
การพัฒนาสารเชื่อมประสานสำหรับผลิตอาหารไก่ดำอัดเม็ด

พัชรภรณ์ อินริราย และธวัชรินทร์ สัมฤทธิ์*

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมืองพิษณุโลก

จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารเชื่อมประสานสำหรับการอัดเม็ดอาหารไก่ดำ และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารไก่ดำอัดเม็ด โดยอาหารไก่ดำอัดเม็ดใช้สารเชื่อมประสานที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า ผสมกับส่วนผสมของอาหารไก่ดำอัดเม็ดสูตรโปรตีนร้อยละ 16 จำนวน 12 สูตร การทดลองเป็นแบบแฟคทอเรียลภายใต้การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (factorial experiments in CRD) ผลการทดลองพบว่า สูตรอาหารไก่ดำอัดเม็ดที่ผลิตโดยอัตราส่วนอาหารไก่ดำกับสารเชื่อมประสานที่ต่างกันให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าอัตราส่วน 2:3 ให้ผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 78.83 ด้านค่าสีพบว่าชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนที่ต่างกันมีค่า L^* และค่า a^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่า b^* แป้งข้าวเจ้าอัตราส่วน 1:1 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 14.59 ($p < 0.01$) ในขณะเดียวกันการใช้สารเชื่อมประสานต่างชนิดกันส่งผลให้ค่าแรงกดสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) การเลือกใช้สารเชื่อมประสานกับส่วนผสมอาหารไก่ดำด้วยแป้งมันสำปะหลังที่อัตราส่วน 2:3 จะให้ค่าแรงกดสูงสุคน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 19.24 กิโลกรัมแรงกด รองลงมาคือการใช้แป้งข้าวเจ้าอัตราส่วน 2:3 มีค่าแรงกดสูงสุคน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 20.08 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยความแข็งแรงของเม็ดอาหารน้อย จะส่งผลต่อธรรมชาติการกินของไก่ นอกจากนี้ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนผสมต่างก็มีค่าความชื้นสุดท้ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) การใช้แป้งข้าวโพดอัตราส่วน 2:3 มีค่าความชื้นสุดท้ายมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.11 แต่อัตราส่วนอื่นมีค่าความชื้นอยู่ในช่วงเดียวกัน ดังนั้นหากมีการเลือกใช้สูตรอาหารไก่ดำอัดเม็ดโดยแป้งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 2:3 มีความเหมาะสมเพียงพอสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำภูพานหรือไก่พื้นเมืองอื่นที่ต้องการลดต้นทุนการผลิตด้านอาหาร โดยต้นทุนการผลิตดังกล่าว มีต้นทุนเฉลี่ยเพียง 16 บาทต่อกิโลกรัม

คำสำคัญ: อาหารไก่ดำ อัดเม็ด และ สารเชื่อมประสาน

*ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: thawanrat1212@hotmail.com

The Development of Binder for Feed Pelletizing of Black Chicken

Patcharaporn Inirai and Thawanrat Sumrit*

*Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University,
Mueang Phitsanulok District, Phitsanulok Province, 65000, Thailand*

Abstract

The objective of this research was studied the binder for feed pellet for black bone chicken and studied the physical properties of feed pellet that use 3 different binders, namely cassava powder, corn powder and rice powder, which were mixed with ingredients of 16% protein of feed pellet to 12 formulas. The experiment was designed by factorial experiment in CRD. The results showed that, the formula of feed pellet which was produced with different feed ratio and binders, that effected to yield, was significantly different ($p < 0.01$). Using 2:3 ratio of ingredients and rice powder obtained the highest yield as an average of 78.83%. For color values, it found that, L^* and a^* of feed pellet were not significantly different ($p > 0.05$) due to binder types and different ratio. For b^* value of 1:1 ratio of ingredients and rice powder had the highest value as an average of 14.59 ($p < 0.01$). At the same time, using different types of binder effected to the maximum compression force of the feed pellet that were significantly different ($p < 0.01$). For using ingredients with cassava powder of 2:3 ratio, the average maximum compression force was 19.24 kg, which the least value compared with other formulas. Followed by using ingredients with cassava power of 2:3 ratio, the average maximum compression force was 20.08 kg. The low value of feed pellet's hardness will have positive effect to feed intake of chicken. In addition, the moisture content of feed pellet in each formula was significantly different ($p < 0.01$) due to the different feed ratio and binders. For using ingredients with corn powder of 2:3 ratio, the feed pellet has the highest of average moisture content, was 8.11, but the moisture content of other formulas was same value range. Therefore, the feed pellet which made form ingredients with rice powder of 2:3 ratio, was suitable for using in the Phu Phan black bone chicken or native chicken farm that the farmer can reduce the food production cost. So, the production cost of this formula was only 16 bath per kilogram.

