

ผลของสารเคลือบผิวไคโตซานต่อคุณภาพและการเก็บรักษาไข่

ลัดดาวัลย์ ขสปัญญา

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานต่อคุณภาพและการเก็บรักษาไข่ ได้ทำการรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 โดยใช้สารไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 1% w/v ในสารละลายอินทรีย์เคลือบพื้นผิวไข่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรักษาคุณภาพของไข่ ป้องกันการซึมผ่านของความชื้น ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ลดลง ค่าสอกลูนิต และดัชนีไข่แดงมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การใช้ไคโตซานในการเคลือบผิวไข่สามารถยืดอายุการเก็บรักษา ส่งผลให้เปลือกไข่หนา ไม่บุบร้าว และสะดวกต่อการขนส่งอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพของไข่จะลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรพิจารณาการใช้ไคโตซานในการพัฒนาทางอุตสาหกรรมการผลิตไข่ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และคงคุณภาพความสดใหม่ของไข่

คำสำคัญ : สารเคลือบ ไคโตซาน ไข่ไก่ คุณภาพไข่ไก่ การเก็บรักษา

บทนำ

ไข่ไก่ เป็นแหล่งของสารอาหารประเภทโปรตีนที่นิยมบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นโปรตีนราคาถูกที่หาซื้อได้ง่าย แต่ไข่เป็นอาหารที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจุลินทรีย์ (อิสริ สายรวมญาติ, 2555) และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพไข่ในระหว่างการเก็บรักษา โดยการระเหยของน้ำภายในไข่ และการสูญเสียในรูปก๊าซทำให้น้ำหนักไข่ลดลงและช่องอากาศขยายขนาดใหญ่ขึ้น เปลือกไข่มีรูพรุนทำให้สูญเสียความชื้น ส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวและไข่แดง เกิดการเสียสภาพของโปรตีน โดยปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพไข่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิยิ่งสูงก็จะยิ่งเร่งให้เกิดการสูญเสียคุณภาพได้เร็วขึ้น ความชื้นของสภาพแวดล้อม ระยะเวลาในการเก็บรักษาและความหนาของเปลือกไข่ (กานดา ล้อแก้วมณี, 2558) นอกจากนี้การเก็บรักษาไข่ที่ไม่ถูกวิธีจะทำให้จุลินทรีย์มีโอกาสสัมผัสและเข้าไปในฟองไข่ได้ง่ายขึ้น ดังนั้นจึงมีการคิดค้นวิธีการใช้สารเคลือบผิวฟองไข่ เพื่อรักษาคุณภาพไข่ และยืดอายุการเก็บรักษาไข่ไก่ เช่น สารเคลือบผิวไคโตซาน ซึ่งเป็นสารพอลิเมอร์ที่ผลิตขึ้นจากวัสดุธรรมชาติพบมากในโครงสร้างของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น เปลือกปู กุ้ง หรือแกนปลาหมึก เป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหารทะเล มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ย่อยสลายได้ง่ายและมีฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์จึงสามารถช่วยรักษาคุณภาพของไข่ได้ (พรรณี อัสวศิริรัตนกุล, 2555) การเคลือบผิวไคโตซานในไข่สามารถเพิ่มการป้องกันการซึมผ่านความชื้นผ่านเปลือกไข่ ซึ่งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของไข่ จากการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 80-90 เปอร์เซ็นต์ได้ (Yuceer and Caner, 2012)

ดังนั้นสมมติฐานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานต่อคุณภาพและการเก็บรักษาไข่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้กับผู้ที่สนใจ

ไคโตซาน (Chitosan)

สมพร ประเสริฐส่งสกุล (2555) กล่าวว่า ไคโตซานเป็นไบโอโพลิเมอร์ธรรมชาติอย่างหนึ่งซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญในรูปของ D-glucosamine โดยเป็นองค์ประกอบอยู่ในเปลือกนอกของสัตว์พวก กุ้ง ปู แมลง และเชื้อรา เป็นวัสดุชีวภาพ (Biomaterials) สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ มีความปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์ ไม่ส่งผลให้เกิดการแพ้ หรือเป็นพิษต่อพืช ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ในธรรมชาติปริมาณของไคโตซานมีมากเป็นอันดับสองรองจากเซลลูโลส สารไคโตซานมีคุณสมบัติพื้นฐาน มีหมู่อะมิโนซึ่งแสดงคุณสมบัติพิเศษหลายประการ เช่น การจับกับไอออนของโลหะได้ดีและมีฤทธิ์ทางชีวภาพ ไคโตซานมีคุณสมบัติละลายได้ดีในกรดอะซิติก สามารถใช้ได้ทั้งความเข้มข้นสูง 1-2% และความเข้มข้นต่ำกว่า 0.01% อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของไคโตซานในการรักษาคุณภาพของผลผลิตจะขึ้นอยู่กับหลาย

