TFE-01

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงภายในไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตภายใต้สภาวะความดันสูงเทียบกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด

*เบญจวรรณ วานมนตรี[1], เทวรัตน์ ตรีอำนรรค[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ผู้เขียนติดต่อ: เบญจวรรณ วานมนตรี E-mail: b5016815@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อประเมินลักษณะทางคุณภาพของไข่เยี่ยวม้าตามร้านสะดวกซื้อรวมถึงห้างสรรพสินค้าเทียบกับไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตด้วยกระบวนการเพิ่มความดัน Hydrostatic ที่ระดับความดัน 4 บาร์ โดยในการศึกษาจะประกอบไปด้วยการใช้ไข่เยี่ยวม้าตามท้องตลาดน้ำหนักเฉลี่ย 67.86 กรัม จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ โดยระบุช่วงควรบริโภคภายใน 30 วัน จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์และแบบไม่ระบุอายุการเก็บรักษาจำนวน 1 ผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินลักษณะทางคุณภาพภายในของไข่เยี่ยวม้า ตัวแปรสำหรับประเมินคุณลักษณะไข่เยี่ยวม้าประกอบไปด้วย น้ำหนัก ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity, SG) ระดับ pH และความแข็งแรงของเจลไข่เยี่ยวม้า สำหรับการผลิตไข่เยี่ยวม้าด้วยวิธี Hydrostatic ที่ระดับความดัน 4 บาร์ ช่วงระยะเวลา 7 14 และ 21 วัน ใช้ไข่เป็ดจำนวน 30 ฟองต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) 60 กรัม โซเดียมคลอไรด์(NaCl) 90 กรัม และน้ำเปล่า 3000 มิลลิลิตร ผลจากการทดลองพบว่าความดันระดับ 4 บาร์ 21 วัน มีคุณลักษณะของไข่เยี่ยวม้าใกล้เคียงกับท้องตลาดมากที่สุด

คำสำคัญ: ไข่เยี่ยวม้า, Hydrostatic, คุณภาพภายใน

1. บทนำ

ไข่เป็ดเป็นสินค้าด้านการเกษตรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากมีปริมาณผลผลิตมากกว่า 6,047,001 ฟอง จากเกษตรกรผู้เลี้ยงเป็ด 101,652 ครัวเรือน [6] โดยมีพื้นที่ในบริเวณภาคกลางเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญของประเทศ มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยมากถึง 3,362,879 ฟองต่อวันของปริมาณผลผลิตทั้งหมด ปัจจุบันไข่เป็ดได้เข้ามามีบทบาทในตลาดส่งออกเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้หลายประเภท โดยเป็ดจะมีการให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระบบสืบพันธุ์เจริญเต็มที่ผลผลิตไข่สูงสุด (Peak) ประมาณ 85-95% HD อายุประมาณ 28-30 สัปดาห์ เป็ดจะให้ผลผลิตไข่ประมาณ 1 ปี [4] ทำให้สามารถป้อนผลผลิตสู่ตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศในรูปแบบของไข่เป็ดสดตลอดทั้งปี สำหรับการบริโภคไข่เป็ดของคนไทยนิยมนำมาทำขนมไทย เม็ดขนุน ทองหยิบ ทองหยอด ฝอยทอง ขนมปัง ขนมเค้ก คุกกี้ฯลฯ ด้วยสมบัติเฉพาะตัวของไข่เป็ด เป็นตัวยึดเกาะวัตถุดิบอื่นได้ดี ทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารละเอียดและนิ่ม มีรสชาติดีสีผลิตภัณฑ์อาหารดูน่าบริโภคขึ้นแต่ถ้าหากนึกถึงการบริโภคไข่เป็ดในรูปแบบอื่นที่เป็นการยืดอายุการเก็บรักษาที่นิยมกันมากที่สุดคือ การทำไข่เค็ม และไข่เยี่ยวม้าสามารถเก็บรักษาได้ถึง 3 เดือน ซึ่งวิธีการดังกล่าวมีกระบวนการแปรรูปหลากหลายวิธีเช่น การพอกด้วยดินสอพอง การแช่ในสารละลาย และการประยุกต์ใช้วิธีการแช่ร่วมกับการพอกดินสอพอง ซึ่งในปัจจุบันผู้ผลิตบางรายเติมออกไซด์ของตะกั่วหรือสารตะกั่วลงในส่วนผสมของสารที่ใช้ทำไข่เยี่ยวม้าเพื่อให้ไข่ขาวนั้นแข็งตัวได้อย่างสม่ำเสมอทำให้พบว่ามีสารตะกั่วปนเปื้อนอยู่ในไข่เยี่ยวม้าด้วย สารตะกั่วจัดเป็นสารโลหะหนักที่มีพิษและมักสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อต่างๆ โดยเฉพาะตับ ไต กระดูก กล้ามเนื้อและระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ทำให้ปวดศีรษะ ความจำเสื่อม โลหิตจาง ควบคุมการทรงตัวไม่ได้และเสียชีวิตในที่สุด ไข่เยี่ยวม้าต้องตรวจสอบสารตะกั่วโดยยอมให้มีสารตะกั่วไม่เกินสองมิลลิกรัมต่อน้ำหนักหนึ่งกิโลกรัม และเราสามารถสังเกตไข่เยี่ยวม้าที่ปนเปื้อนสารตะกั่วได้โดยดูจากไข่ขาวซึ่งจะมีสีดำมากกว่าปรกติและดูขุ่นไม่เหมือนไข่เยี่ยวม้าทั่วๆ ไป [2]

