

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพภายในของไข่ไก่
(Effect of storage time on internal eggs qualitys)

อนุพงษ์ โจนกระโทก

Anuphong Konkrathok

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ต่อคุณภาพภายในของไข่ไก่ได้ทำการรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556-2561 โดยนำไข่ไก่มาตรวจสอบคุณภาพไข่ ประกอบด้วย น้ำหนักไข่ เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว ความสูงไข่ขาว ความสูงไข่แดง ค่าออกยูนิต สีไข่แดง เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ ความเป็นกรด-ด่างไข่ขาว ความเป็นกรด-ด่างไข่แดง ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ผลการทดลองพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่และความเป็นกรด-ด่างไข่ขาวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าออกยูนิต ความสูงไข่ขาว ความสูงไข่แดง และสีไข่แดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 0 แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพไข่จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาไข่เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 14 วัน และควรเก็บในอุณหภูมิเฉลี่ย 4 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ ยังคงคุณภาพไข่ที่ดีสำหรับการบริโภคของมนุษย์

คำสำคัญ: ไข่ไก่ ระยะเวลาการเก็บรักษา คุณภาพไข่

บทนำ

ไข่เป็นแหล่งโปรตีนราคาถูกมีประโยชน์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงอุดมไปด้วย โปรตีน ธาตุเหล็ก ฟอสเฟต กรดอะมิโน กรดไขมัน และวิตามิน 13 ชนิด (Stadelman, 1995) คุณภาพของไข่ไก่เป็นตัวบ่งชี้การยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งวัดได้จากคุณภาพภายนอกและภายในของไข่ คุณภาพไข่ภายนอกที่ดีควรมีขนาด สีเปลือกไข่ และรูปร่างสม่ำเสมอผิวเปลือกเรียบสะอาดปราศจากรอยแตกร้าว (King'ori, 2012) ในด้านคุณภาพภายในของไข่จะวัดจากคุณภาพไข่ขาว ไข่แดง และขนาดช่องอากาศภายในฟองไข่ โดยคุณภาพไข่ขาวจะเป็นตัวชี้หลักในการวัดคุณภาพความสดของไข่ สำหรับการคัดเกรดไข่ตามหลักสากลโดยใช้ค่าฮอกยูนิต (Haugh unit: HU) ซึ่งเป็นค่าที่วัดได้จากการคำนวณน้ำหนักไข่และความสูงของไข่ขาวชั้นแบ่งคุณภาพความสดของไข่ไก่ตามมาตรฐานของ USDA (2000) ได้ดังนี้ คือ ระดับชั้นคุณภาพเอเอ (AA) มีค่า H.U. ไม่ต่ำกว่า 72 ระดับชั้นคุณภาพเอ (A) มีค่า H.U. เท่ากับ 60-71 และระดับชั้นคุณภาพ (B) มีค่า H.U.ต่ำกว่า 60 โดยไข่ที่ออกจากแม่ไก่ใหม่จะมีความสดใหม่ เมื่อระยะเวลาผ่านไปคุณภาพไข่จะลดลง Samli et al. (2005) ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพไข่ ส่วนประกอบไข่ขาว และไข่แดงให้มีการเปลี่ยนแปลง โดยความสูงของไข่ขาวลดลง เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากช่องอากาศขยายใหญ่ขึ้น เกิดการระเหยของน้ำภายในไข่ มีการถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเปลือก ทำให้น้ำหนักไข่ลดลง และน้ำจากไข่ขาวซึมเข้าไปในไข่แดง ทำให้ไข่แดงขยายตัว (Feddern et al., 2017) ดังนั้นสมมติฐานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ต่อคุณภาพของไข่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้ที่สนใจ

ไข่เป็นอาหารที่มีค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะโปรตีนในไข่มีกรดอะมิโน (amino acid) ประเภทชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential amino acid) ครบทุกชนิด ไข่ทั้งฟอง มีน้ำเป็นส่วนประกอบหลักประมาณร้อยละ 66 โปรตีน ร้อยละ 12 ไขมันร้อยละ 10 คาร์โบไฮเดรตและเถ้าประมาณร้อยละ 1 นอกจากสารอาหารที่ให้พลังงานแล้วไข่แดงยังเป็นแหล่งของวิตามินเอ (Vitamin A) และบี 12 และเป็นแหล่งอาหารที่มีแร่ธาตุหลักด้วยไข่แดงประกอบไปด้วยน้ำ โปรตีนและไขมัน ธาตุเหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส และมีวิตามิน เอ กับ บี 1 ไข่ขาวมีโปรตีนมากกว่าไข่แดงคุณภาพของไข่ไก่เป็นตัวบ่งชี้การยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งวัดได้จากคุณภาพภายนอกและภายในของไข่ คุณภาพไข่ภายนอกที่ดีควรมีขนาด สีเปลือกไข่ และรูปร่างสม่ำเสมอผิวเปลือกเรียบสะอาดปราศจากรอยแตกร้าว (King'ori, 2012) เมื่อระยะเวลาผ่านไปคุณภาพไข่จะลดลงและมีการเปลี่ยนแปลง

โครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญของไข่

1. เปลือกไข่ (egg shell) อาจมีสีน้ำตาลหรือสีขาวขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์แม่ไก่ สีไข่ไม่มีผลใดๆต่อคุณค่าทางโภชนาการแต่อย่างใด เช่น ไข่ไก่พันธุ์เล็กฮอร์นมีเปลือกสีขาว ส่วนไข่ไก่พันธุ์โรดไอแลนด์มีเปลือกสีน้ำตาลในเปลือกไข่จะมีคอลลาเจน(collagen) สารเป็นตัวตาข่าย และมีหินปูน(แคลเซียมคาบอเนต) เป็นส่วนใหญ่ ทำให้เปลือกแข็ง เปลือกไข่จะมีรูขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นหมด อากาศและความชื้นสามารถแทรกผ่านรูเล็กๆที่อยู่ในไข่ได้ อากาศจำเป็นสำหรับตัวอ่อนหายใจ เมื่อไข่ออกมาใหม่ๆ จะมีเมือกเคลือบที่เปลือกไข่ด้านบน เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศและน้ำผ่านเข้าไปได้ เปลือกไข่ในช่วงแรกๆจึงมีลักษณะเป็นนวล เมื่อเก็บไว้นานๆ เมือกเหล่านี้จะแห้งไป เปลือกไข่จึงมีอากาศถ่ายเทเข้าออกได้มากขึ้น ทำให้ไข่เสียเร็ว

2. เยื่อหุ้มไข่ มีอยู่ด้วยกัน2ชั้น ชั้นนอกที่ติดเปลือกมีชื่อเรียกว่า shell membrane ชั้นในที่ติดกับไข่ขาวเรียกว่า egg membrane เยื่อชั้นนอกและชั้นในจะชิดกันตลอด แต่แยกกันที่ด้านป้านของไข่ซึ่งมีโพรงอากาศ

3. โพรงอากาศ (air cell) เป็นช่องว่างที่อยู่บริเวณด้านป้านของไข่ อยู่ระหว่างเยื่อหุ้มชั้นนอกและเยื่อหุ้มชั้นใน เมื่อไข่ออกมาใหม่ๆ อุณหภูมิของไข่ยังสูง จึงไม่มีช่องว่าง ต่อเมื่อไข่เย็นลง ของเหลวภายในไข่หดตัวทำให้เกิดเป็นโพรงอากาศขึ้น และถ้าหากมีน้ำระเหยออกไปมาก ก็จะทำให้โพรงอากาศใหญ่ขึ้นด้วย

4. ไข่ขาว (albumen) มีทั้งหมด3ชั้น ไข่ขาวชั้นนอกสุดจะค่อนข้างเหลว อยู่ติดกับเยื่อหุ้มไข่ ถัดมาเป็นไข่ขาวชั้น มีปริมาณมากกว่าครึ่งของไข่ขาวทั้งหมด ส่วนชั้นในสุดเป็นไข่ขาวอย่างเหลว ในไข่ขาวประกอบด้วยน้ำและโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ มีไขมันบ้างเล็กน้อย ลักษณะที่เป็นเมือกของไข่ขาวชั้น เกิดจากคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่

5. เยื่อหุ้มไข่แดง (Vitelline membrane) มีประโยชน์คือ ช่วยหุ้มไข่แดงเอาไว้โดยรอบ

6. ไข่แดง (Yolk) ไข่แดงจะอยู่กลางฟองโดยการยึดของเยื่อ ที่เป็นเกลียวแข็ง อยู่ด้านหัวและท้ายของไข่แดง และยื่นเข้าไปในไข่ขาวไข่แดงมีความเข้มข้นมากกว่าไข่ขาว เพราะมีน้ำน้อยกว่า มีไขมันและโปรตีนมากกว่า ในไข่แดงบางฟองอาจมีจุดเลือด มีสาเหตุมาจากเส้นเลือดฝอยในรังไข่ของแม่ไก่แตก

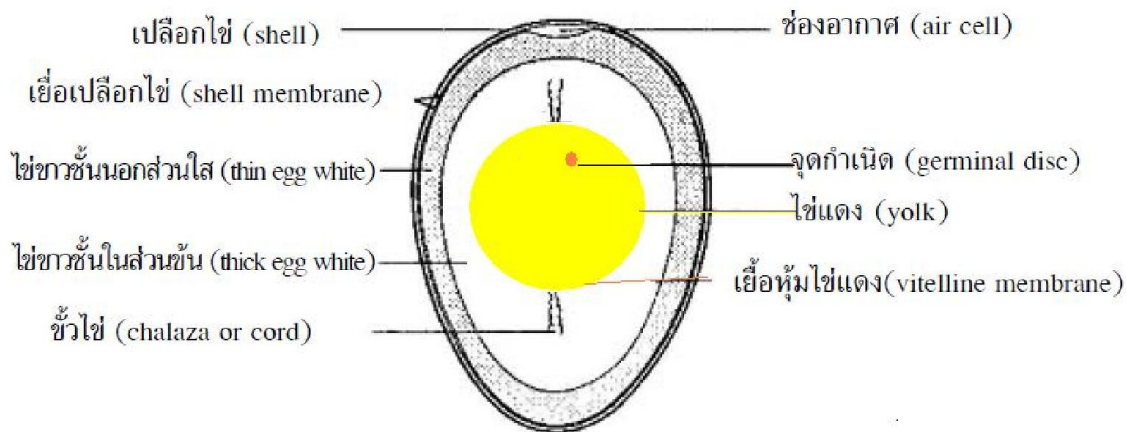


Figure 1. Structure of egg

ที่มา: [http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1146/egg%E0%B8\(11](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1146/egg%E0%B8(11) กุมภาพันธ์ 2563)

