การศึกษาการเพิ่มโปรตีนกากเอทานอลจากมันสำปะหลังด้วยการหมักยีสต์

Study on increasing protein of cassava-ethanol byproducts by fermented with yeast

ศุภกิจ สุนาโท[1], วิโรจน์ ภัทรจินดา[1*], พรชัย ล้อวิลัย[1] และ งามนิจ นนทโส[2]

Supakit Sunato[1], Virote Pattarajinda[1*], Pronchai Lowilai[1] and Ngarmnit Nontaso[2]

บทคัดย่อ: กากเอทานอลเป็นเศษเหลือที่ได้ในกระบวนการผลิตเอทานอลโดยใช้มันสำปะหลัง ซึ่งมีความชื้นสูง และมีโปรตีนต่ำ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นในการหาแนวทางเพิ่มโปรตีน และรักษาสภาพของกากเอทานอลโดยการนำมาหมักร่วมกับยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ใช้แผนการทดลองแบบ 3x2x3 factorial in CRD โดยมี 3 ปัจจัยทดลองประกอบด้วย 1) สัดส่วนกากเอทานอลต่อกากมันสำปะหลัง 3 ระดับคือ 100:0, 60:40 และ 40:60 2) ระดับของยูเรีย 2 ระดับคือ 1.0 และ 2.0% โดยน้ำหนัก และ 3) น้ำตาล 3 ระดับคือ 3.0, 6.0 และ 9.0%โดยน้ำหนัก รวมมี 18 ทรีทเมนต์ จากการศึกษาพบว่าการหมักกากเอทานอลด้วยยีสต์ร่วมกับยูเรีย 2.0 และน้ำตาล 6.0% โดยน้ำหนักเป็นเวลา 15 วัน ทำให้โปรตีนเพิ่มขึ้นคิดเป็น 27% (จาก 20.0 เป็น 25.4%CP) และการหมักกากเอทานอลด้วยยีสต์ร่วมกับยูเรีย 2.0 และน้ำตาล 9.0% โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 10 วัน ทำให้โปรตีนเพิ่มขึ้นคิดเป็น 22% (จาก 19.0 เป็น 24.4%CP) ตามลำดับ

คำสำคัญ: กากเอทานอล, การหมัก, โปรตีน, ยีสต์

ABSTRACT: The objective of this study was to improve protein content of cassava-ethanol by product by fermented with baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). The experimental design was 3x2x3 factorial in CRD. There were 3 experimental factors comprised of 1) three ratios of cassava ethanol by products to 3 cassava pulp (100:0, 60:40 and 40:60) 2) two levels of urea (1.0 and 2.0% w/w) and 3) three levels of sugar (3.0, 6.0 and 9.0% w/w). The result showed that the protein content of cassava-ethanol by product fermented with urea 2.0 and sugar 6.0% w/w for 15 days increased up to 27 % (from 20.0 to 25.4%CP). The protein content of cassava-ethanol by product fermented with urea 2.0 and sugar 9.0% w/w for 10 day increased up to 22% (from 19 to 24.4%CP).The fermentation cassava-ethanol by product with baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) is the optional technique to increase protein value of this by product.

Keywords: cassava-ethanol by product, fermentation, protein, yeast

บทนำ

กากเอทานอลเป็นเศษเหลือที่ได้ในกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ในอนาคตกำลังการผลิตเอทานอลจะเพิ่มเป็น 2.4 ล้านลิตร/วัน ทำให้มีกากเอทานอลที่ออกจากกระบวนการผลิตประมาณ 950,000 ตัน/ปี กากเอทานอลจากมันสำปะหลังมีคุณค่าทางโภชนะคิดเป็นสิ่งแห้ง (dry matter; DM) มีความชื้น 74.92 %, เยื่อใย 35.72%, โปรตีน 7.27%, ไขมัน 1.07%, pH 4.17 และมีส่วนของคาร์โบไฮเดรตอยู่ 40-45% (สุกัญญา และวราพันธุ์, 2552) จากคุณค่าทางโภชนะในกากเอทานอลจากมันสำปะหลัง จะพบว่ามีความชื้นสูง และมีโปรตีนในปริมาณที่ต่ำ เมื่อทิ้งไว้นานจะเกิดการเน่าเสีย และมีกลิ่นเหม็น จากงาน

[1] ภาควิชาสัตว์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002.

* Corresponding author: virote@kku.ac.th

ทดลองของ Oboh and Akindahunsi (2003) พบว่าการหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในกากมันสำปะหลังจาก 4.4% เป็น 10.9% ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการหาแนวทางในการเพิ่มโปรตีน และการเก็บรักษาสภาพของกากเอทานอลโดยการหมักร่วมกับยีสต์ *S. cerevisiae*

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาโดยใช้แผนการทดลองแบบ 3×2×3 factorial in Completely Randomize Design (CRD) มี 3 ปัจจัยทดลอง ประกอบด้วย 1) กากเอทานอล (cassava-ethanol by products, CEB) ต่อกากมันสำปะหลัง (cassava pulp, P) 3 ระดับ คือ 100:0, 60:40 และ 40:60 2) ยูเรีย 2 ระดับคือ 1.0 และ 2.0% และ 3) น้ำตาล 3 ระดับคือ 3.0, 6.0 และ 9.0% โดยมีกระบวนการหมักคือ หมักกากเอทานอลโดยใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* ที่ผ่านการกระตุ้นเชื้อแล้ว ซึ่งวิธีการการกระตุ้นเชื้อยีสต์ มีวิธีการ คือ ใช้ยีสต์ 20 g, น้ำตาล 20 g และใช้น้ำปรับปริมาตร 1000 มล. คนให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ 1 ชม. ก่อนนำไปหมักกากเอทานอลที่เตรียมไว้ (ดัดแปลงจาก กฤษดา, 2551) มีปัจจัยทดลองรวม 18 ทรีทเมนต์ ดังนี้

T1= CEB + ยูเรีย 1.0% + น้ำตาล 3.0%
T2= CEB + ยูเรีย 1.0% + น้ำตาล 6.0%
T3= CEB + ยูเรีย 1.0% + น้ำตาล 9.0%
T4= CEB + ยูเรีย 2.0% + น้ำตาล 3.0%
T5= CEB + ยูเรีย 2.0% + น้ำตาล 6.0%
T6= CEB + ยูเรีย 2.0% + น้ำตาล 9.0%
T7= CEB 60:P40 + ยูเรีย 1.0% + น้ำตาล 3.0%
T8= CEB 60:P40 + ยูเรีย 1.0% + น้ำตาล 6.0%
T9= CEB 60:P40 + ยูเรีย 1.0% + น้ำตาล 9.0%
T10= CEB 60:P40 + ยูเรีย 2.0% + น้ำตาล 3.0%
T11= CEB 60:P40 + ยูเรีย 2.0% + น้ำตาล 6.0%
T12= CEB 60:P40 + ยูเรีย 2.0% + น้ำตาล 9.0%
T13= CEB 40:P60 + ยูเรีย 1.0% + น้ำตาล 3.0%
T14= CEB 40:P60 + ยูเรีย 1.0% + น้ำตาล 6.0%
T15= CEB 40:P60 + ยูเรีย 1.0% + น้ำตาล 9.0%
T16= CEB 40:P60 + ยูเรีย 2.0% + น้ำตาล 3.0%
T17= CEB 40:P60 + ยูเรีย 2.0% + น้ำตาล 6.0%
T18= CEB 40:P60 + ยูเรีย 2.0% + น้ำตาล 9.0%

เก็บข้อมูลในวันที่ 0, 5, 10 และ 15 ของการหมักเพื่อนำมาวิเคราะห์ CP (AOAC, 1985) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยตาราง ANOVA (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม Statistical Analysis System (SAS, 1988)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าระดับโปรตีนในกากเอทานอลหมักยีสต์จะมีปริมาณสูงตามสัดส่วนของกากเอทานอลต่อกากมันสำปะหลัง (ปริมาณโปรตีนในวันที่ 15 ของการหมักเท่ากับ 20.7, 18.6 และ 17.4% ในสัดส่วนของกากเอทานอลต่อกากมันสำปะหลัง100:0, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ) และความเข้มข้นของยูเรีย (ปริมาณโปรตีนในวันที่ 15 ของการหมักเท่ากับ 15.0 และ 22.7 % ในยูเรีย 1.0 และ 2.0% ตามลำดับ) (Table 2) และพบว่าทุกทรีทเมนต์ของกระบวนการหมักจะทำให้มีปริมาณโปรตีนที่สูงขึ้นจากเดิมยกเว้น T1, T14 และ T16 ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีน โดยพบว่าปริมาณโปรตีนจะมีค่าสูงที่สุดในทรีทเมนต์ที่มีการหมักกากเอทานอลด้วยยีสต์ร่วมกับยูเรีย 2.0% และน้ำตาล 6.0% (T5) มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 20.0% เป็น 25.4% ในวันที่ 15 ของการหมัก รองลงมาคือการหมักกากเอทานอลด้วยยีสต์ร่วมกับยูเรีย 2.0% และน้ำตาล 9.0% (T6) มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 19.0% เป็น 24.4% ในวันที่ 10 ของการหมัก และการหมักกากเอทานอลด้วยยีสต์ร่วมกับยูเรีย 2.0% และน้ำตาล 3.0% (T4) ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 20.7% เป็น 24.3% ในวันที่ 15 ของการหมัก (Table 1)

Table 1 Protein content of cassava-ethanol fermented with various sources and different time of fermentation

TRT	day for fermentation				SEM	P- value
	0	5	10	15		
T1	14.2	14.8	14.9	16.3	0.18	0.06
T2	14.0^{c}	15.5^{b}	16.4^{ab}	17.0^{a}	0.12	<0.01
T3	13.2^{c}	15.9^{b}	16.6^{a}	17.1^{a}	0.08	<0.01
T4	20.7^{b}	17.7^{c}	23.8^{a}	24.3^{a}	0.22	<0.01
T5	20.0^{a}	21.8^{b}	23.1^{b}	25.4^{a}	0.22	<0.01
T6	19.0^{b}	23.7^{a}	24.4^{a}	24.2^{a}	0.14	<0.01
T7	14.2^{a}	11.0^{b}	15.4^{a}	15.1^{a}	0.17	<0.01
T8	14.2^{b}	13.4^{b}	15.8^{a}	14.5^{ab}	0.19	0.05
T9	11.8^{b}	14.5^{a}	14.9^{a}	14.6^{a}	0.18	0.01
T10	21.4^{b}	21.8^{b}	22.0^{ab}	22.6^{a}	0.08	0.02
T11	20.5^{c}	22.9^{a}	21.8^{b}	23.4^{a}	0.13	<0.01
T12	19.1^{c}	20.7^{b}	22.1^{a}	21.2^{ab}	0.14	<0.01
T13	13.3^{a}	9.4^{c}	11.6^{b}	13.9^{a}	0.10	<0.01
T14	12.8	13.3	12.6	13.9	0.18	0.18
T15	11.1^{b}	13.3^{a}	11.4^{b}	13.2^{a}	0.15	0.02
T16	19.5	19.7	19.1	21.7	0.27	0.09
T17	17.8^{c}	20.6^{ab}	20.0^{b}	21.0^{a}	0.11	<0.01
T18	18.0^{b}	19.4^{a}	19.9^{a}	20.6^{a}	0.16	0.02

^{*abc} Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05)

Table 2 Protein content of cassava-ethanol fermented with various sources

day/CP	CEB[1] : Pulp(C)				Urea (U)			Sugar (S)				P-value						
	100:0	60:40	40:60	SEM	1.0%	2.0%	SEM	3.0%	6.0%	9.0%	SEM	C	U	S	C*U	C*S	U*S	C*U*S
0	16.8^{*a}	16.8^{a}	15.4^{b}	0.14	13.2^{b}	19.5^{a}	0.12	17.2^{a}	16.5^{b}	15.3^{c}	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	0.09	0.07	0.34
5	18.2^{a}	17.4^{b}	15.9^{c}	0.14	13.4^{b}	20.9^{a}	0.12	15.7^{b}	17.9^{a}	17.9^{a}	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
10	19.8^{a}	18.6^{b}	15.7^{c}	0.13	14.4^{b}	21.8^{a}	0.10	17.8^{b}	18.2^{a}	18.2^{a}	0.13	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.14
15	20.7^{a}	18.5^{b}	17.3^{c}	0.14	15.0^{b}	22.7^{a}	0.11	18.9^{a}	19.2^{a}	18.4^{b}	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	0.63	0.04	0.03	0.11

^{*abc} Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05)

CEB [1]: cassava-ethanol by products

สรุป

จากการศึกษาการเพิ่มโปรตีนในกากเอทานอลจากมันสำปะหลังด้วยวิธีการหมัก พบว่าการหมักกากเอทานอลด้วยยีสต์ร่วมกับยูเรีย 2.0% และน้ำตาล 6.0% เป็นเวลา 15 วัน ทำให้โปรตีนเพิ่มขึ้น 27% (จาก 20.0 เป็น 25.4%) ส่วนการหมักกากเอทานอลด้วยยีสต์ร่วมกับยูเรีย 2.0% และน้ำตาล 9.0% เป็นเวลา 10 วัน ทำให้โปรตีนเพิ่มขึ้น 22% (จาก 19.0 เป็น 24.4%) และการหมักกากเอทานอลด้วยยีสต์ร่วมกับยูเรีย 2.0% และน้ำตาล 3.0% เป็นเวลา 15 วัน ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น 14.8%(จาก 20.7% เป็น 24.3%) ตามลำดับ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และขอขอบคุณสถานีทดลองและฝึกอบรมเกษตรกรรมร้อยเอ็ด ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

กฤษดา บุญนพ. 2551. การศึกษากระบวนการผลิตและการใช้ประโยชน์ของโปรตีนจากมันเส้นหมักยีสต์ต่อกระบวนการหมักการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนและความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะใน*สัตว์เคี้ยวเอื้อง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และวราพันธ์ จินตณวิชญ์. 2552. การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากมันสำปะหลัง.ศูนย์ ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

AOAC. 1985. Official Methods of Analysis. Association Official Analysis Chemist. Washington, DC.

Oboh, G., and A. A. Akindahunsi. 2003. Biochemical changes in cassava products (flour & gari) subjected to *Saccharomyces cerevisae* solid media fermentation. Food Chem. 82:599–602.