การศึกษาการเพาะเลี้ยงยีสต์จากเศษเหลือกล้วยตาก เพื่อใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์

A STUDY ON YEAST CULTURE FROM RESIDUE OF DRIED BANANA FOR USING AS FEED SUPPLEMENT

วราภรณ์ ผาลี[1] ประภาศิริ ใจผ่อง[2] ณรกมล เลาห์รอดพันธ์[2] อนวัทย์ ผาลี[2] ปฏิภาณ มีแสงสิน[2]
จักรกฤช ศรีลออ[2] กุลณัฐ สุขแพทย์[2] ทศพร อินเจริญ[3] และสุภาวดี แหยมคง[2]*
Waraporn Phalee[1], Prapasiri Jaipong[2], Norakamol Laorodphan[2], Anawat Phalee[2], Pratipan Mesangsin[2], Chakkrit Sreela-or[2], Kunlanat Sukkhaphaet[2], Tossaporn Incharoen[3] and Suphawadee Yaemkong[2]*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเพาะเลี้ยงยีสต์จากเศษเหลือกล้วยตาก เพื่อใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์ โดยทำการเพาะเลี้ยงยีสต์จากเศษเหลือที่ได้จากการผลิตกล้วยตากจากการคัดทิ้งและผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วนทั้งหมด 5 ทรีทเมนต์ ได้แก่ 1:2 1:4 1:6 1:8 และ 1:10 ตามลำดับ ทำการเติมเบเกอร์ยีสต์ (Baker yeast) สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* จำนวน 1 กรัม ลงไปในส่วนผสมของแต่ละทรีทเมนต์ จำนวน 100 กรัม แล้วนำไปบ่มที่อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า 100 รอบต่อนาที ที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงทำการนับจำนวนเชื้อยีสต์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงโดยวิธีการเกลี่ยเชื้อ (Spread plate) จากผลการศึกษาพบว่า จำนวนยีสต์เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของน้ำที่เพิ่มขึ้น โดยการเพาะเลี้ยงยีสต์จากเศษเหลือของกล้วยตากและน้ำในอัตราส่วน 1:10 มีการผลิตจำนวนยีสต์ได้มากที่สุด (6.60×10^7 cfu/g) รองลงมา ได้แก่ อัตราส่วน 1:8 (6.10×10^7 cfu/g)

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
[1]Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok Province 65000
[2]คณะเทคโนโลยีการอาหารและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
[2]Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok Province 65000
[3]คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
[3]Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Muang District, Phitsanulok Province 65000
*corresponding author e-mail: suphayaku@psru.ac.th
Received: 7 December 2022; Revised: 1 March 2023; Accepted: 5 March 2023
DOI: https://doi.org/10.14456/lsej.2023.10

1:6 (5.40 × 10^7 cfu/g) 1:4 (4.80 × 107 cfu/g) และ 1:2 (7.34 × 106 cfu/g) ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่าการนำเศษเหลือที่ได้จากการผลิตกล้วยตากมาผสมรวมกับน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:10 สามารถเพิ่มปริมาณเซลล์ยีสต์ได้สูงสุด ซึ่งอาจเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทางการเกษตรโดยการนำมาผลิตเป็นยีสต์มีชีวิตเพื่อใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ยีสต์มีชีวิต เศษเหลือจากกล้วยตาก โปรไบโอติค สารเสริมในอาหารสัตว์

