

ผลการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกากมันฝรั่งในอาหารชั้นร่วมกับการกรอกสารละลายไอโอดีน ต่อสมรรถภาพการผลิตและฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ในพลาสมาของแพะเนื้อรุ่น

Effect of Dietary Substitution Mustard Cake for Soy Bean Meal in Concentrate with Oral Iodine Solution Application on Production Performances and Plasma Thyroid Hormones in Growing Meat Goats

ศักดิ์ดา กลิ่นสุคนธ์^{1*} และ นฤมล แก้วสุทธิพล¹

Sakda Klinsukon^{1*} and Naruamon Kaewsudtipon¹

¹สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ จังหวัดชลบุรี

E-mail : sakglin@gmail.com โทร 081-7565142

บทคัดย่อ

การศึกษาการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกากมันฝรั่งในอาหารชั้นร่วมกับการกรอกสารละลายไอโอดีนต่อสมรรถภาพการผลิตและฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ (ไตรไอโอดิไทโรนินและไทรอกซีน) ในพลาสมาของแพะเนื้อรุ่น โดยใช้แพะลูกผสมอายุ 3 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 10.7±0.22 กิโลกรัม จำนวน 35 ตัว สุ่มเป็น 7 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว จัดกลุ่มการทดลองแบบ 3 x 2 แฟคทอเรียล (+1 กลุ่มควบคุม) ในแผนแบบสุ่มตลอด ใช้กากมันฝรั่งทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนกากถั่วเหลืองร่วมกับการกรอกไปตัสเซียมไอโอดีด์ทางปาก ระดับ 0 และ 0.25 มิลลิกรัมต่อตัวต่อวัน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งใช้กากถั่วเหลือง 20 เปอร์เซ็นต์ อาหารทุกกลุ่มมีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ แพะทุกกลุ่มได้รับอาหารชั้น 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และเสริมหญ้าแพงโกลาแห้งเต็มที่ตลอดการทดลอง 90 วัน ผลการทดลองพบว่าการใช้กากมันฝรั่งระดับทั้งกรอก และไม่กรอกไอโอดีนไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ ($P>0.05$) การใช้กากมันฝรั่งทดแทนกากถั่วเหลืองมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และไม่กรอกไอโอดีนมีผลทำให้แพะกินอาหารชั้นลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้กากมันฝรั่งระดับเดียวกันแต่ไม่กรอกไอโอดีนพบว่ากรอกไอโอดีนทำให้แพะกินอาหารชั้นเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มไม่กรอกไอโอดีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มไม่กรอกไอโอดีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และกลุ่มที่ใช้กากมันฝรั่งทดแทนกากถั่วเหลือง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการกรอกไอโอดีนมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด การใช้กากมันฝรั่งทดแทนกากถั่วเหลืองทุกระดับทั้งกรอก และไม่กรอกไอโอดีนมีต้นทุนต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) นอกจากนี้ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระดับฮอร์โมนไตรไอโอดิไทโรนินอิสระ (FT_3) ลดลงตามระดับกากมันฝรั่งที่ใช้เพิ่มขึ้น ระดับไทรอกซีนอิสระ (FT_4) ของทุกกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุม การกรอกไอโอดีนมีผลทำให้ระดับฮอร์โมน FT_3 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.02$) และระดับ FT_4 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้กากมันฝรั่งระดับเดียวกันแต่ไม่กรอกไอโอดีน จากการทดลองสรุปได้ว่าการใช้กากมันฝรั่งทดแทนกากถั่วเหลือง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ในอาหารแพะร่วมกับการกรอกไอโอดีน ทำให้สมรรถภาพการผลิตดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

คำสำคัญ : กากมันฝรั่ง ไอโอดีน สมรรถภาพการผลิต ไตรไอโอดิไทโรนินอิสระ ไทรอกซีนอิสระ

Abstract

The effect of substitution mustard cake for soy bean meal (SBM) in concentrate with oral iodine solution application on production performances and plasma thyroid hormones (triiodothyronine and thyroxine) in growing meat goat was investigated. Thirty-five, 3 months-old male crossbred meat goats (average BW 10.7 ± 0.22 kg) were randomly divided into 7 groups with five animals for each. The experiment was assigned in 3×2 factorial with one control in CRD. The level of substitution mustard cake for SBM in concentrate were 50, 75, 100% and oral iodine supplementation were 0 and 0.25 KI mg/head/day and control was concentrate with 20% SBM as major protein source. All animals were fed with concentrate at 2 % of BW and Pangola hay was offered ad libitum for 90 days. Result showed that roughage consumption was not significantly affected by treatments ($P > 0.05$). Without oral iodine supplementations, more than 50 % mustard cake substitution for SBM were lower concentrate intake than the control ($P > 0.05$). At each level of mustard cake substitution for SBM, oral iodine supplementation significantly increased concentrate intake, average daily ($P < 0.01$) and significantly improved feed conversion ratio ($P < 0.05$) when compared to those fed the same level of mustard cake but no iodine supplementation. Significantly different average daily and the highest groups were those fed with 50 and 75 % mustard cake substitution for SBM with oral iodine supplementation. All mustard treatment groups both with and without iodine supplementation had highly significant lower feed cost per gain than the control ($P < 0.01$). In addition the results showed that the higher level of mustard cake substitution for SBM, the lower of plasma free triiodothyronine (FT_3). Plasma free thyroxine (FT_4) in all mustard treatment groups both with and without iodine supplementation were significant lower than the control ($P < 0.03$). Oral iodine supplementation significant increased FT_3 ($P < 0.02$) and FT_4 ($P < 0.01$) when compared to those fed the same level of mustard cake but no iodine supplementation. It can be concluded that 50% - 75% mustard cake with iodine supplementation be substituted for SBM in concentrate for growing meat goats and resulted in better performances than the control.

