คุณภาพของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส*

วารุณี พานิชผล[1/] จันทกานต์ อรณนันท์[1/] สุภาพร มนต์ชัยกุล[1/]

บทคัดย่อ

ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าวโดยใช้น้ำกากผงชูรส ที่กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ ระหว่างตุลาคม 2536 - กันยายน 2537 โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 3 x 4 Factorial in CRD มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำกากผงชูรส มี 4 ระดับ (0, 30, 60 และ 90 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก) และระยะเวลาในการหมัก 3 ระยะ (5, 10 และ 15 วัน) จากผลการทดลองพบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90% ของน้ำหนักฟางและใช้เวลาในการหมัก 10 วัน มีคุณค่าทางโภชนะดีที่สุด คือ มีวัตถุแห้ง โปรตีน และการย่อยได้ของวัตถุแห้ง เท่ากับ 46.07, 15.77 และ 60.23 % ตามลำดับ

---

* โครงการวิจัยลำดับที่ 37 - 0713 - 097

1/ กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์

Quality of Rice Straw treated with Glutamic Mother Liquid.*

Varunee Panichpol[1/] Jantakarn Arananant[1/] Supaporn Montchaikul[1/]

Abstract

This experiment was performed to improve the nutritive value of rice straw. It was conducted at the Animal Nutrition Laboratory Section, Animal Nutririon Division, from October 1993 - September 1994. The experiment was a 4 x 3 Factorial in CRD with 3 replications, using 4 levels of Glutamic Mother Liquid (GML) (0, 30, 60 and 90 % W./W) and 3 treatment intervals (5, 10 and 15 days). Result was showed that nutritive value of rice straw treated with 90 % GML over 10 days was the most satisfactory. It was composed of 46.07% dry matter, 15.77 % protein and 60.23 % dry matter digestibility.

* Research Project No. 37 - 0713 - 097

1/ Animal Nutrition Laboratory Section, Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development.

คำนำ

เนื่องจากการเพาะปลูกที่ทำกันมากที่สุดในประเทศไทย คือ การทำนา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2536) ดังนั้น ฟางข้าว จึงเป็นวัสดุพลอยได้ที่มีปริมาณมาก และมีอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ เกษตรกรผู้เลี้ยงโค กระบือ สามารถใช้ฟางข้าวเลี้ยงสัตว์ในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ขาดแคลนหญ้าสด แต่ฟางข้าวมีคุณค่าทางโภชนะต่ำ คือ มีวัตถุแห้ง (Dry matter) 93% เยื่อใย (NDF) 73 % แต่มีโปรตีนเพียง 3 % เท่านั้น นอกจากนี้การย่อยได้ของวัตถุแห้งก็ต่ำด้วย ดังนั้น การที่จะนำฟางข้าวมาเลี้ยงสัตว์ จึงควรทำการปรับปรุงคุณภาพของฟาง โดยวิธีหมักด้วยยูเรียหรือ Anhydrous ammonium เป็นต้น

น้ำกากผงชูรส (Glutamic Mother Liquid หรือ GML) เป็นผลพลอยได้จากการผลิตผงชูรส มีลักษณะเป็นของเหลว สีน้ำตาลเข้ม มีส่วนประกอบที่มีคุณค่าทางโภชนะหลายอย่าง คือ ประกอบด้วยไนโตรเจน 3.3% น้ำตาล 7.72 % และแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น เหล็ก 350 ppm แมงกานีส 80 ppm สังกะสี 10 ppm แคลเซียม 1.40 % แมกนีเซียม 0.16 % (พงศ์เทพ และคณะ, 2534) นอกจากนี้ยังมี Amino acid ประมาณ 9 % ประกอบด้วย ไลซีน 0.08 % ไกลซีน 0.09 % วาลีน 0.11 % ลูซีน 0.04 % กรดกลูตามิค 6.30 % ทริโอนีน 0.15 % กรดแอสพาติค 0.68 % อะลานีน 1.35 % โปรลีน 0.02 % กลูตามีน 0.17 % ไอโซลูซีน 0.04 % (Union - Kikari Fertilizer Industries, อ้างโดย ธีระ และคณะ, 2534) จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ของบริษัทผลิตผงชูรสในจังหวัดนครปฐมและราชบุรีทราบว่า ในแต่ละวันมีน้ำกากผงชูรสทิ้งเป็นปริมาณมากถึง 250 ตัน เกษตรกรชาวไร่อ้อยที่จังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรี จะนำไปใช้เป็นปุ๋ยในไร่อ้อย นอกจากนี้ได้มีการทดลองนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ โดยเสริมในอาหารสำหรับสุกรรุ่น-ขุน พบว่า น้ำกากผงชูรสใช้เป็นอาหารเสริมสุกรได้ดี การเสริมในอาหารที่ระดับ 15 กก/อาหาร 100 กก. มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่อตัวต่ำที่สุด โดยน้ำกากผงชูรสไม่มีผลเสียต่ออวัยวะภายในและคุณภาพซากของสุกร (ธีระ และคณะ, 2534) การทดลองใช้น้ำกากผงชูรสผสมมันเส้นบดในอัตราส่วน 1 : 3.5 ทดแทนข้าวโพดบดในระดับ 0, 50, 75 และ 100 % ในอาหารโคพบว่า ต้นทุนการผลิตต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวจะลดลงตามอัตราส่วนของการใช้มันเส้นบดผสมน้ำกากผงชูรส ทดแทนข้าวโพดที่เพิ่มขึ้น โดยโคทดลองทุกกลุ่มการทดลองมีคุณภาพซากใกล้เคียงกัน (เทอดชัยและวิเชียร, 2535)

ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำน้ำกากผงชูรสมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าวโดยวิธีการหมัก

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการหมัก

1. ถุงพลาสติกสีดำขนาด 25 x 40 นิ้ว หนา 0.2 มม.
2. ลวดสำหรับมัดปากถุง
3. ฟางข้าว
4. น้ำกากผงชูรส

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของฟางหมัก

1. เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีคือ
   - Hot Air Oven
   - เครื่องมือวิเคราะห์หาโปรตีน
   - เครื่องมือวิเคราะห์หาเยื่อใย
   - เครื่องมือวิเคราะห์หาธาตุแคลเซียม
   - เครื่องมือวิเคราะห์หาธาตุฟอสฟอรัส
2. เครื่องมือวิเคราะห์หาการย่อยได้แบบ In Vitro

วิธีการทดลอง

จัดสิ่งทดลองตามแผนการทดลองแบบ 4 x 3 Factorial in CRD มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ดังนี้

1. ปริมาณน้ำกากผงชูรสมี 4 ระดับคือ 0, 30, 60 และ 90 % ของน้ำหนักฟาง (โดยน้ำหนัก) หรือ อัตราส่วนของฟางข้าว : น้ำ : น้ำกากผงชูรสเท่ากับ 1 : 1 : 0, 1 : 1 : 0.6, และ 1 : 1 : 0.9
2. ระยะเวลาในการหมักมี 3 ระยะคือ 5, 10 และ 15 วัน

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนตามการทดลองแบบ 4 x 3 Factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (กรมวิชาการเกษตร, 2529)

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ปรับ pH ของน้ำกากผงชูรสด้วยปูนขาว (CaO) ให้เป็นกลาง มี pH ประมาณ 6 ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อ

จุลินทรีย์ในกระเพาะ rumen ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (เทอดชัย และวิเชียร, 2535)

2. สับฟางข้าวเป็นท่อนสั้น ๆ ขนาดประมาณ 5 - 6 นิ้ว อัดใส่ถุงพลาสติกให้แน่น ใส่น้ำกากผงชูรสผสมน้ำตาลอัตราส่วนต่าง ๆ ข้างต้น โดยราดให้ทั่วทีละชั้น แต่ละชั้นหนาประมาณ 6 นิ้ว ไล่อากาศออกจากถุงให้หมด แล้วมัดปากถุงให้แน่นด้วยลวดสำหรับมัดปากถุง เก็บไว้ในที่ร่มจนครบระยะเวลาของการหมัก

3. เมื่อครบกำหนดระยะเวลาที่ต้องการหมักแล้ว เปิดปากถุง เอาส่วนเสียบางส่วนบริเวณปากถุงออก สุ่มเก็บตัวอย่างส่วนบนและส่วนกลางประมาณ 500 กรัม นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 65° C นาน 24 ชั่วโมง เพื่อหาปริมาณวัตถุแห้ง (Dry matter) ของตัวอย่าง (จันทกานต์, 2536) นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วไปบดให้ละเอียดขนาด 20 - 30 mesh เพื่อไว้ใช้สำหรับวิเคราะห์หาค่าโปรตีน (พูลศรี และคณะ, 2532) NDF, NDS, ADF เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส ลิกนิน (วารุณี, 2531) การย่อยได้ของวัตถุแห้งแบบ In Vitro โดยการใช้เอ็นไซม์ Pepsin และ Cellulose (เมธา, 2533) ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส (พิไลวรรณ และคณะ, 2532)

