



วารสารแก่นเกษตร  
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

## Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj>



ผลของการเสริมสารสกัดจากพืชต่อการกินได้ สารเมแทบอลิต์ในเลือด ปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมของโคระยะแรกของการให้นม

Effect of plant extracts supplementation on intake, blood metabolite, milk yield and composition in early lactating dairy cows

เฉลิมพันธ์ ตันตระ<sup>1</sup>, วิราวรรณ นุชนารถ<sup>1</sup>, ศุภวิทย์ ไตรวุฒานนท์<sup>2</sup> และ ศิริรัตน์ บัวผัน<sup>1\*</sup>

Chalermpan Tantara<sup>1</sup>, Wirawan Nuchchanart<sup>1</sup>, Supawit Triwutanon<sup>2</sup>  
and Sirirat Buaphan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย 73140

<sup>1</sup> Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, Thailand 73140

<sup>2</sup> ภาควิชา เวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย 73140

<sup>2</sup> Department of Large Animal and Wildlife Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, Thailand 73140

**บทคัดย่อ:** การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมสารสกัดจากพืชต่อการกินได้ สารเมแทบอลิต์ในเลือด ปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนม ใช้โคนมลูกผสมที่มีสายเลือดโฮลสไตน์ฟรียเซียน (>87.5%) จำนวนวันให้นมเฉลี่ย 30.4±4.2 วัน จำนวน 15 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) โดยมีชุดโคเข้ารีดเป็นบล็อก แบ่งโคเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ T1 (กลุ่มควบคุม), T2 (กลุ่มที่ได้รับการเสริมสารสกัดสมุนไพร (FAN+<sup>®</sup>) ระดับ 20 ก./ตัว/วัน และ T3 (กลุ่มที่ได้รับการเสริมสารสกัด FAN+<sup>®</sup> ระดับ 18 ก./ตัว/วัน ร่วมกับสารสกัดสับปะรด (PINEX<sup>®</sup>) ระดับ 12 ก./ตัว/วัน โดยวางบนอาหาร โคทุกกลุ่มได้รับอาหารผสมสำเร็จ ที่มีโปรตีนระดับ 15% มีข้าวโพดหมัก และฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ พบว่าการกินได้ในรูปวัตถุแห้งและโภชนะของโคกลุ่ม T3 มีค่าสูงสุด (P<0.01) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว ความเข้มข้นของ BHBA NEFA และ TAC ในซีรัมของโคทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โคในกลุ่ม T3 มีระดับเซโรโทนินในซีรัมสูงที่สุด (12.34 ng/ml; P<0.01) การเสริมสารสกัดจากพืชไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำนม แต่โคที่ได้รับการเสริมสารสกัดสมุนไพร (FAN+<sup>®</sup>; T2) มีเปอร์เซ็นต์ไขมันนมสูงกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) ส่วนระดับโปรตีนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (P=0.09) แต่กรดไขมันชนิด C15 ในน้ำนมมีแนวโน้มลดลง (P=0.07) ในโคกลุ่มที่ได้รับการเสริมเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (T2, T3 VS T1) แสดงให้เห็นว่าการเสริมสารสกัด FAN+<sup>®</sup> และ PINEX<sup>®</sup> ในอาหารช่วยเพิ่มการกินได้ เซโรโทนิน รวมถึงองค์ประกอบของน้ำนมโค

**คำสำคัญ:** โคนม; สมุนไพร; โบรมีเลน; เซโรโทนิน

**ABSTRACT:** The purpose of this research was to investigate the effects of using plant extracts as dietary supplements on intake, the level of blood metabolite, milk yield and milk compositions of dairy cows. Fifteen crossbred cows (>87.5% Holstein Friesian), with average of 30.4±4.2 days in milk were used in a randomized complete block design (RCBD) with batch as block. Cows were randomly assigned to one of three treatments: T1; no supplementation (control), T2; 20 g/h/d of herbal extracts (FAN+<sup>®</sup>), or T3; 18 g/h/d of FAN+<sup>®</sup> combined with 12 g/h/d of pineapple extract (PINEX<sup>®</sup>) as on top. A total mixed ration consisting of 15% crude protein was provided to all cows, with corn silage and rice straw as source of roughage. The T3 treatment exhibited the maximum intake of dry matter and

\* Corresponding author: sirirat.b@ku.th

Received: date; April 29, 2024 Revised: date; June 13, 2024

Accepted: date; June 17, 2024 Published: date;

nutrients ( $P < 0.01$ ). There was no difference among treatments for body weight change, serum concentration of BHBA, NEFA, and TAC ( $P > 0.05$ ). However, the serum serotonin levels of the cow in T3 treatment were the highest (12.34 ng/ml;  $P < 0.01$ ). The inclusion of plant extracts did not affect milk production. Cows that received T2 treatment (FAN+®) showed greater milk fat percentage compared to the control group ( $P < 0.05$ ). The plant extracts supplementation increased milk protein ( $P = 0.09$ ), while decreasing C15 fatty acids ( $P = 0.07$ ) when compared to the control (T2, T3 VS T1). This study found that feeding FAN+® and PINEX® to dairy cows improves feed intake, serum serotonin level, and milk composition.

**Keywords:** dairy cow; herb; bromelain; serotonin

## บทนำ

ปัจจุบันมีการห้ามใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากความกังวลด้านความปลอดภัยของอาหาร (food safety) ของผู้บริโภค ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาสารเสริมทางเลือกอื่นๆ เช่น สารสกัดจากพืช, โพรไบโอติก และพรีไบโอติก เพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะโดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากสัตว์เคี้ยวเอื้อง สารสกัดจากพืช (plant extracts) ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติในการต้านจุลินทรีย์ ต้านอนุมูลอิสระ และต้านการอักเสบ (An et al., 2020) การใช้สารสกัดจากพืชในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงเริ่มมีการศึกษา แม้จะยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก จากการศึกษาที่ผ่านมา สารสกัดจากพืชนอกจากจะมีฤทธิ์ในการต้านจุลินทรีย์ ยังสามารถปรับปรุงการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน ลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก และเพิ่มผลผลิตในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (El-Essawy et al., 2021)

ปัจจัยหลักที่ทำให้สารสกัดจากพืชมีประสิทธิภาพในการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง คือ สารออกฤทธิ์ (secondary metabolites) ซึ่งเป็นสารประกอบเฉพาะที่พบในพืชแต่ละชนิด สารออกฤทธิ์เหล่านี้เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์เพื่อให้พืชสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม (วิโรจน์, 2556) โดยสารออกฤทธิ์ที่สำคัญและมีผลเชิงบวกต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องมีหลายชนิด จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการเสริมสารสกัดจากพืช เช่น ซินนามัลดีไฮด์ และยูจีนอล ระดับ 350 มก./ตัว/วัน หรือ ระดับ 1.2 ก./ตัว/วัน ช่วยเพิ่มการกินได้ของวัตถุดิบและผลผลิตน้ำนมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความสามารถในการย่อยได้ของสารอาหารโดยรวมสูงขึ้น (Wall et al. 2014; Gastelen et al., 2024) ส่วนการเสริมน้ำมันหอมระเหยจากไทม์ (ไทมอล 40.6 ก./กก.) ระดับ 2 มก./ตัว/วัน หรือผงใบไทม์ (ไทมอล 77.7 มก./กก.) ระดับ 20 ก./ตัว/วัน ช่วยในการเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำนมต่อวัน โปรตีนและไขมันนม เนื่องจากมีฤทธิ์ในการปรับปรุงจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและส่งผลดีต่อประสิทธิภาพของการหมักย่อย (Abd El Tawab et al., 2020; El-Essawy et al., 2021) นอกจากนี้การเสริมสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ระดับ 50-150 ก./ตัว/วัน ช่วยเพิ่มการต้านอนุมูลอิสระและส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกัน (Kekana et al., 2020; Zhao et al., 2023) ด้วยการกระตุ้นการทำงานของโปรตีน Nrf2 ของร่างกาย ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ (Zoja et al., 2014) ทำให้สุขภาพของโคนมดีขึ้น ส่วนสารสกัดจากสับปะรด (โบรมีเลน) ระดับ 7.4 ก./ตัว/วัน สามารถเพิ่มไขมันและโปรตีนนม เนื่องจากโบรมีเลนมีฤทธิ์เป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการช่วยย่อยสารอาหาร (Contreras et al., 2009) จะเห็นได้ว่าการเสริมสารสกัดจากพืชในอาหารสัตว์ส่งผลดีหลายด้านและมีความปลอดภัยต่อสัตว์ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมสารสกัดจากพืชที่มีสารออกฤทธิ์กลุ่ม ไทมอล คาร์วาครอล ยูจีนอล และโบรมีเลนต่อการกินได้ สารเมแทบอลิซึมในเลือด เซโรโทนิน ปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนมของโคระยะแรกของการให้นม

## วิธีการศึกษา

### การอนุญาตวิจัยในสัตว์

การศึกษาค้นคว้านี้ได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ (ACKU65-AGK-025) โดยมีระยะดำเนินการระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ณ ก้าวแรกฟาร์ม อำเภอ ท่าหลวง จังหวัด ลพบุรี

### สัตว์ทดลองและแผนการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ใช้โคนมลูกผสม ที่มีสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียนมากกว่า 87.5% น้ำหนักตัวเริ่มต้นทดลองเฉลี่ย  $478.67 \pm 17.22$  กก. ลำดับการให้น้ำนมที่ 2 จำนวนวันให้นมเฉลี่ย  $30.4 \pm 4.21$  วัน และปริมาณน้ำนมเริ่มต้นเฉลี่ย  $21.76 \pm 0.66$  กก./วัน จำนวน 15 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) โดยมีชุดโคเข้ารีดเป็นบล็อก โคถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่มโดยสุ่ม กลุ่มละ 5 ตัว ได้แก่ กลุ่มที่ 1 (T1; กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 (T2) ได้รับการเสริมสารสกัดสมุนไพร (FAN+<sup>®</sup>) ระดับ 20 ก./ตัว/วัน และกลุ่มที่ 3 (T3) ได้รับการเสริม FAN+<sup>®</sup> ระดับ 18 ก./ตัว/วัน ร่วมกับสารสกัดสับปะรด (PINEX<sup>®</sup>) ระดับ 12 ก./ตัว/วัน ระดับการเสริมสารสกัดจากพืชที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นระดับที่แนะนำโดยบริษัทผู้ผลิต โดย FAN+<sup>®</sup> เป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า (FAN+F4) ลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว มีสารสกัดหยาดจาก ฮอร์สเรดิช (horseradish) มีสารออกฤทธิ์สำคัญคือ กลูโคซิโนเลต (glucosinolates), ไทม์ (thyme) มีสารออกฤทธิ์สำคัญคือ ไทมอล (thymol) และคาร์วาครอล (carvacrol), และโหระพา (basil) มีสารออกฤทธิ์สำคัญคือ ยูจีนอล (eugenol) (Manghebari, Châteaubourg, France) ส่วน PINEX<sup>®</sup> เป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้า ลักษณะเป็นผงละเอียดสีน้ำตาลอ่อน มีสารสกัดจากสับปะรด ได้แก่ โบรมีเลน (bromelain) ที่ระดับ 50 cdu/mg. (Eunjin International Biotechnology Co., Ltd., Chungnam, Korea) โคนมทดลองได้รับอาหารผสมสำเร็จ (total mixed ration; TMR) ที่มีโปรตีน 15% และโภชนะที่ย่อยได้รวม (total digestible nutrient, TDN) 70% มีข้าวโพดหมักและฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาด (สัดส่วนของข้าวโพดหมักต่อฟางข้าวในรูปน้ำหนักสดเท่ากับ 95:5) ข้าวโพดหมักที่ใช้ในการทดลอง ได้จากการซื้อข้าวโพดสดที่ผ่านสับแล้วนำมาหมักในถังเกอร์คอนกรีตเป็นระยะเวลา 21 วัน และมีสัดส่วนของอาหารชั้นต่ออาหารหยาดเท่ากับ 60:40 ในรูปน้ำหนักแห้งเหมือนกันทุกกลุ่ม (Table 1)

### การเลี้ยงโคทดลองและการจัดการ

โคนมถูกเลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด คอกพักโคแบบแยกขังเดี่ยวขนาด 3 x 4 ม. โคทดลองได้รับการทำวัคซีนปากเท้าเปื่อย (foot and mouth disease, FMD) แบบไทป์รวม (type A, O และ Asia I) และทำการถ่ายพยาธิก่อนเข้าทดลอง มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลาให้อาหารแบบกินเต็มที (*ab libitum*) วันละ 2 ครั้ง เวลา 6.30 และ 16.00 น. ทำการเสริมสารเสริมต่าง ๆ ด้วยวิธีการวางบนอาหาร (top dressing) ที่ให้มื่อเช้าของทุกวันตลอดการทดลอง ทำการรีดนมโคทดลองวันละ 2 ครั้ง เวลา 6.00 และ 15.30 น. ระยะปรับตัวโคทดลอง 14 วัน และมีระยะการทดลอง 28 วัน

### การบันทึกข้อมูล การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์ทางเคมี

บันทึกปริมาณการกินได้ของอาหารในแต่ละวันโดยทำการชั่งน้ำหนักอาหารที่เหลือของแต่ละวันในเช้าวันถัดไป เพื่อหาปริมาณการกินได้ต่อวัน ทำการชั่งน้ำหนักโคก่อนเริ่มทำการทดลองและวันสุดท้ายของการทดลอง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวระหว่างการทดลอง และทำการบันทึกปริมาณน้ำนมที่รีดได้ในช่วงเวลาเช้า และบ่ายของทุกวันตลอดการทดลอง

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร TMR ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนรอบของวัตถุดิบ เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีนและไขมัน (AOAC, 2019) ปริมาณเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber; NDF) และปริมาณเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการของ Van Soest et al. (1991) วิเคราะห์หาปริมาณพลังงานรวมด้วยเครื่อง bombs calorimeter รุ่น Parr<sup>™</sup> 6200 (Parr Instrument Company, Moline, USA) ทำการคำนวณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (non-fiber carbohydrate; NFC) จากสมการ  $100 - (\%CP + \%EE + \%NDF + \%Ash)$  (DePeters et al., 2000) และคำนวณพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (net energy for lactation; NE<sub>L</sub>) จากสมการ  $(-0.12 + (0.0245 \times TDN (\%)))$  (NRC, 1989)

ทำการเก็บตัวอย่างเลือดในวันสุดท้ายของการทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดดำที่คอ (jugular vein) ของโคทดลองก่อนมื่ออาหารเช้า ปริมาณ 10 มล. ใส่ในหลอดเก็บเลือดที่ไม่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด ตั้งทิ้งไว้แล้วทำการแยกซีรัม (serum) ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที (rpm) นาน 20 นาที และเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์วิเคราะห์ Non-esterified fatty acid (NEFA) ตามวิธี enzymatic colorimetric method โดยใช้ Randox NEFA assay และวิเคราะห์ Beta-Hydroxybutyric acid (BHBA) ตามวิธี Randox D-3 Hydroxybutyrate (Ranbut) assay (Randox Laboratories Ltd., UK) หลังจากเกิดปฏิกิริยา enzymatic colorimetric reaction อ่านผลด้วยเครื่อง eppendorf Biospectrometer<sup>®</sup>

(Eppendorf Co., Ltd., Germany) วิเคราะห์ความเข้มข้นของเซโรโทนิน (Serotonin) ด้วย Bovine Serotonin/5 Hydroxytryptamine (5-HT) ELISA kit (MybioSource; MBS735013) และวิเคราะห์ความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยรวม (total antioxidant capacity; TAC) ด้วย Bovine Total Antioxidation ELISA kit (MybioSource; MBS2611917) อ่านผลด้วยเครื่อง SPECTROstar® Nano (BMG LABTECH, Ortenberg, Germany)

