

การใช้เศษเหลือจากหัวมันเทศคัดทิ้งเป็นอาหารต่อปริมาณผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ และค่าชี้วัดในเลือดของไก่ไข่

The use of discarded sweet potato tuber as feed on egg production,
egg quality and blood parameter of laying hen

สนทยา มุลศรีแก้ว^{1*} ชุศักดิ์ พูลมา¹ ธีรพงษ์ ใจชาญสุขกิจ¹ และ กนกวรรณ อยู่ปรังค์¹
Sonthaya Moonsrikaew^{1*}, Chusak Pulma¹, Teerapong Jaichansukkit¹ and Kanokvan Aeuplang¹

บทคัดย่อ

หัวมันเทศคัดทิ้งเป็นเศษเหลือที่มีมากและราคาถูก การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้เศษเหลือจากหัวมันเทศคัดทิ้งเป็นอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ และค่าชี้วัดในเลือด วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยใช้ไก่พันธุ์โรมาเนอวาร์ อายุ 41 สัปดาห์ จำนวน 150 ตัว แบ่งเป็น 5 กลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมสารสีเชิงลบให้อาหารสูตรมันเส้นเป็นหลัก (CM) กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุมเชิงบวกให้อาหารสูตรข้าวโพดเป็นหลัก (C) กลุ่มที่ 3 (SPT₅₀) กลุ่มที่ 4 (SPT₇₅) และกลุ่มที่ 5 (SPT₁₀₀) ให้อาหารสูตรเศษเหลือจากหัวมันเทศทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่ากลุ่ม SPT₅₀ และกลุ่ม SPT₇₅ มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่และมวลไข่สูงกว่ากลุ่ม SPT₁₀₀ และค่าอัตรา การเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ดีกว่ากลุ่ม C ($P < 0.05$) ส่วนความสูงไข่ขาว ค่าฮอร์กยูนิต ดัชนีไข่แดง และความหนาเปลือกไข่ในทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ผลผลิตไข่ มวลไข่และสีไข่แดงของกลุ่ม CM มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ($P < 0.05$) ส่วนค่าชี้วัดในเลือดของทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลการวิจัยบ่งชี้ว่าเศษเหลือจากหัวมันเทศคัดทิ้งสามารถใช้ทดแทนมันเส้นได้ทั้งหมดและทดแทนข้าวโพดได้ที่ระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โดยไม่กระทบกับผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ และค่าชี้วัดในเลือด อีกทั้งใช้เป็นแหล่งของสารสีให้ไข่แดงเช่นเดียวกับข้าวโพดและลดต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ได้เฉลี่ย กิโลกรัมละ 4.71 บาท

คำสำคัญ: หัวมันเทศคัดทิ้ง ผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ ค่าชี้วัดในเลือด

Abstract

Discarded sweet potato tubers (SPT) were abundant and cheap. This research aimed to study effects of the use of SPT as feed for feeding laying hen on egg production, egg quality and blood parameters. The research was conducted by a completely randomized design (CRD) using 41-week-old of Lohmann brown laying hens of 150 in total. The experiment was divided into 5 treatments, the pigment negative control feed formulated based on cassava chip meal (CM), positive control feed formulated based on ground corn (C), and the corn replace with SPT at 50, 75 and 100 percentage (SPT₅₀, SPT₇₅ and SPT₁₀₀).

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

¹ Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

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

Received: April 20, 2021; Revised: July 30, 2021; Accepted: October 5, 2021

SPT₇₅ and SPT₁₀₀, respectively). It was found that the hen-day-egg production and egg mass of SPT₅₀ and SPT₇₅ had significantly higher than SPT₁₀₀, while feed conversion ratio was significantly lower than C ($P < 0.05$). The albumin height, Haught unit, yolk index and shell thickness of all treatments were not significantly different ($P > 0.05$), but the CM gave the lowest egg production, egg mass and yolk color ($P < 0.05$), but the blood parameters of all treatments were not significantly different. Therefore, the SPT could totally replace cassava meal or replace 50 and 75 percentage of ground corn without having any negative effects on egg production, egg quality and hen blood parameters. Besides, the SPT had potential source of color in the yolk similar as corn, and reduced the feed cost by 4.71 baht per kilogram of egg.