Abstract

This research aimed to study the yeast culture from the dried banana residue for use as a feed supplement. Yeast culture was carried out from the residue of dried banana and mixed with distilled water in a total ratio of 5 treatments such as 1:2, 1:4, 1:6, 1:8 and 1:10, respectively. Each mixture (100 g) was mixed with 1 g baker yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and incubated in a 100 rpm shaken bath at 30°C for 72 hours. Afterwards, yeast cultures obtained by using the spread plate technique were counted. The results showed that the number of yeast was increased when the water ratio increased. Yeast culture from the residues of dried banana mixed with distilled water at a ratio of 1:10 showed the greatest number of yeast production and followed by 1:8 (6.10 × 10^7 cfu/g), 1:6 (5.40 × 10^7 cfu/g), 1:4 (4.80 × 10^7 cfu/g) and 1:2 (7.34 × 10^6 cfu/g), respectively. The current study concluded that the mixture of dried banana residues and distilled water at a ratio of 1:10 could increase the highest number of yeast. This process may be one approach for increasing the value added and utilization of agricultural waste due to producing live yeast for a feed supplement in the future.

Keywords: Live yeast; Dried banana residue; Probiotic, Feed supplement

บทนำ

ยีสต์ (Yeast) เป็นจุลินทรีย์ที่มีมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์มานาน จากคุณสมบัติที่ยีสต์สามารถเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งยีสต์เป็นโปรตีนเซลล์เดียว (Single cell protein) ที่มีคุณภาพสำหรับใช้เป็นแหล่งโปรตีนทั้งในอาหารคนและอาหารสัตว์ (Khumnok, 2007; Zepka et al., 2010; Wang et al., 2013) และเป็นจุลินทรีย์โปรไอติค (Probiotic) ชนิดหนึ่งที่สามารถสร้างสารปฏิชีวนะธรรมชาติช่วยส่งเสริมสุขภาพและการเจริญเติบโตของสัตว์ (Cheeke, 1999; Doyle, 2007; Moonsarn & moonsarn, 2011) Zhang et al. (2013) รายงานว่าระดับโปรตีนของยีสต์อยู่ระหว่าง 57-70% และพลังงานรวมประมาณ 4,700-5,100 kcal/kg โดยน้ำหนัก ปัจจุบันยีสต์ได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร

สัตว์มีอยู่ 2 ชนิด คือ ยีสต์ที่ตายแล้ว (dead yeast) กับยีสต์เป็นหรือยีสต์มีชีวิต (live yeast) การใช้ยีสต์ที่ตายแล้วเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารสัตว์ แต่การใช้ยีสต์มีชีวิตในอาหาร ยีสต์จะสามารถเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์ในกระเพาะและระบบทางเดินอาหารของสัตว์โดยยีสต์ใช้อาหารพวกคาร์โบไฮเดรตและเยื่อใยแล้วขับถ่ายอาหารที่ประกอบด้วยสารพวกโปรตีน ไวตามิน และแร่ธาตุออกมา ซึ่งสัตว์สามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้ รวมทั้งตัวเซลล์ยีสต์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อถูกย่อยสลายจะได้สารอาหารโปรตีนเพิ่มขึ้นด้วย (Suksombat, 1989; Pojun et al., 2004; Incharoen et al., 2016) นอกจากนี้ Mathew et al. (1998) และ Oyedeji et al. (2008) ทำการศึกษาพบว่าการเสริมยีสต์มีชีวิตในอาหารสัตว์จะช่วยกระตุ้นสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรและไก่เนื้อได้