Keywords : mustard cake, iodine, performances, free triiodothyronine (FT_3), free thyroxine (FT_4)

1. บทนำ

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่ปรับตัวได้ดีในทุกสภาพพื้นที่ อาหารของแพะ ได้แก่ หญ้า ใบไม้ หรือ ผลพลอยได้ทางการเกษตร การศึกษาหาแหล่งวัตถุดิบที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรม เพื่อเป็นแหล่งอาหารเสริมสำหรับการเลี้ยงแพะเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดต้นทุนค่าอาหารให้แก่เกษตรกร ในประเทศไทยมีการใช้เมล็ดมัสตาร์ดผลิตน้ำมันหอมระเหย และมีปริมาณกากมัสตาร์ดที่เหลือเป็นจำนวนมาก เมล็ดมัสตาร์ดมีน้ำมันประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ หลังจากสกัดน้ำมัน และสกัดสารให้ความเผ็ดร้อนออกแล้ว ส่วนของกากยังมีคุณค่าทางอาหารที่สูงสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ (Anonymous, 2011) กากมัสตาร์ดที่ได้จากการบีบอัดน้ำมัน (mustard press cake) ในกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล มีไขมัน โปรตีน และความชื้นเท่ากับ 12.39, 33.96 และ 6.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Thacker and Petri, 2009) Dolan *et. al.* (2010) รายงานว่าสารยับยั้งคุณค่าทางอาหารที่สำคัญ ในกากมัสตาร์ด ได้แก่ กลูโคซิโนเลท (glucosinolate) ซึ่งมีโครงสร้างหลักของโมเลกุลเป็นกลุ่ม β -d-thiogluucose

และ sulfonated oxime ซึ่งจับกับ side chain ที่ต่างกันทำให้มีอนุพันธ์ของกลูโคซิโนเลทหลายชนิด กลูโคซิโนเลทเมื่อสลายตัวจะให้สาร thiocyanate, isothiocyanates, nitriles ฯลฯ ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดความเป็นพิษ บางชนิดมีผลทำให้สัตว์กินอาหารลดลง บางชนิดเหนียวทำให้สัตว์มีอาการขาดไอโอดีน โดยพบว่าไอโอดีนจะเข้าสู่ต่อมไทรอยด์โดยวิธี active transport ผ่านทาง sodium-iodine symporter (NIS) ซึ่งเป็นโปรตีนที่อยู่ใน basolateral surface ของเซลล์บุผิวต่อมไทรอยด์ (thyroid epithelial cell) และสาร thiocyanate มีผลไปยับยั้ง NIS (จิตราภานต์, 2554) ซึ่งพบว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถทนต่อกลูโคซิโนเลทได้ดีกว่าสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง Tripathi และ Mishra (2007) รายงานว่าการลดความเป็นพิษของกลูโคซิโนเลทที่มีประสิทธิภาพคือ การแช่น้ำในอัตราส่วน 1 : 5 (w/v) นาน 12 ชั่วโมง Pattanaik *et. al.* (2001) ศึกษาการใช้กากมันฝรั่ง (*Brassica juncea*) เป็นแหล่งโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารแพะร่วมกับการเสริมไอโอดีนในระดับ 0, 0.050 และ 0.075 มก. ต่อตัวต่อวัน พบว่าปริมาณอาหารที่กิน การย่อยได้ของโภชนะ และการสะสมไนโตรเจนในร่างกายของแพะ ทั้งสามกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และพบว่าระดับของ ฮอร์โมนไทรไอโอดไทโรนีน (triiodothyronine ; T_3) และฮอร์โมนไทรอกซีน (thyroxine ; T_4) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยกากมันฝรั่งในอาหารชั้นในอาหารแพะเนื้อที่ได้รับการเสริมสารละลายไอโอดีนใน อาจเป็นวิธีการหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากกากมันฝรั่งเป็นอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิธีการทดลอง

การทดลองใช้กากมันฝรั่งจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันหอมระเหยในจังหวัดนครนายก ซึ่งมีความชื้นมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ นำมาลดความชื้นโดยการตากแดดให้แห้งแล้วนำไปบดให้ละเอียด เพื่อวิเคราะห์หาคุณค่าทางเคมีโดยวิธี Proximate Analysis (AOAC, 1990) และนำมาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารชั้น ทดลองใช้แพะเนื้อลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง x พันธุ์บอร์ (50:50) เพศผู้อายุ 3 เดือน ผ่านการถ่ายพยาธิแล้ว น้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 10.7 ± 0.29 กิโลกรัม จำนวน 35 ตัว สุ่มแพะออกเป็น 7 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว แต่ละหน่วยทดลอง ใช้แพะเพศผู้ 1 ตัว แยกเลี้ยงเดี่ยวในกรงทดลอง (วางแผนการทดลองแบบ 3×2 factorial with one control in CRD) จำนวน 5 ตัว โดยกำหนดให้

ปัจจัยที่ 1 : ระดับกากมันฝรั่งที่ใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารชั้น มี 3 ระดับ คือ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของกากถั่วเหลือง

ปัจจัยที่ 2 : กรอกโบทัสเซียมไอโอดีนทางปากมี 2 ระดับ คือ 0 และ 0.25 มิลลิกรัมต่อตัวต่อวัน (ที่ความเข้มข้น 0.025 เปอร์เซ็นต์)

โดยมีกลุ่มควบคุมเป็นแพะซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารชั้นที่มีกากถั่วเหลือง 20 เปอร์เซ็นต์เป็นแหล่งโปรตีนหลัก ส่วนประกอบของอาหารทดลอง และคุณค่าทางโภชนาการแสดงในตารางที่ 1 แพะแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารชั้น 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน และให้หญ้าแพนโกลาแห้งกินเต็มที่พร้อมน้ำดื่มสะอาดทุกวัน จากการวิเคราะห์หญ้าแห้งแพนโกลามีวัตถุแห้ง 90.88 % และโปรตีน 10.58 % ของวัตถุแห้ง และจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ของหญ้าแห้งแพนโกลาในแกะมีค่าเท่ากับ 8.08 เมกะจูลต่อกิโลกรัมของวัตถุแห้ง (Tikam *et. al.*, 2010) และ Watson and Norton (1982) รายงานว่าแกะ และแพะมีประสิทธิภาพเท่ากันในการกิน การย่อย และใช้ประโยชน์จากหญ้าแห้งแพนโกลาที่ไม่แก่ แต่แพะสามารถย่อยอินทรีวิัตถุ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) ในหญ้าแห้งแพนโกลาที่แก่ได้สูงกว่าแกะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก่อนเริ่มการเก็บข้อมูล 1 สัปดาห์จะปรับเปลี่ยนจากอาหารเดิมที่เคยได้รับมาเป็นอาหารทดลอง ระยะเวลาทดลองนาน 90 วัน สัปดาห์สุดท้ายของการทดลองเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำบริเวณคอ เพื่อนำมาหาปริมาณฮอร์โมนไทรไอโอดไทโรนีนอิสระ (free triiodothyronine; FT_3) และระดับไทรอกซีนอิสระ (free thyroxine; FT_4) โดยวิธี Enhanced Chemiluminescence Enzyme Immunoassay (CMIA)

วิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance; ANOVA) โดยใช้น้ำหนักเริ่มต้นทดลองเป็นตัวแปรร่วม (Co-variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan New's Multiple Range Test; DMRT. (Steel and Torrie, 1984)

3. ผลการทดลอง

การศึกษาการใช้กากมัสตาร์ดทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้ที่ระดับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารแพะร่วมกับการกรอกให้สารละลายไอโอดีนทางปากที่ระดับ 0 และ 0.25 มิลลิกรัม ต่อตัวต่อวันเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว และปริมาณอาหารที่กินได้ดังตารางที่ 2

Table 1 Compositions and nutritive value of experimental diets

Ingredients	control	Level of mustard cake substitution (%)		
		50	75	100
Corn	48	49	50	51.8
Rice bran	17.6	17.5	15.5	13.5
Mustard cake*	-	10	15	20
molasses	5.20	4.00	4.80	4.80
Soy bean meal	20	10	5	0
Oyster shell	2.70	2.70	2.60	2.55
urea	-	0.30	0.60	0.80
salt	1	1	1	1
Premix**	5	5	5	5
NH ₃ Cl	0.50	0.50	0.50	0.50
Total (kg)	100	100	100	100
Nutritive value Crude protein	16.0	16.0	16.0	16.0
ME (เมกะจูลต่อกิโลกรัม)	10.66	10.59	10.56	10.56
Calcium (%)	1.17	1.18	1.16	1.15
Av. Phosphorous (%)	0.57	0.60	0.58	0.57

Remark * Mustard cake consisted of 35.97% crude protein, 26.36% ether extract and 5.43% crude fiber on air dry basis.

** Supplied per Kg diet : Vitamin A 10,000 IU., D3 2,000 IU., E 10 mg, Cu 10 mg, I 25 mg, Fe 22.5 mg, Mn 25 mg and Zn 52 mg

น้ำหนักเริ่มต้น พบว่าสัตว์ทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นของทุกกลุ่มเฉลี่ยตัวละ 10.7 ± 0.29 กิโลกรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 90 วัน พบว่าแพะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) คือกลุ่มที่มีน้ำหนักสูงสุดได้แก่กลุ่มที่ได้รับกากมัสตาร์ดทดแทนกากถั่วเหลือง 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีน แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับกากมัสตาร์ด 75 เปอร์เซ็นต์ กรอกไอโอดีน คือ เท่ากับ 23.6 และ 22.6 กิโลกรัม (ตามลำดับ) พบว่ากลุ่มที่ได้รับกากมัสตาร์ด 50 และ 75 ไม่กรอกไอโอดีนและได้รับกากมัสตาร์ด 100 เปอร์เซ็นต์ กรอกไอโอดีน มีอัตราการเจริญเติบโตไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม คือ เท่ากับ 21.8, 21.0, 21.2 และ 20.5 กิโลกรัม ตามลำดับ ($P > 0.05$) กลุ่มที่มีน้ำหนักตัวต่ำสุด คือ กลุ่มที่ได้รับกากมัสตาร์ดทดแทนกากถั่วเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่กรอกไอโอดีน มีค่าเท่ากับ 19.2 กิโลกรัม

ปริมาณการกินอาหารหยาบ พบว่าระดับของการใช้กากมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลือง การกรอกไอโอดีน และการใช้กากมีสตาร์ตร่วมกับกรอกไอโอดีน ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินหญ้าแพนโกลาแห้งเป็นอาหารหยาบ ($P>0.05$) ช่วงทดลอง 1-30, 31-60, 61-90 และ 1-90 วันของการทดลอง ตามตารางที่ 2

ปริมาณการกินอาหารข้น พบว่ากลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทุกกลุ่มที่เสริมไอโอดีนและกลุ่มควบคุมมีปริมาณการกินได้ของอาหารข้น ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งต่างจากกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตแต่ไม่เสริมไอโอดีน ($P<0.05$) อย่างมีนัยสำคัญในช่วงทดลอง 1-30 วันและพบว่าการกรอกไอโอดีน มีผลทำให้ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้นวันที่ 1-90 ของการทดลอง แต่พบว่าทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 31-60 และ 61-90 ตามตารางที่ 2

ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง พบว่าสัตว์ได้รับวัตถุแห้งจากทั้งอาหารหยาบและอาหารข้น (กรัมต่อตัวต่อวัน) และปริมาณวัตถุแห้งที่ได้รับ เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และพบว่าการกรอกไอโอดีนในแพะที่ได้รับกากมีสตาร์ต มีแนวโน้มให้สัตว์กินอาหารมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับไอโอดีน ($P<0.10$)

