วารสารเกษตรพระจอมเกล้า ปีที่ 36 (ฉบับพิเศษ): 101-110

ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่ไก่อินทรีย์ในสภาพอุณหภูมิตู้เย็น

Effect of Storage Time on Egg Quality of Organic Eggs Kept in Refrigerator Temperatures

กานดา ล้อแก้วมณี[1] และ กชพรรณ สีดารักษ์[1]
Kanda Lokaewmanee and Kochapan Seedarak

บทคัดย่อ

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นต่อคุณภาพภายในของไข่ไก่อินทรีย์ ในระยะเวลาการเก็บที่ 3, 10, 14, 18, 21, 24, 28 และ 31 วัน ใช้ไข่ไก่อินทรีย์ จำนวน 270 ฟอง เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นเฉลี่ย 3.33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.44 เปอร์เซ็นต์ นำไข่ไก่อินทรีย์มาตรวจสอบคุณภาพไข่วันละ 30 ฟอง ประกอบด้วยค่าความถ่วงจำเพาะ ฮอกยูนิต (Haugh unit) สีไข่แดงที่วัดด้วยพัดสีโรช (Roche color fan) เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว เปอร์เซ็นต์ไข่แดง เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ การสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บ ความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวและความเป็นกรด-ด่างของไข่แดง ผลการทดลองพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะ ฮอกยูนิต สีไข่แดง และเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บ ความเป็นกรด-ด่างไข่แดง ความเป็นกรด-ด่างไข่ขาว เปอร์เซ็นต์ไข่แดงและเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการทดลองสรุปได้ว่าไข่ไก่อินทรีย์ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 21 วัน ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 3.33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.44 เปอร์เซ็นต์ ยังคงรักษาคุณภาพไข่ที่ดีสำหรับการบริโภคของมนุษย์
คำสำคัญ: ไข่ไก่อินทรีย์ ระยะเวลาการเก็บ อุณหภูมิตู้เย็น

Abstract

Effect of storage time in refrigerator temperature on organic egg quality at 3, 7, 10, 14, 18, 21, 24, 28 and 31 days was evaluated. A total of 270 organic eggs were storage at 3.33 °C with 74.55 % R.H. During the storage, each 30 organic eggs was evaluated for specific gravity, Haugh unit, egg yolk color, albumen percentage, egg yolk percentage, eggshell percentage, egg weight loss, pH of albumen and pH of yolk. The results indicated that the storage time of organics eggs in refrigerator affected on specific gravity, Haugh unit, egg yolk color and albumen percentage ($P<0.05$). A significant increase in egg weight loss, pH of albumen, pH of yolk, egg yolk percentage and eggshell percentage was observed with the increasing of storage time ($P<0.05$). In conclusion, results showed that organic eggs stored for 21 days at 3.33 °C with 74.55 % R.H. still maintain relatively good quality characteristics for human consumption.
Keywords: organic egg, storage time, refrigerator temperature

คำนำ

ไก่ไข่นับเป็นสัตว์ปีกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนไทยเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากไข่ไก่เป็นอาหารที่มีประโยชน์มาก นิยมรับประทานกันทุกครัวเรือน สามารถประกอบ