keywords: Feed of Black Chicken, Pelletizing and Binder

* Corresponding author: E-mail: thawanrat1212@hotmail.com

บทนำ

ไก่ดำภูพาน (Phu Phan Black bone Chicken) คือไก่พื้นเมืองชนิดหนึ่งที่รูปร่างสวยงาม มีสีดำทั้งตัว โดยมีต้นกำเนิดมาจากมอญโกเลีย ส่วนนอกของไก่ดำจะมีลักษณะแบบเดียวกับไก่ทั่วไป แต่มีสีดำทั้งตัว คือหนังสีดำ เนื้อสีดำ กระดูกสีดำ และเครื่องในสีดำ หลักการเลี้ยงไก่ดำเบื้องต้น คือการให้น้ำสะอาดตลอดทั้งวัน ร่วมกับการให้อาหารผสมทุกเช้า - เย็น เดิมอาหารไก่ดำที่ไก่สามารถหากินได้เอง เช่น ปลายข้าว รำข้าว ปลาป่น ข้าวโพดป่น ข้าวเปลือก กากถั่ว เป็นต้น แต่ปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำนิยมให้หัวอาหารไก่สำเร็จรูปชนิดเม็ด เพื่อคุณค่าทางโภชนาการอย่างครบถ้วน นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดเวลาแก่ผู้เลี้ยงไก่ดำอีกด้วย

อาหารไก่ดำส่วนใหญ่มักใช้วัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโปรตีนสูงหรืออื่นๆ เป็นส่วนผสม ทั้งนี้ อาจผสมวิตามินเกลือแร่ต่างๆ จากนั้นเข้าสู่กระบวนการอัดเม็ด เพื่อเพิ่มความหนาแน่นของอาหาร ทำให้ลดฝุ่น ลดการสูญเสียของอาหาร โดยในขั้นตอนการอัดเม็ดจำเป็นจะต้องเติมสารเชื่อมประสานของอาหารที่เหมาะสมและสัดส่วนที่เพียงพอที่จะทำให้อาหารอัดเม็ดมีความแน่นเนื้อคงตัวดี และมีเนื้อสัมผัสที่ทำให้อาหารไม่แข็งจนเกินไป หากอาหารมีลักษณะที่แข็งจนเกินไป อาจส่งผลถึงพฤติกรรมการกินของไก่ที่น้อยลงได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารเชื่อมประสานสำหรับการอัดเม็ดอาหารไก่ดำ และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารไก่ดำอัดเม็ด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างอาหารไก่ดำอัดเม็ด

สูตรของอาหารไก่ดำมีวัตถุดิบหลักคือ โปรตีน สารเชื่อมประสาน และมีการเติมเกลือแร่หรือวิตามินเพิ่มเติมเพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และนำไปอัดเม็ด ข้อดีของอาหารอัดเม็ดจะดีกว่าอาหารผง เพราะสามารถควบคุมพฤติกรรมการเลือกกินของไก่ได้ และชนิดอัดเม็ดจะช่วยลดฝุ่นในอาหารได้อีกด้วย สูตรอาหารไก่ดำอัดเม็ดที่ผู้วิจัยเลือกใช้ คือ สูตรโปรตีน ร้อยละ 16 สำหรับไก่ดำอายุ 8-32 สัปดาห์ (Tangtaweewipat *et al.* 2000) มีส่วนผสมได้แก่ รำละเอียด ร้อยละ 8.75 ปลายข้าว ร้อยละ 20.9 กากถั่วเหลือง ร้อยละ 7.20 ปลาป่น ร้อยละ 1.00 น้ำมันพืช ร้อยละ 1.00 เมทไทโอนีน ร้อยละ 0.1 เกลือ ร้อยละ 0.2 ฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.1 แคลเซียมฟอสเฟต ร้อยละ 0.4 และหินปูน ร้อยละ 0.4