ปัจจัย ได้แก่ ชนิดน้ำหนักโมเลกุล วิธีการเตรียม และความเข้มข้นของไคโตซาน รวมทั้งชนิดของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น (Badawy and Rabea, 2005) ปัจจุบันมีการนำสารไคโตซานมาประยุกต์ใช้จริงทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม ทางเภสัช และเภสัชกรรม เช่น สารตกตะกอนในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงาน อุตสาหกรรม อุตสาหกรรมเส้นใยสิ่งทอ โดยเฉพาะฤทธิ์ในทางการป้องกันแบคทีเรียและเชื้อรา (ภาวดี เมระ ดานนท์, 2544) อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์กับงานด้านการเกษตร โดยใช้เป็นปุ๋ยหรือเป็นสารเคลือบผิว เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เป็นต้น เนื่องจากไคโตซานสามารถจับกับเปลือกไข่ได้ดี โดยเคลือบพื้นที่ผิวของ ไข่ป้องกันการซึมผ่านของน้ำ และป้องกันจุลินทรีย์เข้าไปในฟองไข่ (สุกัญญา ยาเสร็จ, 2554)

คุณภาพไข่ (Egg quality)

กานดา ล้อแก้วมณี (2558) รายงานว่า คุณภาพของไข่ไก่เป็นตัวบ่งชี้การยอมรับของผู้บริโภคซึ่งวัดได้จากทั้งคุณภาพภายนอก และภายในของไข่ไก่ คุณภาพภายในของไข่จะวัดจากคุณภาพไข่ขาว ไข่แดง และขนาดช่องอากาศภายในฟองไข่ คุณภาพของไข่ไก่และลักษณะของไข่ไก่ เช่น สี กลิ่น รสชาติและคุณค่าทางโภชนาการส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยคุณภาพไข่ มีการจำแนกดังต่อไปนี้

1. น้ำหนักไข่ (Egg weight) น้ำหนักของฟองไข่เป็นสิ่งที่สำคัญ ขนาดที่เหมาะสมคือ มีน้ำหนัก ระหว่าง 50 - 65 กรัม ถ้ามีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไปจะฟักออกไม่ดี รวมทั้งยังมีความปัญหาในการบรรจุลงลังและลงถาดฟัก เมื่อไข่แม่พันธุ์มีอายุมากก็จะให้ไข่ฟองโต ซึ่งปกติตามมาตรฐานการผลิตน้ำหนักไข่มีตามเกรด เบอร์ 0-4 (ภาคภูมิ นิธิศิษกุล และคณะ, 2551) คือ

เบอร์ 0 น้ำหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 70 กรัม

เบอร์ 1 น้ำหนักต่ำกว่า 70-65 กรัม

เบอร์ 2 น้ำหนักต่ำกว่า 65-60 กรัม

เบอร์ 3 น้ำหนักต่ำกว่า 60-55 กรัม

เบอร์ 4 น้ำหนักต่ำกว่า 55-50 กรัม

2. คุณภาพไข่ขาว (Egg white quality) ไข่ไก่มีส่วนส่วนของไข่ขาว (Albumen) มากถึง 59.50% ของไข่ทั้งหมด มีองค์ประกอบหลัก คือ น้ำประมาณ 88% และมีโปรตีนประมาณ 10.5% และแยกได้เป็น 2 ส่วน คือ ไข่ขาวชั้นล้อมรอบไข่แดง (yolk) และไข่ขาว ส่วนเหลวกระจายอยู่ทั่วฟองไข่ ไข่ขาวชั้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงผลของไข่ หากไข่มีความสดใหม่ ไข่ขาวชั้นจะดันไข่แดงให้สูงขึ้นมา ซึ่งตรงกันข้ามถ้าหากว่าไข่ไม่มีความสด หรือเก็บไว้นาน ไข่ขาวชั้นจะเหลว ไข่แดงจะแบนราบ อีกทั้งน้ำที่อยู่ในไข่ขาวจะซึมเข้าไปในไข่แดง ทำให้ไข่แดงแตกง่าย (ปฐม เลาหะเกษตร, 2540)

