

การตรวจหารอยร้าวของไข่ไก่ด้วยการวิเคราะห์เสียงสะท้อน

นางสาวชัชวาลย์ ทองขาว รหัส 5712400788

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนานี้ได้ทำการศึกษาการทดลองใช้เทคโนโลยีการตรวจหารอยร้าวของไข่ไก่ด้วยการวิเคราะห์เสียงสะท้อน เทคนิคการตรวจสอบแบบออนไลน์ของรอยร้าวบนเปลือกไข่โดยวิธีการวิเคราะห์เสียงสะท้อน ได้ทำการศึกษาโดยใช้ไข่ไก่ทั้งหมด 603 ฟอง พบว่า สามารถตรวจจับรอยร้าวของไข่ไก่ที่ความแม่นยำ 96.1% เทคนิคการตรวจสอบเปลือกไข่ร้าวโดยวิธีการของสัญญาณเสียงสะท้อนของไข่กลิ้งบนจานที่เป็น ขึ้นๆโดยทำการศึกษาโดยใช้ไข่ไก่ทั้งหมด 240 ฟอง พบว่า สามารถตรวจจับรอยร้าวที่ความแม่นยำ 90% และเทคนิคการสกัดคุณลักษณะของเสียงสะท้อนและการตรวจสอบประสิทธิภาพของรอยร้าวของเปลือกไข่ โดยทำการศึกษาโดยใช้ไข่ไก่ทั้งหมด 250 ฟอง พบว่า สามารถตรวจจับรอยร้าวได้ความแม่นยำ 99.2% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการใช้เทคโนโลยีในการตรวจหารอยร้าวของไข่ไก่ด้วยการวิเคราะห์เสียงสะท้อนมีความ เป็นได้สูงในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในอุตสาหกรรม

คำสำคัญ: รอยร้าว, ไข่ไก่, เสียงสะท้อน, ระบบอัตโนมัติ

บทนำ

อาหารเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต และมีผลต่อสุขภาพร่างกาย ประสิทธิภาพในการทำงาน และการต้านทานเชื้อโรค การบริโภคอาหารไม่ถูกต้องมีผลต่อสุขภาพเพราะอาหารนั้นได้รับการควบคุมดูแลไม่ดี ความไม่ปลอดภัยในอาหารเกิดจากความบกพร่องของผู้ผลิต ซึ่งจะต้องควบคุมและตรวจสอบเพื่อให้เกิดความปลอดภัย รวมทั้งมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเพื่อป้องกันจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ไข่ไก่ ถือเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีคุณค่า ราคาถูก หาได้ง่าย และเหมาะสมสำหรับบุคคลทุกเพศทุกวัย สามารถนำมาปรุงอาหารได้หลายประเภท ประโยชน์และให้สารอาหารที่จำเป็นหลายอย่าง ซึ่งอาจจะมีข้อผิดพลาดและขาดความแม่นยำในการตรวจหารอยร้าวที่ยากกว่าสายตาคนปกติจะตรวจพบทำให้ไข่ที่มีรอยร้าวปะปนไปส่งผลให้คุณภาพการคักไข่ได้คุณภาพที่ต่ำและมีข้อเสียอื่นๆ ตามมา จึงเอาเทคนิคอัตโนมัติมาช่วยในการตรวจหารอยร้าวของไข่เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจหารอยร้าวและสามารถทดแทนแรงงานคน

