คุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัม

แพรวพรรณ เครือมังกร [1/] สุภาพร มนต์ชัยกุล [2/] พิสุทธิ์ สุขเกษม [3/]

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัม 2 การทดลองโดยวิธีการศึกษาในห้องปฏิบัติการ *(in vitro)* และโดยใช้สัตว์ทดลอง (*in vivo)* ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท ระหว่างเดือนตุลาคม 2543 ถึงเดือนกันยายน 2544 โดยการทดลองที่ 1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน โดยวิธี *in vitro* ได้แก่การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีด้วยวิธี Proximate ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (DMD) และค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) ด้วยวิธีการใช้ถุงไนล่อน (nylon bag technique)ในตัวสัตว์ และด้วยวิธีการใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส (pepsin-cellulase technique) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ด้วยวิธีวัดปริมาณแก๊ส (gas test) การทดลองที่ 2 ศึกษาคุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัมอายุ 45 วันโดยวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีโดยวิธี Proximate ได้แก่โปรตีนหยาบ ไขมัน เยื่อใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต รวมทั้งศึกษาค่าโภชนะที่ย่อยได้ และค่าพลังงาน (TDN DE และ ME) ของหญ้าอะตราตัมในโคนมสาว (*in vivo)*

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน โดยวิธีการทางห้องปฏิบัติการ *(in vitro)* พบว่าหญ้าอะตราตัมเป็นอาหารหยาบคุณภาพปานกลาง โดยมีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 5.3 – 6.2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (DMD) เมื่อทดสอบด้วยวิธีใช้ถุงไนล่อนและเอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส อยู่ในช่วง 71.4 – 78.2 และ 48.96 – 52.47 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) เมื่อทดสอบด้วยวิธีวัดปริมาณแก๊ส และใช้เอ็นไซม์เพปซิน – เซลลูเลส อยู่ในช่วง 52.06 – 58.76 และ 41.64 – 47.06 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) เมื่อทดสอบโดยการวัดปริมาณแก๊สอยู่ในช่วง 6.6 – 7.7 MJ/kgDM

ค่าโภชนะที่ย่อยได้และค่าพลังงานของหญ้าอะตราตัมในตัวสัตว์ *(in vivo)* โดยให้โคได้รับหญ้าอะตราตัมแห้งที่อายุการตัด 45 วัน เสริมด้วยกากถั่วเหลืองในสัดส่วน 90:10 80:20 และ 70:30 พบว่ามีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง(DDM) 59.24 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ (DOM) 63.81 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ (DCP) 58.17 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน (DEE) 55.31 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย(DNFC) 50.96 เปอร์เซ็นต์ และ ยอดโภชนะที่ย่อยได้ (TDN) 58.76 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานที่ย่อยได้ (DE) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) เท่ากับ 10.03 และ 8.93 MJ/kgDM ตามลำดับ

เลขทะเบียนวิจัย 42(2/42)-0514-046

[1/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

[2/] กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส จังหวัดนราธิวาส

รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 181 - 201

A Study on Nutritive Values of Atratum Grass *(Paspalum atratum)*

Phrawphan Khuamangkorn [1/] Supapond Monchaikul [2/] Pisut Sukkasame [3/]

Abstract

The experiment was conducted to study on nutritive value of Atratum (*Paspalum atratum*) grass at chainat Animal Nutrition Research and Development Center during October 2000 to September 2001. The study was devided into 2 experiments. The first was carried out to study the nutritive value of Artatum grass at 30 45 and 60 days harvesting estimated by *in vitro*, the nutritive values were determined for chemical composition by proximate analysis,dry matter digestibility (DMD) and organic matter digestibility (OMD) estimated by nylon bag and enzyme pepsin-cellulase technique. Metabolizable energy (ME) estimated by gas test. The second experiment was carried out to study the nutritive value of Atratum gass at 45 harvesting. The nutritive value were determined for chemical composition by proximate analysis and nutritive value digestibility of atratum by digestion trial in dairy cow (*in vivo*)

In vitro methods, the nutritive value composition of atratum cutting at 30 45 and 60 days. The result showed that the crude protein were 5.3 - 6.2%, the dry matter digesibility (DMD) values determinated by nylon bag and pepsin - cellulase were 71.4 - 78.2% and 48.96 - 52.47% organic matter digestibility (OMD) values determinated by gas test and pepsin-cellulase were 52.06 - 58.76% and 41.64 - 47.06 %. Metabolizable energy (ME) values by gas test were 6.6 - 7.7 MJ/kg.DM.

In vivo methods was carried out by digestion trial in cattle. The animal received different ratio of Atratum grass hay at 45 days harvesting and soy bean meal , included; 90:10 , 80:20 and 70:30. The results indicated that *in vivo* digestibility of Atratum grass were 59.24 %DDM , 63.81%DOM 58.17%DCP , 55.31%DEE , 50.96%DNFC and 58.76%TDN. The digestibility of DE and ME were 10.03 and 8.93 MJ/kgDM.

Research Project No. 42(2/42)-0514-046

[1/] Nakornratchasima Animal Nutrition Research and Development Center. Nakornratchasima Province.

[2/] Feed and Forage Analysis Section , Animal Nutrition Division.

[3/] Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center. Narathiwat Province.

รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 181 - 201

คำนำ

อาหารหยาบเป็นอาหารหลักในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง การที่จะทราบว่าอาหารมีองค์ประกอบทางเคมีอย่างไร หรือมีโภชนะมากน้อยเพียงใด สามารถตรวจสอบได้โดยการวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของคุณค่าทางอาหารสัตว์ของหญ้าอาหารสัตว์ได้แก่พันธุ์หญ้าที่ใช้ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การจัดการปลูกดูแลรักษา ปริมาณน้ำฝนและการแพร่กระจายของฝน รวมทั้งอายุของหญ้าที่ตัดนำไปใช้ประโยชน์ การตัดหญ้าแต่ละครั้งมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชหยุดชะงักประมาณ 6-18 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และถ้าตัดหญ้าบ่อยครั้งเกินไป จะทำให้ลดการสะสมคาร์โบไฮเดรท (Brown and Blaser,1965) เพราะพืชต้องนำไปใช้ในการเจริญเติบโต การตัดหญ้าที่มีอายุการตัดมากขึ้นจะมีผลให้ปริมาณโปรตีนหยาบลดลง(พิมพาพรและคณะ,2535) และจากรายงานของสายัณห์และคณะ (2539) กล่าวว่าเมื่อพืชอายุมากขึ้นเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบภายในพืชจะลดลง แต่ตรงกันข้ามกับเปอร์เซ็นต์ของเยื่อใยกลับเพิ่มขึ้น จากการศึกษาของสุรชัยและคณะ (2544) พบว่าการตัดหญ้าอุบลพาสพาลัมที่อายุ 30 วันจะมีคุณภาพดีมีปริมาณโปรตีนหยาบ เยื่อใย(NDF) เท่ากับ 10.91 และ 63.83 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเมื่อตัดหญ้าที่อายุมากขึ้นปริมาณโปรตีนหยาบจะลดลง คือที่อายุการตัดที่ 45 และ60 วันมีโปรตีนหยาบและเยื่อใย(NDF) เท่ากับ 7.24 60.59 และ 6.93 63.66 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

หญ้าอะตราตัม(*Paspalum atratum*) เป็นหญ้าอาหารสัตว์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในพื้นที่ลุ่ม และมีน้ำท่วมขัง เป็นหญ้าที่มีใบดก ลำต้นใหญ่ แตกกอได้ดี (จีระวัชร์และวีระศักดิ์,2540) หญ้าอะตราตัมเป็นหญ้าอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่กองอาหารสัตว์แนะนำส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง หญ้าอายุ 45 วันมีปริมาณ โปรตีนหยาบเท่ากับ 7.62 เปอร์เซ็นต์ มี ADF NDF และ ADLท่ากับ 43.86 70.32 และ 5.27 เปอร์เซ็นตามลำดับ (วารุณีและวลัยกานต์,2541) การตัดหญ้าที่อายุมากขึ้นมีผลให้โปรตีนหยาบลดลง (พิมพาพรและคณะ,2535) แต่เยื่อใยจะเพิ่มมากขึ้น ขณะนี้กองอาหารสัตว์มีแต่ข้อมูลส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าอะตราตัมเท่านั้น แต่ยังขาดข้อมูลคุณค่าทางโภชนะที่สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่นค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง การย่อยได้ของโปรตีนหยาบ ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ฯลฯ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ หรือการพิจารณาว่าสัตว์ได้รับโภชนะเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เพื่อการให้ผลผลิตหรือไม่ การศึกษาคุณค่าทางโภชนะวิธีที่ดีที่สุดได้ผลที่มีความถูกต้องคือวิธีการใช้สัตว์ทดลอง (*in vivo*) แต่วิธีนี้ต้องใช้แรงงาน เวลา และค่าใช้จ่ายมาก ในขณะที่วิธีการศึกษาในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) ซึ่งได้มีการปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้นจะเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัด เช่นการหาค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน (nylon bag technique) การหาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยวิธี Hohenheim Gas Test เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องศึกษาคุณค่าทางโภชนะหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน ด้วยวิธีการในห้องปฏิบัติการ และที่อายุการตัด 45 วันด้วยวิธีในตัวสัตว์ เพื่อให้ทราบคุณค่าทางโภชนะและสามารถสร้างสมการทำนายคุณค่าทางโภชนะโดยเฉพาะค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในตัวสัตว์ของหญ้าอะตราตัมจากผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการศึกษาที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท ต. บางหลวง อ. สรรพยา จ. ชัยนาท ระหว่างเดือนตุลาคม 2543 – กันยายน 2544 โดยทำการทดลองเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณค่าทางโภชนะในห้องปฏิบัติการ

1. การเตรียมตัวอย่าง เก็บตัวอย่างหญ้าอะตราตัมแห้งที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน ที่ได้จากแปลงรวบรวมพันธุ์ของสถานีพัฒนาอาหารสัตว์และศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์จำนวน 32 แห่ง นำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร สำหรับวิเคราะห์ค่า Proximate ตามวิธีของ AOAC การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุ ตามวิธีของ McLeod และ Minson และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ตามวิธีของ Menke และSteingass บดตัวอย่างขนาด 2 มิลลิเมตร สำหรับวิเคราะห์ค่าการย่อยสลายโดยใช้ถุงไนล่อน ตามวิธีของ Orskov และคณะ

2. การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัม

2.1 วิเคราะห์ค่า Proximate ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry Matter ,DM) โปรตีนหยาบ (Crude Protein , CP) เยื่อใยหยาบ (Crude Fiber ,CF) ไขมัน (Ether Extract ,EE) เถ้า (Ash)และคาร์โบไฮเดรต (Nitrogen Free Extract ,NFE) ตามวิธีของ AOAC(1990)

2.2 ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (Dry Matter Digestibility , DMD) โดยวิธีใช้ถุงไนล่อน (nylon bag technique) ตามวิธีของ Orskov และคณะ (1988) โดยการชั่งตัวอย่างหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน หนัก 3 - 4 กรัมใส่ในถุงไนล่อน ขนาด 8x13 เซนติเมตร (ขนาดของรู 58 ไมครอน) จำนวนชนิดละ 3 ถุงแล้วนำไปจุ่มในกระเพาะรูเมนของโคพันธุ์บราห์มันเจาะกระเพาะจำนวน 3 ตัว โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 420 กิโลกรัม เลี้ยงด้วยหญ้ารูซี่แห้ง และให้อาหารข้นโปรตีนหยาบ 15 เปอร์เซ็นต์ ประมาณวันละ2 กิโลกรัมต่อตัว ใช้เวลานาน 0 4 8 12 24 48 และ 72 ชั่วโมง จากนั้นนำถุงตัวอย่างออกจากกระเพาะรูเมนล้างด้วยน้ำสะอาดจนน้ำใส บีบน้ำออกจากถุงเบาๆ นำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C จนแห้งสนิท ชั่งน้ำหนักถุงและอาหารที่เหลือ แล้วนำตัวอย่างในถุงที่เหลือมาหาค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน แล้วนำค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งที่ชั่วโมงต่างๆ เข้าโปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY (Chen,1995) เพื่อคำนวณหาค่าการย่อยสลายโดยใช้ สมการ $P = a+b(1-e^{-ct})$ โดยที่ P = ปริมาณการย่อยสลายที่เวลา t ส่วน a, b และ c เป็นค่าคงที่โดย

a = ปริมาณที่ย่อยสลายได้ทันที

b = ปริมาณการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน

c = อัตราการย่อยสลาย ของ b

จากนั้นนำค่า a b และ c รวมทั้งอัตราการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมน (k) มาประเมินค่าการย่อยสลายของอาหาร (Effective Degradability, ED) โดยใช้สมการ ED = a+bc/(k+c) โดยให้ k มีค่า เท่ากับ 0.02^{-1}hr ซึ่งกำหนดให้เป็นอัตราการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมนที่ระดับดำรงชีพ (Webster,1992)

2.3 การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (Organic Matter Digestibility , OMD) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable Energy , ME) โดยการวัดปริมาณแก๊ส (Hohenheim Gas Test) ประเมินตามวิธีของ Menke และ Steingass (1988) โดยชั่งตัวอย่างหญ้าอะตราตัมประมาณ 200 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง ใส่ลงในหลอดแก้ว syringe เติมสารละลาย rumen liquor buffer จำนวน 30 มิลลิลิตร นำไป incubate ที่อุณหภูมิ 39 ^{0}C นาน 24 ชั่วโมงอ่านค่าแก๊สที่เกิดขึ้น แล้วนำค่าปริมาณแก๊ส (หลังจากปรับค่าโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างมาตรฐานแล้ว) รวมทั้งส่วนประกอบทางเคมีมาคำนวณปริมาณการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) โดยใช้สมการ ของ Menke และ Steingass (1988) คือ

OMD(%) = 16.49+0.9042GP+0.0492XP+0.0387XA (R^2=93)

ME(MJ/kg) = 2.43+0.1206GP+0.0069XP+0.0187XL (R^2=94)

โดยที่ GP = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นเมื่อ incubate ตัวอย่างนาน 24 ชั่วโมง (ml/200mgDM feed) ส่น XP, XA และ XL เป็นปริมาณของโปรตีนหยาบ เถ้า และ ไขมัน (g/kg.DM)ตามลำดับ

2.4 การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD)และอินทรียวัตถุ (OMD)โดยวิธีใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส (pepsin – cellulase technique) ตามวิธีการของ McLeod และ Minson (1978) โดยการชั่งตัวอย่างหญ้าอะตราตัมน้ำหนัก 0.5 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาด 100 มิลลิลิตร ใส่สารละลาย HCl - pepsin ปริมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วนำไป incubate ที่อุณหภูมิ 39 ^{0}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาปั่นตกตะกอนตัวอย่างแล้วดูดสารละลายทิ้ง ล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นแล้วจึงเติมสารละลาย cellulase - acetate buffer ปริมาณ 50 มิลลิลิตร นำไป incubate ที่อุณหภูมิ 39 ^{0}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาปั่นตกตะกอนตัวอย่าง แล้วดูดสารละลายทิ้งล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นนำกากที่เหลือไปอบที่อุณหภูมิ 100^{0}C เพื่อหาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD) แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550^{0}C เพื่อหาค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD)

3. นำข้อมูลจากการวิเคราะห์มาหาค่าเฉลี่ย

การทดลองที่ 2 การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัมในโคนม

ดำเนินการในช่วงเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2544 โดยทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนะโดยวิธี Total feed and faeces measurement (Wicks, 1983) ตามแผนการทดลองแบบ Latin Square โดยใช้โคนมสาวพันธุ์ Australian Friesian Sahiwal (AFS) สายเลือด 62.5 เปอร์เซ็นต์ อายุประมาณ 5 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 340 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว ทำการถ่ายพยาธิและปรับสภาพโคก่อนการทดลอง

อาหารทดลองใช้หญ้าอะตราตัมแห้งอายุ 45 วัน สับให้มีขนาด 2-3 นิ้ว เพื่อไม่ให้สัตว์เลือกกิน ผสมอาหารข้นคือกากถั่วเหลืองโดยจัดสัดส่วนเป็น 3 ระดับ เพื่อให้มีปริมาณโปรตีนหยาบและพลังงานเพียงพอสำหรับการดำรงชีพ (maintenance) ของสัตว์ (NRC,1988) ดังนี้

หญ้าอะตราตัม + กากถั่วเหลือง สัดส่วน 90:10 (D1)

หญ้าอะตราตัม + กากถั่วเหลือง สัดส่วน 80:20 (D2)

หญ้าอะตราตัม + กากถั่วเหลือง สัดส่วน 70:30 (D3)

หญ้าอะตราตัม + กากถั่วเหลือง สัดส่วน 60:40 (D4)

โดยกำหนดช่วงการทดลองดังนี้

ระยะเวลา	โคตัวที่ 1	โคตัวที่ 2	โคตัวที่ 3	โคตัวที่ 4
ช่วงที่ 1	D1	D2	D3	D1
ช่วงที่ 2	D2	D3	D1	D2
ช่วงที่ 3	D3	D1	D2	D3
ช่วงที่ 4	D1	D2	D3	D1

ระยะเวลาในการทดลองแต่ละช่วง 26 วัน แบ่งการทดลองได้ดังนี้

1. ระยะปรับสัตว์ (preliminary period) เพื่อปรับสัตว์ให้คุ้นเคยกับอาหารทดลองและอุปกรณ์การทดลองเช่นอุปกรณ์เก็บปัสสาวะใช้เวลา 21 วัน โดยสัตว์ทดลองจะได้รับอาหารเต็มที่ปริมาณ 2.5 - 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แบ่งให้กินวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) โดยโรยกากถั่วเหลืองทับบนหญ้าอะตราตัม มีแร่ธาตุชนิดก้อนแขวนไว้ให้กินและมีน้ำให้กินตลอดเวลา ใช้เวลาการทดลองช่วงนี้ 14 วัน จากนั้นจึงลดปริมาณอาหารโดยจำกัดอาหารให้เหลือเพียง 90 - 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้เต็มที่เพื่อหลีกเลี่ยงปริมาณอาหารเหลือ ใช้เวลาการทดลองช่วงนี้ 7 วัน

2. ระยะเก็บข้อมูล (collection period) ทำการบันทึกปริมาณการกินอาหาร ปริมาณมูลและปัสสาวะของโคเป็นรายตัว และรายวันเป็นเวลา 5 วัน

การเก็บมูล เก็บปัสสาวะ เก็บมูลและปัสสาวะโคทุกตัว ทุกวัน โดยใช้อุปกรณ์กรวยแยกมูลและปัสสาวะที่ยึดติดกับตัวโค ปัสสาวะจะถูกเก็บในถังขนาด 50 ลิตร ที่มีกรด H_2SO_4 ความเข้มข้น 18 N. ปริมาณ 100 มิลลิลิตร เพื่อรักษาไนโตรเจนในปัสสาวะไม่ให้สูญเสียไปและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้ มูล และปัสสาวะของโคเป็นรายตัว โดยทำการสุ่มเก็บมูลวันละ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 ^{0}C เพื่อคำนวณหาน้ำหนักแห้ง และสุ่มปัสสาวะวันละ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละช่วง นำมูลและปัสสาวะที่เก็บในแต่ละวันมารวมกันเป็นรายตัว และนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีหาค่า Proximate ตามวิธีของ AOAC (1990) , Detergent

fiber ตามวิธีของ Goering และ Van Soest (1970) และค่าพลังงานแล้วคำนวณค่าโภชนะที่ย่อยได้และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากสมการดังต่อไปนี้

1. ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนหยาบ เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน โดยใช้สูตรของ Minson และ คณะ(1976)

$$\text{ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ (\%)} = \frac{(\text{ปริมาณโภชนะที่กิน} - \text{ปริมาณโภชนะในมูล}) \times 100}{\text{ปริมาณโภชนะที่กิน}}$$

2. ยอดโภชนะที่ย่อยได้ (Total digestible nutrient,TDN) โดยใช้สูตรของ NRC(1988)

$$\%TDN = DCP + DNDF + DNFC + (DEE \times 2.25)$$

เมื่อ DCP, DNDF, DNFC และ DEE คือปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ของโปรตีนหยาบ เยื่อใย(NDF), คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย และไขมัน ตามลำดับ

3. ค่า พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME)โดยคำนวณจากค่า TDN ตามสมการของ NRC (1988)

$$ME\ (MJ/kgDM) = -0.45 + (0.04453 \times \%TDN)$$

วิเคราะห์ข้อมูลการย่อยได้ของหญ้าอะตราตัมโดยใช้ General Linear Model มีปัจจัย คือ ตัวสัตว์และสัดส่วนของอาหารหยาบ(หญ้าอะตราตัม) และอาหารข้น (กากถั่วเหลือง) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ในโปรแกรม SAS (1987) จากนั้นนำค่าโภชนะที่ได้มาสร้างสมการ ของหญ้าอะตราตัมโดยใช้ Linear regession

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1. การศึกษาคุณค่าทางโภชนะในห้องปฏิบัติการ

1. ส่วนประกอบทางเคมี

เมื่อนำหญ้าอะตราตัมจากแปลงรวบรวมพันธุ์ของศูนย์และสถานีฯที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน จำนวน 40 ตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีด้วยวิธี proximate พบว่าค่าที่ได้จะแตกต่างกันมากอาจเกิดจากสภาพดิน หรือปริมาณการใส่ปุ๋ย การจัดการดูแลที่แตกต่างกัน จึงได้เลือกค่าที่ใกล้เคียงกันจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้เพียง 6 ตัวอย่างของแต่ละอายุการตัดนำมาหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าอะตราตัมที่อายุตัดต่างๆ กัน (เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง)

อายุการตัด	DM	CP	EE	CF	Ash	NFE
อายุการตัด 30 วัน	90.96	6.20	0.93	27.78	10.92	54.18
อายุการตัด 45 วัน	90.92	5.73	0.94	30.23	10.89	52.22
อายุการตัด 60 วัน	93.59	5.53	0.79	29.84	11.67	52.17

จากการศึกษาพบว่าหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 วัน (ตารางที่ 1) มีปริมาณโปรตีนหยาบ เยื่อใย และเถ้า เท่ากับ 6.2 27.78 และ10.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเทียบกับรายงานของสุรชัยและคณะ (2544) พบว่าหญ้าอุบลพาสพาลัมที่อายุการตัด 30 วันมีปริมาณโปรตีนหยาบ เยื่อใย และเถ้าเท่ากับ 10.91 28.44 และ 13.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความแตกต่างอาจเกิดจากสภาพดินหรือปริมาณการใส่ปุ๋ย การจัดการดูแลที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้จากการทดลองนี้ก็สอดคล้องกับงานทดลองของ Hare และคณะ (1999) ที่รายงานไว้ว่าหญ้าอุบลพาสพาลัมที่อายุการตัด 30 วันมีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 6.5 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงเมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้น สำหรับหญ้าอะตราตัม ที่อายุการตัด 45 และ 60 วัน คุณค่าทางอาหารจะลดลงเมื่ออายุการตัดเพิ่มขึ้น จากการทดลองนี้หญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน มีโปรตีนหยาบ 6.20 5.73 และ 5.53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพปานกลาง (โปรตีนหยาบ 5.0 - 7.9 เปอร์เซ็นต์) ที่รายงานโดยวิทยาและคณะ (2547)

2. **ค่าการย่อยสลายได้ของวัตถุแห้ง(DMD)โดยวิธีใช้ถุงไนล่อน** (nylon bag technique)

ผลการศึกษา พบว่า หญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน มีลักษณะการย่อยสลายในรูเมนคล้ายคลึงกันคือ จะถูกย่อยสลายได้เร็วในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงแรก และช่วงเวลา 24–48 ชั่วโมง ต่อมาเริ่มย่อยสลายช้าลงหลังจาก 48 ชั่วโมงไปจนถึง 72 ชั่วโมงจะย่อยสลายช้ามาก ค่อนข้างคงที่ (ตารางที่ 2) เมื่อคำนวณเป็นค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งของหญ้าอะตราตัมพบว่าที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน มีค่าเท่ากับ 63.3 57.1 และ 56.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งในหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วันโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน

ปริมาณการย่อยสลาย(%)ที่		อายุการตัด(วัน)		
		30	45	60
0	ชั่วโมง	27.0	20.4	20.9
2	ชั่วโมง	27.3	19.6	20.7
4	ชั่วโมง	30.6	23.2	24.0
8	ชั่วโมง	36.7	27.3	31.3
12	ชั่วโมง	45.3	34.8	37.8
24	ชั่วโมง	66.3	56.1	58.5
48	ชั่วโมง	74.9	71.0	68.7
72	ชั่วโมง	78.2	73.9	71.4
A		19.3	12.5	13.2
B		61.3	67.2	61.0
C		0.051	0.039	0.049
Effective Degradabity(%)		63.3	57.1	56.8

หมายเหตุ ค่าEffective Degradability (ED) คำนวณโดยใช้สูตร ED = (a+bc)/(k+c) โดยที่

a - ปริมาณการย่อยได้ที่ 0 ชั่วโมง , b - ปริมาณการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน

c - อัตราการย่อยสลาย และ k - อัตราการไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะรูเมน (0.02 $^{-1}$hr)

สอดคล้องกับงานทดลองของสุรชัยและคณะ(2544) ที่พบว่าหญ้าอุบลพาสพาลัมมีปริมาณการย่อยสลายของวัตถุแห้งที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วันเท่ากับ 63.92 56.32 และ 57.46 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

3. การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้(ME) โดยวิธีวัดปริมาณแก๊ส

จากการทดสอบการย่อยสลายของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัดต่างๆ ด้วยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่ผลิตขึ้นจากตารางที่ 3 พบว่า ค่าการผลิตแก๊ส (GP) ที่อายุการตัด 30 ,45 และ60 วันมีค่าเท่ากับ 38.73, 32.88 และ 31.34 ml/200mg เมื่อคำนวณหาค่า OMD และ ME พบว่าที่อายุการตัด 30 วันมีค่าเท่ากับ 58.78 เปอร์เซ็นต์ 7.70 MJ/kgDM ที่อายุการตัด 45 วันมีค่าเท่ากับ 53.25 เปอร์เซ็นต์ 6.81 MJ/kgDM และที่อายุการตัด 60 วันมีค่าเท่ากับ 52.06 เปอร์เซ็นต์ 6.60 MJ/kgDM ตามลำดับ เมื่อเทียบกับรายงานของสุรชัยและคณะ (2544) ที่รายงานไว้ว่าหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 วันมีค่า OMD และ ME เท่ากับ

51.47 เปอร์เซ็นต์ 7.65 MJ/kgDM อายุการตัด 45 วันมีค่า OMD และ ME เท่ากับ 51.55 เปอร์เซ็นต์ 7.70 MJ/kgDM และที่อายุการตัด 60 วันมีค่าเท่ากับ OMD และ MEเท่ากับ 44.31 เปอร์เซ็นต์ 6.62 MJ/kgDM ความแตกต่างกันนี้น่าจะมาจากปริมาณโปรตีนหยาบ ไขมัน และเถ้าแตกต่างกัน

ตารางที่ 3 ปริมาณการย่อยได้ของอินทรียวัตถุและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ของหญ้าอะตราตัม ที่คำนวณจากปริมาณแก๊สและส่วนประกอบทางเคมีโดยใช้สมการ

	อายุการตัด (วัน)		
	30	45	60
ปริมาณก๊าซ (GP,ml/200mg DM feed)	38.73	32.88	31.34
- การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD,%)*	58.78	53.25	52.06
- พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME, MJ/kgDM)*	7.70	6.81	6.60

หมายเหตุ : * สมการของ Menke and Steingass (1988)

OMD (%) = 16.49+0.9042GP+0.0492XP+0.0387XA

ME (MJ/kgDM) = 2.43+0.1206GP+0.069XP+0.0187XL

เมื่อ GP = ปริมาณแก๊ส (ml) ที่ 24 ชั่มโมง ; XP = ปริมาณโปรตีน (g/kg DM) ; XA = ปริมาณเถ้า (g/kg DM)

XL = ปริมาณไขมัน (g/kg DM)

4. การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD) และอินทรียวัตถุ (OMD) โดยวิธีใช้เอ็นไซม์เพปซิน-เซลลูเลส

จากการศึกษาพบว่าหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30,45และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง(DMD) เท่ากับ 52.47 50.72 และ 48.96 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ(ตารางที่ 4) และค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) เท่ากับ 47.06 47.07 และ 41.64 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเทียบกับรายงานของพิมพาพรและคณะ(2535) ที่รายงานไว้ว่าหญ้าพลิแคทูลั่มที่อายุการตัด 45 และ 60 วัน มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD) เท่ากับ 66.5 และ 57.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ความแตกต่างกันนี้น่าจะมาจากคุณภาพของหญ้าพลิแคทูลั่มดีกว่าหญ้าอะตราตัมที่ใช้ในการทดลองนี้ โดยหญ้าพลิแคทูลั่มอายุ 45และ 60 วัน มีโปรตีนหยาบเท่ากับ 7.7 และ 5.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD) และ อินทรียวัตถุ(OMD)โดยวิธีเอ็นไซม์เพปซิน – เซลลูเลส

	อายุการตัด (วัน)		
	30	45	60
การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD, %)	52.47	50.72	48.96
การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD, %)	47.06	47.07	41.64

