

การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของไขมันสำปะหลังหมักด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการ

ศศิธร เจาะจง^{1/} อานนท์ เพียรอุดม^{1/} วรรณ อ่างทอง^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (metabolisable energy, ME) ของไขมันสำปะหลังหมักโดยวิธีการวัดปริมาณแก๊สในหลอดทดลอง (*In vitro* gas production technique) วางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Completely Randomised Design (CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 คือพันธุ์มันสำปะหลังจำนวน 3 พันธุ์ได้แก่ เกษตรศาสตร์ 50 ระยะ 86-13 และพันธุ์ CMR-33 -38-48 ปัจจัยที่ 2 คือระยะในการหมัก 3 ช่วงได้แก่ 7 14 และ 21 วัน ไขมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามโดยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยะ 86-13 เก็บเกี่ยวที่อายุ 12 เดือนหลังการปลูก และพันธุ์ CMR-33-38-48 (เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับการปลูกหลังนาปี) เก็บเกี่ยวที่อายุ 6 เดือนหลังการปลูก ทำการวัดปริมาณแก๊สในหลอดทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง และดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคามช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม 2562

ผลการศึกษาพบว่าไขมันสำปะหลังหมักจากทั้ง 3 พันธุ์และ 3 ช่วงระยะการหมักมีองค์ประกอบทางเคมี คือ วัตถุแห้ง 23.77-26.87 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 15.40-19.63 เปอร์เซ็นต์ NDF 39.40-47.37 เปอร์เซ็นต์ ADF 35.58-41.38 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 12.37-15.52 เปอร์เซ็นต์ ไขมันสำปะหลังหมักมีความเป็นกรด-ด่าง 4.35-4.75 ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก 574.39-702.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ 45.92-48.09 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 5.07-5.47 MJ/kgDM นอกจากนี้พบว่าช่วงระยะการหมักไม่มีผลต่อค่าองค์ประกอบทางเคมี ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของไขมันสำปะหลังหมัก ($P>0.05$) แต่พันธุ์มันสำปะหลังมีผลต่อค่าดังกล่าว ยกเว้นในส่วนของการแบ่งและลิกนิน ($P>0.05$) นอกจากนี้พบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระยะการหมักต่อค่าวัตถุแห้ง โปรตีน และเถ้า ($P<0.05$) ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในไขมันสำปะหลังหมักพันธุ์ระยะ 86-13 มีค่า 5.47 MJ/kgDM แตกต่างกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ CMR-33-38-48 (5.07 และ 5.08 MJ/kgDM ตามลำดับ) ($P<0.05$)

คำสำคัญ : ไขมันสำปะหลังหมัก พลังงานใช้ประโยชน์ได้ วิธีทางห้องปฏิบัติการ

เลขทะเบียนวิชาการ: 63(2)-0214-125

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอยางสีสุราช จังหวัดมหาสารคาม

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Evaluation of metabolisable energy of ensiled cassava leaves and tenderstem by *in vitro* method

Sasitorn Jorjong^{1/} Anon Pianudom^{1/} Wanna Aungthong^{2/}

Abstract

The experiment was aimed to evaluate the metabolisable energy (ME) of ensiled cassava leaves and tenderstem by *in vitro* method. A 3x3 factorial in completely randomized design was arranged with three cassava varieties and three ensilage period and three replications each. Three cassava varieties were used, i.e. KU50, Rayong 86-13 and CMR-33-38-48 and three ensilage period, i.e. 7, 14 and 21 days. Such three varieties were planted in Mahasarakham province. Cassava leaves and tenderstem is a by-product from cassava planting for 12 months of KU50 and Rayong 86-13 varieties, meanwhile CMR-33-38-48 variety was planted for 6 months. Those cassava leaves and tenderstem were collected at the same time of cassava root harvesting. Gas production measurements by *in vitro* method were conducted at Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, and the rest of trial was conducted at Mahasarakham Animal Nutrition Research and Development Center from April to December 2019.

The results showed that cassava leaves and tenderstem from three cassava varieties and three periods of ensile as follows; dry matter 23.77-26.87%, crude protein 15.40-19.63%, NDF 39.40-47.37%, ADF 35.58-41.38% and ADL 12.37-15.52%, pH levels were 4.35-4.75, hydrocyanic acid concentrations 574.39-702.43 mg/kgDM, OMD 45.92-48.09% and ME 5.07-5.47 MJ/kgDM. Period of ensilage had no effect on nutritional values, pH levels, hydrocyanic acid concentrations, OMD, and ME ($P>0.05$). However, cassava variety influenced on such values but not effect on NFC and ADL ($P>0.05$). Variety and period interactions were affected on percentages of DM, CP and ash ($P<0.05$). In addition, Rayong 86-13 indicated the greater values of ME at 5.47 MJ/kgDM than KU50 and CMR-33-38-48 with 5.07 and 5.08, respectively ($P<0.05$)

Keywords: ensiled cassava leaves and tenderstem, metabolisable energy, *in vitro* method

Registered No. : 63(2)-0214-125

^{1/}Mahasarakham Animal Nutrition Research and Development Center, Chiangyuen, Mahasarakham.

^{2/}Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, Khonkaen.