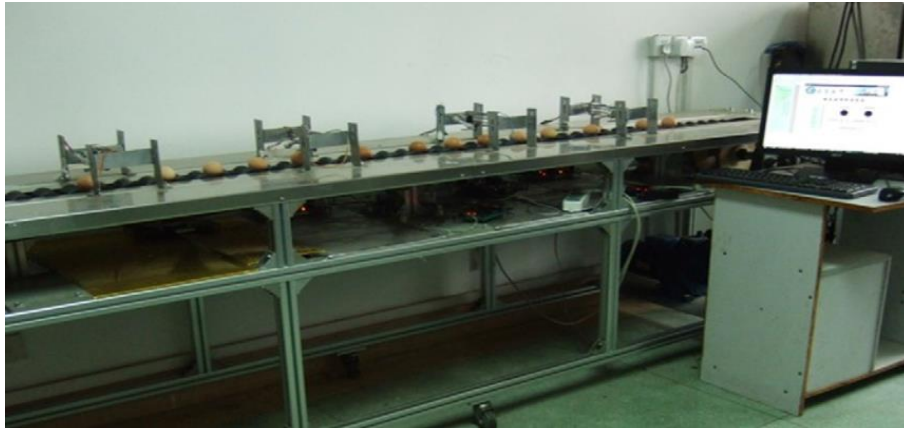
ดังนั้น สัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตรวจหารอยร้าวของไข่ไก่ โดยการวิเคราะห์เสียงสะท้อนเพื่อให้ได้เทคนิคที่มีความแม่นยำ

เปรียบเทียบการตรวจหารอยร้าวของไข่ไก่

คม โตพิสุทธิ์ (2556) ได้กล่าวว่า การตรวจรอยร้าวของไข่ไก่โดยใช้ตาเปล่าในการส่องไข่เพื่อหาผิดปกติของไข่ไก่ หลอดไฟส่องไข่นาขนาด 12 โวลต์ 25 วัตต์ การส่องไข่ควรทำในที่มืด เพื่อให้เห็นความผิดปกติอย่างชัดเจน เพื่อดูรอยร้าวของไข่ไก่ที่ละฟอง

การตรวจสอบแบบออนไลน์ของรอยร้าวบนเปลือกไข่โดยวิธีการวิเคราะห์เสียงสะท้อนของ Sun et al. (2013)

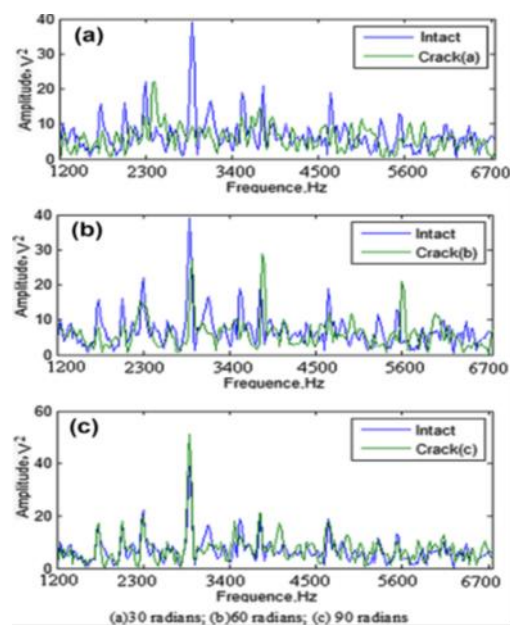
เป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาสำหรับการตรวจสอบรอยร้าวบนเปลือกไข่ได้ทำการทดลองในไข่ไก่ทั้งหมด 603 ฟอง เพื่อให้มั่นใจ ความน่าเชื่อถือของตัวอย่าง ถูกประมวลผลความเร็ว Digital signal processing (DSP) ควบคู่กับการใช้เสียงสะท้อนแบบออนไลน์ ในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์สัญญาณตอบสนอง การตรวจสอบรอยร้าวมี 3 ขั้นตอน คือ (1.) เพื่อตรวจสอบปัจจัยที่มีอิทธิพลบางประการของความถี่เรโซแนนซ์เพื่อสร้างระบบการตรวจสอบที่เชื่อถือได้ (2.) เพื่อสร้างแบบจำลองการสอบเทียบง่ายและมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบไข่สมบูรณ์ 200 ฟอง และไข่ที่ร้าว 200 ฟองมีรอยร้าวเกิดขึ้นรอบเส้นศูนย์สูตร (3.) ทดสอบความถูกต้อง 100 ฟองและไข่ที่ร้าว 103 ฟอง เทคนิคนี้ได้ความแม่นยำของไข่ที่สมบูรณ์ 100% และไข่ที่มีร้าว 96.1%