2. การเตรียมสารเชื่อมประสานอาหารไก่ดำอัดเม็ด

การศึกษาสารเชื่อมประสาน เริ่มจากเตรียมตัวอย่างสารเชื่อมประสานจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า ซึ่งคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังทำมาจากหัวมันสำปะหลัง เป็นผงเนียนละเอียด เมื่อทำให้สุกจะมีความเหนียวหนืด และเมื่อพักให้เย็นจะมีความคงตัว ส่วนแป้งข้าวโพดเป็นแป้งที่สกัดมาจากเมล็ดข้าวโพด เมื่อทำให้สุกจะเป็นของเหลวใสมีความหนืดและคืนตัวง่าย แต่เมื่อเย็นตัวจะจับกันเป็นก้อนแข็ง และแป้งข้าวเจ้าเป็นแป้งที่ทำมาจากเมล็ดข้าวหรือปลายข้าว มีลักษณะเนื้อร้อน เมื่อทำให้สุกจะมีความชุ่มชื้น และเมื่อเย็นตัวลงจะ

มีความคงตัวไม่เหนียวหนืด (Pinkvanilla 2012) ซึ่งแบ่งทั้ง 3 ชนิด มีความสำคัญต่อการขึ้นรูปเม็ดอาหารสัตว์คือคุณสมบัติการดูดซับน้ำและการเกิดเจลสามารถเชื่อมยึดระหว่างอนุภาคอาหารสัตว์อัดเม็ดได้ งานวิจัยนี้ทำการทดลองเตรียมสารเชื่อมประสานจากวัตถุดิบแป้ง โดยตวงน้ำเปล่าครึ่งละ 100 มิลลิลิตร และชั่งน้ำหนักแป้งแต่ละชนิดจำนวน 20 กรัม จากนั้นนำน้ำเปล่าและแป้งที่ตวงไว้ผสมให้เข้ากัน คนให้แป้งละลายไม่จับตัวเป็นก้อน ขั้นตอนต่อไปตมน้ำ 200 มิลลิลิตร จนเดือด จากนั้นนำแป้งเทลงในหม้อขณะที่น้ำเดือด คนให้น้ำแป้งละลาย เคี่ยวจนน้ำแป้งเป็นสีใส แล้วเทออกจากหม้อ พักไว้ให้เย็น จากนั้นนำแป้งสารเชื่อมประสานไปผสมกับส่วนผสมอาหารไก่ดำ โดยมีการออกแบบการทดลองแบบ 3×4 factorial experiment in CRD ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของสารเชื่อมประสาน ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า ปัจจัยที่ 2 คือ อัตราส่วนผสมอาหารไก่กับสารเชื่อมประสาน 4 แบบ คือ 1:1, 1:2, 1:3 และ 2:3 แสดงดัง Table 1 จำนวน 12 สูตร โดยแต่ละสูตรมีการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ เมื่อเตรียมตัวอย่างแต่ละสูตรนำตัวอย่างเข้าเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ต่อไป

3. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารไก่ดำอัดเม็ด

ตัวอย่างอาหารไก่ดำอัดเม็ดที่ได้จากการใช้สารเชื่อมประสานที่ต่างกัน ทั้งหมด 12 สูตร ทำการทดลองหาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ เนื้อสัมผัสของอาหาร ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture profile analyzer) ยี่ห้อ Brookfield รุ่น CT3 หัวกดแบบ Stainless P/2 ลูกตุ้ม 5 กิโลกรัม ระยะห่างระหว่างฐานและตัวกด 10 มิลลิเมตร เพื่อทดสอบค่าแรงกดสูงสุด

Table 1 The Proportion of Binders per the amount of Black Chicken Feed

Formula	Component (1000 g.)		
	Cassava powder : Ingredients	Corn powder : Ingredients	Rice powder : Ingredients
A 1	1:1		
A 2	1:2		
A 3	1:3		
A 4	2:3		
A 5		1:1	
A 6		1:2	
A 7		1:3	
A 8		2:3	
A 9			1:1
A 10			1:2
A 11			1:3
A 12			2:3

และการวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี (Spectrophotometer) รุ่น CR400 ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ข้อมูล

4. การอบแห้งลดความชื้นของอาหารไก่ดำอัดเม็ด

นำตัวอย่างอาหารไก่ดำอัดเม็ดทั้งหมด 12 สูตร มาอบแห้งเพื่อหาความชื้น โดยการนำตัวอย่างใส่ใน moisture can แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot air Oven) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาความชื้นสุดท้าย

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองแต่ละสูตรทำการทดลอง จะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เปรียบเทียบความ