Keywords: discarded sweet potato tuber, egg production, egg quality, blood parameter

บทนำ

โกโก้เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีความสำคัญชนิดหนึ่ง ผลผลิตไข่ที่ได้นับว่าเป็นอาหารโปรตีนจากสัตว์คุณภาพสูงที่มีราคาต่อหน่วยถูกที่สุดเมื่อเทียบกับโปรตีนจากแหล่งอื่น ทั้งนี้ผลผลิตที่ได้นั้นเป็นผลมาจากการเลี้ยงการจัดการและการใช้อาหารสัตว์คุณภาพดี ต้นทุนการผลิตไข่เป็นค่าอาหารสัตว์ประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์ (Nuhu, Abba, & Aminu, 2008) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยเฉพาะข้าวโพดซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบพลังงานหลักและเป็นแหล่งของสารสีช่วยให้ไข่มีสีแดงที่นิยมใช้เลี้ยงไก่ไข่ (Kaya, & Yildirim, 2011) ปัจจุบันข้าวโพดถูกนำไปผลิตเป็นพลังงานทางเลือกส่งผลให้มีราคาสูงขึ้นกระทบกับต้นทุนการผลิตทั้งในอุตสาหกรรมไก่เนื้อและไก่ไข่ (Ayuk, 2004; Beckford, & Bartlett, 2015) การหาวัตถุดิบทางเลือกมาใช้เพื่อทดแทนข้าวโพดจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

มันเทศ (sweet potato) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ipomoea batatas* จัดอยู่ในกลุ่มพืชไร่ในวงศ์ Convolvulus เป็นพืชหัวใต้ดินมีเถาเลื้อยบนพื้นดินเนื้อมีหลายสีตามสายพันธุ์ เช่น สีส้ม สีขาว สีเหลือง สีม่วง เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของโลกรองจากข้าวสาลี ข้าว ข้าวโพด

มันฝรั่ง ข้าวบาร์เลย์ และมันสำปะหลัง ประเทศเขตร้อนในแถบเอเชีย แอฟริกา และอเมริกาใต้ จัดมันเทศเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญซึ่งใช้เป็นอาหารของมนุษย์ โดยประเทศจีนเป็นผู้ผลิตมันเทศรายใหญ่ของโลก ซึ่งผลิตได้ถึงร้อยละ 90 ของผลผลิตมวลรวมทั้งโลก (Ahn et al., 2010) ในหัวมันเทศอุดมไปด้วยแป้งซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ (Beckford, & Bartlett, 2015) นอกจากนี้ยังมีวิตามิน C, B₂, B₆ และ E สูง รวมทั้งใยอาหาร ธาตุโปแตสเซียม ทองแดง แมงกานีส เหล็ก และมีไขมันและคลอโรส-เตอรอลต่ำ (Teow et al., 2007) และยังพบว่าในพันธุ์ที่มีสีส้มและสีเหลืองจะพบสารสีในกลุ่มเบต้าแคโรทีนอยู่สูง (Byamukama, Gibson, Aritua, & Adipala, 2003) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันเทศทั้งหมดประมาณ 45,261 ไร่ มีผลผลิตรวม 108,977 ตันต่อปี แหล่งปลูกมันเทศที่สำคัญกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาค ได้แก่ จังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา อุบลราชธานี พิษณุโลก พิจิตร เพชรบูรณ์ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น นครราชสีมา บุรีรัมย์ เลย สุรินทร์ อุดรธานี อุบลราชธานี พระนครศรีอยุธยา ตราด ระยอง สระแก้ว ราชบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นครศรีธรรมราช สงขลา สุราษฎร์ธานี

พัทลุง และปัตตานี ปริมาณผลผลิตหัวมันต่อไร่ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกและสายพันธุ์ที่ปลูก ผลผลิตส่วนใหญ่ถูกคัดแยกเกรด และคุณภาพก่อนส่งตลาดจึงทำให้มีหัวมันเทศส่วนหนึ่งถูกคัดทิ้ง (Dangpium, 2015) โดยสาเหตุการคัดทิ้งมาจากหัวเล็ก ไม่ได้ขนาด โคนแมลงกัดทำลายบางส่วน และมันมีลักษณะเป็นเสี้ยนรวมกันประมาณร้อยละ 4 ของผลผลิต (Tonglak, 2016; Moonsrikeaw, 2018) ซึ่งมันเทศคัดทิ้งเหล่านี้จะสามารถนำมาเป็นแหล่งพลังงานเพื่อเลี้ยงไก่ไข่ได้เช่นเดียวกับมันสำปะหลังและข้าวโพด อีกทั้งยังเป็นการนำวัสดุทางการเกษตรที่เหลือใช้มาประยุกต์เป็นอาหารไก่ไข่และยังช่วยรักษาสິงแวดล้อมรวมไปถึงช่วยลดต้นทุนในการผลิตไข่ด้วย นอกจากนี้จะสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานแล้วยังพบว่าในมันเทศมีเบต้าแคโรทีนสูงซึ่งเป็นแหล่งของสารสีตามธรรมชาติ (Çalışkan, Sogut, Boydak, Erturk, & Arioglu, 2007) ที่ส่งผลต่อการเพิ่มความเข้มของสีไข่แดงให้น่ารับประทานได้ อย่างไรก็ตามการใช้ผลพลอยได้จากการเกษตรหรือเศษเหลือจากการเกษตรมาเป็นอาหารสัตว์นั้น นอกจากคุณค่าทางโภชนาการแล้วยังต้องคำนึงถึงสารขัดขวางการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาการซึ่งพบว่าในหัวมันเทศดิบมีสารขัดขวางการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาคือ trypsin inhibitors ซึ่งอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์ได้ การนำไปเลี้ยงสัตว์ควรผ่านการแปรรูปด้วยความร้อนซึ่งจะช่วยลดระดับของ trypsin inhibitors ได้ จากรายงานของ Kassa, Negesse, & Nurfeta (2017) พบว่าการอุ่นการทำให้อสุก หรือการอบให้เป็นผงละเอียดสามารถลดระดับของ trypsin inhibitors จาก 17-31 เปอร์เซ็นต์เหลือเพียง 5-12 เปอร์เซ็นต์ได้