ปริมาณโปรตีนที่ได้รับจากอาหารหยาบและอาหารข้น พบว่าแพะในกลุ่มควบคุมได้รับโปรตีนจากอาหารหยาบต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และแพะกลุ่มควบคุมกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนที่ระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ทั้งเสริมและไม่เสริมไอโอดีนและกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนที่ 100 เปอร์เซ็นต์เสริมไอโอดีน ได้รับปริมาณโปรตีนจากอาหารข้นไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) คือ อยู่ระหว่าง 68.9-76.6 กรัมต่อตัวต่อวัน แต่พบว่าแพะกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนที่ 100 เปอร์เซ็นต์ไม่เสริมไอโอดีนได้รับโปรตีนจากอาหารข้นต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 59.4 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งแสดงถึงการกรอกไอโอดีนมีผลทำให้สัตว์ที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลืองระดับสูง ได้รับโปรตีนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้กรอกไอโอดีน ($P<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบผลรวมของโปรตีนที่แพะได้รับจากอาหารหยาบ และอาหารข้นพบว่าการกรอกไอโอดีนมีผลทำให้แพะได้รับโปรตีนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนแพะที่ได้รับปริมาณโปรตีนต่ำสุด คือ กลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนที่ 75 เปอร์เซ็นต์ ไม่ได้รับไอโอดีนเท่ากับ 59.4 กรัมต่อตัวต่อวัน

ปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เมื่อเปรียบเทียบระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แพะได้รับจากอาหารหยาบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง ($P>0.05$) และพบว่าพลังงานที่ได้รับจากอาหารข้น และพลังงานจากอาหารหยาบรวมกับอาหารข้นของแพะกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลืองที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่กรอกไอโอดีนได้รับพลังงานน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์ได้รับไอโอดีน กลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตที่ 50 เปอร์เซ็นต์กรอกไอโอดีน และกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตที่ 50 เปอร์เซ็นต์ไม่กรอกไอโอดีน ($P>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แพะกลุ่มควบคุม แพะกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลือง 50 เปอร์เซ็นต์ที่กรอกและไม่กรอกไอโอดีน และแพะกลุ่มที่ได้รับการมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลือง 75 เปอร์เซ็นต์ที่กรอกและไม่กรอกไอโอดีน ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์ได้รับไอโอดีน คือ มีค่าเท่ากับ 5.98, 6.09, 5.92, 6.33, 6.31 และ 6.10 เมกะจูลต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ($P>0.05$)

อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่าง และต้นทุนการผลิต

ผลการใช้กากมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลืองร่วมกับการกรอกสารละลายไอโอดีนต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่าง และต้นทุนการผลิต ตามตารางที่ 3

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน พบว่าช่วงวันทดลองที่ 1-30 กลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีน และกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่กรอกไอโอดีนมีอัตราการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่มีการเจริญเติบโต น้อยกว่าทุกกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการกรอก และไม่กรอกไอโอดีน กลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต ร่วมกับการกรอกไอโอดีน 75 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$)

ช่วง 31-60 วัน พบว่ากลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีนมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ($P<0.05$) กลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่กรอกไอโอดีนและกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีนไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ไม่กรอกไอโอดีน และกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่กรอกไอโอดีน มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าทุกกลุ่ม ($P<0.05$)

ช่วง 61-90 วัน พบว่ากลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีนและกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่กรอกไอโอดีน มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ($P<0.05$) กลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่กรอกไอโอดีน มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีน ($P>0.05$) และกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 100 เปอร์เซ็นต์ กรอกไอโอดีน มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 75 เปอร์เซ็นต์ไม่กรอกไอโอดีน และกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ซึ่งกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ต 100 เปอร์เซ็นต์ไม่กรอกไอโอดีนมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$)

Table 2 Effect of dietary mustard cake substitution for soy bean meal in concentrate with oral iodine supplementation on feed intake of growing meat goats.

Item	Level of mustard cake substitution (%)								Effect of treatment				
	Co	50		75		100		SE	(P-value)				
		no	I	no	I	no	I		C	M	I	M*I	A
No. h	5	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-
Day (days)	90	90	90	90	90	90	90	-	-	-	-	-	-
Inw, kg Bw.(Kg)	11.4	10.7	10.7	10.7	10.5	10.6	10.9	0.31	<0.18	0.81	0.77	0.61	0.120
Fiw, kg													
Bw. (Kg)**	20.5 ^D	21.8B ^C	23.6 ^A	20.1 ^{DE}	22.6 ^{AB}	19.2 ^F	21.2 ^{CD}	0.40	0.02	<0.01	<0.01	0.62	<0.01
Roughage intake (g/h/d)													
1-30	158	216	165	218	202	209	199	24.1	0.09	0.57	0.22	0.69	0.40
31-60	125	162	184	183	187	165	180.	25.8	0.19	0.83	0.38	0.89	0.78
61-90	163.	159	177	163	167	158	184	21.2	0.23	0.39	0.40	0.96	0.37
1-90	149	179	172	188	188	177	194	23.0	0.21	0.94	0.85	0.85	0.88
Concentrate intake (g/h/d)													
1-30*	413 ^{ab}	353 ^{bc}	407 ^{ab}	321 ^c	408 ^{ab}	318 ^c	441 ^a	28.3	0.07	0.19	<0.01	0.28	0.02
31-60	432	453	480	445	458	399	403	39.0	0.70	0.69	0.52	0.95	0.87
61-90	530	544	548	524	530	391	483	35.0	0.04	0.17	0.14	0.25	0.06
90	458	450	478	430	466	370	442	26.2	0.07	0.36	<0.01	0.50	0.11
Nutrient intake													
DMI (g/h/d)	587	622	611	643	650	543	625	28.9	0.43	0.41	0.08	0.57	0.18
DMI (%BW)	5.45	5.76	5.66	5.95	6.02	5.00	5.78	0.26	0.47	0.16	0.05	0.56	0.17
CPR (g/h/d)	14.0	18,1	19,1	17,4	19.3	18.1	19,4	1.49	0.02	0.62	0.85	0.85	0.30
CPC (g/h/d)	72.7 ^a	72.1 ^a	68.9 ^{ab}	76.6 ^a	74.7 ^a	59.4 ^b	70.6 ^a	3.33	0.58	0.01	<0.01	0.50	0.04
CP (g/h/d)	86.7	90.3	88.0	94.0	94.4	77.6	90.1	4.1	0.66	0.45	0.02	0.09	0.11
ER (MJ/d)	1.09	1.31	1.28	1.38	1.38	1.30	1.43	0.11	0.21	0.96	0.99	0.82	0.30
CE (MJ/d)	4.88 ^a	4.77 ^a	5.06 ^a	4.77 ^{ab}	4.92 ^a	3.91 ^b	4.88 ^a	0.22	0.02	0.48	0.02	0.35	0.04
GE (MJ/d)	5.98 ^{ab}	6.09 ^{ab}	5.92 ^{ab}	6.33 ^a	6.31 ^a	5.22 ^b	6.10 ^{ab}	0.31	0.13	0.66	0.41	0.55	0.04

Co=control, C=effect of control and treatment, A=all treatments effect, M=effect of level of mustard cake substitution for soy bean meal, I = effect of with or without oral iodine supplementation

No = without oral iodine supplementation group, I = with oral iodine supplementation group

M*I = interaction between mustard cake substitution level and oral / no oral iodine supplementation

Inw= initial weight, Fiw = Final weight, DMI = Dried matter intake, CPR= Crude Protein in Roughage, CPC= Crude protein in Concentrate Intake

Concentrate, CP= Crude protein , ER= Energy in Roughage , CE= Energy in Concentrate , GE= Gross energy

* and ** = significant at P<0.05 and 0.01, respectively.

Mean in a row followed by the same letter are not significantly different at DMRT_{0.05}

Mean in a row followed by the same capital letter are not significantly different at DMRT_{0.01}

Table 3 Effect of dietary mustard cake substitution for soy bean meal in concentrate with oral iodine supplementation on performances of growing meat goats.

Item	Level of mustard cake substitution (%)								Effect of treatment				
	Co	50		75		100		SE	(P-value)				
		no	I	no	I	no	I		C	M	I	M*I	A
Average daily gain (g)													
1-30*	80.6 ^C	100.6 ^{ab}	111.3 ^a	86.6 ^{bc}	98.0 ^{ab}	88.6 ^{bc}	93.9 ^{bc}	5.27	0.30	0.24	0.03	0.98	0.02
31-60**	102.6 ^{CD}	122.0 ^B	155.3 ^A	102.0 ^{CD}	145.3 ^A	93.9 ^D	116.0 ^{BC}	6.41	0.08	<0.01	<0.01	0.38	<0.01
61-90**	119.3 ^{CD}	148.0 ^{AB}	164.0 ^A	125.3 ^C	157.3 ^A	103.9 ^D	133.9 ^{BC}	7.12	0.02	<0.01	<0.01	0.51	<0.01
90**	100.8 ^E	123.5 ^{BC}	143.5 ^A	104.6 ^{DE}	133.5 ^{AB}	95.5 ^E	114.6 ^{CD}	4.58	0.02	<0.01	<0.01	0.62	<0.01
Feed conversion ratio													
1-30	7.48	5.96	5.33	6.62	6.60	6.28	7.09	0.31	0.62	0.23	0.99	0.98	0.50
31-60	5.50	5.04	4.30	6.19	4.49	6.09	5.06	0.42	0.92	0.17	<0.01	0.38	0.32
61-90	5.84	4.76	4.45	5.52	4.45	5.36	5.03	0.37	0.19	0.27	0.04	0.51	0.12
90	6.12	5.16	4.60	5.95	4.97	5.86	5.58	0.20	0.37	0.14	0.02	0.62	0.23
Feed cost per kilogram body weigh (baht)													
FCG	65.37	49.33	44.52	53.57	45.32	49.85	48.02	3.02	<0.01	0.53	0.02	0.66	0.07

Co=control, C=effect of control and treatment, A=all treatments effect, M=effect of level of mustard cake substitution for soy bean meal, I = effect of with or without oral iodine supplementation

No = without oral iodine supplementation, I= with oral iodine supplementation group

M*I = interaction between mustard cake substitution level and oral / no oral iodine supplementation

* and ** = significant at $P < 0.05$ and 0.01 , respectively.

Mean in a row followed by the same letter are not significantly different at DMRT_{0.05}

Mean in a row followed by the same capital letter are not significantly different at DMRT_{0.01}

ช่วง 1-90 วัน พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มที่ได้รับกากมันฝรั่ง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีนไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ซึ่งสูงกว่ากลุ่มอื่น ($P < 0.05$) แต่พบว่ากลุ่มที่ได้รับกากมันฝรั่ง 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีนไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับกากมันฝรั่ง 50 เปอร์เซ็นต์ไม่กรอกไอโอดีน ($P > 0.05$) แต่กลุ่มที่ได้รับกากมันฝรั่ง 50 เปอร์เซ็นต์ไม่กรอกไอโอดีนไม่แตกต่างกันกับกลุ่มที่ได้รับกากมันฝรั่ง 100 เปอร์เซ็นต์ กรอกไอโอดีน ($P > 0.05$) พบว่ากลุ่มที่อัตราการเจริญเติบโตต่ำสุด คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับกากมันฝรั่ง 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่กรอกไอโอดีน ($P < 0.05$)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรวม ในช่วงการทดลองที่ 1-30 วัน พบว่าการใช้กากมันฝรั่งในสูตรอาหารทดแทนกากถั่วเหลืองที่ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีน ไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรวม ($P > 0.05$) แต่พบว่าในช่วงการทดลองที่ 31-60, 61-90, 1-90 วัน การกรอกไอโอดีน มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรวมดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการกรอกไอโอดีนอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ต้นทุนการผลิตโดยคิดจากค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักแพะ 1 กิโลกรัม ในกลุ่มที่ได้รับการกรอกไอโอดีนต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่กรอก และพบว่ากลุ่มควบคุมมีต้นทุนการผลิตสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ

ระดับฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ในเลือด

การตรวจวัดระดับฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ในเลือดของแพะเมื่อสิ้นสุดการทดลองแสดงในตารางที่ 4 พบว่าระดับของไตรไอโอโดไทโรนินอิสระ (free triiodothyronine, FT₃) และ ระดับไทรอกซีนอิสระ (free thyroxine; FT₄) ของทุกกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าการกรอกไอโอดีน มีผลทำให้ระดับไตรไอโอโดไทโรนินอิสระ (free triiodothyronine, FT₃) และ ระดับไทรอกซีนอิสระ (free thyroxine; FT₄) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับไอโอดีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แพะกลุ่มควบคุมมีค่าระดับไทรอกซีนอิสระ (free thyroxine; FT₄) ในเลือดสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นทุกกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Table 4 Effect of dietary mustard cake substitution for soy bean meal in concentrate with oral iodine supplementation on plasma thyroid hormones of growing meat goats

Plasma Thyroid hormone	Co	Level of mustard cake substitution (%)						SE	Effect of treatment (P-value)				
		50		75		100			C	M	I	M*I	A
		no	I	no	I	no	I						
FT ₃ (pg/ml)	4.82	5.01	5.90	4.86	5.52	3.73	5.03	0.49	0.79	0.12	0.02	0.71	0.10
FT ₄ (pg/ml)	16.0	11.9	14.7	11.3	13.9	11.0	13.7	0.19	0.03	0.73	0.01	0.99	0.06

Co=control, C=effect of control and treatment, A=all treatments effect, M=effect of level of mustard cake substitution for soy bean meal, I = effect of with or without oral iodine supplementation

No = without oral iodine supplementation group, I = with oral iodine supplementation group

M*I = interaction between mustard cake substitution level and oral / no oral iodine supplementation

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าน้ำหนักเริ่มต้นของสัตว์ทดลองไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าสัตว์ที่ได้รับกากมันฝรั่งทดแทนกากถั่วเหลืองได้ที่ระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการกรอกไอโอดีนมีผลทำให้แพะมีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ เนื่องจากแพะมีการกินอาหารชั้นเพิ่มสูงขึ้นซึ่งเป็นไปได้ว่าคุณค่าทางโภชนาการในกากมันฝรั่งมีค่าใกล้เคียงกับกากถั่วเหลือง สอดคล้องกับ Bell *et. al.* (1981); Bell *et. al.* (1984) และ NRC (1994) อ้างโดย สุขน และคณะ (มปป.) รายงานว่ากากมันฝรั่งมีโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acids) ในระดับใกล้เคียงกัน และจากการทดลองนี้พบว่าแพะทดลองได้รับวัตถุดิบอยู่ระหว่าง 543-650 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือเท่ากับ 5.00-6.02 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งสารไอโอดีนมีแนวโน้มทำให้สัตว์ทดลองมีการกินได้ของวัตถุดิบสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ ($P<0.10$) แต่ยังคงสูงกว่า Gimenez (1994) ที่รายงานว่าการให้แพะขนาด 10 กิโลกรัมต้องการวัตถุดิบในการดำรงชีพเท่ากับ 286 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือประมาณ 2.8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ส่วนศิริรัตน์ (มปป.) รายงานไว้เท่ากับ 400-1,200 กรัมต่อตัวต่อวัน

สำหรับปริมาณโปรตีนที่แพะได้รับจากการทดลอง พบว่ากากมันฝรั่งมีปฏิกริยาร่วมกับไอโอดีน ซึ่งมีผลต่อการได้รับโปรตีนของสัตว์ โดยพบว่าการเสริมไอโอดีนเหมาะสมกับสัตว์ที่ได้รับกากมันฝรั่งในระดับสูง (ทดแทนกากถั่วเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ อาจไม่จำเป็นต้องใช้สารไอโอดีนเสริม ซึ่งการได้รับกากมันฝรั่งระดับสูงจะทำให้สัตว์ได้รับโภชนาการที่เพียงพอได้สูงขึ้น และส่งผลต่อการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ ซึ่ง Khandaker (2011) ทดลองใช้กากมันฝรั่งสดที่ระดับ 0, 70, 140 และ 280 กรัมต่อกิโลกรัมในอาหารโค (*Bos indicus*) พบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าปริมาณโปรตีนที่

สัตว์ได้รับ และปริมาณโปรตีนที่ย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และพบว่าปริมาณพลังงานที่สัตว์ได้รับไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรียัตตุ โปรตีนสูงขึ้นตามระดับของกากมีสตาร์ตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และการย่อยได้ของเยื่อใยเอ็นดีเอฟ (Neutral detergent fiber, NDF) และเอดีเอฟ (acid detergent fiber, ADF) ก็สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้พบว่าแพะที่ได้รับกากมีสตาร์ตที่ไม่ได้รับการรอกไอน์ดีน มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับไอน์ดีน และการที่แพะที่ไม่ได้รับไอน์ดีนสามารถเจริญเติบโตได้ แต่อาจยังไม่เต็มศักยภาพเท่าที่ควร ซึ่งเป็นไปได้ว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถต้านทานสารกลูโคซิโนเลทในกากมีสตาร์ตได้บางส่วน สอดคล้องกับ Tripathi and Mishra (2007) รายงานว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถต้านทานกลูโคซิโนเลทได้เท่ากับ 1.55 - 4.22 ไมโครโมลต่อกรัมอาหาร ส่วนที่ไม่สามารถต้านทานได้อาจเกิดผลเป็นพิษต่อสัตว์ จึงทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตแสดงออกไม่เต็มที่ สอดคล้องกับ Brown (2015) รายงานว่าเอ็นไซม์ที่สร้างจากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถทำให้กลูโคซิโนเลทและอนุพันธ์แตกตัวได้ มีผลทำให้กลูโคซิโนเลท และอนุพันธ์แสดงความเป็นพิษต่อสัตว์น้อยลงส่งผลให้สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถต้านทานต่อพิษของกลูโคซิโนเลทในเมล็ดพืชบางชนิดได้บางส่วน จึงทำให้กลูโคซิโนเลทมีผลกระทบต่อการทำงานของต่อมไทรอยด์ไม่มากนัก ซึ่งต่างจากสัตว์กระเพาะเดี่ยวที่ สุขน และคณะ (มปป.) รายงานว่าการใช้กากมีสตาร์ตในอาหารไก่กระทุงมีผลทำให้ต่อมไทรอยด์ของไก่ม้วนหนักสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) นอกจากนี้เป็นไปได้ว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีไอน์ดีนอยู่ในระดับที่แพะใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งสมชาย (2555) รายงานว่าสามารถพบไอน์ดีนได้ในกากน้ำตาล และเกลือทะเลจึงทำให้แพะอาจได้รับไอน์ดีนจากวัตถุดิบอาหารชนิดอื่น ซึ่งมีผลทำให้แพะยังคงมีการเจริญเติบโตได้ในระดับหนึ่ง

ด้านปริมาณพลังงานที่สัตว์ได้รับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันของพลังงานที่ได้รับจากอาหารหยาบ ($P > 0.05$) โดยที่กลุ่มควบคุมได้รับพลังงานจากอาหารชั้นมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และพบว่า การรอกไอน์ดีน มีผลทำให้สัตว์ได้รับพลังงานสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รอกเสริม ($P < 0.05$) เมื่อวิเคราะห์ปริมาณพลังงานที่สัตว์ได้รับทั้งจากอาหารชั้น และอาหารหยาบรวมกันพบว่ากลุ่มที่ได้รับพลังงานสูงสุด คือกลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร และกลุ่มที่ได้รับต่ำสุด คือ กลุ่มที่ได้รับกากมีสตาร์ตทดแทน 100 เปอร์เซ็นต์ไม่รอกไอน์ดีน ซึ่งแสดงว่าระดับของการใช้กากมีสตาร์ตทดแทนกากถั่วเหลืองร่วมกับการเสริมไอน์ดีนในอาหารแพะมีผลต่อการได้รับพลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของ Zahirul (2011) รายงานว่าโคนมรุ่นที่ได้รับกากมีสตาร์ตอัดน้ำมัน ที่ระดับ 0, 7, 14 และ 28 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารมีผลทำให้สัตว์ได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ไม่แตกต่างกัน แต่ได้รับโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของกากมีสตาร์ตที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม NRC (1981) รายงานว่าแพะน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ต้องการโภชนาการในตารางชีวิต ได้แก่ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ หรือเท่ากับ 2.38 เมกะจูลต่อวัน ซึ่งจากงานทดลองนี้พบว่าปริมาณที่พลังงานที่สัตว์ได้รับมากกว่าพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีวิตถึง 2.19 - 2.65 เท่า ซึ่งมีผลทำให้แพะสามารถเจริญเติบโตได้แต่แตกต่างกันไปตามระดับของกากมีสตาร์ต และไอน์ดีนที่สัตว์ได้รับเพิ่มขึ้น ตามรายงานของ Zeedan *et. al.* (2010) ที่แสดงถึงการเสริมไอน์ดีนในอาหารสัตว์ มีผลทำให้สัตว์มีการใช้ประโยชน์ของโภชนาการในอาหารเพิ่มขึ้น คือ การเสริมไอน์ดีนให้แก่กระบือที่ระดับ 0, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม วัตถุดิบที่ได้รับ พบว่าทำให้เพิ่มการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรียัตตุ โปรตีน และเยื่อใยอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) นอกจากนี้ Pattanaik *et. al.* (2000) รายงานว่าการเสริมไอน์ดีนในอาหารแพะที่มีใบกระถินเป็นองค์ประกอบ พบว่าแพะได้รับวัตถุดิบไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่กลุ่มที่ได้รับการเสริมไอน์ดีนมีการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรียัตตุ และโปรตีนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้พบว่าระดับของไตรโอโอดโทโรนินอิสระ และโครอกซินอิสระของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งแสดงถึงการทำงานของต่อมไทรอยด์เป็นไปอย่างปกติ คือสามารถสังเคราะห์ไตรโอโอดโทโรนินอิสระ และโครอกซินอิสระได้สูงขึ้น เนื่องจากมีปริมาณไอน์ดีนเพียงพอ Todini (2007) รายงานว่า ระดับไตรโอโอดโท

โรนินอิสระ และไฮดรอกซีอินอิสระในแพะปกติอายุ 1 ปี เท่ากับ 2.75 และ 6.93 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมตามลำดับ ส่วน Yattoo *et. al.* (2013) รายงานไว้เท่ากับ 1.16 และ 31.09 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัม สอดคล้องกับงานทดลองของ Pattanaik *et. al.* (2001) รายงานว่าการเสริมไอโอดีนในอาหารแพะที่ได้รับกากมันฝรั่งเป็นอาหาร มีผลทำให้ระดับฮอร์โมนไทรโอไอโดไทโรนินอิสระ และไฮดรอกซีอินอิสระสูงขึ้น ($P < 0.05$) ตามระดับของไอโอดีนในอาหารเช่นเดียวกัน เนื่องจากไอโอดีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในโครงสร้างของไทรโอไอโดไทโรนิน และไฮดรอกซีอิน ซึ่งมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของร่างกายสัตว์ จึงทำให้แพะที่ได้รับกากมันฝรั่งทดแทนกากั่วเหลืองที่ระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเสริมไอโอดีนมีอัตราเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มอื่น จากผลการทดลองนี้แสดงว่าการใช้กากมันฝรั่งในอาหารร่วมกับการเสริมไอโอดีนสามารถใช้ทดแทนกากั่วเหลืองได้ โดยแพะสามารถเติบโตและมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอาหารเป็นน้ำหนักตัวได้ดี ซึ่งสรุปได้ว่าระดับการใช้ประโยชน์จากกากมันฝรั่งทดแทนกากั่วเหลืองในอาหารชั้น สำหรับเลี้ยงแพะรุ่นที่เหมาะสมอยู่ที่ 50-75 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ร่วมกับการออกโปตัสเซียมไอโอดด์ 0.25 มิลลิกรัมต่อตัวต่อวัน

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก งบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2557

6. เอกสารอ้างอิง

- จิตราภานต์ เจริญบุญ. 2554. ไอโอดีนในอาหารในการอุ้มท้องและหลังคลอด (Dietary Iodine in Pregnancy and Postpartum). [http://www.med.cmu.ac.th/dept/obgyn/2011/index.php?option=com_content &view=article&id=563:dietary-iodine-in-pregnancy-and-postpartum2&catid=45&Itemid=561](http://www.med.cmu.ac.th/dept/obgyn/2011/index.php?option=com_content&view=article&id=563:dietary-iodine-in-pregnancy-and-postpartum2&catid=45&Itemid=561) สืบค้น วันที่ 20 ตุลาคม 2557
- นิรนาม. 2553. **ติดปีกธุรกิจ**. สยามธุรกิจ ฉบับที่ 1152 ประจำวันที่ 17-11-2010 ถึง 19-11-2010.
- สมชาย สุวรรณประดิษฐ์. 2555. **โภชนศาสตร์แร่ธาตุของสัตว์**. สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี 175 น.
- สุขน ตั้งทวีวัฒน์ บุญล้อม ชีวอิสระกุล พิเชษฐ์ แสงศรีจันทร์ และ ทวีชัย นิมาแสง. มปป. **การใช้เศษเหลือจากโรงงานผลิตมันฝรั่งเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับสัตว์**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 18 น.
- ศิริรัตน์ บัวผัน. มปป. **อาหารและพืชอาหารสำหรับแพะ**. สถาบันสุวรรณวาทกกลิจเพื่อการค้าและพัฒนาปศุสัตว์ และผลิตภัณฑ์สัตว์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน. http://www.asat.su.ac.th/techserv/2556/goat_food.pdf สืบค้นวันที่ 10 ตุลาคม 2558
- Anonymous. 2011. **Mustard Plant**. Available at : http://en.wikipedia.org/wiki/Mustard_plant#Varieties. Accessed April 27, 2012.
- AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. . 1134, P.
- Brown, D. 2015. **Plants Poisonous to Livestock and other Animals**. the Animal Science Department at Cornell University. <http://poisonousplants.ansci.cornell.edu/toxicagents>
- Dolan L.C. , R. A. Matulka and G. A. Burdock. 2010. **Review : Naturally Occurring Food Toxins**. Toxins (Basel) Sep ; 2(9) : 2289–2332. Available : doi: 10.3390/toxins2092289. Accessed April 27, 2012.

- Gimenez, D. M., 1994. **Nutrient requirements of sheep and goats extension animal scientist.** Alabama A&M and Auburn Universities Rashid, M., 2008. Manitoba GOAT Association Goats and their Nutrition. Manitoba Agriculture, Food and rural Initiatives. www.manitobagoats.ca Accessed April 2, 2015
- Khandaker, Z. H., M. M. Uddin, N. Sultana, and K. J. Peters. 2011. **Effect of supplementation of mustard oil cake on intake, digestibility and microbial protein synthesis of cattle in a straw-based diet in Bangladesh.** Trop Anim Health Prod. 44:791-800
- Kreps F., L. Vrbiková and S. Schmidt. 2014. **Industrial Rapeseed and Sunflower Meal as Source of Antioxidants.** Int. Journal of Engineering Research and Applications 4 (2) : 45-54. Available : http://www.ijera.com/papers/Vol4_issue2/Version%201/42014554.pdf. Accessed May 20, 2015.
- National Research Council. 1994. **Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries Committee on Animal Nutrition.** <http://www.nap.edu/> Accessed Dec.14, 2015.
- Pattanaik A. K , S. A Khan, V. P Varshney, and S. P. Bedi. 2001. **Effect of iodine level in mustard (Brassica juncea.) cake-based concentrate supplement on nutrient utilisation and serum thyroid hormones of goats.** Small Ruminant Research 41(1): 51–59.
- Peterson, M.E. 2013. **Overview of the Thyroid Gland.** In: The Merck Veterinary Manual. Available: <http://www.merckvetmanual.com/mvm/index.html>. Accessed Dec. 14, 2015.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1984. **Principles and Procedures of Statistics.** 2nd ed., McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.
- Thacker P..A.and D. Petri. 2009. **The Effects of Canola or Mustard Biodiesel Press Cake on Nutrient Digestibility and Performance of Broiler Chickens.** Asian-Aust. J. Anim. Sci. 22 (11) : 1531–1539. Accessed April. 27, 2012.
- Tikam, K., C. Mikled, T. Vearasilp, C. phatsara and K.H. Südekum. 2010. **Digestibility of Nutrient and Evaluation of Energy of Pangola Grass in Sheep Compared with Napier Grass.** Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development. ETH Zurich, September 14 - 16, 2010. Available : <http://www.tropentag.de/2010/abstracts/full/583.pdf> Technology 132 (1) : 1–27. Available:DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.03.003. Accessed April. 27, 2012.
- Todini, L., 2007. **Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and nutritional factors.** Animal 7:997-1008
- Tripathi M.K. and A.S. Mishra. 2007. **Glucosinolates in animal nutrition : A review.** Animal Feed Science and Technology 132(1) : 1–27. Available: DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.03.003. Accessed April. 27, 2012.
- Watson, C. and B.W. Norton. 1982. **The Utilization of Pangola Grass Hay by Sheep and Goats.** Animal Production in Australia. Available: <http://www.asap.asn.au/livestocklibrary/1982/Watson82.PDF> Accessed April. 7, 2012.

- Yatoo, M. I., A. Saxena, P. Kumar, M. B. Gugjoo, U. Dimri, M. C. Sharma and R. Jhambh, 2013. **Evaluation of serum mineral status and hormone profile in goats and some of their inter-relations.** vetworld. 318-320. www.veterinaryworld.org. Accessed April. 17, 2015.
- Zahirul, H. K., M. M. Uddin, N. S. and K. J. Peters, 2011. **Effect of supplementation of mustard oil cake on intake, digestibility and microbial protein synthesis of cattle in a straw-based diet in Bangladesh.** Trop Anim Health Prod. <https://www.researchgate.net/publication> Accessed October. 20, 2013.
- Zeedan, K. I., O. M. El-Malky, Kh. M. M. Mousa, A. A. Giziry and K. E. Etman, 2010. **Nutritional studies on some different sources of iodine on productive performance, ruminal fermentation and blood constituents of Buffalo. Effect of two different iodine levels on productive and reproductive performance of buffalo cows.** Journal of American Science 6:1090-1106