จังหวัดพิษณุโลก เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงในการปลูกกล้วยและแปรรูปอาหารจากกล้วยน้ำว้าเป็นกล้วยตาก เป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ที่มีชื่อเสียงอีกอย่างหนึ่งของจังหวัดพิษณุโลก โดยมีการผลิตกันมากที่อำเภอบางกระทุ่ม ปัจจุบันมีผลผลิตกล้วยตากในอำเภอบางกระทุ่มปีละประมาณ 4,000 ตัน (Limsiriwong, 2020) ภายหลังกระบวนการผลิตกล้วยตาก จะมีเศษเหลือทิ้งจากเปลือกกล้วยสูงถึง 3-5 ตันต่อวัน ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายในชุมชน อย่างไรก็ดีได้มีความพยายามนำเปลือกกล้วยไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การผลิตเป็นถ่านและถ่านกัมมันต์ (Mopoung et al., 2006) และการทำปุ๋ยหมัก (Khamterm, 2004) รวมทั้งมีการนำไปเลี้ยงสัตว์ เช่น โค กระบือ แพะ สุกร และเป็ด ซึ่งเปลือกกล้วยเป็นแหล่งของเยื่อใย โปรตีน ไขมัน เถ้า และพลังงานที่ระดับ 11.95, 14.56, 14.58 เปอร์เซ็นต์ และ 4,592 Kcal/kg ตามลำดับ (Tartrakoon et al.,1999) ซึ่งสามารถส่งผลต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ได้ Tangtaweewipat et al. (2016) รายงานว่า ในกล้วยน้ำว้าระยะห่ามถึงสุกมีน้ำหนักเฉลี่ย 1,258.00±7.73 กรัมต่อหวี ประกอบด้วย จำนวนลูกเฉลี่ย 15.00±1.15 ลูก แต่ละลูกมีน้ำหนักเฉลี่ย 79.72±5.26 กรัม เมื่อแยกเป็นส่วนก้านหวี เนื้อกล้วย และเปลือก มีสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 6.39±1.24, 70.21±4.16 และ 23.40±2.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเศษเหลือจากการตกแต่งกล้วยตากคิดเป็น 5% ของกล้วยตากที่นำไปจำหน่ายได้ ซึ่งหากมีการนำเอาเศษเหลือจากการตกแต่งกล้วยตากมาใช้เป็นวัตถุดิบหรือเสริมในการเลี้ยงสัตว์จะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ให้เป็นประโยชน์ต่อไป และหากมีการนำมาประยุกต์ใช้ในการหมักร่วมกับยีสต์มีชีวิตอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยปรับปรุงคุณค่าโภชนะ และช่วยยืดอายุให้การเก็บรักษาได้ จากศึกษาการใช้ยีสต์หมักร่วมกับวัตถุดิบต่างๆ โดยเฉพาะวัตถุดิบที่จะนำไปใช้ในอาหารสัตว์ เช่น การหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ทำให้องค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลังมีปริมาณโปรตีนรวม โปรตีนแท้ เยื่อใย และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้มีปริมาณสูงขึ้น ซึ่งเป็นโภชนะที่สำคัญในกระบวนการเจริญเติบโต (Namwong & Roesjanaperapong, 2020; Baylis & Griffin, 2015) อย่างไรก็ตามก่อนนำสารเสริมนี้มาใช้ในสัตว์ ควรมีการศึกษาถึงการเพาะเลี้ยงยีสต์จากเศษเหลือของกล้วยตาก เพื่อสามารถใช้เป็นสารเสริม

ในอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์ต่อตัวสัตว์ให้มากที่สุดต่อไป ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาการเพาะเลี้ยงยีสต์จากเศษเหลือกล้วยตากเพื่อใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์

วิธีดำเนินการวิจัย

นำยีสต์ที่ซื้อมาจากร้านขายเบเกอรี่ทั่วไป ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบแห้งสำเร็จรูป (Instant dry yeast) เป็นยีสต์ผงในกลุ่ม *Saccharomyces cerevisiae* 98.85%, Sorbitan Mono Stearate (INS491) 10% Ascorbic acid, L (INS300) 0.15% โดยมีวิธีการทำดังนี้