รูปที่ 1 แสดงระบบการตรวจหารอยร้าวของไม้ไผ่ระบบออนไลน์

ที่มา Sun et al. (2013)

Sun et al. (2013) ได้ทำการศึกษาจำนวนไม้ไผ่ที่ทำการตรวจสอบได้คือ 400 ฟองนำไม้จำนวนดังกล่าวโดยใช้แบบจำลองเปรียบเทียบเพื่อแยกแยะ ลักษณะของสัญญาณเสียงสะท้อน 5 ลักษณะ อธิบายความแตกต่างของไม้ ได้ไม้ที่สมบูรณ์ 200 ฟอง และไม้ที่ร้าว 200 ฟองซึ่งมีรอยร้าว และใช้แบบจำลองเปรียบเทียบทดสอบความถูกต้อง ทั้งหมด 203 ฟอง ได้ไม้ที่สมบูรณ์ 100 ฟอง และไม้ที่ร้าว 103 ฟอง จำนวน 203 ฟองในระบบการวัดแบบออนไลน์



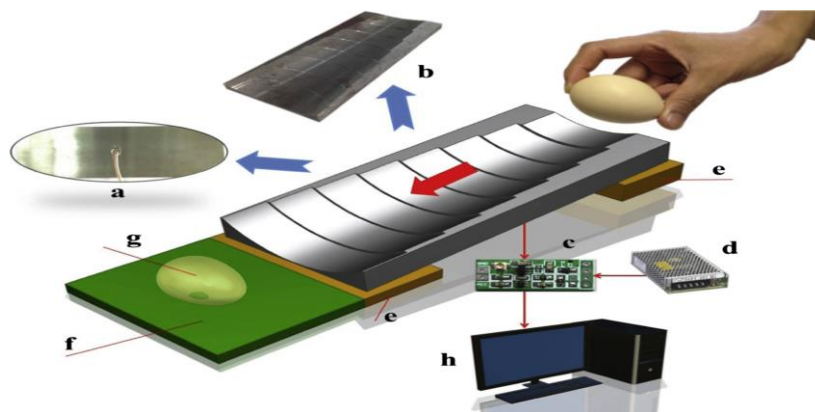
รูปที่ 2 สัญญาณเสียงสะท้อนของไม้ที่สมบูรณ์และไม้ที่มีรอยร้าวมีผลกระทบแตกต่างกัน

ที่มา Sun et al. (2013)

Sun et al. (2013) ทำการทดลองข้างต้นว่า 1. การตอบสนองจากไข่ที่สมบูรณ์และไข่ที่มีรอยร้าวที่มีผลต่อบริเวณต่างๆของเปลือกไข่ สัญญาณตอบสนองของไข่ที่สมบูรณ์มีอยู่อย่างต่อเนื่อง เมื่อวัดในบริเวณต่าง ๆ (รูปที่ 2a) ในทางกลับกันไข่ที่รอยร้าวที่สัญญาณตอบสนองต่างกัน 2. การตอบสนองของไข่เมื่อมุมระหว่างตำแหน่งของผลกระทบและรอยร้าวมีค่าเท่ากับ 30, 60 และ 90 ความแตกต่างในการตอบสนองสัญญาณระหว่างไข่ที่สมบูรณ์และไข่ที่ร้าว เมื่อระยะทางของการกระทบตำแหน่งและรอยร้าวน้อยกว่า 30 องศาใดก็ตาม ในขณะที่มุมเพิ่มขึ้นความแตกต่างระหว่างไข่ที่สมบูรณ์และไข่ร้าวค่อยๆลดลง เมื่อใช้มุมระหว่างส่งผลต่อตำแหน่งและรอยร้าวเป็น 90 สัญญาณตอบรับมีแนวโน้มที่จะไข่ที่สมบูรณ์กว่าไข่ที่ร้าว