คุณภาพของไข่ไก่

คุณภาพของไข่ไก่นั้นมีความสำคัญในการเพิ่มจำนวนการบริโภคของผลิตภัณฑ์ไข่ไก่ ซึ่งคุณภาพไข่ไก่อาจมาจากความพึงพอใจของผู้บริโภค รวมถึงลักษณะของไข่ไก่ เช่น สี กลิ่น รสชาติและคุณค่าทางโภชนาการ นอกจากนี้ยังรวมถึงค่านิยมในการเลี้ยงสัตว์เพื่อการจัดการเกรดบรรจุภัณฑ์และการส่งเสริมการขายคุณภาพของไข่ไก่นั้นได้รับอิทธิพลที่สำคัญจากปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุกรรม การจัดการ สุขภาพ สิ่งแวดล้อม อายุของสัตว์และอาหาร สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยก่อนที่ไข่จะออกไข่

1. ขนาดไข่ไก่ได้รับอิทธิพลมาจากพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุ์และการรักษาพันธุ์ที่ดีของไข่ที่มีขนาดที่ต้องการ สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว โดยการคัดเลือกพันธุ์โภชนาการ อาหารนั้นมีอิทธิพลต่อขนาดไข่อย่างชัดเจน หากแม่ไก่ได้รับอาหารที่มีการเพิ่มโปรตีน จะส่งผลให้ไข่ไก่มีขนาดใหญ่ ส่วนพลังงานที่มีอยู่ในสูตรอาหาร จะส่งผลต่อน้ำหนักไข่อุดมของสิ่งแวดล้อม ขนาดของไข่จะลดลงเมื่ออยู่ที่อุณหภูมิมากกว่า 18 องศาเซลเซียส และน้ำหนักไข่ตามที่เคยมีรายงานน้ำหนักไข่จะลดลง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิอย่างช้าๆ มากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็วอายุของสัตว์ ในทางการค้าไก่ที่มีอายุมากกว่า 1 ปีจะให้ไข่ 18-24 สัปดาห์ ซึ่งทำให้ไข่มีขนาดเล็ก ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ของน้ำหนักไข่พันธุ์ไวท์เล็กฮอร์น (White Leghorns) ที่ทำการทดลองนั้นมีความแปรผันตามชนิดของกรง

2. คุณภาพเปลือกไข่การที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจในการซื้อไข่ไก่นั้น เปลือกไข่จะต้องมีความสวยงาม ไม่สกปรก ไม่บุบร้าว และไม่บุบแตก

-สีของเปลือกไข่ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะตัวของสัตว์และไม่มีความสัมพันธ์กับรสชาติคุณค่าทางโภชนาการหรือการเก็บรักษาที่มีคุณภาพ เช่น พันธุ์เล็กฮอร์น (Leghorns) ให้ไข่เปลือกสีขาวพันธุ์ไวท์

พลิมัธร็อก (White Plymouth Rocks) ให้เปลือกไข่สีน้ำตาลอ่อน โดยสีของเปลือกไข่ ขึ้นอยู่กับรังควัตถุในช่วงการสร้างเปลือกไข่

- ความหนาเปลือกไข่ ความแข็งแรงและพื้นผิวมีความสำคัญต่อการรวบรวมไข่ด้วยมือเปลือกไข่คิดเป็น 10-11 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักฟองไข่ โดยทั่วไปแล้วเปลือกไข่จะมีน้ำหนักประมาณ 5-6 กรัม องค์ประกอบของเปลือกไข่จะประกอบด้วย แคลเซียมคาร์บอเนต 94-97 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.3 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.2 เปอร์เซ็นต์ โซเดียม โพแทสเซียม แมงกานีส เหล็กและทองแดง 2 เปอร์เซ็นต์ ความหนาของเปลือกไข่ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ซึ่งจะมีอุปกรณ์สำหรับวัดความหนาเปลือกไข่ ในวิธีที่ง่ายกว่าและถูกกว่า คือ วิธีการวัดเปอร์เซ็นต์ของเปลือกไข่ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของเปลือกไข่จะอยู่ที่ 10-11 เปอร์เซ็นต์

- ความแข็งแรงของเปลือกไข่ นั้นสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมจึงควรคัดเลือกสายพันธุ์ไก่ที่ดีส่วนสายพันธุ์เปลือกไข่ไม่แข็งแรง ควรทำการพัฒนาและปรับปรุงสายพันธุ์

- โภชนาการ โภชนะอาหารนั้นเป็นปัจจัยในการสร้างเปลือกไข่คือแคลเซียมฟอสฟอรัสแมงกานีสและวิตามินดี ในการผลิตไข่ที่มีระยะการให้ไข่เป็นเวลานาน ความต้องการทางโภชนาการควรเพียงพอและเหมาะสมกับการสร้างเปลือกไข่ จากการศึกษาพบว่าปริมาณแคลเซียมในอาหารนั้นมีอิทธิพลต่อคุณภาพเปลือกไข่ หากแคลเซียมในอาหารไม่เพียงพอจะทำให้ได้ไข่คุณภาพต่ำ และถ้าปริมาณแคลเซียมมากเกินไปจะได้เปลือกไข่ที่ขรุขระ ซึ่งเกิดจากแคลเซียมสะสมบนเปลือกไข่

- อายุสัตว์ คุณภาพเปลือกไข่จะเสื่อมลงหลังให้ไข่ในระยะเดือนแรกเล็กน้อยสาเหตุอาจเกิดจากการทำกิจกรรมลดลงการเมตาบอลิซึมและแคลเซียมจะต่ำลง เมื่ออายุมากขึ้น

