วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ผลของการใช้น้ำหมักใบเตยต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น

Effects of pandan leaves (*Pandanus amaryllifolius*) bio-extract on production performance and egg quality of Japanese quail

บุคอรี มะตูแก[1]*, จารุณี หนูละออง[1], ไมซาเราะห์ สะมะแอ[1], อารยา เจียรมาศ[2], ทักษิณ ทองบุญเรือง[1], ดาณียา ดอเลาะ[1] และ ฟุรกอน สีดัง[1]

Bukhoree Matukae[1]*, Jarunee Noolaong[1], Maisaroh Samaae[1], Arraya Jeanmas[2], Taksin Tongbunreang[1], Daniya Doloh[1] and Furkon Seedang[1]

[1] *คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ยะลา ประเทศไทย 95000*
[1] *Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Yala, Thailand, 95000*
[2] *คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปัตตานี ประเทศไทย 94000*
[2] *Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani, Thailand, 94000*

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมน้ำหมักใบเตย (*Pandanus amaryllifolius*) ในน้ำดื่มต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น ใช้ใบเตยพร้อมลำต้นสับให้มีขนาด 5-8 ซม. และหมักโดยใช้น้ำเปล่าและกากน้ำตาลในอัตราส่วน 20:30:3 กก. ตามลำดับ โดยหมักนานเป็นเวลา 20 วัน จากนั้นจึงนำไปเลี้ยงนกกระทาเป็นเวลานาน 4 สัปดาห์ ใช้นกกระทาไข่อายุ 4 เดือน จำนวน 156 ตัว สุ่มเข้าศึกษาตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งนกกระทาออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ 13 ตัว กลุ่มที่ 1 นกกระทาได้รับน้ำที่ไม่เสริมน้ำหมักใบเตย (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 นกกระทาได้รับน้ำที่เสริมน้ำหมักใบเตยที่ระดับ 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 1 ล. ตามลำดับ บันทึกปริมาณอาหารและน้ำที่กิน จำนวนและน้ำหนักไข่ และสุ่มไข่จำนวน 15 ฟอง/กลุ่ม เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพไข่ ผลการทดลองพบว่าน้ำหมักใบเตยมีผลทำให้น้ำหนักไข่ทั้งฟอง ความสูงไข่แดง ความกว้างไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักและความหนาเปลือกไข่ของนกกระทาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กล่าวได้ว่าการเสริมน้ำหมักใบเตยในน้ำนกกระทาช่วยเพิ่มสมรรถภาพการผลิตและปรับปรุงคุณภาพไข่ของนกกระทา อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพของน้ำหมักใบเตยเพิ่มเติม

คำสำคัญ: ใบเตย; สมรรถภาพการผลิต; คุณภาพไข่; นกกระทา

ABSTRACT: This research aimed to obtain the effect of pandan (*Pandanus amaryllifolius*) leaves bio-extract in drinking water on production performance and egg quality of Japanese quail. Pandan leaves with stalks were chopped for about 5-8 cm in size. Before soaking in water and molasses in ration 20:30:3 kg and fermented for 20 days. Then they were fed to quail for 4 weeks. One hundred fifty-six birds at the age of 4 months old were allotted into a completely randomized design. Birds were divided into 4 groups which comprised of 3 replicates per group (13 birds per replicate). In group 1, the birds received water not supplemented with the bio-extract (control group) while groups 2, 3 and 4 received drinking water included with the bio-extract at 50, 100 and 150 ml/1 l of water respectively. Feed intake, water intake, egg count and egg weight were recorded. Fifteen eggs per group were randomly sampled for egg quality measurement. From the results, pandan leave bio-extract increases egg weight, yolk height, yolk width, albumin weight, shell weight and shell thickness significantly ($P<0.05$) in Japanese quail.

* Corresponding author: bukhoree.m@yru.ac.th

Received: date; April 20, 2024 Revised: date; May 23, 2024

Accepted: date; May 24, 2024 Published: date; July 12, 2024

From this study, it could be concluded that pandan leaves bio-extract in drinking water can improve egg production and the quality of Japanese quail. Nevertheless, the physical, chemical and biological properties of pandan leave bio-extract should be evaluated for more information.
Keywords: pandan leave; production performance; egg quality; quail