การตรวจสอบเปลือกไข่ร้าวโดยวิธีการของสัญญาณเสียงสะท้อนของไข่กลิ้งบนจานที่เป็นชั้นๆของ Jin et al.(2015)

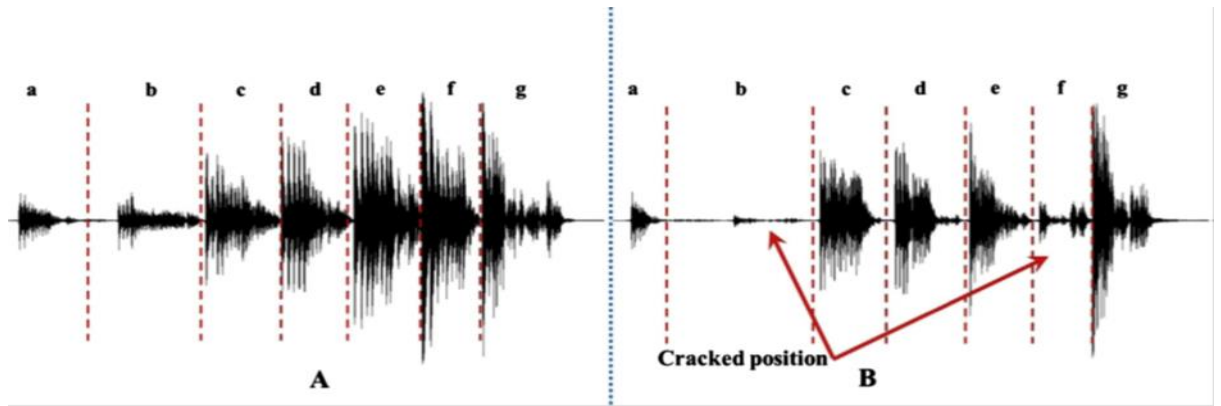
เป็นเทคนิคที่ตรวจสอบรอยร้าวโดยให้ไข่กลิ้งบนจานที่เป็นชั้นๆ มีทั้งหมด 7 ขั้นตอน สัญญาณเสียงสะท้อนที่แตกต่างกันถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้ Mahalanobis distance ดังนั้นไข่ที่สมบูรณ์กับไข่ที่มีรอยร้าวจะต่างกัน มีลักษณะการทำงานของเส้นโค้งเป็นตัวรับสัญญาณและใช้พื้นที่ได้โค้งเพื่อกำหนดเกณฑ์ เทคนิคนี้มีความแม่นยำ 90 %ของไข่ที่ร้าว และไข่ถูกปฏิเสธความถูกต้อง 10%



รูปที่ 3 แสดงระบบขั้นตอนการตรวจจับและอุปกรณ์

ที่มา Jin et al.(2015)

Jin et al. (2015) ได้ทำการศึกษาไข่ที่สมบูรณ์จำนวนด้านบนของจานก่อนที่จะตรวจพบ จากนั้นก็ปล่อยออกมาและกลิ้งบนจานลงได้ เมื่อไข่ผ่านขั้นตอนสัญญาณเสียงที่ส่งผลต่อจะเกิดขึ้น หลังจากกลิ้งลงทั้งแผ่นแล้วไข่ที่ตรวจพบ รูปที่ 3 (g) ซึ่งสามารถปกป้องไข่จากความเสียหายและป้องกันเสียงหลังจากการตรวจสอบ