[1] ภาควิชาเกษตรและทรัพยากร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารได้หลายอย่าง ตลาดจึงมีความต้องการไข่ไก่สูงตลอดทั้งปี และมีแนวโน้มความต้องการสูงขึ้นเรื่อยๆ (เฉลิมชัย, 2554) ไข่ไก่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะสูงอุดมไปด้วยโปรตีน ธาตุเหล็ก ฟอสเฟต กรดอะมิโน กรดไขมันและวิตามิน 13 ชนิด ส่วนประกอบของไข่ไก่ ได้แก่ ไข่แดง 30-33% ไข่ขาว ประมาณ 60% และเปลือกไข่ 9-12% (Stadelman, 1995) ผู้รับประทานไข่ไก่จะคำนึงถึงคุณภาพภายนอกและภายในของไข่ คุณภาพภายนอกจะรวมถึงน้ำหนักไข่ รูปร่างไข่ สีเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ ความหนาแน่นเปลือกไข่ ความละเอียดของเปลือกไข่ ผิวเปลือกไข่ และความสะอาด (USDA, 2000) ไข่ที่มีคุณภาพภายนอกดีควรจะมีขนาดสี และรูปร่างสม่ำเสมอเปลือกไข่เรียบ สะอาด และปราศจากรอยแตกร้าว (King'or, 2012) ในด้านคุณภาพภายในของไข่จะวัดจากคุณภาพไข่ขาว ไข่แดง และขนาดช่องอากาศภายในฟองไข่โดยคุณภาพไข่ขาวจะเป็นตัวบ่งชี้หลักในการตรวจวัดคุณภาพความสดของไข่ สำหรับการคัดเกรดไข่ตามหลักสากลโดยใช้ค่าฮอกยูนิต (Haugh unit; H.U.) ซึ่งเป็นค่าที่วัดได้จากการคำนวณน้ำหนักไข่และความสูงไข่ขาวข้น การแบ่งคุณภาพความสดของไข่ไก่ตามมาตรฐานของ USDA (2000) ได้ดังนี้ ระดับคุณภาพชั้นเอเอ (AA) มีค่า H.U. ไม่ต่ำกว่า 72 ระดับคุณภาพเอ (A) มีค่า H.U. เท่ากับ 60-71 และระดับคุณภาพบี (B) มีค่า H.U. ต่ำกว่า 60 โดยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2553) ได้กำหนดคุณภาพของไข่ไก่ไว้ดังนี้คือ ไข่ไก่ทุกชั้นคุณภาพต้องมีคุณภาพทั่วไปดังต่อไปนี้ คุณลักษณะภายนอก เป็นรูปรี ด้านหนึ่งมีลักษณะป้านและอีกด้านหนึ่งมีลักษณะแหลมมน เปลือกมีสีปกติตามพันธุ์ไก่ สะอาด ผิวเปลือกเรียบ สม่ำเสมอทั้งฟอง ไม่บุบร้าว ไม่พบเชื้อรา (mold) ที่มองเห็นชัด คุณลักษณะภายใน จะมีช่องอากาศภายในไข่มีขนาดเล็ก สูงไม่เกิน 0.8 เซนติเมตร และไม่เคลื่อนตามเมื่อหมุนไข่ เมื่อตอกไข่ ไข่แดงจะไม่ติดเปลือกไข่ด้านใน ไม่แตกเหลว และไข่ขาวส่วนข้นโอบล้อมไข่แดงไม่เน่าเสียและไม่มีกลิ่นผิดปกติ ไข่แดงมีสีปกติ สม่ำเสมอและไข่ขาวสีไม่ขุ่น ไม่พบเชื้อราที่มองเห็นได้ชัดด้านในของไข่ โดยไข่ที่ออกจากตัวแม่ไก่ใหม่ๆ ไข่จะมีความสดใหม่และมีคุณภาพอยู่ในช่วงเอเอ หากเวลาผ่านไปค่าฮอกยูนิตจะลดลงตามลำดับ ซึ่งคุณภาพไข่ขาวของไข่ไก่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษา (Samli *et al.*, 2005) ในปัจจุบันสามารถพบไข่ไก่อินทรีย์ในตลาดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสนใจในการบริโภคไข่ไก่ที่ได้จากการการเลี้ยงแบบอินทรีย์ หลักการพื้นฐานการเลี้ยงสัตว์ปีกอินทรีย์จะต้องไม่ ขังกรง การเลี้ยงปล่อย (access to outdoor) มีโรงเรือนที่ เหมาะสมไม่หนาแน่นและเปิดให้สัตว์ได้ออกพื้นที่โล่งภายนอก โรงเรือนได้ตลอดเวลา พื้นที่ภายนอกควรมีหญ้าหรือ พืชธรรมชาติ ปกคลุม (free range) เพื่อให้สัตว์ได้คุ้ยเขี่ยหากินพืช สัตว์และ แมลงตามธรรมชาติสัมผัสอากาศนอกโรงเรือน อาหารที่ได้รับ รวมทั้งแปลงหญ้าต้องเป็นอินทรีย์ ไม่ใช้ยาปฏิชีวนะ สารเคมี สังเคราะห์ ไม่ใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม และการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีส่งเสริมสวัสดิภาพสัตว์มีระบบป้องกันโรคที่ดี เพื่อส่งเสริมสุขภาพสัตว์ให้แข็งแรง เป็นไปตามธรรมชาติของสัตว์ (ณรงฤทธิ์, 2558) แต่พบว่ายังขาดข้อมูลงานวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายในและคุณภาพภายนอกของไข่ไก่อินทรีย์ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิตู้เย็นเป็นระยะเวลาการเก็บที่แตกต่างกัน ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพไข่ไก่อินทรีย์ในสภาพอุณหภูมิตู้เย็น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลองและวิธีการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองที่มีแผนแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomided Design, CRD) โดยการเลี้ยงไก่ไข่สายพันธุ์เบทาโกร-โรมัน อายุ 96 สัปดาห์ จำนวน 100 ตัว โดยเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนมีวิธีการเลี้ยงแบบปล่อยเพื่อให้ไก่ได้หากินตามธรรมชาติ โดยมีมีพื้นที่ภายนอกโรงเรือนขนาด 4 ตารางเมตรต่อตัว ภายในคอกมีคอนนอน มีรังไข่ให้ไก่ จำนวน 7 แม่ต่อรัง และให้อาหารที่ผสมขึ้นเอง ใส่ขมิ้นผง 3.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัม กับฟ้าทะลายโจร 3.75 กรัม ต่อน้ำ 7.5 ลิตร โดยสลับวันการให้ขมิ้นละลายน้ำกับฟ้าทะลายโจรลายน้ำ เพื่อให้ไก่ไข่แข็งแรงและเพื่อเพิ่มสีไข่แดงให้มีสีเข้มขึ้น การเลี้ยงโดยไม่ใช้สารเคมี ยาปฏิชีวนะ และให้ไก่ได้เดินเขี่ยดิน หากินตามธรรมชาติของไก่ ทำการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็นเฉลี่ย 3.33 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 75.44 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาการเก็บรักษา 3, 7, 10, 14, 18, 21, 24, 28 และ 31 วัน ตามลำดับ

2. การวัดคุณภาพไข่

การวัดคุณภาพไข่ โดยการสุ่มเก็บไข่ไก่จากแม่ไก่จำนวน 100 ตัว โดยเก็บไข่ไก่จำนวน 30 ฟองต่อครั้ง แล้วนำไข่ไก่อินทรีย์ที่เก็บได้ในแต่ละครั้งมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็นเฉลี่ย 3.33 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 75.44 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาการเก็บรักษา 3, 7, 10, 14, 18, 21, 24, 28 และ 31 วัน ตามลำดับ เมื่อครบกำหนดตามระยะเวลาการเก็บรักษา ทำการวัดคุณภาพไข่โดยใช้ไข่จำนวน 30 ซ้ำๆ ละ 1 ฟอง มีขั้นตอนดังนี้ ชั่งน้ำหนักไข่ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ก่อนนำไปเก็บในตู้เย็น เพื่อหาน้ำหนักไข่ก่อนการเก็บ (กรัม) เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการเก็บไข่ นำไข่มาชั่งน้ำหนักด้วยด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล หาน้ำหนักหลังการเก็บ (กรัม) เพื่อหาค่าสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บ โดยมีสูตรคำนวณดังนี้ ค่าการสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์) = [(น้ำหนักไข่เริ่มต้น – น้ำหนักไข่หลังเก็บ)/น้ำหนักไข่] x 100 นำไข่ไก่ไปหาค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ไก่ โดยใช้น้ำเกลือ ที่ระดับความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.060, 1.065, 1.07, 1.075, 1.080, 1.085, 1.09, 1.095 และ 1.10 ตามลำดับ โดยถ้าฟองไข่ไก่ลอยขึ้นเหนือระดับน้ำเกลือ 0.1 มิลลิเมตรให้จดบันทึกค่า ณ ความถ่วงจำเพาะนั้น ทำการตอกไข่ เพื่อวัดสีของไข่แดงด้วยพัดสีมาตรฐานโรช (Roche color fan) และทำการวัดค่าฮอกยูนิต (Haugh unit, HU) คำนวณได้จากสมการ ดังนี้ $HU = 100 \times \log (H+7.57-1.7W^{0.37})$ (Lokaewmanee *et al.*, 2014) เมื่อ HU คือ ค่าความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร) และ W คือ ค่าน้ำหนักไข่ (กรัม) โดยใช้เครื่องวัดคุณภาพไข่อัตโนมัติ รุ่น Egg Multi tester EMT-7300 ประเทศญี่ปุ่น

นำไข่แดงกับไข่ขาวแยกออกจากกันเพื่อหาน้ำหนักไข่แดง โดยนำไข่แดงชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล และคำนวณหาน้ำหนักไข่แดง (เปอร์เซ็นต์) โดยมีสูตรคำนวณ ดังนี้ เปอร์เซ็นต์ไข่แดง (yolk percentage) = 100 x (น้ำหนักไข่แดง/น้ำหนักไข่รวม) วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของไข่ขาวและไข่แดง ด้วยเครื่อง pH Meter รุ่น HI 2210 pH Meter with 0.01 pH Resolution ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีสูตรคำนวณ ดังนี้ $pH = -\log [H_3O^+]$ นำเปลือกไข่รวมเยื่อเปลือกไข่ ตากแห้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำเปลือกไข่รวมเยื่อเปลือกไข่มาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาค่าน้ำหนักเปลือกไข่ (กรัม) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ (eggshell percentage) = 100 x (น้ำหนักเปลือกไข่/น้ำหนักไข่รวม) หลังจากนั้นนำมาคำนวณหาค่าน้ำหนักไข่ขาว มีสูตรคำนวณ ดังนี้ น้ำหนักไข่ขาว (กรัม) = น้ำหนักไข่ทั้งฟอง – น้ำหนักไข่แดง – น้ำหนักเปลือกไข่ และเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ไข่ขาว มีสูตรคำนวณ ดังนี้เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว (albumen percentage) = 100 x (น้ำหนักไข่ขาว/น้ำหนักไข่รวม)

3.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of variance (ANOVA) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design; CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2004)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ค่าความถ่วงจำเพาะ

จากการทดลองระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ที่ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10 และ 14 วัน มีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 18, 21, 24,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28 และ 31 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 18 และ 21 วัน มีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 24, 28 และ 31 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Samli *et al.* (2005) กล่าวว่า ค่าความถ่วงจำเพาะลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น และ Akyurek and Okur (2009) รายงานว่าระยะเวลาการเก็บและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความถ่วงจำเพาะลดลง นอกจากนี้ Farhad and Fariba (2011) กล่าวว่าค่าความถ่วงจำเพาะมีความสัมพันธ์กับความหนาของเปลือกไข่ มีประโยชน์อย่างมากในการสกัดกั้นการแทรกซึมของจุลินทรีย์ภายนอก เข้าไปทำลายคุณภาพภายในของไข่ ดังนั้นเมื่อค่าความถ่วงจำเพาะลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อคุณภาพของไข่ได้

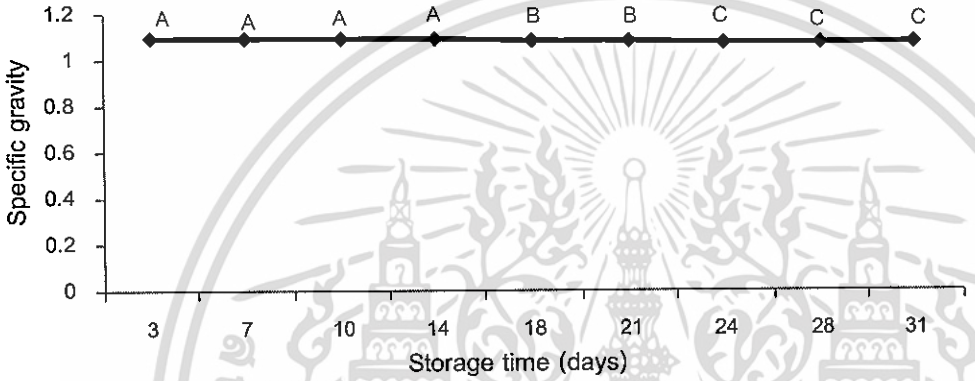

Figure 1 Effect of storage time on specific gravity.

2. ค่าฮอกยูนิต

จากการทดลองระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ที่ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3 วัน มีค่าฮอกยูนิต (Haugh unit, HU) สูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 24, 28 และ 31 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่มีค่าฮอกยูนิตไม่แตกต่างจากระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 7, 10, 14, 18 และ 21 วัน (Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Tilki and Saatci (2004) และ Samli *et al.* (2005) กล่าวว่า ค่าฮอกยูนิตลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น ไพโรจ (2556) ได้รายงานว่าค่าฮอกยูนิตได้มาจากการคำนวณค่าความสูงไข่ขาวเฉลี่ยและค่าน้ำหนักไข่เฉลี่ย ดังนั้นความสูงไข่ขาวลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าฮอกยูนิตลดลงตามไปด้วย เกียรติศักดิ์ (2545) รายงานว่าความสูงของไข่ขาวนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บไข่ โดยพบว่าไข่ที่เก็บไว้นานจะมีความสูงไข่ขาวต่ำ มีลักษณะไข่ขาวเหลว เนื่องจากพันธะระหว่างโปรตีนโอโวมูซินและโปรตีนไลโซไซม์อ่อนแอลง นอกจากนี้กระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา USDA ได้กำหนดค่าความสดของไข่ไก่ไว้ที่ 83 แต่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ของประเทศไทย ได้กำหนดคุณภาพความสดของไข่ไก่ไว้ที่ 72 (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2553) จากการทดลองไข่ไก่อินทรีย์มีอายุการเก็บที่คงความสดได้ที่อายุ 21 วัน เพราะค่าฮอกยูนิต เท่ากับ 75 เทียบเท่ากับระดับชั้นคุณภาพเอเอ (AA) คือมีค่าความสด แต่ถ้าค่าฮอกยูนิต เท่ากับ 60-71 แสดงว่าคุณภาพความสดของไข่ไก่อยู่ในระดับคุณภาพเอ (A) แต่หาค่าฮอกยูนิต น้อยกว่า 60 แสดงว่าคุณภาพความสดของไข่ไก่อยู่ในระดับคุณภาพบี (B) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าไข่ไก่อินทรีย์ที่เก็บในตู้เย็นยังคงมีความสดจนถึงระยะเวลาการเก็บที่ 21 วัน หลังจากนั้นคุณภาพความสดจะค่อยๆ ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

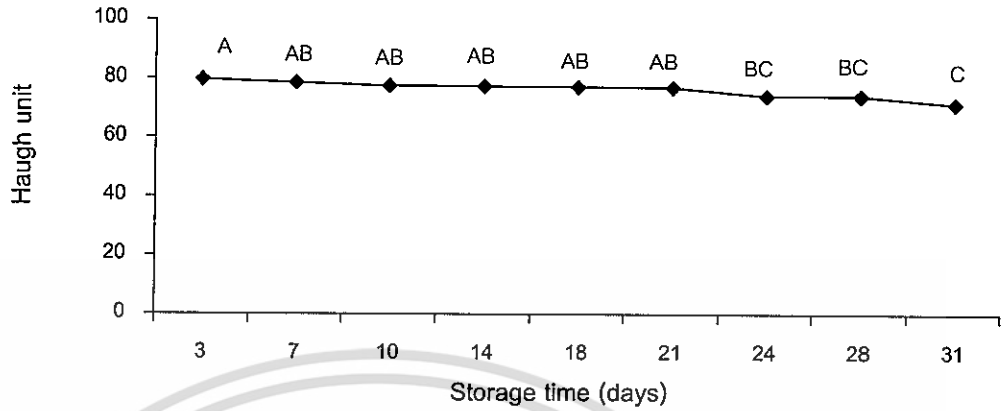

Figure 2 Effect of storage time on Haugh unit.

3. การสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บ

จากการทดลองระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 31 วัน มีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10, 14, 18, 21, 24 และ 28 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 28 วัน มีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10, 14, 18, 21 และ 24 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 24 วัน มีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3 และ 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากระยะเวลาการเก็บไก่ไข่อินทรีย์ที่ 10, 14, 18 และ 21 วัน (Figure 3) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Scott and Silversidest (2000) ซึ่งพบว่าน้ำหนักไข่ลดลงตามระยะการเก็บไข่ที่เพิ่มขึ้น Tilki and Saatci (2004) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น แต่แตกต่างจาก Tabidi (2011) ที่รายงานว่าระยะการเก็บไข่ไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ จิตธนา (2539) รายงานว่าไข่ที่เก็บไว้นาน ขนาดโพรงอากาศจะขยายใหญ่ขึ้นตามไปด้วย ส่งผลทำให้น้ำหนักของฟองไข่ลดลง เนื่องจากน้ำภายในฟองไข่แพร่ผ่านรูบนเปลือกไข่สู่บรรยากาศ จึงเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บเพิ่มขึ้น

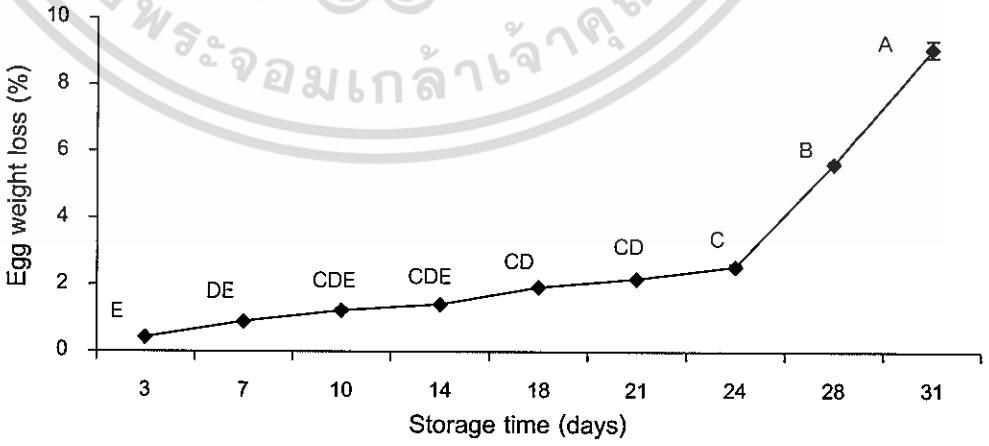

Figure 3 Effect of storage time on egg weight loss.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาว

จากการทดลองระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 28 และ 31 วัน มีความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10, 14, 18, 21 และ 24 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 24 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10, 14, 18 และ 21 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 18 และ 21 วัน มีความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10 และ 14 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 14 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, และ 10 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 10 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3 และ 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 4) ซึ่งสอดคล้องกับ Samli *et al.* (2005) และ Akyurek and Okur (2009) กล่าวว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างไข่ขาวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา (2553) กล่าวว่า ไข่เป็นด่างมากขึ้น เมื่อไข่สดมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของไข่ และละลายอยู่ในไข่ในรูปของกรดคาร์บอนิก และเกลือไบคาร์บอเนต ไข่สดที่ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ภายในมีค่า pH 7.5-8.5 คือ เป็นด่างเล็กน้อย ในระหว่างการเก็บรักษาไข่เกิดการสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านรูบนเปลือกไข่ จนภายในไข่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับอากาศโดยรอบ ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) สูงขึ้น จึงส่งผลให้ไข่มีฤทธิ์เป็นด่างมากขึ้น

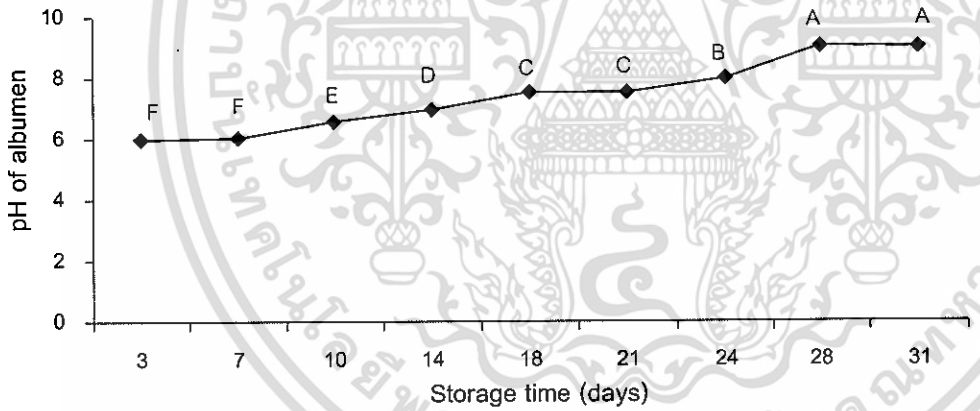

Figure 4 Effect of storage time on pH of albumen.

5. ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่แดง

จากการทดลองระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 21, 24, 28 และ 31 วัน มีความเป็นกรด-ด่างของไข่แดงสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10 และ 14 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 18 วัน ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 18 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่แดงสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7 และ 10 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 14 วัน ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 14 วัน มีความเป็นกรด-ด่างของไข่แดงสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7 และ 10 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 10 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่แดงสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีย์ที่ 3 และ 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 5) ซึ่งสอดคล้องกับ Samli *et al.* (2005) และ Akyurek and Okur (2009) กล่าวว่า ค่าความเป็นกรดด่างไข่แดงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา (2553) กล่าวว่าไข่สดมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของไข และละลายอยู่ในไข่ในรูปของกรดคาร์บอนิกและเกลือไบคาร์บอเนต ไข่สดที่ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ภายใน มีค่า pH 7.5-8.5 คือ เป็นด่างเล็กน้อย Kemps *et al.* (2007) รายงานว่าในระหว่างการเก็บรักษาไข่จะเกิดการสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านรูบนเปลือกไข่สู่สภาพแวดล้อมภายนอก ส่งผลต่อปฏิกิริยาการละลายคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำลดลง จึงเกิดไฮโดรเจนอิออนลดลง จึงทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) สูงขึ้น ไข่มีฤทธิ์เป็นด่างมากขึ้น

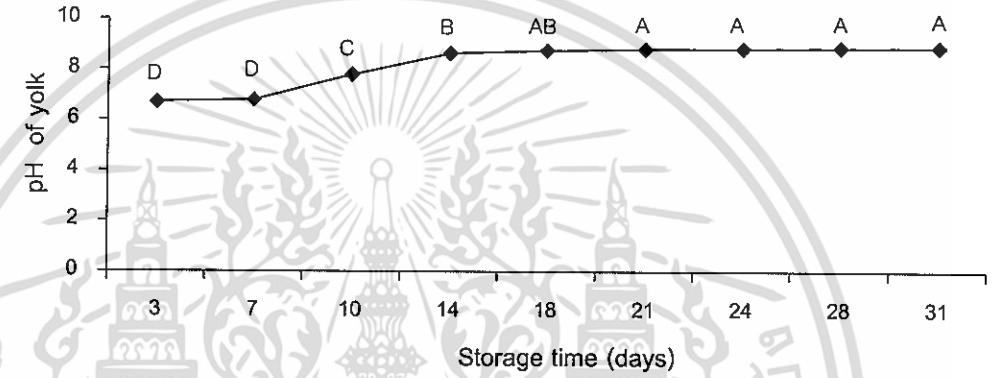

Figure 5 Effect of storage time on pH of yolk.

6. สีไข่แดง

จากการทดลองระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10, 14, 18, 21 และ 24 วัน มีค่าสีไข่แดงที่วัดโดยพัดสีโรชสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 31 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 28 วัน (Figure 6) ซึ่งสอดคล้องกับ USAD (2000) รายงานว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่มีผลต่อสีไข่แดง โดยไข่ที่มีระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น มีผลทำให้สีไข่แดงลดลง นอกจากนี้เจนรงค์ และคณะ (2557) รายงานว่าระยะเวลาการเก็บไข่มีผลต่อสีของไข่แดง โดยไข่ที่มีระยะเวลาเก็บไข่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้สีของไข่แดงลดลง

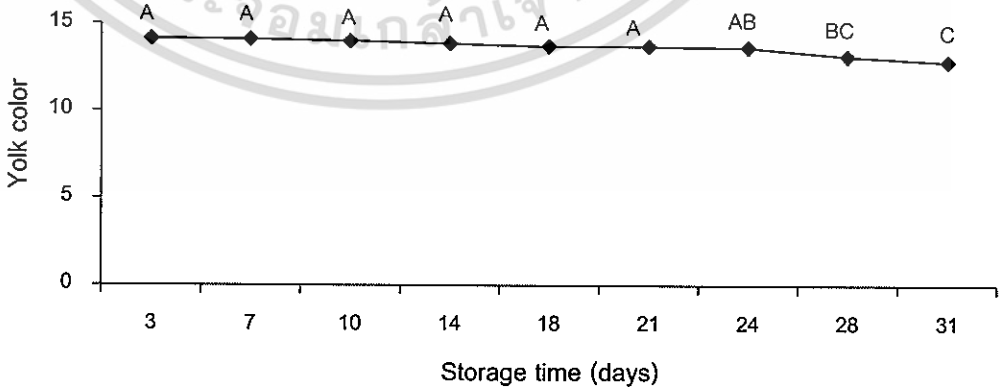

Figure 6 Effect of storage time on yolk color.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เปอร์เซ็นต์ไข่แดง

จากการทดลองระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 21 และ 28 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์ไข่แดงสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10, 14, 18, 24 และ 31 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 7, 10, 18, 24 และ 31 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์ไข่แดงสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3 และ 14 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 14 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์ไข่แดงสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 7) สอดคล้องกับ Tilki and Saatci (2004) และ Jin *et al.* (2011) กล่าวว่า เปอร์เซ็นต์ไข่แดงเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น สุวรรณ (2529) และอาวุธ (2540) กล่าวว่า เมื่อเก็บไข่เป็นระยะเวลานานจะทำให้น้ำในไข่ขาวสามารถเคลื่อนเข้าไปในไข่แดง เนื่องจากความเข้มข้นของไข่แดงมากกว่าไข่ขาว เยื่อหุ้มไข่แดงจะยืดตัวออกและอ่อนลงจนขาดง่าย ทำให้ไข่แดงมีขนาดใหญ่ขึ้นและส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไข่แดงเพิ่มขึ้น บางครั้งไข่แดงจะเอียงไปด้านใดด้านหนึ่งด้วย

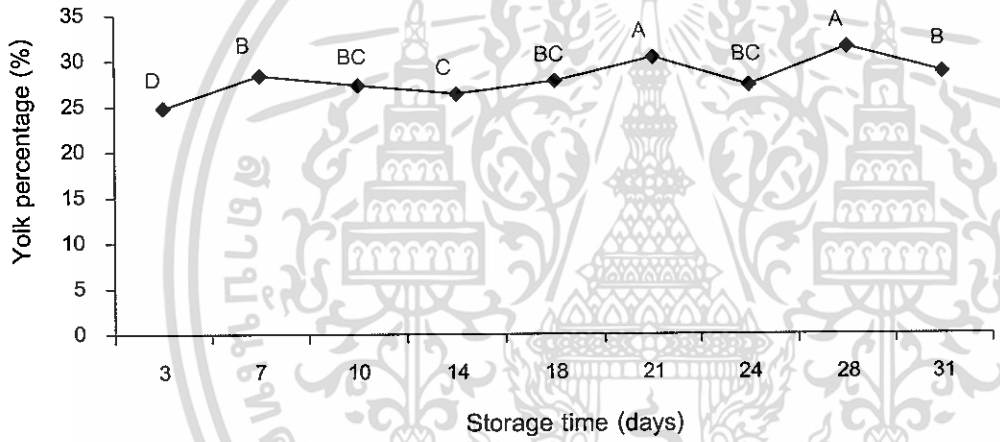

Figure 7 Effect of storage time on yolk percentage.

8. เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว

จากการทดลองระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 7, 10, 18, 21, 24, 28 และ 31 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 14 วัน ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 10, 14,18 และ 24 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 7, 21, 28 และ 31 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 7, 10, 18, 21 และ 31 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวสูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 21 และ 28 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 8) สอดคล้องกับ Jen *et al.* (2011) และ Tilki and Saatci (2004) กล่าวว่า เปอร์เซ็นต์ไข่ขาวลดลง ตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้สุวรรณ (2529) และอาวุธ (2540) กล่าวว่า เมื่อเก็บไข่เป็นระยะเวลานานจะทำให้น้ำในไข่ขาวสามารถเคลื่อนเข้าไปในไข่แดง เนื่องจากความเข้มข้นของไข่แดงมากกว่าไข่ขาว Akyurek and Okur (2009) กล่าวว่า ไข่ขาวข้นจะเริ่มสลายตัวกลายเป็นไข่ขาวเหลวและความสูงไข่ขาวจะลดลงเมื่อเก็บไข่ไก่ไว้ที่เป็นเวลานาน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไข่ขาวลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

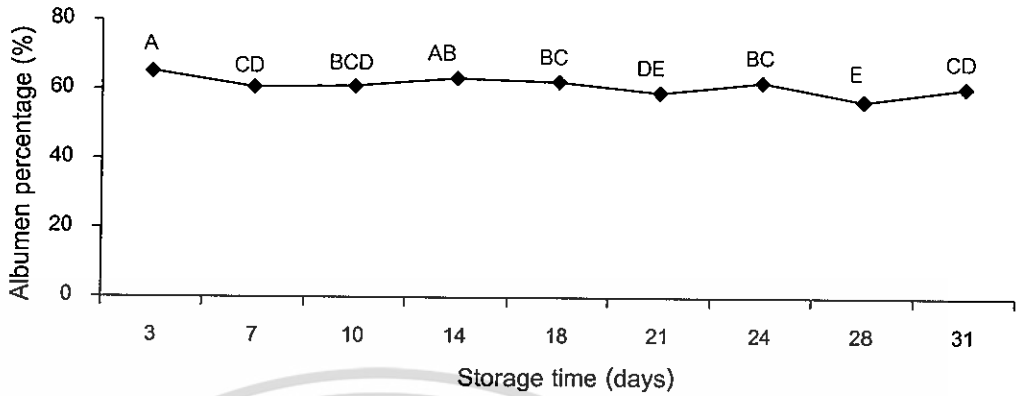

Figure 8 Effect of storage time on albumen percentage.

9. **เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่**

จากการทดลองระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 28 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่สูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 7, 10, 14, 18, 21, 24 และ 31 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 3, 14, 21, 24 และ 31 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่สูงกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่ 7, 10 และ 18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 9) ขัดแย้งกับ Tilki and Saatci (2004) รายงานว่าค่าเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น

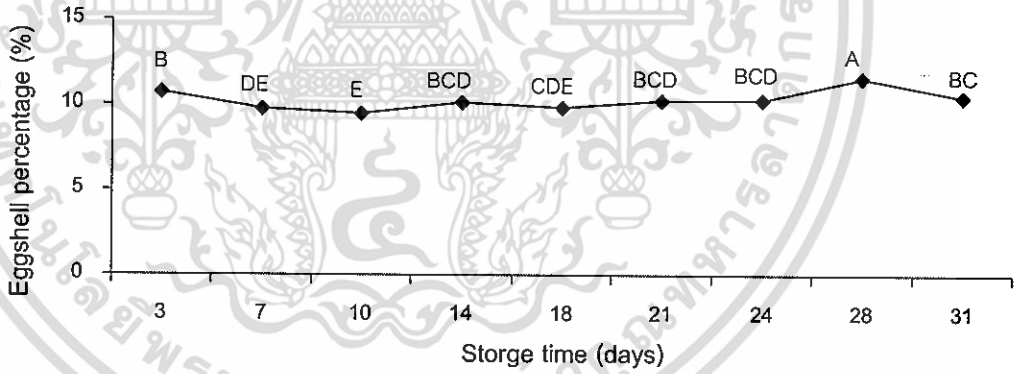

Figure 9 Effect of storage time on eggshell percentage

สรุป

จากการศึกษาระยะเวลาการเก็บไข่ไก่อินทรีย์ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะ ฮอกยูนิต สีไข่แดงและเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และส่งผลให้การสูญเสียน้ำหนักหลังการเก็บ ความเป็นกรด-ด่างไข่แดง ความเป็นกรด-ด่างไข่ขาว เปอร์เซ็นต์ไข่แดงและเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการทดลองสรุปได้ว่าไข่ไก่อินทรีย์ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 21 วัน ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 3.33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.44 เปอร์เซ็นต์ ยังคงรักษาคุณภาพไข่ที่ดีสำหรับการบริโภคของมนุษย์ หลังจากนั้นคุณภาพความสดจะค่อยๆ ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ. 2545. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์ปีก. คณะสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, นครศรีธรรมราช. 110 หน้า.

จิตธนา แจ่มเมฆ. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 528 หน้า.

เจนรงค์ คำมงคุณ, เฉลิมพล บุญเจือ, ชูศักดิ์ ประภาสวัสดิ์ และ อำนวย เลี้ยวธารากุล. 2557. ผลของพันธุ์ อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่อคุณภาพไข่ไก่. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 1: 223-229.

เฉลิมชัย สังข์มณฑล. 2554. ประวัติและระบบการเลี้ยงไก่ไข่ในประเทศไทย. คู่มือไก่ไข่. สำนักพิมพ์เกษตรสยาม, กรุงเทพฯ. หน้า: 7-16.

ณรงฤทธิ์ อิทรสอน. 2558. การเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์แบบปล่อย. วารสารวิชาการปริทัศน์. ฉบับที่ 12 หน้า 17-19.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. Egg/ไข่. Food Network Solution ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. แหล่งที่มา:http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1146/egg, 13 ตุลาคม 2559.

ไพโชค ปัญจะ และดรุณี ศรีชนะ. 2556. การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของไข่โดยการส่งเสริมใบหม่อนและไนอะซินในอาหารไก่ไข่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 2 ฉบับที่ 1. หน้า 36-44.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529. ไข่และเนื้อไก่. โรงพิมพ์อมรการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 382 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 6702-2553 ไข่ไก่. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อาวุธ ตันโช. 2540. การผลิตสัตว์ปีก. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. หน้า 562.

Akyurek H and A. G. Okur. 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hen. JAVA. 8(10):1953-1958.

Farhad, A. and F. Rahimi. 2011. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens: A review. World App. Sci. J. 12:372-384.

Jin, Y.H. and A.A. Lee, W.I. Lee and Y.K. Han. 2011. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens. J. Anim. Vet. Adv. 8:1953-1958.

Kemps, B., B. D. Ketelaere, F. Bamelis, K. Mertens, E. M. Decuypere, J. G. D. Baermaeker and F. Schwagelet. 2007. Albumen freshness assessment by combining visible Near Infrared Transmission and Low-Resolution Proton Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. Poult. Sci. 86;752-759.

King'or, I. A. M. 2012. Egg quality defects: types, cause and occurrence: a review. J. Anim. Pro. Adv. 2(8):350-357

Lokaewmanee, K., K. Yamauchi, T. Komori and K. Saito. 2014. Eggshell quality, eggshell structure and small intestine histology in laying hens fed dietary Pantpea-6® and plant extracts. Ital. J. Anim. Sci. 13:332-339.

Samli, H. A., A. Agna and N. Senkioylu. 2005. Effect of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. J. App. Res. 14: 548-553

SAS. 2004. STAT User's Guide. SAS Institute. North Carolina. 584p.

Scott T. A. and F. G. Silversidest. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. Poult. Sci. 79:1725-1729.

Stadelman, W. J. 1995. Quality identification of shell eggs. pp.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. Adv. Environ. Biol., 5(5):856-861.

Tilki M. and M. Saatci. 2004. Effect of storage time on external and internal characteristics in partridge (*Alectoris graeca*) eggs. Rev. Med. Vet.115,11,561-564.

USDA. 2000. Egg-Grading manual. Agricultural handbook. Number 75. Review. July 2000. United states Department of Agriculture. Washington, DC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้