จากรายงานของ Ravindran (1995) พบว่ามันเทศมีโปรตีน 3.5-5 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานเท่ากับมันสำปะหลัง มีแร่ธาตุสูงกว่ามันสำปะหลังโดยเฉพาะในพันธุ์ที่มีเนื้อสีเหลืองและสีส้มสามารถเป็นอาหารแหล่งพลังงานในการเลี้ยง สุกร กระต่าย สัตว์เคี้ยวเอื้อง และไก่ไข่ได้ ซึ่งในไก่ที่อายุต่ำกว่า 8 สัปดาห์ใช้ได้ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ และในไก่ระยะไข่สามารถใช้ได้มากถึง 30 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการใช้มันสำปะหลังโดยการใช้น้ำในระดับที่สูงจะพบปัญหาการเป็นฝุ่นผง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการเติมน้ำมันลงไปในส่วนอาหาร ขณะที่ Beckford, & Bartlett (2015) ได้ศึกษาการใช้มันเทศทดแทนข้าวโพดในระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่กระທงลูกผสมพันธุ์คอนโรคเพศผู้พบว่าสามารถใช้ทดแทนข้าวโพดได้ในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่กระทบกับสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากเช่นเดียวกับ Afolayan, Dafwang, Sekoni, & Jegede (2013) ที่ทดลองใช้มันเทศทดแทนข้าวโพดในส่วนอาหารไก่ไข่ระยะรุ่นพันธุ์ Shika Brown อายุ 10-22 สัปดาห์ และไก่ในระยะไข่อายุ 23-35 สัปดาห์พบว่าสามารถใช้ทดแทนข้าวโพดได้ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ในส่วนอาหารเนื่องจากส่งผลให้มีต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้นและมีผลผลิตไข่ (hen day production) ลดลง แต่การทดแทนข้าวโพดด้วยมันเทศในส่วนอาหารตั้งแต่ 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ไม่กระทบต่อน้ำหนักไข่ ค่าฮอร์กยูนิต ค่าดัชนีไข่แดง ความหนาเปลือกไข่ และอัตราการตาย ในขณะที่ Ladokun, Adermi, & Tewe (2007) ได้ศึกษาการทดแทนข้าวโพดด้วยมันเทศในส่วนอาหารเลี้ยงนกกระยวางไข่พันธุ์ Yaffa พบว่าสามารถใช้ได้ไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากทำให้อายุที่ไข่ครั้งแรกยาวนานขึ้นและปริมาณการกินได้

ลดลง ซึ่งจากหลาย ๆ รายงานพบว่าการใช้มันเทศเพื่อเป็นแหล่งอาหารพลังงานทางเลือกในการเลี้ยงสัตว์หลายชนิด แต่การใช้เศษเหลือจากมันเทศคั่วทั้งเป็นอาหารเลี้ยงไก่ไข่ก็ยังไม่มีข้อมูลอยู่น้อย

ดังนั้น การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้เศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งเป็นอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ และค่าชีวัดในเลือดของไก่ไข่

วิธีการศึกษา

แผนการทดลองและกลุ่มทดลอง

การทดลองครั้งนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการกำกับดูแลการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เลขที่ IAU-RUS63-004 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยใช้ไก่ไข่พันธุ์โรมันบราวน์ระยะท้ายอายุ 41 สัปดาห์เป็นต้นไป จำนวน 150 ตัวแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 6 ตัว โดยสุ่มสัตว์ทดลองให้ได้รับอาหารทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมสารสีเชิงลบได้รับอาหารสูตรมันเส้นเป็นหลัก (CM) กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุมเชิงบวกได้รับอาหารสูตรข้าวโพดเป็นหลัก (C) กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารสูตรเศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งทดแทนข้าวโพด 50 เปอร์เซ็นต์ (SPT₅₀) กลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารสูตรเศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งทดแทนข้าวโพด 75 เปอร์เซ็นต์ (SPT₇₅) กลุ่มที่ 5 ได้รับอาหารสูตรเศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งทดแทนข้าวโพด 100 เปอร์เซ็นต์ (SPT₁₀₀) โดยเศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งที่ใช้ในการทดลองได้จากหัวมันเทศคั่วทั้งหลายพันธุ์รวมกัน ซึ่งผ่านการตรวจสอบเบื้องต้นด้วยสายตาว่าไม่มีการ