คำนำ

มันสำปะหลังมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz สามารถปลูกได้ดีในดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดีโดยเฉพาะดินนั้นต้องเป็นดินบนดอน เนื้อหยาบและมีอินทรีย์วัตถุ น้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ธาตุอาหารในดินไม่สูงมากนักความชื้นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5-6 เป็นกรดจัดหรือกรดปานกลาง และไม่เป็นดินเค็ม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปีละ 1,000-1,500 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 25-29 องศาเซลเซียส (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2554) เป็นพืชที่ปลูกง่ายสามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ดี จรุงสิทธิ์และอัจฉรา (2547) พบว่า มันสำปะหลังจะขาดฝนเป็นระยะเวลาสั้นติดต่อกัน 3-4 เดือน ก็จะทนอยู่ได้โดยไม่ตาย มันสำปะหลังจะสามารถปรับตัวโดยการลดพื้นที่ใบและใบใหม่ที่สร้างขึ้นจะมีขนาดเล็กและมีจำนวนใบน้อยลง มันสำปะหลังสามารถทยอยปลูกและเก็บเกี่ยวได้ การดูแลไม่ยุ่งยากและที่สำคัญมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าพืชอื่นๆ หลายชนิด ทำให้เกษตรกรนิยมปลูกกันอย่างกว้างขวาง มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่มยืนต้นมีอายุอยู่ได้หลายปี เป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน เช่น หัว ใบ ลำต้น โดยส่วนหัวเป็นส่วนที่ใช้ประโยชน์มากที่สุดในอุตสาหกรรมอาหารทั้งของคนและสัตว์ และนอกจากนั้นยังใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เกสัชกรรม กระดาษ สิ่งทอ และแอลกอฮอล์ เป็นต้น (กล้าณรงค์, 2543) ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตมันสำปะหลังที่สำคัญของโลกโดยปลูกมากเป็นอันดับ 3 รองจากไนจีเรียและคองโก โดยทั้งประเทศมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ทั้งหมด 8.6 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดของประเทศไทย (อนรรตน์, 2550) ในการปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาด มีความจำเป็นต้องเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ เช่น ในดินร่วนเหนียวควรปลูกพันธุ์ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 7 ระยอง 90 ส่วนในดินร่วนทรายและดินทราย ควรปลูกพันธุ์ห้วยบง 60 ระยอง 9 เกษตรศาสตร์ 50 เป็นต้น สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังมา 3 สายพันธุ์ที่มีการปลูกในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามคือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 86-13 และ พันธุ์ CMR-33-38-48 (รอการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร) ซึ่งแต่ละพันธุ์มีข้อเด่นต่างกัน เช่น พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ลำต้นสูงใหญ่ หัวมีลักษณะแบนกลม ยอดอ่อนสีม่วงเข้ม ลำต้นสีเขียวเงิน ผลผลิตหัวสด 5,473 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้งสูง 23-28 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตได้ดีในสภาพที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนพันธุ์ระยอง 86-13 เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีมีเปอร์เซ็นต์แป้งและผลผลิตแป้งสูง ลำต้นมีสีเขียวเงิน ก้านใบมีสีเขียวอมแดง ผลผลิตหัวสด 4,510 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 26.3 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ CMR-33-38-48 มีคุณสมบัติเด่นด้านผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งลดลงไม่มากนัก เมื่อกระทบฝนช่วงเก็บเกี่ยว เป็นพันธุ์อายุสั้น เหมาะกับการปลูกหลังการทำนาปี อายุการเก็บเกี่ยว 6 เดือน ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 4,303 กิโลกรัมต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 13.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ระยอง 72 พันธุ์ระยอง 11 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีเปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ย 16.1 17.7 และ 18.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับที่ปลูกหลังการทำนาปี (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2554)

ใบมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลัง โดยใบมันสำปะหลังที่นำมาใช้เป็นส่วนของใบและลำต้นตั้งแต่ยอดลงมาถึงใบล่างสุด โดยลำต้นยังคงมีสีเขียวและมีใบติดอยู่ (ใบมันลำเขียว) ในพื้นที่ 1 ไร่ จะมีผลผลิตใบมันสำปะหลังโดยประมาณ 300-1,000 กิโลกรัมน้ำหนักสด ซึ่งจากการประเมินพื้นที่การปลูกของประเทศไทยพบว่าจะมีใบมันสำปะหลังมากถึง 2,580,000 ตัน (คำนวณที่ 300 กิโลกรัมสดต่อไร่) คิดเป็นมูลค่าเงินประมาณ 2,064 ล้านบาท (0.80 บาทต่อกิโลกรัมสด) ซึ่งผลพลอยได้ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ได้ มันสำปะหลังมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคสูงโดยพบมากบริเวณเปลือกของหัวมันสำปะหลัง

ประมาณ 150-1,110 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือใบประมาณ 83-878 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักสด และในเนื้อหิวมันสำปะหลังประมาณ 5-490 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด (ธีระ, 2550) ซึ่งระดับกรดไฮโดรไซยานิกในอาหารที่ทำให้สัตว์เกิดอาการเป็นพิษแบบเรื้อรังคือระดับ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง แต่ถ้ามีมากถึง 2,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งจะทำให้เกิดอาการเป็นพิษอย่างเฉียบพลัน (ปรารถนา และคณะ, 2532) การผ่านความร้อน เช่น ต้ม อบ ตากแดด ทำให้กรดไฮโดรไซยานิกในมันสำปะหลังลดปริมาณลงได้มาก