เก็บตัวอย่างน้ำนมดิบสัปดาห์ละ 1 ครั้งตลอดระยะเวลาการทดลอง ในมือเช้าและบ่ายของการรีดนม มื้อละ 60 มล. และเติมสาร Bronopol (2-Bromo-2-nitro-1,3-propanediol) 0.02% ป้องกันการเน่าเสียของน้ำนม เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนมโดยใช้เครื่อง MilkoSonic รุ่น SL60 และวิเคราะห์โซมาติกเซลล์ในน้ำนมโดยใช้เครื่อง Lactoscan SCC (somatic cell counter) ตัวอย่างน้ำนมดิบมื่อบ่ายในสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลองปริมาตร 300 มล. เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมด้วยวิธีการ gas chromatography โดยสกัดไขมันตามวิธีของ Hara and Radin. (1978) และเตรียม Fatty acid methyl esters (FAME) ตามวิธีของ Morrison and Smith. (1964) และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง The Shimadzu GC-2030 (Kyoto, Japan)

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) โดยมีชุดโคเข้ารีดเป็นบล็อก ใช้ข้อมูลน้ำหนักตัว, ปริมาณน้ำนมและจำนวนวันให้นมเริ่มต้นมาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) ทำการวิเคราะห์ผลของการกินได้ของวัตถุดิบและโภชนา ปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมตามโมเดลทางสถิติ  $Y_{ij} = b_0 + b_1(BW) + b_2(MY) + b_3(DIM) + A_i + B_j + W_j + (B \times W)_j + e_{ij}$  โดย  $Y_{ij}$  คือ ค่าสังเกตที่ได้จากบล็อกที่  $i$  ( $i=5$ ) ทรีทเมนต์ที่  $j$  ( $j=3$ );  $b_0$  คือ intercept;  $b_1(BW)$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของน้ำหนักตัวเริ่มต้น;  $b_2(MY)$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปริมาณน้ำนมเริ่มต้น;  $b_3(DIM)$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของจำนวนวันให้นมเริ่มต้น;  $A_i$  คือ อิทธิพลของบล็อกที่  $i$ ;  $B_j$  คือ อิทธิพลของทรีทเมนต์ที่  $j$ ;  $W_j$  คือ อิทธิพลของระยะเวลาการเสริมสารเสริม;  $(B \times W)_j$  คือ อิทธิพลร่วมของทรีทเมนต์และระยะเวลาการเสริมสารเสริม และ  $e_{ij}$  คือ ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองที่  $ij$  ทำการวิเคราะห์ผลของการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว สารเมแทบอลิซึมในกระแสเลือดและองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนม ตามโมเดลทางสถิติ  $Y_{ij} = b_0 + b_1(BW) + b_2(MY) + b_3(DIM) + A_i + B_j + e_{ij}$  โดย  $Y_{ij}$  คือ ค่าสังเกตที่ได้จากบล็อกที่  $i$  ( $i=5$ ) ทรีทเมนต์ที่  $j$  ( $j=3$ );  $b_0$  คือ intercept;  $b_1(BW)$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของน้ำหนักตัวเริ่มต้น;  $b_2(MY)$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปริมาณน้ำนมเริ่มต้น;  $b_3(DIM)$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของจำนวนวันให้นมเริ่มต้น;  $A_i$  คือ อิทธิพลของบล็อกที่  $i$ ;  $B_j$  คือ อิทธิพลของทรีทเมนต์ที่  $j$  และ  $e_{ij}$  คือ ความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองที่  $ij$  ทำการวิเคราะห์ผลของการเสริมสารเสริม (T1 Vs T2, T3) และวิเคราะห์ผลของการเสริมสารสกัดสมุนไพรกับการเสริมสารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารสกัดสับปะรด (T2 Vs T3) ด้วยวิธี Orthogonal contrasts และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธีการ Tukey multiple comparison test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS Institute Inc., 2021: SAS OnDemand for Academics) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ  $P < 0.05$  และระดับแนวโน้มที่  $0.05 < P < 0.10$

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

#### องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

วัตถุดิบที่ใช้และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองแสดงใน **Table 1** จากการศึกษา พบว่าระดับโปรตีนของอาหาร TMR เท่ากับ 15.30% เยื่อใย ADF เท่ากับ 17.69%, NFC เท่ากับ 36.28% และ  $NE_L$  เท่ากับ 1.60 Mcal/kg ซึ่งเป็นระดับที่เพียงพอกับความ ต้องการสำหรับโคนมที่มีผลผลิตน้ำนม 20 กิโลกรัม/วัน (วีโรจน์, 2564; NRC, 2001) ส่วนของเยื่อใย NDF มีระดับ 38.40% เป็นระดับที่สูงกว่าความต้องการของโคนมระยะให้นมที่ NRC (2001) แนะนำ จากรายงานของ Kanjanapruthipong et al. (2010) ที่ศึกษาผลของเยื่อใย NDF ในอาหารโคนมระยะ 21 วันก่อนคลอด ถึง 35 วันหลังคลอด โดยมีระดับของเยื่อใย NDF เท่ากับ 28.9, 32.1 และ 34.2% ของวัตถุดิบ ในช่วง 21 วันก่อนคลอด และหลังจากการคลอดจะได้รับอาหารที่มีระดับของเยื่อใย NDF เท่ากับ 23.2% ของวัตถุดิบ พบว่าการกินได้ของวัตถุดิบในโคระยะก่อนคลอดลดลงตามระดับของเยื่อใย NDF ในอาหารที่สูงขึ้น และส่งผลให้ระดับของ NEFA และ BHBA ในซีรัมของโคระยะก่อนคลอดและหลังคลอดที่สูงขึ้น ซึ่งแสดงถึงโคนมเข้าสู่ภาวะสมดุลพลังงานเป็นลบ เช่นเดียวกับรายงานของ

Kanjanapruthipong and Thaboot (2006) ที่ศึกษาผลของระดับเยื่อใย NDF จากการใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ ที่มีระดับเยื่อใย NDF ในอาหาร 23, 25, 27 และ 29% ของวัตถุดิบแห้ง ในโคระยะให้นม นมเฉลี่ย 55 วันหลังคลอดพบว่า การกินได้ของวัตถุดิบแห้งลดลงเมื่อปริมาณของเยื่อใย NDF ในอาหารสูงขึ้น และมีระดับของ BHBA ที่สูงขึ้น รวมถึงการลดลงของปริมาณน้ำนมและปริมาณน้ำนมปรับไขมันที่ 4% ดังนั้นโคนมที่ได้รับอาหารที่มีเยื่อใย NDF ที่สูงเกินไป อาจส่งผลต่อพฤติกรรมการกินอาหาร การหมักย่อยในกระเพาะรูเมน และการให้ผลผลิตของโคนม

**Table 1** Ingredients and chemical composition of the experimental diets

Items	Diet
Ingredients (% of DM)	
Corn silage	38.50
Rice straw	1.50
Concentrate <sup>1/</sup>	58.50
Limestone	1.30
Premix	0.20
Chemical composition	
Dry matter (%)	68.43
Crude protein (% of DM)	15.30
Ether extract (% of DM)	2.08
Neutral detergent fiber (NDF; % of DM)	38.40
Acid detergent fiber (ADF; % of DM)	17.69
Non-fiber carbohydrate (NFC; % of DM)	36.28
Energy content	
Gross energy (kcal/kg)	3,899.52
Total digestible nutrients (TDN; %)	70.00
Net energy for lactation (NE <sub>L</sub> ; Mca/kg) <sup>2/</sup>	1.60

<sup>1/</sup> Commercial concentrate (21% of CP) comprising soybean meal, mung bean meal, corn, cassava, rice bran, molasses, vegetable oil, dicalcium phosphate, monocalcium phosphate, salt, vitamins, minerals, and urea

<sup>2/</sup> Data from calculation

### การกินได้และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรีดตัวของโค

จาก **Table 2** การเสริมสารสกัดสมุนไพร FAN+<sup>®</sup> ระดับ 18 ก./ตัว/วัน ร่วมกับสารสกัดสับปะรด (PINEX<sup>®</sup>; โบรมีเลน) ระดับ 12 ก./ตัว/วัน พบว่าอิทธิพลของบล็อกมีผลต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบแห้งและโภชนะ (P<0.01) ส่วนโคกลุ่ม T3 มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบแห้งและโภชนะ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย NDF และ ADF รวมถึงคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยสูงที่สุด และต่ำที่สุดในโคกลุ่มควบคุม (P<0.01) อย่างไรก็ตามระยะเวลาของการเสริมสารเสริมและอิทธิพลร่วมของการเสริมสารเสริมและระยะเวลาในการเสริมไม่ส่งต่อการกินได้ของวัตถุดิบแห้งและโภชนะ (P>0.05) ส่วนกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากพืช (T2, T3) พบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบแห้งและโภชนะเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.01) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของการกินได้มีความเกี่ยวข้องกับการย่อยได้ของอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโคนมระยะให้ผลผลิต (Silvestre et al., 2023) ซึ่งสารสกัดสมุนไพรมีสารออกฤทธิ์ (secondary metabolites)

เช่น ไทมอล ยูจีนอลและฟลาโวนอยด์ เป็นต้น ซึ่งอาจจะปรับปรุงประสิทธิภาพของการย่อยได้ของสารอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ด้วยการปรับปรุงสมดุลของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมน (An et al., 2020; El-Essawy et al., 2021) สอดคล้องกับรายงานของ Wall et al. (2014) ที่ทำการเสริมสารสกัดจากพืช ที่มียูจีนอลและซินามอนดีไฮด์เป็นสารออกฤทธิ์ ที่ระดับ 350 มล./วัน (ต่อโคนม 16 ตัว) พบว่ามีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้กลุ่มที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารสกัดสับปะรด (T3) พบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบและโภชนะเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเฉพาะสารสกัดสมุนไพร (T2) การกินได้มีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพของทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Gouvea et al., 2022) ซึ่งโบรมีเลนสามารถยับยั้งการสังเคราะห์สารโปรสตาแกลนดิน ที่เป็นสารสื่อการอักเสบบริเวณลำไส้ได้ (Chakraborty et al., 2021)

น้ำหนักตัวของโคนมก่อนทดลองและสิ้นสุดการทดลอง รวมไปถึงน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง (Table 2) ของโคทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบโคนมระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากพืช (T1 Vs. T2, T3) พบว่าน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงระหว่างทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) รวมถึงการเปรียบเทียบของโคกลุ่มที่ได้รับเฉพาะสารสกัดสมุนไพรกับกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารสกัดสับปะรด (T2 Vs T3) พบว่าน้ำหนักตัวและน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงระหว่างทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) สอดคล้องกับรายงานของ Silvestre et al. (2023) ที่ทำการเสริมน้ำมันหอมระเหยที่มียูจีนอลเป็นสารออกฤทธิ์หลัก ที่ระดับ 1 ก./ตัว/วัน ในโคนมระยะให้นม (จำนวนวันให้นม 88 วัน) พบว่าไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว

**Table 2** Effects of plant extracts supplementation on dry matter and nutrient intake, and body weight change of dairy cows

Item	Treatments <sup>1/</sup>				SEM	P-value			T1 Vs T2, T3	T2 Vs T3
	T1	T2	T3	Trt		B	W	Trt x W		
Intake (kg/d)										
Dry matter	21.43 <sup>c</sup>	23.29 <sup>b</sup>	26.31 <sup>a</sup>	0.473	<0.01	<0.01	0.260	0.884	<0.01	<0.01
Crude protein	3.28 <sup>c</sup>	3.56 <sup>b</sup>	4.03 <sup>a</sup>	0.072	<0.01	<0.01	0.260	0.884	<0.01	<0.01
Ether extract	0.60 <sup>c</sup>	0.65 <sup>b</sup>	0.74 <sup>a</sup>	0.013	<0.01	<0.01	0.259	0.883	<0.01	<0.01
NDF	8.23 <sup>c</sup>	8.94 <sup>b</sup>	10.10 <sup>a</sup>	0.182	<0.01	<0.01	0.260	0.884	<0.01	<0.01
ADF	3.79 <sup>c</sup>	4.12 <sup>b</sup>	4.65 <sup>a</sup>	0.084	<0.01	<0.01	0.261	0.883	<0.01	<0.01
NFC	7.78 <sup>c</sup>	8.45 <sup>b</sup>	9.55 <sup>a</sup>	0.172	<0.01	<0.01	0.260	0.884	<0.01	<0.01
Body weight (kg)										
Initial	468.09	486.30	482.61	18.851	0.830	0.037			0.571	0.818
Final	457.15	481.70	479.15	22.113	0.772	0.057			0.495	0.658
Body weight change	-10.94	-4.60	-3.60	8.536	0.858	0.012			0.597	0.514

<sup>a-c</sup> Mean values in same row with different superscripts differ significantly ( $P<0.05$ )

<sup>1/</sup> T1 = Control; T2 = FAN+<sup>®</sup>; T3 = FAN+<sup>®</sup> + pineapple extract (PINEX<sup>®</sup>); B = block; W = week

### สารเมแทบอลิไตในกระแสเลือด

ภาวะสมดุลพลังงานเป็นลบ (negative energy balance) เป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในการเลี้ยงโคนมระยะให้ผลผลิต เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและระบบฮอร์โมนภายในร่างกาย ส่งผลให้การกินได้ของวัตถุดิบลดลงแม้ว่าจะได้รับอาหารอย่างเต็มที่ ทำให้โคนมได้รับพลังงานไม่เพียงพอต่อการสร้างน้ำนม ซึ่งพลังงานที่ขาดไปนั้นจะถูกชดเชยด้วยการสลายแหล่งพลังงานสะสมที่สำคัญของร่างกาย ได้แก่ ไขมันและโปรตีน โดยปัจจัยที่สามารถบ่งชี้ได้แก่ การลดลงของระดับกลูโคสในกระแสเลือด รวมถึงระดับ NEFA และ BHBA ที่เพิ่มขึ้น (Uyarlar et al., 2024) ระดับของ NEFA ที่มากกว่า 0.72 mmol/L และ BHBA ที่มากกว่า 1.2 mmol/L บ่งบอกถึงโค

นมเกิดภาวะสมดุลพลังงานเป็นลบ (Ospina et al., 2010; Zhang et al., 2020) จากการศึกษาพบว่าสารเมแทบอลิซึมในซีรัม (Table 3) ไม่ได้รับอิทธิพลจากบล็อก ( $P>0.05$ ) ส่วนระดับ BHBA และ NEFA ของโคทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) โดยมีค่าเฉลี่ยของ BHBA เท่ากับ 0.43 mmol/L และค่าเฉลี่ยของ NEFA เท่ากับ 0.26 mmol/L เมื่อเปรียบเทียบโคนมระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากพืช (T1 Vs. T2, T3) พบว่าระดับ NEFA และ BHBA ในซีรัมใกล้เคียงกัน ( $P>0.05$ ) และไม่พบความแตกต่างของระดับ NEFA และ BHBA ในซีรัมเมื่อเปรียบเทียบโคกลุ่มที่ได้รับเฉพาะสารสกัดสมุนไพรกับกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารสกัดสับปะรด (T2 Vs T3;  $P>0.05$ )

ระดับสารต้านอนุมูลอิสระที่สะสมอยู่ในพลาสมาและของเหลวในร่างกาย เป็นพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ถึงสถานะที่สมดุลระหว่างอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ (Gundelach et al., 2020) ค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยรวม (total antioxidant capacity; TAC) ที่สูงขึ้นจะแสดงถึงอนุมูลอิสระที่ลดลงและบ่งบอกถึงความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลงเช่นกัน (Roche et al., 2015) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับ TAC ในซีรัมของโคนมทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ อาจเป็นเพราะการศึกษานี้ โคนมไม่ได้รับปัจจัยที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ เช่น การจัดการอาหารที่ไม่ได้คุณภาพและความสะอาดของคอกทดลอง เป็นต้น และการเสริมสารสกัดหยาดจากสมุนไพรอาจมีปริมาณของสารออกฤทธิ์กลุ่มที่ส่งผลต่อสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ซินนามอลดีไฮด์และยูจินอล ในระดับที่ต่ำเกินไป จากรายงานของ An et al. (2020) ที่เสริมสารสกัดซินนามอลดีไฮด์ ยูจินอลและ *Capsicum oleoresin* ที่ระดับ 50 และ 80 มล./กก.อาหาร ในแกะระยะขุน พบว่าระดับของ TAC ในกระแสเลือด (20.32 และ 18.17 U/ml ตามลำดับ) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (14.70 U/ml;  $P<0.01$ ) เนื่องจากซินนามอลดีไฮด์และยูจินอล เป็นสารกลุ่มฟีนอลโพรพานอยด์ทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระและเพิ่มการทำงานของเอนไซม์สารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (superoxide dismutase; SOD), กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase; GSH-Px) และคาตาเลส (catalase; CAT) ส่งผลให้ระดับ TAC สูงขึ้น