โดยกระบวนการทำไข่เยี่ยวม้าเพื่อแปรรูปจากไข่เป็ดสดนั้นมีวิธีที่น่าสนใจได้แก่ การแช่ในสารละลายด่างเพราะเป็นกระบวนการที่ประหยัด มีต้นทุนการผลิตไม่สูง ง่ายต่อ

TSAE

กระบวนการผลิต สามารถผลิตได้สูงต่อครั้ง ใช้ระยะเวลาเร็วกว่าการพอกไข่เยี่ยวม้าซึ่งปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ความดันสูงรวมกับการแช่ไข่ในสารละลายด่างซึ่งความดันมีผลต่อการแพร่ของโมเลกุลน้ำหรือสารละลายเข้าสู่เปลือกไข่เป็ด โดยการทำให้ไข่อยู่ในสภาวะความดันที่ต่างกันด้วยการอัดอากาศเข้าไปในช่องว่างในถังเหนือผิวสารละลาย ทำให้ความดันในสารละลายเพิ่มขึ้นเป็นการย่นระยะเวลาในการผลิตไข่เยี่ยวม้าและเป็นการเร่งการแปรสภาพของไข่เยี่ยวม้า[3] เหมาะสมต่อการลงทุนและกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรม

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคนิควิธีการทำไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตภายใต้สภาวะความดันสูงมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการแปรรูปไข่เยี่ยวม้า เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นระยะเวลานานและลดเวลาขั้นตอนการแปรรูป นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กระทำการตรวจสอบเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตขึ้นเองเทียบกับท้องตลาดเพื่อเป็นแนวทางในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไข่เป็ดสดให้เป็นผลิตภัณฑ์ไข่เยี่ยวม้าในสภาวะความดันสูง

2. อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาเพื่อประเมินลักษณะทางคุณภาพของไข่เยี่ยวม้าตามร้านสะดวกซื้อรวมถึงห้างสรรพสินค้า เทียบกับไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตด้วยกระบวนการเพิ่มความดัน Hydrostatic ที่ระดับความดัน 4 บาร์ประกอบด้วยวัสดุและอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

2.1 ไข่เยี่ยวม้า

ผลิตภัณฑ์แปรรูปไข่เยี่ยวม้าจากร้านสะดวกซื้อรวมถึงห้างสรรพสินค้าจำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ โดยระบุช่วงควรบริโภคภายใน 30 วัน จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์และแบบไม่ระบุอายุการเก็บรักษาจำนวน 1 ผลิตภัณฑ์โดยเวลาที่ใช้ผลิตไข่เยี่ยวม้าในขั้นตอนการแช่ด้วยสารละลายด่างแบบทั่วไปประมาณ 30 วัน [3]