ค่าฮอกยูนิต (haugh units : HU) เป็นตัวบ่งชี้หลักในการตรวจวัดคุณภาพความสดของไข่สำหรับการคัดเกรดไข่ตามหลักสากลวัดได้จากการคำนวณน้ำหนักไข่และความสูงของไข่ขาวชั้น แบ่งคุณภาพความสดของไข่ไก่ตามมาตรฐานของ USDA และคุณภาพภายนอกของไข่ไก่ สามารถวัดจากน้ำหนักไข่ รูปร่างไข่ สีเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ ความละเอียดของเปลือกไข่ ผิวเปลือกไข่ และความสะอาด ซึ่งไข่ที่มีค่า HU สูงบ่งชี้ว่ามีคุณภาพของไข่ขาวสูง (Wardy et al., 2014) คุณภาพความสดของไข่ไก่ตามมาตรฐานของ USDA แนะนำค่า HU โดยวัดที่อุณหภูมิ 45 °F ถึง 60 °F (ประมาณ 7 °C ถึง 15 °C) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2553) ได้ดังนี้

ระดับชั้นคุณภาพเอเอ (AA) ค่า H.U. $\geq$ 72

ระดับชั้นคุณภาพเอ (A) ค่า H.U. = 60-71

ระดับชั้นคุณภาพบี (B) ค่า H.U. < 60

ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพไข่ขาวดังนี้

1) อุณหภูมิ ไข่เป็นผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียได้ง่าย การเก็บรักษาอุณหภูมิสูงเวลานานเป็นการเร่งให้ไข่เสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพไข่ขาวอีกด้วย

2) ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลน้อยหรือไม่มีผลต่อการทำให้คุณภาพไข่ขาวเสื่อมลง อย่างไรก็ตามความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวควบคุมการระเหยของน้ำในไข่ ความชื้นสัมพัทธ์มีส่วนเกี่ยวข้อง 70% ในการควบคุมการระเหยของน้ำในไข่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุณหภูมิที่สูงทำให้น้ำภายในไข่ลดลงส่งผลให้น้ำหนักลดลง และเพิ่มขนาดช่องอากาศ

3) ปฏิกริยาทางฟิสิกส์เคมี ไข่ที่คุณภาพสูงมักประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์ของไข่ขาวที่สูง อย่างไรก็ตามระยะเวลาระหว่างการออกไข่ถึงผู้บริโภค อาจทำให้คุณภาพเปลี่ยนไป การเพิ่มขึ้นของช่องอากาศส่งผลให้ไข่ขาวบางลงไข่ขาวและไข่แดงเพิ่มความเป็นด่าง เมื่อไข่สดจะประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5% ไข่ขาวค่อนข้างทึบไม่โปร่งแสง หากเก็บรักษาไข่เป็นเวลานานคาร์บอนไดออกไซด์จะค่อย ๆ ลดลงทำให้เกิดไฮโดรเจนไอออนที่เข้มข้น และ pH เพิ่มขึ้น ไข่สดควรมีค่า pH ประมาณ 7.6 แต่อาจจะมากกว่าถ้าเก็บเป็นเวลานานขึ้น ค่า pH สูงขึ้นเป็น 9.5 หรือมากกว่านั้น แสดงว่าไข่นั้นเสื่อมคุณภาพความหนาและความบางของไข่ขาวนั้นแตกต่างกันของโอโวมิวซิน (Ovomucin) ถ้าไข่ขาวหนามีลักษณะเป็นเจลเพราะปริมาณโอโวมิวซิน (Ovomucin) มีสูง ไข่ขาวที่บางเป็นการเพิ่มความเข้มข้นระหว่างความดันของไข่แดงและไข่ขาว ผลทำให้น้ำที่อยู่ในไข่ขาวถูกดูดซึมเข้าสู่ไข่แดงจึงมีปริมาณมากขึ้น