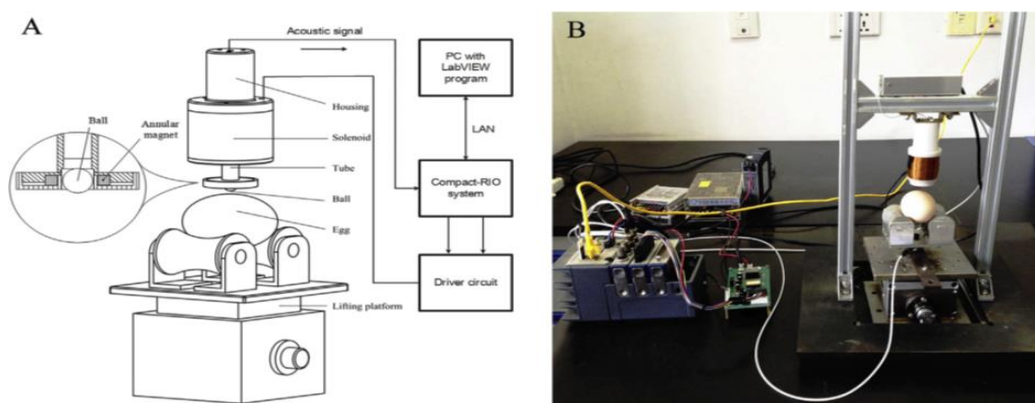
รูปที่ 4 สัญญาณเสียงสะท้อนของไข่ที่สมบูรณ์ (3A) และไข่ที่ร้าว (3B)

ที่มา Jin et al. (2015)

Jin et al. (2015) กล่าวว่า เนื่องจากความแข็งแรงของเปลือกไข่ลดลงทำให้การมีรอยร้าวของเปลือกไข่ การสั่นสะเทือนของการกระแทกของชิ้นส่วนร่วมน้อยกว่าชิ้นส่วนที่ยังไม่ถูกทำลาย (Li et al., 2011) ส่งผลต่อสัญญาณจากชิ้นส่วนร้าวลดลงเร็วขึ้น ดังนั้นพื้นที่ของสัญญาณมีขนาดเล็กกว่าส่วนที่สมบูรณ์ (รูปที่ 5B) นอกจากนี้ผลกระทบต่อพื้นที่สัญญาณจากชิ้นส่วนที่ยังคงเดิมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเนื่องจากแรงกระแทกเริ่มแข็งแรงขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วในการกลิ้ง ลักษณะของการกระทบแต่ละครั้งมีความคล้ายคลึงกันโดยทั่วไป (รูปที่ 5A)

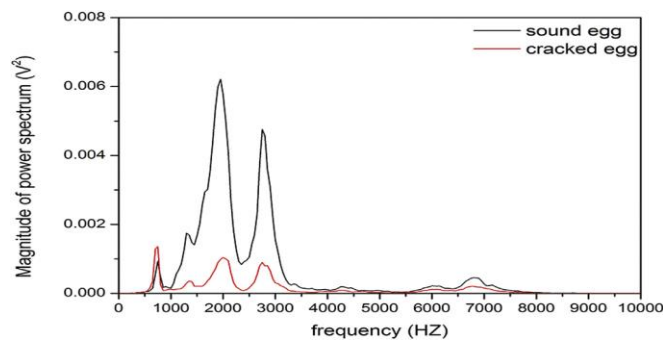
การสกัดคุณลักษณะของเสียงสะท้อนและการตรวจสอบประสิทธิภาพของรอยร้าวสำหรับเปลือกไข่ของ Wang et al. (2016)

เทคนิคนี้ตรวจสอบรอยร้าวของไข่โดยอาศัยวิธีการใช้เสียงสะท้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสกัดลักษณะที่แตกต่างกันและการเปรียบเทียบไข่ที่สมบูรณ์และไข่ที่ร้าว ดังนั้นอุปกรณ์การกระตุ้นที่ขับเคลื่อนด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าถูกพัฒนาในการศึกษาในปัจจุบันเพื่อสร้างสัญญาณเสียงโดยการส่งผลกระทบต่อไข่ มีความแม่นยำที่ 99.2%



รูปที่ 5 รูปแสดงไดอะแกรมของการตรวจสอบรอยร้าว (A) และรูปภาพของระบบการทดลองจริง (B)

ที่มา Wang et al. (2016)



