Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 398-401 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 398-401 (2556)

การคัดแยกความสดของไข่ไก่โดยวิธีวิเคราะห์พหุตัวแปร
Freshness Sorting of Hen Eggs by Multivariate Analysis

จินตนา รันดอน[1] พรวิภา พรโสภิณ[1] ปิยะมาศ จานนอก[1] และสนธิสุข ธีระชัยชยุติ[2]
Jintana Randon[1], Pornwipa Pornsopin[1], Piyamart Jannok[1] and Sontisuk Teerachaichayut[2]

Abstract

The objective of this study was to determine the freshness sorting indicator of hen eggs by multivariate analysis. The hen eggs cultivar *Isa brown* number 3 (size: width x height = 43.3±0.7 x 55.8±1.3 mm and weight = 58.3±1.5 g) were used in this experiment. They were kept in ventilated room with 27.9±0.9 °C and 51.6 ± 4.6 %RH for 21 days storage life. Thirty samples were taken each time to determine the qualities at day 0, 4, 7, 11, 14, 18 and 21. In each day, the 3 quality variables i.e. Haugh Unit (H.U.), specific gravity (SG) and yolk height (YH) were measured. The results showed that the H.U., SG and YH values had an obvious decreasing trend ($p \leq 0.05$) during storage time with R^2 = 0.80, 0.98 and 0.98, respectively. Supermarket or convenient store usually specify the expiration of hen egg at 14 days. In this experiment, we defined "the fresh sample" as the hen egg samples kept less than 14 days and "the old sample" as the samples kept more than 14 days. The discriminant analysis by a leave one out cross validation was performed to establish the hen egg freshness sorting criteria. Results indicated that the total accuracy was 90.4%. It obtained 88.5% (corrected 108 out of 122 samples) and 95.6% (corrected 43 out of 45 samples) of the accuracy for fresh and old samples, respectively. Moreover, the best coefficient of freshness sorting was YH, following by H.U. and SG, respectively.

Keywords: sorting, hen egg, multivariate analysis, haugh unit and specific gravity

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคัดแยกความสดของไข่ไก่โดยวิธีวิเคราะห์พหุตัวแปร โดยใช้ไข่ไก่ เบอร์ 3 พันธุ์ *Isa brown* (ขนาดกว้างxยาว เท่ากับ 43.3±0.7x55.8±1.3 mm น้ำหนัก เท่ากับ 58.3±1.5 g) เก็บรักษาที่สภาวะ 27.9±0.9 °C และ 51.6±4.6 %RH เป็นระยะเวลา 21 วัน สุ่มตัวอย่างไข่ 30 ฟองในแต่ละวัน ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพใน วันที่ 0 4 7 11 14 18 และ 21 ตัวแปรตรวจสอบคุณภาพไข่ไก่ 3 ตัวแปร คือ ฮอกยูนิต (Haugh Unit, H.U.) ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity, SG) และ ความสูงไข่แดง (yolk height, YH (mm)) จากผลการทดลองพบว่า ค่า H.U., SG และ YH มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.80, 0.98 และ 0.98 ตามลำดับ ไข่ไก่ที่จำหน่ายตามห้างสรรพสินค้าและร้านสะดวกซื้อระบุช่วงควรบริโภคภายใน 14 วัน การทดลองนี้จึงระบุไข่ไก่ที่เก็บรักษาไว้น้อยกว่า 14 วัน เป็นไข่สด และไข่ไก่ที่เก็บรักษาไว้มากกว่า 14 วัน เป็น ไข่เก่า ผลการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของการใช้วิธีวิเคราะห์พหุตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปรนี้ ในการคัดแยกความสดและเก่าของไข่ไก่ ด้วยวิธี Discriminant Analysis แบบ leave one out cross validation พบว่า สามารถคัดแยกกลุ่มไข่ไก่สดได้ถูกต้อง 108 ฟอง จาก 122 ฟอง (88.5%) และสามารถคัดแยกกลุ่มไข่ไก่เก่าได้ถูกต้อง 43 ฟอง จาก 45 ฟอง (95.6%) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการคัดแยกโดยรวมเท่ากับ 90.4% ทั้งนี้ตัวแปรที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการการคัดแยกที่ดีที่สุด คือ YH รองลงมาคือ H.U. และ SG ตามลำดับ