เน่าเสียและขึ้นรา นำมาแปรรูปเป็นมันแผ่นแห้ง (potato chip) โดยการตากแดด (sun dry) ก่อนนำมาผสมเป็นสูตรอาหารทดลองทำการบดด้วยเครื่องบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร มันเส้นที่ใช้ในการทดลองได้จากมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีการเดียวกัน

วิธีการทดลอง

ไก่ทั้งหมดถูกเลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิดในโรงเรือนไก่ไข่สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ละติจูด 14.377070, ลองจิจูด 100.611998) บนทรงตบทรง A ขนาด 40×47×39 เซนติเมตร กรงละ 1 ตัว ได้รับแสงสว่างวันละ 16 ชั่วโมง (16L : 8D) ไก่ได้รับน้ำผ่านระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติแบบเต็มที่ได้และให้กินอาหารแบบเต็มทีวันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าเวลา 7.30 นาฬิกา และในช่วงเย็นเวลา 16.30 นาฬิกา โดยแต่ละกรงมีที่ให้อาหารแยกจากกัน อาหารถูกคำนวณให้มีระดับโปรตีน 17 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,800 กิโลแคลอรี ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 74 วัน แบ่งเป็นช่วงปรับตัวเพื่อให้สัตว์คุ้นเคยกับอาหารทดลอง 7 วัน และระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 67 วัน ระยะเวลาในการทดลองระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2563

การบันทึกข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

สุ่มเก็บตัวอย่างมันเทศ มันเส้น และข้าวโพดบดที่แปรรูปแล้วสิ่งละ 6 ซ้ำ เพื่อศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกและแคลเซียม (AOAC,

2000) วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในอาหารแต่ละกลุ่มทดลองด้วยวิธี proximate analysis บันทึกสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มต้นทดลองและน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวัน (daily feed intake) ปริมาณผลผลิตไข่ (hen-day-egg production) น้ำหนักไข่ (egg weight) มวลไข่ (egg mass) อัตราการเปลี่ยนอาหาร (feed conversion ratio) ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม (feed cost/kg of egg) และอัตราการตาย (mortality) บันทึกคุณภาพไข่ ได้แก่ ค่าความสูงไข่ขาว (albumin height) ค่าสีไข่แดง (yolk color) ค่าฮอร์ทยูนิท (Haught unit) ด้วยเครื่อง egg multi tester EMT-7300 คำนวณหาค่าดัชนีไข่แดง (yolk index) โดยใช้สมการ $YI = YH/YD$ (ค่าดัชนีไข่แดง = ความสูงของไข่แดง/เส้นผ่าศูนย์กลางไข่แดง) และวัดความหนาของเปลือกไข่ด้วย micrometer ในวันที่ 15, 30, 45 และวันที่ 67 ของการทดลองโดยการสุ่มกลุ่มละ 10 ตัว บันทึกค่าซีวัดในเลือดของไก่ทุกกลุ่มทดลองโดยการสุ่มกลุ่มละ 10 ตัว ในวันที่ 67 ของการทดลองโดยการเจาะเลือดจากเส้นเลือดบริเวณปีกโดยสัตวแพทย์ผู้เชี่ยวชาญปริมาณ 1.50 มิลลิลิตร เพื่อตรวจค่าจำนวนเม็ดเลือดขาว (white blood cell count, WBC count) และศึกษาชนิดและปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดต่าง ๆ ตามวิธีการของ Gross, & Siegel (1986)

นำข้อมูลสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และค่าซีวัดในเลือด มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่นด้วยโปรแกรมทางสถิติ SAS V.9.0

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเศษเหลือจากหัวมันเทศคัดทิ้งพบว่าวัตถุดิบแห้ง (เปอร์เซ็นต์ DM) โปรตีนรวม (เปอร์เซ็นต์ CP) ไขมัน (เปอร์เซ็นต์ EE) เยื่อใยรวม (เปอร์เซ็นต์ CF) แกลบ (เปอร์เซ็นต์ Ash) แป้ง และน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์ NFE) และแคลเซียม (เปอร์เซ็นต์ Ca) ใกล้เคียงกับมันสำปะหลังมาก ซึ่งจากรายงานของ Ravindran (1995) พบว่าได้แนะนำให้ใช้มันสำปะหลังหรือมันเทศเป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงานในอาหารไก่ไข่ได้ ผลการวิเคราะห์ยังพบว่าปริมาณ NFE ใกล้เคียงกับรายงานของ Beckford, & Bartlett (2015) (89.15 เทียบกับ 80-90 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อเทียบกับข้าวโพดบด พบว่าเศษเหลือจากหัวมันเทศคัดทิ้งมีปริมาณ NFE สูงกว่าข้าวโพดบดถึง 10.47 เปอร์เซ็นต์ (89.15 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับ 78.68 เปอร์เซ็นต์) และยังมีสารสีกลุ่มเบต้าแคโรทีนใกล้เคียงกับข้าวโพด (58.42 ± 4.10 เทียบกับ 61 ± 2.10 ไมโครกรัมต่อกรัม) แต่จากรายงานของ Biswas, Sahoo, & Chatli (2011) ที่วิเคราะห์ตัวอย่างมันเทศดิบด้วยวิธี UV-Vis spectrophotometry พบว่ามีเบต้าแคโรทีนอยู่ที่ 68.48 ± 4.10 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งสูงกว่าที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ถึง 10.06 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ปริมาณเบต้าแคโรทีนในมันเทศนี้จะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่เพาะปลูก (Çaliskan, Sogut, Boydak, Erturk, & Arioglu, 2007) ดัง (Table 1)