- สุขภาพของฝูง จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการติดเชื้อโรคหลอดลมอักเสบ นิวคลาสเซล กล่องเสียงอักเสบ และโปรโตซัวในลำไส้ เป็นเหตุในการให้ไข่ทำให้คุณภาพเปลือกลดลงโรคระบบทางเดินหายใจนั้นสำคัญทำให้คุณภาพเปลือกไข่แย่ลง แต่ถ้าหากผ่านวิกฤตโรคระบบทางเดินหายใจได้สามารถให้ไข่ได้ตามปกติ

- อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิที่สูงภายในโรงเรือนจะทำให้เปลือกไข่คุณภาพลดลง และลดความหนาของเปลือก อย่างไรก็ตามปริมาณแคลเซียมที่สัตว์ได้รับเป็นสิ่งจำเป็นต่อความแข็งแรงของเปลือกไข่

3. รูปร่างของไข่

รูปร่างปกติที่มีความสำคัญต่อทัศนคติของตลาดไข่ที่มีลักษณะยาวหรือสั้น ที่มีลักษณะแตกต่างจากกลุ่มจะถูกคัดออกจากรูปร่างที่ผิดปกติ เช่น เปลือกขรุขระ

- พันธุกรรม โดยทั่วไปแล้วแม่ไก่แต่ละตัวจะออกไข่ที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันเพราะฉะนั้นการปรับปรุง และคัดเลือกสายพันธุ์ไก่ที่ให้ไข่รูปร่างดีจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

- สุขภาพ การติดเชื้อโรคหลอดลมอักเสบและนิวคลาสเซล เป็นสาเหตุทำให้ไข่นั้นมีรูปร่างผิดปกติได้

4. คุณภาพไข่ขาว

-อุณหภูมิไข่ ไข่เป็นผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียได้ง่าย จึงต้องเก็บรักษาไว้ในที่เย็น การรักษาอุณหภูมิสูงเวลานาน เป็นการเร่งให้ไข่เสื่อมสภาพเร็วขึ้น ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพไข่ขาวอีกด้วย

-ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลน้อยหรือไม่มีผลต่อการทำให้คุณภาพไข่เสื่อมลง อย่างไรก็ตาม ความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวควบคุมการระเหยของน้ำในไข่ ความชื้นสัมพัทธ์มีส่วนเกี่ยวข้อง 70 เปอร์เซ็นต์ ในการควบคุมการระเหยของน้ำในไข่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุณหภูมิที่สูงทำให้น้ำภายในไข่ลดลง และเพิ่มขนาดช่องอากาศ

-ปฏิกิริยาทางฟิสิกส์เคมี ไข่ที่คุณภาพสูงมักประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์ของไข่ขาวที่สูง อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาระหว่างการออกไข่ถึงผู้บริโภคทำให้คุณภาพเปลี่ยนไป การเพิ่มขึ้นของช่องอากาศส่งผลให้ไข่ขาวบางลงไข่ขาวและไข่แดงเพิ่มความเป็นต่าง เมื่อไข่สดจะประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไข่ขาวค่อนข้างทึบไม่โปร่งแสง หากเก็บไข่เป็นเวลานานก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะค่อยๆลดลงทำให้เกิดไฮโดรเจนไอออนที่เข้มข้นและค่า pH เพิ่มขึ้นไข่สดควรมีค่า pH ประมาณ 7.6 แต่อาจจะมากกว่าถ้าเก็บเป็นระยะเวลานานขึ้น ค่า pH สูงขึ้นเป็น 9.5 หรือมากกว่านั้นแสดงว่าไข่นั้นเสื่อมคุณภาพความหนาและความบางของไข่ขาว นั้นแตกต่างกันของโอโวมิวซิน(Ovomucin)ถ้าไข่ขาวหนามีลักษณะเป็นเจลเพราะปริมาณโอโวมินมีสูง ไข่ขาวที่บางเป็นการเพิ่มความเข้มข้นระหว่างความดันของไข่แดงและไข่ขาว ผลทำให้น้ำที่อยู่ในไข่ขาวถูกดูดซึมเข้าสู่ไข่แดง ไข่แดงจึงมีปริมาณมากขึ้น

5. คุณภาพไข่แดง

-สีของไข่แดง ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับอาหาร สีของไข่แดงนั้นมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับรงควัตถุแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) โดยทั่วไปแล้วพบว่าผู้บริโภคไม่ชอบไข่สีแดงเข้ม

-จุดดำดำ การที่ไข่แดงเกิดจุดหรือตุ่มบนผิวหน้าเกิดจากไข่ที่เก็บไว้หลายวัน แอลบูมิน (Albumin) จะเคลื่อนตัวทะลุผ่านเยื่อหุ้มไข่แดง (Vitelline membrane) เข้าสู่ไข่แดงซึ่งพบในไข่ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิสูง

-จุดเลือดผลมาจากการแตกของเส้นเลือดแดงในฟอลลิเคิล (Follicle) ในขณะที่ยังติดกับรังไข่ จุดเลือดโดยทั่วไปอาจพบบนไข่แดง หรือภายหลังการสร้างไข่ขาว นอกจากนี้การที่อาหารมีวิตามินเอปริมาณต่ำเป็นการเพิ่มการเกิดจุดเลือดได้

