากนั้นทำแม่พิมพ์จากที่ได้กลึงไว้ โดยใช้ปูนปลาสเตอร์ทำทับจากต้นแบบโดยทาวาสลินก่อนเพื่อให้แกะแม่พิมพ์ออกง่ายแล้วใช้พลาสติกใสหนาวางกันเพื่อลอกพิมพ์ออกเพียงครั้งเดียวก็ได้ แม่พิมพ์ที่เป็นไข่ครึ่งใบ
5. ขั้นตอนการทำเปลือกไข่ชั้นนอก เมื่อได้แม่พิมพ์แล้วทาวาสลินให้ทั่วก่อนที่จะเทเรซินที่ผสมตัวเร่งพร้อมสีน้ำตาลอ่อนแล้วกลึงให้ได้ความหนาบางของเปลือกไข่ตามที่ต้องการ
6. ขั้นตอนการทำเปลือกชั้นใน นำเรซินที่ผสมตัวเร่งพร้อมสีขาวเรียบร้อยเทลงบนแม่พิมพ์รอจนแห้งก็จะได้เปลือกไข่ชั้นในตามที่ต้องการ
7. ขั้นตอนการทำเยื่อชั้นนอก นำซิลิโคนที่ผสมตัวเร่งแล้วทาทับบนเปลือกไข่ชั้นในที่แห้งแล้ว รอจนแห้งก็จะได้เยื่อชั้นนอก
8. ขั้นตอนการทำไข่ขาว ก่อนที่จะเริ่มทำใช้คินน้ำมันปั่นเป็นแบบเพื่อทำช่องอากาศที่ทางด้านป้าน นำเรซินที่ผสมตัวเร่งแล้งเทลงในแม่พิมพ์ประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของพิมพ์เมื่อซิลิโคนใกล้จะแห้งใช้คัตเตอร์กรีดแบ่งให้เป็นรอยเพื่อที่จะทำเยื่อชั้นใน โดยการใส่พลาสติกใสหนาวางตามแนวที่กรีดไว้แล้วเทเรซินที่ผสมตัวเร่งแล้วทับชั้นแรกอีกทีหนึ่ง ให้เหลือจากขอบประมาณ 1 นิ้ว
9. ขั้นตอนการทำไข่แดง ใช้ลูกบอลกระดาษตรงกลางเพื่อให้ได้ตำแหน่งของไข่แดงที่ถูกต้องก่อนที่เรซินชั้นที่ 2 จะแห้ง เมื่อเรซินชั้นที่ 2 แห้งก็จะได้เป็นหลุมไว้เพื่อที่จะทำไข่แดงแล้วเทเรซินที่ผสมตัวเร่งพร้อมสีส้มที่จะทำเป็นสีไข่แดงลงในหลุมที่เป็นแบบก็จะได้ไข่แดง หลังจากนั้นเทเรซินที่ผสมตัวเร่งแล้วบาง ๆ อีกครั้งหนึ่ง
10. ขั้นตอนการทำไข่ขาวใสชั้นใน ก่อนที่เรซินที่เททับไข่แดงครั้งสุดท้ายใช้มีดคัตเตอร์กรีดตรงบริเวณที่จะทำเป็นไข่ขาวชั้นใน ก่อนที่เรซินจะแข็งตัวใช้พลาสติกใสหนาวางตามรอยกรีดแล้วเทเรซินที่ผสมตัวเร่งแล้วเฉพาะบริเวณที่กั้นด้วยพลาสติกหนาที่จะทำเป็นไข่ขาวใสชั้นใน
11. ขั้นตอนการทำหัวไข่แดง โดยใช้เรซินที่ผสมตัวเร่งแล้วพร้อมสีขาวใช้ทุกันเบอร์ 1 ระบายให้เป็นหัวไข่แดงทั้งทางด้านป้านและด้านแหลม หลังจากนั้นนำเรซินที่ผสมตัวเร่งพร้อมสีเหลืองเล็กน้อยเพื่อที่จะทำเป็นไข่ขาวชั้นในบริเวณที่เป็นไข่ขาวชั้นในก็จะทับหัวไข่แดงที่พื้นไว้จะทำให้มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. การทำเชื้อหุ้มไขแดง ทำเช่นเดียวกับที่ทำเชื้อชั้นในโดยใช้พลาสติกใสกัน รอบไขแดง ก็จะได้เชื้อหุ้มไขแดงตามที่ต้องการ