เซโรโทนินเป็นฮอร์โมนและสารสื่อประสาทที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองทางอารมณ์ พฤติกรรมและการรับรู้ ทำให้สัตว์รู้สึกมีความสุขและสบายใจ และการลดลงของระดับเซโรโทนินแสดงถึงความรู้สึกเครียดที่เกิดขึ้นในร่างกายสัตว์ที่สูงขึ้น (Sun et al., 2016) ระดับของเซโรโทนินในซีรัมของโคกลุ่ม T3 มีระดับสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.34 ng/ml รองลงมาคือโคกลุ่ม T2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.49 ng/ml และต่ำที่สุดในโคกลุ่ม T1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.48 ng/ml ( $P<0.01$ ) เมื่อเปรียบเทียบโคนมที่ได้รับสารสกัดจากพืช (T2, T3) พบว่าระดับของเซโรโทนินมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ( $P<0.01$ ) และเมื่อเปรียบเทียบโคกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสับปะรด (T3) พบว่าระดับของเซโรโทนินมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมเฉพาะสารสกัดสมุนไพร (T2) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของระดับเซโรโทนินของโคกลุ่ม T3 อาจเป็นผลจากการกินได้ของวัตถุดิบและโปรตีนที่สูงขึ้น (Kim et al., 2011) เนื่องจากเซโรโทนินจะถูกสังเคราะห์โดยอาศัยทริปโตเฟนที่เป็นกรดอะมิโนที่ได้รับจากการย่อยอาหารบริเวณลำไส้ เมื่อการกินได้เพิ่มสูงขึ้นทำให้ร่างกายได้รับทริปโตเฟนที่เป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์เซโรโทนินสูงขึ้นตาม (Tyagi et al., 2020) นอกจากนี้ในสารสกัดสับปะรด (PINEX<sup>®</sup>) มีโบรมีเลนที่เป็นเอนไซม์ย่อยโปรตีนที่ทำงานได้ทั้งในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดและด่าง (pH = 5.5-8) จึงสามารถทำงานได้ดีในระบบทางเดินอาหาร และอาจส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยของโปรตีน (Contreras et al., 2009) และลดกระบวนการ COX-2 ที่เป็นปฏิกิริยาการสังเคราะห์สารสื่อการอักเสบของร่างกาย ส่งผลให้ความเครียดที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายลดลง (Neumayer et al., 2006)

**Table 3** Effect of plant extracts supplementation on blood metabolites of dairy cows

Item	Treatments <sup>1/</sup>				P-value			
	T1	T2	T3	SEM	Trt	B	T1 Vs T2, T3	T2 Vs T3
BHBA <sup>2/</sup> (mmol/L)	0.52	0.32	0.46	0.059	0.530	0.387	0.486	0.354
NEFA <sup>3/</sup> (mmol/L)	0.25	0.27	0.26	0.007	0.354	0.429	0.239	0.259
TAC <sup>4/</sup> (U/L)	88.50	76.26	72.20	16.416	0.949	0.917	0.891	0.934
Serotonin (ng/ml)	1.48 <sup>b</sup>	1.49 <sup>b</sup>	12.34 <sup>a</sup>	0.121	<0.01	0.655	<0.01	<0.01

<sup>a-b</sup> Mean values in same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

<sup>1/</sup> T1 = Control; T2 = FAN+<sup>®</sup>; T3 = FAN+<sup>®</sup> + pineapple extract (PINEX<sup>®</sup>); B = block

<sup>2/</sup> BHBA, beta-hydroxybutyric acid <sup>3/</sup> NEFA, non-esterified fatty acid <sup>4/</sup> TAC, total antioxidant capacity

### ปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนม

การให้ผลผลิตของโคนม (Table 4) พบว่าอิทธิพลของบล็อกมีผลต่อปริมาณน้ำนมที่ได้รับต่อวัน ปริมาณน้ำนมปรับพลังงาน (ECM) และปริมาณน้ำนมปรับไขมันนม (4% FCM; P<0.01) ส่วนการเสริมสารสกัดพืช ระยะเวลาที่เสริมสารเสริม รวมทั้งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างโคกลุ่มที่ได้รับการเสริมสารสกัดจากพืชกับกลุ่มควบคุมมีปริมาณน้ำนมที่ได้รับต่อวัน ECM และ 4% FCM ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยปกติแล้วการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำนมจะแปรผันตรงกับการกินได้ของอาหารที่เพิ่มขึ้น (Wall et al. 2014) แต่จากรายงานของ Gastelen et al. (2024) ที่ทำการเสริมสารสกัดจากพืช ได้แก่ ซินนามอลดีไฮด์, ยูจีนอล และ *Capsicum oleoresin* ที่ระดับ 54.5 มล./กก.น้ำหนักแห้งของอาหาร ในโคระยะให้นม (จำนวนวันให้นมที่ 145 วัน) พบว่าการกินได้ของวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ส่งผลให้ปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้น แต่มีน้ำหนักตัวหลังการทดลองที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Benchaar (2021) ที่ทำการเสริมน้ำมันสกัดจากไทม์และไทมอล ที่ระดับ 50 มล./กก.อาหาร ในโคนมระยะให้นม (จำนวนวันให้นม 62 วัน) พบว่าไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำนม, ECM และ 4% FCM นอกจากนี้ Benchaar et al. (2012) รายงานว่าโคนมระยะให้นมที่ได้รับการเสริมยูจีนอล ที่ระดับ 50 มล./กก.การกินได้ของวัตถุดิบ ในอาหาร TMR ที่มีอัตราส่วนของอาหารชั้นในสัดส่วนที่สูง (อาหารชั้น:อาหารหยาบ เท่ากับ 65:35) และต่ำ (อาหารชั้น:อาหารหยาบ เท่ากับ 35:65) ไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำนมของโค นอกจากนี้การศึกษาของ El-Essawy et al. (2021) ที่ทำการเสริมน้ำมันหอมระเหยจากเป็ยัก กานพลู และไทม์ ที่ระดับ 2 ก./ตัว/วัน ในแพะระยะให้นม พบว่าไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำนมที่ได้รับต่อวันและปริมาณน้ำนมปรับไขมันนมที่ 3.5%