น้ำกากผงชูรสและฟางข้าวที่ใช้ในการทดลองนี้ มีส่วนประกอบทางเคมีตามที่แสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำกากผงชูรสที่ใช้ในการทดลอง

	% on dry basis
pH	3.4
Dry Matter	30.02 %
ฟอสฟอรัส	0.13 %
โปแตสเซียม	2.70 %
Total nitrogen	9.39 %
Invert sugar	6.66 %
Glutamic acid	6.76 %
Chloride	21.82 %
Sodium chloride	36.11 %

ที่มา : บริษัท ราชาชูรส จำกัด

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีของฟางข้าวที่ใช้ในการทดลอง

	% on dry basis
Dry matter	93.05
Protein	2.62
NDF	73.40
NDS	26.60
ADF	51.14
เซลลูโลส	40.72
เฮมิเซลลูโลส	22.26
ลิกนิน	2.82
IVDMD	50.18
แคลเซียม	0.31
ฟอสฟอรัส	0.08

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะภายนอกของฟางหมัก

หลังจากหมักฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30, 60 และ 90 % (W/W) เป็นระยะเวลา 5, 10 และ 15 วันแล้ว เปิดถุงออกดู พบว่าด้านบนของฟางข้าวหมักมีเชื้อราสีขาวขึ้นเล็กน้อย เป็นแผ่นบาง ๆ แต่ไม่มีกลิ่นบูด แยกส่วนนี้ทิ้ง ส่วนที่เหลือมีลักษณะดังนี้

สีของฟางหมัก จากการสังเกตด้วยสายตาพบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0 % (W/W) จะเป็นสีน้ำตาลอ่อนเหมือนสีฟางข้าวทั่วไป แต่ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส30, 60 และ 90 % จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเป็นสีของน้ำกากผงชูรส โดยฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90 % จะมีสีเข้มที่สุด

กลิ่นของฟางข้าวหมัก จากการดมกลิ่นฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 4 ระดับ พบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0 % (W/W) ไม่มีกลิ่นแต่อย่างใด แต่ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 30, 60 และ 90 % มีกลิ่นหอม

เนื้อของฟางข้าวหมัก จากการใช้มือสัมผัสฟางข้าวหมัก พบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30, 60 และ 90 % (W/W) อยู่ในสภาพที่ดี ไม่เละ ไม่เป็นเมือก โดยที่ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0% จะมีลักษณะแข็ง ที่ก้นถุงจะมีน้ำเหลืออยู่ แสดงว่าฟางข้าวซึมซับน้ำได้ไม่ดี แต่ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 30, 60 และ 90 % จะมีลักษณะอ่อนนุ่ม ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90 % จะมีน้ำกากผงชูรสเหลืออยู่ที่ก้นถุงเล็กน้อย

คุณค่าทางโภชนะ

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของวัตถุแห้ง เพื่อหาคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30, 60 และ 90 % (W/W) ในระยะเวลา 5, 10 และ 15 วัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมีของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตราต่าง ๆ กัน และระยะเวลาการหมักต่าง ๆ กัน

(% on dry basis)

	% on dry basis										
	วัตถุแห้ง	โปรตีน	NDF	NDS	ADF	Cellu lose	Hemi-cellulose	Lignin	IVDMD	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
ปริมาณน้ำกากผงชูรส (% W/W)											
0	94.23[a]	3.00[d]	73.27[a]	26.73[d]	50.86[a]	37.33[a]	22.41[a]	2.98[a]	51.30[d]	0.39[d]	0.08[c]
30	50.73[b]	6.31[c]	69.30[b]	30.73[c]	48.63[b]	35.68[b]	20.67[b]	2.97[a]	53.67[c]	0.77[c]	0.09[b]
60	49.22[b]	10.65[b]	64.27[c]	35.73[b]	45.25[c]	33.09[c]	19.02[c]	2.77[a]	56.30[b]	1.00[a]	0.10[a]
90	49.49[b]	15.02[a]	59.19[d]	40.81[a]	41.64[d]	30.80[d]	17.54[d]	2.75[a]	59.86[a]	0.90[b]	0.09[b]
ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก (วัน)											
5	64.43[a]	7.68[b]	68.05[a]	31.95[b]	47.89[a]	34.98[a]	20.16[a]	3.00[a]	53.87[b]	0.76[a]	0.09[a]
10	58.17[b]	9.35[a]	65.63[b]	34.37[a]	46.42[b]	33.98[b]	19.21[b]	2.91[a]	55.74[a]	0.77[a]	0.09[a]
15	60.14[b]	9.22[a]	65.84[b]	34.16[a]	45.47[b]	33.72[b]	20.36[a]	2.70[b]	56.24[a]	0.77[a]	0.09[a]
ปริมาณ x ระยะเวลา	ns	ns	ns	ns	ns	< 1	ns	< 1	ns	< 1	< 1
C.V. (%)	7.7	17.2	2.6	5.2	2.7	3.4	4.9	9.5	2.6	1.9	4.8