หลังจากการศึกษาคคุณค่าทางโภชนาการในวัตถุดิบของอาหารทุกกลุ่มทดลองแล้ว นำมาประกอบสูตรโดยคำนวณให้มีระดับโปรตีน 17 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรี ตามความต้องการของไก่ไข่ระยะท้าย (NRC, 1994) ซึ่งผลจากการวิเคราะห์

Table 1 Nutritional values of feed ingredient used in the experiment.^{1/}

composition (%)	CM	SPT	C
DM	89.60	89.71	88.42
CP	2.00	2.99	7.98
EE	0.40	1.12	3.70
CF	2.70	2.00	5.20
Ash	3.40	3.67	1.60
NFE	81.00	89.15	78.68
Ca	0.12	0.15	0.30
β -carotene ^{2/} (μ g/g)	nd	58.42 $\pm$ 4.10	61.17 $\pm$ 2.10

^{1/} Proximate analysis^{2/} UV-Vis spectrophotometry method

CM = cassava chip meal, SPT = discard sweet potato tuber meal, C = ground corn

พบว่าทุกกลุ่มทดลองมีระดับโปรตีนใกล้เคียงกัน และสูงกว่าระดับที่คำนวณไว้เฉลี่ย 0.49 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของต้นทุนค่าอาหารพบว่ากลุ่ม CM, C, SPT₅₀, SPT₇₅ และ SPT₁₀₀ มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโกรัมอยู่ที่ 11.89, 11.78, 10.87, 10.84, และ 10.82 บาทต่อกิโกรัม ตามลำดับ ซึ่งการใช้เศษเหลือจากหัวมันเทศคั้ทิ้ง ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารที่ระดับ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้มันเส้นอยู่กิโกรัมละ 1.05 บาท และต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ข้าวโพดอยู่ 0.94 บาทต่อกิโกรัม ดัง (Table 2)

เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการผลิต พบว่า น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มต้นทดลองและน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุด การทดลองของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนปริมาณอาหาร ที่กินได้ต่อวันพบว่า กลุ่ม C, SPT₅₀ และกลุ่ม SPT₇₅ มี ปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (130.12, 125.62 และ 128.31 กรัมต่อตัวต่อวัน

ตามลำดับ) แต่สูงกว่ากลุ่ม CM และกลุ่ม SPT₁₀₀ ที่มีปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (115.75 และ 112.88 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) จากข้อมูลปริมาณอาหารที่กินได้ สังเกตได้ว่าการทดแทน ข้าวโพดด้วยเศษเหลือจากหัวมันเทศคั้ทิ้ง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ไม่กระทบกับการกินได้ของไก่ไข่ แต่เมื่อ ใช้ทดแทนข้าวโพดทั้งหมดจะทำให้การกินได้ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เช่นเดียวกับ กลุ่มที่ใช้มันเส้นเป็นหลัก สอดคล้องกับรายงานของ Ravindran (1995) ที่ระบุว่า การใช้มันเทศและมันเส้น ในสูตรอาหารทำให้อาหารเป็นฝุ่นผงส่งผลให้ปริมาณ อาหารที่กินลดต่ำลงได้ ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ผลผลิต ไข่ต่อวัน พบว่าการทดแทนข้าวโพดด้วยเศษเหลือ จากหัวมันเทศคั้ทิ้ง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิต ไข่สูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (78.86 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับ 79.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) รองลงมาคือกลุ่มที่ใช้ข้าวโพดเป็นหลัก

Table 2 Composition of experimental diet.