ส่วนองค์ประกอบน้ำนม พบว่าโปรตีน แลคโตส เนื่อนนมไม่รวมไขมัน และเนื่อนนมรวมของโคนมทุกกลุ่มมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) รวมถึงไม่ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของบล็อกและระยะเวลาในการเสริมสารเสริม (P>0.05) ซึ่งคุณภาพน้ำนมในการศึกษาคครั้งนี้ มีองค์ประกอบของน้ำนมดิบในส่วนของไขมันนม โปรตีนนม และเนื่อนนมรวม อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำนมดิบของไทยของ มกษ. (6003-2553) อย่างไรก็ตามโคกลุ่ม T2 ที่ได้รับการเสริม FAN+<sup>®</sup> มีระดับไขมันนมสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ (P<0.05) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของไขมันนม อาจเกิดจากการเสริมสารสกัดสมุนไพรที่เพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใยของอาหาร ส่งผลให้การผลิตอะซิเตตในกระเพาะรูเมนสูงขึ้น ซึ่งเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์ไขมันนม (Abd El Tawab et al., 2020) สอดคล้องกับการศึกษาของ El-Essawy et al. (2021) ที่ทำการเสริมน้ำมันหอมระเหยจากเป็ยัก กานพลู และไทม์ ที่ระดับ 2 ก./ตัว/วัน ในแพะระยะให้นม พบว่ามีไขมันนมที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนการศึกษาของ Benchaar (2021) ที่ทำการเสริมน้ำมันสกัดจากไทม์และไทมอล ที่ระดับ 50 มล./กก.อาหาร ในโคนมระยะให้นม (จำนวนวันให้นม 62 วัน) พบว่ามีไขมันนมที่สูงขึ้นเช่นกัน ส่วนโคกลุ่มที่ได้รับการเสริมสารสกัดจากพืช (T2, T3) พบว่าโปรตีนนมมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม (P=0.09) อาจเป็นผลจากสารสกัดสมุนไพรสามารถลดการสูญเสียแคลอรีและโปรตีนในระหว่างกระบวนการหมักย่อย (Abd El Tawab et al., 2020) อีกทั้งสารสกัดสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการต้านจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในทางเดินอาหาร อาจเป็นสาเหตุให้

ผลผลิตน้ำนมมีคุณภาพที่ดีขึ้น (Kumar et al., 2014) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างขององค์ประกอบน้ำนมเมื่อเปรียบเทียบโคกลุ่มที่ได้รับเฉพาะสารสกัดสมุนไพรกับกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารสกัดสับปะรด (T2 Vs T3; P>0.05)

จำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม (somatic cell count) เป็นตัวชี้วัดสำคัญของปัญหาเต้านมอักเสบในโคนม เนื่องจากมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับการติดเชื้อและการอักเสบของเต้านม นอกจากนี้การอักเสบของเต้านมอาจส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบน้ำนม ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม (Silva et al., 2016) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าจำนวนโซมาติกเซลล์ใกล้เคียงกันในโคทุกกลุ่มทดลอง (P>0.05) และไม่ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของบล็อกและระยะเวลาในการเสริมสารเสริม (P>0.05) รวมถึงการเปรียบเทียบโคนมระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากพืช (T1 Vs. T2, T3) และการเปรียบเทียบโคกลุ่มที่ได้รับเฉพาะสารสกัดสมุนไพรกับกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารสกัดสับปะรด (T2 Vs T3) ที่ไม่พบความแตกต่างของจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม (P>0.05) อาจเป็นเพราะโคทุกตัวที่เข้าทดลองเป็นโคสุขภาพดีและได้รับการจัดการการเลี้ยงที่ถูกต้อง โดยค่าเฉลี่ยของจำนวนโซมาติกเซลล์ ( $\log_{10}$ ) ในโคกลุ่ม T1, T2 และ T3 เท่ากับ 3.94, 3.92 และ 4.06 เซลล์/มล. ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานของน้ำนมดิบไทย (มกษ. 6003-2553) ที่กำหนดให้มีจำนวนโซมาติกเซลล์ไม่เกิน 500,000 เซลล์/มิลลิลิตร สอดคล้องกับรายงานของ Wall et al. (2014) ที่ทำการเสริมสารสกัดจากพืช ที่มียูจีนอลและซินามอนดีไฮด์เป็นสารออกฤทธิ์ ที่ระดับ 350 มล./วัน (ต่อโคนม 16 ตัว) พบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของจำนวนโซมาติกเซลล์ เช่นเดียวกับรายงานของ Zeng et al. (2017) ที่ทำการใช้ใบมะรุมหมัก (มีฟลาโวนอยด์เป็นสารออกฤทธิ์) ทดแทนการใช้หญ้าอัลฟาฟ่า ที่ระดับ 25% และ 50% พบว่าไม่ส่งผลต่อจำนวนโซมาติกเซลล์

**Table 4** Effect of plant extracts supplementation on milk yield and milk composition of dairy cows

Item	Treatment <sup>1/</sup>				P-value					
	T1	T2	T3	SEM	Trt	B	W	Trt x W	T1 Vs T2, T3	T2 Vs T3
Milk yield <sup>2/</sup> (kg/d)										
Milk yield	20.90	21.34	21.90	0.768	0.321	<0.01	0.996	0.410	0.215	0.364
ECM	23.38	24.44	25.04	0.877	0.341	<0.01	0.725	0.689	0.152	0.652
4% FCM	21.79	22.96	23.23	0.850	0.303	<0.01	0.701	0.682	0.142	0.775
Milk composition (%)										
Fat	4.12 <sup>b</sup>	4.48 <sup>a</sup>	4.16 <sup>ab</sup>	0.186	0.047	0.113	0.148	0.584	0.198	0.157
Protein	3.02	3.04	3.05	0.013	0.237	0.227	0.131	0.902	0.094	0.369
Lactose	4.46	4.50	4.55	0.042	0.270	0.268	0.605	0.319	0.315	0.112
Solids not fat	8.18	8.15	8.28	0.089	0.551	0.274	0.540	0.872	0.736	0.284
Total solids	12.36	12.71	12.38	0.187	0.176	0.133	0.261	0.769	0.379	0.247
SCC <sup>3/</sup> ( $\log_{10}$ )	3.94	3.93	4.06	0.178	0.880	0.953	0.243	0.745	0.789	0.625

<sup>a-b</sup> Mean values in same row with different superscripts differ significantly (P<0.05)

<sup>1/</sup> T1 = Control; T2 = FAN+<sup>®</sup>; T3 = FAN+<sup>®</sup> + pineapple extract (PINEX<sup>®</sup>); B = block; W = week

<sup>2/</sup> ECM (energy corrected milk) = 0.327×milk (kg/d) +12.95×fat (kg/d) +7.65×protein (kg/d) (NRC, 2001); 4% FCM (fat corrected milk) = 0.4×milk (kg/d) +15×fat (kg/d) (NRC, 2001)

<sup>3/</sup> Somatic cell count

### องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนม

องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมชนิดที่มีคาร์บอน 4-20 อะตอม (C4-C20) พบว่าไม่ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของบล็อก ส่วนองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมของโคนมทุกกลุ่มมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ; Table 5) ส่วนโคนมกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากพืช (T2, T3) พบว่ามีแนวโน้มของกรดไขมัน pentadecanoic acid (C15) ในน้ำนมลดลง ( $P=0.07$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งการกินได้ของอาหารที่เพิ่มขึ้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน (Micek et al., 2019) เนื่องจากการกินได้ที่เพิ่มขึ้น ทำให้โคนมได้รับกรดไขมันสายยาวจากอาหารที่สูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้การสังเคราะห์ของกรดไขมันสายสั้นและสายกลาง ( $C<16$ ) จากกระบวนการ *de novo synthesis* ลดลง (He and Armentano 2011; Loften et al., 2014) สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า โคกลุ่ม T2 และ T3 มีการกินได้ของวัตถุดิบและโภชนะที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบโคกลุ่มที่ได้รับเฉพาะสารสกัดสมุนไพร กับกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรร่วมกับสารสกัดสับปะรด (T2 Vs T3) พบว่าองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำนมมีค่าใกล้เคียงกัน ( $P>0.05$ ) สอดคล้องกับ Benchaar et al. (2012) รายงานว่าโคนมระยะให้นมที่ได้รับการเสริมยูจีนอล ที่ระดับ 50 มล./กก.การกินได้ของวัตถุดิบ ในอาหาร TMR ที่มีอัตราส่วนของอาหารชั้นในสัดส่วนที่สูง (อาหารชั้น:อาหารหยาบ เท่ากับ 65:35) และต่ำ อาหารชั้น:อาหารหยาบ เท่ากับ 35:65) ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของกรดไขมันชนิด C4-C20