คำสำคัญ: การคัดแยก, ไข่ไก่, วิเคราะห์พหุตัวแปร, ฮอกยูนิต และ ความถ่วงจำเพาะ

คำนำ

ไข่ไก่เป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย นิยมบริโภคเองในประเทศและส่งออกทั้งในรูปแบบสดและแปรรูป ความสดของไข่ไก่มีความสำคัญต่อคุณภาพของไข่ไก่และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากไข่ไก่ การ

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000
[1]Deparment of Post-Harvest and Processing Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhonratchasima ,Thailand 30000
[2]สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
[2]Deparment of Food Process Engineering Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand 10520

ตรวจสอบความสดของไข่ไก่จึงมีบทบาทสำคัญ เพื่อที่จะให้เกิดการยอมรับในคุณภาพของผู้บริโภคและโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปจากไข่ไก่ ตลอดจนลูกค้าที่นำเข้าไข่ไก่จากประเทศไทย ดังนั้นการทดสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไข่จึงมีความสำคัญ (มาตรฐานสินค้าเกษตร; ไข่ไก่ มกอช.6702- 2553) เพื่อจะสามารถเลือกไข่ที่สดและมีคุณภาพดีมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ ฉะนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกความสดของไข่ไก่ด้วยวิธีวิเคราะห์พหุตัวแปร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การตรวจสอบคุณภาพไข่ไก่ด้วยวิธีทดสอบแบบ 3 ตัวแปร

การหาค่าฮอกยูนิต (Haugh Unit, H.U.): นำไข่มาต่อยลงบนถาดพลาสติกใสพื้นเรียบที่วัดระนาบสมดุลของพื้นแล้ววัดความสูงของไข่ขาวรอบไข่แดงเป็นระยะ 5 mm จำนวน 3 ด้าน ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ หาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปคำนวณหาค่า H.U. จากสมการที่ 1 โดยที่ H.U. คือ ค่าฮอกยูนิต, H คือ ความสูงของไข่ขาว (mm) และ W คือ น้ำหนักของไข่ทั้งฟอง (g)

$$H.U. = 100 \times \log (H \times 7.57 - 1.7W^{0.37}) \quad (1)$$

การตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity, SG): ใช้เหยือกพลาสติกขนาด 1 l ที่บรรจุน้ำกลั่นปริมาตร 1 l นำไปวางบนตาชั่งดิจิตอล กดปุ่ม Tare แล้วนำไข่มาจุ่มลงในน้ำ กรณีไข่จมถึงก้นเหยือกจะใช้อุปกรณ์ช่วยพยุง และหากไข่ลอยพ้นน้ำจะใช้อุปกรณ์ช่วยดันไข่ให้จมลงในน้ำ อ่านค่ามวลที่แทนที่น้ำ เพื่อนำค่ามวลไปคำนวณหาความถ่วงจำเพาะของไข่ไก่แต่ละฟองดังสมการ 2 (Mohsenin, 1986)

$$SG = \frac{\text{mass of egg in air (g)}}{\text{mass of egg in water (g)}} \quad (2)$$

การหาความสูงไข่แดง (Yolk Height, YH): ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์วัดความสูงไข่แดง มีหน่วยเป็น mm

2. การทดสอบความถูกต้องแม่นยำของการใช้วิธีวิเคราะห์พหุตัวแปร :

ใช้วิธี Discriminant Analysis แบบ leave one out cross validation

ผล

ไข่ไก่ เบอร์ 3 พันธุ์ *Isa brown* (ขนาดกว้างxยาว เท่ากับ 43.3±0.7x55.8±1.3 mm น้ำหนัก เท่ากับ 58.3±1.5 g) เก็บรักษาที่สภาวะ 27.9±0.9 °C และ 51.6±4.6 %RH เป็นระยะเวลา 21 วัน สุ่มตัวอย่างไข่ 30 ฟอง มาตรวจสอบคุณภาพใน วันที่ 0 4 7 11 14 18 และ 21 วิธีตรวจสอบคุณภาพไข่ไก่ 3 วิธี คือ H.U., SG และ YH