แตกต่างด้วยวิธีการทดสอบแบบ Duncan's New Multiple Range Test โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาร้อยละผลผลิตของอาหารไก่ดำอัดเม็ด

ผลการศึกษาร้อยละผลผลิต (Table 2) จากการใช้สารเชื่อมประสานต่างชนิดกัน ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้า ให้ร้อยละผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานให้ผลผลิตมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 56.98 ส่วนอัตราส่วนระหว่างอาหารไก่และสารเชื่อมประสานจากการวิจัยพบว่า การใช้ส่วนผสมอาหารไก่กับสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 2:3 ให้ผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 53.87 ส่วนการใช้อัตราส่วน 1:3 ให้ผลผลิตน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 37.61 การปฏิสัมพันธ์ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนอาหารไก่กับสารเชื่อมประสาน จากการวิจัยพบว่า การใช้ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนที่แตกต่างกันให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 2:3 ให้ผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 78.83 แสดงดัง Fig.1 ส่วนการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 1:3 ให้ผลผลิตน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 21.13 แสดงดัง Fig.2

2. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารไก่ดำอัดเม็ด

Table 2 Effect of Percentage of Yield and the ratio of black chicken feed with type of binder

Types of binders (A)	Percentage of Yield (B)				Mean (A)
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	2 : 3	
Cassava powder	30.99 ^f	46.11 ^d	21.13 ^h	38.71 ^e	34.24 ^c
Corn powder	40.61 ^e	56.06 ^c	64.70 ^b	44.07 ^d	51.36 ^b
Rice powder	65.37 ^b	56.73 ^c	27.60 ^g	78.83 ^a	56.98 ^a
Mean (B)	45.65 ^b	52.97 ^a	37.61 ^c	53.87 ^a	
F-test	A = **		B = **		AB = **
C.V. (%)			3.73 %		

** = significantly different at $p < 0.01$

ns = non- significantly different at $p > 0.01$



Fig.1 Formula A 12



Fig.2 Formula A 1

ผลการศึกษาคูสมบัติทางกายภาพด้านสี L* (Table 3) การใช้สารเชื่อมประสานต่างชนิดกัน ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า มีค่า L* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานมีค่า L* หรือความสว่างมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 50.81 ส่วนอัตราส่วนระหว่างอาหารไก่และสารเชื่อมประสานจากการวิจัยพบว่า อัตราส่วน 1:2 มีแนวโน้มค่า L* มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 50.43 ส่วนอัตราส่วน 1:1 มีค่า L* หรือความสว่างน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 49.43 การปฏิสัมพันธ์ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนอาหารไก่กับสารเชื่อมประสาน พบว่า การใช้ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนที่ต่างกันมีค่า L* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 1:2 มีแนวโน้มค่า L* มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 50.97 ส่วนการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 1:3 มีแนวโน้มค่า L* น้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 48.23

ผลการศึกษาคูสมบัติทางกายภาพด้านสี a* (Table 4) การใช้สารเชื่อมประสานต่างชนิดกัน มีค่า a* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าให้ค่า a* หรือมีแนวโน้มความเป็นสีแดงมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 3.71 ส่วนอัตราส่วนระหว่างอาหารไก่และสารเชื่อมประสานจากการวิจัยพบว่า การใช้ส่วนผสมอาหารไก่กับสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 2:3 มีแนวโน้มค่า a* มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 ส่วนการใช้อัตราส่วน 1:1 มีแนวโน้มค่า a* น้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 3.38 การปฏิสัมพันธ์ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนอาหารไก่กับสารเชื่อมประสาน จากการวิจัยพบว่า การใช้ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนที่ต่างกันมีค่า a* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 2:3 มีแนวโน้มค่า a* มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 3.79

ส่วนการใช้แป้งข้าวโพดเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 1:1 มีแนวโน้มค่า a* น้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 3.14

Table 3 Effect of Color of L* and the ratio of black chicken feed with type of binder

Types of binders (A)	Color of L* (B)				Mean (A)
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	2 : 3	
Cassava powder	48.52	49.16	48.23	50.13	49.01 ^b
Corn powder	49.20	51.17	50.59	49.80	50.19 ^{ab}
Rice powder	50.59	50.97	50.76	50.91	50.81 ^a
Mean (B)	49.43	50.43	49.86	50.28	
F-test	A = *		B = ns		AB = ns
C.V. (%)			2.81 %		

* = significantly different at $p < 0.05$

ns = non- significantly different at $p > 0.05$

Table 4 Effect of Color of a* and the ratio of black chicken feed with type of binder