รูปที่ 6 สัญญาณโดเมนความถี่ทั่วไปของเสียงไข่ปกติและไข่ที่มีรอยร้าว

ที่มา Wang et al. (2016)

สัญญาณเวลาและความถี่ที่ได้รับจากไข่ที่สมบูรณ์ 100 เสียงและไข่ที่มีรอยร้าว 100 เสียงแสดงในรูปที่ 6 ความแตกต่างระหว่างไข่ที่สมบูรณ์และไข่ที่มีรอยร้าวสามารถสังเกตได้คุณลักษณะที่ได้รับไข่ที่สมบูรณ์จะมีความถี่สูงกว่าไข่ที่มีรอยร้าวอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการตรวจหารอยร้าวของไข่ไก่โดยวิธีการใช้เสียงสะท้อน

บทความ	วิธีการ	จำนวนไข่ (ฟอง)	ความเร็วในการตรวจจับ/ ชม.	ความแม่นยำ
Sun et al. (2013)	การตรวจสอบแบบออนไลน์ของรอยร้าวบนเปลือกไข่โดยวิธีการวิเคราะห์เสียงสะท้อน	603 ฟอง	4 ฟอง/วินาที หรือ 14,400 ฟอง/ ชั่วโมง	96.1%
Jin et al.(2015)	การตรวจสอบเปลือกไข่ ร้าวโดยวิธีการของสัญญาณเสียงสะท้อนของไข่กึ่งบนจานที่เป็นชั้นๆ	240 ฟอง	-	90 %
Wang et al.(2016)	การสกัดคุณลักษณะ	250 ฟอง	5 ฟอง / วินาที หรือ	99.2%

	ของเสียงสะท้อนและ การตรวจสอบ ประสิทธิภาพของรอย ร้าวสำหรับเปลือกไข่		18,000ฟอง ต่อ 1 ชั่วโมง	
--	---	--	-------------------------	--

ที่มา:ดัดแปลงจาก Sun et al. (2013) , Jin et al. (2015)และ Wang et al.(2016)

จากตารางที่ 1 เปรียบเทียบการตรวจหารอยร้าวของไข่ไก่โดยวิธีการใช้เสียงสะท้อนของทั้ง 3 เทคนิค วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และความเร็วในการตรวจจับความเร็วสะท้อน โดยการตรวจสอบแบบออนไลน์ของรอยร้าวบนเปลือกไข่โดยวิธีการวิเคราะห์เสียงสะท้อน การตรวจสอบเปลือกไข่ร้าวโดยวิธีการของสัญญาณเสียงสะท้อนของไข่กลิ้งบนจานที่เป็นขั้นๆ และการสกัดคุณลักษณะของเสียงสะท้อนและการตรวจสอบประสิทธิภาพของรอยร้าวสำหรับเปลือกไข่ โดยเทคนิคต่างๆ พบว่า เทคนิคการตรวจหารอยร้าว การตรวจสอบแบบออนไลน์ของรอยร้าวบนเปลือกไข่โดยวิธีการวิเคราะห์เสียงสะท้อน การตรวจสอบเปลือกไข่ร้าวโดยวิธีการของสัญญาณเสียงสะท้อนของไข่กลิ้งบนจานที่เป็นขั้นๆ และการสกัดคุณลักษณะของเสียงสะท้อนและการตรวจสอบประสิทธิภาพของรอยร้าวสำหรับเปลือกไข่ มีการทดสอบการตรวจหารอยร้าวโดยใช้เสียงสะท้อนเช่นกันทั้ง 3 เทคนิค แต่มีวิธีการตั้งค่าแตกต่างกันออกไป เทคนิคการตรวจสอบเปลือกไข่ร้าวการตรวจสอบแบบออนไลน์ของรอยร้าวบนเปลือกไข่โดยวิธีการวิเคราะห์เสียงสะท้อนและเทคนิคและการสกัดคุณลักษณะของเสียงสะท้อนและการตรวจสอบประสิทธิภาพของรอยร้าวสำหรับเปลือกไข่มีความเร็วในการตรวจจับใกล้เคียงกัน เพราะจะช่วยให้การตรวจสอบมีประสิทธิภาพมากขึ้น การตรวจสอบแบบออนไลน์ของรอยร้าวบนเปลือกไข่โดยวิธีการวิเคราะห์เสียงสะท้อน การตรวจสอบเปลือกไข่ร้าวโดยวิธีการของสัญญาณเสียงสะท้อนของไข่กลิ้งบนจานที่เป็นขั้นๆ และการสกัดคุณลักษณะของเสียงสะท้อนและการตรวจสอบประสิทธิภาพของรอยร้าวสำหรับเปลือกไข่ โดยเทคนิคต่างๆ พบว่า การตรวจสอบแบบออนไลน์ของรอยร้าวบนเปลือกไข่โดยวิธีการวิเคราะห์เสียงสะท้อนความแม่นยำเฉลี่ย 96.1 % การตรวจสอบเปลือกไข่ร้าวโดยวิธีการของสัญญาณเสียงสะท้อนของไข่กลิ้งบนจานที่เป็นขั้นๆ ความแม่นยำเฉลี่ย 90 % และการสกัดคุณลักษณะของเสียงสะท้อนและการตรวจสอบประสิทธิภาพของรอยร้าวสำหรับเปลือกไข่ได้ความแม่นยำเฉลี่ย 99.2 %