นำเศษเหลือกล้วยตากที่เหลือจากการตกแต่งกล้วยตากก่อนนำไปตากและจำหน่ายต่อไป ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีการของ AOAC (2016) ได้ดังนี้ มีโปรตีน 3.16 ± 0.06 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 2.86 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 20.58 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.15 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 73.26 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 3.34 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการชั่งเศษเหลือที่ได้จากการผลิตกล้วยตากและนำมาผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน แบ่งออกเป็น 5 ทรีทเมนต์ ดังนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 เศษเหลือจากกล้วยตาก : น้ำกลั่น (1:2)
ทรีทเมนต์ที่ 2 เศษเหลือจากกล้วยตาก : น้ำกลั่น (1:4)
ทรีทเมนต์ที่ 3 เศษเหลือจากกล้วยตาก : น้ำกลั่น (1:6)
ทรีทเมนต์ที่ 4 เศษเหลือจากกล้วยตาก : น้ำกลั่น (1:8)
ทรีทเมนต์ที่ 5 เศษเหลือจากกล้วยตาก : น้ำกลั่น (1:10)

ทำการผสมเศษเหลือจากกล้วยตากแช่ในน้ำกลั่นตามอัตราส่วนในทรีทเมนต์ทั้งหมด 5 ทรีทเมนต์ ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น ทำการเพาะเลี้ยงยีสต์จากส่วนเหลือของกล้วยตาก โดยการชั่งน้ำหนักเศษกล้วยตากปั่น จำนวน 100 กรัม KH_2PO_4 จำนวน 0.1 กรัม $MgSO_4$ $7H_2O$ จำนวน 0.05 กรัม NaCl จำนวน 0.01 กรัม และ $CaCl_2$ จำนวน 0.01 กรัม นำทั้งหมดมาผสมกัน เทใส่ขวดรูปชมพู่ที่สะอาด และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งแรงดัน (Autoclaved) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส จำนวน 15 รอบต่อนาที ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นทำการชั่งยีสต์จำนวน 1 กรัม และเทลงไปในขวดรูปชมพู่ที่เตรียมไว้ก่อน นำไปบ่มที่อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า 100 รอบต่อนาที ที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นและนับจำนวนเชื้อยีสต์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงโดยวิธีการเกลี่ยเชื้อหรือสเปรดเพลต (Spread plate) ดังภาพที่ 1 (Figure 1) (Fankhauser, 2012) สถิติที่ใช้เป็นสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย โดยคำนวนในโปรแกรม Excel

Figure 1 Characteristics of yeasts growing on agar

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์จำนวนยีสต์ที่ทำการเพาะเลี้ยงจากเศษเหลือของกล้วยตากและน้ำตามอัตราส่วน 1:2 1:4 1:6 1:8 และ 1:10 พบว่าจำนวนยีสต์จะเพิ่มตามอัตราส่วนของน้ำที่เพิ่มขึ้น โดยการเพาะเลี้ยงยีสต์จากเศษเหลือของกล้วยตากและน้ำตามอัตราส่วน 1:10 มีจำนวนยีสต์ที่ผลิตได้มากที่สุด (6.60×10^7 cfu/g) รองลงมา ได้แก่ อัตราส่วน 1:8 (6.10×10^7 cfu/g) 1:6 (5.40×10^7 cfu/g) 1:4 (4.80×10^7 cfu/g) และ 1:2 (7.34×10^6 cfu/g) ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 Number of yeast from residue of dried banana

Treatments	Number of yeast (cfu/g)
Powder Yeast	1.09×10^{10}
Residue of dried banana : Water (1:2) : Powder Yeast	7.34×10^6
Residue of dried banana : Water (1:4) : Powder Yeast	4.80×10^7
Residue of dried banana : Water (1:6) : Powder Yeast	5.40×10^7
Residue of dried banana : Water (1:8) : Powder Yeast	6.10×10^7
Residue of dried banana : Water (1:10) : Powder Yeast	6.60×10^7

อภิปรายผล

จากการศึกษาในครั้งนี้ยีสต์ที่นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเมื่อทำการวิเคราะห์พบว่า มีจำนวนเซลล์เท่ากับ 1.09×10^{10} cfu/g ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Pojun et al. (2004) ที่ได้ทำการเสริมยีสต์มีชีวิตในอาหารไก่ไข่ โดยยีสต์ที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิด *Saccharomyces cerevisiae* (strain 1026) (ชื่อทางการค้า ยี-แซค) ลักษณะเป็นผงแห้ง โดยมีจำนวนเซลล์เท่ากับ $5x10^9$ cfu/g จากการทดลองจำนวนยีสต์ที่พบจะเพิ่มตามอัตราส่วนของน้ำที่เพิ่มขึ้น โดยยีสต์ชนิด *Saccharomyces cerevisiae* เป็นยีสต์ทั่วไปที่ต้องการความชื้นสูง ซึ่งยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการความชื้นมากกว่าราโดยเฉพาะ Baker yeast มีความต้องการค่าแอคติวิตีของน้ำต่ำสุดประมาณ 0.905 หากค่าแอคติวิตีของน้ำต่ำ จะทำให้ยีสต์ไม่เจริญเติบโตดี ซึ่งค่าแอคติวิตีของน้ำในผลิตภัณฑ์กล้วยตากจากการทดลองของ Nanasombat (1991) มีค่าเฉลี่ย 0.66 ซึ่งเมื่อทำการผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าแอคติวิตีของน้ำเพิ่มมากขึ้น และมีโอกาสทำให้ยีสต์เจริญเติบโตได้ดียิ่งขึ้นด้วย เนื่องจากน้ำมีบทบาทสำคัญในกระบวนการขนส่งสารภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตรวมถึงเซลล์ของยีสต์ด้วย โดยน้ำสามารถแพร่ผ่านเข้าไปในเซลล์ยีสต์และทำให้เซลล์ยีสต์มีการแบ่งเซลล์เพิ่มมากขึ้นตามปริมาณน้ำและเวลาที่ใช้เพาะเลี้ยงเซลล์ยีสต์ (Suh et al., 2003)

จากผลการศึกษาพบว่า การเพาะเลี้ยงยีสต์จากเศษเหลือของกล้วยตากและน้ำตามในอัตราส่วน 1:10 มีจำนวนยีสต์ที่ผลิตได้มากที่สุด ดังนั้นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สามารถนำไปใช้เป็นสาร

เสริมเพื่อผลิตเป็นอาหารสัตว์ให้ได้มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ อัตราส่วน 1:10 ซึ่งสามารถแนะนำผู้ที่จะนำผลการทดลองนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ยีสต์ที่ผลิตจากเศษเหลือของกล้วยตากเพื่อใช้เป็นสารเสริมสำหรับในการเลี้ยงสัตว์ และอาจเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตและกระตุ้นภูมิคุ้มกันของสัตว์ได้

สรุปผลการวิจัย

การนำเศษเหลือที่ได้จากการผลิตกล้วยตากมาผสมรวมกับน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:10 สามารถเพิ่มปริมาณเซลล์ยีสต์ได้สูงสุด ซึ่งอาจเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทางการเกษตร โดยการนำมาเป็นแหล่งอาหารสำหรับยีสต์เพื่อใช้เป็นสารเสริมในอาหารสัตว์ต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม งบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) ประจำปีงบประมาณ 2565 และขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. USA: Gaithersburg, MD, AOAC International; 2016.

Baylis D. Griffin M. Growth and Its Measurement in Plants and Animals. Bio Factsheet, 2015. Available at: http://www.moodle. Itchen.ac.uk. Accessed January 20, 2023.

Cheeke PR. Applied Animal Nutrition; Feed and Feeding. New York: Mcmillian Publishing Company; 1999.

Doyle E. Alternative to antibiotic use for growth promotion in animal husbandry. Madison: University of Wisconsin-Madison; 2007.

Fankhauser DB. Yeast plate count protocol, 2012. Available at: http://biology.clc.uc.edu/fankhauser/Labs/Microbiology/Meat_Milk/Pour_Plate.htm. Accessed September 10, 2022.

Incharoen T, Laorodpun N, Treetan S, Khoktean W. Influence of dietary fermented banana peel with yeast on egg performance and quality of laying ducks. Khon Kaen Agricultural Journal 2016;44(1):432-436.

Khamterm P. Investigation of compost production from banana peels. Master of Science in Chemistry, Naresuan University; 2004.

Khumnok C. Yeast.....Industrial microorganisms. Life Sciences and Environment Journal 2007;8(1-2):84-90.

Limsiriwong S. The development of guidelines for a sustainable production of dried banana in Bangkatum district, Phitsanulok. Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences) 2020;11(1):141-150.

Mathew AG, Chattin SE, Robbins CM, Golden DA. Effects of a direct-fed yeast culture on enteric microbial populations, fermentation acids, and performance of weanling pigs. Journal of Animal Science 1998;76:2138-2145.

Moonsarn Y, Moonsarn P. Improvement of noodle waste by yeast for use as animal feed. Life Sciences and Environment Journal 2011;12(2):1-17.

Mopoung S. Boonphong S. Mopoung R. Udeye V. (The production of charcoal and activated carbon from peels and bunch stalk of banana, 2006. Available at: https://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files.pdf. Accessed October 1, 2022.

Namwong S. Roesjanaperapong S. Effect of using yeast fermented cassava pulp on the growth of Muscovy ducks. Institute of Vocational Education Southern Region 1 Journal. 2020;5:93-99.

Nanasombat S. Waste of dried bananas and begging to control those relatives. graduate school, Kasetsart University;1991:138.

Oyedeji JO, Ajayi HI, Egere T. The effects of increasing levels of yeast culture (Levucel SB) in a high fibre-diet on the performance and nutrient retention of broiler chicks. Asian Journal of Poultry Science 2008;2:53-57.

Pojun S, Pojun P, Wanasitchaiwat V. Wanasitchaiwat. Effect of yeast culture as feed supplement on performance of commercial layers, 2004. Available at: http://nutrition.dld.go.th/Research%20Report 53-55/Research_Knowlage/RESEARCH/research_full/2547/R4718.pdf. Accessed October 1, 2022.

Suh KJ, Hong YS, Skirda VD, Volkov VI, Lee CY, Lee CH. Water self-diffusion behavior in yeast cells studies by pulsed field gradient NMR. Biophysical Chemistry 2003;104:121-130.

Suksombat W. A live yeast in dairy cattle feed. Journal of dairy cattle 1989;9(4):22-24.

Tangtaweewipat S, Cheva-Isarakul B, Maneethong N, Jantarapaoraya V. Use of Cultivated Banana as Jelly Feed for Pre-weaning Piglets. Institute for Small and Medium Enterprises Development (ISMED). 2016.

Tartrakoon T, Chalermsan N, Vearasilp T, Meulen U. The nutritive value of banana peel (*Musa sapieutum* L.) in growing pigs. Deutscher Tropentag 1999 in Berlin, Session: Sustainable Technology Development in Animal Agriculture.

Thongpoon C. Determination of food additives in dried banana products. Full research report Department of Chemistry Faculty of Science and Technology Rajabhat Institute Pibulsongkhram. 1997; 61.

Wang JP, Kim JD, Kim JE, Kim IH. Amino acid digestibility of single cell protein from Corynebacterium ammoniagenes in growing pigs. Animal Feed Science and Technology 2013;180:111-114.

Zepka LQ, Jacob-Lopes E, Goldbeck R, Souza-Soares LA, Queiroz MI. Nutritional evaluation of single-cell protein produced by *Aphanothece microscopica Nageli*. Bioresour. Bioresource Technology 2010;101(18):7107-7111.

Zhang HY, Piao XS, Li P, Yi JQ, Zhang Q, Li QY, Liu JD. et al. Effects of single cell protein replacing fish Meal in diet on growth performance, nutrient digestibility and intestinal morphology in weaned pigs. Asian Australas. Journal of Animal Science 2013;26:1320-1328.