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง แนวเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยวิธี DMRT

วัตถุแห้ง (Dry matter) เมื่อพิจารณาปริมาณวัตถุแห้งของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตราต่าง ๆ กัน พบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตราต่างๆ กัน พบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0% (W/W) มีปริมาณวัตถุแห้งเฉลี่ยสูงสุด คือ 94.23 % ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 30, 60 และ 90 % ซึ่งมีวัตถุแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 50.73, 49.22 และ 49.49 % ตามลำดับ ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาฟางข้าวที่หมักในระยะเวลาต่าง ๆ กัน พบว่า ฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 5 วัน มีวัตถุแห้งสูงสุดเท่ากับ 64.43 % ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในเวลา 10 และ 15 วัน ที่มีปริมาณวัตถุแห้ง 58.17 % และ 60.14 %

การที่ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 30, 60 และ 90 % มีปริมาณวัตถุแห้งต่ำกว่าฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0% เนื่องจากน้ำกากผงชูรสมีส่วนที่เป็นน้ำประกอบอยู่ 69.98 % ดังนั้น ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ใช้ในการหมักฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรส 30, 60 และ 90 % จึงมีมากกว่าในฟางข้าวที่หมักโดยใช้น้ำกากผงชูรส 0% และปริมาณน้ำที่ถูกฟางข้าวดูดซับไว้นั้น จะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณน้ำกากผงชูรสที่มากขึ้น นอกจากนั้น จุลินทรีย์ที่ติดอยู่กับฟางข้าวจะย่อยสลาย Amino acid ทำให้เกิดแอมโมเนีย (สิรินทร์ และคณะ, 2516) และเมื่อแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ Ammonium Hydroxide ที่สามารถซึมซาบเข้าไปในเนื้อฟาง (สมคิด, 2527) และย่อยสลายพันธะของผนังเซลล์พืชได้ (บุญล้อมและบุญเสริม, 2535) ทำให้ฟางข้าวมีความอ่อนนุ่ม ดังนั้น ปริมาณวัตถุแห้งของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 30, 60 และ 90 % จึงมีค่าต่ำกว่าฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0% ส่วนฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 10 และ 15 วัน มีปริมาณวัตถุแห้งต่ำกว่าฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 5 วัน อาจจะเป็นเพราะในช่วงระยะเวลา 5 วันนั้น ไม่เพียงพอต่อการที่ฟางข้าวจะดูดซับน้ำกากผงชูรสได้เต็มที่ แต่ระยะเวลา 10 วัน เป็นระยะเวลาที่มากพอที่ฟางข้าวจะดูดซับน้ำกากผงชูรสได้เต็มที่ ดังนั้น ปริมาณวัตถุแห้งของฟางข้าวที่หมักในเวลา 10 และ 15 วัน จึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

โปรตีน เมื่อหมักฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตราต่างๆ กัน พบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90 % (W/W) มีโปรตีนสูงสุดคือ 15.02 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30 และ 60 % ซึ่งมีโปรตีน 3.00, 6.31 และ 10.65 % ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการหมักพบว่า ฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา

10 วัน และ 15 วัน มีโปรตีนเท่ากับ 9.35 % และ 9.22 % และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 5 วัน มีโปรตีนต่ำสุด คือ 7.68 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 10 วัน และ 15 วัน การที่ฟางข้าวหมักมีปริมาณโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น ตามปริมาณของน้ำกากผงชูรสที่ใช้เพิ่มขึ้นนั้น เป็นเพราะโปรตีนในน้ำกากผงชูรสทำหน้าที่เป็นแหล่งของโปรตีนให้กับฟางข้าวด้วย (เทอดชัย และวิเชียร, 2535) และการที่ฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 5 วัน มีปริมาณโปรตีนต่ำสุด เนื่องจากในระยะเวลาเพียง 5 วันนั้น ฟางข้าวยังดูดซับน้ำกากผงชูรสได้ไม่เต็มที่

ตารางที่ 4 เปอร์เซนต์วัตถุแห้งของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตราต่าง ๆ กัน และระยะเวลาการหมักต่าง ๆ กัน

ปริมาณน้ำกากผงชูรส (% W/W)	ระยะเวลา (วัน)		
	5	10	15
0	93.66	95.42	93.62
30	56.60	45.34	50.24
60	56.04	45.86	45.75
90	51.45	46.07	50.94