2.2 ไข่เป็ดสด

ใช้ไข่เป็ดสดสำหรับการผลิตไข่เยี่ยวม้าด้วยวิธี Hydrostatic ที่ระดับความดัน 4 บาร์ ช่วงระยะเวลา 7 14 และ 21 วัน โดยใช้ไข่เป็ดจำนวน 30 ฟองต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 60 กรัม โซเดียมคลอไรด์(NaCl) 90 กรัม และน้ำเปล่า 3000 มิลลิลิตร

2.3 วิธีการและการตรวจวัดค่าปัจจัย

1) การหาร้อยละน้ำหนักของไข่เยี่ยวม้าที่แช่ในสารละลายด่างที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 7 14 และ 21 วัน ที่ความดันระดับ 4 บาร์ โดยการชั่งน้ำหนักก่อนและหลังการอัดความดันเพื่อใช้คำนวณหาร้อยละน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากเดิม

$$A=\left[\frac{B-C}{C}\right]\times 100 \qquad ...(1)$$

A คือร้อยละของน้ำหนักไข่เยี่ยวม้า (กรัม), B คือน้ำหนักไข่เยี่ยวม้าหลังการอัดความดัน (กรัม), C คือน้ำหนักไข่เยี่ยวม้าก่อนการอัดความดัน (กรัม)

2) การหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity, SG) ใช้บีกเกอร์ขนาด 1000 ml ภายในบรรจุน้ำเปล่า 1000 ml นำไข่เยี่ยวม้าแช่ในน้ำเปล่าโดยมีอุปกรณ์ช่วยพยุงไข่ไม่ให้จมลงก้นบีกเกอร์จากนั้นอ่านค่ามวลที่แทนที่น้ำจดบันทึกเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะ[1]

$$SG=\frac{\text{Mass of egg in air (g)}}{\text{Mass of egg in water (g)}} \qquad ...(2)$$

SG คือความถ่วงจำเพาะ, Mass of egg in air คือน้ำหนักไข่เยี่ยวม้าที่ชั่งในอากาศ (กรัม), Mass of egg in water คือน้ำหนักไข่เยี่ยวม้าที่ชั่งในน้ำ (กรัม)

3) การหาค่าความแข็งแรงของเจลไข่เยี่ยวม้าทำได้โดยใช้เครื่องวัด Texture Analyzer TA-XT 2 ด้วยหัวกด Spherical Probe Part No. P/0.25S Crosshead Speed 0.8 mm/s กดลงไปเป็นระยะ 70 mm บนตัวอย่างไข่เยี่ยวม้าที่เตรียมไว้บริเวณด้านแหลมของไข่เยี่ยวม้า

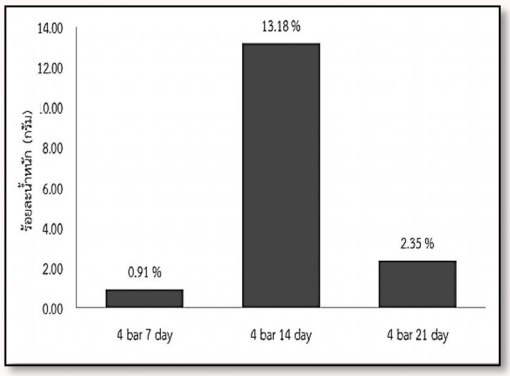
4) การหาค่าความเป็นกรดด่างในผลิตภัณฑ์ไข่เยี่ยวม้าโดยใช้เครื่อง pH meter

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

1) ความสมบูรณ์ของเปลือกไข่เยี่ยวม้าภายหลังจากการทดลองพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 7 14 และ 21 วัน หลังการอัดความดันลักษณะของเปลือกไข่ภายนอกไม่พบการเกิดรอยร้าวที่ระดับความดัน 4 บาร์ เนื่องจากความดันที่ใช้ในการทดลองมีระดับต่ำจึงไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะภายนอกของเปลือกไข่เยี่ยวม้า

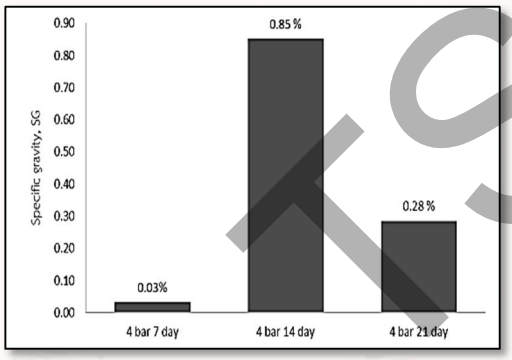
2) ร้อยละน้ำหนักไข่เป็ดที่เพิ่มขึ้นจากการทดลองพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน ภายหลังการอัดความดัน 4 บาร์ น้ำหนักไข่เป็ดที่แช่ในสารละลายด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิม ขณะที่ระยะเวลา 14 วัน เป็นช่วงเวลาที่ไข่เป็ดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากเดิมสูงสุดและจะเริ่มลดต่ำลงเมื่อเข้าสู่ 21 วัน ดังแสดงในรูปที่ 1

TSAE



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาความดันกับร้อยละน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

3) การหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity, SG) ของไข่เยี่ยวม้าที่แช่ในสารละลายด่างจากการทดลองพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 7 วัน ภายหลังการอัดความดัน 4 บาร์ ความถ่วงจำเพาะของไข่เป็ดที่แช่ในสารละลายด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิม ขณะที่ระยะเวลา 14 วัน เป็นช่วงเวลาที่ไข่เป็ดมีความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้นจากเดิมสูงสุดและจะเริ่มลดต่ำลงเมื่อเข้าสู่ 21 วัน ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งระยะเวลามีผลต่อการแพร่ของสารละลายด่างเข้าสู่เปลือกไข่เป็นอย่างมาก



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาความดันกับร้อยละค่าความถ่วงจำเพาะที่เพิ่มขึ้น

4) ลักษณะภายในของไข่เยี่ยวม้าจากผลการทดลองพบว่าระดับ pH ของไข่ขาวตามท้องตลาดอยู่ในช่วง 9.91 ถึง 10.46 แต่ในขณะที่การผลิตด้วยกระบวนการอัดความดันสูงจะอยู่ในช่วง 10.57 ถึง 11.16 เมื่อพิจารณาความแข็งแรงเจลไข่เยี่ยวม้าพบว่าที่ระดับความดัน 4 bar ในช่วงระยะเวลา 7 14 และ 21 วัน แบบต้มพบว่าความแข็งแรงของเจลไข่เยี่ยวม้าจะเริ่มลดลงจาก 295.66 263.49 และ 176.74 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 เพราะโปรตีนในไข่ขาวจะจับตัวกันเป็นวุ้น และจะถูกย่อยสลายเป็น Polypeptides ที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลงจนกลายเป็น Amino acids เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาดพบว่าความความแข็งแรงเจลจะอยู่ในช่วง 75.89 ถึง 138.95 มีค่าน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยกระบวนการแช่สารละลายด่างโดยใช้ความดันสูง สาเหตุดังกล่าวเกิดจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ยาวนานซึ่งส่งผลต่อความแข็งแรงเจลที่ลดลง [5] และเมื่อนำค่าความแข็งแรงเจลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพทางด้านสีจากการสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตด้วยกระบวน การแช่ในสารละลายด่างโดยใช้ความดันสูง 4 bar 7 14 และ 21 วัน พบว่าเจลไข่ขาวเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเรื่อยๆ จากสีขาวขุ่นจนกลายมาเป็นสีคล้ายน้ำชาดังตารางที่ 2

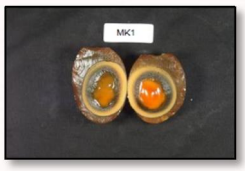
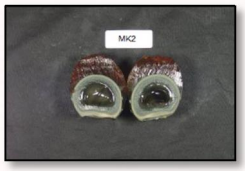
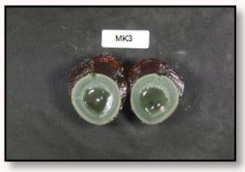
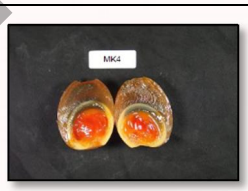
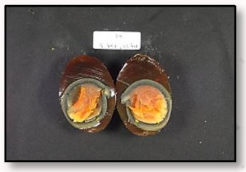
ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลลักษณะทางกายภาพภายในของไข่เยี่ยวม้า