item	CM	C	SPT ₅₀	SPT ₇₅	SPT ₁₀₀
ingredients (kg)					
SPT	-	-	20.00	30.00	40.00
CM	40.00	-	-	-	-
C	-	40.00	20.00	10.00	-
rice bran	13.35	20.85	17.00	16.85	14.85
soybean meal (44%)	21.00	16.70	22.35	20.00	20.00
fish meal (55%)	10.00	7.00	5.00	8.00	10.00
leucaena leaf meal	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
oyster shell	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
fat	3.50	3.20	3.50	3.00	3.00
dicalcium phosphate	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
D – L methionine	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
premixed	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
total (kg)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
price (baht/kg) ^{1/}	11.89	11.78	10.87	10.84	10.82
nutrient composition (%)					
CP ^{2/}	17.64	17.40	17.32	17.42	17.68
Ca ^{3/}	3.17	3.05	3.26	3.28	3.20
ME (kcal/kg) ³	2800	2800	2800	2800	2800

CM = cassava chip meal, C = Ground corn, SPT₅₀ = 50% of sweet potato replaced for ground corn, SPT₇₅ = 75% of sweet potato replaced for ground corn, SPT₁₀₀ = 100% of sweet potato replaced for ground corn.

^{1/} SPT = 3 baht/kg, CM = 7.30 baht/kg, C = 9.45 baht/kg, rice bran = 7.50 baht/kg, soybean meal = 14.10 baht/kg, fish meal = 29.20 baht/kg, leucaena leaf meal = 8.00 baht/kg, oyster shell = 3 baht/kg, fat = 25 baht/kg, dicalcium phosphate = 18 baht/kg, D – L methionine = 140 baht/kg, salt = 5 baht/kg, premixed = 140 baht/kg.

^{2/} Values obtained from the proximate analysis.

^{3/} Values obtained from the calculations.

(74.65 เปอร์เซ็นต์) ส่วนกลุ่มที่ใช้เศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งและมันเส้นเป็นหลักมีผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (72.16 เปอร์เซ็นต์ และ 71.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งผลนี้ขัดแย้งกับรายงานของ Afolayan, Dafwang, Sekoni, & Jegede (2013) ที่ระบุว่าสามารถใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่พันธุ์ Shika Brown อายุ 23-35 สัปดาห์ ได้ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากจะทำให้ผลผลิตไข่ลดลง ส่วนในการทดลองนี้ใช้ไก่ไข่ระยะท้าย

พันธุ์ Lohmann brown อายุ 41 สัปดาห์ กลับพบว่าสามารถใช้ได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารโดยไม่กระทบกับผลผลิตไข่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของช่วงอายุและพันธุ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารและการให้ผลผลิตที่แตกต่างกันได้ ในส่วนของน้ำหนักไข่ในทุกกลุ่มทดลองพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อพิจารณาถึงมวลไข่ พบว่าการทดแทนข้าวโพดด้วยเศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้ง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีมวลไข่

สูงกว่าทุกกลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหาร (feed conversion ratio) การทดแทนข้าวโพดด้วยเศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งในทุกลกลุ่มทดลองมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ข้าวโพดหลัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่ามีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่า แต่ไม่ควรใช้ถึงระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ เพราะมีผลทำให้ปริมาณผลผลิต ลดต่ำลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจเมื่อนำมาคำนวณเป็นต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม พบว่าการใช้เศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหาร 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนอยู่ที่ 28.44, 28.29 และ 28.02 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกันมาก อย่างไรก็ตามสูตรอาหารที่ใช้แหล่งพลังงานจากเศษเหลือหัวมันเทศคั่วทั้ง ทดแทนข้าวโพดทั้งหมดนั้นทำให้อัตราการกินได้และปริมาณผลผลิตลดต่ำลง ซึ่งจากข้อมูลสมรรถนะการผลิตชี้ให้เห็นว่าเศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งสามารถใช้แทนมันเส้นได้ทั้งหมดและทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารได้ทั้งระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้มีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม ต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ข้าวโพดและมันเส้นเป็นหลักอยู่ที่กิโลกรัมละ 4.71 และ 2.82 บาทตามลำดับ

ในส่วนของคุณภาพไข่ซึ่งประกอบไปด้วยค่าความสูงไข่ขาว ค่าฮอร์กยูนิต ค่าดัชนีไข่แดง และค่าความหนาของเปลือกไข่ของทั้ง 5 กลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ยกเว้นค่าสีไข่แดงของกลุ่มที่ใช้มันเส้นเป็นหลักพบว่ามีความสีไข่แดงต่ำกว่ากลุ่มอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

(4.46 หน่วย) ส่วนกลุ่มที่ใช้ข้าวโพดและกลุ่มที่ใช้เศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งมีค่าสีอยู่ระหว่าง 6.50-6.85 หน่วย ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่าเศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีนเช่นเดียวกับข้าวโพดสอดคล้องกับรายงานของ Kaya, & Yildirim (2011) ซึ่งพบว่ามันเทศและข้าวโพดเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีนที่สำคัญ ซึ่งทำให้กลุ่มทดลองที่ใช้ข้าวโพดและเศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทั้งในสูตรอาหารมีสีของไข่แดงสูงกว่ากลุ่มที่ใช้มันเส้น ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ไม่มีสารสีตามธรรมชาติ ดัง (Table 3)