Types of binders (A)	Color of a* (B)				Mean (A)
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	2 : 3	
Cassava powder	3.50	3.66	3.26	3.60	3.50
Corn powder	3.14	3.47	3.65	3.72	3.49
Rice powder	3.49	3.76	3.82	3.79	3.71
Mean (B)	3.38	3.63	3.58	3.70	
F-test	A = ns		B = ns		AB = ns
C.V. (%)	7.14 %				

ns = non- significantly different at $p > 0.05$

Table 5 Effect of Color of b* and the ratio of black chicken feed with type of binder

Types of binders (A)	Color of b* (B)				Mean (A)
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	2 : 3	
Cassava powder	12.3 9 ^c	12.58 ^c	13.64 b	13.14 ^b	12.94 ^c
Corn powder	13.6 5 ^b	13.50 b	13.63 b	13.41 ^b	13.55 b
Rice powder	14.5 9 ^a	14.28 ^a	14.26 ^a	14.58 ^a	14.43 ^a
Mean (B)	13.5 4 ^b	13.45 b	13.84 ^a	13.71 ^a b	
F-test	A = **		B = ns		AB = **
C.V. (%)	2.07 %				

** = significantly different at p<0.01

ns = non- significantly different at p>0.01

ผลการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพด้านสี b*(Table 5) พบว่า การใช้สารเชื่อมประสานต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานให้ค่า b* เฉลี่ยเท่ากับ 14.43 ส่วนอัตราส่วนระหว่างอาหารไก่และสารเชื่อมประสาน จากการวิจัยพบว่า การใช้ส่วนผสมอาหารไก่กับสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 1:3 มีแนวโน้มค่า b* มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 13.84 รองลงมาคืออัตราส่วน 2:3 เฉลี่ยเท่ากับ 13.71 การปฏิสัมพันธ์ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนอาหารไก่กับสารเชื่อมประสานพบว่า การใช้ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนที่ต่างกันมีค่า b* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) โดยการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 1:1 มีค่า b* มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 14.59 รองลงมาคืออัตราส่วน 2:3 เฉลี่ยเท่ากับ 14.58 ส่วนการใช้แป้งมันสำปะหลังอัตราส่วน 1:1 มีค่า b* น้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 12.39

Table 6 Effect of Maximum Compression Force and Percentage of Moisture Content and the ratio of black chicken feed with type of binder

Types of binders (A)	Maximum Compression Force, kg				Mean (A)	Percentage of Moisture Content				Mean (A)
	Force (B)					(B)				
	1 : 1	1 : 2	1 : 3	2 : 3		1 : 1	1 : 2	1 : 3	2 : 3	
Cassava powder	21.77 ^{abc}	20.47 ^{abc}	21.77 ^{abc}	19.24 ^a	20.81 ^a	6.94 ^{bcde}	7.14 ^{bcd}	6.71 ^{bcde}	7.38 ^{bc}	7.04 ^b
Corn powder	23.07 ^{bc}	25.09 ^d	20.54 ^{abc}	24.72 ^d	23.36 ^b	8.52 ^a	7.18 ^{bcd}	6.55 ^{de}	8.11 ^a	7.59 ^a
Rice powder	21.21 ^{abc}	20.64 ^{abc}	22.10 ^{bc}	20.08 ^{ab}	21.00 ^a	6.32 ^e	7.42 ^b	6.45 ^e	6.84 ^{bcde}	6.75 ^b
Mean (B)	22.02	22.07	21.47	21.35		7.26 ^a	7.25 ^a	6.57 ^b	7.44 ^a	
F-test	A = **	B = ns	AB = **			A = **	B = **	AB = **		
C.V. (%)			6.59 %					5.11 %		