a, b, c และ d ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

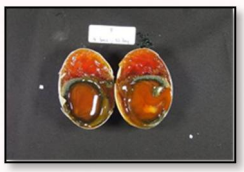
ผลิตภัณฑ์	น้ำหนัก (g)		ความถ่วงจำเพาะ		ระดับ pH		หลังการอัดความดัน
	ก่อนการอัดความดัน	หลังการอัดความดัน	ก่อนการอัดความดัน	หลังการอัดความดัน	ไข่ขาว	ไข่แดง	
MK1	$66.90^{a,b}$	-	$1.03^{a,b}$	-	9.91^{a}	$9.83^{b,c,d}$	138.95^{b}
MK2	69.05^{b}	-	$1.04^{a,b,c}$	-	$10.12^{a,b}$	$10.16^{c,d}$	60.57^{a}
MK3	$66.29^{a,b}$	-	1.02^{a}	-	$10.46^{a,b}$	10.49^{d}	75.89^{a}
MK4	69.19^{b}	-	$1.03^{a,b}$	-	$9.99^{a,b}$	$9.62^{b,c}$	$120.56^{a,b}$
4bar7day	64.58^{a}	65.16^{a}	$1.06^{b,c}$	1.06^{a}	$11.05^{a,b}$	8.55^{a}	295.66^{c}
4bar14day	70.34^{b}	73.09^{c}	1.07^{c}	1.07^{b}	11.16^{b}	$8.50^{b,c}$	263.49^{c}
4bar21day	$68.54^{a,b}$	70.15^{b}	$1.05^{b,c}$	1.06^{a}	$10.57^{a,b}$	8.30^{b}	176.75^{b}

TSAE

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลลักษณะทางกายภาพภายในของไข่เยี่ยวม้า

ผลิตภัณฑ์	ลักษณะของไข่เยี่ยวม้า	ลักษณะของไข่เยี่ยวม้า
MK1	- ไข่ขาวมีสีเหลืองเป็นเจลแข็งเมื่อแกะออกจากเปลือกไม่ติดเปลือกไข่ - ไข่แดงขอบนอกมีสีส้มแข็งขณะที่ไข่แดงชั้นกลางมีสีเทาแข็งส่วนไข่แดงชั้นในสุด มีสีส้มเป็นเจล	
MK2	- ไข่ขาวมีสีคลายน้ำชาเป็นเจลแข็งเมื่อแกะออกจากเปลือกไม่ติดเปลือกไข่ - ไข่แดงขอบนอกมีสีเทาแข็งขณะที่ไข่แดงด้านในมีสีเทาเป็นเจล	
MK3	- ไข่ขาวมีสีคลายน้ำชาเป็นเจลเมื่อแกะออกจากเปลือกไข่ขาวติดกับเปลือกมาก - ไข่แดงขอบนอกมีสีเทาแข็งขณะที่ไข่แดงด้านในมีสีเทาเป็นเจล	
MK4	- ไข่ขาวมีสีเหลืองเป็นเจลแข็งเมื่อแกะออกจากเปลือกไม่ติดเปลือกไข่ - ไข่แดงขอบนอกมีสีส้มแข็งขณะที่ไข่แดงชั้นในสุดมีสีส้มเป็นเจล	
4bar 7dayแบบต้ม	- ไข่ขาวมีสีขาวขุนเป็นเจลแข็ง - ไข่แดงสีเหลืองแดงแข็ง	
4bar 14dayแบบต้ม	- ไข่ขาวมีสีเหลืองเป็นเจลอ่อนตัวเมื่อแกะออกจากเปลือกไม่ติดเปลือก ไข่ - ไข่แดงขอบนอกมีสีเทาแข็งขณะที่ไข่แดงชั้นในสุดมีสีส้มแข็ง	
4bar 21dayแบบต้ม	- ไข่ขาวมีสีเหลืองเป็นเจลแข็งเมื่อแกะออกจากเปลือกไม่ติดเปลือกไข่ - ไข่แดงขอบนอกมีสีเทาแข็งขณะที่ไข่แดงชั้นในสุดมีสีส้มเป็นแข็ง	
4bar 7day	- ไข่ขาวใสเป็นของเหลว - ไข่แดงสีส้มแดงเหลว	