13. เมื่อเรซินแห้งแล้ว นำเรซินที่ผสมตัวเร่งพร้อมสีเหลืองที่จะระบายเป็นไขแดงชั้นสีจาง โดยใช้พู่กันระบายจนครบ 6 ชั้น พร้อมทั้งจุดเจริญ เมื่อเสร็จแล้วนำเรซินที่ผสมตัวเร่งแล้วทาบสีที่พื้นอีกครั้งหนึ่งก็จะ ได้สีไขแดงที่สวยงาม

14. เมื่อเรซินแห้ง แกะพิมพ์ออกก็จะ ได้แบบจำลองโครงสร้างของไขที่สมบูรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข

#### 4.1 วิธีการตรวจสอบแบบจำลอง

ในการสร้างอุปกรณ์หรือแบบจำลองในครั้งนี้ เพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน วิชาการฟิสิกส์และการจัดการโรงฟัก (35032106) ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) การที่ทำให้สื่อนั้นมีคุณภาพได้นั้นต้องมีการตรวจสอบความสมบูรณ์ในด้านต่าง ๆ เพื่อที่จะมีผลต่อการนำไปใช้ป็นสื่อในการเรียนการสอน และทำให้ผู้เรียนนั้นมีความเข้าใจในเนื้อหาส่วนต่าง ๆ ของแบบจำลองได้ง่ายขึ้น พร้อมทั้งทำให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จมากขึ้น อาจจะเป็นในด้านการมองเห็นเหมือนของจริงและเข้าใจในเรื่องโครงสร้างของไข่ ในด้านการตรวจสอบอุปกรณ์นั้นมีขั้นตอนและรายละเอียดที่ตรวจสอบดังนี้

1. ความมั่นคงของฐาน
2. ความเหมาะสมของขนาด
3. ความถูกต้องของรูปทรง
4. ความเด่นชัดของโครงสร้างของไข่
5. ความเหมาะสมในการใช้ประกอบการสอน
6. ความสอดคล้องกับเนื้อหา
7. ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย
8. ความสะดวกในการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 แบบประเมินคุณภาพอุปกรณ์ประกอบการสอน

นางสาวรินทร์จิ่ง สุขกมลภักดิ์

ปัญหาพิเศษเรื่องแบบจำลองโครงสร้างของไข่

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ และเติมข้อความในช่องว่างที่กำหนดให้

##### 1. แบบประเมินคุณภาพแบบจำลอง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	ต้องแก้ไข	พอใช้	ดี	ดีมาก
- ความมั่นคงของฐาน				
- ความคมชัดของสีสันทึน				
- ความเหมาะสมของขนาด				
- ความถูกต้องของรูปทรง				
- ความถูกต้องของโครงสร้างไข่				
- ความเหมาะสมในการใช้ประกอบการสอน				
- ความสอดคล้องกับเนื้อหา				
- ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย				
- ความสะดวกในการเก็บรักษา				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. แบบประเมินเนื้อหาของแบบจำลองโครงสร้างของไข่

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ และเติมข้อความในช่องว่างที่กำหนดให้

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	ต้องแก้ไข	พอใช้	ดี	ดีมาก
-เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์การสอน				
-ความสอดคล้องกับแบบจำลอง				
-การเรียบเรียงเนื้อหาถูกต้อง				
-ความเหมาะสมกับระดับความรู้				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ผลการตรวจสอบ