บทนำ

สารปฏิชีวนะที่ใช้ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ยังคงเป็นประเด็นที่นักวิจัยให้ความสนใจ จากการใช้งานอย่างกว้างขวางและเป็นเวลานานทำให้สารปฏิชีวนะได้แพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลต่อทั้งสุขภาพและระบบร่างกายของมนุษย์เนื่องจากการดื้อยา (Yang et al., 2021; Huang et al., 2020) การปนเปื้อนของสารปฏิชีวนะในอาหารเป็นปัญหาระดับโลกเนื่องจากการใช้ยาอย่างไม่เหมาะสม (Ahmed et al., 2020) จากข้อจำกัดของการใช้สารปฏิชีวนะในอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มสมรรถภาพการให้ผลผลิตทำให้มีการวิจัยเพื่อใช้สารที่ปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์มากยิ่งขึ้น โดยพืชสมุนไพรหลายชนิดมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีคุณสมบัติต้านจุลชีพ สารต้านอนุมูลอิสระ ต้านปรสิต ต้านโปรโตซัว ต้านเชื้อรา และต้านการอักเสบ (Christaki et al., 2012) อีกทั้งยังสามารถใช้ในการส่งเสริมและปรับปรุงสมรรถภาพในการผลิตสัตว์ (Hashemi and Davoodi, 2011) จึงมีการนำสมุนไพรหลายชนิดมาใช้เพื่อปรับปรุงสมรรภาพการผลิตสัตว์ เช่น การใช้ขมิ้นในนกกระทา (Silva et al., 2018; Reda et al., 2020) การใช้ว่านหางจระเข้ในไก่เนื้อ (Mehala and Moorthy, 2008; Islam et al., 2017) การใช้ใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ (ภุชงค์ และ ไพโชค, 2558) การใช้ทองพันชั่ง ฟ้าทะลายโจร และบอระเพ็ดในนกกระทา (บุคอรี และคณะ 2563) การใช้ใบหม่อนในไก่ไข่ (Zhang et al., 2022) การใช้มิ้นต์และสมุนไพรพื้นถิ่นของญี่ปุ่นในไก่ไข่ (Dilawar et al., 2021) การใช้ฟ้าทะลายโจรและลูกใต้ใบในไก่เนื้อ (จักรพรรดิ์ และคณะ, 2562) และการใช้ใบเตยหอม (อัจฉรา, 2555; Tongdonkham et al., 2021) เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การใช้สมุนไพรในสัตว์ปีกสามารถใช้ในหลากหลายรูปแบบซึ่งขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้และชนิดของสมุนไพร จากงานวิจัยที่ผ่านมาการใช้สมุนไพรในสัตว์มีสามรูปแบบ ได้แก่ แบบแห้งผง แบบสด และแบบน้ำซึ่งอาจเป็นน้ำสกัดหรือน้ำหมักก็ได้ แต่ส่วนใหญ่พบในรูปแบบแห้งผงผสมในอาหารสัตว์อาจเนื่องจากสามารถวัดปริมาณของสมุนไพรที่ใช้ได้แม่นยำและเป็นวิธีที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป อย่างไรก็ตาม การทำใบเตยหอมหรือสมุนไพรอื่น ๆ ให้อยู่ในรูปแบบแห้งผงมีหลายขั้นตอนและใช้โดยการผสมในอาหารสัตว์ (Leke et al., 2022) อาจเป็นข้อจำกัดในทางปฏิบัติได้ สำหรับการใช้ในรูปแบบสดมีรายงานไม่มากนัก การศึกษาในรูปแบบสด (อัจฉรา, 2555; Sa-nguanphan, 2010) สัตว์ทดลองอาจปฏิเสธปัจจัยการทดลองได้และทำให้การวัดปริมาณการกินได้ไม่แม่นยำ สำหรับการใช้สมุนไพรในรูปแบบน้ำจะพบในรูปแบบน้ำสกัดและน้ำหมักชีวภาพ และใช้โดยการผสมในอาหารหรือไม่ก็ผสมในน้ำ เช่น การใช้น้ำมันสกัดจากออริกาโนเสริมในอาหารไก่เนื้อ (Marcinčák et al., 2008) การใช้น้ำสกัดจากว่านหางจระเข้เสริมในน้ำไก่เนื้อ (Islam et al., 2017) การใช้น้ำสกัดจากใบหม่อนเสริมในอาหารไก่ไข่ (Zhang et al., 2022) และการใช้น้ำหมักฟ้าทะลายโจรและลูกใต้ใบในไก่เนื้อ (จักรพรรดิ์ และคณะ, 2562) งานวิจัยเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำสกัดหรือน้ำหมักชีวภาพมีผลต่อสมรรถภาพและคุณภาพการผลิตสัตว์เช่นเดียวกันกับแบบสดและแห้งผง

ต้นเตยหอมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pandanus amaryllifolius* Roxb. อยู่ในวงศ์ Pandanaceae และในสกุล Pandanus เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่พบได้ทั่วไปในเขตร้อน (Buerki et al., 2012) ซึ่งนอกจากให้กลิ่นและสีในอาหารแล้วยังถูกใช้รักษาโรคด้วย (Ningrum and Schreiner, 2014) ใบเตยหอมมีคาร์โบไฮเดรต 19.80% โปรตีน 31.81% ไขมัน 1.56% เถ้า 7.70% และเยื่อใย 39.13 % ของน้ำหนักแห้ง (นิศานันท์ และคณะ 2558) ใบเตยมีน้ำมันหอมระเหยปริมาณมาก แคโรทีนอยด์ และวิตามินอี (Lee et al., 2004) น้ำมันหอมระเหยเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการเติบโตในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ (Namdeo et al., 2020) มีแทนนิน อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ และโพลีฟีนอล (Aini and Mardiyaningsih, 2016) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Lomthong et al., 2022) นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยยังช่วยการย่อยและการดูดซึมโภชนะได้ (Radwan et al., 2008) จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการใช้ใบเตยในรูปแบบสดและผงแห้งในนกกระทาทำให้สีของไข่แดงเพิ่มขึ้น (อัจฉรา, 2555; บุคอรี และคณะ, 2565; Tongdonkham et al., 2021) ในขณะที่การใช้ใบเตยในไก่ไข่ในรูปแบบผงแห้งในอาหารทำให้สีไข่แดงเพิ่มขึ้น (สุวรรณา

และคณะ, 2561; Pilat et al., 2021) ผลผลิตไข่มากขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ดีขึ้น (Sa-nguanphan, 2010; Leke et al., 2022) บางรายงานพบว่าปริมาณอาหารที่กิน (สนามชัย และคณะ, 2556) และน้ำหนักเปลือกไข่ (สุวรรณา และคณะ, 2561) ลดลง

นกกระทาญี่ปุ่นนิยมเลี้ยงเพื่อบริโภคไข่ มีขนาดเล็ก ให้ไข่ดก และมีวงรอบการผลิตที่สั้นจึงทำให้ได้รับผลตอบแทนที่รวดเร็ว เป็นที่นิยมบริโภคโดยทั่วไป และอาจเป็นไปได้ว่ามีการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อเพิ่มสมรรถภาพในการผลิต การใช้สมุนไพรทดแทนยาปฏิชีวนะเพื่อลดการตกค้างและเพิ่มสมรรถภาพการผลิตจึงจำเป็นต้องมีการศึกษา ในขณะที่การใช้ใบเตยในรูปแบบน้ำหมักหรือน้ำสกัดมีข้อมูลที่จำกัดมาก ในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาการใช้น้ำหมักใบเตยในน้ำนกกระทาต่อสมรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น