TSAE

ผลิตภัณฑ์	ลักษณะของไข่เยี่ยวม้า	ลักษณะของไข่เยี่ยวม้า
4bar 14day	- ไข่ขาวใสสีคล้ายน้ำชาเป็นของเหลว - ไข่แดงขอบนอกมีสีเทาแข็งขณะที่ไข่แดงชั้นในสุดมีสีส้มเป็นเหลว	
4bar 21day	- ไข่ขาวมีสีเหลืองเป็นเจลอ่อนตัวเมื่อแกะออกจากเปลือกติดเปลือกไข่ - ไข่แดงขอบนอกมีสีเทาแข็งขณะที่ไข่แดงชั้นในสุดมีสีส้มเป็นเจล	

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าการผลิตไข่เยี่ยวม้าด้วยสภาวะความดันสูงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงร้อยละน้ำหนักและความถ่วงนำเพาะที่เพิ่มขึ้นในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาในการแช่ไข่เยี่ยวม้าพบว่าร้อยละของน้ำหนักและความถ่วงจำเพาะจะเริ่มลดลงเช่นเดียวกับระดับ pH ในไข่เยี่ยวม้าในช่วง 7 ถึง 14 วัน จะเป็นช่วงที่มีระดับ pH สูงและลดต่ำลงเมื่อเข้าสู่วันที่ 21 นอกจากนี้การศึกษาค่าความแข็งแรงเจลของไข่เยี่ยวม้ายังพบว่าไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตด้วยกระบวนการแช่สารละลายด่าง มีค่าความแข็งแรงเจลสูงกว่าไข่เยี่ยวม้าตามท้องตลาดอันเนื่องมาจากในช่วงระยะเวลาแรกไข่ขาวยังมีการแปรสภาพของโปรตีนในไข่ขาวจาก Polypeptides ให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงจนกลายเป็น Amino acids และสำหรับสีของผลิตภัณฑ์ไข่เยี่ยวม้าที่ปรากฏจากการสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตด้วยสภาวะความดันสูงระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นมีผลทำให้สีของเจลไข่ขาวเปลี่ยนแปลงจากขาวขุ่นกลายเป็นสีคล้ำคลายน้ำชามีลักษณะเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด

5. อ้างอิง

[1] จินตนา รันดอน, พรวิภา พรโสภิณณ, ปิยะมาศ จานนอก และสนธิสุข ธีระชชัยชยุติ (2556). การคัดแยกความสดของไข่ไก่โดยวิธีวิเคราะห์พหุตัวแปร,การประชุมวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ว.วิทย.กษ. 44:3(พิเศษ):398-401 (2556)

[2] ชุติมา ลิ้มมัทวาภิรัติ์. (2557).ตะกั่วในไข่เยี่ยวม้า. แหล่งข้อมูล: http://oldweb.pharm.su.ac.th/Chem-istry-in-Life/d031.htmเข้าถึงเมื่อ18/01/58

[3] ณัฐดนัย ตัณฑวิรุฬห์, และสุวรรณ หอมหวล (2554). ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับเร่งกระบวนการผลิตไข่เยี่ยวม้าในระดับอุตสาหกรรม, การประชุมวิชาการ.วารสารวิทยาสารกำแพงแสน 9,1: 27-40.

[4] ประภากร ธาราฉาย. (2557). เอกสารประกอบการสอน การผลิตสัตว์ปีก. แหล่งข้อมูล: http://www.as.mju.ac.th-/EBook/t_prapakorn/%E0%B8%AA%E0%B8%A8241/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%B5%E0%B9%89%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B9%87%E0%B8%94.pdfเข้าถึงเมื่อ 18/01/-58

[5] พยุงศักดิ์ มะโนชัย (2542). การผลิตไข่เยี่ยวม้าโดยไม่ใช้โลหะหนัก.วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหา-วิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[6] สาวิตรี บุญเพชร. (2557). ปศุสัตว์:ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงเป็ดไข่เป็นการค้ารายอำเภอ. แหล่งข้อมูล:http://www.-dld.go.th/ict/th2/images/stories/stat_web/yearly/2557/busi/aumpher/duck1_busi_aumpher56.pdf เข้าถึงเมื่อ 18/01/58

TSAE