ในการประกอบสูตรอาหารอาหารสัตว์ นอกจากจำเป็นต้องใช้ค่าระดับโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิดแล้วยังจำเป็นต้องใช้ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolisable energy, ME) เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการคำนวณสูตรให้ตรงกับความต้องการของสัตว์ ซึ่งปัจจุบันยังขาดข้อมูลค่า ME ของใบมันสำปะหลังที่เป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งในการหาค่า ME ที่แม่นยำมากที่สุดจะใช้วัดโดยตรงจากตัวสัตว์ (*in vivo*) โดยคอกวัดการหายใจ respiratory chamber แต่วิธีนี้มีค่าใช้จ่ายสูง วิธีการค่อนข้างซับซ้อนและใช้เวลานาน ส่วนอีกหนึ่งวิธีที่ใช้หาค่า ME คือวิธีทางห้องปฏิบัติการ (*in vitro* method) พัฒนาวิธีการโดย Menke and Steingass (1988) เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย ใช้ตัวอย่างปริมาณน้อยและสามารถ วัดตัวอย่างได้เป็นจำนวนมากในคราวเดียวกัน ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่า ME ของใบมันสำปะหลังหมักสำหรับสร้างฐานข้อมูลรายชนิดวัตถุดิบอาหารสัตว์ หาปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในใบมันสำปะหลังหมักในระยะเวลาหมักที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอยะฮี จังหวัดมหาสารคาม การวัดปริมาณแก๊สในหลอดทดลองและวิเคราะห์ตัวอย่างที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนธันวาคม 2562

การเตรียมใบมันสำปะหลังหมัก

ใบมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม โดยใบมันสำปะหลังที่นำมาใช้เป็นส่วนของใบและลำต้นตั้งแต่ยอดลงมาจนถึงใบล่างสุดโดยลำต้นยังคงมีสีเขียวและมีใบติดอยู่ประกอบด้วย 3 พันธุ์คือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 86-13 และ พันธุ์ CMR-33-38-48 (รอการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร) สำหรับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 86-13 มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือนและพันธุ์ CMR-33-38-48 (เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับการปลูกหลังนาปี) มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 6 เดือน เตรียมโดยหั่นให้ได้ชิ้นขนาด 2-3 เซนติเมตรจากนั้นบรรจุในถุงซิปลิน 2 ชั้นทำการไล่อากาศออกให้หมดใช้ระยะหมักนาน 7 14 และ 21 วัน ตามกลุ่มการทดลอง

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Completely Randomised Design (CRD) มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยที่ 1 คือมันสำปะหลังจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยะยง 86-13 และพันธุ์ CMR-33-38-48 และปัจจัยที่ 2 คือระยะหมัก 3 ช่วง ได้แก่ 7 14 และ 21 วัน

วิธีทางห้องปฏิบัติการ (*in vitro* method)

เตรียมตัวอย่างโดยนำใบมันสำปะหลังหมักเข้าอบที่ตู้อบตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 60 องศาเซลเซียสนาน 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดละเอียดขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อมาประเมินค่า ME และค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (Organic matter digestibility, OMD) โดยใช้เทคนิคการวัดปริมาณแก๊สในหลอดทดลองตามวิธีการของ Menke and Steingass (1988) โดยรายละเอียดของวิธีการตามรายงานของวรรณและคณะ (2551); แพรพรรณและคณะ (2559)

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ตัวอย่างใบมันสำปะหลังหมักวิเคราะห์ Proximate analysis ได้แก่วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีน (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เถ้า (Ash) ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (Acid detergent lignin) ตามวิธีการ AOAC (2016)

การหาปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก

วิเคราะห์หาปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในใบมันสำปะหลังหมักด้วยวิธีไตเตรชันด้วยสารซิลเวอร์ไนเตรต (AgNO_3) โดยคำนวณจาก $1 \text{ ml } 0.02\text{M } \text{AgNO}_3 = 0.54 \text{ mg HCN}$ ตาม Method 915.03 (AOAC, 2012)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ประมวลผลและวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) ด้วย PROC GLM ตามแผน 3x3 Factorial in Completely Randomised Design และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 95 เปอร์เซนต์ (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณค่าทางโภชนาของใบมันสำปะหลังหมัก

ใบมันสำปะหลังที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม โดยใบมันสำปะหลังที่นำมาใช้เป็นส่วนของใบและลำต้นตั้งแต่ยอดลงมาจนถึงใบล่างสุดโดยลำต้นยังคงมีสีเขียวและมีใบติดอยู่ ประกอบด้วย 3 พันธุ์คือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยะยง 86-13 และ พันธุ์ CMR-33-38-48 และระยะการหมัก 3 ระยะคือ 7 14 และ 21 วัน สำหรับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยะยง 86-13 มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือนหลังการปลูก ส่วนพันธุ์ CMR-33-38-48 (เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกหลังนาปี) มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 6 เดือนหลังการปลูก จากผลการศึกษาพบว่าทั้ง 3 ระยะการหมักไม่มีผลต่อคุณค่าทาง

โภชนะ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค OMD ME และ NEL ของใบมันสำปะหลังหมักแต่ในส่วน ของพันธุ์มันสำปะหลังพบมีผลต่อค่าดังกล่าว อย่างไรก็ตามพบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังและระยะการ หมักต่อค่าวัตถุแห้ง โปรตีน และเถ้า ($P<0.05$) (ตารางที่ 2)

จากการวิเคราะห์ทางเคมี พบไขมันอยู่ในช่วง 4.62-5.42 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ย 5.02 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ มีอิทธิพลต่อปริมาณไขมันในใบมันสำปะหลังหมัก ในพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่าไขมันแตกต่างกับพันธุ์ระยะ 86-13 ($P<0.05$) โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยะ 86-13 และพันธุ์ CMR-33-38-48 มีค่าเฉลี่ย 5.42 4.62 และ 5.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปริมาณ NDF มีค่าระหว่าง 39.40-47.37 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย 44.71 เปอร์เซ็นต์ พบพันธุ์มันสำปะหลังมีผลต่อปริมาณ NDF โดยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีปริมาณน้อยกว่าพันธุ์ระยะ 86-13 และ พันธุ์ CMR-33-38-48 แตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่า 39.40 47.37 และ 47.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่พันธุ์ ระยะ 86-13 และพันธุ์ CMR-33-38-48 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เปอร์เซ็นต์ ADF ในใบมัน สำปะหลังหมักพบว่าทั้งสายพันธุ์และช่วงระยะการหมักไม่มีผลต่อปริมาณในใบมันสำปะหลังหมัก โดยค่า ADF พบ อยู่ในช่วง 35.58-41.38 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.27 เปอร์เซ็นต์ ค่าลิกนินพบในช่วง 12.37-15.52 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 14.13 เปอร์เซ็นต์ พบสายพันธุ์มีผลต่อระยะการหมักไม่มีผลต่อปริมาณลิกนินในใบมันสำปะหลังหมักโดย พันธุ์ CMR-33-38-48 มีค่าลิกนิน สูงแตกต่างจากพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยะ 86-13 ($P<0.05$) (ตารางที่ 1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของใบมันสำปะหลังหมักพบในช่วง 4.35-4.75 ค่าเฉลี่ย 4.54 โดยพันธุ์ เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยะ 86-13 มีค่าแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ CMR-33-38-48 ($P<0.05$) มีค่า 4.51 4.35 และ 4.75 ตามลำดับ ซึ่ง pH ของใบมันสำปะหลังหมักมีค่าคะแนน 4 โดย pH อยู่ระหว่าง 4.4-4.7 (กรัมปศุ สัตว์, 2547) นอกจากนั้นในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวัดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคพบมีค่าอยู่ในช่วง 574.39-702.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 639.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (160.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด) พบพันธุ์มีผลต่อปริมาณดังกล่าวโดยในพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (574.39) และพันธุ์ CMR-33-38-48 (702.43) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่พันธุ์ระยะ 86-13 (642.15) ไม่แตกต่าง กับทั้ง 2 พันธุ์ดังกล่าว มีรายงานว่าใบมันสำปะหลังมีค่ากรดไฮโดรไซยานิคประมาณ 83-878 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักสด (332-3512 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) (ธีระ, 2550) ซึ่งพบว่างานทดลองครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วง ดังกล่าว (639.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) ซึ่งระดับกรดไฮโดรไซยานิคในอาหารที่ทำให้สัตว์เกิดอาการ เป็นพิษแบบเรื้อรังคือระดับ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง แต่ถ้ามีมากถึง 2,400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้งจะทำให้เกิดอาการเป็นพิษอย่างเฉียบพลัน (ปรารธนา และคณะ, 2532) อย่างไรก็ตามเนื่องจากกรด ไฮโดรไซยานิคลดปริมาณลงได้ถ้าตากแห้ง นอกจากนั้นวงศ์อนันต์ (ม.ป.ป.) รายงานว่าระดับของกรดไฮโดรไซยานิค จะเป็นพิษกับสัตว์ถ้าสัตว์ได้รับเกิน 2 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสัตว์ 1 กิโลกรัม ยกตัวอย่างเช่นสัตว์น้ำหนัก 500 กิโลกรัมถ้าสัตว์ได้รับเกิน 1,000 มิลลิกรัมจะเป็นพิษกับสัตว์ได้

เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนะของใบมันสำปะหลังหมักกับมันเฮย์โดยมันเฮย์หมายถึงส่วนของใบและลำ ต้นนำมาทำแห้งโดยปลุกและเก็บเกี่ยวครั้งแรก 3 เดือนหลังปลุกและต่อไปทุกๆ 2 เดือนพบว่ามีโปรตีน 24.9 เปอร์เซ็นต์ NDF ADF และลิกนิน มีค่า 34.4 27.0 และ 5.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (เมธา, 2542) ถึงแม้ใบมัน สำปะหลังที่นำมาใช้จะเป็นส่วนของใบและลำต้นเหมือนกันแต่เนื่องจากใบมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ และมันเฮย์มีอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันจึงส่งผลต่อค่าโภชนะที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่ามันเฮย์มีโปรตีนสูงและเยื่อ ใยต่ำกว่าใบมันสำปะหลังหมัก นอกจากนั้นถ้าเปรียบเทียบกับหญ้าอาหารสัตว์ จากรายงานของแพรวพรรณและ

คณะ (2559) ทำการศึกษาในหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิดได้แก่หญ้าไรต์ หญ้าแพงโกลา หญ้ากินีสีม่วง และหญ้าซีตาเรีย ตัดที่อายุ 45 วัน พบค่าเฉลี่ยโปรตีน 7.25 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.44 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 7.45 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าดังกล่าวมีค่าต่ำกว่าในใบมันสำปะหลังหมัก แต่พบปริมาณ NDF ในหญ้าอาหารสัตว์เท่ากับ 72.48 เปอร์เซ็นต์ และ ADF เท่ากับ 44.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในหญ้าทั้ง 4 ชนิดสูงกว่าในใบมันสำปะหลังหมัก (NDF เท่ากับ 44.71 เปอร์เซ็นต์และ ADF เท่ากับ 39.27 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของแพรวพรรณและคณะ (2556) ที่ศึกษาในหญ้าเนเปียร์แคะที่อายุการตัด 30 45 และ 60 วัน ปลุกโดยใช้น้ำบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมัน พบมีปริมาณโปรตีน 12.10-16.49 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนลดลงตามอายุการตัดที่เพิ่มขึ้น ค่าไขมันเฉลี่ย 1.11 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ NDF พบในช่วง 59.69-76.37 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.53 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ ADF พบในช่วง 37.38-50.55 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.11 เปอร์เซ็นต์ และค่าลิกนิน 4.39-7.73 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.91 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลของหญ้าเนเปียร์แคะข้างต้นพบว่าปริมาณโปรตีน ไขมัน และลิกนินต่ำกว่าใบมันสำปะหลังหมัก ส่วนค่า NDF และ ADF ในหญ้าเนเปียร์แคะมีค่าสูงกว่าใบมันสำปะหลังหมัก (ตารางที่ 1) โดยปริมาณ NDF ในพืชอาหารสัตว์ที่สูงจะมีผลต่อปริมาณการกินได้ของสัตว์ (NRC, 2016) โดยข้อมูลข้างต้นพบว่าในหญ้าอาหารสัตว์จะมีปริมาณ NDF และ ADF ที่สูงกว่าใบมันสำปะหลังหมัก ยกเว้นในส่วนของลิกนินและโปรตีนที่ใบมันสำปะหลังหมักมีค่าสูงกว่าพืชอาหาร 2-3 เท่า ลิกนินดังกล่าวจะมีผลต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในใบมันสำปะหลังรวมทั้งสารประกอบต่างๆ ที่รวมอยู่กับโปรตีนจะลดลง (Barry, 1989)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ของใบมันสำปะหลังหมัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดไฮโดรไลซายานิก

รายการ	พันธุ์มันสำปะหลัง			ระยะหมัก			SEM	P-value		
	เกษตรศาสตร์ 50	ระยอง 86-13	CMR-33-3848	7	14	21		พันธุ์ (V)	ระยะหมัก (P)	V*P
Rep.	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-
DM,%	26.87 ^a	23.77 ^c	24.67 ^b	25.10	25.21	25.12	0.281	*	ns	*
CP,%	19.63 ^a	15.44 ^b	15.40 ^b	17.56	16.31	16.61	0.596	*	ns	*
Ash,%	7.28 ^a	7.31 ^a	8.58 ^b	7.87	7.52	7.78	0.168	*	ns	*
EE,%	5.42 ^a	4.62 ^b	5.02 ^{ab}	4.93	4.94	5.19	0.128	*	ns	ns
NFC,%	28.27	25.26	23.64	26.34	27.11	23.71	1.274	ns	ns	ns
NDF,%	39.40 ^b	47.37 ^a	47.36 ^a	43.30	44.11	46.71	1.378	*	ns	ns
ADF,%	35.58	40.86	41.38	39.07	37.76	40.99	1.198	ns	ns	ns
ADL,%	13.42 ^a	12.37 ^a	15.59 ^b	14.02	13.83	15.52	0.507	*	ns	ns
pH	4.51 ^b	4.35 ^b	4.75 ^a	4.54	4.50	4.57	0.054	*	ns	ns
HCN, mg/kgDM	574.39 ^a	642.15 ^{ab}	702.43 ^b	593.87	662.64	662.46	28.217	*	ns	ns

ตัวเลขตามแนวนอนที่มีอักษร (a b c) กำกับที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns= no significant difference; * = P<0.05; SEM = standard error of the mean; Rep=replication; V=variety; P=period

อิทธิพลของพันธุ์มันสำปะหลังและระยะการหมักต่อวัตถุแห้ง โปรตีนและเถ้า

วัตถุแห้งของทั้ง 3 พันธุ์และระยะการหมักอยู่ในช่วง 23.14-26.77 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 24.71 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ระยะของ 86-13 และพันธุ์ CMR-33-38-48 มีวัตถุแห้งต่ำกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ($P<0.05$) ระยะการหมักไม่แตกต่างกันภายในพันธุ์แต่จะแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ ($P<0.05$) โปรตีนพบอยู่ในช่วง 13.10-20.13 มีค่าเฉลี่ย 16.38 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีโปรตีนสูงกว่าพันธุ์ CMR-33-38-48 แตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 19.63 และ 14.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนั้นระยะการหมักทั้งสามช่วงของพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีค่าแตกต่างกับทุกระยะการหมักของพันธุ์ CMR-33-38-48 ($P<0.05$) เปอร์เซ็นต์เถ้าพบ 6.97-8.67 มีค่าเฉลี่ย 7.72 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ CMR-33-38-48 ที่ระยะการหมัก 7 และ 14 วันมีค่าสูงแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ระยะการหมัก 14 และ 21 วันและพันธุ์ระยะของ 86-13 ที่ระยะการหมัก 7 และ 14 วัน ($P<0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 อิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์มันสำปะหลังและระยะการหมัก

	เกษตรศาสตร์			ระยอง 86-13			CMR-33-38-48			SEM	สายพันธุ์ (V)	P-value (P)	VxP
	7	14	21	7	14	21	7	14	21				
Rep.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-			
DM,%	26.04 ^a	26.43 ^a	26.77 ^a	23.38 ^b	23.14 ^b	23.68 ^b	24.23 ^b	24.12 ^b	24.57 ^b	0.281	*	ns	*
CP,%	18.83 ^{ab}	19.93 ^a	20.13 ^a	15.27 ^{bc}	15.90 ^{abc}	15.17 ^{bc}	14.56 ^c	13.10 ^c	14.53 ^c	0.596	*	ns	*
Ash,%	7.70 ^{abc}	6.97 ^c	7.17 ^{bc}	7.23 ^{bc}	6.97 ^c	7.73 ^{abc}	8.67 ^a	8.63 ^a	8.43 ^{ab}	0.168	*	ns	*

ตัวเลขตามแนวนอนที่มีอักษร (a b c) กำกับที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์; SEM = standard error of the mean; ns= no significant difference; * = P<0.05; Rep=replication; V=variety; P=period

ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของไขมันสำปะหลังหมักที่วัดโดยวิธีทางห้องปฏิบัติการ

ไขมันสำปะหลังหมักจากทั้ง 3 พันธุ์คือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยะยง 86-13 และพันธุ์ CMR-33-38-48 และระยะการหมัก 7 14 และ 21 วัน นำมาทดสอบโดยวิธีวัดแก๊สพบว่าระยะการหมักไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตแก๊ส OMD ME และ NEL ที่เกิดขึ้น ($P>0.05$) แต่พันธุ์มีผลต่อค่าดังกล่าว ค่าแก๊สที่เกิดขึ้นพบในช่วง 20.24-23.42 ml/200 mgDM มีค่าเฉลี่ย 21.07 ml/200 mgDM พันธุ์ระยะยง 86-13 ให้ค่าผลผลิตแก๊สเท่ากับ 23.42 ml/200 mgDM แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ CMR-33-38-48 (20.54 ml/200 mgDM) และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (20.24 ml/200 mgDM) ($P<0.05$) และเมื่อนำค่าแก๊สที่ได้มาคำนวณค่า OMD ME และ NEL พบว่าพันธุ์ระยะยง 86-13 มีค่า OMD แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ CMR-33-38-48 ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยค่า OMD พันธุ์ระยะยง 86-13 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ CMR-33-38-48 มีค่าเท่ากับ 48.09 47.27 และ 45.96 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่า ME และ NEL พบว่าพันธุ์ระยะยง 86-13 มีค่าสูงแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ CMR-33-38-48 ($P<0.05$) แต่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ CMR-33-38-48 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ค่า ME และ NEL ของพันธุ์ระยะยง 86-13 มีค่า 5.47 และ 2.85 MJ/kgDM ตามลำดับ (ตารางที่ 3) เมื่อทำการเปรียบเทียบไขมันสำปะหลังหมักและหญ้าอาหารสัตว์จากรายงานของแพรวพรรณและคณะ (2559) ศึกษาในหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิดได้แก่หญ้าไรต์ หญ้าแพงโกลา หญ้ากินีสีม่วง และหญ้าซีตาเรียพบว่าทั้งปริมาณแก๊ส OMD และ ME มีค่าสูงกว่าในไขมันสำปะหลังหมัก ถึงแม้ว่าไขมันสำปะหลังจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่า (ตารางที่ 1) โดยพบค่าแก๊สจากหญ้าอาหารสัตว์มีค่าอยู่ช่วง 37.27-40.94 ml/200 mgDM ในขณะที่ไขมันสำปะหลังหมักพบอยู่ในช่วง 20.24-23.42 ml/200 mgDM จึงส่งผลให้ค่า OMD และ ME ในไขมันสำปะหลังหมักมีค่าต่ำกว่าในหญ้าอาหารสัตว์ นอกจากนี้รายงานของวรรณและคณะ (2551) ที่ศึกษาในหญ้าอาหารสัตว์ที่อายุ 30 45 และ 60 วัน จำนวน 11 ชนิดได้แก่ หญ้ากินีสีม่วง หญ้ากรีนแพนด้า หญ้าชิกแนลตั่ง หญ้าชิกแนลเลื้อย หญ้าซีตาเรีย หญ้าเนเปียร์แคระ หญ้าไนด์ หญ้าแพงโกลา หญ้ารูชี และหญ้า อะตราตัม พบค่า OMD อยู่ในช่วง 54.6-68.5 เปอร์เซ็นต์ และ ME 7.25-9.05 MJ/kgDM ซึ่งมีค่าสูงกว่าในไขมันสำปะหลังหมัก ถึงแม้ว่าไขมันสำปะหลังหมักจะมีค่าโปรตีนสูงกว่าและมีค่า NDF ADF ต่ำกว่าหญ้าอาหารสัตว์ แต่เนื่องจากไขมันสำปะหลังหมักมีปริมาณลิกนินที่สูงกว่าหญ้าอาหารสัตว์ นอกจากนั้นไขมันสำปะหลังมีคอนเดนส์แทนนินซึ่งอาจไปลดค่าการนำใช้ประโยชน์ของโภชนาการโดยจุลินทรีย์ได้ แทนนินเป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ และ โครงสร้างซับซ้อน มีสถานะเป็นกรดอ่อนมีรสฝาดพบในต้นพืชหลายชนิด ซึ่งสารนี้จะมีอยู่ทั้งในใบ ลำต้น เปลือก รากและฝัก โดยปกติจะเกาะติดกับโปรตีนเป็นสารประกอบโปรตีน-แทนนิน หากปริมาณแทนนินมากเกินไป จะมีผลยับยั้งการย่อยได้ของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Barry, 1989) เชื่อว่าเป็นผลมาจากสารประกอบโพลีฟีนอลิกที่ไปมีผลต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (McSweeney et al., 1999) จากรายงานของ Reed (1995) พบว่าการใช้แทนนินในอาหารที่ระดับ 5-9 เปอร์เซ็นต์ส่งผลต่อการย่อยได้ของอาหารเยื่อใยลดลงโดยไปมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียและเชื้อราในกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจนในกระเพาะหมัก

ตารางที่ 3 การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของใบมันสำปะหลังหมักโดยวิธีทางห้องปฏิบัติการ

รายการ	พันธุ์มันสำปะหลัง			ระยะหมัก			SEM	P-value		
	เกษตรศาสตร์	ระยอง	CMR-33-	7	14	21		พันธุ์	ระยะหมัก	V*P
	50	86-13	3848					(V)	(P)	
Rep.	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-
**Gas	20.24 ^b	23.42 ^a	20.54 ^b	20.79	20.45	20.97	1.174	*	ns	ns
OMD,%	47.27 ^{ab}	48.09 ^a	45.96 ^b	46.76	45.92	46.63	1.270	*	ns	ns
ME, MJ/kgDM	5.07 ^b	5.47 ^a	5.08 ^b	5.10	5.08	5.15	0.064	*	ns	ns
NEL, MJ/kgDM	2.56 ^b	2.85 ^a	2.57 ^b	2.58	2.57	2.62	0.085	*	ns	ns

ตัวเลขตามแนวนอนที่มีอักษร a b c กำกับที่ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์;

SEM = standard error of the mean; ns= no significant difference; Rep=replication; V=variety; P=period

* = P<0.05; ** = ml/200 mgDM; OMD=organic matter digestibility; ME=metabolisable energy; NEL=net energy for lactation

สรุปผลการทดลอง

ใบมันสำปะหลังที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม โดยใบมันสำปะหลังที่นำมาใช้เป็นส่วนของใบและลำต้นตั้งแต่ยอดลงมาจนถึงใบล่างสุดโดยลำต้นยังคงมีสีเขียวและมีใบติดอยู่ประกอบด้วย 3 พันธุ์คือเกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 86-13 และ CMR-33-38-48 และระยะของการหมัก 3 ระยะคือ 7 14 และ 21 วัน สำหรับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ระยอง 86-13 มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือนหลังการปลูก ส่วนพันธุ์ CMR-33-38-48 (เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกหลังนาปี) มีอายุการเก็บเกี่ยวที่ 6 เดือนหลังการปลูก จากการทดลองพบว่าระยะการหมักไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาและค่า OMD ME และ NEL แต่พบว่าพันธุ์มีผลต่อค่าดังกล่าว และพบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระยะการหมักต่อค่าวัตถุแห้ง โปรตีนและเถ้า

คุณค่าทางโภชนาของใบมันสำปะหลังหมักมีโปรตีนเฉลี่ย 16.38 เปอร์เซนต์ NDF ADF มีค่า 44.71 และ 39.27 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ใบมันสำปะหลังหมักมีลิกนินสูงถึง 14.13 เปอร์เซนต์ ค่า pH 4.54 และปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก เท่ากับ 639.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมแห้ง ทำการประเมินค่า OMD ME และ NEL ของใบมันสำปะหลังหมักด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการ ใบมันสำปะหลังหมักพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 86-13 และพันธุ์ CMR-33-38-48 พบระยะการหมักไม่มีอิทธิพลแต่พันธุ์มันสำปะหลังมีอิทธิพลต่อค่าวัตถุแห้ง โปรตีนและเถ้า ใบมันสำปะหลังหมัก มีค่า OMD อยู่ในช่วง 45.92-48.09 เปอร์เซนต์ ค่า ME อยู่ในช่วง 5.07-5.47 MJ/kgDM ค่า NEL อยู่ในช่วง 2.56-2.85 MJ/kgDM โดยพันธุ์ระยอง 86-13 มีค่า ME และ NEL เท่ากับ 5.47 และ 2.85 MJ/kgDM สูงกว่าพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ พันธุ์ CMR-33-38-48

ข้อเสนอแนะ

1.ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยเปรียบเทียบวิธีวัดจากตัวสัตว์กับวิธีทางห้องปฏิบัติการเพื่อนำมาใช้สร้างสมการทำนายค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

2.ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในไขมันสำปะหลังของพันธุ์มันสำปะหลังอื่นๆ ในสภาพพื้นที่การปลูกในภูมิภาคต่างๆของประเทศไทยพร้อมวิธีเขตรกรรมต่างๆที่มีผลต่อค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ให้เกิดความแม่นยำมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและบุคลากรของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างอาหารสัตว์ และอนุเคราะห์สถานที่ในการหาค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ของไขมันสำปะหลังหมักทางห้องปฏิบัติการ ขอขอบพระคุณ ดร.วิทยา สุมามาลย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ในการตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำให้การทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักของกองอาหารสัตว์. เอกสารแนะนำ. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.
- คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 193 หน้า.
- จรุงสิทธิ์ ลีมีศิลา และอัจฉรา ลีมีศิลา. 2547. ประวัติและความสำคัญ. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง กรมวิชาการเกษตร. 7:1-5.
- ธีระ สมหวัง. 2550. พันธุ์มันสำปะหลัง. ข่าวสารเกษตรศาสตร์. 52:23-28.
- ปรารธนา พฤกษศรี เมธา วรรณพัฒน์ และฉลอง วชิราภากร. 2532. คู่มือนักพัฒนาชนบท: การใช้ฟางข้าวหมักยูเรียและไขมันสำปะหลังตากแห้งเป็นอาหารกระป๋องงาน. ขอนแก่น, โรงพิมพ์ศิริภักข์ออฟเซต.
- แพรวพรรณ เครือมั่งกร วรรณภา อ่างทอง รำไพโร นามสีลี และจันทกานต์ อรณนันท. 2556. การประเมินค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้าเนเปียร์แคระในโคเนื้อ, 51-63. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ประจำปี 2556. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- แพรวพรรณ เครือมั่งกร วรรณภา อ่างทอง รำไพโร นามสีลี และสัมพันธ์ มาศโอสถ. 2559. ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของพืชอาหารสัตว์โดยวิธีวัดจากตัวสัตว์กับวิธีทางห้องปฏิบัติการ, 1-11. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ประจำปี 2559. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2542. มันเฮย์: เคล็ด (ไม่ลับ) ในการเพิ่มผลผลิตและผลกำไรในการผลิตโคนม. เอกสาร

- ประกอบกรบรรยายในวันเทศกาลโคนมแห่งชาติ วันที่ 20 มกราคม 2542 ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย สระบุรี.
- วงศ์อนันต์ ณรงค์วานิชการ. ม.ป.ป. การใช้ใบมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์เพื่อป้องกันโรคเต้านมอักเสบ. แหล่งที่มา : http://nutrition.dld.go.th/nutrition/images/knowledge/techno/Casava_mas.pdf, 11 สิงหาคม 2563.
- วรรณ อ่างทอง แพรวพรรณ เครือมั่งกร และราไพโร นามสีลี สัมพันธ์ มาศโอสถ. 2551. การสร้างสมการ ทำนายค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของหญ้า, 222-231. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี 2551. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2554. ดิน น้ำ และการจัดการการปลูกมันสำปะหลัง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 52 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา : <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2562/yearbook2561.pdf>, 8 กรกฎาคม 2563.
- อนุรัตน์ ศรีสุระ. 2550. เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง ในจังหวัดนครราชสีมา. สำนักงานเกษตรจังหวัดนครราชสีมา. แหล่งที่มา : <http://www.khorat.doae.go.th/main/good%20plan/cassava/casava1/tecnology.doc>, 8 กรกฎาคม 2563.
- Association of Official Analysis Chemists (AOAC). 2012. Official Methods of Analysis. Method 915.03. 19th ed. Association of Official Analysis Chemists, Inc. Virginia 22201, USA. 746p.
- Association of Official Analysis Chemists (AOAC). 2016. Official Methods of Analysis. 20th ed. Association of Official Analysis Chemists, Washington DC USA.
- Barry, T.N. 1989. Condensed tannins: Their role in ruminant protein and carbohydrate digestion and possible effects upon the rumen ecosystem, in the role of protozoa and fungi in ruminant digestion, Eds by Nolan J.V, Leng R.A. & Demeyer D.I. Penambul Books, Armidale, NSW, pp 153-169.
- McSweeney C. S., Palmer, B., Bunch, R., and Krause, D.O. 1999. Isolation and characterization of proteolytic ruminal bacteria from sheep and goats fed the tannin-containing shrub legume *Calliandra calothyrsus*. Appl. Environ. Microb. 65:3075–3083.
- Menke, K.H. and H. Steingass. 1988. Estimation of energetic feed obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28:7-55.
- National Research Council (NRC). 2016. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 8th Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C.
- Reed, J. D., R. E. Mc Dowell, P. J. Van Soest and P. J. Horvath. 1982. Condensed tannins; a factor limiting the use of cassava forage. J. Sci. Food Agric. 33:213–220.
- Steel. R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd Edition. McGraw-Hill Book Co., New York.