ในการประเมินคุณภาพแบบจำลองเรื่อง โครงสร้างของไข่ได้ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การประเมินด้านคุณภาพของแบบจำลอง โดยอาจารย์รัชชัช สุขภคินธุ์ ได้ประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับคุณภาพแบบจำลองดังนี้
  - ความมั่นคงของฐาน ผลการประเมินดี
  - ความเหมาะสมของขนาด ผลการประเมินดี
  - ความถูกต้องของรูปทรง ผลการประเมินพอใช้
  - ความถูกต้องของโครงสร้าง ผลการประเมินดี
  - ความเหมาะสมในการใช้ประกอบการสอน ผลการประเมินดี
  - ความสอดคล้องกับเนื้อหา ผลการประเมินดี
  - ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ผลการประเมินพอใช้
  - ความสะดวกในการเก็บรักษา ผลการประเมินพอใช้

ข้อเสนอแนะ ควรปรับปรุงเชื่อมต่อหุ้มชั้นนอกให้อยู่ในระดับเดียวกัน ป้ายหรือหมายเลขควรจัดให้เหมาะสมและดูสวยงามและปรับเชื่อมต่อหุ้มชั้นในให้เรียบเสมอน้ำค้ำของฟองไข่เพื่อความสมบูรณ์ของแบบจำลอง
2. ด้านเนื้อหาในการทำแบบจำลองโดยอาจารย์วิไลย์ ปวงสุขเป็นผู้ประเมินได้ประเมินผลและเสนอแนะมาดังนี้
  - เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์การสอน ผลการประเมินดี
  - ความสอดคล้องกับแบบจำลอง ผลการประเมินดี
  - การเรียบเรียงเนื้อหาถูกต้อง ผลการประเมินดี
  - ความเหมาะสมกับระดับความรู้ ผลการประเมินพอใช้

ข้อเสนอแนะ การเรียบเรียงเนื้อหาค่อนข้างละเอียด

### 4.4 การปรับปรุงแก้ไข

จากผลการประเมินได้รับคำแนะนำจากผู้ประเมินและได้ทำการแก้ไขดังนี้คือ

1. ด้านเชื่อมต่อหุ้มชั้นนอกและเชื่อมต่อหุ้มชั้นในนั้นได้ทำการแก้ไขโดยตัดให้อยู่ในระดับเดียวกัน
2. ด้านการทำป้ายบอกโครงสร้างของไข่นั้นได้เปลี่ยนรูปแบบของป้ายใหม่ให้ถาวรมากขึ้น

ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ เป็นการจัดทำอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนประเภทแบบจำลอง เรื่อง โครงสร้างของไข่ เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้างของไข่เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟัก รหัสวิชา (35032106) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาเกษตรกรรม กระทรวงศึกษาธิการ ในการทำแบบจำลองนี้เพื่อประโยชน์ในการเรียนวิชาการฟักไข่และการจัดการโรงฟักและวิชาที่ต้องศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของไข่ ซึ่งแบบจำลองนี้จะทำให้ผู้สอนสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์ที่เป็นไข่ของจริง เพราะว่าไข่ที่เป็นของจริงบางส่วนไม่สามารถมองเห็นได้หรือไม่ชัดเจน แบบจำลองโครงสร้างของไข่นี้จะทำให้การเรียนการสอนเป็นรูปธรรมมากขึ้น

