

การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลต่อความผันแปรของสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนม และความเสี่ยงของภาวะแอซิโดซิสและคีโตซิสในโคนมไทย Seasonal Alternations Influence the Variations in Milk Fat-to-Protein Ratio and the Risk of Acidosis and Ketosis in Thai Dairy Cattle

ธัญญรัตน์ เกษเกตุ¹ ดนัย จัตวา^{1,*} ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี¹ และ ศกร คุณวุฒิตถิธรณ¹
Thanyarat Korket¹, Danai Jattawa^{1,*}, Thanathip Suwanasopee¹ and Skorn Koonawootrittriron¹

¹ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

รับเรื่อง: 12 มกราคม 2567 Received: 12 January 2024

ปรับปรุงแก้ไข: 16 เมษายน 2567 Revised: 16 April 2024

รับตีพิมพ์: 27 เมษายน 2567 Accepted: 27 April 2024

* Corresponding author: fagrdsn@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: ความผันแปรของสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศในแต่ละฤดูกาลอาจส่งผลกระทบต่อแนวทางการจัดการผลิตโคนม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลต่อความผันแปรของสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนม (FPR) และความเสี่ยงต่อการเกิดแอซิโดซิสและคีโตซิสในโคนมไทย

วิธีดำเนินการวิจัย: ชุดข้อมูลปริมาณน้ำนม ไขมันนม โปรตีนนม และ FPR จำนวน 47,205 ข้อมูล ของโคนมท้องแรก 4,440 ตัว ถูกวิเคราะห์โดยใช้หุ่นจำลองเชิงเส้นที่พิจารณาฟาร์ม-ปี-ฤดูกาล อายุเมื่อคลอดลูก ระดับสายเลือด โสไลสโตน์ และจำนวนวันให้นมเป็นปัจจัยกำหนดและความคลาดเคลื่อนเป็นปัจจัยสุ่ม ความเสี่ยงของการเกิดแอซิโดซิส (FPR < 1.10) และคีโตซิส (FPR > 1.50) ถูกระบุโดย FPR และประเมินอุบัติการณ์ดังกล่าวตามฤดูกาลโดยใช้โคสแควร์

ผลการวิจัย: โคนมไทยให้ผลผลิตน้ำนมมากที่สุดในฤดูหนาว (13.32 ± 0.040 กิโลกรัมต่อวัน) แต่ให้ไขมันนม (ร้อยละ 3.69 ± 0.008) และโปรตีนนม (ร้อยละ 3.15 ± 0.005) มากที่สุดในฤดูฝน ความเสี่ยงของการเกิดแอซิโดซิสและคีโตซิสระหว่างฤดูกาลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P = 0.4136$) โคนมมีแนวโน้มเกิดภาวะแอซิโดซิสและคีโตซิสสูงสุดในฤดูหนาว (ร้อยละ 15.81 และ 3.38) ฤดูร้อน (ร้อยละ 15.42 และ 3.22) และฤดูฝน (ร้อยละ 14.96 และ 3.19) ตามลำดับ

สรุป: การวางแผนการจัดการอาหารที่เหมาะสมและเพียงพอเพื่อตอบสนองความต้องการของโคนมในแต่ละฤดูกาลเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพน้ำนมและลดปัญหาสุขภาพของโคนม

คำสำคัญ: โคนม, ฤดูกาล, เมแทบอลิซึม, องค์ประกอบน้ำนม, เซตร้อน

ABSTRACT

Background and Objective: Seasonal variations in environmental and climatic conditions may affect dairy production management practices. This research aimed to study the effect of seasonal changes on the variation in milk fat to milk protein ratio (FPR) and the risk of acidosis and ketosis in Thai dairy cows.

Methodology: A data set of 47,205 milk yield, milk fat, milk protein, and FPR data from 4,440 first-lactation dairy cows was analyzed using a linear model considering herd-year-season, calving age, Holstein fraction, and days in milk as fixed effects, with residual as a random effect. The risk of acidosis (FPR < 1.10) and ketosis (FPR > 1.50) was identified by FPR, and their incidence was assessed seasonally using chi-square.

Main Results: Thai dairy cows produced the highest milk yield in the winter (13.32 ± 0.040 kg per day) but the highest milk fat ($3.69 \pm 0.008\%$) and milk protein ($3.15 \pm 0.005\%$) in the rainy season. The risk of acidosis and ketosis between seasons was not significantly different ($P = 0.4136$). Dairy cows had the highest incidence of acidosis and ketosis in winter (15.81 and 3.38%), summer (15.42 and 3.22%), and rainy season (14.96 and 3.19%), respectively.

Conclusions: Planning for appropriate and adequate feed management to meet the needs of dairy cows each season is essential to increasing production efficiency and milk quality and reducing their health problems.

Keywords: Dairy cattle, season, metabolism, milk composition, tropics

Agric. Sci. Innov. J. (2024) Vol. 55(3): 189–203

ว. วิทย์. นวัตกรรม. (2567) 55(3): 189–203

บทนำ

ปริมาณน้ำนมเป็นลักษณะที่สำคัญของการผลิตโคนมเนื่องจากเป็นลักษณะที่สัมพันธ์โดยตรงต่อการได้มาซึ่งรายได้จากการประกอบอาชีพการผลิตโคนมของเกษตรกร นอกจากนี้ องค์ประกอบน้ำนมโดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันนมและโปรตีนนมเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำนมและถูกใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดราคาน้ำนมที่เกษตรกรจำหน่ายได้ การผลิตน้ำนมที่มีองค์ประกอบดังกล่าวสูง นอกจากจะช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรแล้ว ยังช่วยให้ผู้บริโภคได้รับโภชนาการทางอาหารจากการบริโภคน้ำนมเพิ่มมากขึ้น

ด้วย ซึ่งไขมันนมและโปรตีนนมสามารถผันแปรไปตามอาหารที่โคได้รับ ทั้งนี้ การจัดการอาหารและสุขภาพโคนมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณไขมันและโปรตีนที่ผลิตได้ในน้ำนม ด้วยเหตุนี้ การพิจารณาปริมาณไขมันนม โปรตีนนม และสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในน้ำนม (Fat-to-protein ratio; FPR) สามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของการจัดการอาหารและสุขภาพของโคนมได้เป็นอย่างดี (Coleman *et al.*, 2010)

ข้อมูลไขมันนม โปรตีนนม และ FPR ในน้ำนมที่ผลิตได้จากโคนมแต่ละตัว สามารถนำมาใช้พิจารณาและติดตามสถานะสมดุลทางโภชนาการของร่างกาย

