

การใช้ exogenous fibrolytic enzyme เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของสิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซิตริกในโคเนื้อคัดทิ้ง

Use of exogenous fibrolytic enzyme to increase the utilization of citric waste in culled beef cattle

ชานนท์ สุนทรา^{1*} และ สุทธิพงษ์ อูริยะพงศ์สรณ์¹
 Chanon suntara^{1*} and Suthipong uriyapongson¹

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซิตริก หมักด้วยเอนไซม์ย่อยเยื่อใยผสมในสูตรอาหารชั้นต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซากของโคพื้นเมืองเพศเมียคัดทิ้งจำนวน 16 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว จัดในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ให้อาหารชั้นที่มีพลังงาน 2.8 Mcal/kgDM โปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ตามความต้องการของโค อาหารชั้นมีส่วนผสมของสิ่งเหลือทิ้งๆ ผ่านการหมักที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม 28 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิใจกลางถึงหมักประมาณ 36 องศาเซลเซียส) ด้วยเอนไซม์ย่อยเยื่อใย หลังการหมักตากสิ่งเหลือทิ้งๆ ให้แห้งแล้วผสมในสูตรอาหารชั้นทดแทนข้าวโพดที่ระดับ 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ให้อาหารชั้นและฟางข้าวแบบเต็ม (ad libitum) บันทึกข้อมูลการกินได้และสมรรถนะการเจริญเติบโตทำการ เลี้ยงโคนาน 120 วันเมื่อครบระยะเวลาโคเข้ามาโดยมีการตัดแต่งซากแบบไทย บันทึกน้ำหนักก่อนฆ่า องค์ประกอบซาก (เนื้อแดง เนื้อสันนอก เนื้อสันใน ฯ) องค์ประกอบของร่างกาย (โครงกระดูก หัว ฯ) เพื่อประเมินน้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซาก วัดความหนาไขมันสันหลังและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ผลการศึกษาพบว่าสมรรถนะด้านการเจริญเติบโตมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละกลุ่ม (P>0.05) การใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ หมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ช่วยเพิ่มน้ำหนักซากอุ่นได้ แต่การเสริมสิ่งเหลือทิ้งๆ ในสูตรอาหารทำให้ปริมาณเนื้อสันนอกลดลง (P<0.01) ลักษณะซากอื่นๆ นอกจากนี้มีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05)

คำสำคัญ: สิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซิตริก เอนไซม์ โคเนื้อคัดทิ้ง ลักษณะซาก

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effect of citric waste fermentation with exogenous fibrolytic enzyme (CWF) in concentrate diets on performance and carcass characteristics of culled beef cattle. Sixteen female cattles were randomly allotted into 4 treatments and 4 replications according to the completely randomized design experiment. The diets were formulated to contain metabolizable energy 2.8 Mcal/kgDM and 12% crude protein according to requirement of cattles. CWF was fermented with exogenous fibrolytic enzyme, dried and added to replace corn at 0, 10, 20 and 30%, respectively. Concentrate diet and rice straw were fed *ad libitum*. Feed intake (FI) and weight gain were recorded to determine average daily gain (ADG) and feed per gain (FCR). Feeding trail was lasted for 120 days and all were slaughtered. After thai style meat cuttings slaughtered weight, carcass composition (red meat, loin, tender loin etc.) body composition (skeletal bone, head etc.) were recorded to determine hot carcass weight (HCW), dressing percentage, fat thickness and loin eye area. The results showed that performance had similar among treatments (P>0.05). Replace of 10% CWF in the diet increase HCW but CWF in diet reduced loin muscle (P<0.01) while other characteristics were not difference (P>0.05).