เมื่อเปรียบเทียบการย่อยได้ของวัตถุแห้งของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัดต่างๆกัน โดยวิธีการใช้ถุงไนล่อน วิธีใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส และวิธีวัดปริมาณแก๊ส (ตารางที่ 5) จะเห็นได้ว่าหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 วัน จะให้ค่าการย่อยได้วัตถุแห้งสูงกว่าที่อายุการตัดอื่นๆ ทั้ง 2 วิธีการที่ใช้ทดสอบ คือ วิธีใช้ถุงไนล่อนและใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส และพบว่าวิธีการใช้ถุงไนล่อนจะให้ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งสูงกว่าวิธีใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส (78.2เปอร์เซ็นต์ เทียบกับ 52.47 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 48 ชั่วโมง) สอดคล้องกับการศึกษาของพิมพาพรและคณะ(2535) ที่รายงานไว้ว่าหญ้าพลิแคทูลัมที่ 45 วันมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่เวลา 48 ชั่วโมง สูงกว่าที่อายุการตัด 60 วันทั้ง 2 วิธีการที่ใช้ทดสอบคือใช้ถุงไนล่อนและเอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส และพบว่าการใช้ถุงไนล่อนจะให้ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่าวิธีใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส ที่มีค่าเท่ากับ 66.5 เทียบกับ 57.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ที่อายุการตัด 45 และ 60 วัน) การที่ค่าการย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนล่อน มีค่าสูงกว่าค่าการย่อยได้โดยวิธีเอ็นไซม์เพปซิน – เซลลูเลส ในพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพต่ำ อาจเนื่องมาจากในพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพต่ำนั้น มักจะมีปริมาณเยื่อใยสูง การย่อยส่วนใหญ่จึงเกิดขึ้นในกระเพาะรูเมน ซึ่งขบวนการย่อยในกระเพาะรูเมนนี้เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ร่วมกันย่อยสลายเยื่อใยทั้งทางด้านกายภาพ และโดยเอ็นไซม์หลายชนิด ในขณะที่การย่อยได้โดยวิธีเอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลสเป็นเพียงการย่อยโดยใช้เอ็นไซม์บริสุทธิ์ที่สกัดจากการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์เพียงอย่างเดียว (Orpin,1984) สำหรับค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุที่อายุการตัด 30 วัน จะให้ค่าการย่อยได้สูงกว่าที่อายุการตัดอื่นๆ ทั้ง 2 วิธีการที่ใช้ทดสอบคือวิธีวัดปริมาณแก๊สและใช้เอ็นไซม์เพปซิน-เซลลูเลส และพบว่า การทดสอบด้วยวิธีวัดปริมาณแก๊สจะได้ค่า OMD ดีกว่าวิธีใช้เอ็นไซม์เพปซิน-เซลลูเลส คือ มีค่า 58.76 เทียบกับ 47.06 เปอร์เซ็นต์ สำหรับที่อายุการตัด 45 และ 60 วัน ค่า DMD และ OMD ทุกวิธีการที่ใช้ทดสอบจะลดลงตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลการย่อยสลายของวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัดต่างๆ กันด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการ (*In vitro*) และในตัวสัตว์ *(In vivo)*

	อายุการตัด (วัน)		
	30	45	60
ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (DMD,%)			
วิธีใช้ถุงไนล่อน (ที่48 ชั่วโมง)	78.2	73.9	71.4
วิธีใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส	52.47	50.72	48.96
In vivo	-	59.24	-
ค่าการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ (OMD,%)			
วิธีวัดปริมาณแก๊ส	58.76	53.25	52.06
วิธีใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส	47.06	47.07	41.64
In vivo	-	63.81	-

เมื่อเปรียบเทียบค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (DMD)ด้วยวิธีการในห้องปฏิบัติการ (*in vitro*) และทดลองในตัวสัตว์ (*in vivo*) ของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 45 วันพบว่าเมื่อใช้วิธีทดลองในถุงไนล่อน (ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง) จะมีค่าสูงกว่าทดลองในตัวสัตว์ (73.9เปอร์เซ็นต์ เทียบกับ 59.24 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อทดลองด้วยวิธีการใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส ค่า DMD จะต่ำกว่าที่ทดลองในตัวสัตว์ (50.72 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับ 59.24 เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับการศึกษาของรำไพรและคณะ(2546) ที่รายงานไว้ว่าหญ้ารูซี่ที่อายุ 45 วันเมื่อทดลองด้วยวิธีใช้ถุงไนล่อนที่ 48 ชั่วโมง ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งจะสูงกว่าเมื่อทดลองในตัวสัตว์ (65.6 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับ61.0 เปอร์เซ็นต์) และในทำนองเดียวกันค่า OMDเมื่อทดลองในตัวสัตว์จะมีค่าสูงกว่าวิธีวัดปริมาณแก๊ส และใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส (63.81 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับ 53.25 และ 47.07 เปอร์เซ็นต์)

การทดลองที่ 2. การศึกษาโภชนะที่ย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์ทดลอง

ในการทดลองนี้จากแผนการทดลองได้กำหนดไว้ว่าใช้โคทดลอง 4 ตัวแต่เมื่อถึงเวลาทำการทดลองปรากฏว่าสัตว์ป่วย 1 ตัว ไม่สามารถหาสัตว์ทดลองทดแทนได้จึงต้องใช้สัตว์ทดลองเพียง 3 ตัว

2.1 ส่วนประกอบทางเคมี

หญ้าอะตราตัมแห้งที่ใช้ในการทดลองนี้ตัดที่อายุ 45 วัน จัดว่ามีคุณภาพปานกลางเพราะมีโปรตีนหยาบ 6.2 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าใกล้เคียงกับค่าโปรตีนหยาบของหญ้าอะตราตัมอายุการตัด 45 วันในการทดลองที่ 1 คือมีค่าเท่ากับ 5.73 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่า OM Ash EE NDF ADF และ NFC

มีค่าเท่ากับ 90.5 9.5 1.0 65.6 36.5 และ 17.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าพลังงาน GE 3.69 kcal/g และค่า TDN(จากการคำนวณ) มีค่าเท่ากับ 52.05 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการทดลองของจินดาและคณะ (2544) ที่ใช้หญ้าสกุล Paspalum เลี้ยงโคเนื้อ พบว่าหญ้าอะตราตัมอายุ 45 วัน ที่ใช้ทดลองมีปริมาณโปรตีนหยาบ เยื่อใย (ADF) และเยื่อใย (NDF) เท่ากับ 4.53 40.98 และ 68.53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานของหญ้าอะตราตัมและกากถั่วเหลือง(เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง)

อาหาร	DM	OM	Ash	CP	EE	CF	NFE	NDF	ADF	NFC	TDN	GE
		% on DM										(kcal/g)
หญ้าอะตราตัม	89.1	90.5	9.5	6.2	1.0	26.4	56.9	65.6	36.5	17.7	52.05	3.69
กากถั่วเหลือง	89.7	91.3	8.7	51.3	1.2	6.0	32.8	11.4	8.7	27.4	80.11	4.02

หมายเหตุ : สูตรการคำนวณค่าTDNของหญ้าแห้ง = -17.2649+1.2120(CP%)+0.8352(NFE%)+2.4637(EE%)+0.4475(CF%) โดย Kearl,1982
TDNของวัตถุดิบแหล่งโปรตีน = 40.3227+0.5398(CP%)+0.4448(NFE%)+1.4218(EE%)-0.7007(CF%) โดย Kearl,1982
NFC(คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย) = 100-(CP%+EE%+Ash%+NDF%)
OM(อินทรียวัตถุ) = 100-(Ash%)

การที่หญ้าอะตราตัมอายุ 45 วันที่ใช้ในการทดลองนี้มีคุณภาพต่ำอาจเนื่องมาจากลักษณะลำต้นของหญ้าที่อายุ 45 วัน จะมีลักษณะค่อนข้างแข็ง ส่วนกากถั่วเหลืองที่ใช้ในการทดลองนี้มีปริมาณโปรตีนหยาบ 51.3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง พลังงานGE 4.02 kcal/g และ TDN (จากการคำนวณ) เท่ากับ 80.11 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับงานทดลองของสุชนและคณะ (2543) ที่ใช้กากถั่วเหลืองร่วมกับหญ้ารูซี่เลี้ยงโคนมมีปริมาณโปรตีนหยาบและอินทรียวัตถุเท่ากับ 50.45 และ 92.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งตามลำดับ ส่วนไขมันและเยื่อใย(ADF)มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของวรรณา(2544) คือ 1.93 และ 9.57 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และจากNRC (1988) ได้รายงานไว้ว่ากากถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนหยาบและTDN เท่ากับ 49.9 และ 84 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งตามลำดับ

2.2 การกินและการย่อยได้

การศึกษาปริมาณการกินและการย่อยได้ของหญ้าอะตราตัมในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธี regression สัตว์ทดลองได้รับหญ้าอะตราตัมแห้งร่วมกับอาหารข้น (กากถั่วเหลือง) 3 ระดับ คือ 90:10 80:20 และ 70:30 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ของสัตว์ทดลองเป็นดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 7 จากการเพิ่มสัดส่วนของหญ้าอะตราตัมในสูตรอาหาร ทำให้สัตว์ทดลองกินอาหารได้ลดลง ส่วนหนึ่งน่าจะมาจากลักษณะลำต้นของหญ้าที่แข็ง ทำให้ความน่ากินลดลง สอดคล้องกับงานทดลองของ Kawashima และคณะ(2003) ที่นำหญ้ารูซี่แห้งอายุการตัด 45 วัน เสริมกากถั่วเหลืองที่ระดับต่างๆมาเลี้ยง

โคพื้นเมือง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณหญ้ารูซี่จะทำให้การกินได้ของโคพื้นเมืองลดลง และจาก Milford และ Minson (1967) ได้รายงานไว้ว่าถ้าโปรตีนหยาบในอาหารหยาบต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง

ตารางที่ 7 ปริมาณหญ้าอะตราตัมแห้งที่โคทดลองกินได้ (DMI) จากสมการทำนายโดยวิธี regression

	ระดับที่1	ระดับที่2	ระดับที่3	ปริมาณหญ้าที่โคกินได้จากการประเมินโดยวิธี regression
อะตราตัมที่กิน, %	70.0	80.0	90.0	
กากถั่วเหลือง,%	30.0	20.0	10.0	
ปริมาณการกินได้ กรัม/วัน	11,514.4	9,755.6	8,915.3	7,378.1
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว/วัน	2.7	2.3	2.1	1.78
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$/วัน	123.8	104.9	95.9	79.4

เมื่อนำผลการกินได้ของสูตรอาหารทั้ง 3 มาหาค่าปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ของสัตว์ทดลองโดยใช้สมการถดถอย พบว่าปริมาณวัตถุแห้งที่สัตว์กินหญ้าอะตราตัมอย่างเดียวเท่ากับ 7,378.1 กรัมต่อวันเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$ต่อวัน สัตว์จะกินหญ้าอะตราตัมได้ 1.78 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว หรือ 79.4 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$ต่อวัน และจากการศึกษาของจินดาและคณะ(2544) พบว่าปริมาณวัตถุแห้งที่โคเนื้อผสมบราห์มันเพศผู้กินหญ้าอะตราตัมอย่างเดียวเท่ากับ 4.28 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งความแตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากค่าของโปรตีนหยาบของหญ้าอะตราตัมที่ใช้ทดลองเท่ากับ 4.53 เปอร์เซ็นต์ มีคุณค่าทางโภชนะต่ำกว่าหญ้าอะตราตัมที่ใช้ทดลองนี้ (โปรตีนหยาบเท่ากับ 5.73 เปอร์เซ็นต์)

สำหรับค่าเฉลี่ยการย่อยได้โภชนะและพลังงานของอาหารที่ประกอบด้วยหญ้าอะตราตัมกับกากถั่วเหลืองในสัดส่วนต่างๆกัน แสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DDM) อินทรียวัตถุ (DOM) โปรตีนหยาบ (DCP) ไขมัน (DEE) เยื่อใย (DADF) และเยื่อใย (DNDF) คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (DNFC) ยอดโภชนะที่ย่อยได้ (TDN) พลังงานที่ย่อยได้ (DE) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ในอาหารมีค่าลดลง ($p<0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณหญ้าอะตราตัมในสูตรอาหาร สอดคล้องกับงานทดลองของ Kawashima และคณะ (2003) ที่ใช้หญ้ารูซี่แห้งเสริมกากถั่วเหลืองเลี้ยงโคพื้นเมือง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณหญ้ารูซี่ในสูตรอาหารการย่อยได้ของโภชนะต่างๆจะลดลง การเสริมด้วยกากถั่วเหลืองมีผลทำให้สมดุลระหว่างไนโตรเจนและคาร์โบไฮเดรท ซึ่งใช้เป็นแหล่งพลังงานของ จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนดีขึ้น มีผลให้การย่อยได้ของอาหารหยาบดีขึ้น (จินดาและคณะ,2546) และเมื่อคำนวณเป็นโภชนะที่ย่อยได้ของหญ้าอะตราตัมซึ่งได้เปรียบเทียบกับวิธีการอื่น (ในตารางที่ 5) พบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง

ในหญ้าอะตราตัมอายุ 45 วัน ในการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 59.24 เปอร์เซ็นต์ และการย่อยได้ของอินทรียวัตถุเท่ากับ 63.81 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าพลิแคทูลั่ม ซึ่งเป็นหญ้าสกุลเดียวกันมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุ เท่ากับ 39.08 และ 43.24 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ(อนันต์และคณะ,2533) ความแตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากใช้แกะเป็นสัตว์ทดลอง จากรายงานของ Kawashima และคณะ (2000) ได้รายงานไว้ว่าโภชนะที่ย่อยได้เกือบทุกชนิดในโคพันธุ์บราห์มันจะมีค่าค่อนข้างสูงกว่าแกะที่ใช้ทดลอง ส่วนค่าที่ย่อยได้ของ DCP เท่ากับ 58.17 เปอร์เซ็นต์ DEE 55.31 เปอร์เซ็นต์ DNDF 66.11 เปอร์เซ็นต์ DADF 52.41 เปอร์เซ็นต์ DNFC 50.96 เปอร์เซ็นต์ และ TDN มีค่าเท่ากับ 58.76 เปอร์เซ็นต์ ค่า DE เท่ากับ 10.03 MJ/kg DM และ ME (ที่คำนวณจากค่า TDN) เท่ากับ 8.93 MJ/kgDM จากงานทดลองของ Kawashima และคณะ (2000) พบว่าค่าการย่อยได้ของกากถั่วเหลืองที่นำมาเสริมหญ้ารูซี่แห้งเลี้ยงโคพันธุ์บราห์มัน มีค่าการย่อยได้ของ DDM DOM DCP และ DEE เท่ากับ 87.5 90.7 87.9 และ 87.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่า DNDF DADF และ TDN เท่ากับ 88.0 64.0 และ 93.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีค่า DE และ ME เท่ากับ 16.82 และ 12.92 MJ/kgDM ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ค่าโภชนะที่ย่อยได้และพลังงานของหญ้าอะตราตัมที่ให้โคในระดับต่างๆและค่าการย่อยได้ของโภชนะและพลังงานโดยใช้สมการถดถอย

ระดับที่	1	2	3		**ค่าจากการประมาณ**
หญ้าอะตราตัม	70.0	80.0	90.0	CV	**หญ้าอะตราตัม**(100%)
กากถั่วเหลือง	30.0	20.0	10.0	(%)	
โภชนะที่ย่อยได้					
วัตถุแห้ง (DDM,%)	69.14^{a}	64.58^{b}	62.69^{c}	0.8	59.24 y= 91.24 -0.32x (R^2 =0.9397, cv =1.8)
อินทรียวัตถุ (DOM,%)	72.66^{a}	68.51^{b}	67.06^{b}	0.8	63.81 y= 91.81- 0.28x (R^2 =0.9281, cv =1.7)
โปรตีนหยาบ (DCP,%)	82.91^{a}	75.64^{b}	66.36^{c}	1.7	58.17 y=141.17-0.83x (R^2 =0.9951, cv =1.1)
ไขมัน (DEE,%)	72.81^{a}	67.06^{a}	60.97^{b}	3.4	55.31 y=114.31-0.59x (R^2 =0.9997, cv =0.2)
เยื่อใย (DNDF,%)	69.68^{a}	68.44^{b}	67.54^{b}	0.5	66.11 y= 77.11- 0.11x (R^2 =0.9916, cv =0.2)
เยื่อใย (DADF,%)	58.91^{a}	56.89^{b}	54.50^{c}	0.9	52.41 y= 74.41- 022x (R^2 =0.9976, cv =0.3)
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย(DNFC,%)	70.0^{a}	63.21^{b}	57.12^{c}	3.0	50.96 y=114.96- 0.64x (R^2 =0.9921, cv =1.2)
TDN ,%	66.89^{a}	62.98^{b}	61.66^{c}	0.5	58.76 y= 84.76- 0.26x (R^2 =0.9246, cv =1.7)
DE , MJ/kgDM	11.30^{a}	10.50^{b}	12.21^{b}	1.0	10.03 y= 15.03- 0.05x (R^2 =0.9320, cv =1.9)
ME ,MJ/kgDM	10.48^{a}	9.76^{b}	9.52^{c}	0.6	8.93 y= 13.93 - 0.05x (R^2 =0.9260,cv = 1.9)

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรแตกต่างในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัมสรุปได้ว่า

1. คุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน โดยวิธีการทดลองทางห้องปฏิบัติการ *(in vitro)* พบว่าหญ้าอะตราตัมเป็นอาหารหยาบคุณภาพปานกลาง โดยมีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 5.3 - 6.20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง(DMD) เมื่อทดสอบด้วยวิธีใช้ถุงไนล่อนและใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส อยู่ในช่วง 71.4 - 78.2 และ 48.96 - 52.47 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) เมื่อทดสอบด้วยวิธีวัดปริมาณแก๊สและใช้เอ็นไซม์เพปซิน– เซลลูเลส อยู่ในช่วง 52.06 – 58.76 และ 41.64 – 47.06 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

2. คุณค่าทางโภชนะของหญ้าอะตราตัมที่อายุการตัด 45 วันโดยวิธีทดลองในสัตว์ *(in vivo)* พบว่ามีโปรตีนหยาบ 6.2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DDM) 59.24 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ (DOM) 63.81 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ (DCP) 58.17 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน (DEE) 55.31 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (DNFC) 50.96 เปอร์เซ็นต์ และยอดโภชนะย่อยได้(TDN)เท่ากับ 58.76 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานที่ย่อยได้(DE) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ที่คำนวณจากค่า TDN เท่ากับ 10.03 และ 8.93 MJ/kgDM ตามลำดับ

3. ค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง โดยวิธีใช้ถุงไนล่อนที่ 48 ชั่วโมงของหญ้าอะตราตัมจะมีค่าสูงกว่าวิธีใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลสและวิธีทดลองในตัวสัตว์ ส่วนค่าการย่อยสลายได้ของอินทรียวัตถุโดยวิธีทดลองในตัวสัตว์จะมีค่าสูงกว่าวิธีวัดปริมาณแก๊สและใช้เอ็นไซม์เพปซิน - เซลลูเลส สำหรับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้จากการทดลองในตัวสัตว์ จะมีค่าสูงกว่าวิธีการวัดปริมาณแก๊ส (8.93 MJ/kgDM เทียบกับ 6.81 MJ/kgDM)

ข้อเสนอแนะ

การประเมินคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์ในการทดลองนี้ ข้อมูลที่ได้มีเพียงเล็กน้อยใช้ได้เพียงเป็นข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น การประเมินค่าพลังงานที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อนำมาใช้ทำนายค่าพลังงาน DE ME และ TDN จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก ทั้งจากการทดสอบในตัวสัตว์ และในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องนี้ต่อไป และในการทดสอบควรจะปรับวิธีการทดสอบให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ทั้งวิธีการทดสอบในตัวสัตว์ และวิธีในห้องปฏิบัติการ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระบบ เพื่อให้สามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นฐานข้อมูลต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญล้อม ชีวะอิสระกุล ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คุณวารุณี พานิชผล นักวิทยาศาสตร์ 8 ว คุณโอสถ นาคสกุล นักวิชาการสัตวบาล 8 ว คุณอิทธิพล เผ่าไพศาล นักวิชาการสัตวบาล 7 ว เจ้าหน้างานวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ และงานวิเคราะห์ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น และ ผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือและได้สนับสนุนให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

จินดา สนิทวงค์ ณ อยุธยา ประพฤทธิ์ จงใจภักดิ์ และ พิมพาพร พลเสน. 2546. คุณค่าทางโภชนะของถั่วคาวาลเคดในโคเนื้อ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2546. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ หน้า 264-276.

จินดา สนิทวงค์ ณ อยุธยา ณัฐวุฒิ บุรินทราภิบาล และเฉลียว ศรีชู. 2544. ผลการใช้หญ้าสกุล Parpalum เป็นอาหารหยาบหลักเลี้ยงโคเนื้อ. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2544. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. หน้า 177 – 185.

จีระวัชร์ เข็มสวัสดิ์ และวีระศักดิ์ จิโนแสง. 2540. การผลิตเมล็ดหญ้าพันธุ์ใหม่. ข่าวสารพืชอาหารสัตว์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – เมษายน. หน้า 19 –20.

พิมพาพร เทวาหุดี ฉายแสง ไผ่แก้ว และจิตราภรณ์ ธวัชพันธุ์. 2535. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการย่อยได้จากการทดสอบโดยวิธีใช้ถุงไนล่อนและวิธีการใช้เพปซิน-เซลลูเลสในพืชอาหารสัตว์เขตร้อนบางชนิด.รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2535. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. หน้า 222-239.

รำไพร นามสีลี พิมพาพร พลเสน ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา และ วิทยา สุมามาลย์. 2546 . การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์ (1)หญ้ารูซี่ (2)ถั่วฮามาต้า. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2546. กองอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์. หน้า 228-242.

วรรณา อ่างทอง. 2544. ผลกระทบของอาหารที่โคได้รับต่อของเหลวในรูเมนซึ่งใช้ประเมินคุณค่าทางอาหารโดยวิธี *In vitro* Gas Production. ปัญหาพิเศษปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 34 หน้า.

วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ. 2541. ตารางคุณค่าทางอาหารสัตว์. เอกสารวิชาการ. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 27 หน้า.

วิทยา สุมามาลย์ สมจิตร อินทรมณี และมาซามิ คูราโมชิ. 2547. คู่มือการเก็บสำรองพืชอาหารสัตว์. โครงการพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย. กองอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 45 หน้า.

สายัณห์ ทัดศรี สุวนารถ สุขะเกต และ อภิพรรณ พุกภักดี. 2539.ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าเขตร้อนบางชนิด. วารสารเกษตรศาสตร์ ปีที่ 30 : 293-302.

สุชน ตั้งทวีพัฒน์ บุญล้อม ชีวะอิสกุล และ รุ่งรัตน์ ปิงเมือง. 2543. ระดับโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมในอาหารไก่ลูกผสมพื้นเมืองระยะเจริญเติบโต. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 38 สาขาสัตว์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 100 –113.

สุรชัย สุวรรณลี กังวาน ธรรมแสง อารีรัตน์ ลุนยา และ วรพงษ์ สุริยจันทราทอง. 2544. การศึกษาคุณค่าทางอาหารของหญ้าอาหารสัตว์ในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการย่อยในถุงไนล่อนและการผลิตก๊าซ. รายงานการสัมนาและเสวนาวิชาการงานแสดงเทคโนโลยีการเกษตรเพื่ออินโดจีน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี. หน้า 190 –195.

อนันต์ ภู่สิทธิกุล สายชิม แสงโชติ สมจิตร อินทรมณี และ จันตกานต์ อรณนันท์. 2533.โภชนะที่ย่อยได้ของหญ้าพลิแคทูลั่มสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2533 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.หน้า 323-335.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis 15th ed. Association of Official Analysis Chemists. Virginia,USA. 1298 p.

Brown, R.H. and R.E.Blaser. 1965. Relationships between reserve cabohydrate accumulation and growth rate in orchard grass and tall fescue. Crop. Sei. 5(6) : 577 - 581.

Chen, X.B. 1995. A computer on diskette Version 4.1. Produced at the Rowett Research Institute.

Goering , H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. US Department of Agriculture, Handbook No. 379. Washington,D.C. 12 –15 p.

Hare, M.D., Booncharern. P., Tatsapong, P., Wongpichet, K., Kaewkunya, C. and Thummasaeng,K. (1999). Performance of para grass (*Brachiaria mutica*) and Ubon paspalum (*Paspalum atratum*) on seasonally wet soils in Thailand. Tropical Grassland. 33(75-81)

Kawashima, T., Sumamal, W., Pholsen, P., Chaithiang, R., Boonakdee, W. and F. Terada. 2003. Energy and nitrogen metabolism of Thai native cattle given Ruzi grass hay with differen levels of soybean meal. Animal Nutrition Division Annual Research Report 2003. Department of Livesstock Development Ministry of Agriculture and Cooperatives. 362 - 378 p.

Kawashima, T., Sumamal, W., Pholsen, P., Chaithiang, R., Boonakdee, W. and F. Terada. 2000. Comparative study on energy and protein metabolism of Brahman cattle and sheep given Ruzi grass hay with different levels of soybean meal. Final report of the collaborative research project between Japan International Research Center for Agricural Sciences, Japan and Department of Livestock Development, Thailand.123 -136 p.

Kearl, L.C. 1982. Nutrient Requirment of Ruminants in Developing countries. Internation Feed Stuffs Istitute. Utah State University Logan, USA. 381 p.

McLeod, M.N. and D.J. Minson. 1978. The accuracy of pepsin–cellulase technique for estimating the dry matter digestibility in vivo of grasses and legumes. *Anim. Feed Sci Technol*. 3 : 277 – 287.

Menke, K.H. and H. Stiengass. 1988. Estimation of energetic feed obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development. Vol. 28 : 7 – 55

Milford,R., D.J.Minson. 1967. The feeding value of tropical pasture. In:Tropical Pastures. Eds. W.Davies and Skidmore Faber and Faber, London. 106 p..

Minson, D. J., T.H.Stobbs, M.P.Hegarty and M.J.Playne. 1972. Measuring The Nutritive Value of Pasture Plant . In : Tropical Pasture Research, Principle and Methods Shaw N. Hand Bryan W.W.(ed.) Alden Press, Oxford. 308 - 337 p.

NRC. 1988. Nutrient Requirements of Dairy cattle. 6th ed. National Research council. National Academy Press, Washington, D.C. USA. 157 p.

Orpin, C.O. 1984. The role of ciliate protozoa and fungi in the rumen digestion of plant cell wall. *Anim.Feed Sci. Technol*. 10: 121 – 143.

Orskov, E.R, G.W. Reid and M.Kay. 1988. Prediction of intake by cattle from degradation Characteristic of roughages. *Anim. Prod*. 46:29 – 34.

SAS Institute, Inc.,1987. SAS/STAT™ guide for personal computer. Version 6 Edition. SAS cycle curry, NC 27512-8000.,1028 p.

Webster , A.J.F.1992.The metabolizable protein system for ruminants. In Recent Advances in Animal Nutrition 1992. Eds.P.C.Garnsworthy,W. Haresighand D.J.A Cole. Butterworth – Heinenemann. 93 -109 p.

Wicks. R.B. 1983. Feeding Experiments with Dairy cattle in Dairy Cattle Research Techniques Queensland Department of Primary Industries, Brisbane 4001, Australia. p. 70 – 97 p.

ภาคผนวก

ความหมายของคำที่ใช้ในงานวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์

ก. ***In Vitro*** **method**

1. **Proximate Analysis ได้แก่**
   - 1.1 วัตถุแห้ง (Dry Matter , DM)
   - 1.2 โปรตีนหยาบ (Crude Protein , CP)
   - 1.3 ไขมัน (Ether Extract , EE)
   - 1.4 เยื่อใยหยาบ (Crude Fiber , CF)
   - 1.5 เถ้า (Ash)
   - 1.6 คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (Nitrogen Free Extract , NFE)
   - 1.7 ยอดโภชนะที่ย่อยได้ (Total Digestible Nutrient , TDN)

2. **Detergent Analysis ได้แก่**
   - 2.1 เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral Detergent Fiber , NDF)
   - 2.2 เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid Detergent Fiber , ADF)
   - 2.3 ส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (Non – Fiber Carbohydrate , NFC)

3. **Nylon bag technique ได้แก่**
   - 3.1 การย่อยสลายของวัตถุแห้ง (Dry Matter Digestibility , DMD)
   - 3.2 การย่อยสลายของอาหาร (Effective Degradability , ED)

4. **Hohenheim Gas Test ได้แก่**
   - 4.1 การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (Organic Matter Digestibility , OMD)
   - 4.2 พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable Energy , ME)

5. **Pepsin – Cellulase technique ได้แก่**
   - 5.1 การย่อยสลายของวัตถุแห้ง (Dry Matter Digestibility , DMD)
   - 5.2 การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (Organic Matter Digestibility , OMD)

ข. ***In Vivo*** **method**

1.1 วัตถุแห้งที่ย่อยได้ (Digestible Dry Matter , DDM)

1.2 อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (Digestible Organic Matter , DOM)

1.3 โปรตีนที่ย่อยได้ (Digestible Crude Protein , DCP)

1.4 ไขมันที่ย่อยได้ (Digestible Ether Extract , DEE)

1.5 เยื่อใย ADF ที่ย่อยได้ (Digestible Acid Detergent Fiber , DADF)

1.6 เยื่อใย NDF ที่ย่อยได้ (Digestible Nuetral Detergent Fiber , DNDF)

1.7 คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยที่ย่อยได้ (Digestible Non – Fiber Cabohydrate , DNFC)

1.8 ยอดโภชนะย่อยได้ (Total Digestible Nutrient , TDN)

1.9 พลังงานที่ย่อยได้ (Digestible Energy ,DE)

1.10 พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable Energy , ME)