ส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันชนิดต่างๆ ในน้ำนมได้แก่ กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid; SFA) กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid; UFA) กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acid; MUFA) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid; PUFA) ของโคทดลองทุกกลุ่มมีปริมาณไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) สอดคล้องกับการศึกษาของ Silva et al. (2021) ที่ทำการเสริมซาโปนินและสารสกัดจากพืช (คาร์วาครอล, ซินนามอลดีไฮด์ และลิโมนิน) ที่ระดับ 16 ก./ตัว/วัน ในโคเจอร์ซี่ระยะให้นม พบว่าโคกลุ่มที่ได้รับสารเสริมไม่มีความแตกต่างของกรดไขมันชนิด SFA และ UFA เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ EL-Essawy et al. (2021) ที่ได้ทำการศึกษาในแพะระยะให้นม โดยเสริมน้ำมันหอมระเหยจากโป๊ยกั๊ก กานพลู และไทม์ ที่ระดับ 2 ก./ตัว/วัน พบว่าปริมาณของกรดไขมันชนิด UFA และ MUFA ในน้ำนมสูงขึ้น แต่มีปริมาณของ PUFA ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อาจเป็นเพราะน้ำมันหอมระเหยมีกรดไขมันสายกลาง (Medium-Chain Fatty Acids) ที่ยับยั้งการสังเคราะห์ SFA ผ่านการจำกัดกระบวนการ *de novo synthesis* บริเวณเนื้อเยื่อของเซลล์เต้านม (Yuan et al., 2022) และเพิ่มสัดส่วนของ UFA และกรดไลโนเลนิก (Dan et al., 2018) นอกจากนี้ ไทมอลและยูจีนอลอาจส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ทำให้กระบวนการ biohydrogenation ของกรดไขมันชนิด PUFA สูงขึ้น (EL-Essawy et al., 2021)

**Table 5** Effect of plant extracts supplementation on milk fatty acid profile (g/100 g of fatty acid) of dairy cows

Item	Treatment <sup>1/</sup>				P-value			
	T1	T2	T3	SEM	Trt	B	T1 Vs T2, T3	T2 Vs T3
C4:0	6.10	3.99	5.09	1.306	0.746	0.656	0.583	0.680
C6:0	3.65	2.77	3.61	0.888	0.830	0.746	0.795	0.647
C8:0	1.27	1.30	1.51	0.374	0.906	0.888	0.855	0.773
C10:0	1.65	1.89	2.38	0.514	0.736	0.957	0.657	0.648
C11:0	0.34	0.35	0.31	0.140	0.983	0.798	0.977	0.888
C12:0	2.12	2.11	2.62	0.543	0.812	0.911	0.822	0.648
C13:0	0.27	0.11	0.16	0.123	0.821	0.999	0.623	0.840
C14:0	8.22	8.41	10.02	0.719	0.481	0.812	0.537	0.381
C14:1	0.91	1.14	1.30	0.089	0.356	0.299	0.271	0.460
C15:0	1.43	0.93	0.99	0.034	0.112	0.137	0.071	0.438
C16:0	31.01	35.62	32.47	0.331	0.125	0.255	0.110	0.102
C16:1	2.49	2.27	2.49	0.160	0.776	0.797	0.359	0.645
C18:0	10.81	9.48	10.05	0.478	0.755	0.533	0.571	0.736
C18:1n9t	1.26	1.20	0.86	0.076	0.207	0.500	0.250	0.167
C18:1n9c	22.28	22.56	20.87	1.570	0.959	0.951	0.943	0.833
C18:2n6c	1.52	1.82	1.63	0.051	0.135	0.275	0.113	0.116
C20:0	0.21	0.18	0.18	0.013	0.904	0.924	0.745	0.923
SFA <sup>2/</sup>	68.67	68.68	70.77	3.995	0.927	0.934	0.893	0.790
UFA <sup>3/</sup>	29.29	29.90	27.85	4.138	0.946	0.942	0.959	0.800
MUFA <sup>4/</sup>	27.49	27.71	25.96	4.225	0.957	0.948	0.937	0.832
PUFA <sup>5/</sup>	1.80	2.20	1.87	0.089	0.333	0.381	0.336	0.247

<sup>1/</sup> T1 = Control; T2 = FAN+<sup>®</sup>; T3 = FAN+<sup>®</sup> + pineapple extract (PINEX<sup>®</sup>); B = block

<sup>2/</sup> SFA, Saturated fatty acids <sup>3/</sup> UFA, Unsaturated fatty acids <sup>4/</sup> MUFA, Monounsaturated fatty acids

<sup>5/</sup> PUFA, Polyunsaturated fatty acids

**สรุป**

โคระยะให้นมที่ได้รับการเสริมสารสกัดสมุนไพร (FAN+<sup>®</sup>) และสารสกัดสับปะรด (PINEX<sup>®</sup>) ในอาหารผสมสำเร็จ ทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบและโภชนาการเพิ่มขึ้น รวมถึงส่งผลให้ไขมันนมเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อเสริมสารสกัดจากพืชร่วมกันทั้ง 2 ชนิดทำให้ระดับของเซโรโทนินในซีรัมของโคนมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ดังนั้นการเสริมสารสกัดจากพืชอาจช่วยบรรเทาผลกระทบเชิงลบต่อสุขภาพของโคนมและปรับปรุงองค์ประกอบของน้ำนมโค

**คำขอขอบคุณ**

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท โคบาลมิลล์ จำกัด และบริษัท ที.เอส.ที ทิวิน โปรดักส์ จำกัด ที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับการวิจัย และขอขอบคุณ ก้าวแรกฟาร์ม อำเภอ ท่าหลวง จังหวัด ลพบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- วีโรจน์ ภัทรจินดา. 2556. แนวทางการใช้สมุนไพรในปศุสัตว์ประเทศไทย. *แก่นเกษตร*. 41(4): 377-382.
- วีโรจน์ ภัทรจินดา. 2564. TMR โคนมพรีเมียม. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 60 หน้า.
- Abd El Tawab, A.M., A.E. Kholif, M.S.A. Khattab, M.M. Shaaban, F.I. Hadhoud, M.M.M. Mostafa, and O.A. Olafadehan. 2020. Feed utilization and lactational performance of Barki sheep fed diets containing thyme or celery. *Small Ruminant Research*. 192: 106249.
- An, X., Y. Wang, R. Wang, X. Hao, Y. Hua, T. Guoa, J. Zhang, W. Wang, X. Shi, S. Hand, and J. Qia. 2020. Effects of a blend of cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin (CEC) on growth performance, nutrient digestibility, immune response, and antioxidant status of growing ewes. *Livestock Science*. 234: 103982.
- AOAC. 2019. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International. 21<sup>st</sup> Edition, AOAC, Washington DC.
- Benchaar, C. 2021. Diet supplementation with thyme oil and its main component thymol failed to favorably alter rumen fermentation, improve nutrient utilization, or enhance milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 104: 324–336.
- Benchaar, C., A. Lettat, F., Hassanata, W.Z. Yangb, R.J. Forsterb, H.V. Petit, and P.Y. Chouinard. 2012. Eugenol for dairy cows fed low or high concentrate diets: Effects on digestion, ruminal fermentation characteristics, rumen microbial populations and milk fatty acid profile. *Animal Feed Science and Technology*. 178: 139–150.
- Chakraborty, A.J., S. Mitra, T.E. Tallei, A.M. Tareq, F. Nainu, D. Cicia, K. Dhama, T.B. Emran, J. Simal-Gandara, and R. Capasso. 2021. Bromelain a potential bioactive compound: A comprehensive overview from a pharmacological perspective. *Life*. 11: 317.
- Contreras, A., M.J. Paape, R.H. Miller, J.C. Corrales, C. Luengo, and A. Sánchez. 2009. Effect of bromelain on milk yield, milk composition and mammary health in dairy goats. *Tropical Animal Health and Production*. 41(4): 493-498.
- Dan., N., H. Zhang, C. Ao, and K. Erdene. 2018. Transcriptional regulation of milk lipid synthesis by exogenous C16:0 and C18 fatty acids in bovine mammary epithelial cells. *Canadian Journal of Animal Science*. 98(2): 260-270.
- DePeters, E.J., J.G. Fadel, M.J. Arana, N. Ohanesian, M.A. Etchebarne, C.A. Hamilton, R.G. Hinders, M.D. Maloney, C.A. Old, and T.J. Riordan. 2000. Variability in the chemical composition of seventeen selected by-product feedstuffs used by the California dairy industry, *The Professional Animal Scientist*, 16: 69-99.
- El-Essawy, A.M., U.Y. Anele, A.M. Abdel-Wahed, A.R. Abdou, and I.M. Khattab. 2021. Effects of anise, clove and thyme essential oils supplementation on rumen fermentation, blood metabolites, milk yield and milk composition in lactating goats. *Animal Feed Science and Technology*. 271: 114760.
- Gastelen, S.V., D. Yáñez-Ruiz, H. Khelil-Arfa, A. Blanchard, and A. Bannink. 2024. Effect of a blend of cinnamaldehyde, eugenol, and Capsicum oleoresin on methane emission and lactation performance of Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 107: 857–869.
- Gouvea, V.N., R.F. Cooke, and R.S. Marques. 2022. Impacts of stress induced inflammation on feed intake of beef cattle. *Animal Science*. 3: 962748.

- Gundelach, Y., B. Streuff, M. Franczyk, M. Kankofer, and M. Hoedemaker. 2020. Influence of two different feeding strategies in the dry period on dry matter intake and plasma protein peroxidative and antioxidative profile during dry period and early lactation. *BMC Veterinary Research*. 16: 134.
- Hara, A., and N.S. Radin. 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Analytical biochemistry*. 90(1): 420-426.
- He, M., and L.E. Armentano. 2011. Effect of fatty acid profile in vegetable oils and antioxidant supplementation on dairy cattle performance and milk fat depression. *Journal of Dairy Science*. 94: 2481–2491.
- Kanjanapruthipong, J. and B. Thaboot. 2006. Effects of neutral detergent fiber from rice straw on blood metabolites and productivity of dairy cows in the tropics. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 19(3): 356-362.
- Kanjanapruthipong, J., N. Homwong, and N. Buatong. 2010. Effects of prepartum roughage neutral detergent fiber levels on periparturient dry matter intake, metabolism, and lactation in heat-stressed dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 93: 2589-2597.
- Kekana, T.W., U. Marumea, M.C. Muyac, and F.V. Nherera-Chokudad. 2020. Periparturient antioxidant enzymes, haematological profile and milk production of dairy cows supplemented with *Moringa oleifera* leaf meal. *Animal Feed Science and Technology*. 268: 114606.
- Kim, H.J., J.H. Kim, S. Noh, H.J. Hur, M.J. Sung, J.T. Hwang, J.H. Park, H.J. Yang, M.S. Kim, D.Y. Kwon, and S.H. Yoon. 2011. Metabolomic analysis of livers and serum from high-fat diet induced obese mice. *Journal of Proteome Research*. 10(2): 722-31.
- Kumar, M., V. Kumar, D. Roy, R. Kushwaha, and S. Vaiswani. 2014. Application of herbal feed additives in animal nutrition - A Review. *International Journal of Livestock Research*. 4(9): 1-9.
- Loften, J.R., J.G. Linn, J.K. Drackley, T.C. Jenkins, C.G. Soderholm, and A.F. Kertz. 2014. Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 97: 4661–4674.
- Micek, P., Z.M. Kowalski, M. Sady, J. Oprządek, J. Domagała, and P. Wanat. 2019. An energy-protein feed additive containing different sources of fat improves feed intake and milk performance of dairy cows in mid-lactation. *Journal of Dairy Research*. 86(1): 55-62.
- Morrison, W.R., and L.M. Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *Journal of Lipid Research*. 5(4): 600-608.
- Neumayer, C., A. Fögl, J. Nanobashvili, R. Blumer, A. Punz, H. Gruber, P. Polterauer, and I. Huk. 2006. Combined enzymatic and antioxidative treatment reduces ischemia-reperfusion injury in rabbit skeletal muscle. *Journal of Surgical Research*. 133(2): 150-158.
- NRC. 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (6 ed.). National Academy Press: Washington, D.C.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (7 ed.). National Academy Press: Washington, D.C.
- Ospina, P.A., D.V. Nydam, T. Stokol, and T.R. Overton. 2010. Evaluation of nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *Journal of Dairy Science*. 93: 546–554.

- Roche, J.R., S. Meier, A. Heiser, M.D. Mitchell, C.G. Walker, M.A. Crookenden, M. Vailati Riboni, J.J. Loor, and J.K. Kay. 2015. Effects of precalving body condition score and prepartum feeding level on production, reproduction, and health parameters in pasture-based transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 98: 7164–7182.
- SAS Institute Inc. 2021. SAS® OnDemand for academics: Studio. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.
- Silva, S.N.S., T. Chabrilat, S. Kerros, S. Guillaume, J.R. Gandra, G.G.P. de Carvalho, F.F. da Silva, L.G. Mesquita, L.A. Gordiano, G.M.F. Camargo, C.V. Di M. Ribeiro, M.L.G.M.L. de Araújo, H.D.R. Alba, R.D.G. e Silva, and J.E. de Freitas Jr. 2021. Effects of plant extract supplementations or monensin on nutrient intake, digestibility, ruminal fermentation, and metabolism in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 275: 114886.
- Silva, V.N., A.H.N. Rangel, J.G.B. Galvão Júnior, S.A. Urbano, L.H.F. Borba, L.P. Novaes, and D.M. Lima Júnior. 2016. Influence of somatic cell count in the composition of Girolando cow's milk in tropical zone. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 19: 101-107.
- Silvestre, T., L.F. Martins, S.F. Cueva, D.E. Wasson, N. Stepanchenko, S.E. Räisänen, S. Sommai, M.L. Hile, and A.N. Hristov. 2023. Lactational performance, rumen fermentation, nutrient use efficiency, enteric methane emissions, and manure greenhouse gas-emitting potential in dairy cows fed a blend of essential oils. *Journal of Dairy Science*. 106: 7661–7674.
- Sun., J., F. Wang, G. Hong, M. Pang, H. Xu, H. Li, F. Tian, R. Fang, Y. Yao, and J. Liu. 2016. Antidepressant-like effects of sodium butyrate and its possible mechanisms of action in mice exposed to chronic unpredictable mild stress. *Neuroscience Letters*. 618: 159-166.
- Tyagi, P., M. Tasleem, S. Prakash, and G. Chouhan. 2020. Intermingling of gut microbiota with brain: Exploring the role of probiotics in battle against depressive disorders. *Food Research International*. 137: 109489.
- Uyarlar, C., A. Rahman, E.E. Gultepe, I.S. Cetingul, and I. Bayram. 2024. Effect of a dietary essential oil blend in dairy cows during the dry and transition period on blood and metabolic parameters of dams and their calves. *Animals*. 14: 150.
- Van Soest, P.V., J.B. Robertson, and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10): 3583-3597.
- Wall, E.H., P.H. Doane, S.S. Donkin, and D. Bravo. 2014. The effects of supplementation with a blend of cinnamaldehyde and eugenol on feed intake and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 97: 5709–5717.
- Yuan, T., L. Wang, J. Jin, L. Mi, J. Pang, Z. Liu, J. Gong, C. Sun, J. Li, W. Wei, Q. Jin, and X. Wang. 2022. Role medium-chain fatty acids in the lipid metabolism of infants. *Frontiers in Nutrition*. 9: 804880.
- Zeng, B., J.J. Sun, T. Chen, B.L. Sun, Q. He, X.Y. Chen, Y.L. Zhang, and Q.Y. Xi. 2017. Effects of *Moringa oleifera* silage on milk yield, nutrient digestibility, and serum biochemical indexes of lactating dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 102(1): 75-81.
- Zhang, F., X. Nan, H. Wang, Y. Zhao, Y. Guo, and B. Xiong. 2020. Effects of propylene glycol on negative energy balance of postpartum dairy cows. *Animals*. 10: 1526.

- Zhao, Y., S. Yu, L. Li, H. Zhao, Y. Li, L. Jiang, and M. Liu. 2023. Feeding citrus flavonoid extracts decreases bacterial endotoxin and systemic inflammation and improves immunometabolic status by modulating hindgut microbiome and metabolome in lactating dairy cows. *Animal Nutrition*. 13: 386-400.
- Zoja, C., A. Benigni, and G. Remuzzi. 2014. The Nrf2 pathway in the progression of renal disease. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 29: i19–i24.