เมื่อพิจารณาถึงค่าชีวัดในเลือดจาก พบว่าจำนวนเม็ดเลือดขาวและเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดซึ่งเป็นตัวชี้วัดสุขภาพของสัตว์ ซึ่งจากรายงานของ Reece (2006) พบว่าในไก่ที่มีสุขภาพดีเป็นปกติจะมีค่าจำนวนเม็ดเลือดขาวประมาณ $0.20 - 0.30 \times 10^4$ cells/mm³ และมีเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโตรฟิล 25-30 เปอร์เซ็นต์ เบโซฟิล 1-4 เปอร์เซ็นต์ อีโอซิโนฟิล 3-8 เปอร์เซ็นต์ ลิมโฟไซต์ 55-60 เปอร์เซ็นต์ และโมโนไซต์ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยไก่ทั้ง 5 กลุ่มทดลองมีค่าจำนวนเม็ดเลือดขาวอยู่ระหว่าง $0.20 - 0.23 \times 10^4$ cells/mm³ และมีเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโตรฟิลระหว่าง 31.12-33.32 เปอร์เซ็นต์ เบโซฟิลระหว่าง 3.10-3.66 เปอร์เซ็นต์ อีโอซิโนฟิลระหว่าง 4.00-4.62 เปอร์เซ็นต์ ลิมโฟไซต์ระหว่าง 42.00-45.65 เปอร์เซ็นต์ และโมโนไซต์ระหว่าง 6.10-6.88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของไก่ที่มีสุขภาพดีเป็นปกติใกล้เคียงกับรายงานของ Reece (2006) และตลอดระยะเวลาในการทดลองไม่พบอัตราการตาย ดัง (Table 4)

Table 3 Effect of discarded sweet potato tuber as feed for the laying hen on egg production and quality.

parameters	CM	C	SPT ₅₀	SPT ₇₅	SPT ₁₀₀	SEM	Sig.
performance							
initial body weight (g)	2,110	2,125	2,116	2,120	2,127	26.86	NS
final body weight (g)	2,242	2,285	2,278	2,270	2,261	31.22	NS
daily feed intake (g/bird/d)	115.75 ^b	130.12 ^a	125.62 ^a	128.31 ^a	112.88 ^b	2.21	*
hen-day-egg production (%)	71.22 ^c	74.65 ^b	78.86 ^a	79.75 ^a	72.16 ^c	1.65	*
egg weight (g)	61.76	61.11	61.05	61.53	60.75	0.25	NS
egg mass (g/bird/d)	44.12 ^b	46.32 ^b	48.02 ^a	49.17 ^a	44.86 ^b	0.83	*
feed conversion ratio	2.62 ^b	2.81 ^a	2.62 ^b	2.61 ^b	2.59 ^b	0.04	*
feed cost (baht /kg egg)	31.19	33.08	28.44	28.29	28.02	-	-
mortality (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
egg quality							
albumin height (mm)	6.75	6.47	6.68	6.40	6.45	0.45	NS
Haught unit	78.79	78.80	78.85	78.89	78.82	0.78	NS
yolk color	4.46 ^b	6.53 ^a	6.82 ^a	6.85 ^a	6.50 ^a	0.21	*
yolk index	0.42	0.41	0.42	0.41	0.42	0.08	NS
shell thickness (mm)	0.33	0.36	0.35	0.36	0.33	0.11	NS

^{ab} values within a row with different superscripts means significant values.

CM = cassava chip meal, C = ground corn, SPT₅₀ = 50% of sweet potato replaced for ground corn, SPT₇₅ = 75% of sweet potato replaced for ground corn, SPT₁₀₀ = 100% of sweet potato replaced for ground corn.

Table 4 Effect of discarded sweet potato tuber as feed for the laying hen on blood parameters.

parameters	CM	C	SPT ₅₀	SPT ₇₅	SPT ₁₀₀	SEM	Sig.
blood parameters							
WBC ($\times 10^4$ cells/mm ³) ^{1/}	0.21	0.21	0.20	0.23	0.22	0.86	NS
neutrophil (%)	32.41	32.12	31.86	33.32	31.21	0.55	NS
basophil (%)	3.62	3.22	3.66	2.98	3.10	0.89	NS
eosinophil (%)	4.41	4.00	4.56	4.52	4.62	0.42	NS
lymphocyte (%)	44.22	42.00	46.12	4.52	45.65	1.06	NS
monocyte (%)	6.21	6.10	6.68	6.31	6.62	1.04	NS

^{1/} white blood cells.

CM = cassava chip meal, C = ground corn, SPT₅₀ = 50% of sweet potato replaced for ground corn, SPT₇₅ = 75% of sweet potato replaced for ground corn, SPT₁₀₀ = 100% of sweet potato replaced for ground corn.