สรุป

เทคนิคการวิเคราะห์รอยร้าวของไข่ไก่ด้วยเลียงสะท้อน ตรวจสอบคุณภาพของไข่ไก่ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบรอยร้าวของไข่ไก่ จึงมีการพัฒนาเลือกระบบให้เหมาะสมกับการตรวจสอบข้อบกพร่อง เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนด้านแรงงานอุตสาหกรรม ในการนำระบบตรวจสอบการหารอยร้าวของไข่ไก่นั้นหากนำมาใช้ในประเทศไทยต้องมีการทดสอบขนาดของเปลือกไข่ก่อน เนื่องจากความหนาของเปลือกไข่ที่มีไม่เท่ากัน ระบบอาจจะใช้ได้ผลเหมือนกันแต่ต้องปรับค่าที่เกี่ยวข้องให้มีความสอดคล้องกับระบบนั้นได้ ทั้งนี้ในการใช้ระบบตรวจสอบควรคำนึงถึงต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ราคาถูก มีประสิทธิภาพความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน ดังนั้นการสกัดคุณลักษณะของเลียงสะท้อนและการตรวจสอบประสิทธิภาพของรอยร้าวสำหรับเปลือกไข่ได้ จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งในการนำที่มีความทันสมัยมาใช้ในอุตสาหกรรม ข้อดีคือมีแม่นยำสูง มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย และรวดเร็วในการตรวจสอบคุณภาพ กระทั่งเวลา ข้อเสีย คือ เทคโนโลยีที่ทันสมัยอาจมีต้นทุนที่สูงในการตรวจสอบคุณภาพทำให้ไม่เหมาะสมแก่เกษตรกรรายย่อย

อ้างอิง

คม โดพิสุทธิ์.2556.เทคนิคการฟักไข่ด้วยตู้ฟักไข่ไฟฟ้า.สถานีวิทยุทดสอบพันธุ์สัตว์พิษณุโลก.

Jin, C. ,Xie, L. and Ying, Y. 2015. “Eggshell crack detection based on the time –domain acoustic signal of rolling egg on a step – plate” . **Journal of Food Engineering**. 153:53-62.

Sun, L. and et al. 2013. “On-line detection of eggshell crack based on acoustic resonance analysis”. **Journal of Food Engineering**. 176:240-245.

Wang, H. and et al.2016. “Acoustic feature extraction and optimization of crack detection for Eggshell”. **Journal of Food Engineering**. 171:240-247.