การจัดทำแบบจำลองเรื่องโครงสร้างของไข้ก่อนจะทำจะต้องวิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตของปัญหาพิเศษ จากนั้นจึงทำการศึกษาขั้นตอนการทำแบบจำลองและวิธีการต่าง ๆ ในการทำแบบจำลอง ในการใช้วัสดุพวกปูนปลาสเตอร์ พลาสติก ขั้นตอนการทำพิมพ์ การผสมปูน การผสมเรซิน การผสมยางซิลิโคนและขั้นตอนการปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การทำแบบจำลองต้องใช้เวลาในการทำมากถ้าจะให้ได้ผลงานออกมาสมบูรณ์ที่สุด เพราะมีหลายขั้นตอนคือต้องเริ่มจากการกลึงปูนปลาสเตอร์ให้ได้รูปไข่ขึ้นมาเป็นแบบ แล้วทำพิมพ์ด้วยปูนปลาสเตอร์ให้ได้ไข่ครึ่งใบโดยการใช่พลาสติกแข็งกัน เมื่อปูนปลาสเตอร์แห้งแล้วก็จะได้พิมพ์ออกมา หลังจากนั้นเริ่มทำเปลือกไข่ โดยการทาวาสลินให้ทั่วพิมพ์ก่อนเพื่อจะได้แกะชิ้นงานออกได้ง่าย ในการทำเปลือกไข่นั้นจะต้องใช้สีที่ผสมเรซินพร้อมตัวเร่งในการทำจะต้องกลึงพิมพ์ตลอดเพื่อจะได้เปลือกไข่ที่หนาบางเท่ากันตลอด เมื่อเรซินแห้งแล้วก็จะขั้นตอนการทำเปลือกไข่ชั้นในโดยใช้เรซินที่ผสมตัวเร่งแล้วทาบเปลือกไข่ที่ทำไว้ครั้งแรกแล้วกลึงให้ทั่วรอบจนแห้งดีแล้วก็เริ่มทำไข่ขาว โดยก่อนทำไข่ขาวจะต้องใช้ดินน้ำมันกันตรงส่วนด้านป้านของไข่เพื่อทำเป็นช่องอากาศเสียก่อน แล้วจึงเริ่มหล่อเรซินชั้นแรก ก่อนที่เรซินจะแข็งตัวต้องใช้มีดคัตเตอร์กรีดให้เป็นรอยตรงบริเวณที่เป็นเยื่อหุ้มชั้นในแล้วใช้พลาสติกหุ้มสอกลงบริเวณที่กรีดเพื่อแสดงให้เห็นว่าเป็นเยื่อหุ้มชั้นใน แล้วเทเรซินทับอีกชั้นหนึ่งเพื่อจะทำไข่แดงโดยใช้ลูกบอลพลาสติกวางตรงบริเวณที่จะทำเป็นไข่แดง เมื่อเรซินแห้งตรงที่วางลูกบอลไว้ก็จะเป็นหลุมเพื่อที่จะหยอดเรซินที่ผสมตัวเร่งพร้อมสีสั้มที่จะทำเป็นไข่แดง ส่วนเยื่อหุ้มไข่แดงก็ทำเช่นเดียวกับเยื่อหุ้มชั้นในโดยใช้

เอ็กสแตร์เป็นเอ็กสแตร์ที่สังเคราะห์ขึ้นจากงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ใช่วัสดุที่ใช้จริงในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลศาสตร์ศึกษา ในการแยกแยะว่าส่วนไหนเป็นไขขาวเหลวหรือใส่นั้น ต้องใช้เทคนิคในการผสมเรซินตรงส่วนที่เป็นไขขาวชั้น จะใช้เรซินผสมสีเหลืองเล็กน้อย ส่วนไขขาวใสจะไม่ผสมสีลงในเรซินเลย ในการทำชั้นของไขแดงใช้วิธีการระบายด้วยเรซินผสมสีเพื่อแยกเป็นชั้น ไขแดงสีเข้มและสีจาง ในขั้นตอนการทำไขขาวแดงก็เช่นเดียวกัน ใช้เรซินผสมสีขาวระบายเลียนแบบไขขาวแดงของจริงแล้ว เทเรซินที่ผสมสีเหลืองเล็กน้อยทับอีกครั้งหนึ่ง ส่วนของไขแดงก็เหมือนกันเมื่อเพนท์เสร็จแล้วเรซินที่ไม่ผสมสีทับอีกครั้งจะทำให้ส่วนที่ระบายมองเป็นเนื้อเดียวกัน ในแต่ละขั้นตอนการทำนั้น ต้องใช้เวลาและมีสมาธิเพราะว่า ในการทำแบบจำลองเรื่องโครงสร้างของไขนั้นจะต้องเลียนแบบของจริง การที่เราจะผสมสีและระบายสีให้ได้ใกล้เคียงนั้นเป็นไปได้ยาก การควบคุมสีของเรซินก็เหมือนกันเป็นไปได้ยากมากเพราะมีปัจจัยหลายปัจจัยที่มีผลต่อสีของเรซิน ดังนั้นในการทำผู้จัดทำจึงต้องปรึกษาหาความรู้เรื่องการทำแบบจำลองและเรื่องค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านเทคนิคการใช้สี การผสมเรซิน หรือเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทุกด้าน