ของโคนม (Fleischer *et al.*, 2001) เนื่องจากความเข้มข้นของไขมันในน้ำมันมักเพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของโปรตีนในน้ำมันมักลดลงในช่วงเวลาหลังคลอดที่เกิดการขาดสมดุลพลังงาน (Negative energy balance; NEB) เมื่อโคเกิดภาวะขาดสมดุลพลังงาน เซลล์ไขมันในร่างกายจะถูกย่อยสลายและปลดปล่อยกรดไขมันอิสระ (Non-esterified fatty acids; NEFA) เข้าสู่กระแสเลือดโดยลำเลียงไปที่ตับเพื่อออกซิไดซ์เป็นกลีเซอรอลและสังเคราะห์เป็นพลังงานสำหรับใช้ในร่างกาย นอกจากนี้ NEFA ที่ปลดปล่อยออกมาจะถูกส่งไปที่เซลล์เต้านมเพื่อสังเคราะห์เป็นไขมันนม (Drackley *et al.*, 2005) นอกจากนี้ปฏิกิริยาออกซิเดชันไขมันที่เซลล์ตับสามารถสร้างพลังงานเพื่อใช้ในร่างกายโคได้ยังผลิตสารคีโตนบอดี (Ketone bodies) ได้แก่ acetone, acetoacetate และ beta-hydroxybutyrate ร่วมด้วย (Leblanc, 2010) ซึ่งหากเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวมากเกินไป ส่งผลให้คีโตนที่ผลิตได้มีปริมาณมากและถูกเผาผลาญไม่หมดทำให้เกิดการสะสมในร่างกายจนเกิดภาวะคีโตซิส (Ketosis; Mäntysaari *et al.*, 2019) ภาวะการเช่นนี้สามารถตรวจพบได้ทางอ้อมจากปริมาณไขมันนมที่สูงในน้ำมันในขณะที่โปรตีนนมคงที่หรือลดลงส่งผลให้ FPR ในน้ำมันสูงขึ้น (Duffield *et al.*, 1997; Denis-Robichaud *et al.*, 2014) ทั้งนี้การศึกษาของ Heuer *et al.* (1999) และ Vlcek *et al.* (2016) ชี้ให้เห็นว่า หาก FPR ในน้ำมันมีค่ามากกว่า 1.50 ส่งผลให้โคนมอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อการเกิดคีโตซิสในทางกลับกัน เมื่อโคนมได้รับอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่แตกตัวเร็วในปริมาณสูง จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Streptococcus bovis* จะทำหน้าที่ย่อยคาร์โบไฮเดรตดังกล่าวเกิดเป็นกรดแลคติก อย่างไรก็ตาม แบคทีเรียที่สามารถใช้ประโยชน์จากกรดแลคติกได้ในกระเพาะรูเมนมีจำนวนน้อย ส่งผลให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกจนทำให้ pH ต่ำลง และเกิดเป็นภาวะแอสิดอซิส (Acidosis; Owens *et al.*, 1998) ในกรณีที่ให้อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่แตกตัวเร็วในปริมาณสูงซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาหารชั้นที่มีสัดส่วนของโปรตีนในอาหารสูง

ร่วมด้วย จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนได้ปริมาณมากขึ้น ซึ่งสามารถนำไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนในน้ำมันได้เพิ่มขึ้น (Enemark *et al.*, 2002) ส่งผลให้ FPR ในน้ำมันลดต่ำลง ถ้าน้ำมันมี FPR ต่ำกว่า 1.10 บ่งชี้ว่าแม่โครีดนมอยู่ในสภาวะความเสี่ยงของการเกิดแอสิดอซิส (Bunevski *et al.*, 2020; Gulinski and Socha, 2021) ทั้งนี้ สาเหตุของการเกิดสภาวะความเสี่ยงดังกล่าวในโคนมส่วนใหญ่เกิดจากการจัดการอาหารและการให้อาหารโคนมที่ขาดความเหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการสัดส่วนอาหารชั้นต่ออาหารหยาบเพื่อให้เกิดความสมดุลของโปรตีนและพลังงานต่อความต้องการในแต่ละระยะของการให้นม (Raboisson *et al.*, 2014; Vallejo-Timarán *et al.*, 2020)

การจัดการอาหารให้กับโคนมของเกษตรกรไทยมักมีความแตกต่างกันในแต่ละฟาร์มและผันแปรไปในแต่ละฤดูกาล (Yeamkong *et al.*, 2010; Jaipipak *et al.*, 2020) ทั้งนี้ เนื่องจากจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นสูง และผันแปรแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาล ความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศดังกล่าวส่งผลต่อการเจริญและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ (Bauman and Griinari, 2003) ดังนั้น ในบางฤดูกาลที่มีสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์สำหรับการเลี้ยงโคนม ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการผลิตน้ำมัน (ปริมาณไขมันนม และโปรตีนนม) รวมถึงสุขภาพของแม่โครีดนม โดยอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อภาวะคีโตซิสและภาวะแอสิดอซิสที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล การเข้าใจถึงความเสี่ยงของการเกิดสภาวะความผิดปกติดังกล่าวของโคนม อาจช่วยให้เกษตรกรสามารถเฝ้าระวังและวางแผนบริหารจัดการฟาร์มเพื่อป้องกันปัญหาสุขภาพของแม่โครีดนมในแต่ละฤดูกาลได้อย่างเหมาะสม และจัดการผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลต่อศักยภาพการให้ผลผลิตน้ำมันและโอกาสการเกิดภาวะคีโตซิสและแอสิดอซิสในโคนมที่ถูกเลี้ยงดูในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

ชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลปริมาณนํ้านม ไขมันนม และโปรตีนนม รายวันที่สุดเก็บเดือนละครั้ง จำนวน 47,489 ข้อมูลจากแม่โคนมท้องแรกที่เกิดคลอดระหว่าง ปี พ.ศ. 2540 ถึง ปี พ.ศ. 2564 จำนวน 4,440 ตัว ถูกนำมาใช้ในการศึกษา แม่โคนมดังกล่าวเป็นลูกของพ่อพันธุ์จำนวน 812 และแม่พันธุ์จำนวน 3,804 ตัว โคนมในประชากรนี้เป็นโคนมหลากหลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นจากการผสมพันธุ์แบบยกระดืบสายเลือดและข้ามพันธุ์ด้วยพันธุ์กรรมโคที่หลากหลาย (เช่น โฮลสไตน์ เจอร์ซี บราวน์สวิส เรดเดน บราห์มัน เรดซินดี ซาฮิวาล พันธุ์เมืองไทย และอื่น ๆ; Koonawootrittriron *et al.*, 2009) โดยโคนมในประชากรนี้ ร้อยละ 88 มีสายเลือดโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ สูงกว่าร้อยละ 75 โคนมดังกล่าวถูกเลี้ยงดูโดยเกษตรกรจำนวน 446 ราย ซึ่งดำเนินการจัดการเลี้ยงโคนมในจังหวัดสระบุรี (เกษตรกรจำนวน 164 ราย) จังหวัดลพบุรี (เกษตรกรจำนวน 81 ราย) จังหวัดนครราชสีมา (เกษตรกรจำนวน 133 ราย) และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (เกษตรกรจำนวน 68 ราย)

ชุดข้อมูลปริมาณนํ้านม ไขมันนม และโปรตีนนมที่รวบรวมได้ถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้อง ข้อมูลผลผลิตนํ้านมที่อยู่ในช่วงวันให้นม (Day in milk) มากกว่า 305 วัน และโคนมที่มีข้อมูลการให้ผลผลิตน้อยกว่า 4 ครั้ง (วันให้นมประมาณ 120 วัน) ถูกตัดออกจากการศึกษา ส่งผลให้ชุดข้อมูลที่ใช้สำหรับการศึกษานี้ประกอบด้วย ปริมาณนํ้านม จำนวน 47,205 ข้อมูล (13.20 ± 5.04 กิโลกรัมต่อวัน) ไขมันนม จำนวน 34,246 ข้อมูล (ร้อยละ 3.67 ± 0.83) และโปรตีนนม จำนวน 20,791 ข้อมูล (ร้อยละ 3.14 ± 0.41) จากโคนมจำนวน 4,440 ตัว เดือนที่แม่โคให้ผลผลิตถูกนำมาพิจารณาเป็นฤดูกาลที่ให้ผลผลิตนํ้านม ได้แก่ ฤดูร้อน (เดือนมีนาคม ถึง เดือนมิถุนายน) ฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม) และฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์)

ข้อมูลไขมันนมและโปรตีนนมถูกนำมาคำนวณค่าสัดส่วนไขมันต่อโปรตีน (Fat-to-Protein ratio; FPR) เพื่อเป็นตัวชี้วัดสำหรับพิจารณาความเสี่ยงของโคนมรายตัวต่อความผิดปกติของระบบเมแทบอลิซึม (Metabolic disorder) ดังสมการ (1)

$$\text{สัดส่วนไขมันต่อโปรตีน (FPR)} = \frac{\text{ไขมันนม (ร้อยละ)}}{\text{โปรตีนนม (ร้อยละ)}} \quad \text{----- (1)}$$

สัดส่วนไขมันต่อโปรตีนที่คำนวณได้ถูกนำมาจำแนกเป็น 3 กลุ่ม ตามเกณฑ์การจำแนกภาวะสุขภาพของโคนม (Vlcek *et al.*, 2016; Bunevski *et al.*, 2020; Gulinski and Socha, 2021) ได้แก่ 1) กลุ่มโคนมมีความเสี่ยงต่อภาวะแอซีโดซิส ($\text{FPR} < 1.10$) 2) กลุ่มโคนมที่มีสุขภาพปกติ ($1.10 \leq \text{FPR} \leq 1.50$) และ 3) กลุ่มโคนมที่มีความเสี่ยงต่อภาวะคีโตซิส ($\text{FPR} > 1.50$)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ชุดข้อมูลปริมาณนํ้านม ไขมันนม โปรตีนนม และสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนถูกเชื่อมโยงความสัมพันธ์ผ่านหุ่นจำลองเชิงเส้นตรง (Linear model) ที่พิจารณาฟาร์ม-ปี-ฤดูกาลที่ช่วงวัดผลผลิต อายุเมื่อโคคลอดลูก ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ และจำนวนวันให้นมเป็นปัจจัยกำหนด และความคลาดเคลื่อนเป็นปัจจัยสุ่ม เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยลีสต์สแควร์ (Least squares mean) สำหรับลักษณะที่ศึกษาในแต่ละระดับของปัจจัยฟาร์ม-ปี-ฤดูกาลดังสมการ (2)

$$y_{ij} = \mu + \text{HYS}_i + b_1(\text{Calvage}) + b_2(\text{HF}) + b_3(\text{DIM}) + e_{ij} \quad \text{----- (2)}$$

โดย y_{ij} คือ ปริมาณนํ้านม ไขมันนม โปรตีนนม และสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในนํ้านม μ คือ ค่าเฉลี่ยรวม HYS_i คือ ฟาร์ม-ปี-ฤดูกาลที่ผลิต Calvage คือ อายุเมื่อโคคลอดลูก HF คือ ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ DIM คือ

จำนวนวันให้นม b_1 , b_2 และ b_3 คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างอายุเมื่อโคคลอดลูก ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ และจำนวนวันให้นม ตามลำดับ และ e_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อน [$e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$] จากนั้น ค่าเฉลี่ยลีสต์สแควร์สำหรับลักษณะที่ศึกษาที่ประมาณได้จากปัจจัยฟาร์ม-ปี-ฤดูกาล (y_{ij}) ถูกนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยจำแนกตามฤดูกาลที่ให้ผลผลิต (Season) ผ่านทางหุ่นจำลองเชิงเส้น [สมการ (2)] และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทีละคู่ด้วยวิธี t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2014)

$$y_{ij} = \mu + \text{Season}_i + e_{ij} \quad \text{-----} \quad (3)$$

กลุ่มภาวะความผิดปกติของระบบเมแทบอลิซึม (สุขภาพปกติ เสี่ยงต่อภาวะแอสิดอซิซิส และเสี่ยงต่อภาวะคีโตซิส) ถูกนำมาพิจารณาความถี่จำแนกตามฤดูกาลที่ผลิตน้ำนม เพื่อพิจารณาโอกาสการเกิดภาวะคีโตซิสและแอสิดอซิซิสในแต่ละฤดูกาล ด้วยวิธีทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานหลักของการทดสอบ คือ ทุกกลุ่มของภาวะความผิดปกติของระบบเมแทบอลิซึม (สุขภาพปกติ เสี่ยงต่อภาวะแอสิดอซิซิส และเสี่ยงต่อภาวะคีโตซิส) มีความถี่ของการเกิดในแต่ละฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ค่าเฉลี่ยลีสต์สแควร์สำหรับปริมาณน้ำนม ไขมันนม โปรตีนนม และสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนนมที่ผลิตจากโคนมจำแนกตามฤดูกาลที่ให้ผลผลิตแสดงดัง Table 1 ผลการศึกษาพบว่า ในแต่ละฤดูกาล โคนมที่ถูกเลี้ยงดูในประเทศไทยมีความสามารถให้ผลผลิตน้ำนม ไขมันนม และโปรตีนนมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในภาพรวม โคนมสามารถให้ผลผลิตน้ำนมสูงสุดในฤดูหนาว (13.32 ± 0.040 กิโลกรัมต่อวัน) รองลงมาในฤดูร้อน และต่ำที่สุดในฤดูฝน ในทางกลับกัน โคนมสามารถผลิตน้ำนมที่มีไขมันนมและโปรตีนนมสูงสุดในฤดูฝน (ไขมันนม: ร้อยละ 3.69 ± 0.008 ; โปรตีนนม: ร้อยละ 3.15 ± 0.005) รองลงมาในฤดูหนาว (ไขมันนม: ร้อยละ 3.67 ± 0.008 ; โปรตีนนม: ร้อยละ 3.14 ± 0.005) และต่ำที่สุดในฤดูร้อน (ไขมันนม: ร้อยละ 3.65 ± 0.008 ; โปรตีนนม: 3.12 ± 0.005) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำหรับสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในแต่ละฤดูกาล โดยในน้ำนมที่ผลิตได้มีแนวโน้มสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในฤดูร้อน (1.15 ± 0.004) และฤดูหนาว (1.15 ± 0.003) สูงกว่าในฤดูฝน (1.14 ± 0.004)

Table 1 Least squares mean $\pm$ standard error for milk yield, milk fat, milk protein, and fat-to-protein ratio classified by seasons in Thailand

Traits	Season			P-value
	Summer (March – June)	Rainy (July – October)	Winter (November – February)	
Milk yield (kg/day)	13.24 ± 0.040^a	13.05 ± 0.041^b	13.32 ± 0.040^a	<0.0001
Fat (%)	3.65 ± 0.008^c	3.69 ± 0.008^a	3.67 ± 0.008^b	0.0012
Protein (%)	3.12 ± 0.005^b	3.15 ± 0.005^a	3.14 ± 0.005^a	0.0054
Fat to protein ratio	1.15 ± 0.004	1.14 ± 0.004	1.15 ± 0.003	0.3224

^{a, b, c} Least squares mean with different superscripts within the same row differ significantly at $P < 0.05$.

การให้ปริมาณน้ำนมสูงสุดในช่วงฤดูหนาวของประชากรโคนมไทยเช่นนี้ อาจเป็นผลสืบเนื่องจากโคนมในประชากรส่วนใหญ่คลอดลูกในช่วงปลายของฤดูฝน โดยคลอดลูกมากที่สุดในเดือนตุลาคม (ร้อยละ 9.44; Figure 1) ส่งผลให้โคนมเริ่มต้นให้ผลผลิตน้ำนมและเข้าสู่ช่วงที่ให้ปริมาณน้ำนมสูงสุดในฤดูหนาว ใช้ระยะเวลาหลังคลอดถึงให้นมสูงสุด เฉลี่ย 40.75 ± 32.93 วัน; Seangjun *et al.*, 2009) จากนั้น โคนมส่วนใหญ่จะเข้าสู่ระยะกลางของการให้นมในฤดูร้อนและระยะท้ายในฤดูฝน ส่งผลให้น้ำมันที่ผลิตได้โดยเฉลี่ยสูงสุดในช่วงฤดูหนาว รองลงมาในฤดูร้อน และต่ำสุดในฤดูฝน ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Silvestre *et al.* (2009) และ Boujenane and Elouaddi (2021) ที่รายงานรูปแบบความผันแปรของปริมาณน้ำนมสูงสุดในระยะแรกของการให้นม แล้วจะค่อย ๆ ลดต่ำลงในระยะกลาง และต่ำสุดในระยะท้ายของการให้นม ความผันแปรของปริมาณน้ำนมตามฤดูกาลเช่นนี้อาจมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการผลิตนมในภาพรวมของประเทศ ทั้งนี้ เนื่องจากหากปริมาณน้ำนมดิบที่เกษตรกรผลิตได้มีมากกว่าความต้องการ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาว) เกษตรกรและสหกรณ์ผู้ผลิตโคนมมักประสบปัญหาในการขายน้ำนมดิบที่ผลิตได้ทั้งหมดในแต่ละวัน และอาจถูกตัดราคาหรือปฏิเสธการรับซื้อน้ำนมเพิ่มขึ้นด้วยมาตรการคัดกรองคุณภาพที่โรงงานนมใช้ เพื่อจำกัดปริมาณน้ำนมตามกำลังการผลิตหรือตามปริมาณส่วนแบ่งทางการตลาด ในทางกลับกัน หากปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้น้อยกว่าความต้องการของตลาด มาตรการรับซื้อน้ำนมดิบอาจลดหย่อนลงเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำนมเพียงพอต่อการผลิตที่โรงงานแต่ละแห่งมีเพื่อรักษาสถานภาพทางการตลาด เหตุการณ์เช่นนี้อาจส่งผลถึงผู้บริโภคต่อคุณประโยชน์ที่จะได้รับจากการบริโภคผลิตภัณฑ์นม ดังนั้น การควบคุมความผันแปรของปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ให้สม่ำเสมอในทุกฤดูกาลหรือตลอดทั้งปี (การจัดการผสมพันธุ์โคนมเพื่อให้โคคลอดลูกในจำนวนที่เหมาะสมตลอดทั้งปีตลอด) อาจเป็นความท้าทายในการผลิตโคนมไทยเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในภาพรวม

ทั้งตัวของเกษตรกร ผู้ประกอบการ รวมถึงผู้บริโภคโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ปัจจุบันของอุตสาหกรรมการผลิตโคนมไทย

การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลของประเทศไทยส่งผลให้โคนมสามารถผลิตน้ำนมที่มีไขมันนมและโปรตีนนมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) ในขณะที่ สัดส่วนไขมันต่อโปรตีนนมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.3224$) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของไขมันนมและโปรตีนนมดังกล่าว สวนทางกับปริมาณน้ำนมที่โคนมผลิตได้ กล่าวคือ ไขมันนมและโปรตีนนมที่ผลิตได้ในประชากรโคนมไทยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝน รองลงมาในฤดูหนาว และต่ำสุดในฤดูร้อน ในขณะที่ สัดส่วนไขมันต่อโปรตีนนมมีแนวโน้มสูงสุดในฤดูร้อน รองลงมาในฤดูหนาว และต่ำสุดในฤดูฝน (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษา เช่น Othmane *et al.* (2004), Hashemi and Nayeboor (2008), Bondan *et al.* (2018) และ Carrari *et al.* (2023) เป็นต้น ที่รายงานความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างปริมาณน้ำนมกับไขมันนม ($r = -0.32$ ถึง -0.11) โปรตีนนม ($r = -0.40$ ถึง -0.16) และสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนนม ($r = -0.05$) อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาในรายละเอียด ค่าเฉลี่ยของลักษณะดังกล่าวที่ผลิตได้ในแต่ละฤดูกาลแตกต่างกันไม่มากนัก (ร้อยละ 0.01–0.05 สำหรับไขมันนม ร้อยละ 0.01–0.03 สำหรับโปรตีนนม และร้อยละ 0.01 สำหรับสัดส่วนไขมันนมต่อโปรตีน) ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาตามรูปแบบของการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนม พบว่า ไขมันนมและโปรตีนนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องภายหลังคลอด และสูงสุดในระยะท้ายของการให้นม (Silvestre *et al.*, 2009; Boujenane and Elouaddi, 2021) ซึ่งหากพิจารณาในประชากรโคนมของประเทศไทย พบว่า ในช่วงปลายของฤดูร้อนและช่วงต้นของฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม–สิงหาคม) โคนมส่วนใหญ่อยู่ในระยะปลายของการให้นม สิ่งนี้อาจเป็นสาเหตุให้ผลผลิตน้ำนมในช่วงฤดูฝนมีไขมันนมและโปรตีนนมสูงที่สุด นอกจากนี้ ในฤดูฝน สภาพภูมิอากาศและสภาพ

แวดล้อมของประเทศไทยเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของพืชอาหารสัตว์ ซึ่งเพิ่มโอกาสให้เกษตรกรสามารถจัดการอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารหยาบคุณภาพ

ดีให้กับโคนมและเพียงพอต่อความต้องการโภชนาการนำไปสู่การให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ (Couvreur *et al.*, 2006)

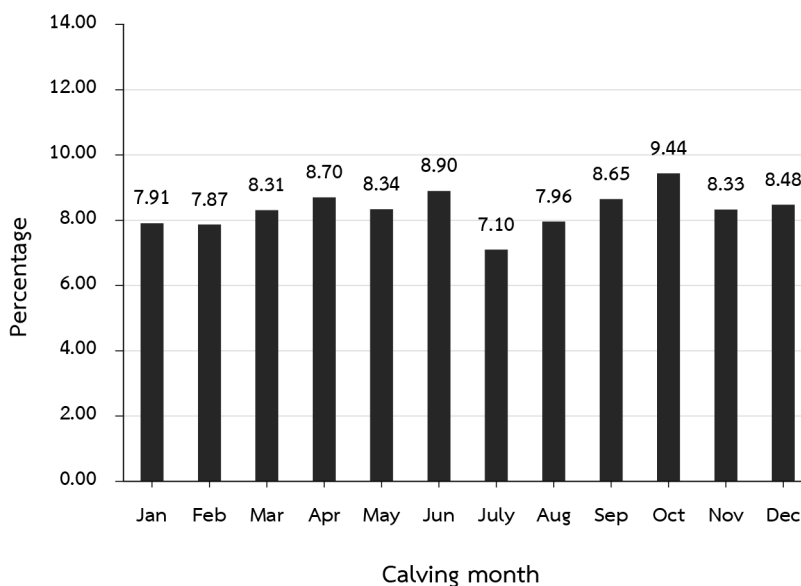


Figure 1 The monthly percentage of calving among Thai dairy cows throughout the year

ผลการศึกษาข้างต้นต่างจากการรายงานในประชากรโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (Salfer *et al.*, 2019) และประเทศเนเธอร์แลนด์ (Lu *et al.*, 2021) โดยพบว่า ไขมันนมและโปรตีนนมมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูหนาว ($P < 0.01$) ความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศและโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรโคนมรวมถึงรูปแบบของการจัดการฟาร์มโคนมอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความแตกต่างดังกล่าว ทั้งนี้ การรายงานผลการศึกษาในประชากรโคนมไทย (Jattawa *et al.*, 2016; Laodim *et al.*, 2019; Buaban *et al.*, 2020) พบว่า อัตราพันธุกรรมสำหรับไขมันนมอยู่ในช่วง 0.16–0.44 และโปรตีนนมอยู่ในช่วง 0.22–0.48 ซึ่งให้เห็นว่า การจัดการฟาร์มโคนมที่เหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการอาหาร (อาหารข้นและอาหารหยาบ) ให้กับโคนมมีความสัมพันธ์สูงต่อความผันแปรของไขมันนม (ร้อยละ 56–84) และโปรตีนในน้ำนม (ร้อยละ 52–78) ทั้งนี้ อาหาร

หยาบคุณภาพดี มีสัดส่วนของเยื่อใยที่ย่อยง่ายสูงมีส่วนสำคัญต่อการเพิ่มไขมันในน้ำนม ในทำนองเดียวกันอาหารที่มีโปรตีนสูงมีส่วนสำคัญต่อการเพิ่มโปรตีนในน้ำนม (Dewanckele *et al.*, 2020) การจัดการสัดส่วนอาหารข้นและอาหารหยาบรวมถึงการสร้างสมดุลของพลังงานและโปรตีนในอาหารให้เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการของโคนมเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้ หากโคได้รับอาหารหยาบและอาหารข้นในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม พลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการหรือได้รับมากเกินไปอาจทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพน้ำนมและสุขภาพของแม่โครีดนม (Negussie *et al.*, 2013) โดยเฉพาะในช่วงระยะแรกของการให้นม (6–8 สัปดาห์แรก) โคมักมีปัญหาเกี่ยวกับระบบเมแทบอลิซึม โดยเฉพาะภาวะแอสโตซิสและคีโตซิส เนื่องจากในช่วงนี้โคนมมีความต้องการพลังงานในอาหารสูงเพื่อการผลิตน้ำนมที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งภาวะแอสโตซิสเกิดขึ้นได้จากการจัดการให้อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่แตกตัวได้

เร็วในปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกในกระเพาะรูเมนเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้กระเพาะรูเมนมีสภาวะเป็นกรด (Gürtler and Schweigert, 2005) ในขณะที่ ภาวะคีโตซีสเกิดจากร่างกายโคขาดพลังงานจากการจัดการอาหารที่ไม่เพียงพอ ทำให้ร่างกายดึงพลังงานในรูปของกรดไขมันที่สะสมไว้ออกมาใช้แทนกลูโคสที่สามารถสังเคราะห์ได้จากอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตส่งผลให้มีความเข้มข้นของคีโตนในเลือดสูง (Gürtler and Schweigert, 2005)

ภาวะความผิดปกติทางเมแทบอลิซึมดังกล่าวสามารถประเมินทางอ้อมได้จากการพิจารณาสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในนํ้านม หากมีค่าน้อยกว่า 1.10 ชี้ให้เห็นว่าแม่โครีดนมอยู่ในสภาวะความเสี่ยงของการเกิดแอซิดอสิส และถ้ามีค่ามากกว่า 1.50 บ่งชี้ว่าแม่โครีดนมอยู่ในสภาวะความเสี่ยงของการเกิดคีโตซีส ในขณะที่ ค่าระหว่าง 1.10–1.50 แสดงให้เห็นว่าแม่โคนมมีสุขภาพปกติ (Vlcek *et al.*, 2016; Bunevski *et al.*, 2020; Gulinski and Socha, 2021) ทั้งนี้ เมื่อพิจารณา Table 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยสัดส่วนไขมันต่อโปรตีนในนํ้านมที่ผลิตได้จากโคนมในภาพรวมของแต่ละฤดูกาลอยู่ในช่วงปกติ (1.14–1.15) อย่างไรก็ตาม ค่าดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับสภาวะเสี่ยงต่อการเกิดแอซิดอสิสในโคนม ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ในทุกฤดูกาล เกษตรกรอาจให้อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่แตกตัวเร็วกับโคนมในปริมาณค่อนข้างมาก (มีสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมมากนักกับอาหารหยาบ) ดังนั้น การให้ความรู้และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการสัดส่วนอาหารข้นและอาหารหยาบที่เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการของโคนมแก่เกษตรกร อาจช่วยให้เกษตรกรสามารถผลิตนํ้านมที่มีประสิทธิภาพและจัดการกับปัญหาสุขภาพของโคนมได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ หากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลต่อโอกาสในการเกิดภาวะแอซิดอสิสและคีโตซีสในโคนม พบว่า ในทุกฤดูกาลมีกลุ่มแม่โครีดนมที่มีความเสี่ยงต่อภาวะแอซิดอสิส สุขภาพปกติ และมีความเสี่ยงต่อภาวะคีโตซีส โดยมีสัดส่วนของกลุ่มโคดังกล่าวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.4136$) ในแต่ละฤดูกาล โดยโคนมมีแนวโน้มความเสี่ยงต่อภาวะแอซิดอสิสสูงกว่าโคนมสุขภาพปกติและโคนมที่เสี่ยงต่อภาวะคีโตซีส ตามลำดับ ทั้งนี้ ในฤดูหนาวพบกลุ่มโคนมที่มีความเสี่ยงต่อภาวะแอซิดอสิส (ร้อยละ 15.81) สุขภาพปกติ (ร้อยละ 15.59) และเสี่ยงต่อภาวะคีโตซีส (ร้อยละ 3.38) มากที่สุด รองลงมาคือฤดูร้อน (เสี่ยงต่อภาวะแอซิดอสิส: ร้อยละ 15.42; สุขภาพปกติ: ร้อยละ 14.70; เสี่ยงต่อภาวะคีโตซีส: ร้อยละ 3.22) และน้อยที่สุดคือฤดูฝน (เสี่ยงต่อภาวะแอซิดอสิส: ร้อยละ 14.96; สุขภาพปกติ: ร้อยละ 13.74; เสี่ยงต่อภาวะคีโตซีส: ร้อยละ 3.19; Figure 2) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการเฝ้าระวังและจัดการการฟาร์มให้โคนมมีสุขภาพที่ดีตลอดทั้งปี (ทุกฤดูกาล) ดังนั้น การสร้างความเข้าใจและพัฒนาทักษะของเกษตรกรต่อการจัดการฟาร์มโดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการอาหารโคนมที่เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการทางโภชนาการของโคนมในแต่ละระยะการให้นม (เช่น ในระยะแรกของการให้นม โคนมให้ผลผลิตในปริมาณสูงควรให้สัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้น ร้อยละ 40:60 หรือควรได้รับปริมาณโปรตีนร้อยละ 20 ถึง 22 ในระยะกลาง ควรปรับสัดส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบเป็นร้อยละ 50:50 และระยะท้ายควรปรับเป็นร้อยละ 60:40 เป็นต้น; Department of Livestock Development, 2017) เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตนํ้านม รวมถึงการป้องกันความเสี่ยงและลดผลกระทบของการเกิดภาวะแอซิดอสิสและคีโตซีสของการดำเนินธุรกิจการผลิตโคนม

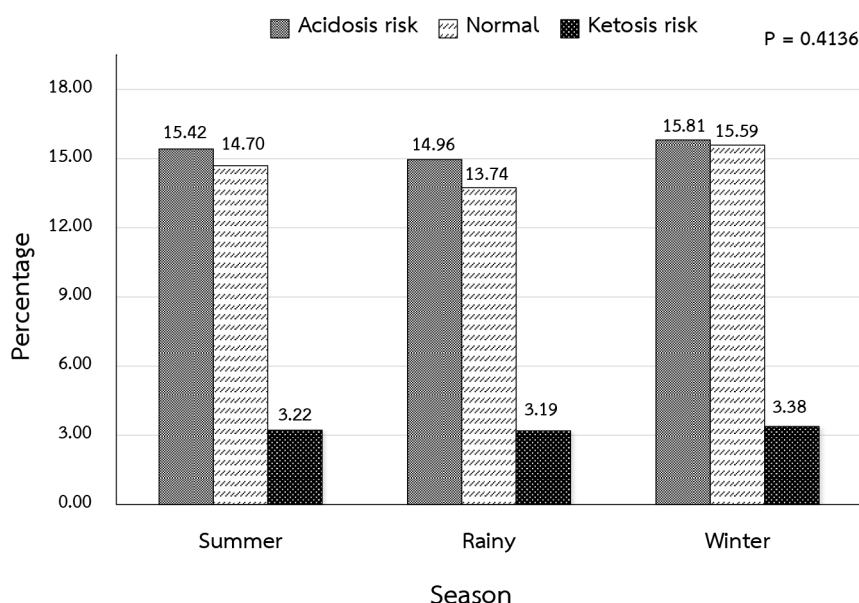


Figure 2 Influence of seasonal changes on the risk of acidosis, normal cases, and ketosis risk among Thai dairy cattle

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของการเกิดภาวะความผิดปกติของเมแทบอลิซึม (ภาวะแอสิดอสิสและภาวะคีโตสิส) ของประชากรโคนมไทย (Figure 3) พบว่า โคนมมีความเสี่ยงของการเกิดความผิดปกติดังกล่าวในแต่ละฤดูกาลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.4136$) โดยโคนมมีแนวโน้มความเสี่ยงของการเกิดทั้งภาวะแอสิดอสิส (ร้อยละ 34.23) และภาวะคีโตสิส (ร้อยละ 34.56) ในฤดูหนาว สูงกว่าในฤดูร้อน (ร้อยละ 33.37 และ 32.89 ตามลำดับ) และฤดูฝน (ร้อยละ 32.40 และ 32.56 ตามลำดับ) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากในช่วงฤดูหนาวโคนมในประชากรส่วนใหญ่อยู่ในช่วงต้นของการให้ผลผลิตน้ำนม (โคนมคลอดลูกมากที่สุดในช่วงเดือนตุลาคม; Figure 1) ส่งผลให้ในฤดูหนาวโค

ต้องการพลังงานและโปรตีนสูงเพื่อการให้ผลผลิตน้ำนมและฟื้นฟูสภาพร่างกายหลังคลอด ประกอบกับในฤดูหนาวมักประสบปัญหาขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี ด้วยข้อจำกัดด้านอาหารหยาบดังกล่าวเกษตรกรจึงจำเป็นต้องนำฟางข้าวมาทดแทนแหล่งอาหารหยาบ และเพิ่มการให้อาหารข้นเพื่อชดเชยคุณค่าทางโภชนาการให้เพียงพอต่อความต้องการของโคนม (Jaipipak *et al.*, 2020) สิ่งนี้ หากเกษตรกรขาดความเข้าใจ อาจก่อให้เกิดความไม่เหมาะสมของสัดส่วนอาหารหยาบและอาหารข้น หรือความไม่เหมาะสมต่อความต้องการของโภชนาการของโคนม นำไปสู่การเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดภาวะแอสิดอสิสและคีโตสิสในโคนมได้ (Looper, 2014)

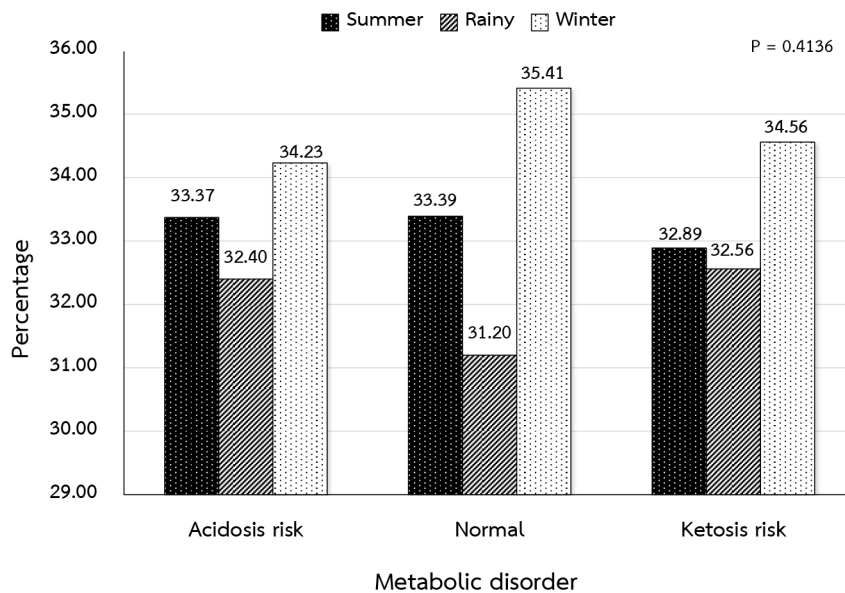


Figure 3 Percentage of risk in acidosis, normal cases, and risk in ketosis among Thai dairy cattle classified by seasons

ผลการศึกษาข้างต้นชี้ให้เห็นว่า ความสมดุลของโภชนาการและความต้องการของโคนมรวมถึงความเหมาะสมของการจัดสัดส่วนอาหารหยาบและอาหารข้นเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะหลังคลอดหรือช่วงต้นของการให้ผลผลิตน้ำนม (โคนมกลุ่มนี้มีสัดส่วนมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว; Figure 1) แม่โคนมในระยะนี้มีการกินได้ลดลงเนื่องจากความเครียดจากการคลอดลูก รวมถึงเป็นช่วงการเปลี่ยนถ่ายจากการอุ้มท้องเป็นการให้นม นอกจากนี้ยังเป็นช่วงที่ผลผลิตน้ำนมของแม่โคนมค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุด แม่โคนมในระยะนี้จึงต้องการพลังงานและสารอาหารสูงเพื่อใช้ในการสร้างผลผลิตน้ำนมและฟื้นฟูสภาพร่างกายหลังการคลอดลูก การให้อาหารข้นในสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้น (ประมาณร้อยละ 60 ของอาหารทั้งหมด) โดยคำนึงถึงพลังงานและโปรตีนในอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของแม่โคนมในระยะนี้ ควบคู่กับอาหารหยาบที่มีคุณภาพดีและมีความน่ากินสูง (ประมาณร้อยละ 40 ของอาหารทั้งหมด) รวมถึงเพิ่มมื้ออาหารให้กับ

โคนมในกลุ่มนี้เพื่อกระตุ้นการกินได้ของแม่โคนมมากขึ้น อาจช่วยลดภาวะพลังงานติดลบซึ่งนำไปสู่การป้องกันการเกิดความเสี่ยงของการเกิดคีโตซิสได้ดียิ่งขึ้น (Department of Livestock Development, 2017; Tufarelli *et al.*, 2024) อย่างไรก็ตาม การเพิ่มปริมาณอาหารข้นที่มีแหล่งของคาร์โบไฮเดรตแตกตัวเร็วสูง (เช่น มันสำปะหลัง และข้าวโพดบด เป็นต้น) เกษตรกรจำเป็นต้องคำนึงถึงโอกาสของการเกิดภาวะแอซิโดซิสที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ทั้งนี้ การให้อาหารหยาบคุณภาพดีที่มีขนาดเหมาะสมสำหรับการเคี้ยวเอื้อง (3–5 เซนติเมตร) อาจเป็นอีกแนวทางที่ช่วยป้องกันภาวะแอซิโดซิส โดยการเคี้ยวเอื้องในโคนมกระตุ้นให้เกิดการสร้างน้ำลายเพื่อคลุกเคล้ากับอาหารหยาบมากขึ้น ซึ่งน้ำลายมีคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ที่สามารถควบคุม pH หรือลดสภาวะความเป็นกรดในกระเพาะรูเมนได้ (Zebeli *et al.*, 2012; Department of Livestock Development, 2017) ด้วยเหตุนี้ การสร้างความเข้าใจด้านความต้องการโภชนาการของแม่โคนมทั้งในระยะ

ก่อนคลอดและระยะให้นมในแต่ละช่วง ความเหมาะสมของการจัดการอาหาร (สัดส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบ) ข้อจำกัดของการเพาะปลูกพืชอาหารสัตว์ในแต่ละฤดูกาล รวมถึงการวางแผนการจัดการพืชอาหารสัตว์ (เช่น การผลิต การรวบรวมผลผลิต และการเก็บรักษาผลผลิต เป็นต้น) ที่เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการของโคนมในทุกฤดูกาลอาจช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดภาวะแอซิโดซิสและคีโตซิส และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโคนมได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สรุป

การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลส่งผลต่อปริมาณน้ำนม ไขมันนม และโปรตีนนมที่ผลิตได้ของโคนมที่ถูกเลี้ยงดูในประเทศไทยแตกต่างกัน โคนมไทยสามารถผลิตน้ำนมเฉลี่ยสูงที่สุดในฤดูหนาว รองลงมาคือฤดูร้อน และน้อยที่สุดในฤดูฝน ในทางกลับกัน โคนมสามารถผลิตน้ำนมที่มีไขมันนมและโปรตีนนมสูงสุดในฤดูฝน รองลงมาในฤดูหนาว และต่ำที่สุดในฤดูร้อน เมื่อพิจารณาโอกาสในการเกิดภาวะแอซิโดซิสและคีโตซิสพบว่า ในแต่ละฤดูกาลมีโอกาสการเกิดภาวะดังกล่าวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยโคนมใน

ประชากรมีแนวโน้มความเสี่ยงของการเกิดทั้งภาวะแอซิโดซิสและคีโตซิสมากในฤดูหนาว รองลงมาคือฤดูร้อน และต่ำที่สุดในฤดูฝน การสร้างความเข้าใจในการจัดการอาหารโคนมที่เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการของโคนมในแต่ละระยะการให้นม รวมถึงการวางแผนจัดการพืชอาหารสัตว์ เช่น การผลิต รวบรวมผลผลิต และการเก็บรักษาเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ในแต่ละฤดูกาล อาจนำไปสู่การป้องกันความเสี่ยงของปัญหาสุขภาพของโคนม และเพิ่มศักยภาพการผลิตน้ำนมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการระบบผลิตและพัฒนาเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม [FF(KU)51.67] ภายใต้การพัฒนาระบบวิจัยเฉพาะทางด้านพันธุศาสตร์สัตว์เขตร้อนชื้น (Tropical Animal Genetics Special Research Unit) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย และเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทุกท่านสำหรับความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Bauman, D.E. and J.M. Griinari. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annu. Rev. Nutr.* 23: 203–227. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.23.011702.073408>.
- Bondan, C., J.A. Folchini, M. Noro, D.L. Quadros, K.M. Machado and F.H.D. González. 2018. Milk composition of Holstein cows: A retrospective study. *Ciênc. Rural* 48(12): e20180123. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180123>.
- Boujenane, I. and E. Elouaddi. 2021. Lactation curves for milk yield and composition of Moroccan Holstein dairy cows. *Iran. J. Appl. Anim. Sci.* 11(4): 697–705.
- Buaban, S., S. Puangdee, M. Duangjinda and W. Boonkum. 2020. Estimation of genetic parameters and trends for production traits of dairy cattle in Thailand using a multiple-trait multiple-lactation test day model. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 33(9): 1387–1399. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0141>.

- Bunevski, G., J. Nikitovic, M. Radevska, J. Prisenk, A. Klincarov and G. Temov. 2020. Milk protein and fat ratio as an indicator for methabolic disorders in dairy cows. *Zbornik Radova* 1: 271–277.
- Carrari, I.F., J.K. Poncheki, M. Poczynek, J.A. Horst and R. de Almeida. 2023. Milk fat to protein ratio in the first test-day after calving on dairy cows. *Ciênc. Rural* 53(5): e20210690. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210690>.
- Coleman, J., K.M. Pierce, D.P. Berry, A. Brennan and B. Horan. 2010. Increasing milk solids production across lactation through genetic selection and intensive pasture-based feed system. *J. Dairy Sci.* 93(9): 4302–4317. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2591>.
- Couvreux, S., C. Hurtaud, C. Lopez, L. Delaby and J.L. Peyraud. 2006. The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *J. Dairy Sci.* 89(6): 1956–1969. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72263-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72263-9).
- Denis-Robichaud, J., J. Dubuc, D. Lefebvre and L. DesCôteaux. 2014. Accuracy of milk ketone bodies from flow-injection analysis for the diagnosis of hyperketonemia in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97(6): 3364–3370. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6744>.
- Department of Livestock Development. 2017. Dairy cattle feed. Available Source: https://region5.dld.go.th/webnew/images/stories/2560/idp2_60/12%20m%2023.pdf, 21 March, 2024. (in Thai)
- Dewanckele, L., P.G. Toral, B. Vlaeminck and V. Fievez. 2020. Invited review: Role of rumen biohydrogenation intermediates and rumen microbes in diet-induced milk fat depression: An update. *J. Dairy Sci.* 103(9): 7655–7681. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17662>.
- Drackley, J.K., H.M. Dann, G.N. Douglas, N.A.J. Guretzky, N.B. Litherland, J.P. Underwood and J.J. Looor. 2005. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Ital. J. Anim. Sci.* 4(4): 323–344. <https://doi.org/10.4081/ijas.2005.323>.
- Duffield, T.F., D.F. Kelton, K.E. Leslie, K.D. Lissemore and J.H. Lumsden. 1997. Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. *Can. Vet. J.* 38(11): 713–718.
- Enemark, J.M.D., R.J. Jorgensen and P. Enemark. 2002. Rumen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects of subclinical rumen acidosis: A review. *Vet. Zootech.* 20(42): 16–29.

- Fleischer, P., M. Metzner, M. Beyerbach, M. Hoedemaker and W. Klee. 2001. The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84(9): 2025–2035. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)74646-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)74646-2).
- Gulinski, P. and S. Socha. 2021. The relationship between milk fat to protein ratio and selected production traits of Polish Holstein-Friesian cows. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 39(3): 213–223.
- Gürtler, H. and F.J. Schweigert. 2005. Physiologie der lactation, pp. 572–593. *In* W.V. Engelhardt and G. Breves, eds. *Physiologie der Haustiere*. Enke Verlag, Stuttgart, Germany.
- Hashemi, A. and M. Nayeboor. 2008. Estimates of genetic and phenotype parameters for milk production in Iran Holstein-Friesian cows. *Res. J. Biol. Sci.* 3: 678–682.
- Heuer, C., Y.H. Schukken and P. Dobbelaar. 1999. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 82(2): 295–304. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(99\)75236-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(99)75236-7).
- Jaipipak, C., W. Maneerat and W. Maksiri. 2020. Good agricultural practice for dairy cattle farm of dairy farmer in Prachuap Khiri Khan province. *King Mongkut's Agr. J.* 38(4): 563–570. (in Thai)
- Jattawa, D., M.A. Elzo, S. Koonawootrittriron and T. Suwanasopee. 2016. Genomic-polygenic and polygenic evaluations for milk yield and fat percentage using random regression models with Legendre polynomials in a Thai multibreed dairy population. *Livest. Sci.* 188: 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.04.019>.
- Koonawootrittriron, S., M.A. Elzo and T. Thongprapi. 2009. Genetic trends in a Holsteinxother breeds multibreed dairy population in Central Thailand. *Livest. Sci.* 122(2–3): 186–192. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.08.013>.
- Laodim, T., M.A. Elzo, S. Koonawootrittriron, T. Suwanasopee and D. Jattawa. 2019. Genomic-polygenic and polygenic predictions for milk yield, fat yield, and age at first calving in Thai multibreed dairy population using genic and functional sets of genotypes. *Livest. Sci.* 219: 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.008>.
- Leblanc, S. 2010. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *J. Reprod. Dev.* 56(S): S29–S35. <https://doi.org/10.1262/jrd.1056S29>.
- Looper, M. 2014. Factors Affecting Milk Composition of Lactating Cows. Agriculture and Natural Resources, Department of Agriculture Research and Extension, University of Arkansas System, Arkansas, USA.

- Lu, H., Y. Wang and H. Bovenhuis. 2021. Phenotypic and genetic effects of season on milk production traits in dairy cattle in the Netherlands. *J. Dairy Sci.* 104(4): 4486–4497. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19615>.
- Mäntysaari, P., E.A. Mäntysaari, T. Kokkonen, T. Mehtiö, S. Kajava, C. Grelet, P. Lidauer and M.H. Lidauer. 2019. Body and milk traits as indicators of dairy cow energy status in early lactation. *J. Dairy Sci.* 102(9): 7904–7916. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15792>.
- Negussie, E., I. Strandén and E.A. Mäntysaari. 2013. Genetic associations of test-day fat: protein ratio with milk yield, fertility, and udder health traits in Nordic Red cattle. *J. Dairy Sci.* 96(2): 1237–1250. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5720>.
- Othmane, M.H., M.B. Hamouda and H. Hammami. 2004. Multivariate animal model estimates of genetic, environmental and phenotypic correlations for early lactation milk yield and composition in Tunisian Holstein-Friesians. *Interbull Bulletin* 32: 129–132.
- Owens, F.N., D.S. Secrist, W.J. Hill and D.R. Gill. 1998. Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 76(1): 275–286. <https://doi.org/10.2527/1998.761275x>.
- Raboisson, D., M. Mounié and E. Maigné. 2014. Diseases, reproductive performance, and changes in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: A meta-analysis and review. *J. Dairy Sci.* 97(12): 7547–7563. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8237>.
- Salfer, I.J., C.D. Dechow and K.J. Harvatine. 2019. Annual rhythms of milk and milk fat and protein production in dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 102(1): 742–753. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15040>.
- SAS. 2014. SAS® OnDemand for Academics: User’s Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Seangjun, A., S. Koonawootrittriron and M.A. Elzo. 2009. Characterization of lactation patterns and milk yield in a multibreed dairy cattle population in the Central Thailand. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 43: 74–82.
- Silvestre, A.M., A.M. Martins, V.A. Santos, M.M. Ginja and J.A. Colaço. 2009. Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows: A full approach. *Livest. Sci.* 122(2–3): 308–313. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.09.017>.
- Tufarelli, V., N. Puvaca, D. Glamocic, G. Pugliese and M.A. Colonna. 2024. The most important metabolic diseases in dairy cattle during the transition period. *Animals* 14(15): 816. <https://doi.org/10.3390/ani14050816>.

- Vallejo-Timarán, D., J. Reyes-Vélez, J. VanLeeuwen, J. Maldonado-Estrada and J. Astaiza-Martínez. 2020. Incidence and effects of subacute ruminal acidosis and subclinical ketosis with respect to postpartum anestrus in grazing dairy cows. *Heliyon* 6(4): e03712. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03712>.
- Vlcek, M., J. Zitny, R. Kasarda. 2016. Changes of fat-to-protein ratio from start to the mid-lactation and the impact on milk yield. *J. Cent. Eur. Agric.* 17(4): 1194–1203. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/17.4.1830>.
- Yeamkong, S., S. Koonawootrittriron, M.A. Elzo and T. Suwanasopee. 2010. Effect of experience, education, record keeping, labor and decision making on monthly milk yield and revenue of dairy farms supported by a private organization in Central Thailand. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 23(6): 814–824. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90477>.
- Zebeli, Q., J.R. Aschenbach, M. Tafaj, J. Boguhn, B.N. Ametaj and W. Drochner. 2012. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 95(3): 1041–1056. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4421>.