Keywords: ctric waste, exogenous fibrolytic enzyme, culled beef cattle, carcass characteristics

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Animal science, Faculty of Agriculture, KhonKaen University, KhonKaen 4002, Thailand

* Corresponding author: 5250500216@stdmail.kku.ac.th

บทนำ

สิ่งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตกรดซัลฟูริกสามารถนำมาเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการที่เพียงพอ (ประพันธ์ศิลป์, 2551: สุทธิพงษ์, 2553) อย่างไรก็ตามวัตถุดิบเหล่านี้มักใช้ได้ในปริมาณต่ำ (ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้เพราะเยื่อใยที่มีอยู่สูง ซึ่งจะจำกัดการใช้ประโยชน์ได้ในตัวสัตว์ การปรับสภาพของสิ่งเหลือทิ้งๆ ด้วยเอนไซม์น่าจะทำให้การใช้ประโยชน์ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาการใช้เอนไซม์เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของสิ่งเหลือทิ้งๆ โดยการทดแทนข้าวโพดในอาหารชั้น เอนไซม์กลุ่ม cellulase ทำหน้าที่ในการตัดพันธะ Beta-1-4 glucan หรือ Cellulose ได้ซึ่งจะทำให้ได้น้ำตาล glucose ขณะที่เอนไซม์กลุ่ม Hemicellulase ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เอนไซม์ Xylanase ในการย่อย matrix polysaccharide ทำให้ได้น้ำตาล xylose ซึ่งผลจากการใช้เอนไซม์ทั้งสองชนิดนี้จะช่วยลดปริมาณเยื่อใยได้แก่ cellulose และ hemicellulose ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ของสัตว์เพิ่มขึ้น

วิธีการศึกษา

ใช้โคพื้นเมืองเพศเมียคัดทิ้งน้ำหนักประมาณ 154.4 ± 17 กิโลกรัม จำนวน 16 ตัว อาหารชั้นที่ใช้มีส่วนผสมของสิ่งเหลือทิ้งๆ ที่ผ่านการหมักด้วยเอนไซม์ย่อยเยื่อใยที่ประกอบด้วย Xylanase 440×10^6 U/kg, Glucanase 170×10^6 U/kg จากเชื้อ *Bacillus lentus* และ *Trichoderma longibrachiatum* ตามลำดับ ปริมาณของเอนไซม์ที่ใช้คือ 0.2 kg/ton ของสิ่งเหลือทิ้งๆ ละลายในน้ำกลั่นแล้วผสมกับสิ่งเหลือทิ้งๆ หมักนาน 24 ชั่วโมงและตากแห้ง ก่อนที่จะนำไปผสมในอาหารชั้นที่ระดับ 0 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนข้าวโพด โดยอาหารชั้นที่ใช้มีพลังงาน 2.8 Mcal/kgDM และโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2551) ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่มแต่ละกลุ่มใช้โคจำนวน

4 ตัว ให้อาหารชั้นและฟางข้าวแบบเต็มที่ (*ad libitum*) บันทึกปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน ซึ่งน้ำหนักเพื่อหาอัตราการเจริญเติบโต (ADG) ทุกเดือน และหาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) เลี้ยงโคนาน 120 วัน เมื่อครบระยะเวลาโคเข้าฆ่าโดยมีการตัดแต่งแบบไทย บันทึก น้ำหนักก่อนฆ่า องค์กรประกอบซากได้แก่ เนื้อแดง เนื้อสันนอก เนื้อสันใน เนื้อพื้นท้อง องค์กรประกอบของร่างกาย เช่น ไคโรกระดูก หนัง หัว เพื่อประเมินน้ำหนักซากกุ่ม (การตัดแต่งแบบไทยไม่สามารถที่จะชั่งซากได้ทั้งหมดจึงอาศัยการประเมินจากชิ้นส่วน) วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ซาก วัดความหนาไขมันสันหลังและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test เปรียบเทียบแนวโน้มของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Orthogonal polynomial Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ด้านสมรรถนะการเจริญเติบโต พบว่าอาหารชั้นที่มีสัดส่วนของสิ่งเหลือทิ้งๆ ที่ผ่านการหมักเป็น องค์กรประกอบไม่มีผลต่อค่าสังเกตส่วนใหญ่ ได้แก่ น้ำหนักที่เพิ่ม การกินได้รวม ADG และ FCR ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของสิ่งเหลือทิ้งๆ นั้นมีผลในการเพิ่มการใช้ประโยชน์ใน ตัวสัตว์ได้ สอดคล้องกับการทดลองของ สุทธิพงษ์ และคณะ 2554 ที่ใช้ต่าง (NaHCO_3) ปรับสภาพสิ่งเหลือทิ้งๆ ในสูตรอาหารชั้นส่งผลให้สามารถใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ ได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารชั้น และลดต้นทุนการผลิตในโคเนื้อหลังหย่านม แตกต่างจากการใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ ที่ไม่ผ่านการหมักในอาหารชั้นของประพันธ์ศิลป์ (2551) ทดลองในโคลูกผสมพื้นเมืองหลังหย่านมพบว่าสิ่งเหลือทิ้งๆ มีผลทำให้น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่ม การกินได้ของอาหารชั้นอาหารทั้งหมดและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันลดลงเมื่อเพิ่มระดับของสิ่งเหลือทิ้งๆ มากขึ้น (10-30%)

($P < 0.05$) คล้ายกับ พิทักษ์ (2553) ที่ใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ ในอาหารผสมสำเร็จ พบว่าการกินได้มีแนวโน้มลดลง 7.4 เปอร์เซ็นต์ (ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร) จากกลุ่มควบคุม ผลของสิ่งเหลือทิ้งๆ หมักต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตแสดงใน Table 1 นอกจากนี้ การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพสิ่งเหลือทิ้งๆ แล้วทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารสุกรของ สรรณัฐ (2540) ทำให้สมรรถนะการเจริญเติบโตและปริมาณเนื้อแดงใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม การปรับปรุงคุณภาพสิ่งเหลือทิ้งๆ ทำให้เพิ่มปริมาณสิ่งเหลือทิ้งๆ ในสูตรอาหารสัตว์เพื่อทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยเฉพาะข้าวโพดได้มากขึ้นโดยให้ผลใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามการใช้เอนไซม์ปรับปรุงสิ่งเหลือทิ้งๆ ในอาหารสุกรยังมีข้อมูลน้อยอยู่

ด้านลักษณะซาก การใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ ที่หมักด้วยเอนไซม์แล้วผสมในสูตรอาหารชั้นระดับต่างๆ มีผลต่อน้ำหนักซากอุนที่แตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยน้ำหนักซากอุนมีค่าสูงที่สุด (101.34 กก.) เมื่อมีสิ่งเหลือทิ้งๆ หมักกับเอนไซม์ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ขณะที่ระดับอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม น้ำหนักซากอุนจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อระดับของสิ่งเหลือทิ้งๆ มากขึ้นจนกระทั่งระดับของสิ่งเหลือทิ้งๆ มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักซากอุนจะลดลง เนื้อสันนอกมีปริมาณลดลงในโคที่ใช้อาหารที่มีสิ่งเหลือทิ้งๆ หลังหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) กลุ่มควบคุมมีปริมาณเนื้อสันนอกมากที่สุด การใช้

สิ่งเหลือทิ้งๆ หมัก 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร จะทำให้ปริมาณเนื้อสันนอกลดลงและจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อสิ่งเหลือทิ้งๆ หมักอยู่ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นปริมาณเนื้อสันนอกจะลดลงอีกครั้งเมื่อมีสิ่งเหลือทิ้งๆ หมักในสูตรอาหารที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ($P_{\text{cubic}} < 0.05$) สำหรับการลดลงนั้นยังไม่เป็นที่แน่ชัดซึ่งแตกต่างจากงานทดลองที่ใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ อื่นๆ (ประพันธ์ศิลป์, 2551; พิทักษ์, 2553; สุทธิพงศ์และคณะ 2553) ที่สิ่งเหลือทิ้งๆ ไม่มีผลต่อเนื้อสันนอกแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามปริมาณ เนื้อสันใน ความหนาไขมันสันหลังและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันใกล้เคียงกันในทุกกลุ่ม การทดลอง ($P > 0.05$) ผลของสิ่งเหลือทิ้งๆ หมักต่อลักษณะซากแสดงใน Table 2

สรุปผลการทดลอง

การหมักสิ่งเหลือทิ้งๆ ด้วยเอนไซม์ช่วยให้การกินได้และสมรรถนะของสัตว์ดีขึ้นเมื่อเทียบกับงานทดลองอื่น การทดลองในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าสิ่งเหลือทิ้งๆ สามารถทดแทนข้าวโพดได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารชั้นสำหรับโคเนื้อโดยไม่ส่งผลต่อการใช้ประโยชน์ของสัตว์และเป็นการลดต้นทุนค่าอาหารได้นอกจากนี้ด้านการผลิตการใช้สิ่งเหลือทิ้งๆ หมักด้วยเอนไซม์ 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารชั้นช่วยเพิ่มน้ำหนักซากอุนได้ 11 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณเนื้อสันนอกจะลดลง

Table 1 Effect of fermented citric waste with enzyme in the diets on performance of culled beef cattles

Item	CW Fermented				SEM	P-value	L	Q	C
	0	10	20	30					
Live wt, kg									
Initial weight,kg	166.7	148.5	153.7	149.1	8.62	0.43	0.24	0.44	0.41
Final weight, kg	221.2	227.6	213.8	201.8	11.19	0.43	0.18	0.43	0.66
Weight gain, kg	54.43	79.13	60.10	52.70	8.85	0.18	0.55	0.09	0.19
DM intake (Total), kg/d	5.08	5.50	5.19	4.97	0.29	0.62	0.63	0.30	0.54
%Body wieght (BW)	2.48	2.56	2.58	2.65	0.14	0.85	0.40	0.96	0.86
Average Daily Gain, kg/d	0.61	0.66	0.50	0.44	0.07	0.16	0.05	0.44	0.37
Feed Conversion Ratio	9.27	9.31	12.06	13.65	1.18	0.07	0.01	0.60	0.45

Table 2 Effect of fermented citric waste with enzyme on slaughter weight and carcass characteristic

ITEM	CW Fermented				SEM	P-value	L	Q	C
	0	10	20	30					
Slaughter weight, kg	211.8	221.6	205.4	187.9	14.11	0.42	0.19	0.35	0.70
Hot Carcass weight, kg	90.89 ^{ab}	101.34 ^a	89.96 ^{ab}	79.06 ^b	4.79	0.04	0.05	0.05	0.32
Dressing percentage	41.63	44.83	42.59	40.99	1.47	0.31	0.54	0.13	0.37
Red meat (%) ¹	34.78	33.42	35.63	37.71	2.34	0.63	0.31	0.48	0.73
Loin (%) ¹	13.62 ^a	11.35 ^b	12.13 ^b	11.72 ^b	0.39	<0.01	0.02	0.03	0.03
Tender loin (%) ¹	3.37	3.10	3.18	3.46	0.21	0.61	0.74	0.21	0.87
Fat thickness, cm ²	0.25	0.33	0.20	0.20	0.04	0.22	0.20	0.42	0.13
Longissimus eye area, cm ²	64.40	66.26	70.43	61.10	9.58	0.92	0.90	0.57	0.72

^{abc}อักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, CW หมายถึง สิ่งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตกรดซิตริก

1 เทียบกับน้ำหนักซาก

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ “ทุนวิจัยสำหรับคณาจารย์บัณฑิตศึกษาเพื่อให้สามารถรับนักศึกษาที่มีความสามารถและศักยภาพสูงเข้าศึกษาในหลักสูตรและทำวิจัยในสาขาที่อาจารย์มีความเชี่ยวชาญ” บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีการศึกษา 2551 ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และบริษัทไทยซิตริก แอสิด ที่เอื้อเฟื้อวัตถุดิบหลักเพื่อการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2551. ความต้องการโภชนาของโคเนื้อในประเทศไทย. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. กรุงเทพฯ.
- ประพันธ์ศิลป์ ภาพิลา. 2551. ผลของการใช้สิ่งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตกรดซิตริกในสูตรอาหารชั้น ต่อปริมาณการกินได้ การเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และคุณภาพเนื้อของโคเนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิทักษ์ ค่ายศ. 2553. การย่อยได้และแนวทางการใช้ประโยชน์ของสิ่งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตกรดซิตริกเพื่อเป็นอาหารผสมสำเร็จในโคพื้นเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สรณัฐ พยอมบน. 2540. การใช้ผลพลอยได้ของกรดซิตริกเป็นวัตถุดิบพลังงานในอาหารสุกร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุทธิพงศ์ อูริยะพงศ์สรรค์, ฉลอง วชิราภากร, ไชยณรงค์ นาวานุเคราะห์, เวชสิทธิ์ โทบุตร และชานนท์ สุนทรา. 2553. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การปรุงแต่งสิ่งเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตกรดซิตริกด้วยไซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อเป็นแหล่งอาหารโคเนื้อ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principle and Procedures of Statistic: Mcgraw-Hill Book Company, New York.