** = significantly different at p<0.01 ns = non- significantly different at p>0.

ผลการศึกษาคุนสมบัติทางกายภาพค่าแรงกดสูงสุด (Table 6) พบว่า การใช้สารเชื่อมประสานต่างชนิดกัน ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้า มีค่าแรงกดสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารเชื่อมประสานให้ค่าแรงกดสูงสุดน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 20.81 กิโลกรัมแรงกด ส่วนอัตราส่วนระหว่างอาหารไก่และสารเชื่อมประสานจากการวิจัยพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.01$) โดยอัตราส่วน 2:3 มีแนวโน้มค่าแรงกดสูงสุดน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 21.35 กิโลกรัมแรงกด การปฏิสัมพันธ์ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนอาหารไก่พบว่า มีค่าแรงกดสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 2:3 มีค่าแรงกดสูงสุดน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 19.24 กิโลกรัมแรงกด ส่วนการใช้แป้งข้าวโพดเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 1:2 มีค่าแรงกดสูงสุดมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 25.09 กิโลกรัมแรงกด ซึ่งอาหารไก่ดำอัดเม็ดมีค่าแรงกดสูงสุดในระดับน้อย แสดงว่าความแข็งแรงของเม็ดอาหารน้อย ไก่จะกินและมีความชอบมากกว่าอาหารที่มีเม็ดแข็งหรือมีค่าแรงกดในระดับมาก

3. ผลการศึกษาความชื้นของอาหารไก่ดำอัดเม็ด

ผลการศึกษาความชื้นของอาหารไก่ดำอัดเม็ด (Table 6) พบว่า การใช้สารเชื่อมประสานต่างชนิดกันมีความชื้นสุดท้ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยการใช้แป้งข้าวโพดเป็นสารเชื่อมประสานมีค่าความชื้นสุดท้ายมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.59 ส่วนอัตราส่วนระหว่างอาหารไก่และสารเชื่อมประสานจากการวิจัยพบว่า การใช้ส่วนผสมอาหารไก่กับสารเชื่อม

ประสานอัตราส่วน 2:3 มีค่าความชื้นสุดท้ายมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.44 ส่วนอัตราส่วน 1:3 มีค่าความชื้นสุดท้ายน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.57 การปฏิสัมพันธ์ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนอาหารไก่กับสารเชื่อมประสาน พบว่าการใช้ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนที่ต่างกันมีค่าความชื้นสุดท้ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยการใช้แป้งข้าวโพดเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 2:3 มีค่าความชื้นสุดท้ายมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.11 โดยค่าความชื้นสุดท้ายของอาหารไก่ดำอัดเม็ดควรมีค่ามากและใกล้เคียงกับความชื้นที่เหมาะสมของอาหารไก่อัดเม็ดควรอยู่ในช่วงร้อยละ 10-13 (Chintanawit, W. 2018)

วิจารณ์ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารเชื่อมประสานสำหรับการอัดเม็ดอาหารไก่ดำ และศึกษาคุนสมบัติทางกายภาพของอาหารไก่ดำอัดเม็ด จากผลการศึกษาชนิดของสารเชื่อมประสานที่แตกต่างกัน ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า เมื่อนำไปผสมกับส่วนผสมของอาหารไก่ดำสูตรโปรตีนร้อยละ 16 (Tangtaweewipat *et al.*, 2000) ชนิดของสารเชื่อมประสานมีคุณสมบัติการยึดติด มีความเหนียว ซึ่งทำให้การขึ้นรูปเพื่อการอัดเม็ดมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งมีคุณสมบัติการเป็นสารยึด (binding agent) ซึ่งมีผลต่อความแข็งแรงของเม็ดอาหารสัตว์โดยตรง ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ (Amornthewaphat and Chatakanonda, 2006) ตัวอย่างสูตรอาหารไก่ดำอัดเม็ดที่มีการใช้สารเชื่อมประสานต่างชนิดกันกับอัตราส่วนอาหารไก่ที่ต่างกันให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยการใช้แบ่งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 2:3 ให้ผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 78.83 เนื่องจากมีอัตราส่วนของสารเชื่อมประสานมากและแบ่งข้าวเจ้ามีคุณสมบัติร่วนและมีความคงตัวที่ดี เมื่อนำมาผสมกับส่วนผสมอาหารไก่ทำให้จับตัวเป็นก้อนได้ดีและง่ายต่อการขึ้นรูปเพื่อการอัดเม็ดที่สมบูรณ์กว่าแบ่งชนิดอื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Boonwatcharapan *et al.* (2012) ที่นำแบ่งข้าวเจ้ามาพัฒนาเป็นสารเพิ่มปริมาณและเพิ่มความแข็งแรงในผลิตภัณฑ์สุภาพรูปแบบเม็ดหรืออัดเม็ดทำให้การอัดยาสมุนไพรแบบเม็ดมีความแข็งแรง คงตัวและเป็นเม็ดที่สมบูรณ์ ส่วนการใช้แบ่งมันสำปะหลังเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 1:3 ให้ผลผลิตน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 21.13 เนื่องจากมีปริมาณของสารเชื่อมประสานน้อยที่สุด ทำให้คุณสมบัติของการอัดเม็ดหรือคงตัวไม่สามารถขึ้นรูปเพื่อการอัดเม็ดได้อย่างสมบูรณ์แบบ จึงส่งผลให้ได้ผลผลิตน้อย คุณสมบัติทางกายภาพด้านสี L^* a^* b^* ของอาหารไก่ดำอัดเม็ดพบว่า ค่า L^* มีความสว่างสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 50.81 เมื่อมีการเลือกใช้สารเชื่อมประสานด้วยแบ่งข้าวเจ้า ส่วนอัตราส่วนผสมอาหารไก่กับสารเชื่อมประสานต่างชนิดกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่า a^* พบว่าชนิดของสารเชื่อมประสานและอัตราส่วนผสมอาหารไก่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะเดียวกันค่า b^* ปรากฏความเป็นสีเหลืองของเม็ดอาหารพบว่าการเลือกใช้แบ่งข้าวเจ้ามีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 14.43 และปฏิสัมพันธ์การใช้อัตราส่วนผสมอาหารไก่กับสารเชื่อมประสานต่างชนิดกันมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองของเม็ด

อาหารไก่โดยการใช้แบ่งข้าวเจ้าเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 1:1 มีแนวโน้มค่า b^* มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 14.59 รองลงมาคืออัตราส่วน 2:3 เท่ากับ 14.58 ซึ่งปรากฏค่าสีที่ใกล้เคียงกัน ผลการศึกษาด้านค่าแรงกดสูงสุดของอาหารไก่ดำอัดเม็ดพบว่า การใช้สารเชื่อมประสานต่างชนิดกัน มีค่าแรงกดสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) หากเลือกใช้แบ่งมันสำปะหลังเป็นสารเชื่อมประสานโดยไม่คำนึงอัตราส่วนจะให้ค่าแรงกดสูงที่สุดน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 20.81 กิโลกรัมแรงกด ในขณะที่เดียวกันการปฏิสัมพันธ์เลือกใช้แบ่งมันสำปะหลังเป็นสารเชื่อมประสานกับส่วนผสมอาหารไก่ที่อัตราส่วน 2:3 จะให้ค่าแรงกดสูงที่สุดน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 19.24 กิโลกรัมแรงกด รองลงมาคือการใช้แบ่งข้าวเจ้าอัตราส่วน 2:3 มีค่าแรงกดสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 20.08 กิโลกรัมแรงกดซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกัน โดยความแข็งแรงของเม็ดอาหารน้อย จะส่งผลต่อธรรมชาติการกินของไก่ไก่จะมีพฤติกรรมความชอบและสามารถเลือกกินได้มากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sookmanee *et al.* (2006) ได้ศึกษาขนาดเม็ดอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตคุณภาพซากและลักษณะของกระเพาะในสุกร โดยขนาดเม็ดอาหารขนาดเล็กกับความแข็งแรงของเม็ดอาหารน้อยมีผลต่อประสิทธิภาพการให้อาหารของสุกรได้ดี เนื่องจากสัตว์ไม่ชอบรสชาติของอาหารที่มีความเหนียวหรือความแข็งมากเกินไปนอกจากนี้อัตราการเจริญเติบโตของสุกรเพิ่มขึ้นเนื่องจากสุกรมีพฤติกรรมการกินได้มากขึ้นกว่าเดิมร้อยละ 3-5 ส่วนผลการศึกษาด้านความขึ้นสุดท้ายของอาหารไก่ดำอัดเม็ดพบว่า หากมีการใช้ชนิดสารเชื่อมประสานกับอัตราส่วนที่ต่างกันจะมีค่าความขึ้น

สุดท้ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยการใช้แบ่งข้าวโพดเป็นสารเชื่อมประสานอัตราส่วน 2:3 มีค่าความชื้นสุดท้ายมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.11 ส่วนค่าความชื้นสุดท้ายที่อัตราส่วนอื่นพบว่ามีความชื้นอยู่ในช่วงเดียวกัน โดยค่าความชื้นสุดท้ายของอาหารไก่ดำอัดเม็ดควรมีค่าใกล้เคียงกับความชื้นที่เหมาะสมของอาหารไก่อัดเม็ดควรอยู่ในช่วงร้อยละ 10-13 (Chintanawit, 2018) แต่ทั้งนี้แม้ว่าความชื้นสุดท้ายของอาหารไก่ดำอัดเม็ดที่ได้ทำการศึกษาจะต่ำกว่ามาตรฐานความชื้นสุดท้ายที่เหมาะสม แต่พบว่าความชื้นที่ต่ำลง ส่งผลดีต่ออายุการเก็บรักษาของอาหารที่ยาวนานขึ้น (Jantharphenkun, 2015) นอกจากนี้ลักษณะของเม็ดอาหารไก่มีความคงตัว เนื่องจากการใช้ชนิดของสารเชื่อมประสานมีความเหมาะสมทำให้เม็ดอาหารไก่ไม่มีแตก ป่น หรือเสียคุณลักษณะ