-จุดเนื้อลักษณะจุดเนื้อมันมีทั้งสีเข้ม หรือซีดขาว สามารถพบได้บนผิวหน้าไข่แดง และไข่ขาวมีทั้ง 3 ชนิด คือ การเสื่อมสลายของเม็ดเลือดรงควัตถุของเปลือกและการเจริญเนื้อเยื่อผิดที่ในไข่สีน้ำตาล จุดเนื้อเป็นสิ่งสำคัญเพราะปัจจัยของสี และพบว่าจุดเนื้อมีความสัมพันธ์กับสีเปลือกไข่นอกจากนี้ลักษณะของไข่สามารถบ่งบอกสิ่งต่างๆ ได้ดังนี้

1.ไข่ที่มีรูปร่างผิดปกติ ก่อนอื่นต้องรู้จักไข่ที่ปกติจะมีรูปร่างไข่ (Oval shape) คือ ด้านหนึ่งป้านอีกด้านหนึ่งแหลม การที่ไข่มีรูปร่างผิดปกติอาจหมายความว่าบริเวณที่มีการสร้างเปลือกไข่ (Shell gland) มีการ

ติดเชื้อจากโรคนิวคลาสเซล หรือโรคไอบี (Infectious bronchitis) เป็นต้น หรืออาจเกิดจากการที่ไก่ไข่มีความเครียด หรือมีการเลี้ยงที่หนาแน่นเกินไป

2.ไข่ที่มีเปลือกเหมือนรอยที่เหี่ยวย่น พบว่าเกิดจากความเครียดของแม่ไก่ หรือ การติดเชื้อจากโรคไอบี (Infectious bronchitis) หรือ บริเวณที่มีการสร้างเปลือกไข่เกิดการติดเชื้อ

3.ไข่ที่เปลือกมีจุดสีน้ำตาลกระจาย อาจเกิดจากบริเวณที่มีการสร้างเปลือกไข่เกิดการติดเชื้อ หรือมีปัญหาในเรื่องปริมาณแคลเซียมในอาหารแม่ไก่ที่ไม่ได้สัดส่วน

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพไข่

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพไข่ในระหว่างที่เก็บรักษา เกิดจากการระเหยของน้ำภายในไข่และการสูญเสียในรูปก๊าซทำให้น้ำหนักไข่ลดลงและช่องอากาศขยายใหญ่ขึ้น น้ำที่ระเหยส่วนใหญ่มาจากไข่ขาวเพราะไข่ขาวมีความชื้น 87.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไข่แดงมีความชื้นอยู่ 51.1 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซที่ระเหยคือก๊าซ CO_2 , NH_3 , N_2S ซึ่งเกิดจากการสลายตัวทางเคมีของสารอินทรีย์ในไข่ ซึ่งอัตราการระเหยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อม ระยะเวลาในการเก็บรักษา ความหนาของเปลือกไข่และขนาดไข่ น้ำจากไข่ขาวส่วนหนึ่งจะเข้าไปในไข่แดงทำให้ไข่แดงขยายตัว นอกจากนี้โครงสร้างโมเลกุลของโปรตีนในไข่ขาวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์ภายในไข่ ทำให้ไข่ขาวชั้นเปลี่ยนไปเป็นขาวใสและสามารถมองเห็นเงาของไข่แดงได้ชัดเจน นอกจากนี้การเก็บรักษาไข่ที่ไม่ถูกต้องจะทำให้จุลินทรีย์มีโอกาสเข้าไปในฟองไข่ได้ง่ายขึ้น ทำให้ไข่เน่า การเก็บรักษาไข่มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมให้องค์ประกอบภายในไข่เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด โดยชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และรักษาปริมาณน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในไข่ไว้ให้นานที่สุด ซึ่งโดยปกติไข่ทั้งเปลือกจะเก็บได้นานพอสมควรเพราะมีเปลือกไข่เป็นตัวป้องกัน ดังนั้นการเก็บรักษาคุณภาพไข่จึงควรเริ่มจากการเก็บไข่จากเล้าให้บ่อยครั้ง เพื่อป้องกันการแตกร้าวและลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

วิธีการเก็บรักษาไข่ทำได้ดังนี้

- เก็บในที่อุณหภูมิต่ำใช้อุณหภูมิ 11.6-14.4 องศาเซลเซียส สำหรับไก่ไข่เพื่อการค้า และ 17.2-20 องศาเซลเซียสสำหรับไข่พันธุ์
- ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ถ้ามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ราขึ้น
- เก็บไข่ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 0.55-2.50 เปอร์เซ็นต์
 - เคลือบผิวไข่ด้วยน้ำมันแร่และแปรรูปเป็นไข่เค็มหรือไข่เยี่ยวม้า

ผลของอายุการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพไข่

Lee et al. (2016) ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่ทางการค้า ใช้ไข่จำนวน 1,800 ฟอง แบ่งเป็น 4 กลุ่มตามระยะเวลาการเก็บรักษา คือ การเก็บรักษาที่ 2, 6, 12, 18, 24 และ 30 วัน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาคุณภาพไข่ในส่วนของน้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ค่าฮอกยูนิต และค่าสีไข่แดง ดังตารางที่ 1 พบว่า มีน้ำหนักไข่แต่ละกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 61.99, 61.68, 59.97, 59.27, 57.78 และ 57.58 กรัม ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ความสูงไข่ขาว มีค่าเท่ากับ 7.50, 6.51, 5.87, 5.42, 5.30 และ 5.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าฮอกยูนิต มีค่าเท่ากับ 85.04, 77.66, 72.28, 67.04, 68.67 และ 64.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) น้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ค่าฮอกยูนิต ลดลงอย่างชัดเจนตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไข่ขาว และไข่แดง โดยความสูงของไข่ขาวลดลง เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่เพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากช่องอากาศขยายใหญ่ขึ้น เกิดการระเหยของน้ำภายในไข่ มีการถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเปลือก ทำให้น้ำหนักไข่ลดลง และน้ำจากไข่ขาวซึมเข้าไปในไข่แดง ทำให้ไข่แดงขยายตัว (Feddern et al., 2017) ส่วนค่าของสีไข่แดง มีค่าเท่ากับ 6.14, 5.46, 7.07, 7.12, 7.67 และ 64.56 ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Table 1. Effects of the storage period and temperature on internal egg qualities

Parameter	Storage period (d)						SEM	P-Value
	2	6	12	18	24	30		
Egg weight (g)	61.99 ^a	61.68 ^a	59.97 ^b	59.27 ^b	57.78 ^c	57.58 ^c	0.09	<0.0001
Albumen height (mm)	7.50 ^a	6.51 ^b	5.87 ^c	5.42 ^{cd}	5.30 ^d	5.04 ^d	0.05	<0.0001
Haught unit (%)	85.04 ^a	77.66 ^b	72.28 ^c	67.04 ^d	68.67 ^d	64.56 ^e	0.46	<0.0001
Yolk color	6.14 ^e	5.46 ^d	7.07 ^c	7.12 ^{bc}	7.67 ^a	7.34 ^{ab}	0.03	<0.0001

Egg grades: AA, HU >72; A, HU = 71–60; B, HU = 59–31; C, HU <30

^{a-c} Means in the same column with different lowercase letters are significantly different ($P<0.05$).

Source: Lee et al. (2016)

Feddern et al. (2017) ศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องและแช่เย็นต่อคุณภาพของไข่ คือ การเก็บรักษาที่ 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 และ 63 วัน ผลการศึกษาคุณภาพไข่ในส่วนของน้ำหนักไข่

การสูญเสียน้ำหนัก น้ำหนักไข่ขาว ค่าฮอกยูนิต ค่า pH ไข่แดง ค่า pH ไข่ขาว ความสูงไข่ขาว สีของไข่แดงดังตารางที่ 2 พบว่า มีน้ำหนักไข่แต่ละกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 49.03, 49.81, 48.79, 47.39, 47.63, 47.66, 47.78, 46.86 และ 46.31 กรัม ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การสูญเสียน้ำหนักมีค่าเท่ากับ 99.27, 98.67, 97.85, 97.36, 96.71, 96.34, 95.03 และ 94.19 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) น้ำหนักไข่ขาวมีค่าเท่ากับ 32.66, 32.79, 31.97, 30.96, 30.52, 30.06, 30.03, 29.68 และ 28.59 กรัม ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Scott and Silverside (2000) ซึ่งพบว่า น้ำหนักไข่ลดลงตามระยะเวลาการเก็บไข่ที่เพิ่มขึ้น Tilki and Saatci (2004) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น ขัดแย้งกับการศึกษาของ Tabidi (2011) รายงานว่าระยะเวลาการเก็บไข่มีผลต่อน้ำหนักไข่ จิตธนา (2539) รายงานว่าไข่ที่เก็บไว้นานขนาดโพรงอากาศจะขยายใหญ่ขึ้นตามไปด้วย ส่งผลทำให้น้ำหนักของฟองไข่ลดลง เนื่องจากน้ำภายในฟองไข่แพร่ผ่านรูบนเปลือกไข่สู่บรรยากาศ จึงเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บเพิ่มขึ้น

Table 2. Effect of storage temperature on egg quality parameters

Parameter	Storage period (d)								
	7	14	21	28	35	42	49	56	63
Egg Weight (g)	49.03	49.81	48.79	47.39	47.63	47.66	47.78	46.86	46.31
Weight loss (%)	-	99.27	98.67	97.85	97.36	96.71	96.34	95.03	94.19
Albumen weight (g)	32.66	32.79	31.97	30.96	30.52	30.06	30.03	29.68	28.59
Haugh unit	95.75	94.15	88.19	85.92	70.99	70.33	70.09	65.82	74.22
Yolk pH	5.896	5.937	6.014	6.176	6.007	6.386	6.352	6.140	6.465
Albumen pH	8.068	8.486	8.616	8.626	8.741	8.829	8.743	8.731	8.875
Albumen height (mm)	8.754	8.477	7.275	6.808	4.805	4.823	4.737	4.206	5.060
Yolk color	7.600	7.233	7.767	8.367	7.533	7.767	7.667	8.033	6.667

Egg grades: AA, HU >72; A, HU = 71–60; B, HU = 59–31; C, HU <30

Source: Feddern et al. (2017)

ส่วนค่าฮอกยูนิต มีค่าเท่ากับ 95.75, 94.15, 88.19, 85.92, 70.99, 70.33, 70.09, 65.82 และ 74.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่างไข่แดงมีค่าเท่ากับ 5.896, 5.937, 6.014, 6.176, 6.007, 6.386, 6.352, 6.140 และ 6.465

ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าความสูงไข่ขาว มีค่าเท่ากับ 8.754, 8.477, 7.275, 6.808, 4.805, 4.823, 4.737, 4.206 และ 5.060 มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่าของสีไข่แดง มีค่าเท่ากับ 7.600, 7.233, 7.767, 8.367, 7.533, 7.767, 7.667, 8.033 และ 6.667 ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่างไข่ขาว มีค่าเท่ากับ 8.068, 8.486, 8.616, 8.626, 8.741, 8.829, 8.743, 8.731 และ 8.875 ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Samli et al. (2005) และ Akyurek and Okur (2009) กล่าวว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างไข่ขาวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2553) กล่าวว่า ไข่เป็นต่างมากขึ้น เมื่อไข่สดมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของไข่และละลาย อยู่ในไข่ในรูปของกรดคาร์บอนิก และเกลือไบคาร์บอเนต ไข่สดที่ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ภายใน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.5-8.5 คือ มีค่าความเป็นด่างเล็กน้อย ในระหว่างการเก็บรักษาไข่เกิดการสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านรูบนเปลือกไข่ จนภายในไข่มี ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับอากาศโดยรอบ ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้น จึงส่งผลให้ไข่มีฤทธิ์เป็นด่างมากขึ้น

Table 3. Effect of storage length on the egg internal qualities

Parameter	Storage period (d)					SEM	P- Value
	0	5	10	15	20		
Albumen wt./g	29.8 ^a	27.5 ^b	26.5 ^b	26.5 ^b	24.1 ^c	0.21	0.03
Percent albumen/%	57.3 ^a	51.0 ^b	50.9 ^b	50.5 ^b	48.3 ^c	0.88	0.01
Albumen height/mm	7.3 ^a	5.8 ^b	4.3 ^c	3.5 ^d	3.2 ^d	0.09	0.02
Haugh unit/%	83.8 ^a	76.2 ^b	63.1 ^c	55.9 ^d	53.9 ^d	0.9	<0.01
Yolk height/mm	14.9 ^a	13.7 ^a	10.5 ^b	9.7 ^{bc}	8.9 ^c	0.14	0.02
Yolk colour	6.5 ^a	4.4 ^b	4.0 ^b	3.9 ^b	2.0 ^c	0.05	<0.01

Egg grades: AA, HU >72; A, HU = 71–60; B, HU = 59–31; C, HU <30

^{a-c} Means in the same column with different lowercase letters are significantly different ($P<0.05$)

Source: Hagan et al. (2013)

Hagan et al. (2013) ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพภายในของไข่ตลอดการทดลอง 20 วัน คือ การเก็บรักษาที่ 0, 5, 10, 15, และ 20 วัน ผลการศึกษาคุณภาพไข่ในส่วนของน้ำหนักไข่ขาว เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว ความสูงไข่ขาว ค่าฮอกยูนิต ความสูงไข่แดง และ สีไข่แดง (Table 3) พบว่า มีน้ำหนักไข่แต่ละกลุ่มทดลองน้ำหนักไข่ขาวมีค่าเท่ากับ 29.8, 27.5, 26.5, 26.5 และ 24.1 กรัม ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เปอร์เซ็นต์ไข่ขาวมีค่าเท่ากับ 57.3, 51.1, 50.9, 50.5

และ 48.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ความสูงไข่วามีค่าเท่ากับ 7.3, 5.8, 4.3, 3.5 และ 3.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังนั้นความสูงไข่วาลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าฮอกยูนิลดลงตามไปด้วย (Samli et al., 2005) มีลักษณะไข่วาเหลว เนื่องจากพันธะระหว่างโปรตีนโอโวมูซินและโปรตีนไลโซไซม์อ่อนแอลง นอกจากนี้กระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา USDA ได้กำหนดค่าความสดของไข่ไก่ไว้ที่ 83 แต่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ของประเทศไทยได้ กำหนดคุณภาพความสดของไข่ไก่ไว้ที่ 72 (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2553) ส่วนค่าฮอกยูนิตมีค่าเท่ากับ 83.8, 76.2, 63.1, 55.9 และ 53.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ความสูงไข่แดงมีค่าเท่ากับ 14.9, 13.7, 10.5, 9.7 และ 8.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สีไข่แดงมีค่าเท่ากับ 6.5, 4.4, 4.0, 3.9 และ 2.0 ตามลำดับ ให้ผลการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับUSAD (2000) รายงานว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่มีผลต่อสีไข่แดง โดยไข่ที่มีระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น มีผลทำให้สีไข่แดงลดลง นอกจากนี้เจนรงค์ และคณะ (2557) รายงานว่าระยะเวลาการเก็บไข่มีผลต่อสีของไข่แดง โดยไข่ที่มีระยะเวลาเก็บไข่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้สีของไข่แดงลดลง

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ไข่วาพบว่า มีค่าเปอร์เซ็นต์ไข่วาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0, 5, 10, 15, และ 20 วัน เนื่องจากเมื่อระยะเวลาการเก็บไข่เป็นระยะเวลานานจะทำให้หน้าในไข่วาสามารถเคลื่อนเข้าไปในไข่แดงเนื่องจากความเข้มข้นของไข่แดงมากกว่าไข่วา โดยไข่วาชั้นจะเริ่มสลายตัวกลายเป็นไข่วาเหลวและความสูงไข่วาจะลดลงเมื่อเก็บไข่ไก่ไว้ที่เป็นเวลานาน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไข่วาลดลงกฤติยา และคณะ (2553) ทำการตรวจสอบคุณภาพไข่ประกอบด้วยน้ำหนักไข่ ความแข็งเปลือกไข่ ความสูงไข่วา สีไข่แดงและความหนาเปลือกไข่ จากการตรวจสอบคุณภาพ พบว่า คุณภาพของไข่ในกลุ่มที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องหรือกลุ่มที่ 1 มีแนวโน้มน้ำหนักไข่และค่าความสูงไข่วาลดลง ในวันที่ 7, 14 และ 21 ตามลำดับ โดยที่สีของไข่แดง ค่าความแข็งเปลือกไข่และค่าความหนาเปลือกไข่ไม่แตกต่างกันในขณะที่ไข่ที่เก็บในตู้เย็นมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไข่เพียงเล็กน้อยTilki and Saatci (2004) ศึกษาความสำคัญของการเก็บรักษาต่อลักษณะภายนอก และภายในของไข่ พบว่า ผลของวันเก็บรักษาไข่ไก่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักและน้ำหนักไข่ ไข่ไก่จะสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้น การเก็บรักษาไข่ไก่ 0-35 วัน ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อดัชนีรูปร่าง ความหนาของเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกและอัตราส่วนเปลือก ในขณะที่น้ำหนักไข่วา อัตราส่วนไข่วา อัตราส่วนไข่แดง ดัชนีไข่วา น้ำหนักไข่แดง และดัชนีไข่แดงลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นคุณภาพของไข่ ซึ่งหมายรวมถึงคุณภาพภายนอกและคุณภาพภายในของไข่มีผลมาจากปัจจัยในหลายๆด้าน การที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจในการเลือกซื้อไข่นั้น เปลือกไข่เป็นด่านแรกที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจในการซื้อหรือไม่

ดังนั้นเราจึงให้ความสำคัญในเรื่องของภาพลักษณ์ รวมทั้งคุณภาพของเปลือกไข่เพิ่มขึ้น แต่ก็ไม่ควรละเลยคุณภาพไข่ในด้านอื่นๆร่วมด้วยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพไข่ ได้แก่ สายพันธุ์ไก่ ค่าโภชนา โรค การจัดการในฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ และสุขภาพของไก่ไข่ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งเสียหาย จะมีผลต่อคุณภาพไข่ทั้งสิ้น

สรุป

ควรเก็บรักษาไข่เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 14 วัน และไม่ควรเก็บรักษามากกว่า 30 วันเนื่องจากคุณภาพของไข่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยส่งผลให้ น้ำหนักไข่ ค่าฮอกยูนิต ดัชนีไข่แดง เปอร์เซ็นต์ไข่ขาวลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างไข่ขาวมีค่าสูงกว่าในระดับปกติที่ควรมีค่าเท่ากับ 7.5-8.5

เอกสารอ้างอิง

- กานดา ล้อแก้วมณี และกชพรรณ สีดารักษ์. 2561. “Effect of storage time on egg quality of organic eggs kept in refrigerator temperatures”. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**. 36(3): 125-135.
- กฤติยา ม่วงพันธุ์, มานิตา ดั่งดี และศรัณญา ปิ่นทองคำ. 2553. **การศึกษาแนวทางการเพิ่มผลตอบแทนในการเลี้ยงไก่ไข่**. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- จิตธนาแจ่มเมฆ. 2539. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์.พิมพ์ครั้งที่ 1**.ภาควิชาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.528น.
- เจนรงค์ คำมุงคุณ เณลิมพล บุญเจือ ชูศักดิ์ ประภาสสวัสดิ์ และ อำนวย เลี้ยวธารากุล. 2557. ผลของพันธุ์ อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่อคุณภาพไข่ไก่.**แก่นเกษตร**.42:223-229.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, และนิธิยา รัตนูปนนท์. (2553) **ฮอฟฟิยูนิต**.จาก <http://www.foodnetworksolution.com/word>สืบค้นเมื่อ3 มิถุนายน 2557
- Akyurek, H. and A. A. Okur.2009. “Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in freerange layer hens”. **Journal of Animal and Veterinary Advances**. 8:1953-1958.
- Feddern, V. Pra, M. C. D. Mores, R. Nicoloso, R. D. S. Coldebella, A. and Abreu, P. G. D. 2017 “Egg quality assessment at different storage conditions seasons and laying hen strains”. **CienciaeAgrotecnologia**. 41(3): 322-333.

- Hagan, J. K. Adjei, I. A. and Baah, A. 2013. "Effects of extended period of storage and strain of layer on quality of chicken eggs". **Journal of Science and Technology**.33(2): 1-11.
- King'ori A.M., 2012. "Egg quality defects: types, causes and occurrence: a review". **Journal of Animal Production Advances**. 2(8): 350-357.
- Lee, M. H. Cho, E. J. Choi, E. S. and Sohn, S. H. 2016. "The effect of storage period and temperature on egg quality in commercial eggs". **Korean Journal of Poultry Science**. 43(1): 31-38.
- Samli, H.E., A. Agna and N. Senkoylu.2005. "The effects of storage time and temperature on egg quality in oldlaying hens".**Journal of Applied Poultry Research**. 14:548–553.
- Scott, T.A. and F. G. Silverside.2000. "The effect of storage and strain of hen on egg quality". **Journal of Poultry Science**. 79:1725–1729.
- Stadelman, W. J. 1995. **Quality identification of shell eggs**.P.39 – 66.In: W. J.Stadelman and O. J. Cotterill. Egg science and technology.The Haworth Press, Inc., New York.
- Tabidi, M. H. 2011. "Impact of storage period and quality on composition of table egg".**Advances in Environmental Biology**. 5(5):856–861.
- Tilki M. and M. Saatci.2004. "Effect of storage time on external and internal characteristics in partridge (*Alectoris graeca*) eggs".**Revue de Medecine Veterinaire**.115(11): 561-564.
- USDA. 2000. **Egg-Grading Manual**. Agricultural handbook No. 75, Review July 2000. Washington, DC.: United states Department of Agriculture. 50 p.