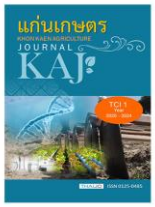
วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

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



ผลของยีสต์จากโรงงานผลิตเบียร์ต่อค่าโภชนะและค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองของรำละเอียด

Effects of brewer's yeast on nutritional value and *in vitro* digestibility of rice bran

วนิดา เบี้ยทอง[1]* และ ดรุณี ศรีชนะ[1]

Wanida Biathong[1]* and Darunee Srichana[1]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

[1] Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Pathumthani 12120, Thailand

* Corresponding author: wanida.305@hotmail.com

Received: date; June 24, 2020 Accepted: date; April 7, 2020 Published: date February 15, 2021

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนะ และค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองของรำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์จากโรงงานผลิตเบียร์ที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ หมักไว้ที่ระยะเวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ จากผลการศึกษาพบว่ารำละเอียดที่ไม่มีการหมักน้ำยีสต์มีค่าวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และไขมัน สูงกว่า (P<0.05) รำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์ที่ระดับและระยะเวลาต่างๆ โดยพบอยู่ในช่วง 91.45-94.66, 93.03-93.89 และ16.11-16.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การหมักรำละเอียดด้วยน้ำยีสต์ 30 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 0-4 สัปดาห์ ส่งผลให้รำละเอียดมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด (P<0.05) อยู่ในช่วง 22.99-23.57 เปอร์เซ็นต์ และการใช้น้ำยีสต์ 30 เปอร์เซ็นต์ หมักที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทำให้รำละเอียดมีปริมาณ NDF ต่ำที่สุด (P<0.05) คือ 24.40 เปอร์เซ็นต์ ในขณะการหมักรำละเอียดร่วมกับน้ำยีสต์ ส่งผลให้ปริมาณ ADF ของมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (P<0.05) จากการศึกษานี้ยังพบว่าการหมักรำละเอียดร่วมกับน้ำยีสต์ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาหมัก 3-4 สัปดาห์ ส่งผลให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุในหลอดทดลอง มีค่าสูงที่สุด (P<0.05) อยู่ในช่วง 81.74-82.66 และ 83.19-84.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: รำละเอียด; น้ำยีสต์โรงงานผลิตเบียร์; ค่าโภชนะ; การย่อยได้ในหลอดทดลอง

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate nutritional value and digestibility (*in vitro*) of rice bran fermented with brewer's yeast (BY) at 0, 10, 20 and 30% for 0, 1, 2, 3 and 4 wks. The result data concerning nutritional value showed that dry matter (DM), organic matter (OM) and fat (EE) of rice bran without BY (0-4 weeks) were in the range of 91.45-94.66, 93.03-93.89 and 16.11-16.96%, respectively, and significantly higher than that of the rice bran fermented with BY for 0-4 wks (P<0.05). Rice bran fermented with 30% BY (0-4 weeks) had highest (P<0.05) crude protein and was in the range of 22.99-23.57% and rice bran fermented with 30% BY (4 weeks) had lowest (P<0.05) NDF (24.40%). ADF of rice bran was increased (P<0.05) when fermented with BY. Furthermore, it was found that the DM and OM digestibility in *in vitro* of

rice bran fermented with 30% BY at 4 wks were highest (P<0.05) which in the range of 81.74-82.66% and 83.19-84.17%, respectively.

Keywords: rice bran; brewer's yeast; nutritional value; *in vitro* digestibility

บทนำ

อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และต้นทุนค่าอาหารถือเป็นต้นทุนหลักในการเลี้ยงสัตว์ อาหารสัตว์ส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบที่มาจากพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และมันสำปะหลัง เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มาจากผลผลิตพลอยได้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตรด้วย โดยรำละเอียดจัดเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ที่เป็นผลผลิตพลอยได้จากกระบวนการสีข้าว เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทที่ให้โภชนะโปรตีน พลังงาน และแร่ธาตุ (White and Hembry, 1985) ซึ่งมีโปรตีนโดยเฉลี่ยประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ และเป็นอาหารพลังงานที่มีเยื่อใยค่อนข้างสูง (อธิปวัฒน์, 2554) มีการนำรำละเอียดมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์กันอย่างแพร่หลาย แต่ด้วยคุณค่าทางโภชนะที่ต่ำ ทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นปัญหาและได้ศึกษาหาแนวทางในการแก้ไขเพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของรำละเอียดให้ดียิ่งขึ้น

ปัจจุบันมีรายงานการใช้จุลินทรีย์ในการปรับปรุงคุณภาพวัสดุพลอยได้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตรเพื่อใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์เป็นจำนวนมาก ซึ่งยีสต์เป็นหนึ่งในจุลินทรีย์ที่นิยมนำไปใช้หมักกับวัสดุทางการเกษตรเพื่อปรับปรุงคุณค่าโภชนะ โดยพบว่ายีสต์ที่ได้จากโรงงานเบียร์ซึ่งเป็นผลผลิตพลอยได้จากกระบวนการผลิตเบียร์นั้นเป็นยีสต์ที่มีประโยชน์ และเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพ (สิทธิศักดิ์ และคณะ, 2553) โดยมีรายงานการนำยีสต์จากโรงงานเบียร์หมักร่วมกับกากมันสำปะหลัง พบว่าทำให้กากมันสำปะหลังมีปริมาณโปรตีน และไขมันเพิ่มขึ้น และยังทำให้ปริมาณ NDF และ ADF ลดลงด้วย (Kamphayae et al., 2017) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ในการใช้น้ำยีสต์ที่เป็นผลผลิตพลอยได้จากกระบวนการผลิตเบียร์หมักร่วมกับรำละเอียด เพื่อการปรับปรุงค่าโภชนะและการย่อยได้ของโภชนะ เป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับรำละเอียดเพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับสัตว์กระเพาะเดี่ยว

วิธีการศึกษา

ดำเนินการทดลองที่ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด (มหาชน) ระหว่างเดือนมีนาคม 2561 ถึง มกราคม 2562 ในการทดลองนี้ใช้น้ำยีสต์เหลือทิ้งที่ได้จากโรงงานผลิตเบียร์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* จากบริษัทปทุมธานีบริวเวอรี่ จำกัด ซึ่งอยู่ใน ตำบลบางคูวัต อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี โดยวางแผนการทดลองแบบ 4x5 factorial in CRD มี 2 ปัจจัย คือ (1) ระดับน้ำยีสต์ที่ใช้ในการหมัก มี 4 ระดับ คือ 0, 10, 20 และ 30 %DM และ (2) ระยะเวลาในการหมัก มี 5 ระยะเวลา คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ จำนวน 3 ซ้ำ

ชั่งรำละเอียดใส่ถุงพลาสติกปริมาณ 200 กรัม และเติมน้ำยีสต์จากโรงงานผลิตเบียร์ ที่ระดับต่างๆ ผสมตัวอย่างให้เข้ากันมัดปากถุงหลวมๆให้มีอากาศถ่ายเท และวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนด นำตัวอย่างที่ได้เข้าอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง (โดยการหมักที่ 0 สัปดาห์ให้นำตัวอย่างเข้าอบทันทีเมื่อมีการเติมน้ำยีสต์) จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร

นำตัวอย่างที่บดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร วิเคราะห์หาค่าโภชนะ ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า ไขมัน และโปรตีนรวมตามวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์หาค่า NDF และ ADF ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970) และประเมินการย่อยได้ของสัตว์กระเพาะเดี่ยวในหลอดทดลองตามวิธีของ Boisen (1991) จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง โดยใช้ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ค่าโภชนะของน้ำยีสต์จากโรงงานผลิตเบียร์พบว่ามีวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีน และไขมัน เท่ากับ 20.09, 91.84, 47.67 และ 0.91 % ตามลำดับ (**Table 1**)

Table 1 Nutritional value of brewer's yeast

DM (%)	OM (%DM)	CP (%DM)	EE (%DM)
20.09	91.84	47.67	0.91

DM: dry matter, OM : organic matter, CP : crude protein, EE: fat

ค่าโภชนะของรำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์จากโรงงานผลิตเบียร์

จากการศึกษาการหมักรำละเอียดด้วยน้ำยีสต์ที่ระดับและระยะเวลาที่ต่างกันพบว่าระดับของน้ำยีสต์และระยะเวลาที่ใช้ในการหมักมีอิทธิพลต่อปริมาณวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน ADF และ NDF รวมถึงยังพบอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับของน้ำยีสต์กับระยะเวลาในการหมักต่อปริมาณ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน ADF และ NDF ด้วย โดยพบว่ารำละเอียดที่ไม่มีการหมักน้ำยีสต์ที่ระยะเวลาต่างๆ มีค่าวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุ สูงกว่า ($P<0.05$) รำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์ที่ระดับและระยะเวลาต่างๆ โดยพบอยู่ในช่วง 91.45-94.66 และ 93.03-93.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (**Table 2**) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำยีสต์มีค่าวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุที่ต่ำกว่ารำละเอียด (20.09 และ 91.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ; **Table 1**) จึงทำให้ปริมาณวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของรำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์มีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Kamphayae et al. (2017) ที่รายงานว่าการหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์จากโรงงานผลิตเบียร์นั้น ทำให้กากมันสำปะหลังมีวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุลดลง และเมื่อทำการศึกษาเพิ่มระยะเวลาในการหมัก (1-4 สัปดาห์) พบว่าทำให้ปริมาณวัตถุแห้งในรำละเอียดเพิ่มขึ้น และปริมาณอินทรียวัตถุลดลง (**Table 2**) โดยปริมาณวัตถุแห้งที่เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการหมัก เป็นผลมาจากในกระบวนการหมักนั้นเป็นแบบระบบเปิด จึงทำให้น้ำในวัสดุหมักระเหยออกมา สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุที่ลดลงอาจเป็นผลมาจากในกระบวนการหมักนั้นยีสต์ต้องใช้ น้ำตาล ไขมัน และกรดอินทรีย์จากวัตถุดิบที่หมักเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานในระหว่างการทำกิจกรรมเมตาบอลิซึม (Raimbault, 1998) ดังนั้นเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นจึงทำให้ยีสต์นำอินทรียวัตถุไปใช้มากขึ้น และทำให้รำละเอียดหมักน้ำยีสต์มีอินทรียวัตถุลดลง

สำหรับโปรตีนพบว่าการหมักรำละเอียดด้วยน้ำยีสต์ 30 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 0-4 สัปดาห์ ส่งผลให้รำละเอียดมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด ($p<0.05$) อยู่ในช่วง 22.99-23.57 เปอร์เซ็นต์ (**Table 2**) เนื่องจากน้ำยีสต์นั้นมีโปรตีนสูงถึง 47.67 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีนจึงเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของน้ำยีสต์ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้น้ำยีสต์ 30 เปอร์เซ็นต์ หมักร่วมกับรำละเอียดจึงทำให้รำละเอียดมีโปรตีนสูงที่สุด สอดคล้องกับ Kamphayae et al. (2017) ที่ใช้ยีสต์จากโรงงานผลิตเบียร์หมักร่วมกับกากมันสำปะหลัง ซึ่งพบว่าการใช้ยีสต์ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มีโปรตีนเพิ่มขึ้นสูงที่สุดคือ 14.1 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อมีการใช้น้ำยีสต์ (30 เปอร์เซ็นต์) หมักรำละเอียดในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นเป็น 1-4 สัปดาห์พบว่าปริมาณโปรตีนไม่มีการเปลี่ยนแปลง ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.4) นอกจากนี้ยังพบว่ารำละเอียดที่ไม่มีการหมักน้ำยีสต์มีปริมาณไขมันสูงกว่า ($P<0.05$) รำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์ที่ระดับและระยะเวลาต่างๆ โดยพบอยู่ในช่วง 16.11-16.96 เปอร์เซ็นต์ (**Table 2**) ทั้งนี้เนื่องจากยีสต์มีไขมันที่ต่ำเพียง 0.91 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้ปริมาณไขมันในรำละเอียดหมักน้ำยีสต์ลดลง เมื่อศึกษาเพิ่มระยะเวลาในการหมักพบว่าปริมาณไขมันมีแนวโน้มลดลง ($P<0.05$) (**Table 2**) ซึ่งปริมาณไขมันที่ลดลงอาจเนื่องจากในกระบวนการหมักนั้นยีสต์ต้องใช้ น้ำตาล ไขมัน และกรดอินทรีย์จากวัตถุดิบที่หมักเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานในระหว่างการทำกิจกรรมเมตาบอลิซึม (Raimbault, 1998) ดังนั้นเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นจึงทำให้ยีสต์นำไขมันไปใช้มากขึ้น และทำให้รำละเอียดหมักน้ำยีสต์มีไขมันลดลง

ปริมาณ NDF ในรำละเอียดพบว่าลดลงตามสัดส่วนน้ำยีสต์ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณ ADF ของรำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์ที่ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาต่างๆ มีแนวโน้มสูงกว่า (P<0.05) รำละเอียดที่ไม่มีการหมักน้ำยีสต์ (**Table 2**) เมื่อทำการเพิ่มระยะเวลาในการหมักพบว่า ระยะเวลาในการหมัก 1 สัปดาห์ส่งผลให้ค่า ADF ในรำละเอียดมีแนวโน้มลดลง และเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการหมักเป็น 2-4 สัปดาห์ ส่งผลให้ค่า ADF ในรำละเอียดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มระยะเวลาในการหมักยังส่งผลให้ NDF ในรำละเอียดลดลง โดยพบว่าการใช้น้ำยีสต์ 30 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาในการหมัก 4 สัปดาห์ ทำให้รำละเอียดมีปริมาณ NDF ต่ำที่สุด (p<0.05) คือ 20.40 เปอร์เซ็นต์ (**Table 2**) ปริมาณ NDF ที่ลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจากยีสต์ *S. cerevisae* สามารถผลิตเอนไซม์ hemicellulase (Van Zyl et al., 2007) ซึ่งเอนไซม์นี้จะช่วยย่อย hemicellulose ที่เป็นส่วนประกอบของ NDF ทำให้รำละเอียดหมักน้ำยีสต์มีค่า NDF ลดลง

ค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองของรำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์จากโรงงานผลิตเบียร์

จากการศึกษาการย่อยได้ของสัตว์กระเพาะเดี่ยวในหลอดทดลองของรำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์พบว่าระดับของน้ำยีสต์ที่ใช้ในการหมักมีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุ สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักพบว่ามีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ รวมถึงยังพบอิทธิพลร่วมกันระหว่างระดับของน้ำยีสต์และระยะเวลาในการหมักต่อค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุ ด้วย โดยพบว่ารำละเอียดที่ไม่มีการหมักน้ำยีสต์มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุ ต่ำกว่า (P<0.05) รำละเอียดที่หมักร่วมกับน้ำยีสต์ที่ระดับและระยะเวลาต่างๆ โดยพบอยู่ในช่วง 71.19-71.81 และ 71.82-72.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (**Table 3**) สำหรับการเพิ่มระยะเวลาในการหมักพบว่าไม่มีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (p>0.05) แต่การเพิ่มระยะเวลาในการหมัก 4 สัปดาห์ ส่งผลให้ค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น โดยการหมักรำละเอียดร่วมกับน้ำยีสต์ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาหมัก 3-4 สัปดาห์ ส่งผลให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุ มีค่าสูงที่สุด (P<0.05) อยู่ในช่วง 81.74-82.66 และ 83.19-84.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (**Table 3**) การย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าในระหว่างที่มีการหมักนั้นยีสต์สามารถผลิตเอนไซม์ hemicellulase (Van Zyl et al., 2007) ไปย่อย hemicellulose ที่เป็นส่วนของผนังเซลล์ในรำละเอียด ซึ่งสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถผลิตเอนไซม์มาย่อยได้ การที่ยีสต์สามารถผลิตเอนไซม์นี้ออกมาจึงทำให้รำละเอียดมีการย่อยได้เพิ่มมากขึ้นและช่วยทำให้สัตว์กระเพาะเดี่ยวสามารถนำโภชนะต่างๆ ในรำละเอียดไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

Table 2 Nutritional value of rice bran fermented with brewer's yeast

brewer's yeast (%) (A)	Fermented period (week) (B)	DM (%)	OM (%DM)	CP (%DM)	EE (%DM)	ADF (%DM)	NDF (%DM)
0	0	91.45^{b}	93.16^{b}	14.98^{f}	16.96^{a}	9.22^{e}	40.15^{b}
	1	94.39^{a}	93.11^{b}	14.31^{g}	16.73^{a}	9.41^{de}	40.45^{ab}
	2	94.66^{a}	93.03^{b}	14.25^{g}	16.11^{abcd}	9.42^{de}	40.78^{ab}
	3	94.35^{a}	93.17^{b}	14.92^{f}	16.49^{abc}	9.15^{e}	40.20^{b}
	4	94.47^{a}	93.89^{a}	14.23^{g}	16.56^{abc}	9.38^{e}	41.09^{a}
10	0	61.12^{f}	92.79^{c}	17.69^{de}	15.32^{def}	9.49^{de}	36.60^{c}
	1	60.31^{g}	92.26^{d}	18.62^{c}	14.55^{efgh}	9.37^{e}	34.87^{d}
	2	63.95^{e}	92.65^{c}	18.22^{cd}	15.51^{cde}	9.51^{de}	35.35^{d}
	3	65.15^{d}	92.41^{d}	18.13^{cd}	13.75^{ghij}	9.35^{e}	37.13^{c}
	4	65.89^{c}	92.44^{d}	17.34^{e}	13.47^{hij}	9.39^{e}	36.90^{c}
20	0	48.56^{i}	92.32^{d}	20.41^{b}	15.70^{bcd}	9.44^{de}	35.28^{d}
	1	48.48^{i}	92.04^{e}	20.74^{b}	14.27^{fghi}	9.43^{de}	30.67^{f}
	2	48.86^{i}	91.85^{efg}	20.85^{b}	14.57^{efg}	10.49^{abc}	31.73^{e}
	3	49.60^{h}	91.60^{h}	20.66^{b}	13.98^{ghij}	10.49^{abc}	31.73^{e}
	4	49.94^{h}	92.03^{e}	20.33^{b}	13.81^{ghij}	10.23^{bc}	28.97^{g}
30	0	40.84^{l}	92.24^{d}	22.99^{a}	15.24^{def}	10.74^{ab}	29.12^{g}
	1	41.79^{k}	91.93^{ef}	23.57^{a}	14.41^{fghi}	10.05^{cd}	28.94^{g}
	2	42.17^{k}	92.01^{ef}	23.51^{a}	13.03^{j}	10.94^{a}	29.83^{g}
	3	42.78^{j}	91.82^{fg}	23.55^{a}	13.36^{ij}	10.36^{abc}	29.01^{g}
	4	42.76^{j}	91.68^{gh}	23.06^{a}	13.13^{j}	10.56^{abc}	24.40^{h}
SE		0.20	0.07	0.19	0.32	0.20	0.28
CV		0.55	0.13	1.68	3.77	3.52	1.43
(A)		**	**	**	**	**	**
(B)		**	**	**	**	*	**
A×B		**	**	**	*	*	**

$^{a-l}$ Superscript with different letters within columns differed (P<0.05).

**: P<0.01; *: P<0.05; A: BY; B: fermented period

DM: dry matter, OM : organic matter, CP : crude protein, EE: fat, ADF: acid detergent fiber,

NDF: neutral detergent fiber

Table 3 Digestibility in monogastric animal (*in vitro*) of rice bran fermented with brewer's yeast

brewer's yeast (%) (A)	Fermented period (week) (B)	DM (%)	OM (%)
0	0	71.81^{g}	72.17^{e}
	1	71.44^{g}	71.82^{e}
	2	71.38^{g}	72.69^{e}
	3	71.19^{g}	72.10^{e}
	4	71.31^{g}	72.73^{e}
10	0	79.60^{cde}	80.30^{cd}
	1	77.27^{f}	78.81^{d}
	2	78.88^{de}	79.36^{cd}
	3	78.90^{de}	80.28^{cd}
	4	78.91^{de}	79.53^{cd}
20	0	77.36^{f}	79.31^{cd}
	1	79.22^{de}	80.40^{c}
	2	78.98^{de}	80.66^{c}
	3	78.91^{de}	79.84^{cd}
	4	78.61^{ef}	80.56^{c}
30	0	80.95^{bc}	82.68^{b}
	1	81.07^{bc}	82.04^{b}
	2	80.34^{bcd}	80.09^{cd}
	3	81.74^{ab}	83.19^{ab}
	4	82.66^{a}	84.17^{a}
SE		0.52	0.54
CV		0.96	0.97
(A)		**	**
(B)		NS	*
A×B		*	**

$^{a-g}$ Superscript with different letters within columns differed (P<0.05).

**: P<0.01; *: P<0.05; NS: not significant; A: BY; B: fermented period

DM: dry matter, OM : organic matter

สรุป

การใช้น้ำยีสต์ที่เป็นผลผลิตพลอยได้จากกระบวนการผลิตเบียร์หมักร่วมกับรำละเอียด พบว่าช่วยปรับปรุงค่าโภชนะและค่าการย่อยได้ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวให้ดีขึ้น เป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับรำละเอียดและสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับสัตว์กระเดี่ยวได้ โดยการใช้น้ำยีสต์ 30 เปอร์เซ็นต์ หมักร่วมกับรำละเอียด ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทำให้รำละเอียดมีค่าโภชนะโปรตีนสูงที่สุด และมี NDF ต่ำที่สุด ทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุในสัตว์กระเพาะเดี่ยวเพิ่มขึ้นสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

สิทธิศักดิ์ คำผา, อุทัย โคตรดก และ สมมาศ อิฐรัตน์. 2553. การศึกษาการเพิ่มคุณค่ากากมันสำปะหลังหมักยีสต์-มาเลทและใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารข้นที่มีมันเส้นเป็นองค์ประกอบระดับสูงต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในโคเนื้อ. งานวิจัยคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

อธิปวัฒน์ ปลื้มกลาง. 2554. การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของโคนมที่ได้รับอาหารที่มีรำข้าวที่ผ่านกระบวนการผลิตต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, V.A.

Boisen, S. 1991. A model for feed evaluation on in vitro digestible dry matter and protein. P.135-145 In: M. F. Fuller. *In vitro* Digest in Pigs and Poultry. Common Wealth Agriculture Bureaux International, Slough.

Goering, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications). U.S. Government Printing Office, Washington DC.

Kamphayae, S., H. Kumagai, W. Angthong, R. Narmseelee, and S. Bureenok. 2017. Effects of different ratios and storage periods of liquid brewer's yeast mixed with cassava pulp on chemical composition, fermentation quality and in vitro ruminal fermentation. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 30: 470-478

Raimbault, M. 1998. General and microbiological aspects of solid substrate fermentation. Electronic Journal of Biotechnology. 1: 174-188.

Van Zyl, W.H., L. R. Lynd, R. den Haan, and J. E. McBride. 2007. Consolidated bioprocessing for bioethanol production using *saccharomyces cerevisiae*. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. 108: 205-235.

White, T. W. and F. G. Hembry. 1985. Rice by-products in ruminant rations. Louisiana Agricultural Experiment Station Reports. 771: 1-18.