3. คุณภาพของไข่แดง (Egg yolk quality) ไข่ไก่มีปริมาณไข่แดง 13-20 กรัม มีเยื่อหุ้ม vitelline membrane เป็นเยื่อหุ้มในไข่แดงที่ช่วยหุ้มไข่แดงเอาไว้โดยรอบทำให้ไข่แดงคงรูปกลมไว้ในไข่ขาว ถ้าเยื่อหุ้มดังกล่าวฉีกขาดไข่แดงจะแตกออกมา หากไข่ไม่มีความสดใหม่หรือเก็บไว้นานจะพบปัญหาเหล่านี้ค่อนข้างมาก สำหรับองค์ประกอบของไข่แดงจะมีน้ำประมาณ 49.5% โปรตีน 15.5% ไขมัน 32.6% คาร์โบไฮเดรต 1% แร่ธาตุต่างๆ 1% และวิตามินต่างๆ อีกเล็กน้อย โดยไขมันของไข่แดงเป็นพวกไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟไลปิด และไลโปโปรตีน ซึ่งไลโปโปรตีนที่สำคัญในไข่แดงคือ เลซิธิน (Lecithin) คือสารประกอบระหว่างกรดไขมันจำเป็น ฟอสฟอรัส และวิตามินบี 2 ตัว ในสมองมีเลซิธินเป็นส่วนประกอบมากถึง 30% ซึ่งเลซิธินจำเป็นต่อการควบคุมกระบวนการต่างๆ ภายในเซลล์ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และวิตามินที่พบ คือ วิตามินบี วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี วิตามินเค แต่ไม่พบวิตามินซี คาร์โบไฮเดรตพบน้อยมาก แร่ธาตุที่พบได้แก่ ฟอสฟอรัส แคลเซียม โพแทสเซียม และในไข่แดงยังมีเม็ดสีที่ทำให้ไข่มีสีเหลือง (วิรัตน์ สุรพิทยานนท์, 2542) โดยดัชนีไข่แดง (Yolk Index) จะถูกคำนวณโดยการแบ่งความสูงของไข่แดงจากเส้นผ่านศูนย์กลางของไข่ที่ตอกลงบนพื้นผิวเรียบ มักถูกใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของไข่ เมื่อไข่เสื่อมคุณภาพลงเรื่อยๆ ดัชนีไข่แดงก็จะมามีค่าต่ำลงไปตามเช่นกัน ทั้งนี้ เนื่องจากโครงสร้างไฟเบอร์ของเยื่อเยื่อ Vitelline membrane หย่อนลง ความแข็งแรงของเยื่อเยื่อก็จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (Suresh et al., (2015))

ผลของการเคลือบไคโตซานต่อคุณภาพและการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่

ปัจจุบันมีการนำไคโตซานมาประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรม และนำมาใช้ประโยชน์กับงานด้านการเกษตร โดยใช้เป็นปุ๋ย หรือเป็นสารชีวเคลือบเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ Yuceer and Caner (2012) ศึกษาการเคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซานเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้สารเคลือบผิวไข่ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ในอายุการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 1-5 ผลการทดลอง พบว่า การใช้สารเคลือบผิวไคโตซานส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มที่ไม่มีการใช้สารเคลือบไคโตซานมีค่าเท่ากับ 2.40, 3.86, 4.98, 6.30 และ 7.18 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่มีการใช้ไคโตซานมีค่าเท่ากับ 1.72, 2.55, 3.19, 3.93 และ 5.06 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่มีการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมและมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Jo et al. (2011) ทำการเปรียบเทียบการเคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซานโดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีการเคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซาน (Control) และกลุ่มที่ 2 การเคลือบไข่ด้วยไคโตซาน โดย

ใช้ไคโตซานความเข้มข้น 1% w/v ในสารละลายอินทรีย์ทำการวัดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ที่อายุการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2 พบว่า ในอายุการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่มากกว่ากลุ่มที่มีการใช้สารเคลือบไคโตซาน โดยมีค่าเท่ากับ 7.89 และ 5.22% ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่กลุ่มที่มีการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในอายุการเก็บรักษาที่ 1 สัปดาห์ เนื่องจากการเคลือบไข่ด้วยไคโตซานสามารถเพิ่มการป้องกันการซึมผ่านความชื้นผ่านเปลือกไข่ ซึ่งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของไข่จากการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ ป้องกันการระเหยของน้ำภายในไข่และการสูญเสียก๊าซทำให้น้ำหนักไข่ลดลง ป้องกันช่องอากาศขยายใหญ่ขึ้น และช่วยให้เปลือกไข่ไม่พบรูพรุนของผิว

ตารางที่ 1 ผลของการเคลือบไคโตซานต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ (Egg weight)

Coating	Egg weight (%)						อ้างอิง
	0 week	1 weeks	2 weeks	3 weeks	4 weeks	5 weeks	
Control	0	1.64±0.3 ^E	3.18±0.4 ^D	4.97±0.8 ^C	7.02±0.6 ^B	9.29±0.1 ^A	(1)
Acetic acid	0	1.31±0.1 ^E	3.21±0.2 ^D	5.07±0.5 ^C	6.57±0.2 ^B	9.05±0.4 ^A	
Chitosan	0	1.10±0.1 ^E	2.35±0.2 ^D	3.02±0.1 ^C	5.19±0.5 ^B	5.91±0.4 ^A	
Control	0	2.40±0.41 ^{Ea}	3.86±0.62 ^{Da}	4.98±0.39 ^{Ca}	6.30±0.64 ^{Ba}	7.18±0.64 ^{Ab}	(2)
Chitosan	0	1.72±0.21 ^{Dab}	2.55±0.41 ^{Cb}	3.19±0.39 ^{Ca}	3.93±0.50 ^{Bb}	5.06±0.69 ^{Aa}	
Control	0	2.55	7.89 ^a	-	-	-	(3)
Chitosan	0	3.75	5.22 ^b	-	-	-	

^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มเดียวกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{A-E} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวเดียวกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ 1= Suresh et al. (2015) , 2= Yuceer and Caner (2012) , 3= Jo et al. (2011)

ขัดแย้งกับการศึกษาของ Suresh et al. (2015) ศึกษาการเคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซานต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาไข่ โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ไม่มีการเคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซาน(Control) กลุ่มที่ 2 ฟ้นฟองไข่ด้วยกรดอะซิติก (Acetic acid) และกลุ่มที่ 3 เคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซานโดยไคโตซานความเข้มข้น 1% w/v ในสารละลายอินทรีย์ทำการวัดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ที่อายุการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0-5 ตามลำดับ ผลการทดลอง พบว่า การเคลือบไข่ด้วยไคโตซานไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ของทุกกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่ากลุ่มที่มี

การเคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซานมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ ฟันฟองไข่ด้วยกรดอะซิติก

แต่อย่างไรก็ตาม ทั้ง 3 งานทดลอง พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาไข่ที่เพิ่มขึ้นมีการสูญเสียน้ำหนักไข่ เพิ่มขึ้น เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักของไข่เกิดจากสภาพการเก็บรักษาอุณหภูมิของไข่ ความพรุนของ เปลือกไข่ ในระหว่างการเก็บรักษาเกิดจากการระเหยของน้ำและการสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากไข่ ขาวผ่านเปลือก ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักลดลงระหว่างการเก็บรักษา และการใช้ไคโตซานเคลือบผิวไข่ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักไข่ได้ เพราะไคโตซานป้องกันการซึมผ่านของความชื้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำหนักไข่ลดลง รักษาคุณภาพของไข่ อีกทั้งยังทำให้ขนาดของช่องอากาศภายในฟองไข่ และ รูพรุนของเปลือกไข่เล็กลง ลดโอกาสการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากภายนอกเข้าสู่ชั้นเปลือกไข่ ในการ ทดลองของ Jo et al. (2011) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ในสัปดาห์ที่ 2 มากกว่ากลุ่มการทดลองอื่น เนื่องจากการเก็บรักษาไข่ในอุณหภูมิที่ 32 °C ด้วยน้ำแข็งแห้ง แต่การทดลองของ Suresh et al. (2015) และ Yuceer and Caner (2012) มีการเก็บรักษาไข่ในอุณหภูมิใกล้เคียงกัน โดยการทดลองของ Suresh et al. (2015) เก็บรักษาไข่ในอุณหภูมิที่ 25 ± 1 °C ภายใต้สภาพอากาศที่ร้อนชื้น และการทดลองของ Yuceer and Caner (2012) เก็บรักษาไข่ในอุณหภูมิที่ 22 °C ภายใต้ห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมอุณหภูมิ

ผลของการเคลือบไคโตซานต่อคุณภาพและการเก็บรักษาค่าฮอกยูนิต (Haugh unit)