สรุป

เศษเหลือจากหัวมันเทศคั่วทิ้งสามารถใช้ทดแทน
ข้าวโพดบดในสูตรอาหารไก่ไข่ได้ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์

โดยมีผลทำให้ปริมาณผลผลิตไข่ มวลไข่ และค่าสี
ของไข่แดงสูงขึ้น และมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็น
ไข่ต่ำ อีกทั้งยังไม่ส่งผลกระทบต่อค่าชีวิตในเลือดของไก่ไข่

นอกจากนี้ยังทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมลดลงเฉลี่ยกิโลกรัมละ 4.71 บาท

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้และขอขอบคุณสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่เอื้อเฟื้อสัตว์ทดลองและสถานที่ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Afolayan, S. B., Dafwang, I. I., Sekoni, A., & Jegede, J. O. (2013). Effect of dietary maize substitution with sweet potato meal on performance of grower (10-22 weeks) and subsequent egg production (23-35 weeks). *Asian Journal of Poultry Science*, 7(2), 55-64.
- Ahn, Y. O., Kim, S., Kim, C., Lee, J., Sang-Soo, K., & Haeng-Soon, L. (2010). Exogeneous sucrose utilization and starch biosynthesis among sweet potato cultivars. *Carbohydrate Research*, 345, 55-60.
- AOAC. (2000). *Association official method of analysis*. Maryland: AOAC International.
- Ayuk, E. A. (2004). *Effect of sweet potato meal on the growth rate of broilers*. *Livestock Research for Rural Development*, 16(2004), Retrieved 20 March, 2020, from <http://www.lrrd.org/lrrd16/9/ayuk16073.html>
- Beckford, R. C., & Bartlett, J. R. (2015). Inclusion levels of sweet potato root meal in the diet of broilers I. Effect on performance, organ weights, and carcass quality. *Poultry Science*, 94(6), 1316-1322.
- Biswas, A. K., Sahoo, J., & Chatli, M. K. (2011). A simple UV-Vis spectrophotometric method for determination of Beta-carotene content in raw carrot, sweet potato and supplemented chicken meat nuggets. *Food Science and Technology*, 44, 1809-1813.
- Byamukama, E. R., Gibson, W., Aritua, V., & Adipala, E. (2003). Within-crop spread of sweet potato virus disease and the population dynamics of its whitefly and aphid vectors. *Journal of Crop Protection*, 23, 109-116.
- Çalışkan, M. E., Sogut, T., Boydak, E., Erturk, E., & Arioglu, H. (2007). Growth, yield and quality of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] cultivars in the Southeastern Anatolian and East Mediterranean regions of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31, 213-227.
- Dangpium, N. (2015). *Research and development project for sweet potato production* (research report). Bangkok: Department of Agriculture.
- Gross, W. B., & Siegel, P. B. (1986). Effect of initial and second periods of fasting on heterophil/lymphocyte ratios and BW. *Avian Diseases*, 30, 345-346.
- Kassa, M., Negesse, T., & Nurfeta, A. (2017). Effect of replacing maize (*Zea mays* L.) with orange fleshed sweet potato tuber (*Ipomoea batatas*) on performance of Cobb500 broiler chickens. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 5, 1-9.
- Kaya, S., & Yildirim, H. (2011). *The effect of dried sweet potato (Ipomoea batatas) vines on egg yolk color and some egg yield parameters*. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13(5), 766-770.

- Ladokun, O. A., Aderemi, F. A., & Tewe, O. O. (2007). Sweet potato as a feed resource for layer production in Nigeria. *8th African Crop Science Society Conference* (pp. 585-588). El-Minia Egypt: African Crop Science Society.
- Moonsrikeaw, S. (2018). *The study of nutritive values and utilization of by – product from sweet potato for feedstuff* (research report). Phra Nakhon Si Ayutthaya: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.
- National Research Council (NRC). (1994). *Nutrient requirements for poultry*. Washington DC: Natl Acad.
- Nuhu, B., Abba, A., & Aminu, L. (2008). Profitability of broiler chickens raised on graded levels of maize offal and wheat offal based diets. *Proceedings of Annual ASAN Conference* (pp. 298-299). Abu Zaria: Nigeria.
- Ravindran, V. (1995). *Use of cassava and sweet potatoes in animal feeding*. Rome: FAO.
- Reece, O. W. (2006). *Functional anatomy and physiology of domestic animals*. Iowa: Blackwell Publishing.
- Teow, C. C., Truong, V. D., McFeeters, R. F., Thompson, R. L., Pecota, K. V., & Yencho, G. C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potatoes genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*, 103, 829-838.
- Tonglak, P. (2016). *Food product development from sweet potato in Tub-Nam, Bang Pahan, Phra Nakhon Si Ayutthaya* (research report). Phra Nakhon Si Ayutthaya: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.