ตารางที่ 5 เปอร์เซนต์โปรตีนของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูร.. ในอัตราต่าง ๆ กัน และระยะเวลาการหมักต่าง ๆ กัน (% on dry basis)

ปริมาณน้ำกากผงชูรส (% W/W)	ระยะเวลา (วัน)		
	5	10	15
0	3.05	3.03	2.91
30	5.80	6.73	6.41
60	8.53	11.85	11.57
90	13.33	15.77	15.97

NDF (ผนังเซลล์พืช) จากผลการหมักฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตรา 0, 30, 60 และ 90 %(W/W) พบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากาผงชูรส 90 % มี NDF ต่ำสุดเท่ากับ 59.19 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30 และ 60 % ซึ่งมี NDF เท่ากับ 73.27, 69.30 และ 64.27 % ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการหมักพบว่า ฟางข้าวที่หมักในเวลา 10 และ 15 วัน มี NDF เท่ากับ 65.63 % และ 65.84 % และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 5 วัน มี NDF สูงสุดเท่ากับ 68.05 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 10 วัน และ 15 วัน

NDS (ส่วนประกอบภายในเซลล์) เมื่อพิจารณาผลการหมักฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตราต่าง ๆ กัน พบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90 % (w/w) มี NDS สูงสุดถึง 40.81 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30 และ 60 % ซึ่งมี NDS เท่ากับ 26.73, 30.70 และ 35.73 % ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะเดียวกันจากการพิจารณาระยะเวลาในการหมักพบว่า ฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 10 วัน และ 15 วัน มี NDS เท่ากับ 34.37 % และ 34.16 % และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ฟางข้าวที่หมักในเวลา 5 วัน มี NDS ต่ำสุดเท่ากับ 31.95 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในเวลา 10 วัน และ 15 วัน

ADF (Ligno-cellulose) จากผลการทดลองพบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90% (W/W) มี ADF ต่ำสุดคือ 41.64 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30 และ 60 % ซึ่งมี ADF เท่ากับ 50.86, 48.63 และ 45.25 % ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาที่ใช้ในการหมักพบว่า ฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 10 วัน และ 15 วัน มี ADF เท่ากับ 46.42 % และ 45.47 % และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ฟางข้าวที่หมักในเวลา 5 วัน มี ADF สูงสุดคือ 47.89 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมัก 10 วัน และ 15 วัน

เซลลูโลส ฟางข้าวที่หมักโดยไม่ใส่น้ำกากผงชูรส (น้ำกากผงชูรส 0% W/W) มีเซลลูโลสสูงสุดเท่ากับ 37.33 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 30, 60 และ 90% ซึ่งมีเซลลูโลส 35.68, 33.09 และ 30.80 % ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักนั้น พบว่าฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 5 วัน มีเซลลูโลสสูงสุดเท่ากับ 34.98% และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 10 วัน และ 15 วัน ซึ่งมีเซลลูโลสเท่ากับ 33.98 % และ 33.72 % ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เฮมิเซลลูโลส ฟางข้าวที่หมักโดยไม่ใส่น้ำกากผงชูรส (น้ำกากผงชูรส 0 % W/W) มีเฮมิเซลลูโลสสูงสุดเท่ากับ 22.41 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 30, 60 และ 90 % ซึ่งมีเฮมิเซลลูโลสเท่ากับ 20.67, 19.02 และ 17.54 % ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการหมักพบว่า ฟางข้าวหมักในเวลา 15 วัน มีเฮมิเซลลูโลสสูง

สุดคือ 20.36 % และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในเวลา 5 วัน ซึ่งมีเฮมิเซลลูโลส 20.16 % ฟางข้าวที่หมักในเวลา 10 วัน มีเฮมิเซลลูโลสต่ำสุดเท่ากับ 19.21% และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในเวลา 5 วัน และ 15 วัน

ลิกนิน จากการหมักฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตราต่าง ๆ พบว่า ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30, 60 และ 90 % W/W มีลิกนินเท่ากับ 2.98, 2.97 , 2.77 และ 2.75 % ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับระยะเวลาในการหมักนั้น พบว่า ฟางข้าวที่หมักในเวลา 5 วัน มีลิกนินสูงสุดคือ 3.00 % และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 10 วัน ซึ่งมีลิกนิน 2.91 % ฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 15 วัน มีลิกนินต่ำสุดคือ 2.70 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 5 วัน และ 10 วัน