ดังนั้นจากผลการวิจัยดังกล่าวหากมีการเลือกใช้สูตรอาหารไก่ดำอัดเม็ดที่มีการเลือกใช้สารเชื่อมประสานโดยแบ่งข้าวเจ้ากับส่วนผสมสำหรับผลิตอาหารไก่ ในอัตราส่วน 2:3 ถือว่าเป็นสูตรที่มีความเหมาะสมและเพียงพอต่อการให้ผลผลิตหลังการอัดเม็ด คุณสมบัติทางกายภาพด้านสี ค่าแรงกดสูงสุดบ่งบอกความแข็งของเม็ดอาหาร และค่าความชื้นที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ดำภูพานหรือไก่ดำสายพันธุ์อื่น รวมถึงไก่พื้นเมืองต่างๆ ที่ต้องการลดต้นทุนการเลี้ยง และต้องการผลิตอาหารไก่ดำอัดเม็ดด้วยกำลังของตนเอง โดยราคาของวัตถุดิบอาหารถือว่าเป็นต้นทุนการผลิตที่สำคัญประมาณร้อยละ 70 ของต้นทุนทั้งหมด ต้นทุนของสูตรดังกล่าวเท่ากับ 16 บาทต่อ

กิโลกรัม มีราคาถูกกว่าอาหารไก่ดำอัดเม็ดตามท้องตลาดที่มีราคาเฉลี่ย 25 บาทต่อกิโลกรัม หรือ 625 บาทต่อกระสอบ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายจากต้นทุนเดิมเท่ากับ 9 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็น 225 บาทต่อกระสอบ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงผ่านไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทุกท่าน ที่ให้ความกรุณาและช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

References

- Amornthewaphat, N and Chatakanonda, P. 2006. Effect of Conditioning and Pelleting Temperature on Pellet Hardness and Starch Utilization in Corn and Cassava Chip. paper presented. *In* The 44th Kasetsart University annual conference, Bangkok, Kasetsart University, Thailand. (in Thai)
- Boonwatcharapan, Y., Sutthiparinyanont, S and Chitropas, P. 2012. A Feasibility Study of Alcoholic-Alkaline Treated Rice Starch as Filler in Tablet Dosage Forms for Health Product. paper presented in Natural Beauty and Health through Aesthetic Sciences (1st Decade of Aesthetic Sciences and Health And 50th Anniversary of KKU), Khon Kaen, Khon Kaen University, Thailand. (in Thai)
- Chintanawit, W. 2018. Things everyone needs to know in sending samples to analyze the nutritional value of raw materials/animal feeds. research article, Kasetsart Livestocks Magazine, 54-58. (in Thai)
- Jantharphenkun, L. 2015. The Calculation and Production Animal Feed. Available from: URL:<https://dspace.bru.ac.th/xmlui/>. (in Thai)
- Kaewprachum, C. 2018. Effects of Recipe Development on Turkey Production Performance. research article. Journal of Vocational Institute of agriculture. 2(1): 58-65. (in Thai)
- Pinkvanilla. 2012. The characteristics and properties types of powder. [online]. [Accessed Jul 22, 2020]. Available from: URL: <http://www.pinkvanilla.in.th/>. (in Thai)
- Sookmanee, K., Amornthewaphat, N., Kasemsuwan, S and Attamangkune, S. 2006. Effect of Pellet Size on Growth Performance, Carcass Characteristics and Stomach Morphology in Starting Growing and Finishing Pigs. Paper presented in Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference : Animal, Veterinary Medicine, Bangkok, Kasetsart University, Thailand. (in Thai)
- Tangtaweewipat, S., Cheva-Isarakul, B and Pingmuang, R. 2000. The recommendation dietary protein and energy levels for growing crossred native chickens. *In* The 38th Kasetsart University annual conference, Bangkok, Kasetsart University, Thailand. (in Thai)