ค่าฮอกยูนิต (haugh units : HU) เป็นค่าที่วัดได้จากการคำนวณน้ำหนักไข่และความสูงของไข่ขาว ขึ้น แบ่งคุณภาพความสดของไข่ไก่ตามมาตรฐานของ USDA การทดลองของ Yuceer and Caner (2012) ศึกษาการใช้ไคโตซานเคลือบผิวไข่เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้ไคโตซานต่อค่าฮอกยูนิตที่อายุ การเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 0-5 ผลการทดลอง พบว่า การเคลือบไข่ด้วยไคโตซานส่งผลให้ค่าฮอกยูนิตไข่มีค่า สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มที่ไม่มีการใช้ไคโตซานมีค่าเท่ากับ 65.86 ส่วนกลุ่มที่มีการใช้ไคโตซานมีค่าเท่ากับ 73.78 ในอายุการเก็บรักษาไข่ในสัปดาห์ที่ 5 นอกจากนี้ค่าฮอกยูนิต ไข่ ลดลงตามระยะเวลาในการรักษาไข่ (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับการศึกษาของ Jo et al. (2011) ทำการ เปรียบเทียบการเคลือบไข่ด้วยไคโตซานโดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ไม่มีการ เคลือบไข่ด้วยไคโตซาน (Control) กลุ่มที่ 2 เคลือบไข่ด้วยไคโตซาน โดยไคโตซานความเข้มข้น 1% w/v ใน สารละลายอินทรีย์ทำการวัดค่าฮอกยูนิตที่อายุการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0, 1 และ 2 ตามลำดับ พบว่า การ เคลือบไข่ด้วยไคโตซานมีผลทำให้ค่าฮอกยูนิตลดลง โดยกลุ่มที่ไม่มีการใช้ไคโตซานมีค่าเท่ากับ 50.42 และ 37.00 ส่วนกลุ่มที่มีการใช้ไคโตซานมีค่าเท่ากับ 59.34 และ 42.08 ในอายุการเก็บรักษาไข่ในสัปดาห์ที่ 1

และสัปดาห์ที่ 2 ตามลำดับ ขัดแย้งกับการศึกษาของ Suresh et al. (2015) ศึกษาการเคลือบไข่ด้วยไคโตซาน ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาไข่ โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ไม่มีการเคลือบไข่ด้วยไคโตซาน (Control) กลุ่มที่ 2 ฟ่นฟองไข่ด้วยกรดอะซิติก (Acetic acid) และกลุ่มที่ 3 เคลือบไข่ด้วยไคโตซาน โดยไคโตซานความเข้มข้น 1% w/v ในสารละลายอินทรีย์ทำการวัดค่าฮอกยูนิตไข่ที่อายุการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0-5 ตามลำดับ ผลการทดลอง พบว่า การเคลือบไข่ด้วยไคโตซานไม่มีผลต่อค่าฮอกยูนิตของทุกกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าในกลุ่มที่มีการใช้ไคโตซานมีแนวโน้มค่าฮอกยูนิตไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฟ่นฟองไข่ด้วยกรดอะซิติก

ตารางที่ 2 ผลของการเคลือบไคโตซานค่าฮอกยูนิต (Haugh unit)

Coating	Haugh unit						อ้างอิง
	0 week	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks	5 weeks	
Control	85.1±0.02 ^A	56.6±0.01 ^B	42.5±0.03 ^C	37.8±0.01 ^D	34.5±0.01 ^E	20.9±0.002 ^F	(1)
Acetic acid	85.4±0.01 ^A	58.4±0.02 ^B	47.3±0.03 ^C	33.9±0.01 ^D	28.2±0.02 ^E	21.6±0.001 ^F	
Chitosan	85.6±0.01 ^A	74.4±0.01 ^B	69.0±0.01 ^C	59.6±0.02 ^D	56.0±0.02 ^E	31.1±0.004 ^F	
Control	85.4±0.14 ^A	83.41±0.73 ^B	79.54±0.85 ^{Cb}	73.10±0.70 ^{Db}	69.42±0.60 ^{Eb}	65.86±1.23 ^{Fb}	(2)
Chitosan	85.4±0.14 ^A	84.31±0.36 ^A	82.66±0.72 ^{Ba}	81.19±0.70 ^{Ca}	77.93±0.33 ^{Da}	73.78±0.44 ^{Ea}	
Control	73.69	59.34 ^a	42.08 ^a	-	-	-	(3)
Chitosan	65.31	50.42 ^b	37.00 ^b	-	-	-	

^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มเดียวกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{A-E} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ 1= Suresh et al. (2015) , 2= Yuceer and Caner (2012) , 3= Jo et al. (2011)

แต่อย่างไรก็ตาม ทั้ง 3 งานทดลอง พบว่า จากการทดลองของ Yuceer and Caner (2012) การเคลือบไข่ด้วยไคโตซานทำให้มีค่าฮอกยูนิตที่เป็นดัชนีชี้วัดความสดใหม่ของไข่ในสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกัน ทำให้สามารถเก็บรักษาไข่ได้ถึงสัปดาห์ที่ 1 โดยที่ค่าความสดใหม่ของไข่ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งต่างจากกลุ่มควบคุมที่มีค่าฮอกยูนิตของไข่ลดลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0-5 ค่าฮอกยูนิตจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นทั้งในกลุ่มที่ควบคุม และกลุ่มที่เคลือบไข่ด้วยไคโตซาน ซึ่งกลุ่มที่เคลือบไข่ด้วยไคโตซานมีค่าฮอกยูนิตสูงกว่ากลุ่มที่ควบคุมในระยะเวลาการเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 0-5 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลของการเคลือบไคโตซานดัชนีไข่แดง (Yolk index)

Coating	Yolk index						อ้างอิง
	0 week	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks	5 weeks	
Control	0.40±0.01 ^A	0.34±0.01 ^B	0.32±0.03 ^C	0.30±0.01 ^D	0.23±0.02 ^E	0.029±0.002 ^F	(1)
Acetic acid	0.40±0.01 ^A	0.36±0.01 ^B	0.32±0.03 ^C	0.28±0.02 ^D	0.26±0.03 ^E	0.029±0.001 ^F	
Chitosan	0.40±0.01 ^A	0.37±0.01 ^B	0.37±0.01 ^B	0.32±0.02 ^C	0.29±0.02 ^D	0.24±0.004 ^E	
Control	0.48±0.00 ^A	0.45±0.01 ^{Bb}	0.42±0.00 ^{Cb}	0.38±0.01 ^{Db}	0.33±0.01 ^{Eb}	0.31±0.01 ^{Fb}	(2)
Chitosan	0.48±0.00 ^A	0.47±0.01 ^{Aa}	0.45±0.01 ^{Ba}	0.42±0.02 ^{Ca}	0.38±0.02 ^{Da}	0.35±0.01 ^{Ea}	

^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มเดียวกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{A-E} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

หมายเหตุ 1= Suresh et al. (2015) , 2= Yuceer and Caner (2012)

ผลของการเคลือบไคโตซานต่อคุณภาพและการเก็บรักษาดัชนีไข่แดง (Yolk index)

ดัชนีไข่แดง (Yolk index, YI) เป็นค่าที่วัดอัตราส่วนความสูงของไข่แดงต่อความกว้างของไข่แดง สามารถนำมาประเมินความสดของไข่ จากการศึกษาก่อนของ Yuceer and Caner (2012) ศึกษาการใช้ไคโตซานเคลือบผิวไข่เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเคลือบไข่ด้วยไคโตซานต่อค่าดัชนีไข่แดงในอายุการเก็บรักษาไข่ในสัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 5 ผลการทดลอง พบว่า การเคลือบไข่ด้วยไคโตซานส่งผลให้ค่าดัชนีไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกลุ่มที่ไม่มีการใช้ไคโตซานมีค่าดัชนีไข่แดงเท่ากับ 0.48, 0.45, 0.42, 0.38, 0.33 และ 0.31 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่มีการใช้ไคโตซานมีค่าเท่ากับ 0.48, 0.47, 0.45, 0.42, 0.38 และ 0.35 ตามลำดับ ซึ่งค่าดัชนีไข่แดงลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ (ตารางที่ 3) และ Suresh et al. (2015) ศึกษาการเคลือบไข่ด้วยไคโตซานต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาไข่ โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ไม่มีการเคลือบไข่ด้วยไคโตซาน (Control) กลุ่มที่ 2 พ่นพองไข่ด้วยกรดอะซิติก (Acetic acid) และกลุ่มที่ 3 การเคลือบไข่ด้วยไคโตซาน โดยไคโตซานความเข้มข้น 1% w/v ในสารละลายอินทรีย์ทำการวัดค่าดัชนีไข่แดงที่อายุการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0-5 ตามลำดับ ผลการทดลอง พบว่า การเคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซานไม่มีผลต่อค่าดัชนีไข่แดงของทุกกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่พบว่ากลุ่มที่มีการเคลือบไข่ด้วยไคโตซานมีค่าดัชนีไข่แดงมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่พ่นพองไข่ด้วยกรดอะซิติก เนื่องจากการเคลือบไข่ด้วยไคโตซานส่งผลให้ค่าดัชนีไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุม ถ้าหากค่าดัชนีไข่แดงมีค่าสูงจะเป็นตัวชี้วัดว่าคุณภาพไข่แดงมีคุณภาพดี แต่ถึงอายุการ

เก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ค่าดัชนีไข่แดงมีค่าลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลา เนื่องจากการอ่อนตัวของเยื่อหุ้มเซลล์และทำให้ไข่แดงขุ่นจากการแพร่กระจายของน้ำ อัตราการสูญเสีย CO₂ และไข่เริ่มมีการเสื่อมสภาพลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา (Yuceer and Caner, 2012) แต่การเคลือบไข่ด้วยไคโตซานยังคงความสดใหม่ของไข่แดงได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

สรุป

การเคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซานสามารถยืดอายุการเก็บรักษาคุณภาพไข่ได้ โดยนิยมใช้สารไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 1% w/v ในสารละลายอินทรีย์เคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซานสามารถลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ ค่าออกซิไดซ์หรือค่าความสดใหม่ของไข่ และดัชนีไข่แดงมีค่าสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้สารเคลือบผิวไข่ด้วยไคโตซาน

เอกสารอ้างอิง

- กานดา ล้อแก้วมณี. 2558. “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพไข่”. เกษตรศาสตร์. 60(2) : 8 น.
- ปฐม เลาหะเกษตร. 2540. “คู่มือการเลี้ยงไก่ให้ได้ผลกำไร”. สำนักพิมพ์ริ้วเขียว, กรุงเทพฯ. 230 น.
- ภาวดี เมธะดำนนท์. 2544. “ความรู้เกี่ยวกับโคติน - ไคโตซาน”. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะวัสดุแห่งชาติ. 10 น.
- ภาคภูมิ นิธิศัยกุล, ภูพิงค์ พลະปัญญา, สุชน ตั้งทวีวัฒน์ และจิตติมา ทรงคุณ. 2551. “ผลของน้ำหนักไข่และระยะเวลาในเก็บต่ออัตราการฟักออกของไข่ไก่เนื้อพ่อแม่พันธุ์”. ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำคณะเกษตรศาสตร์, เชียงใหม่. 6 น.
- พรรณี อัสวศิริรัตนกุล และเกษม อัสวศิริรัตนกุล . 2555. “ผลของไคโตซานต่อการชักนำความต้านทานเชื้อราในต้นอ่อนมะละกอ”. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 15(3) : 6 น.
- สมพร ประเสริฐส่งสกุล. 2555. “การใช้ไคโตซานในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช”. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 7(2) : 125-134.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2553. “ไข่ไก่ (Hen egg)”. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 20 น.
- สุกัญญา ขาเสร็จ. 2554. การยืดอายุการเก็บรักษาไข่ไก่โดยเคลือบด้วยไคโตซานที่เตรียมจากการฉายรังสีแกมมา. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิรัตน์ สุรพิทยานนท์. 2542. “การผลิตสัตว์ปีก”. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 234 น.

อิสริ สายรวมญาติ. 2555. “คุณภาพและความปลอดภัยของไข่ไก่เพื่อบริโภค”. การสำรวจตั้งแต่ฟาร์มถึงแหล่งจำหน่าย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(ความปลอดภัยของอาหาร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.นครปฐม. 100 น.

Badawy, M. E. I. and et al. 2005. “Insecticidal and growth inhibitory effects of new O-acyl chitosan derivatives on the cotton leafworm *Spodoptera littoralis*” **Communications in agricultural and applied biological sciences** 70(4): 817-821.

Jo, C. and et al. 2011. “Effects of chitosan coating and storage with dry ice on the freshness and quality of eggs”. **Poultry Science**. 90: 467-472.

Suresh, P.V. and et al. 2015. “Application of chitosan for improvement of quality and shelf life of table eggs under tropical room conditions”. **Journal Food Science and Technology**. 52(10): 6345-6354.

Wardy W. and et al. 2014. “Viscosity changes of chitosan solution affect physico-functional properties and consumer perception of coated eggs during storage” **LWT-Food Science and Technology**, 55: 67–73.

Yuceer, M. and Caner C. 2012. “Antimicrobial lysozyme–chitosan coatings affect functional properties and shelf life of chicken eggs during storage”. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 94: 153-162.