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ เป็นการจัดทำอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนประเภทแบบจำลอง เรื่อง โครงสร้างของไข เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้างของไข เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการฟักไขและการจัดการโรงฟัก รหัสวิชา (35032106) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาเกษตรกรรม กระทรวงศึกษาธิการ ในการจัดทำได้มีการใช้วัสดุ ได้แก่ ปูนพลาสติก อีพ็อกซี เรซิน สีน้ำมัน และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกหลายอย่าง ผู้จัดทำได้มีข้อเสนอแนะมีอีก ในวาระต่อไปนี้

5.2.1 ในการผสมเรซินนั้นจะต้องผสมตัวเร่งให้ได้อัตราส่วนที่พอดีเพราะถ้าผสมน้ำยาเร่ง ไม่ดี สีของเรซินที่ออกมาจะไม่ได้ตามที่ต้องการ หรือรับมากเกินไปผสมตัวเร่งในเรซินมากเกินไปเมื่อแห้งก็จะทำให้ชิ้นงานแตก

5.2.2 การทำแบบจำลองเป็นการทำอุปกรณ์ชนิดที่ต้องลงทุนสูง ดังนั้นผู้จัดทำไม่ควรจะทำให้มีการผิดพลาดเพราะจะทำให้ต้องเสียดำเนินค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นและจะเป็นการสิ้นเปลืองเงินทุนเป็นอย่างมาก

5.2.3 ในการทำแบบจำลองที่ใช้เรซินนั้นต้องมีความสะอาดเพราะว่าเรซินเมื่อยังไม่แห้งถ้ามีสิ่งแปลกปลอมหล่นลงไป เมื่อเรซินแข็งตัวแล้วจะเอาไม่ออกทำให้ผลงานที่ออกมานั้นไม่สะอาด จึงควรต้องมีการระมัดระวังเป็นอย่างดี

### บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531. 260 น.
- จริยา เหนียนเฉลย. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ : สหมิตรออฟเซต, 2535. 209 น.
- จันทร์ฉาย เตมียาการ. การเลือกใช้สื่อทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 2536
- ชลียา ลิ้มปิยากร. เทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ ฯ : พิษณุการพิมพ์, 2536. 246 น.
- วาสนา ชาวนา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 236 น.
- วรวิทย์ วนิชาภิชาติ. ไข่และการฟักไข่. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์รวิวีเจีย, 2531. 240 น.
- วรรณมา เข้มทะวงษ์. ทักษะพื้นฐานของการผลิตสื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีและการผลิตกรรมทางการศึกษา วิทยาลัยครูพระนคร, 2532. 206 น.
- อาชีพศึกษา, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเรียนการสอน การฟักไข่และการจัดการโรงฟัก. กรุงเทพฯ ฯ : กรมอาชีพศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2527. 126 น.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภท วิชาเกษตรกรรม สาขาวิชาสัตวศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : กระทรวงศึกษาธิการ. 317 น.
- สุวรรณณ เกษตรสุวรรณ. การเลี้ยงไก่. พิมพ์ครั้งที่7. กรุงเทพฯ ฯ : บริษัทประชาชน จำกัด, 2535. 305 น.
- สุวรรณณ เกษตรสุวรรณ. ไข่และเนื้อไก่. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์อมรการพิมพ์, 2529. 376 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพอุปกรณ์ประกอบการสอน

นางสาวรินทร์จิ่ง สุขกมลภักพันธ์

ปัญหาพิเศษเรื่อง แบบจำลองโครงสร้างของไข่

MODEL ON STRUCTURE OF EGG.

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ และเติมข้อความในช่องว่างที่กำหนดให้

### 3. แบบประเมินคุณภาพแบบจำลอง

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	ต้องแก้ไข	พอใช้	ดี	ดีมาก
- ความมั่นคงของฐาน			✓	
- ความเหมาะสมของขนาด			✓	
- ความถูกต้องของรูปทรง		✓		
- ความถูกต้องของโครงสร้างไข่		✓		
- ความเหมาะสมในการใช้ประกอบการสอน			✓	
- ความสอดคล้องกับเนื้อหา			✓	
- ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย		✓		
- ความสะดวกในการเก็บรักษา		✓		

ข้อเสนอแนะ..... ควรปรับปรุงเนื้อหามันในกรณีไข่ไก่ ควรใช้ไข่ไก่สดเป็นต้น  
 ... มีวงหรืออนุกรมเลข หรือ ดัดทำไข่ และหม้อมาและดูรูปของไข่ให้ละเอียด  
 ... และใช้ไข่ไก่สดในกรณีไข่ไก่สด หรือ ไข่ไก่สด หรือ ไข่ไก่สด หรือ ไข่ไก่สด  
 ... 11.นางสาวรินทร์จิ่ง สุขกมลภักพันธ์

(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินเนื้อหาของแบบจำลองโครงสร้างของไข่

นางสาวรินทร์จิ่ง สุขกมลภักดิ์

ปัญหาพิเศษเรื่อง แบบจำลองโครงสร้างของไข่

MODEL ON STRUCTURE OF EGG.

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ และเติมข้อความในช่องว่างที่กำหนดให้

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	ต้องแก้ไข	พอใช้	ดี	ดีมาก
-เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์การสอน			✓	
-ความสอดคล้องกับแบบจำลอง			✓	
-การเรียบเรียงเนื้อหาถูกต้อง			✓	
-ความเหมาะสมกับระดับความรู้		✓		

ข้อเสนอแนะ.....

ใช้เส้นประในกระดาษนี้ และ เสร็จแล้วให้รีบส่งคืน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## แบบประเมินเนื้อหาของแบบจำลองโครงสร้างของไข่

นางสาวรินทร์จิ่ง สุขกมลภักดิ์

ปัญหาพิเศษเรื่อง แบบจำลองโครงสร้างของไข่

MODEL ON STRUCTURE OF EGG.

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ และเติมข้อความในช่องว่างที่กำหนดให้

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	ต้องแก้ไข	พอใช้	ดี	ดีมาก
-เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์การสอน				
-ความสอดคล้องกับแบบจำลอง				
-การเรียบเรียงเนื้อหาถูกต้อง				
-ความเหมาะสมกับระดับความรู้				

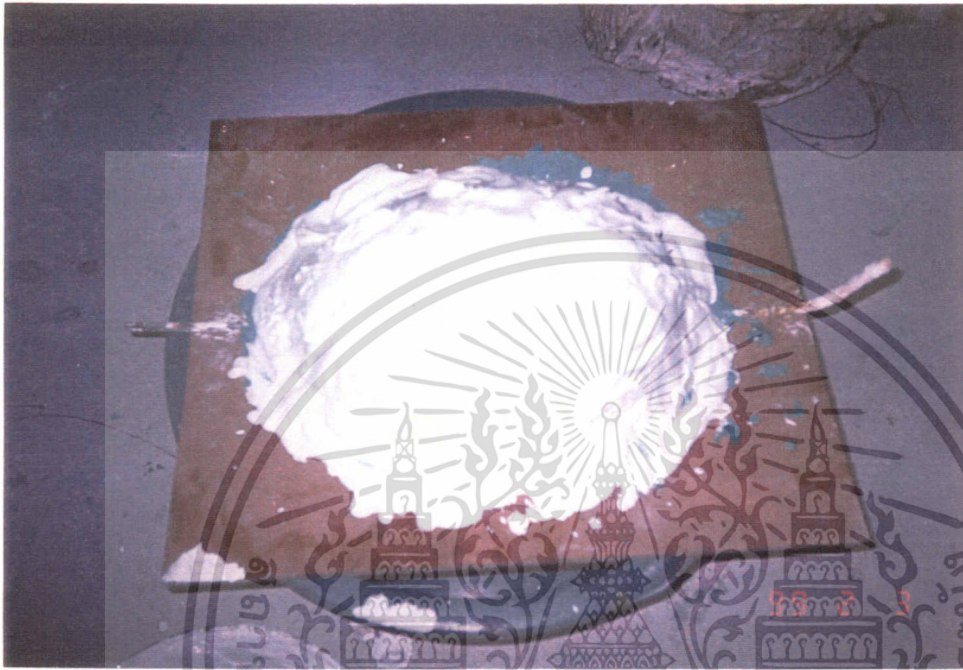
ข้อเสนอแนะ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

(.....)

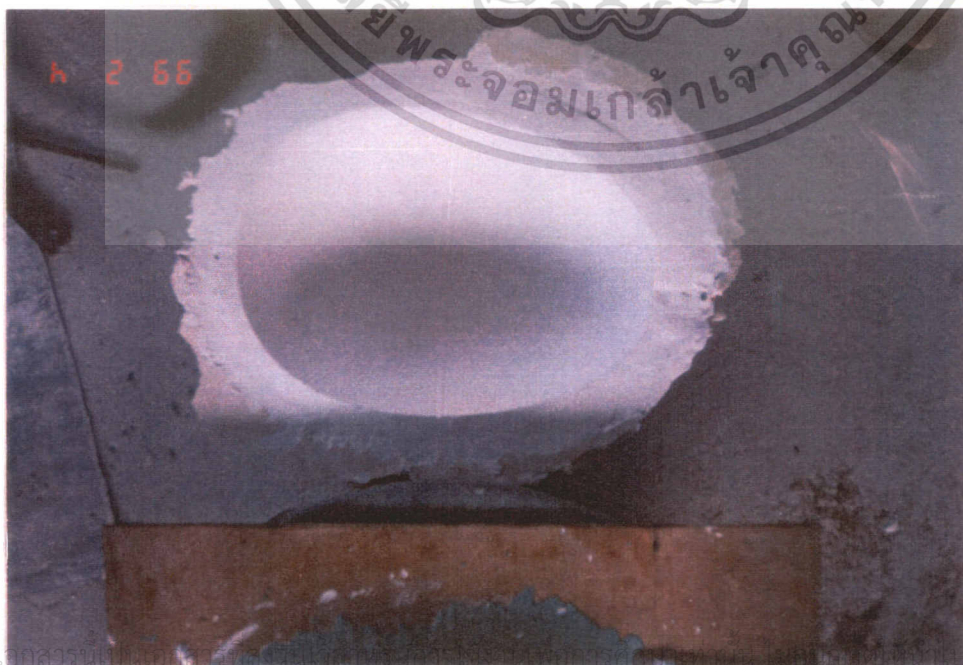
ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่1 แสดงการทำแม่พิมพ์จากดินแบบ

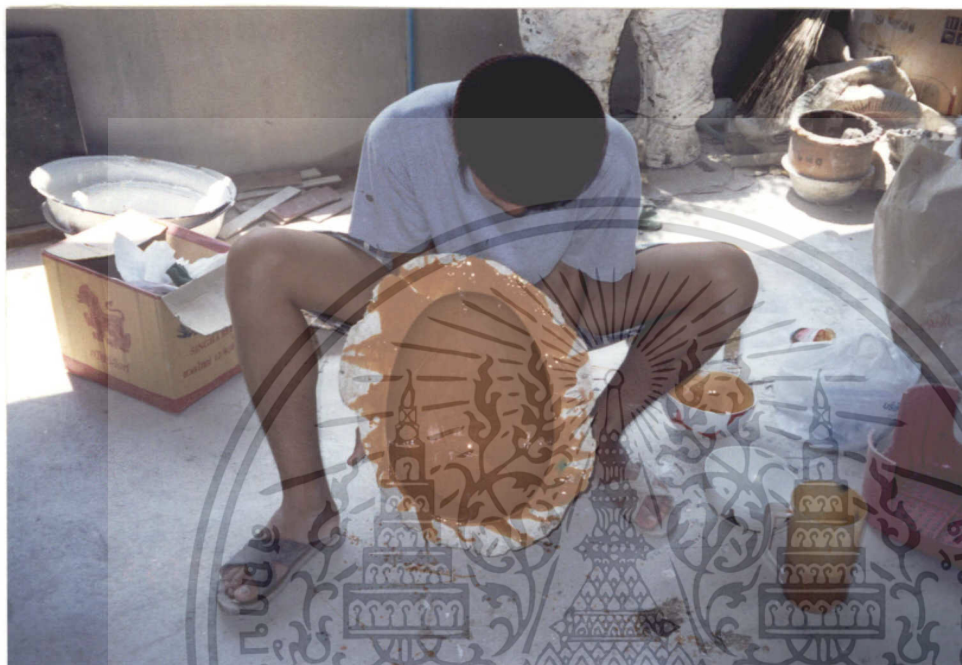


ภาพที่2 แสดงแม่พิมพ์ที่ได้จากดินแบบ



เอกสารเป็น... ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่3 แสดงขั้นตอนการทำเปลือกไข่ชั้นนอก



ภาพที่4 แสดงขั้นตอนการทำเปลือกไข่ชั้นใน



ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการทำไข่ขาวชั้นแรก

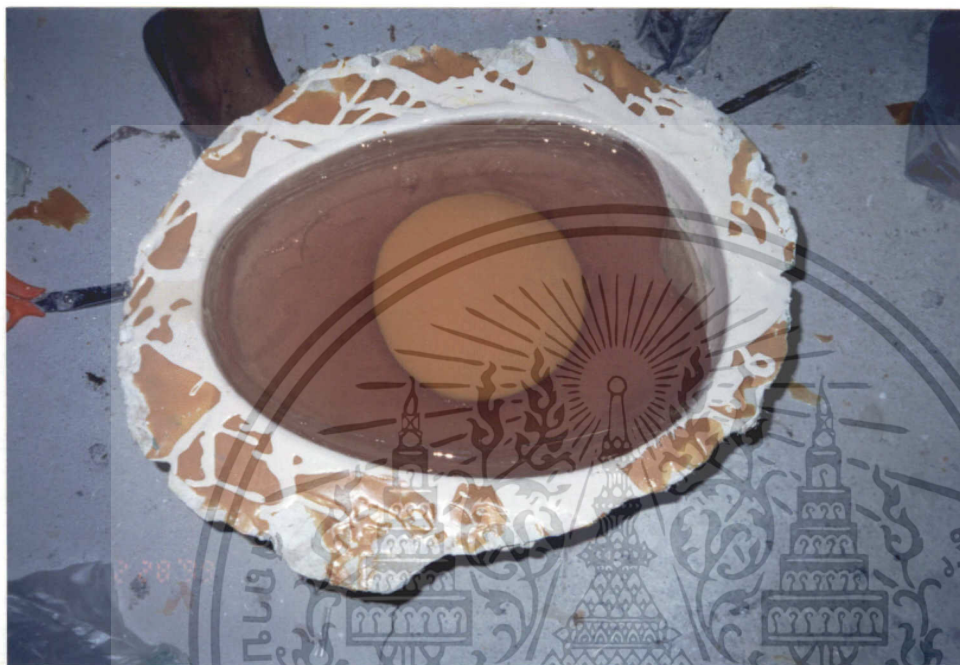


ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการใช้พลาสติกหุ้มทำเบือหุ้มชั้นใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่7 แสดงขั้นตอนการทำไข่แดง



ภาพที่8 แสดงขั้นตอนการทำข้าวไข่แดง โดยการใช้เรซินผสมสีขาวแล้วระบายด้วยภู่กัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่9 แสดงขั้นตอนการทำไข่แดงชั้นสีจาง



ภาพที่10 แสดงแบบจำลองโครงสร้างของไข่ที่เสร็จสมบูรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้