วิธีการศึกษา

1. ทรีทเม้นต์และสัตว์ทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้ใบเตยสดพร้อมลำต้น โดยตัดลำต้นห่างจากยอดอ่อนประมาณไม่เกิน 30 ซม. และสับให้มีขนาด 5-8 ซม. หมักใบเตยพร้อมลำต้นที่สับแล้วกับน้ำและกากน้ำตาลในอัตราส่วนใบเตยพร้อมลำต้นสับ 20 กก. น้ำสะอาด 30 กก. และกากน้ำตาล 3 กก. ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของศูนย์วิจัยและพัฒนาการปศุสัตว์ที่ 3 (2559 อ้างโดย จักรพรรดิ์ และคณะ, 2562) โดยหมักเป็นระยะเวลา 20 วัน โดยศึกษาในนกกระทาญี่ปุ่นเพศเมียอายุ 4 เดือน จำนวน 156 ตัว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ นกกระทาทุกกลุ่มได้รับอาหารนกกระทาสำเร็จรูปทางการค้าชนิดผง มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 22% ไขมันไม่น้อยกว่า 3% เยื่อใยไม่มากกว่า 5% และความชื้นไม่มากกว่า 13 % อาหารและน้ำให้กินอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) สุ่มนกกระทาออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 13 ตัว นกกระทาทั้ง 4 กลุ่มได้รับน้ำที่แตกต่างกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้รับน้ำเปล่า (กลุ่มควบคุม)
กลุ่มที่ 2 ได้รับน้ำหมักใบเตยผสมน้ำเปล่า ในอัตราส่วน น้ำหมักใบเตย 50 มล./น้ำ 1 ล.
กลุ่มที่ 3 ได้รับน้ำหมักใบเตยผสมน้ำเปล่า ในอัตราส่วน น้ำหมักใบเตย 100 มล./น้ำ 1 ล.
กลุ่มที่ 4 ได้รับน้ำหมักใบเตยผสมน้ำเปล่า ในอัตราส่วน น้ำหมักใบเตย 150 มล./น้ำ 1 ล.

2. การบันทึกผล

2.1 บันทึกผลผลิตไข่ โดยบันทึกจำนวนไข่ในแต่ละซ้ำทุกวัน แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ในแต่ละกลุ่มการทดลอง

2.2 บันทึกน้ำหนักไข่ โดยชั่งน้ำหนักไข่ทีละซ้ำทุกวัน แล้วนำมาคำนวณเป็นน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง

2.3 บันทึกปริมาณอาหารที่กิน โดยบันทึกน้ำหนักอาหารทุก ๆ 7 วัน ในแต่ละซ้ำ แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณอาหารที่กิน/ตัว/วัน

2.4 บันทึกปริมาณน้ำที่กิน โดยบันทึกปริมาณน้ำทุกวันในแต่ละซ้ำ นำค่าที่บันทึกมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ผลผลิตไข่ (%) (hen-day) = $\frac{\text{จำนวนไข่ x 100}}{\text{จำนวนนก x จำนวนวัน}}$

(2) น้ำหนักไข่เฉลี่ย (ก./ฟอง) = $\frac{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมด}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}}$

(3) ปริมาณน้ำที่กิน (มล./ตัว/วัน) = $\frac{\text{ปริมาณน้ำที่กิน}}{\text{จำนวนนก x จำนวนวัน}}$

(4) ปริมาณอาหารที่กิน (ก./ตัว/วัน) = $\frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}{\text{จำนวนนก x จำนวนวัน}}$

(5) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (FCR) = $\frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมด}}$

(6) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่หนึ่งโหล (ก.) (FDE) = $\frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน x 12}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}}$

2.5 การตรวจคุณภาพไข่และส่วนประกอบของฟองไข่ โดยการสุ่มฟองไข่ซ้ำละ 5 ฟองในสัปดาห์สุดท้าย เพื่อบันทึกน้ำหนักไข่ และตรวจสอบคุณภาพไข่นกกระทาดังนี้

(1) น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักเปลือกไข่ ชั่งโดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอลมีทศนิยม 2 ตำแหน่ง ใช้หน่วยกรัม

(2) ความสูงไข่แดง ความกว้างไข่แดง ความหนาเปลือกไข่ วัดโดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Calipers) ใช้หน่วยมิลลิเมตร

(3) เปอร์เซ็นต์ไข่แดง = $\frac{\text{น้ำหนักไข่แดง x 100}}{\text{น้ำหนักไข่ต่อฟอง}}$

(4) เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว = $\frac{\text{น้ำหนักไข่ขาว x 100}}{\text{น้ำหนักไข่ต่อฟอง}}$

(5) เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ = $\frac{\text{น้ำหนักเปลือกไข่ x 100}}{\text{น้ำหนักไข่ต่อฟอง}}$

(6) ดัชนีไข่แดง คำนวนได้จากสูตร = $\frac{\text{ความสูงไข่แดง}}{\text{ความกว้างไข่แดง}}$

(7) วัดสีไข่ด้วยเครื่องวัดสีระบบฮันเตอร์ (Color flex hunter lab) ซึ่งสเกลของสีอยู่ในรูปของ L*, a* และ b* โดยที่

L* หมายถึง ความสว่างของสี โดยสเกลจะอยู่ในช่วง 0-100 ค่าสูงสุดที่ 100 (สีขาว) และค่าต่ำสุดที่ 0 สีดำ

a* หมายถึง แกนของสีเขียว (Negative a) ไปจนถึงสีแดง (Positive a)

b* หมายถึง แกนของสีน้ำเงิน (Negative b) ไปจนถึงสีเหลือง (Positive b)

3. การวิเคราะห์ทางสถิต

ใช้โปรแกรม STAR เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล โดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) (Duncan, 1995) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษา

สมรรถภาพการผลิตไข่

การเสริมน้ำหมักใบเตยในน้ำนกกระทาไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ของนกกระทา (P>0.05) **(Table 1)** ผลผลิตไข่ของนกกระทาทุกกลุ่มอยู่ในช่วง 82.35-87.30% น้ำหนักไข่อยู่ในช่วง 11.74-12.19 ก. ปริมาณน้ำที่กินอยู่ในช่วง 59.58-64.35 มล. ปริมาณอาหารที่กินอยู่ในช่วง 30.31-31.98 ก. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่อยู่ในช่วง 2.94-3.14 และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่หนึ่งโหลอยู่ในช่วง 413.79-459.72 ก.

Table 1 Effects of pandan leaves (*Pandanus amaryllifolius*) bio-extract on egg production performance of Japanese quail

parameter	Levels of pandan leaves bio-extract (ml/l of water)				SEM*	P-Value
	0	50	100	150		
Egg production (%)	82.71	83.07	87.30	82.35	4.57	0.6849
Egg weight (g/egg)	12.12	12.07	11.74	12.19	2.78	0.3255
Water intake (ml/bird/day)	61.06	64.35	59.58	63.11	2.78	0.3827
Feed intake (g/bird/day)	30.39	31.51	30.31	31.98	1.18	0.4448
Feed conversion ratio; FCR	3.00	3.10	2.94	3.14	0.12	0.3999
Feed per dozen egg; FDE (g)	438.38	449.74	413.79	459.72	17.14	0.1194

*SEM = Standard error of the means

คุณภาพไข่

คุณภาพไข่นกกระทาที่ได้รับน้ำหมักใบเตยแสดงใน **Table 2** การเสริมน้ำหมักใบเตยในน้ำดื่มนกกระทาไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่แดง เปอร์เซ็นต์ไข่แดง ดัชนีไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ และค่าสีของไข่ แต่มีผลต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟอง ความสูงไข่แดง ความกว้างไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักเปลือกไข่ และความหนาเปลือกไข่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

Table 2 Effects of pandan leaves (*Pandanus amaryllifolius*) bio-extract on egg quality of Japanese Quail

parameter	Levels of pandan leaves bio-extract (ml/l of water)				SEM**	P-Value
	0	50	100	150		
Egg Weight (g/egg)	11.04[b]	11.77[a]	11.62[a]	12.02[a]	0.29	0.0098
Yolk weight (g)	3.53	3.88	3.64	3.76	0.13	0.0553
Yolk height (mm)	10.54[b]	12.22[a]	11.74[a]	12.01[a]	0.34	0.0000
Yolk width (mm)	23.48[b]	25.60[a]	25.77[a]	25.83[a]	0.81	0.0131
Yolk percentage (%)	31.97	32.92	31.26	31.36	0.80	0.1585
Yolk index	0.460	0.481	0.455	0.466	0.02	0.7298
Albumin weight (g)	6.05[b]	6.37[ab]	6.39[ab]	6.65[a]	0.20	0.0357
Albumin width (mm)	39.09	38.93	41.70	42.27	1.61	0.0860
Albumin percentage (%)	54.88	54.06	54.97	55.26	0.85	0.5395
Shell weight (g)	1.46[b]	1.53[ab]	1.60[a]	1.60[a]	0.05	0.0255
Shell thickness (mm)	0.225[b]	0.264[a]	0.269[a]	0.284[a]	0.02	0.0026
Shell percentage (%)	13.16	13.02	13.76	13.38	0.39	0.2577
Yolk color						
L*	57.05	57.05	56.86	55.89	0.71	0.3086
a*	13.69	13.80	14.20	14.76	0.68	0.3972
b*	57.40	58.26	57.08	58.85	1.37	0.5602

[a,b] Values with different superscripts differ significantly (P<0.05).

**SEM = Standard error of the means

น้ำหนักไข่ทั้งฟองใน **Table 2** ได้จากการสุ่มในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง (น้ำหนักไข่ใน **Table 1** บันทึกตลอดการทดลอง) โดยน้ำหนักไข่ทั้งฟองของนกกระทากลุ่มที่ได้รับน้ำหมักที่ระดับ 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 1 ล. มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ความสูงไข่แดงของนกกระทากลุ่มที่ได้รับน้ำหมักที่ระดับ 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 1 ล. มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยความสูงไข่แดงของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 10.54 มม. น้ำหนักเปลือกไข่ของนกกระทากลุ่มที่ได้รับน้ำหมัก 100 และ 150 มล./น้ำ 1 ล. มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกลุ่มที่ได้รับน้ำหมักใบเตยทั้ง 2 กลุ่มมีน้ำหนักเปลือกไข่เท่ากันคือ 1.60 ก. และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.46 ก. ส่วนความหนาเปลือกไข่ของนกกระทากลุ่มที่ได้รับน้ำหมักที่ระดับ 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 1 ล. มีค่าสูงกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

วิจารณ์

สมรรถภาพการผลิตไข่ของนกกระทาที่ได้รับน้ำหมักใบเตยในการศึกษานี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Ludke et al. (2018) ที่รายงานว่านกกระทามีผลผลิตไข่ 88.04% มีน้ำหนักไข่เท่ากับ 10.99 ก. มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 26.81 ก. มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่เท่ากับ 2.78 และมีปริมาณอาหารต่อการผลิตไข่หนึ่งโหลเท่ากับ 367.1 ก. ในขณะที่ปริมาณน้ำที่กินในการศึกษานี้น้อยกว่าที่บุคอรี และคณะ (2563) รายงานอยู่ที่ 123.02 มล. อย่างไรก็ตามมีรายงานว่านกกระทามีปริมาณน้ำที่กินอยู่ในช่วง 73.67-129.45 มล. (Penkov et al., 2010) ใน **Table 2** น้ำหนักไข่ของกลุ่มที่ได้รับน้ำหมักใบเตยมีน้ำหนักที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งไม่พบผลการทดลองนี้ใน **Table 1** ซึ่งเป็นน้ำหนักไข่ตลอดการทดลอง ผลที่แตกต่างกันนี้อาจเกิดจากน้ำหนักไข่ในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองได้รับอิทธิพลจาก

น้ำหมักใบเตยมากกว่าไข่ในช่วงแรกของการทดลองซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำหมักใบเตยน้อยกว่าจึงทำให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไข่ใน **Table 1** จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ใบเตยในรูปแบบน้ำหมักชีวภาพซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเป็นวิธีที่ง่ายและมีต้นทุนต่ำ สามารถทำได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง สมรรถภาพการผลิตไข่ของนกกระทาที่ได้รับน้ำหมักใบเตยในการศึกษานี้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (P>0.05) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของสนามชัย และคณะ (2556) ที่กล่าวว่าการใช้ใบเตยหอมแห้งผงในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5% ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ อีกทั้งยังพบว่าการใช้ใบเตยหอมผงในอาหารที่ระดับ 1.5% ทำให้ปริมาณการกินอาหารลดลง ในขณะบางรายงานพบว่าการเสริมใบเตยสดให้ไก่ไข่ทำให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้น (Sa-nguanphan, 2010) ส่วนการเสริมใบเตยหอมผง 1, 2, 3 และ 4% ในอาหารไก่ไข่ทำให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ดีขึ้น (Leke et al., 2022) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสุวรรณา และคณะ (2561) ที่กล่าวว่าการเสริมใบเตยหอมผงในอาหารไก่ไข่ 1.5% ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ดีขึ้นและน้ำหนักไข่ไก่ทั้งฟองเพิ่มขึ้น ในขณะที่ Sa-nguanphan (2010) รายงานว่าการใช้ใบเตยสดในไก่ไข่ปริมาณ 5 ก./ตัว/วัน ไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟอง

มีรายงานการใช้น้ำหมักหรือน้ำสกัดสมุนไพรอีกหลายชนิด เช่น กรณีศึกษาในนกระทาไข่ พบว่าการใช้น้ำหมักทองพันชั่งทำให้น้ำหนักเปลือกไข่ลดลง น้ำหมักฟ้าทะลายโจรทำให้น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่แดง และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของไข่แดงมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่น้ำหมักบอระเพ็ดทำให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้น แต่ทำให้เปลือกไข่บางลง (บุคอรี และคณะ, 2563) การใช้สารสกัดจากใบหม่อน 8% ในอาหารไก่ไข่ทำให้ค่าความเป็นสีแดง (a*) ของไข่แดงเพิ่มขึ้น และค่าความแข็งของเปลือกไข่เพิ่มขึ้น (Zhang et al., 2022) นอกจากนี้ การใช้สารสกัดจากมิ้นต์ (*Mentha arvensis*) และสมุนไพรพื้นถิ่นของญี่ปุ่นชื่อ *Geranium thunbergii* เสริมในน้ำไก่ไข่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ (Dilawar et al., 2021) และการใช้น้ำหมักฟ้าทะลายโจรและลูกใต้ใบในไก่เนื้อทำให้มีอัตราการเลี้ยงรอดสูงขึ้น (จักรพรรดิ์ และคณะ, 2562) จากรายงานผลการวิจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำหมักชีวภาพจากสมุนไพรเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการใช้สมุนไพรในสัตว์ซึ่งมีศักยภาพในการปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพของไข่ได้

การศึกษาคุณภาพไข่ในการทดลองนี้มีผลการศึกษาที่น่าสนใจซึ่งยังไม่พบในรายงานผลการวิจัยที่ผ่านมา **(Table 3)** ความกว้างไข่แดงและน้ำหนักไข่ขาวของนกกระทาที่ได้รับน้ำหมักใบเตยทุกกลุ่มมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้ใบเตยมีผลต่อน้ำหนักไข่แดงและเปลือกไข่ โดยสุวรรณา และคณะ (2561) พบว่าการเสริมใบเตยหอมแห้งผง 1.5% ในอาหารไก่ไข่ทำให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้น แต่ส่งผลให้น้ำหนักเปลือกไข่ลดลง ในขณะที่ นิรนาม (2555) รายงานว่าการใช้ใบเตยสด 2 ก./ตัว/วัน ในนกกระทาทำให้เปลือกไข่หนาขึ้น ในขณะที่ สนามชัย และคณะ (2556) รายงานว่าการเสริมใบเตยหอมแห้งผง 0.5, 1 และ 1.5% ในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อคุณภาพไข่ นอกจากนี้ความสูงไข่แดง ความหนาเปลือกไข่และน้ำหนักเปลือกไข่ของนกกระทาที่ได้รับน้ำหมักใบเตยทุกกลุ่มมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

สำหรับผลของการใช้ใบเตยต่อสีไข่แดง จากหลายงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าใบเตยหอมสามารถปรับปรุงสีของไข่แดงได้ โดยการใช้ใบเตยหอมแห้งผง 2, 4 และ 6% ในอาหารนกกระทาทำให้ไข่แดงของนกกระทามีค่าความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น (Tongdonkham et al., 2021) เช่นเดียวกันกับการใช้ใบเตยหอมแห้งผง 1.5% ในอาหารไก่ไข่ทำให้ไข่แดงมีค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น (สุวรรณา และคณะ 2561) สอดคล้องกับรายงานของ Pilat et al. (2021) ที่พบว่าการเสริมใบเตยหอมแห้งผง 3 และ 4% ในอาหารไก่ไข่ทำให้ไข่แดงมีค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นกกระทาที่ได้รับใบเตยสด 3 ก./ตัว/วัน ทำให้ค่าความเป็นสีแดง (a*) ของไข่แดงเพิ่มขึ้น (อัจฉรา, 2555) อย่างไรก็ตามก็มีรายงานว่าการใช้ใบเตยสดในไก่ไข่ปริมาณ 5 ก./ตัว/วัน ไม่มีผลต่อสีไข่แดง (Sa-nguanphan, 2010) ผลการศึกษาครั้งนี้ก็พบว่าน้ำหมักใบเตยไม่มีผลต่อสีไข่แดงซึ่งเป็นไปได้ว่าแคโรทีนอยด์ในใบเตยเกิดการสลายตัวระหว่างการหมักทำให้มีปริมาณไม่มากพอที่จะมีอิทธิพลต่อสีของไข่แดง ซึ่งจากรายงานของ Chen et al. (2022) พบว่าแคโรทีนอยด์ในซอสพริกมีอัตราการย่อยสลายเพิ่มขึ้นในระหว่างการหมักโดยเฉพาะในช่วง 14–21 วัน และปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากการหมักเป็นเวลา 35 วัน

Table 3 Effects of *Pandanus amaryllifolius* Roxb on egg production and quality from previous study

Item	***	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Used form	fluid	flour	fresh	fresh	flour	flour	flour	fresh	flour	flour
Type of bird	quail	quail	quail	quail	quail	hen	hen	hen	hen	hen
Egg weight	+						+			
Egg production								+	+	
Feed intake						-				
FCR				+			+		+	
FDE					-					
Yolk height	+									
Yolk weight							+			
Yolk width	+									
Albumin weight	+									
Shell thickness	+			+						
Shell weight	+						-			
Yolk color		+	+		+		+			+

*** Results in this study

[1.] บุคอรี และคณะ (2565) [2.] อัจฉรา (2555) [3.] นิรนาม (2555) [4.] Tongdonkham et al. (2021) [5.] สนามชัย และคณะ (2556) [6.] สุวรรณา และคณะ (2561) [7.] Sa-nguanphan (2010) [8.] Leke et al. (2022) [9.] Pilat et al. (2021)

ทั้งสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของนกกระทาที่ดีขึ้นจากการได้รับน้ำหมักใบเตยอาจเกิดจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิดที่มีอยู่ในใบเตย เช่น แทนนิน ซาโปนิน อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ และโพลีฟีนอล (Aini and Mardiyaningsih, 2016) แคโรทีนอยด์ และวิตามินอี (Lee et al., 2004) มีคลอโรฟิลล์ และเบต้าแคโรทีน (วิจิตรา และคณะ, 2564) สารเหล่านี้บางชนิดเป็นน้ำมันหอมระเหย เช่น ฟลาโวนอยด์ และโพลีฟีนอล (Adhamatika et al., 2021) หลายชนิดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Dewi et al., 2019) สารประกอบฟีนอลสามารถต้านสารอนุมูลอิสระได้ดีและเป็นสารต้านจุลชีพก่อโรคอย่าง *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* และ *Staphylococcus epidermidis* (Radwan et al., 2008) สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า น้ำหมักใบเตยสามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Enterococcus faecalis* (บัวนัส และคณะ, 2548) สำหรับน้ำมันหอมระเหยช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ย่อยและการตอบสนองของภูมิคุ้มกัน (Brenes และ Roura, 2010) ซึ่งเป็นผลดีต่อระบบทางเดินอาหารและการนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ (Windisch et al., 2008; Suresh et al., 2018) สารต้านอนุมูลอิสระช่วยรักษาสุขภาพของสัตว์ ลดอุบัติการณ์ของโรค และช่วยลดการใช้ยาปฏิชีวนะในปศุสัตว์ โดยการส่งเสริมสุขภาพโดยรวมและเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน สารต้านอนุมูลอิสระช่วยลดความต้องการยาต้านจุลชีพ (Rossi and Dell'Anno, 2024) นอกจากนี้ก็ยังพบว่าใบเตยถูกใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคได้ด้วย (Ningrum and Schreiner, 2014) สำหรับน้ำหนักเปลือกไข่และความหนาของเปลือกไข่ที่เพิ่มขึ้น Abdel-Wareth and Lohakare (2014) ตั้งสมมติฐานว่าสารต้านเชื้อแบคทีเรียและสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในใบเตยอาจทำให้ท่อนำไข่มีสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น (เช่น สถานที่สะสมแคลเซียม) เป็นไปได้ว่าท่อนำไข่สามารถสร้างเปลือกไข่ได้ดีขึ้นจึงทำให้ความหนาและน้ำหนักเปลือกไข่ของนกระทาที่ได้รับน้ำหมักใบเตยมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในใบเตยแล้ว ในน้ำหมักอาจมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อทางเดินอาหารของนกได้ แต่เนื่องจาก

การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพของน้ำหมักจึงไม่สามารถอธิบายผลการทดลองได้อย่างชัดเจน

สำหรับต้นทุนการผลิตน้ำหมักใบเตยในหนึ่งรอบการผลิตปริมาณ 30 กก. (ประมาณ 30 ล.) โดยคำนวนจากต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ พบว่า น้ำหมักใบเตยมีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 0.019 บาท/มล. (19 บาท/ล.) เมื่อคำนวณปริมาณการกินได้ของน้ำหมักใบเตยจาก **Table 1** พบว่า นกกระทากลุ่มที่ได้รับน้ำหมักที่ระดับ 50, 100 และ 150 มล./น้ำ 1 ล. มีปริมาณการกินได้ของน้ำหมักใบเตยเท่ากับ 3.06, 5.42 และ 8.23 มล./ตัว/วัน คิดเป็นต้นทุนเท่ากับ 0.06, 0.10, และ 0.15 บาท/ตัว/วัน ตามลำดับ

สรุปและข้อเสนอแนะ

น้ำหมักใบเตยมีสมรรถภาพทำให้น้ำหนักไข่ทั้งฟอง ความสูงไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักเปลือกไข่ และความหนาเปลือกไข่มีค่าเพิ่มขึ้น กล่าวได้ว่าการเสริมน้ำหมักใบเตยในน้ำดื่มนกกระทาช่วยปรับปรุงคุณภาพไข่ของนกกระทา อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเชิงลึกที่เกี่ยวข้องกับกลไกที่มีผลต่อคุณภาพไข่ และระดับที่เหมาะสมของการนำไปใช้ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรวัดคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำหมักใบเตยเพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับประกอบการศึกษาต่อไป

การอนุญาตวิจัยในสัตว์

การทดลองนี้ได้รับอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารอนุญาตเลขที่ (approval number) AG014/2024

เอกสารอ้างอิง

จักรพรรดิ์ ประชาชิต, ธราดล จิตจักร, กนกวรรณ บุตรโยธี และทรงทรัพย์ อรุณกมล. 2562. ผลการเสริมน้ำหมักชีวภาพจากฟ้าทะลายโจรและลูกใต้ใบต่อประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ. วารสารแก่นเกษตร. 47(ฉบับพิเศษ1): 813-818.

นิรนาม. 2555. การเสริมใบเตยหอมในอาหารไก่ไข่และนกกระทา. แหล่งข้อมูล: http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/animal/animal001.pdf. ค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2566.

นิศานันท์ ตามกาล, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชื่น. 2558. คุณสมบัติทางกายภาพและสารหอมระเหยของใบเตยหอม (*Pandanus amaryllifolius Roxb*.) สกัดด้วยน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 46(ฉบับพิเศษ3): 145-148.

บัวนัส วงษ์สุด, สุภาภรณ์ ฤกษ์พูลสวัสดิ์, ณรงค์ชัย จักษุพา, นงนิตย์ ธีระวัฒนสุข, พรพรรณ สุนทรธรรม และกาญจนา มหาพล. 2548. การศึกษาฤทธิ์ของนำหมักชีวภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 7(1):115-134.

บุคอรี มะตูแก, ซาแลฮะห์ หะยีสาและ และนูรซอบารียะห์ แกะซิ. 2563. ผลของการใช้น้ำหมักสมุนไพรไทยต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. 5(2):78-84.

บุคอรี มะตูแก, จารุณี หนูละออง, สุวรรณา ทองดอนคำ, เกตวรรณ บุญเทพ, อับดุลรอฮิม เปาะอีแต, มูฮัมมัดลุตฟีร์ อาเกาะ และฟาอีฟ หะยีหมัด. 2565. ผลของการเสริมสมุนไพรในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. 7(2): 81-88.

ภุชงค์ วีรดิษฐกิจ และไพโชค ปัญจะ. 2558. อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 23(2): 293-305.

วิจิตรา เหลียวตระกูล, วชิรญา เหลียวตระกูล และธนาธิป หงส์ทองสุข. 2564. ผลของอุณหภูมิและความเข้มข้นในการสกัดต่อคุณภาพของน้ำใบเตย. แหล่งข้อมูล: https://research.rmutsb.ac.th/fullpaper/2564/research.rmutsb-2564-20210513155049171.pdf. ค้นเมื่อ 1 เมษายน 2567.

สนามชัย แพนดี, ไพโชค ปัญจะ และดรุณี ศรีชนะ. 2556. อิทธิพลของการเสริมใบเตยหอมผงในอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิตและคุณภาพของไข่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44 (ฉบับพิเศษ1): 275-278.

สุวรรณา ทองดอนคำ, ซัมซูดิง เจะเด็ง และอัสนี มอลอ. 2561. การเสริมกระถินและใบเตยในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 35(ฉบับพิเศษ2): 538-544.

อัจฉรา นิยมเดชา. 2555. ผลของการเสริมใบเตยหอม (*Pandanus amarylifolius* Roxb.) ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นและคุณภาพไข่. แหล่งข้อมูล: http://rms.pnu.ac.th/rdbms/fulltext/061117_122150f.pdf. ค้นเมื่อ 15 เมษายน 2567.

Abdel-Wareth, A.A.A., and J.D. Lohakare. 2014. Effect of dietary supplementation of peppermint on performance, egg quality, and serum metabolic profile of Hy-Line Brown hens during the late laying period. Animal Feed Science and Technology. 197: 114-120.

Adhamatika, A., E.S. Murtini, and W.B. Sunarharum. 2021. The effect of leaf age and drying method on physico-chemical characteristics of pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) leaves powder. pp. 1-8. In International Conference on Green Agro-industry and Bioeconomy, 25 August 2020, Malang, Indonesia.

Ahmed, S., J. Ning, D. Peng, T. Chen, I. Ahmad, A. Ali, Z. Lei, M. Abu bakr Shabbir, G. Cheng, and Z. Yuan. 2020. Current advances in immunoassays for the detection of antibiotics residues: A Review. Food and Agricultural Immunology. 31: 268–290.

Aini, R., and A. Mardiyaningsih. 2016. Pandan leaves extract (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) as a food preservative. Indonesian Journal of Medicine and Health. 7(4): 166-173.

Buerki, S., M.W. Callmander, D.S. Devey, L. Chappell, T. Gallaher, J. Munzinger, T. Haevermans and F. Forest. 2012. Straightening out the screw-pines: A first step in understanding relationships within Pandanaceae. Taxon. 61(5): 1010-1020.

Brenes, A., and E. Roura. 2010. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. A review. Animal Feed Science and Technology. 158: 1–14.

Chen, M., X. Wang, Y. Liu, P. Li, R. Wang, and L. Jiang. 2022. Discoloration investigations of yellow lantern pepper sauce (*Capsicum chinense* Jacq.) fermented by *Lactobacillus plantarum*: Effect of carotenoids and physiochemical indices. Molecules. 27(20): 7139.

Christaki, E., E. Bonos, I. Giannenas, and P. Florou-Paneri. 2012. Aromatic plants as a source of bioactive compounds. Agriculture. 2: 228-243.

Dewi, A.L., V.D., Siregar, and H. Kusumayanti. 2019. Effect of extraction time on tannin antioxidant level and flavonoid on pandan wangi Leaf (*Pandanusamary llifolius* Roxb) using hydrothermal extractor, pp. 1-6. In Proceeding of the 3rd International Conference of Chemical and Materials Engineering, 19-20 September 2018. Semarang, Central Java, Indonesia.

Dilawar, M.A., H.S. Mun, D. Rathnayake, E.J. Yang, Y.S. Seo, H.S. Park, and C.J. Yang. 2021. Egg quality parameters, production performance and immunity of laying hens supplemented with plant extracts. Animals. 11(4): 975-987.

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics. 11: 1–42.

Hashemi, S.R., and H. Davoodi. 2011. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. Veterinary Research Communications. 35: 169–180.

Huang, F., Z. An, M.J. Moran, and F. Liu. 2020. Recognition of typical antibiotic residues in environmental media related to groundwater in China (2009–2019). A review. Journal of Hazardous Materials. 399: 1-13.

Islam, M.M., M.M. Rahman, S. Sultana, M.Z. Hassan, A.G. Miah, and M.A. Hamid. 2017. Effects of aloe vera extract in drinking water on broiler performance. Asian Journal of Medical and Biological Research. 3(1): 120–126.

Lee, B.L., J. Su, and C.N. Ong. 2004. Monomeric C18 chromatographic method for the liquid chromatographic determination of lipophilic antioxidants in plants. Journal of Chromatography. 1048(2): 263–267.

Leke, J.R., E. Wantasen, J. Laihad, E. Pudjihastuti, A. Podung, and R. Siahaan. 2022. Egg production and blood cholesterol of layers fed after adding fragrant pandan leaf flour (*Pandanus amarylifolius* Roxb.) Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan. 32(2): 167-173.

Lomthong, T., M. Chorum, S. Samaimai, and P. Thongpoem. 2022. Antioxidant and antibacterial activities of *Pandanus amaryllifolius* Roxb. (Pandanaceae) prop roots and its application for a novel bacterial cellulose (Nata) fermentation by enzymatic hydrolysis. Journal of Applied Biology and Biotechnology. 10(4): 147-152.

Ludke, M.C.M.M., A.C.S. Pimentel, J.V. Ludke, J.C.N.S. Silva, C.B.V. Rabello, and J.S. Santos. 2018. Laying performance and egg quality of Japanese quails fed diets containing castor meal and enzyme complex. Brazilian Journal of Poultry Science. 20(4): 781-788.

Marcinčák, S., R. Cabadaj, P. Popelka, and L. Šoltýsová. 2008. Antioxidative effect of oregano supplemented to broiler on oxidative stability of poultry meat. Slovenian Veterinary Research. 45(2): 61-66.

Mehala, C., and M. Moorthy. 2008. Effect of *Aloe vera* and *Curcuma longa* (turmeric) on carcass characteristics and biochemical parameters of broilers. International Journal of Poultry Science. 7(9): 857-861.

Namdeo, S., R. Baghel, S. Nayak, A. Khar, R.P. Pal, A. Chaurasiya, S. Thakur, and B. Reddy. 2020. Essential oils: a potential substitute to antibiotics growth promoter in broiler diet. Journal of Entomology and Zoology Studies. 8: 1643–1649.

Ningrum, A., and M. Schreiner. 2014. Pandan leaves: “Vanilla of the East” as potential natural food ingredient. Agro Food Industry Hi-Tech. 25(3): 56-60.

Penkov, D., M. Nikolova, S. Grigorova, and A. Genchev. 2010. Investigation on the water consumption by laying Japanese quails (Coturnix Coturnix Japonica). Agricultural Science. 2(3): 51-55.

Pilat, Ch.I.J., J.R. Leke, and C.L.K. Sarajar. 2021. The use of fragrant pandan leaf flour (*Pandanus amarylifolius* roxb.) in the ration of laying hens on the internal quality of eggs. Zootec. 41(2): 534–542.

Radwan Nadia, L., R.A. Hassan, E.M. Qota, and H.M. Fayek. 2008. Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens. International Journal Poultry Science. 7: 134-150.

Reda, F.M., M.T. El-Saadony, S.S. Elnesr, M. Alagawany, and V. Tufarelli. 2020. Effect of dietary supplementation of biological curcumin nanoparticles on growth and carcass traits, antioxidant status, immunity and caecal microbiota of Japanese quails. Animals. 10: 754-766.

Rossi, L., and M. Dell’Anno. 2024. Novel antioxidants for animal nutrition. Antioxidants. 13(4): 438.

Sa-nguanphan, S. 2010. Effects of *Pandanus amaryllifolius* Roxb. supplementation on egg production performance and egg quality under different housing systems. Kasetsart Journal (Natural Science). 44: 191-195.

Silva, W.J.D., A.B.V.S. Gouveia, F.E.D. Sousa, F.R.D. Santos, C.S. Minafra-Rezende, J.M.S. Silva, and C.S. Minafra. 2018. Turmeric and sorghum for egg-laying quails. Italian Journal of Animal Science. 17(2): 368–376.

Suresh, G., R.K. Das, S. Kaur Brar, T. Rouissi, A. Avalos Ramirez, Y. Chorfi, and S. Godbout. 2018. Alternatives to antibiotics in poultry feed: molecular perspectives. Critical Reviews in Microbiology. 44: 318–335.

Tongdonkham, S., J. Noolaong, M. Samaae, T. Cheha, and N. Muso. 2021. Effect of *Pandanus amarylifolius Roxb* supplementation on growth performance and egg quality of Japanese quail, pp. 9-14. In Proceeding of the 1st International Undergraduate Conference on Agriculture and Life Science, Online Conference, 1-2 June 2021. Narathiwat, Thailand.

Windisch, W., K. Schedle, C. Plitzner, and A. Kroismayr. 2008. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. Journal of Animal Science. 86: E140–E148.

Yang, X., Z. Chen, W. Zhao, C. Liu, X. Qian, M. Zhang, G. Wei, E. Khan, Y. Hau Ng, and Y. Sik Ok. 2021. Recent advances in photodegradation of antibiotic residues in water. A review. Chemical Engineering Journal. 405: 1-24.

Zhang, B., Z. Wang, C. Huang, D. Wang, D. Chang, X. Shi, Y. Chen, and H. Chen. 2022. Positive effects of mulberry leaf extract on egg quality, lipid metabolism, serum biochemistry, and antioxidant indices of laying hens. Frontiers in Veterinary Science. 9: 1-11.