การที่ NDF และเยื่อใยชนิดต่าง ๆ ของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตรา 30, 60 และ 90 % (W/W) มีค่าต่ำกว่าเยื่อใยของฟางข้าวที่หมักโดยไม่ใส่น้ำกากผงชูรส (น้ำกากผงชูรส 0%) เนื่องมาจาก Ammonium hydroxide สามารถซึมซาบเข้าไปในเนื้อฟาง และย่อยสลายพันธะของผนังเซลล์พืชได้ นอกจากนี้น้ำกากผงชูรสที่เกาะติดอยู่กับฟางข้าว ก็มีส่วนทำให้ปริมาณ NDS เพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้น ปริมาณ NDF และเยื่อใยชนิดต่าง ๆ จึงมีค่าลดลง ส่วนการที่ปริมาณเฮมิเซลลูโลสมีค่าลดลงนั้น เป็นผลมาจากการที่เฮมิเซลลูโลสมีคุณสมบัติถูก Hydrolyze ได้ง่าย โดยกรดอ่อนหรือด่างอ่อน (Moore และคณะ, 1985)

การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (In Vitro Dry Matter Digestibility - IVDMD) เมื่อพิจารณาอัตราของน้ำกากผงชูรสที่ใช้ในการหมัก พบว่าฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90 % (W/W) มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงสุดคือ 59.86 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30 และ 60 % ซึ่งมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 51.30, 53.67 และ 56.30 % ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ฟางข้าวที่หมักในเวลา 10 วัน และ 15 วัน มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 55.74 % และ 56.24 % และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ฟางข้าวที่หมักในเวลา 5 วันมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งต่ำสุดคือ 53.87 % ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักในระยะเวลา 10 วันและ 15 วัน

การที่ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90 % มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงสุด เพราะฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90% มีปริมาณ NDS (ซึ่งเป็นส่วนประกอบของฟางข้าวที่สัตว์ทุกชนิดสามารถใช้ประโยชน์ได้) สูงสุด และเมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาที่ใช้ในการหมักพบว่า ฟางข้าวที่หมักในเวลา 10 วัน และ 15 วัน มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่าฟางข้าวที่หมักในเวลา 5 วัน เพราะฟางข้าวสามารถซึมซับน้ำกากผงชูรสได้เต็มที่ในเวลา 10 วัน ดังนั้น ส่วนประกอบของฟางข้าวที่สัตว์จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์จึงมีอยู่มาก ซึ่งมีผลทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าสูง

ตารางที่ 6 เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสในอัตราต่าง ๆ กัน และระยะเวลาการหมักต่าง ๆ กัน (% on dry basis)

ปริมาณน้ำกากผงชูรส (% W/W)	ระยะเวลา (วัน)		
	5	10	15
0	51.15	51.43	51.31
30	52.16	53.46	55.37
60	53.69	57.82	57.40
90	58.47	60.23	60.87

ตัวอย่างที่ 7 ต้นทุนการผลิตฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสสูตรต่าง ๆ (บาท/5 กก. น้ำหนักแห้งของฟางข้าว)

อุปกรณ์	ฟางข้าว+ 0 % น้ำกากผงชูรส	ฟางข้าว+ 30 %น้ำกากผงชูรส	ฟางข้าว+ 60 % น้ำกากผงชูรส	ฟางข้าว+ 90 % น้ำกากผงชูรส
ฟางข้าว	6.70	6.70	6.70	6.70
ถุงพลาสติก	4.00	4.00	4.00	4.00
ปูนขาว	0.00	1.35	2.70	4.05
ค่าแรง	7.50	7.50	7.50	7.50
รวม	**18.20**	**19.55**	**20.90**	**22.25**

หมายเหตุ น้ำหนักฟางข้าว (น้ำหนักแห้ง) 5 กก./ถุง
ราคาฟางข้าว (ราคาขายของกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์) 1.25 บาท/กก.

แคลเซียม ปริมาณแคลเซียมของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 60 % (W/W) มีค่าสูงสุดคือ 1.00 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30 และ 90 % ซึ่งมีแคลเซียม 0.39, 0.77 และ 0.90 % ตามลำดับ และแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการหมักพบว่า ฟางข้าวที่หมักในเวลา 5, 10 และ 15 วัน มีแคลเซียมเท่ากับ 0.76, 0.77 และ 0.77 % ตามลำดับ และไม่แตกต่างกันทางสถิติ

การที่ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าฟางข้าวที่หมักโดยไม่ใส่น้ำกากผงชูรส เป็นผลเนื่องมาจากการใช้ปูนขาว (CaO) ปรับ pH ของน้ำกากผงชูรส ในการหมักฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรส 90 % จะมีน้ำกากผงชูรสที่เหลือจากการถูกดูดซึมเหลืออยู่ที่กันถุง ซึ่งแคลเซียมอาจจะละลายอยู่ในส่วนนี้ได้ แต่ในการหมักฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรส 60 % นั้น ฟางข้าวสามารถดูดซึมน้ำกากผงชูรสได้หมด แคลเซียมจึงติดอยู่กับฟางข้าวทั้งหมด ดังนั้น ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90 % จึงมีปริมาณแคลเซียมต่ำกว่าฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 60 % ปริมาณแคลเซียมของฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 60 % ที่สูงถึง 1.00 % เกินระดับความต้องการของโคนมไปเพียงเล็กน้อย จึงไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ เพราะ พานิช (2535) รายงานว่า ระดับความต้องการแคลเซียมของโคนมเท่ากับ 0.12 - 0.98 % ในอาหารสัตว์

ฟอสฟอรัส ฟางข้าวหมักด้วยน้ำกากผงชูรส 60 % (W/W) มีฟอสฟอรัสสูงสุดคือ 0.10 % และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30 และ 90 % ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 30 % และ 90 % มีฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.09% และแตกต่างกันทางสถิติกับฟางข้าวที่หมักโดยไม่ใส่น้ำกากผงชูรส (0%) ซึ่งมี ฟอสฟอรัส 0.08% สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก พบว่าฟางข้าวที่หมักในเวลา 5, 10 และ 15 วัน มีฟอสฟอรัสเท่ากันคือ 0.09 %

จากการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส จะมีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นตามอัตราของน้ำกากผงชูรสที่มากขึ้น แต่การที่ฟางข้าวที่หมักด้วยนน้ำกากผงชูรส 90 % มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่าฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 60 % อาจจะเนื่องจากมีฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปอนุมูลเกลือของแคลเซียมละลายอยู่ในน้ำกากผงชูรสที่ไม่ถูกฟางข้าวดูดซับ ดังนั้น ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 90 % จึงมีฟอสฟอรัสเพียง 0.09 % แต่ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรส 60 % มีฟอสฟอรัส 0.1 % ฟางข้าวที่หมักด้วยน้ำกากผงชูรสทุกระดับ มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำมาก โดยทั่วไปแล้ว ถ้าอัตราส่วนของแคลเซียม : ฟอสฟอรัส มีค่าระหว่าง 1 : 1 ถึง 1 : 8 ไม่มีผลแตกต่างต่อการให้ผลผลิตของโคนม แต่การดูดซึมแร่ธาตุทั้งสองชนิดนี้จะดีกว่า เมื่อระดับของแคลเซียม : ฟอสฟอรัส ใกล้เคียง 2 : 1 (สมคิด, 2535)

ต้นทุนการผลิต

ในการหมักฟางข้าวด้วยน้ำกากผงชูรส 0, 30, 60 และ 90 % (W/W) นั้น จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการหมัก ได้แก่ ฟางข้าว ปูนขาว และถุงพลาสติก ส่วนน้ำกากผงชูรสนั้น ไม่ต้องซื้อ แต่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่ง นอกจากนี้จะต้องเสียค่าจ้างแรงงานในการหั่นฟางข้าวให้เป็นท่อนสั้น ๆ และอัดใส่ถุง จากตารางที่ 4 พบว่า ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง ทั้งนี้เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อฟางข้าว ดังนั้น ถ้าเกษตรกรรายใดมีฟางข้าวอยู่แล้ว จะสามารถลดต้นทุนในส่วนนี้ลงได้มาก

สรุป

การหมักฟางข้าวโดยใช้น้ำกากผงชูรสที่ระดับ 90 % ของน้ำหนักฟาง (W/W) หรืออัตราส่วนของ ฟาง : น้ำ : น้ำกากผงชูรส เท่ากับ 1 : 1 : 0.9 และใช้เวลาในการหมัก 10 วัน จะได้ฟางหมักที่มีคุณภาพดีที่สุด คือมีวัตถุแห้ง 46.07 % โปรตีน 15.77 % และการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 60.23 %

ข้อเสนอแนะ

เกษตรกรที่อยู่ในเขตใกล้เคียงกับโรงงานผลิตน้ำกากผงชูรสสามารถทำฟางข้าวหมักด้วยน้ำกากผงชูรสเพื่อนำไปใช้เลี้ยงโคกระบือได้ แต่ในการนำฟางข้าวหมักไปใช้เลี้ยงสัตว์นั้น จะต้องเสริมธาตุฟอสฟอรัสให้เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

คุณสายชิม แสงโชติ นักวิชาการสัตวบาล 6 กองอาหารสัตว์ ที่ได้ให้คำแนะนำวิธีการทำฟางหมัก

ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท และสถานีอาหารสัตว์พิจิตร ที่ได้ช่วยจัดหาฟางข้าวสำหรับใช้ในการทดลองครั้งนี้

บริษัท ราชาชูรส จำกัด ที่ได้ให้น้ำกากผงชูรสสำหรับทำการทดลองครั้งนี้ และได้วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำกากผงชูรสให้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2529. การฝึกอบรมสถิติหลักสูตร การวางแผนการทดลองเล่มที่ 1. เอกสารประกอบคำบรรยาย. ฝ่ายวิเคราะห์ทางสถิติ กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 159 น.

จันทกานต์ อรณนันท์. 2536. คู่มือการเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์ ดิน และน้ำ เพื่อการวิเคราะห์. เอกสารเผยแพร่. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ. 14 น.

เทอดชัย เวียรศิลป์ และวิเชียร มหาวิจิตร์. 2535. การเพิ่มโปรตีนของมันสำปะหลังโดยใช้น้ำกากผงชูรสเพื่อเป็นอาหารโค. วารสารเกษตร 8 (2) : 160 - 176.

ธีระ วิสิทธิ์พานิช สัญชัย จตุรสิทธา และชวัญชาติ อุดมศรี. 2534 การศึกษาผลของการใช้น้ำกากผงชูรสเสริมในอาหารสุกรรุ่น - ขุน. วารสารเกษตร 7 (2) : 213 - 227.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และบุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2535. ยูเรีย-กากน้ำตาลหัวอาหารเข้มข้นชนิดก้อน 1. ผลการเสริมที่มีต่อการย่อยได้ของฟาง น. 275 - 286. ใน รายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 30 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ ประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

พงศ์เทพ อันตะริกานนท์ และคณะ, 2534. การพัฒนาเทคโนโลยีในการนำผลผลิตพลอยได้จากการผลิตกรดกลูตามิค มาใช้ในการเกษตรกรรม (ขั้นที่ 1) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ. 78 น.

พานิช ทินนิมิตร. 2535 โภชนศาสตร์สัตว์ประยุกต์ (ฉบับปรับปรุงใหม่). ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา. 251 น.

พิไลวรรณ พลพืช วลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ และนาตยา สินธุรัตน์. 2532. วิธีวิเคราะห์หาแร่ธาตุในอาหารสัตว์และชีรั่ม. เอกสารวิชาการ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ 48 น.

พูลศรี ศุกระรุจิ วารุณี พานิชผล จันทกานต์ อรณนันท์ และศศิธร คุณาพงษ์กิติ. 2532. การวิเคราะห์อาหารสัตว์แบบประมาณ. เอกสารวิชาการ. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯฯ. 43 น.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. หจก. พันนี่พับบลิชชิ่ง กรุงเทพฯ. 473 น.

วารุณี พานิชผล. 2531. การวิเคราะห์หาเยื่อใยในพืชอาหารสัตว์. เอกสารวิชาการ. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ 23 น.

สมคิด พรหมมา. 2527. การปรุงแต่งคุณภาพฟางข้าว. เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตรการเลี้ยงโคนมทั่วไป ชุดที่ 2 อาหารและพืชอาหารสัตว์. ศูนย์พัฒนาฝึกอบรมและวิจัยด้านโคนมแห่งชาติ กรมปศุสัตว์ จ.เชียงใหม่. 235 น.

สมคิด พรหมมา. 2535. การจัดการให้อาหารโครีดนมพันธุ์แท้ (โฮลสไตน์) ในสภาพจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้หญ้าหมักเป็นอาหารหยาบหลัก, น. 63 - 80. ใน รายงานผลการวิจัยโคนมประจำปี 2535 (1). สถาบันพัฒนาฝึกอบรมและวิจัยโคนมแห่งชาติ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ จ.เชียงใหม่.

สิรินทร์ วิโมกข์สันถว์ และคณะ. 2516. ชีวเคมี. โรงพิมพ์บำรุงกิจ กรุงเทพฯ. 516 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2536. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ฉบับย่อ ปีเพาะปลูก 2535/36. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 444. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 96 น.

Moore, K.J., V.L. Lechtenberg, R.P. Lemenager, J.A. Patterson and K.S. Hendrix. 1985. In vitro digestion, chemical composition and fermentation of ammoniated grass and grass-legume silage. Agronomy J. 77 (5) : 758 - 763.