

# คุณค่าทางอาหารและการย่อยได้ของเปลือก-ซังข้าวโพด ที่ปรับปรุงคุณภาพ

## Nutrition value and digestibility of treated corn peel and cob

ศิริพร ทูมมณี<sup>1\*</sup>, ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ<sup>1</sup>, สมปอง สรวมศิริ<sup>1</sup> และ สกล ไชคำ<sup>1</sup>

Siriporn Tummanee<sup>1</sup>, Yanin Opatpatanakit<sup>1</sup>, Sompong Sruamsiri<sup>1</sup> and Sakon Kaicom<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ:** การศึกษาครั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพและการย่อยได้ของเปลือกพร้อมซังข้าวโพดอาหารสัตว์โดยการใช้อยูเรียไฮดรอกไซด์และยูเรีย ที่ระดับ 0, 3 และ 6 % เป็น ระยะเวลา 7, 14 และ 21 วัน ใช้แผนการทดลอง 3 x 3 x 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกสูตรที่มีการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการสูงสุด 3 สูตรจาก 27 สูตรทดลองคือ ใช้อยูเรียไฮดรอกไซด์ 6 % ร่วมกับยูเรีย 6 % นาน 14 วัน (T2) ใช้อยูเรียไฮดรอกไซด์ 6 % ร่วมกับยูเรีย 3 % นาน 21 วัน (T3) และใช้อยูเรียไฮดรอกไซด์ 6 % ร่วมกับยูเรีย 6 % นาน 21 วัน (T4) โดยเทียบกับกลุ่มฟางหมักยูเรีย 6 % (T1) ศึกษาปริมาณการกินได้และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในแพะลูกผสมพันธุ์ซาเนน เพศเมีย จำนวน 12 ตัว ผลทดลองพบว่า แพะกลุ่ม T2 มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบต่ำกว่ากลุ่ม T1 และ T4 เท่ากับ (150.53, 332.69 และ 319.21 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) ( $P < 0.05$ ) แต่แพะกลุ่ม T2 มีปริมาณโปรตีนย่อยได้ที่ได้รับมากกว่ากลุ่ม T1 และ T4 (28.82, 17.53 และ 22.52 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) ( $P < 0.05$ ) ในขณะที่ปริมาณพลังงานย่อยได้ที่แพะทดลองได้รับมีค่าต่ำมากอยู่ในช่วง 0.004-0.010 Mcal/d สัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีน ไขมัน พลังงานและ ADF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ในขณะที่ T1 มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปของ NDF สูงกว่ากลุ่ม T2 แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่ม T4 (88.10, 65.60 และ 78.11% ตามลำดับ) ( $P < 0.05$ ) การใช้เปลือกพร้อมซังข้าวโพดปรับปรุงด้วยยูเรียไฮดรอกไซด์และยูเรีย มีผลต่อปริมาณการกินของแพะ โดยเฉพาะพลังงานที่ได้รับต่อวัน

**คำสำคัญ:** เปลือกพร้อมซังข้าวโพด, ยูเรีย, ใช้อยูเรียไฮดรอกไซด์, การย่อยได้, แพะ

**ABSTRACT:** This study was to improve nutritive value and digestibility of corn peel and cob treated with sodium hydroxide (NaOH) and urea at 0, 3 and 6% for 7, 14 and 21 days in 3x3x3 factorial in CRD. According to *in vitro* DM digestibility, 3 from 27 treatments were selected for *in vivo* trial which were 6%NaOH and 6%urea for 14 d (T2), 6%NaOH and 3%urea for 21 d (T3) and 6%NaOH and 6%urea for 21 d (T4) compared to 6% urea treated rice straw as a control group (T1). Twelve female crossbred Saanen goats were allocated for study of feed intake and apparent digestibility. The results showed that T2 had lower DM intake than T1 and T4 (150.53, 332.69 and 319.21 g/d, respectively) ( $P < 0.05$ ). However, T2 had higher DP intake than T1 and T4 (28.82, 17.53 and 22.52 g/d, respectively) ( $P < 0.05$ ) whereas DE intakes of all groups were very low (0.004-0.010 Mcal/d). No significant difference was found in apparent digestibility ( $P > 0.05$ ) excluding NDF digestibility. T1 had higher NDF digestibility than T2 but did not differ from T4 (88.10, 65.60 and 78.11%, respectively) ( $P < 0.05$ ). Corn peel and cob treated with NaOH and urea had affected on voluntary intake of goat especially energy intake per day.

**Keywords:** corn peel and cob, urea, sodium hydroxide, digestibility, goat

<sup>1</sup> คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, Chiang Mai, 50290

\* Corresponding author: aoy1327@hotmail.com

## บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการปลูกข้าวโพดอาหารสัตว์เป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มในการเพิ่มปริมาณการผลิตขึ้นทุกปีจากมีพื้นที่ปลูก 6.36 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2550 เพิ่มขึ้นเป็น 6.60 ล้านไร่ของปีพ.ศ. 2551 (สำนักงานเจรจาสินค้า, 2552) โดยภาคเหนือ มีการผลิตข้าวโพดอาหารสัตว์ถึง 30.7 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 65 ของทั้งประเทศ (ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานภาคเหนือ, 2552) ซึ่งมีเศษเหลือจากการผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นเปลือกพร้อมซังข้าวโพด โดยคิดเป็นปริมาณซังข้าวโพด 15 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมด จึงน่าจะมีการนำเปลือกพร้อมซังข้าวโพดมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์โดยเฉพาะในช่วงขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ แต่เนื่องจากเปลือกพร้อมซังข้าวโพดมีความฟามสูง มีปริมาณเยื่อใยสูง (79-89%) แต่มีปริมาณโปรตีนต่ำ (2.3-3%) และมีความน่ากินต่ำ (จลอง และคณะ, 2546) จึงควรนำมาปรับปรุงคุณภาพโดยวิธีทางเคมีเพื่อเพิ่มการย่อยได้ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้ยูเรียเนื่องจากยูเรียช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะโปรตีนอีกด้วย การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับปรุงคุณภาพและการย่อยได้ของเปลือกพร้อมซังข้าวโพด โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และยูเรีย

## วิธีการศึกษา

ศึกษาคุณค่าทางอาหารและการย่อยได้ของเปลือก - ซังข้าวโพดที่ปรับปรุงคุณภาพ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 นำเปลือกพร้อมซังข้าวโพดปรับปรุงคุณภาพโดยทดลองแบบ 3 x 3 x 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยปัจจัยที่ 1 คือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 ระดับ (0, 3, 6%) ปัจจัยที่ 2 คือยูเรียที่ 3 ระดับ (0, 3, 6%) และปัจจัยที่ 3 คือระยะเวลาการหมัก 3 ระยะ (7, 14, 21 วัน) จากนั้นสุ่มตัวอย่างอาหารทดลองเพื่อศึกษาการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการ

การในรูปของวัตถุแห้ง (*in vitro* DM digestibility) ในเครื่อง Daisy II Incubator (Ankom Technology, Fairport, NY) แล้ววิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและคัดเลือกสูตรอาหารที่มีการย่อยได้สูงที่สุด 3 สูตรเพื่อใช้ในการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 2 ใช้แพะลูกผสมพันธุ์ชาเนนที่มีระดับสายเลือด 43.25% เพศเมีย อายุ 5-8 เดือน น้ำหนัก 20 ± 5 กก. จำนวน 12 ตัว แบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ตัว ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมได้แก่ฟางหมักยูเรีย 6% นาน 21 วัน (T1), กลุ่มที่ 2 เปลือกพร้อมซังข้าวโพดหมักด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6% ร่วมกับยูเรีย 6% นาน 14 วัน (T2), กลุ่มที่ 3 เปลือกพร้อมซังข้าวโพดหมักด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6% ร่วมกับยูเรีย 3% นาน 21 วัน (T3) และกลุ่มที่ 4 เปลือกพร้อมซังข้าวโพดหมักด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6% ร่วมกับยูเรีย 6% นาน 21 วัน (T4) แพะแต่ละตัวจะถูกเลี้ยงในกรงศึกษาการย่อยได้ (metabolism crate) ให้กินอาหารทดลอง เข้า - เย็น โดยให้แพะปรับตัวให้คุ้นเคยกับคอกและอาหารใหม่เป็นเวลา 21 วัน และระยะเก็บข้อมูลเป็นเวลา 7 วัน โดยเก็บตัวอย่างอาหารและมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน ไขมันและพลังงาน ตามวิธีของ AOAC (1996) ส่วน NDF และ ADF ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970) คำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนาตามวิธีของ Schnieder and Flatt (1975) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

## ผลการศึกษา

ผลการทดลองที่ 1 พบว่าระดับยูเรียเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การย่อยได้เพิ่มขึ้นจาก 58.14 เป็น 66.10 % ( $P < 0.001$ ) ส่วนระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เพิ่มขึ้นทำให้การย่อยได้เพิ่มขึ้นตาม 46.5 เป็น 74.54 % ( $P < 0.001$ ) แต่ไม่พบอิทธิพลของระยะเวลาการหมักและอิทธิพลร่วมระหว่างระดับยูเรียกับระยะเวลา

การหมักต่อการย่อยได้ ( $P > 0.05$ ) นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมระหว่างยูเรียกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ อิทธิพลร่วมระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์กับระยะเวลาหมัก และอิทธิพลร่วมระหว่างสามปัจจัยต่อการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการ ( $P < 0.05$ ) (Table 1) การใส่ยูเรียร่วมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ช่วยปรับปรุงการย่อยได้ของเปลือกและซังข้าวโพดได้ดีกว่าการใส่ยูเรียหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์เพียงอย่างเดียว โดยสูตรที่มีการย่อยได้สูงคือ สูตรที่ปรับปรุงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6% ร่วมกับยูเรีย 6% นาน 14 และ 21 วัน และสูตรปรับปรุงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6% ร่วมกับยูเรีย 3% นาน 21 วัน (82.3, 77.5 และ 78.0% ตามลำดับ) ในขณะที่งานทดลองของ Suksombat (2004) ที่ปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวและชานอ้อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และยูเรีย โดยเทคนิคถุงไนล่อนและพบว่า ฟางข้าวและชานอ้อยที่ปรับปรุงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6% นาน 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของวัตถุดิบที่ 48 ชั่วโมงสูงที่สุด (57.3 และ 46.0% ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างจากฟางข้าวและชานอ้อยที่ปรับปรุงด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6% ร่วมกับยูเรีย 6% นาน 7 วัน (53.0 และ 40.9% ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม การหมักด้วย

โซเดียมไฮดรอกไซด์และยูเรีย ช่วยปรับปรุงการย่อยได้ของเปลือกพร้อมซังข้าวโพดได้ดีกว่าการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือยูเรียเพียงอย่างเดียว

ผลการทดลองที่ 2 พบว่า แพะที่กินสูตรเปลือกพร้อมซังข้าวโพดหมักด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6% ร่วมกับยูเรีย 3% หมักนาน 21 วัน (T3) เกิดอาการท้องเสียทั้ง 3 ตัวตลอดระยะเวลาการทดลอง จึงจำเป็นต้องตัดกลุ่ม T3 ออกจากการศึกษารั้งนี้ โดยเปรียบเทียบกลุ่มทดลองเพียง 3 กลุ่ม แพะกลุ่ม T2 มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบเพียง 150.53 กรัม/ตัว/วัน ซึ่งต่ำกว่ากลุ่ม T1 และ T4 เท่ากับ 332.69 และ 319.21 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ( $P < 0.05$ ) แต่แพะกลุ่ม T2 มีปริมาณโปรตีนย่อยได้ที่ได้รับมากกว่ากลุ่ม T1 และ T4 (28.82, 17.53 และ 22.52 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) ( $P < 0.05$ ) เนื่องจากสูตร T2 มีโปรตีนสูงถึง 16.73% มากกว่า T1 และ T4 (7.23 และ 4.59%CP) (Table 2) อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณพลังงานย่อยได้ที่แพะทดลองได้รับมีค่าต่ำมาก อยู่ในช่วง 0.004-0.010 Mcal/d ซึ่งต่ำกว่าความต้องการโภชนาของแพะที่มีน้ำหนักตัว 20 กิโลกรัมต้องการโปรตีนย่อยได้ 26 กรัม/วัน และพลังงานย่อยได้ 1.81 Mcal/d (NRC, 1981)

Table 1 Effect of NaOH, urea and ensiled time on *In vitro* DM digestibility of treated corn peel and cob

Treatment	Ensiled time		
	7 d	14 d	21 d
control	38.4 <sup>a</sup>	45.6 <sup>bc</sup>	41.5 <sup>ac</sup>
3%Na	60.4 <sup>efg</sup>	56.7 <sup>ef</sup>	63.8 <sup>ghi</sup>
6%Na	68.6 <sup>jk</sup>	75.5 <sup>mno</sup>	71.6 <sup>klm</sup>
3%U	49.5 <sup>cd</sup>	37.7 <sup>a</sup>	47.6 <sup>c</sup>
3%U3%Na	66.4 <sup>hij</sup>	62.9 <sup>gh</sup>	61.3 <sup>fg</sup>
3%U6%Na	73.7 <sup>lmn</sup>	70.6 <sup>ijklm</sup>	78.0 <sup>no</sup>
6%U	53.9 <sup>de</sup>	55.8 <sup>e</sup>	49.5 <sup>c</sup>
6%U3%Na	67.1 <sup>hij</sup>	70.5 <sup>ijklm</sup>	64.6 <sup>hij</sup>
6%U6%Na	73.1 <sup>lmn</sup>	82.3 <sup>o</sup>	77.5 <sup>no</sup>

<sup>a-o</sup> Means with group different superscript differ significantly ( $P < 0.05$ )

Corn peel and cob treated with 3%Na= 3%sodium hydroxide, 6%Na= 6%sodium hydroxide, 3%U = 3% urea, 6%U = 6% urea

**Table 2** Feed intake and apparent digestibility of goats fed treated rice straw and treated corn peel and cob

	T1	T2	T4	SEM	P - value
DMI (g/d)	332.69 <sup>b</sup>	150.53 <sup>a</sup>	319.21 <sup>b</sup>	18.5	0.012
DMI, (%BW)	1.47 <sup>b</sup>	0.75 <sup>a</sup>	1.77 <sup>b</sup>	0.11	0.026
Digestible protein intake (g/d)	17.53 <sup>a</sup>	28.82 <sup>b</sup>	22.52 <sup>ab</sup>	1.4	0.044
Digestible energy intake (Mcal/d)	0.009 <sup>b</sup>	0.004 <sup>a</sup>	0.010 <sup>b</sup>	0.011	0.001
Apparent digestibility (%)					
DM	77.42	78.08	80.73	1.39	0.613
OM	83.73	65.36	74.78	2.83	0.097
CP	71.01	84.83	73.91	2.09	0.077
EE	87.51	68.52	66.47	2.96	0.051
NDF	88.10 <sup>b</sup>	65.60 <sup>a</sup>	78.11 <sup>ab</sup>	2.11	0.014
ADF	85.47	66.60	72.53	2.84	0.084
Energy	78.82	67.15	74.34	1.94	0.121

<sup>a,b,c</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ )

T1= 6% treated rice straw, T2 and T4 = corn peel and cob treated with 6%Urea and 6%NaOH for 14 d and 21 d

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปของวัตถุแห้ง อินทรีย์ วัตถุโปรตีน ไขมัน พลังงานและ ADF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ในขณะที่ T1 มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปของ NDF สูงกว่ากลุ่ม T2 แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่ม T4 (88.10, 65.60 และ 78.11% ตามลำดับ) ( $P < 0.05$ ) อาจเกิดจากแพะได้รับพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะกลุ่ม T2 ทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก

### สรุป

การปรับปรุงคุณภาพของเปลือกพรีอัมซังข้าวโพดอาหารสัตว์ด้วยไฮเดียมไฮดรอกไซด์ 6% ร่วมกับยูเรีย 6% หมักนาน 14 หรือ 21 วัน ช่วยทำให้ค่าการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการดีขึ้น แพะที่ได้รับเปลือกพรีอัมซังข้าวโพดปรับปรุงมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับฟางข้าวปรับปรุง และมีปัญหาเรื่องนิสัยเลือกกินอาหาร และได้รับพลังงานจากสูตรอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงควรลดขนาดของซังข้าวโพดก่อนการปรับปรุงคุณภาพ ในกรณีใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก และควรมีการเสริมแหล่งอาหารพลังงาน

### เอกสารอ้างอิง

- ฉลอง วชิรภากร, เมธา วรณพัทธ์ และ นิโรจน์ ศรีสูงเนิน. 2546. การผลิตอาหารสำเร็จที่มีซังข้าวโพดเป็นแหล่งอาหารหยาดในโคนม. รายงานวิชาการฉบับสมบูรณ์. ทบวงมหาวิทยาลัย.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานภาคเหนือ. 2552. รายงานเศรษฐกิจและการเงิน ปี 2552 ภาคเหนือ
- สำนักงานเจรจาสินค้า. 2552. สินค้าข้าวโพดอาหารสัตว์. กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ.
- AOAC. 1996. Official method of analysis. Association of official analytical chemists: Arlington, VA, USA.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications).
- Agriculture Handbook. No. 370, USDA-ARS, Washington, D.C.
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. Nutrition Academy Press. Washington, D.C.
- Suksombat, W. 2004. Comparison of different alkali treatment of bagasse and rice straw. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 17:14301433.
- Schnieder, B.H., and Flatt, W.P. 1975. The Evaluation of feed though Digestibility Experiment. Athens: The Univ. of Georgia Press Georgia: USA.