1. ผลการตรวจสอบคุณภาพไข่ไก่ด้วยวิธีทดสอบแบบ 3 ตัวแปร

ค่า H.U., SG และ YH ของไข่ไก่ตลอดอายุการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 77.09 – 36.18, 0.82 – 1.09 และ 17.63 – 8.31 ตามลำดับ และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.80, 0.98 และ 0.98 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ไข่ไก่สดนั้น ไข่แดงมีลักษณะนูนสูง ไข่ขาวข้นเป็นวงเล็กรอบไข่แดง น้ำหนักไข่ทั้งฟองสูงกว่าไข่เก่าและไข่จมน้ำ ส่งผลให้ไข่สดมีค่า H.U.,SG และ YH สูง ในขณะที่ไข่ไก่เก่านั้น ไข่แดงและไข่ขาวมีลักษณะเหลวและแบนน้ำหนักไข่ทั้งฟองต่ำกว่าไข่สดและไข่ลอยน้ำ ส่งผลให้ไข่เก่ามีค่า H.U., SG และ YH ต่ำ เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำจะช่วยเร่งให้เกิดจากการระเหยของน้ำภายในไข่และการสูญเสียในรูปก๊าซ ทำให้น้ำหนักไข่ลดลงและช่องอากาศขยายขนาดใหญ่ขึ้น น้ำที่ระเหยส่วนใหญ่มาจากไข่ขาวเพราะไข่ขาวมีความชื้น 87.6% ในขณะที่ไข่แดงมีความชื้นอยู่ 51.1% ก๊าซที่ระเหยคือ ก๊าซ CO_2 NH_3 H_2S ซึ่งเกิดจากการสลายตัวทางเคมีของสารอินทรีย์ในไข่ น้ำจากไข่ขาวส่วนหนึ่งจะเข้าไปในไข่แดงทำให้ไข่แดงขยายตัว กล่าวคือ มีการดูดซึมน้ำจากไข่ขาวเข้าสู่ส่วนของไข่แดงเนื่องมาจากผลของแรงดันออสโมติก ซึ่งจะมีผลให้เยื่อหุ้มไข่แดง เกิดความอ่อนแอ มีผลให้ไข่แดงมีลักษณะแบนราบซึ่งแตกต่างไปจากไข่สด นอกจากนี้โครงสร้างโมเลกุลของโปรตีนในไข่ขาวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเอนไซม์ภายในไข่ทำให้ไข่ขาวข้นเปลี่ยนเป็นไข่ขาวใสและเหลว (Figure 1 - 4)

2. ผลการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของการใช้วิธีวิเคราะห์พหุตัวแปร

ในการคัดแยกความสดและเก่าของไข่ไก่ ใช้วิธี Discriminant Analysis แบบ leave one out cross validation พบว่าสามารถคัดแยกกลุ่มไข่ไก่สดได้ถูกต้องแม่นยำ 88.5% โดยคัดแยกไข่ไก่สดได้ถูกต้อง 108 ฟอง จาก 122 ฟอง และสามารถคัดแยกกลุ่มไข่ไก่เก่าได้ถูกต้องแม่นยำ 95.6% โดยคัดแยกไข่ไก่เก่าได้ถูกต้อง 43 ฟอง จาก 45 ฟอง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความ

ถูกต้องในการคัดแยกโดยรวมเท่ากับ 90.4% (Table 1) นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวแปรที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการการคัดแยกที่ดีที่สุด คือ YH รองลงมาคือ H.U. และ SG ตามลำดับ (Table 2)

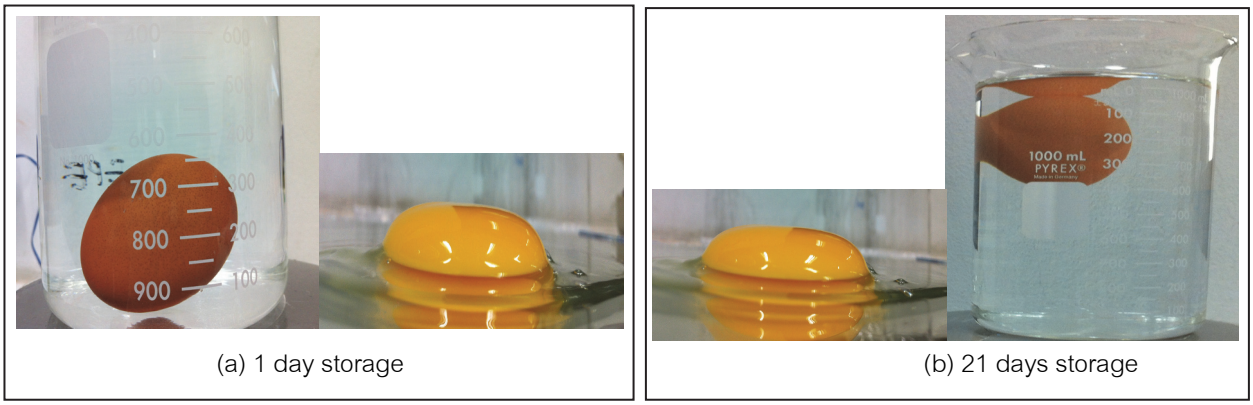

Figure 1 The hen eggs changing on (a) 1st day and (b) 21th day storage at 27.9±0.9 °C and 51.6 ± 4.6 %RH.

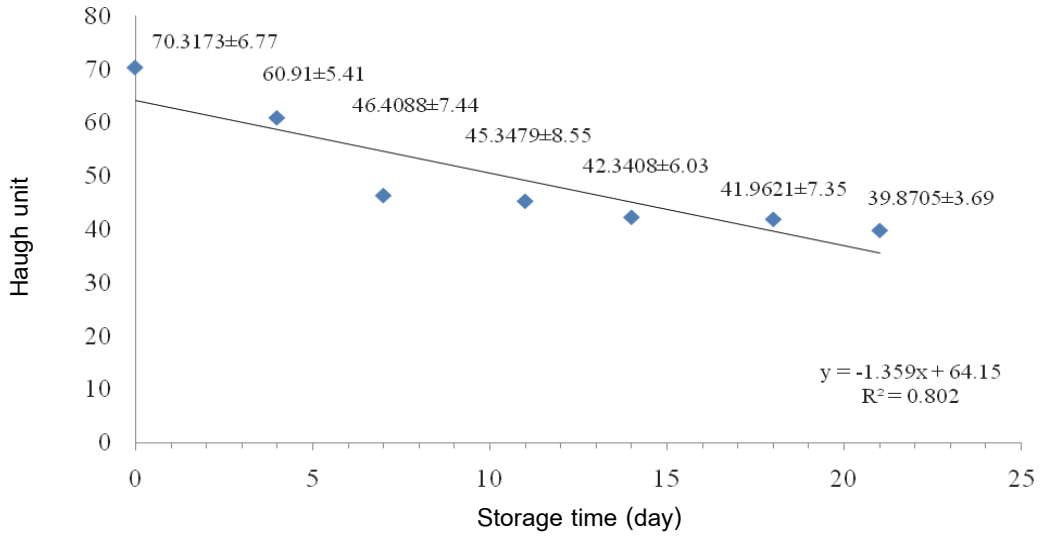

Figure 2 The haugh unit values of hen eggs during storage at 27.9±0.9 °C and 51.6 ± 4.6 %RH.

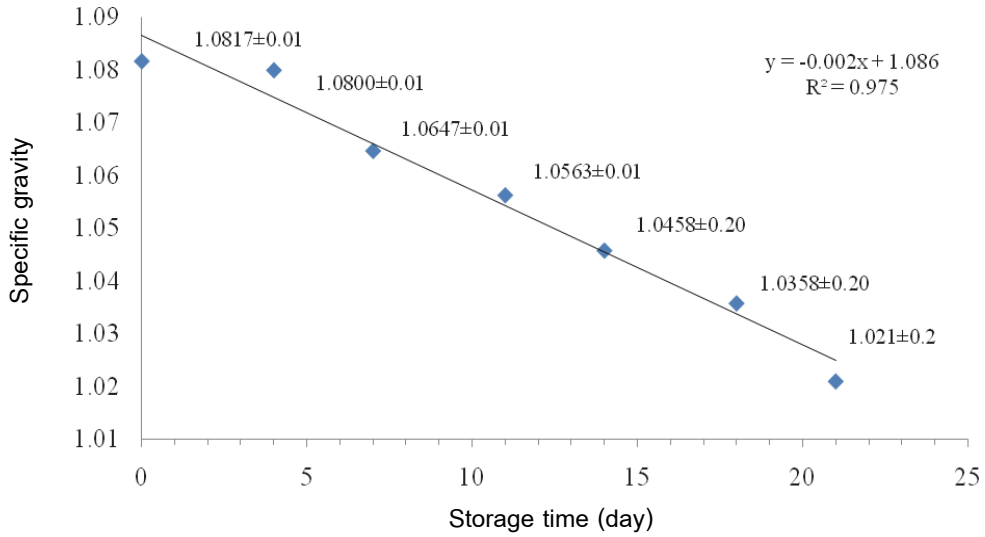

Figure 3 The specific gravity values of hen eggs during storage at 27.9±0.9 °C and 51.6 ± 4.6 %RH.

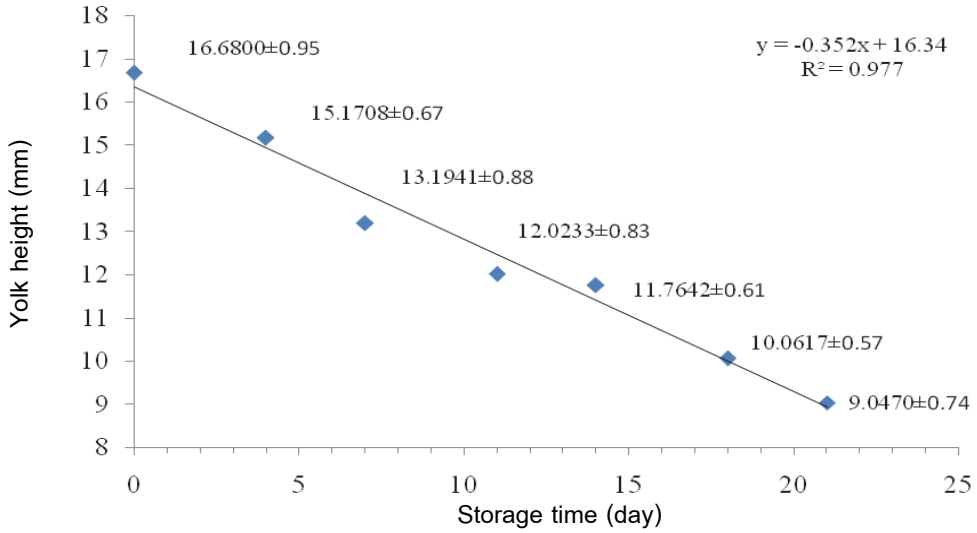

Figure 4 The yolk height values of hen eggs during storage at 27.9±0.9 °C and 51.6 ± 4.6 %RH.

Table 1 The results of the hen egg freshness sorting using the discriminant analysis by a leave one out cross validation from 3 quality variables of Haugh Unit, specific gravity and yolk height.

Hen eggs	N	Corrected determined samples		Total accuracy
		(count)	(%)	(%)
Fresh*	122	108	88.5	90.4
Old**	45	43	95.6	

Remark : * Fresh = the hen egg samples kept less than 14 days.
**Old = the hen egg samples kept more than 14 days.

Table 2 The classification function coefficients of 3 quality variables of Haugh Unit, specific gravity and yolk height for the hen egg freshness sorting.

Quality variables	Haugh Unit	specific gravity	yolk height
classification function coefficients	-1.017	0.342	1.452

วิจารณ์ผล

การตรวจสอบคุณภาพไข่มีหลายวิธี ทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เนื่องจากไข่ไก่ระหว่างการเก็บรักษาจะมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างที่เกิดขึ้นสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพนั่นเอง ผลงานวิจัยนี้เลือกใช้ตัวแปรคุณภาพ 3 ตัวแปร ได้แก่ H.U., SG และ YH ซึ่งสามารถคัดแยกความสดและเก่าของไข่ไก่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องแม่นยำ 90.4% แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการวิเคราะห์คุณภาพผลิตผลหนึ่งด้วยหลายวิธีการแบบวิธีวิเคราะห์พหุตัวแปรนี้จะช่วยให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องแม่นยำและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบคุณภาพผลผลิตเกษตรและอาหารแบบไม่ทำลาย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น และห้องปฏิบัติการวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

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

Mohsenin, N. N. 1986. *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers.