บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเมล็ดข้าวโพดบีบแตก

ผลการศึกษาวิธีผลิตเมล็ดข้าวโพดบีบแตกด้วยวิธีต่างๆ โดยวัดน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ในแต่ละทรีตเมนต์ที่ค้างบนตะแกรงที่มีขนาดรูต่างๆ กันแสดงดังตารางที่4.1 พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยร่วมคือ ความร้อนและ ความชื้น มีผลต่อขนาดชิ้นและความหนาแน่นของเมล็ดข้าวโพดบีบแตกอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ซึ่งหมายความว่า การเพิ่มทั้งความร้อนและความชื้นทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น การเพิ่มความร้อนแต่ลดความชื้นก็สามารถทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดชิ้นใหญ่เช่นเดียวกัน ในขณะเดียวกันเมื่อเพิ่มความชื้นแต่ลดความร้อนกลับทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กลงและมีความหนาแน่นมากขึ้น การเพิ่มความชื้นแต่ไม่ลดความร้อนจึงมีความเหมาะสมที่สุด

ตาราง 4.1 เปอร์เซ็นต์ส่วนที่เหลือค้างบนตะแกรงขนาดต่างๆ และความหนาแน่นของเมล็ดข้าวโพดบีบแตก

Table 4.1 Percentage of cracked corn remained on different sieve sizes and density of cracked corn

Pore size of sieve	Heat			Moisture		SEM	P – value		
	C	S	B	D	W		Heat	Moisture	Inter
1	5.94^{a}	38.50^{c}	29.76^{b}	20.84^{x}	28.62^{y}	0.53	0.001	0.001	0.001
0.5	10.98^{a}	19.77^{c}	15.71^{b}	14.85	16.13	0.32	0.001	ns	0.001
0.2	55.49^{c}	33.37^{a}	39.13^{b}	46.53^{y}	38.79^{x}	0.39	0.001	0.001	0.001
<0.2	27.60^{c}	8.36^{a}	15.40^{b}	17.78	16.46	0.36	0.001	ns	0.029
Density (g/l)	492.40^{b}	483.63^{b}	418.20^{a}	490.13^{y}	439.37^{x}	2.08	0.001	0.001	0.001

$^{a, b, c}$means in the same row with different superscripts differ significantly (heat effect)

$^{x, y}$ means in the same row with different superscripts differ significantly (moisture effect)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาปัจจัยจากความชื้นอย่างเดียว พบว่า กลุ่มที่ได้รับความชื้นมีขนาดชิ้นใหญ่และมีความหนาแน่นต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) และมีส่วนที่เหลือค้างบนตะแกรงขนาด 1 เซนติเมตร สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่มีส่วนที่ลอดผ่านตะแกรงที่มีขนาด <0.2 เซนติเมตร ไม่ต่างกัน อย่างไรก็ตาม Sindt *et al.* (2006) รายงานว่าระดับความชื้นที่เพิ่มขึ้นที่ 0, 6 และ12% (wt/wt) ส่งผลให้ steam-flaked corn มีขนาดเล็กลงคือมีขนาด เท่ากับ 5,250, 5173 และ4894 µm ทั้งนี้เนื่องจากระดับความชื้นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้สูงกว่า จึงอาจส่งผลให้ผลการทดลองแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลจากปัจจัยการให้ความร้อนพบว่ามีผลต่อความหนาแน่นและขนาดชิ้นด้วยเช่นกัน โดยกลุ่มที่ผ่านการต้ม มีขนาดชิ้นใหญ่กว่าจึงมีความหนาแน่นต่ำกว่ากลุ่มที่ผ่านการนึ่งและไม่ผ่านการให้ความร้อนอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่ผ่านการนึ่ง มีขนาดชิ้นใหญ่กว่า 0.5 เซนติเมตร มากกว่ากลุ่มที่ผ่านการต้มและไม่ผ่านการให้ความร้อนอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ตลอดจนมีส่วนที่มีขนาดเล็กกว่า 0.2 เซนติเมตร น้อยกว่ากลุ่มที่ผ่านการต้มและไม่ให้ความร้อนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลจากปัจจัยการให้ความร้อนโดยการนึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่ และลดส่วนที่มีขนาดเล็กดีกว่าวิธีการอื่น สอดคล้องกับการทดลองของ Yu *et al.* (1998) ที่พบว่าการนำเมล็ดข้าวโพดไปผ่านการให้ความร้อนด้วยการนึ่งเป็นเวลา 25 นาที ก่อนนำไปบดผ่านลูกกลิ้ง 2 ลูก มีขนาดชิ้นเฉลี่ยใหญ่กว่ากลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (5.30 vs 2.42 มิลลิเมตร) อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้สังเกตุพบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์จากแต่ละทรีทเมนต์บรรจุถุงเก็บรักษาไว้โดยวางทับกัน กลุ่มที่ผ่านการต้มไม่ทนแรงกดจึงมีการแตกหักง่าย ซึ่งน่าจะเกิดจากแป้งในส่วนของ horny endosperm ถูกเปลี่ยนเป็น dextrin ได้น้อยกว่าการนึ่งจึงขาดตัวยึดเกาะระหว่างส่วนของเมล็ดที่ถูกบีบแตกเป็นเสี่ยงแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 ศึกษาการย่อยสลายของเมล็ดข้าวโพดบีบแตกในกระเพาะรูเมนด้วยวิธีใช้ถุงไนล่อน และย่อยต่อโดยเอนไซม์อะไมเลสในหลอดทดลอง

การย่อยสลายในกระเพาะรูเมน

จากการศึกษาถึงการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของเมล็ดข้าวโพดบีบแตกผลิตจากแต่ละกรรมวิธีที่ชั่วโมงต่างๆ ดังตารางที่ 4.2 พบว่า ในระยะต้นๆ ระหว่าง 2-12 ชั่วโมง เมล็ดข้าวโพดมีการสลายตัวแตกต่างกัน โดยกลุ่ม DS ซึ่งให้ความร้อนแบบแห้งและนึ่ง มีค่าต่ำสุดในขณะที่กลุ่ม GC ซึ่งเป็นข้าวโพดบดมีค่าสูงสุด (*P*<0.05) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เตรียมโดยวิธีแช่น้ำและนึ่ง (WS) มีการสลายตัวอยู่ในช่วงระหว่างสองกลุ่มนี้ แต่เมื่อหมักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า กลุ่ม DS และ WS มีการย่อยสลายต่ำกว่ากลุ่ม DC, WC, DB, WB และ GC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*<0.05) ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มได้รับความร้อนด้วยวิธีการนึ่ง แบบไม่ผ่านและผ่านการแช่น้ำตามลำดับ จากการที่กลุ่ม DS มีการย่อยสลายน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ ในทุกชั่วโมงแสดงถึงการ gelatinize ที่ต่ำกว่าจึงทำให้ถูกย่อยสลายได้น้อย เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่ม WS ที่มีการย่อยสลายดีกว่ากลุ่ม DS ในชั่วโมงที่ 2 และ6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*<0.05) เพราะมีปัจจัยความชื้นร่วมกับความร้อนช่วยทำให้การ gelatinize ดีขึ้น แต่เมื่ออยู่ในกระเพาะรูเมนนานขึ้นเป็น 12, 24 และ 36 ชั่วโมง พบว่า ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน (*P*>0.05) จากการที่จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนต้องการพลังงานส่วนหนึ่งอย่างรวดเร็วเพื่อเพิ่มประชากรและสร้างโปรตีน ดังนั้นการมีส่วนของ NFC ที่สลายได้ในชั่วโมงต้นๆ ของการหมักจึงเป็นสิ่งจำเป็น วิธีการ WS จึงมีความเหมาะสมมากกว่า

จากภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่ากลุ่ม DS และ WS มีอัตราการย่อยสลายที่ช้ากว่าข้าวโพดบด (GC) เมื่อนำผลการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนในชั่วโมงที่ 24 ซึ่งคาดว่าเป็นระยะเวลาตามปกติที่เมล็ดข้าวโพดยังตกค้างในกระเพาะรูเมนเมื่อโคกินเข้าไป นำมาพิจารณาร่วมจะเห็นว่า กลุ่ม DS และ WS มีการย่อยได้ที่ชั่วโมงที่ 24 น้อยกว่าและมีอัตราการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนที่ช้ากว่าข้าวโพดบด จึงมีความเป็นไปได้ว่าทั้งกลุ่ม DS และ WS จะสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะความเป็นกรดในกระเพาะรูเมนสูงได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Callison *et al.* (2001) และ Remond *et al.* (2004) ที่รายงานว่า ขนาดชิ้นของเมล็ดข้าวโพดมีผลต่อการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน โดยกลุ่มที่มีขนาดชิ้นใหญ่จะมีการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนได้ช้ากว่ากลุ่มที่มีขนาดชิ้นเล็ก

รูปแบบการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของข้าวโพดแต่ละกลุ่ม เมื่อคำนวณการย่อยสลาย โดยใช้โปรแกรม Neway ดังตารางที่ 4.3 พบว่า ทุกกลุ่มมีการละลายได้แตกต่างกัน (*P*<0.05) โดยกลุ่ม DS มีค่าต่ำสุด (6.46%) และกลุ่ม GC มีค่าสูงสุด (15.06%) ส่วนกลุ่มอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 8.2 – 8.9% โดยมีส่วนที่ไม่ละลายน้ำแต่สามารถย่อยสลายได้ ระหว่าง 56.7 - 76.3% ทำให้มีส่วนที่มีศักยภาพถูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ย่อยได้ระหว่าง 63.4 – 67.5% ซึ่งกลุ่ม GC มีค่าสูงสุด (90.8%) จากการที่กลุ่ม DS และ WS มีส่วนที่ละลายน้ำได้ (water soluble) ต่ำ มีการย่อยสลายได้ของส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (degradability of water insoluble) น้อย จึงมีส่วนที่สามารถถูกย่อยสลายได้ต่ำกว่ากลุ่ม DC, WC, DB, WB และ GC เมื่อคิดโดยรวม พบว่ากลุ่ม DS และ WS มีการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนเพียง 34.5 – 38.7% ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ (P<0.05) จากการที่ข้าวโพดที่มีขนาดชิ้นใหญ่ มีส่วนที่ละลายในกระเพาะรูเมนน้อย สอดคล้องกับการทดลองของ Lykos และ Varga (1995) ที่พบว่ากลุ่มที่มีขนาดชิ้นที่เล็กกว่าจะมีส่วนของ soluble fraction สูงกว่า ทำให้คาดได้ว่าข้าวโพดกลุ่ม DS และ WS จะสามารถผ่านไปสู่ลำไส้เล็กได้มากกว่า

อย่างไรก็ดีการที่กลุ่ม WS มีการย่อยสลายในรูเมนได้น้อยนั้น อาจจะเนื่องมาจากมีขนาดชิ้นใหญ่กว่ากลุ่มอื่นๆ เพราะไม่ถูกบดผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เหมือนกลุ่มอื่นเพราะต้องการศึกษาผลของขนาดชิ้น แต่ในความเป็นจริงเมื่อโคกินข้าวโพดชิ้นใหญ่เข้ามา ข้าวโพดดังกล่าวจะต้องถูกขยอกออกมาเคี้ยวเอื้อง ทำให้เกิดการขับน้ำลายซึ่งมีสภาพเป็นบัพเฟอร์ช่วยลดกรดในกระเพาะรูเมนได้ ขณะเดียวกันข้าวโพดนั้นก็จะถูกย่อยสลายได้ดีขึ้นอันเป็นผลมาจาก gelatinization ซึ่งช่วยให้เอนไซม์ของจุลินทรีย์เข้าย่อยได้ดีขึ้น ดังนั้นกลุ่ม WS ควรมีการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนได้สูงกว่าที่ปรากฏในการทดลองนี้และช่วยลดปัญหา rumen acidosis ได้ดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ตาราง 4.2 เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายในกระเพาะรูเมนที่ชั่วโมงต่างๆ วัดโดยวิธีใช้ถุงไนลอน

Table 4.2 Degradation of cracked corn in the rumen at different times measured by nylon bag technique

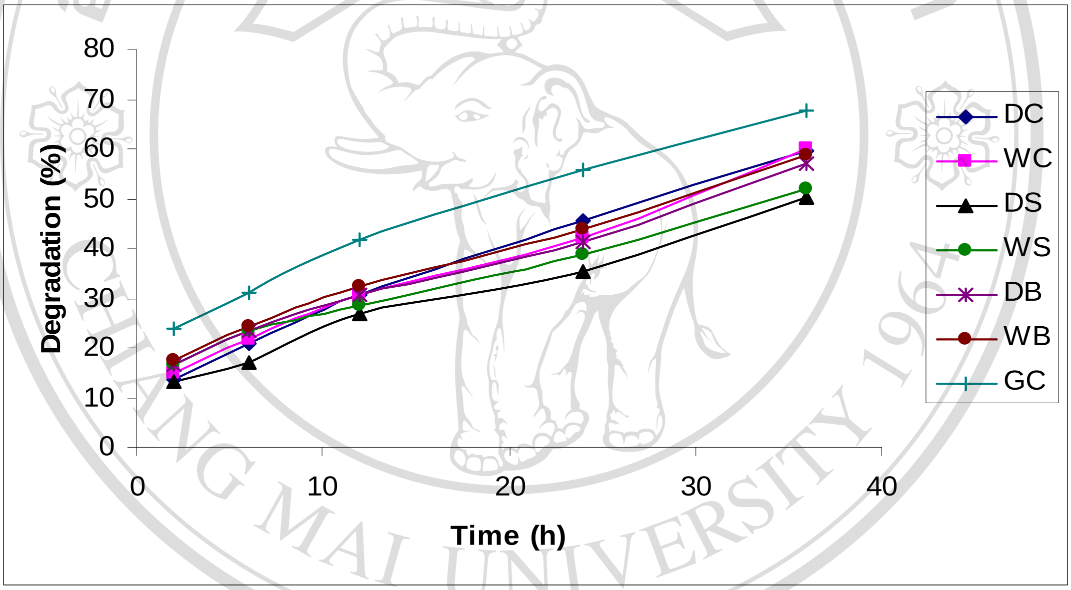
Treatment	Hour of incubation				
	2	6	12	24	36
DC	13.72^{a}	20.71^{b}	30.50^{bc}	45.59^{d}	59.41^{b}
WC	14.86^{ab}	21.51^{bc}	30.75^{bc}	42.07^{bcd}	59.98^{b}
DS	13.35^{a}	17.03^{a}	26.85^{a}	35.46^{a}	50.02^{a}
WS	16.78^{b}	23.20^{bc}	28.55^{ab}	38.70^{ab}	51.73^{a}
DB	16.74^{b}	23.27^{bc}	30.51b^{c}	41.19^{bc}	57.08^{b}
WB	17.34^{b}	24.28^{c}	32.14^{c}	43.90^{cd}	58.71^{b}
GC	23.63^{c}	30.87^{d}	41.61^{d}	55.84^{e}	67.55^{c}

Mean in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.05)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การย่อยได้โดยเอนไซม์อะไมเลส

เมื่อนำส่วนที่เหลือจากการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนมาย่อยต่อด้วยเอนไซม์อะไมเลสในหลอดทดลอง พบว่า ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (*P*>0.05) โดยมีค่าการย่อยได้ระหว่าง 25.9 – 27.4% คิดเป็นการย่อยได้รวมของกลุ่ม DC, WC, DS, WS, DB, WB และ GC เท่ากับ 71.79, 68.99, 61.35, 66.13, 68.24, 70.26 และ 82.26% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (*P*>0.05) โดยกลุ่ม DS มีค่าต่ำที่สุด ส่วนกลุ่ม WS มีค่าไม่แตกต่างจาก WC, DB และ WB (P>0.05) แต่ต่ำกว่า GC และ DC อย่างมีนัยสำคัญ (*P*<0.05) จะเห็นได้ว่าข้าวโพดบดมีการย่อยสลายสูงมากในกระเพาะรูเมน ทำให้มีการย่อยได้รวมสูงที่สุด



ภาพ 4.1 เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของข้าวโพดในกลุ่มต่างๆ

Figure 4.1 Percent degradation of corn products in the rumen

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 การหมักในกระเพาะรูเมน และการย่อยได้โดยเอนไซม์อะไมเลส ของข้าวโพดผลิตโดยกรรมวิธีต่างๆ กัน

Table 4.3 Degradation profile and digestion by amylase of cracked corn from different methods

Item	Treatment						
	DC	WC	DS	WS	DB	WB	GC
Rumen degradation (nylon bag technique)							
Water soluble (%)	8.45^{b}	8.77^{b}	6.46^{a}	8.21^{b}	8.66^{b}	8.94^{b}	15.06^{c}
Degradability of water insoluble (%)	64.33^{ab}	65.78a^{b}	56.70^{a}	60.23^{ab}	64.55^{ab}	67.45^{bc}	75.88^{c}
Potential degradability (%)	73.10^{b}	74.83^{b}	63.38^{a}	68.53^{ab}	73.83^{b}	76.3^{b}	90.78^{c}
Effective degradability[1] (%)	56.13^{b}	57.70^{b}	44.08^{a}	53.75^{b}	57.53^{b}	59.25^{b}	71.85^{c}
Degradation at 24 hr (%)	45.59^{d}	42.07^{bcd}	35.46^{a}	38.70^{ab}	41.19^{bc}	43.90^{cd}	55.84^{e}
in vitro amylase digestibility (%)	26.19	26.92	25.90	27.43	27.05	26.36	26.42
Total digestion (%)	71.79^{c}	68.99^{bc}	61.35^{a}	66.13^{b}	68.24^{bc}	70.26^{bc}	82.26^{d}

Mean in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

[1]Outflow rate (fraction/h) at 0.02

ผลของระยะเวลาในการแช่น้ำ

เพื่อให้สามารถศึกษาอิทธิพลของความชื้นที่มีต่อการเพิ่มการย่อยได้ของข้าวโพดบีบเมล็ดให้แตก จึงเปรียบเทียบการแช่เมล็ดข้าวโพด เป็นเวลา 15 นาที (WS) ดังทำในการทดลองที่ 1 กับการแช่นานขึ้นเป็นเวลา 1 คืน (WSon) เพื่อให้น้ำซึมเข้าสู่เมล็ดข้าวโพดมากขึ้น แล้วนำไปนึ่งเป็นเวลา 15 นาที นำมาบีบโดยวิธีการเดียวกันและศึกษาการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน โดยวิธีใช้ถุงไนล่อน ได้ผลดังในตารางที่ 4.4 พบว่า ข้าวโพดบีบแตกชุดนี้มีส่วนละลายน้ำได้ 9.5 – 11.2% ซึ่งใกล้เคียงกับผลจากการทดลองที่ 1 การแช่น้ำนานขึ้นทำให้การละลายได้และการย่อยสลายที่ 24 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) เป็นผลให้การย่อยได้โดยรวมเพิ่มขึ้นเป็น 75.8% ซึ่งสูงกว่าการแช่น้ำเป็นเวลา 15 นาที อย่างมีนัยสำคัญด้วย อย่างไรก็ดีแม้ว่าในการทดลองนี้กลุ่ม WSon จะมีการสลายตัวสูงในรูเมนก็ตาม แต่เนื่องจากมีขนาดชิ้นที่ค่อนข้างใหญ่ดังนั้นเมื่อนำไปใช้เลี้ยงโคในสภาพจริงโคจะต้องมีการเคี้ยว ซึ่งจะทำให้ข้าวโพดมีขนาดชิ้นที่เล็กลงและสามารถย่อยสลายได้ดีขึ้น แต่อาจทำให้โคไม่เกิดปัญหา rumen acidosis เพราะในระหว่างการเคี้ยวเอื้องทำให้มีการหลั่งน้ำลายซึ่งมีคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ จึงน่าจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาดังกล่าวได้ สำหรับผลของการแช่น้ำในช่วงเวลาอื่นซึ่งอยู่ระหว่าง 15 นาทีถึงข้ามคืนนั้นไม่ได้วางแผนศึกษาไว้ในการทดลองนี้ จึงควรมีการศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 เปรียบเทียบการหมักในกระเพาะรูเมน และการย่อยได้โดยเอนไซม์อะไมเลสของข้าวโพดผลิตโดยกรรมวิธีต่างๆ กัน

Table 4.4 Degradation profile and digestion by amylase of cracked corn from different methods

Item	Treatment	
	WS	WSon
Rumen degradation (nylon bag technique)		
Water soluble (%)	9.51[a]	11.24[b]
Degradability of water insoluble (%)	79.55[a]	91.30[b]
Potential degradability (%)	84.35[a]	95.40[b]
Effective degradability[1] (%)	67.65	77.90
Degradation at 24 hr (%)	49.79[a]	58.84[b]
in vitro amylase digestibility (%)	16.23	16.98
Total digestion (%)	66.02[a]	75.82[b]

Mean in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

[1]Outflow rate (fraction/h) at 0.02

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 3 หาค่าอินทรีย์วัตถุย่อยได้และพลังงานของเมล็ดข้าวโพดบีบแตกโดยวิธี *In Vitro* Gas Production Technique

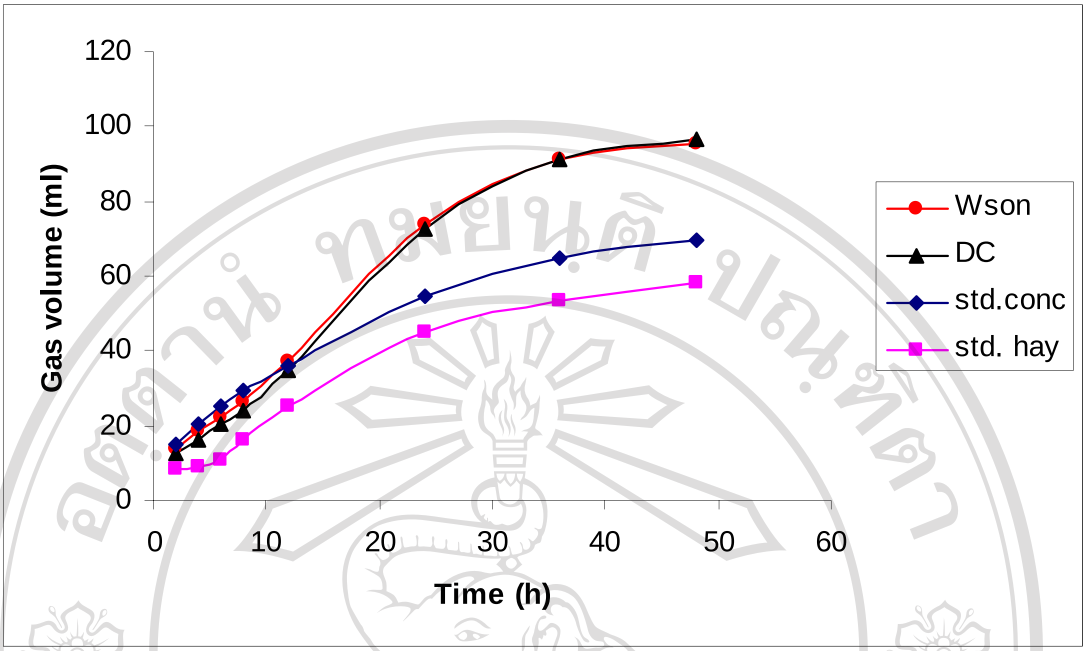
จากการนำข้าวโพดบีบให้แตกโดยไม่ผ่านความร้อนและความชื้น (DC) และกลุ่มที่แช่น้ำ 12 ชั่วโมง แล้วนึ่ง (WSon) ก่อนการบีบแตก มาบดให้ละเอียดแล้วนำมาบ่มกับ rumen fluid buffer ในหลอด syringe เพื่อวัดปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นในชั่วโมงต่างๆ ได้ค่าแก๊สดังตาราง 4.5 และภาพ 4.2 จะเห็นได้ว่าข้าวโพดทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการเกิดแก๊สไม่แตกต่างกันมากนัก ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากทั้ง 2 กลุ่มมีขนาดชิ้นไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม WSon มีแนวโน้มว่ามีปริมาตรแก๊สสูงกว่า DC ในชั่วโมงที่ 6, 8, 12 และ 24 ทั้งนี้เนื่องจาก WSon ผ่านการให้ความชื้นร่วมกับความร้อนจึงสลายตัวได้ง่ายทำให้จุลินทรีย์เข้าย่อยโภชนะได้ง่ายกว่า

ตาราง 4.5 ปริมาตรแก๊สของเมล็ดข้าวโพดบีบแตกเมื่อหมักกับน้ำรูเมนภายในหลอดแก้ว

Table 4.5 Gas production of cracked corn fermented with rumen fluid *in vitro*

	Gas production (ml) at different time (h)							
	2	4	6	8	12	24	36	48
Standard concentrate	15.25	20.25	25.25	29.25	35.75	54.75	64.75	69.5
Standard hay	8.50	9.25	10.00	10.50	12.00	15.50	15.50	15.75
DC	12.50	16.50	20.25	24.00	34.75	72.50	91.25	96.50
WSon	13.75	18.50	22.50	26.25	37.00	74.00	91.25	95.25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.2 ปริมาตรแก๊สของเมล็ดข้าวโพดบีบแตกที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (DC) และกลุ่มที่ผ่านการแช่น้ำ 12 ชั่วโมงแล้วนำไปนึ่ง (WSon)

Figure 4.2 Gas production of cracked corn prepared by unheat (DC) or 12 hours soaking and steaming (WSon)

การที่ผลการทดลองนี้ พบว่าการย่อยสลายของข้าวโพดบีบแตกซึ่งเตรียมโดยใช้วิธีแช่น้ำ 12 ชั่วโมง และผ่านการนึ่งก่อนนำมาบีบ มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่แช่น้ำและไม่ผ่านการให้ความร้อน ซึ่งแตกต่างจากในการทดลองที่ 1 ที่พบว่าข้าวโพดบีบแตกมีการย่อยสลายและอัตราการย่อยสลายต่ำนั้น เนื่องมาจากในการทดลองนี้ข้าวโพดบีบแตกถูกบดให้มีขนาดเล็กก่อนนำมาบ่มกับน้ำกระเพาะรูเมน เพื่อวัดปริมาณแก๊ส ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริงเพราะเมื่อโคกินข้าวโพดบีบแตกเข้าไปจะถูกเคี้ยวบดให้มีขนาดเล็กลงและอาจถูกขยอกออกมาเคี้ยวเอื้องจนมีขนาดเล็กลงไปอีก ดังนั้นการวัดค่าพลังงานโดยใช้เมล็ดข้าวโพดบีบแตกที่นำมาบดก่อนจึงมีความเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ พลังงานสุทธิ พลังงานย่อยได้ และยอดโภชนะย่อยได้ของเมล็ดข้าวโพดบีบแตกประเมินโดยวิธีการวัดปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมงแรก

Table 4.6 Organic matter digestibility, ME, NEL, DE and TDN of cracked corn estimated from gas production at 24 hour

	DC	WSon
Adjusted GP (ml)	72.5	74.0
OMD (%)	77.26	78.46
ME (Mcal/kgDM)	2.89	2.94
NEL (Mcal/kgDM)	1.80	1.83
DE (Mcal/kgDM)	3.30	3.35
TDN (%)	74.94	76.03

การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุคำนวณจากปริมาตรแก๊สที่ 24 ชั่วโมง ดังตารางที่ 4.6 ไม่แตกต่างกัน ระหว่างข้าวโพดทั้งสองชนิด และเมื่อนำค่าที่ปรับด้วยแฟคเตอร์แล้วมาทำนาย ME และ NEL ตามสมการที่เสนอโดย Menke *et al.*, (1979; cited by Close and Menke, 1986) และนำค่า ME ที่ได้จากการคำนวณมาคำนวณกลับหาค่า DE และ TDN โดยใช้สมการของ NRC (1988) คือ

ME (Mcal/kgDM) = -0.45 + 1.01 DE   DE (Mcal/kgDM) = 0.04409 x %TDN

ผลการคำนวณพบว่าค่าพลังงานในรูป ME, NEL, DE และ TDN ของข้าวโพดทั้ง 2 กลุ่มใกล้เคียงกัน และข้าวโพดแช่น้ำ - นึ่งแล้วบีบแตกมี NEL 1.83 Mcal/กก. และ TDN 76.03% ซึ่งใกล้เคียงกับที่ NRC (1988) รายงานว่ามีค่าเท่ากับ 1.84 Mcal/กก. และ 80% ตามลำดับ แสดงว่าการประเมินค่าพลังงานโดยวิธีนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของการใช้เมล็ดข้าวโพดบีบแตกต่อสมรรถภาพการผลิต และการย่อยได้ในโคนม

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมแสดงในตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวโพดที่ใช้ในแต่ละกลุ่มมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน เพราะเป็นข้าวโพดชุดเดียวกัน

ในส่วนของหญ้ารูซี่มีโปรตีน 5.26% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ มณีรัตน์ (2550) รายงานผลการวิเคราะห์จากแปลงเดียวกันแต่เป็นคนละปี ส่วนประกอบทางเคมีของกากน้ำตาลอยู่ในช่วงปกติทั่วไป สำหรับกากถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีโปรตีน 35.4% และไขมัน14.3% ซึ่งต่ำกว่าที่ กรมปศุสัตว์ (2551) รายงานว่ามีโปรตีน 36.5% และไขมัน 19.8% ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกากถั่วเหลืองไขมันเต็มชุดที่ใช้ในการทดลองมีส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดปนทำให้มี NDF สูงถึง 22.8% ซึ่งมากกว่าของกรมปศุสัตว์ (2551) ที่รายงานว่ามีเพียง 10.8% สำหรับอาหารข้นที่ใช้ทดลองมีโปรตีน 17.8% ต่ำกว่าอาหารจากแหล่งเดียวกันที่อมรฤต (2551) รายงานไว้

ส่วนประกอบทางโภชนะของโคทดลองแต่ละกลุ่มแสดงดังตารางที่ 4.8 ซึ่งคำนวณโดยใช้ข้อมูลตารางที่ 4.7 และ 4.9 พบว่าอาหารรวมทั้ง 3 สูตรมีส่วนประกอบไม่แตกต่างกัน โดยมีโปรตีนใกล้เคียงกัน คือ 13.70, 13.62 และ13.68% ตามลำดับ มี TDN เท่ากับ 68.56, 68.70 และ 68.44% ตามลำดับ และมีส่วนของ NFC เท่ากับ 34.91, 35.27 และ35.10% ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของทรีตเมนต์ที่กำหนด อย่างไรก็ดีปริมาณโภชนะที่โคได้รับจากแต่ละทรีตเมนต์ จะเพียงพอกับความต้องการตามคำแนะนำของ NRC (1988) เมื่อสัตว์สามารถกินอาหารทั้งหมดที่ให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 องค์ประกอบทางเคมี (% ของวัตถุแห้ง) ของหญ้ารูซี่แห้ง (RH) กากน้ำตาล (Mol) ถั่วเหลืองไขมันเต็ม (FFS) อาหารข้น (Conc) ข้าวโพดแห้งบีบแตก (DC) ข้าวโพดที่แช่น้ำ 12 ชั่วโมงแล้วนำไปนึ่งก่อนบีบแตก (WSon) และข้าวโพดบด (GC)

Table 4.7 Chemical composition (%DM) of ruzi hay (RH), molasses (Mol), full fat soybean (FFS), commercial concentrate (Conc), dry cracked corn (DC), 12 hours soaked-steamed cracked corn (WSon) and ground corn (GC)

	DM	CP	EE	ASH	NDF	CF	ADF	NFC	NFE	TDN
RH	89.68	5.26	1.58	7.91	67.90	28.15	37.95	17.35	77.80	53.29[1]
Mol	72.50	5.55	0.21	10.45	-	-	-	83.80	83.80	72.00[2]
FFS	91.25	35.40	14.25	5.70	22.79	6.43	16.16	21.86	42.63	85.83[1]
Conc	90.29	17.82	3.80	8.12	27.70	6.71	18.03	42.56	63.99	76.57[1]
DC	88.93	7.06	4.25	2.96	17.24	-	3.74	64.28	-	74.94
WSon	90.49	6.45	3.89	2.17	16.16	-	4.93	63.77	-	76.03
GC	88.90	6.92	2.88	2.79	17.42	-	3.24	61.36	-	74.94

[1]Calculated TDN using equations of Kerl (1982)

TDN of dry roughage (%DM) = -17.2649 + 1.2120 (%CP) + 0.8352 (%NFE) + 2.4637 (%EE) + 0.4475 (%CF)

TDN of energy feed (%DM) = 40.2625 + 0.1969 (%CP) + 0.4228 (%NFE) + 1.1903 (%EE) – 0.1379 (%CF)

TDN of protein supplement (%DM) = 40.3227 + 0.5398 (%CP) + 0.4448 (%NFE) + 1.4218 (%EE) – 0.7007 (%CF)

[2]NRC (1988)

ตาราง4.8 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่โคแต่ละกลุ่มกินได้จริงจากการคำนวณ

Table 4.8 Calculated chemical composition of consumed diets of each group

	DM	CP	EE	ASH	NDF	NFC	TDN
	(%)	(%DM)					
T1	89.34	13.70	4.32	7.08	39.99	34.91	68.56
T2	89.55	13.62	4.28	6.98	39.85	35.27	68.70
T3	89.34	13.68	4.14	7.06	40.02	35.10	68.44

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณอาหารที่กินและโภชนะที่โคได้รับ

จากตารางที่ 4.9 โคทดลอง สามารถกินอาหารที่ผสมด้วยข้าวโพดแห้งบีบแตก ข้าวโพดแช่น้ำนึ่งแล้วบีบแตก และข้าวโพดบดได้คิดเป็นวัตถุแห้งไม่แตกต่างกัน คือได้เฉลี่ยเท่ากับ 2.96, 3.10 และ3.01% ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ ซึ่งแยกเป็นอาหารข้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.85, 1.87 และ1.86 % ของน้ำหนักตัว กินอาหารหยาบเท่ากับ 1.11, 1.24 และ1.15 % ของน้ำหนักตัว และสามารถกินอาหารได้ 91.03, 95.32 และ 92.72% ของอาหารที่ให้ตามลำดับ

จากการที่โคไม่สามารถกินอาหารได้หมดตามที่กำหนด โดยพบส่วนของก้านและลำต้นหญ้าแห้งเหลืออยู่ในราง ทำให้โคได้รับโปรตีน 2.10, 2.19 และ 2.13 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 88.24, 92.01 และ 89.50%ของปริมาณที่แนะนำโดย NRC (1988) คือ 2.38 กิโลกรัม ตามลำดับ ในส่วนของ NFC นั้น พบว่า โคทดลองได้รับเท่ากับ 5.36, 5.60 และ 5.49 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 92.56, 95.34 และ 93.83ของปริมาณที่ให้ตามลำดับ

จากการเก็บมูลโคนมทดลองแต่ละตัวในระยะ 4 วันสุดท้าย โดยวิธี total collection แล้วนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและคำนวณหาค่าการย่อยได้ของโภชนะได้ผลดังตารางที่ 4.10 พบว่า โคที่ได้รับอาหารในสูตรที่ 2 ซึ่งผสมข้าวโพด WSon มีค่าการย่อยได้ของเยื่อใย NDF ดีกว่าสูตรที่ 1 ซึ่งผสมข้าวโพด DC อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากอาหารในสูตรที่ 3 ซึ่งผสมข้าวโพด GC โดยมีค่าเท่ากับ 30.91, 43.34 และ 32.44% ตามลำดับ การย่อยได้ของ NDF ที่ดีในกลุ่มที่กินอาหารผสมเมล็ดข้าวโพดบีบแตก WSon นั้นน่าจะเนื่องมาจากการแช่น้ำค้างคืนแล้วนึ่งทำให้แป้งถูกเปลี่ยนเป็น dextrin เพิ่มขึ้น ง่ายต่อการใช้เป็นพลังงานของจุลินทรีย์กลุ่มย่อยเยื่อใยในการเพิ่มประชากรให้มากขึ้น จึงทำให้สามารถย่อยเยื่อใยได้ดีขึ้น ซึ่งผลนี้คล้ายคลึงกับกลุ่มที่กินอาหารผสมข้าวโพดบดที่มีความละเอียดจึงสามารถถูกนำมาใช้เป็นพลังงานให้จุลินทรีย์ได้ดีเช่นกัน อย่างไรก็ตามการย่อยได้ของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) นั้นไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าการย่อยได้ของโปรตีนเท่ากับ 65.90, 68.12 และ 67.14% และมีค่าการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) เท่ากับ 89.25, 90.83 และ 87.95% ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่าการย่อยได้มีค่าต่ำสุดในสูตรอาหารที่ผสมข้าวโพดบด อาจเนื่องมาจากมีขนาดเล็กจึงไหลผ่านระบบทางเดินอาหารเร็วเป็นเหตุให้ย่อยได้น้อยกว่าชนิดอื่น จะเห็นได้ว่าแม้การย่อยได้ของ CP และ NFC ในอาหารแต่ละ ทรีตเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แสดงแนวโน้มการเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะทั้งสองในรูปแบบเดียวกัน โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมล็ดข้าวโพดบีบแตก WSon มีค่าการย่อยได้สูงกว่าอีกสองกลุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 ปริมาณวัตถุแห้ง อาหารหยาบ อาหารข้นและโภชนะที่โคได้รับจากการให้อาหาร 3 สูตร

Table 4.9 Dry matter, roughage, concentrate and nutrient intake of cows fed different rations

	Treatment 1 (DC)	Treatment 2 (WSon)	Treatment 3 (GC)
Total dry matter			
• Offered			
- kg/cow/day	16.83	16.86	16.83
- %BW	3.25	3.25	3.25
• Intake			
- kg/cow/day	15.32	16.07	15.60
- %BW	2.96	3.10	3.01
- % of feed offered	91.03	95.32	92.72
Roughage dry matter[1/]			
• Offered			
- kg/cow/day	7.17	7.17	7.17
- %BW	1.38	1.38	1.38
• Intake			
- kg/cow/day	5.73	6.40	5.95
- %BW	1.11	1.24	1.15
- % of feed offered	79.92	89.27	82.92
Concentrate dry matter			
• Offered			
- kg/cow/day	9.66	9.69	9.66
- %BW	1.86	1.87	1.86
• Intake			
- kg/cow/day	9.59	9.67	9.66
- %BW	1.85	1.87	1.86
- % of feed offered	99.28	99.79	100
CP intake (kg/cow/day)	2.10	2.19	2.13
(NRC requirements)[2/]	2.38	2.38	2.38
TDN intake (kg/cow/day)	10.60	11.04	10.60
(NRC requirements)[2/]	10.81	10.81	10.81

[1/]Ruzi hay plus 5% molasses

[2/]Requirements of cows at 518 kg BW, 19.7 kg/d milk and 4% fat

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (%) ในอาหารแต่ละสูตร

Table 4.10 Digestibility coefficients of nutrients (%) in different diets

	T1 (DC)	T2 (WSon)	T3 (GC)	SEM
DM	64.03	64.75	64.50	2.44
CP	65.90	68.12	67.14	2.29
EE	78.98	83.51	84.74	3.20
NDF	30.91[a]	43.34[b]	32.44[ab]	4.91
NFC	89.25	90.83	87.95	4.05

Means in the same row with different superscripts differ significantly (*P*<0.05)

ปริมาณน้ำนม ส่วนประกอบน้ำนมและต้นทุนการผลิต

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.11 พบว่า โคทั้ง 3 กลุ่ม ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันโดยมีปริมาณน้ำนมเฉลี่ยเท่ากับ 18.68, 19.89 และ 19.22 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และมีคุณภาพของน้ำนมไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามโคกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 ที่ผสมเมล็ดข้าวโพดบีบแตกที่ผ่านการแช่น้ำค้างคืนแล้วนึ่งมีแนวโน้มการให้ผลผลิต (4%FCM) สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในสูตรอาหารที่ 2 มีส่วนประกอบของเมล็ดข้าวโพดที่มีขนาดใหญ่กว่าในสูตรอื่นๆ ทำให้มีการสลายตัวของแป้งในกระเพาะรูเมนช้า รวมทั้งสามารถกระตุ้นการเคี้ยวและหลั่งน้ำลายทำให้มีสภาพความเป็นกรดในกระเพาะรูเมนลดลง ส่งผลให้มีการย่อยได้ของเยื่อใยทำให้ได้กรด acetic และ butyric สูงเพิ่มขึ้น ซึ่งจะถูกนำไปสร้างเป็นไขมันนมต่อไป (Russell, 1998)

โคทดลองมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันเมื่อได้รับอาหารทั้ง 3 ชนิด (*P*>0.05) เนื่องจากข้อมูลมีความแปรปรวนมาก แต่แสดงแนวโน้มว่าโคที่ได้รับอาหารผสมด้วยเมล็ดข้าวโพดบีบแตกแบบแช่และนึ่งก่อนเพิ่มน้ำหนักได้เฉลี่ยวันละ 0.05 กิโลกรัม ในขณะที่โคมีน้ำหนักลดลงเมื่อให้อาหารผสมข้าวโพดเมล็ดแห้งบีบแตก หรือข้าวโพดบดตามลำดับ โคทดลองทั้งสามกลุ่มให้น้ำนมที่มีไขมันเฉลี่ย 3.37-3.67% ซึ่งค่อนข้างต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารคล้ายคลึงกันและให้นมที่ใกล้เคียงกันที่เลี้ยงโดยใช้หญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบหลัก ซึ่งดุจดาว (2548) รายงานว่ามีไขมันนมเฉลี่ย 4.11-4.35% ปริมาณไขมันนมที่ต่ำนั้นอาจเนื่องจากอาหารทดลองทั้งสามสูตรมีอาหารข้นคิดเป็นสัดส่วนของอาหารหยาบเท่ากับ 61.8 ต่อ 38.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจัดว่าค่อนข้างสูง โดยอาหารโคนมควรมีสัดส่วนนี้ไม่เกิน 60 ต่อ 40 เปอร์เซ็นต์ (NRC, 2001) การมีสัดส่วนอาหารหยาบต่ำ ทำให้มีแหล่งของกรดอะซิติก และบิวทีริก สำหรับใช้สร้างไขมันนมลดลงส่งผลให้นมมีไขมันลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนั้นในการทดลองได้ ใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มที่มีไขมัน 14.25% ผสมลงไปในอาหารวันละ 2.67 กิโลกรัมต่อตัว ทำให้โคได้รับไขมันเพิ่มวันละ 0.38 กิโลกรัม ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยเยื่อใยได้ จึงควรมีการศึกษาถึงระดับไขมันในอาหารของโคที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดบีบแตกที่เหมาะสมต่อไป

เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมโคทดลองครั้งนี้ที่มีค่าระหว่าง 2.70-2.81% ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโคระดับผลผลิตเดียวกันที่ดุจดาว (2548) รายงานไว้ว่ามีค่าระหว่าง 3.2-3.5% ทั้งนี้เนื่องจากโคได้รับโปรตีนต่ำกว่าความต้องการที่แนะนำโดย NRC (1988) ดังแสดงในตารางที่ 4.9 เพราะโคทดลองกินอาหารหยาบไม่หมดตามที่กำหนดให้ เนื่องจากมีส่วนของก้านและลำต้นมาก ตลอดจนโปรตีนของอาหารข้นชนิดเม็ดที่ใช้เสริมในการทดลองครั้งนี้มีโปรตีนเฉลี่ยเพียง 17.82% ซึ่งต่ำกว่าที่คำนวณก่อนเริ่มการทดลอง คือ 20% ส่งผลให้โคได้รับโปรตีนไม่เพียงพอทำให้โปรตีนในน้ำนมลดลง

ในส่วนของน้ำตาลนมนั้น พบว่า มีค่าเฉลี่ยของทุกทรีตเมนต์ระหว่าง 4.65-4.73% ซึ่งเป็นระดับปกติของโคนมลูกผสม (ดุจดาว, 2548 ; วีณาพร, 2547) ดังนั้นของแข็งในน้ำนมของโคทดลองที่มีค่าเฉลี่ย 10.25-11.78% ซึ่งค่อนข้างต่ำกว่ารายงานของดุจดาว (2548) ที่มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 13.0-13.1% นั้นจึงมีที่มาจากระดับของโปรตีนนมและไขมันนมที่ต่ำดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของของแข็งในน้ำนมไม่รวมไขมันค่อนข้างต่ำ สำหรับปริมาณโภชนะในน้ำนมที่โคทดลองแต่ละกลุ่มผลิตได้ไม่แตกต่างกันนั้น พบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดแช่น้ำ - นึ่งแล้วบีบแตกเป็นส่วนผสมมีแนวโน้มการเพิ่มผลผลิตโภชนะในน้ำนมดีกว่าการใช้ข้าวโพดบดผสมในอาหารข้นเสริม

อัตราการเปลี่ยนอาหารให้เป็นน้ำนมเมื่อได้รับอาหารแต่ละสูตรไม่แตกต่างกัน โดยใช้อาหารคิดเป็นน้ำหนักแห้ง 0.81-0.82 กิโลกรัม ในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่ารายงานของอมรฤต (2551) ที่ศึกษาในโคนมลูกผสมขาวดำเลี้ยงด้วยฟางหมักยูเรียเสริมอาหารข้น ที่ใช้อาหาร 1.12-1.15 กิโลกรัมต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม และน้อยกว่ารายงานของ จิรวรรณ (2549) ซึ่งใช้หญ้าแห้งเสริมอาหารข้นที่ใช้อาหาร 1.01-1.04 กิโลกรัมต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม

ต้นทุนการผลิตน้ำนมและกำไรหลังจากหักค่าอาหารของโคทั้ง 3 กลุ่มแสดงในตารางที่ 4.12 พบว่าต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม เท่ากับ 7.62, 7.36 และ 7.52 บาท และเมื่อคิดเป็นน้ำนม 4% FCM 1 กิโลกรัม เท่ากับ 8.33, 7.79 และ 8.33 บาท ตามลำดับ และจากการที่กลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มการให้ผลผลิต (4%FCM) สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ จึงทำให้โคกลุ่มนี้มีกำไรหลังหักค่าอาหารมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การผลิตข้าวโพดบีบแตกแบบแช่น้ำค้างคืนแล้วนึ่งจะเพิ่มต้นทุนการผลิตอีก 1.48 บาทต่อ 1 กิโลกรัม แต่ถ้านำไปบีบในสภาพแห้งจะมีต้นทุนเพิ่ม 1.08 บาทต่อ 1 กิโลกรัม เพราะประหยัดค่าใช้จ่ายของพลังงานในการนึ่งให้ความร้อน ส่วนเมื่อนำข้าวโพดไปบดโดยเครื่อง hammer mill นั้น พบว่ามีบางส่วนสูญหายไปเป็นฝุ่นและสูญเสียในรูปของไขมันทำให้ได้น้ำหนักลดลง ส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นจากเมล็ดข้าวโพดปกติอีก 1.34 บาทต่อ 1 กิโลกรัม

ค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงโคนมทดลองส่วนใหญ่ 84% เป็นค่าอาหารข้น โดยคิดเป็นอาหารข้นอัดเม็ด 36.5% กากถั่วเหลืองไขมันเต็ม 34.7% และข้าวโพดเมล็ดเสริม 28.8% คิดเป็นรายรับหลังหักค่าอาหารแล้ว 4.88 – 5.14 บาทต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม หรือ 4.17 – 4.71 บาทต่อน้ำนม 4%FCM 1 กิโลกรัม

ตาราง 4.11 ปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมของโคที่กินอาหารสูตรต่างๆ

Table 4.11 Milk yield and milk composition of cows fed different diets

	T1 (DC)	T2 (WSon)	T3 (GC)	SEM
Weight change (kg/d)	-0.01	0.05	-0.04	0.23
Milk yield (kg/d)	18.68	19.89	19.22	0.33
4%FCM (kg/d)	17.08	18.81	17.36	0.54
Milk composition				
Fat (%)	3.43	3.67	3.37	0.17
CP (%)	2.70	2.81	2.81	0.09
Lactose (%)	4.65	4.73	4.73	0.04
Total solids (%)	11.62	11.78	10.25	1.20
Solid not fat (%)	8.04	8.24	8.24	0.13
Nutrient yield				
Fat (kg/d)	0.64	0.73	0.64	0.04
CP (kg/d)	0.50	0.56	0.54	0.02
Lactose (kg/d)	0.87	0.94	0.91	0.02
Total solids (kg/d)	2.14	2.36	2.23	0.05
Solid not fat (kg/d)	1.50	1.64	1.59	0.04

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.12 ราคาและต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม[1/]

Table 4.12 Feed cost and cost of milk production

	T1 (DC)	T2 (WSon)	T3 (GC)
Milk production (kg/d)	18.68	19.89	19.22
4%FCM (kg/d)	17.08	18.81	17.36
Roughage dry matter intake (kg/d)	5.73	6.40	5.95
Concentrate dry matter intake (kg/d)	9.59	9.67	9.66
Roughage cost[3/] (baht/kg DM)	3.35	3.35	3.35
Concentrate cost (baht/kg DM)	12.84	12.93	12.90
Total feed cost (baht/day)	142.34	146.47	144.54
Roughage cost[3/] (baht/day)	19.20	21.44	19.93
Concentrate cost (baht/day)	123.14	125.03	124.61
Feed cost/kg milk (baht/kg)	7.62	7.36	7.52
Feed cost/4% FCM (baht/kg)	8.33	7.79	8.33
Income over feed[2/] (baht/kg milk)	4.88	5.14	4.98
Income over feed (baht/ 4% FCM)	4.17	4.71	4.17
FCR (feed DM/kg milk)	0.82	0.81	0.81

[1/]Price (baht/kg): milk = 12.5 ; corn grain = 8.10 ; ground corn = 8.40; dry cracked corn (DC) = 8.16, overnight soaked steamed cracked corn (WS) = 8.52

[2/]Income over feed (baht/kg milk) = $\frac{\text{[milk yield (kg/d) x milk price (baht/kg)] – feed cost (baht/day)}}{\text{milk yield (kg/d)}}$

[3/]Ruzi hay plus 5% molasses

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved