

ผลของการเสริมไอโซควิโนลีน อัลคาลอยด์ ต่อผลผลิตน้ำนมและภาวะความเครียดจากความร้อนในแพะนมพันธุ์ซาเนนที่เลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมเขตร้อน

Effects of isoquinoline alkaloids supplementation on milk yield and heat stress condition in Saanen goats raised under tropical area

หนึ่งนุช สายปิ่น^{1*}, รัชดา สาดตระกูลวัฒนา¹ และ มาริสา แก้วสุวรรณ¹

Nungnuch Saipin^{1*}, Rachada Sadtragoolwatana¹ and Marisa Kaewsuwan¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก บางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240

¹ Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Huamark, Bangkok, 10240

บทคัดย่อ: การเลี้ยงแพะนมภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้นส่งผลกระทบต่อการศึกษาประสิทธิภาพของการเสริมไอโซควิโนลีน อัลคาลอยด์ (Isoquinoline alkaloids; IQA) ต่อผลผลิตน้ำนมและระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนคอร์ติซอลในแพะ แพะนมพันธุ์ซาเนนระยะท้าย (วันที่ 60-102 ของการให้นม) จำนวน 12 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มทดลองเสริม IQA ขนาด 1 ก./วัน วัดปริมาณผลผลิตน้ำนม เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์ระดับคอร์ติซอลในเลือดด้วยชุดทดสอบ ELISA ผลการศึกษาพบว่าแพะกลุ่มทดลองที่เสริม IQA มีผลผลิตน้ำนมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในวันที่ 14 ของการทดลองให้สารเสริม ยิ่งไปกว่านั้นผลผลิตน้ำนมของกลุ่มทดลองยังคงสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แม้หยุดการเสริม IQA ปริมาณการกินอาหารหยาบแม้ไม่มีความแตกต่าง ($P > 0.05$) แต่พบว่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม 3.77% หลังจากการเสริม IQA และ 5.88% แม้หลังจากหยุดให้ IQA ระดับคอร์ติซอลของแพะทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า ผลของการเสริม IQA ช่วยรักษาระดับการกินอาหารหยาบของแพะ และช่วยให้แพะมีความทนทานต่อการให้นม ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำนม อย่างไรก็ตามระดับฮอร์โมนคอร์ติซอลซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของความเครียดจากความร้อนของแพะไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเสริม IQA ในการศึกษาครั้งนี้ส่งผลต่อความเครียดจากความร้อนในแพะ

คำสำคัญ: ไอโซควิโนลีน อัลคาลอยด์; ความเครียดจากความร้อน; แพะนมพันธุ์ซาเนน

ABSTRACT: In tropical areas, high ambient temperature is a fundamental factor that cause heat stress and directly decreases in milk production of dairy goat. The objective of this research was to investigate the efficacy of isoquinoline alkaloids (IQA) supplementation on milk yield and cortisol concentration in goats. Twelve late lactating (60-102 days in milk; DIM) Saanen goats were allocated into two groups. Group 1 as control group, Group 2 as treatment group which supplemented with IQA 1 g/day. Milk production was measured, blood samples were collected to measure plasma cortisol concentration using ELISA kit. The results showed that milk production of the IQA group was significantly higher than the control group ($P < 0.05$) during 14 days after supplementation. Moreover, milk production of IQA group was remained significantly higher than that the control group ($P < 0.05$) even though discontinuation of IQA supplementation. Although there was no significant difference in roughage intake ($P > 0.05$), it was 3.77% higher than that control group during IQA supplementation and 5.88% even no supplemented with IQA. There was no significant difference in cortisol levels between both groups ($P > 0.05$). In conclusion, the effects of IQA supplementation maintained the amount of roughage intake of the goats, and improved persistency resulting in increased milk production. However, there was no change ($P > 0.05$) in the levels of heat stress indicator cortisol

* Corresponding author: snungnuch@gmail.com

Received: date; August 1, 2022 Accepted: date; February 7, 2023 Published: date; May 10, 2023

hormone in goats. The results of this investigation reveal that IQA supplementation has no impact on goats under heat stress.

Keywords: Isoquinoline alkaloids; heat stress; Saanen goats

บทนำ

แพะเป็นปศุสัตว์ที่สำคัญชนิดหนึ่งที่สามารถให้ผลผลิตทั้งน้ำนมและเนื้อ การเลี้ยงแพะมีขั้นตอนและวิธีเลี้ยงไม่ยุ่งยาก แนวคิดการเลี้ยงแพะจึงสามารถตอบโจทย์การทำปศุสัตว์ในปัจจุบันได้ เนื่องจากแพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก การลงทุนในการเลี้ยงจึงมีมูลค่าต่ำกว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่พวกโคเนื้อ โคนม และกระบือ ช่วยให้การคืนทุนเร็ว เหมาะกับเกษตรกรรายย่อยที่มีรายได้น้อย ปัจจุบันเกษตรกรหันมาเลี้ยงแพะเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะแพะนมที่สามารถให้ผลผลิตน้ำนมที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ไขมันในนมแพะย่อยได้ง่าย เนื่องจากขนาดของไขมันที่เล็กและมีปริมาณกรดไขมันสายสั้นและสายกลางสูง โดยนมแพะมีกรดไลโนเลอิก (linoleic acids) ปริมาณสูงกว่านมโค (Haenlein, 2004) มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ส่งเสริมการเจริญเติบโต และการป้องกันโรค ประโยชน์ที่สำคัญอีกประการคือ โปรตีนในน้ำนมแพะมีผลต่อการแพ้น้อยกว่านมโค เนื่องจากการแพ้นมเป็นผลมาจากการแพ้โปรตีนในนมชนิด $\alpha s1$ -เคซีน ($\alpha s1$ -casein) ซึ่งนมแพะมี $\alpha s1$ -เคซีนน้อยกว่านมสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น จึงก่อให้เกิดการแพ้ได้น้อยกว่านมโค (Yadav et al., 2016) นอกจากนี้นมแพะยังมีราคาสูงและเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทำให้มีความต้องการเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563) ส่งผลให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกษตรกรได้รับมีมูลค่าสูงตามไปด้วย อย่างไรก็ตามการเลี้ยงแพะนมในประเทศไทยซึ่งมีสภาพอากาศร้อนมากในฤดูร้อน และไม่หนาวเย็นในฤดูหนาว ผนวกกับการให้ผลผลิตน้ำนมของแม่แพะพันธุ์ซาเนน (Saanen goats) ซึ่งเป็นแพะสายพันธุ์ให้นมที่มีถิ่นกำเนิดจากประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ลักษณะเด่นคือมีอัตราการให้นมสูง (หนึ่งนุช, 2551) เมื่อถูกเลี้ยงดูภายใต้สภาพอากาศร้อนร่วมกับการเผาผลาญพลังงานในร่างกายสูงจากการให้ผลผลิตน้ำนมตามลักษณะประจำพันธุ์ ย่อมทำให้สัตว์เกิดความเครียดเพิ่มขึ้น สภาพดังกล่าวมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตและการเกิดความเครียดจากความร้อน (heat stress) นั่นคือ ภาวะที่เกิดความไม่สมดุลระหว่างการสร้างความร้อนและการระบายความร้อนออกจากร่างกาย ทำให้สัตว์มีอุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อการทำงานที่ของระบบต่างๆ ในร่างกาย ตัวอย่างเช่น การรักษาสมดุลฮอร์โมน (Mabjeesh et al., 2013) การเจริญเติบโต (Hamzaoui et al., 2013) ระบบภูมิคุ้มกัน (Alam et al., 2013) และให้ผลผลิตน้ำนมลดลงต่ำลงในที่สุด (Chaiyabutr et al., 2008) ดังนั้นการให้สารเสริมอาหาร (feed additive) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำนมและลดความเครียดจากความร้อน โดยเฉพาะในแพะนมที่เลี้ยงในประเทศเขตร้อนที่มีภูมิระยการให้นมสั้น ปริมาณน้ำนมลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีความทนของการให้นมต่ำ (low persistency) (Saipin et al., 2013) ดังนั้นหากมีการใช้สารเสริมอาหารช่วยรักษาสภาพความทนของการให้นมไม่ให้ลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ย่อมส่งผลต่อปริมาณผลผลิตน้ำนมตลอดระยะเวลาการให้นมของแพะ และยังหวังผลต่อการช่วยบรรเทาความเครียดจากความร้อนของสัตว์อีกด้วย มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารเสริมอาหารประเภทต่างๆ ในแพะ เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและการเพิ่มปริมาณผลผลิต เช่น เมทไธโอนีน (Madsen et al., 2005) โคลิ้น (Banskalieva et al., 2005) และบีเทน (Fernández et al., 2004; Saipin et al., 2013) ทั้งนี้บีเทนยังมีประโยชน์ในด้านการลดผลกระทบของความเครียดจากความร้อนและทำให้การตอบสนองของภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อดีขึ้น (He et al., 2015) นอกจากนี้การใช้สารเสริมอาหารจากสมุนไพรหรือสารที่ได้จากธรรมชาติเป็นวัตถุดิบหลักยังเป็นอีกทางเลือกที่ในปัจจุบันนี้เกษตรกรและผู้ผลิตต่างสนใจและให้ความสำคัญมากยิ่งขึ้น โดยหวังผลในการลดการใช้สารเคมีและการลดโอกาสการเกิดสารตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ลดการใช้สารปฏิชีวนะเร่งการเจริญเติบโต (antibiotic growth promoters; AGPs) รวมถึงลดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการใช้สารเคมีในระยะยาว ทั้งนี้สารไอโซควิโนลีน อัลคาลอยด์ (isoquinoline alkaloids; IQA) จัดเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเตรียมจากต้นพืชชนิด *Macleaya cordata* (synonyms: *Bocconia cordata* Willd) (Samatadze et al., 2012) ซึ่งจัดเป็นพืชไม้ดอกยืนต้นในวงศ์ Poppy หรือ Papaveraceae หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ต้นพุ่มป๊อปปี้ (plume poppy) (Simpson, 2010) IQA ในผลิตภัณฑ์ Sangrovit (มก./ก. ของน้ำหนักแห้ง) มีสารอัลคาลอยด์หลักประกอบด้วย sanguinarine (32.08), chelerythrine (7.36), dihydrosanguinarine (3.14), protopine (7.93), allocryptopine (6.77) (Kosina et al., 2010) ที่ลักษณะผลิตภัณฑ์เป็นการใช้ใบและลำต้นมาบดละเอียด ทำให้สามารถนำมาผสมในอาหารสัตว์เพื่อใช้เป็นสารเสริมอาหารได้ โดยนิยมนำมาใช้กับปศุสัตว์กลุ่มสัตว์ปีกและสุกร (Mohammadi Gheisar and Kim, 2017) ประโยชน์ของสาร

IQA เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในลูกสุกรหย่านม เมื่อให้ในขนาด 50 ppm (Kantas et al., 2015) แม้ว่าการเสริม IQA ในขนาด 8 ก./ตัว/วัน ในโคนมมีผลน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานะความเครียดออกซิเดชัน (Weber et al., 2018) แต่บางรายงานเมื่อศึกษาในด้านการให้ผลผลิตพบว่าช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำนม และช่วยให้ค่าโซมาติกเซลล์ (somatic cells; SCC) ในน้ำนมโคลดลง (Bas, 2022) และมีผลการศึกษาศึกษาเกี่ยวกับการบรรเทาภาวะความเครียดจากความร้อนในแกะ โดยการให้ IQA จากผลิตภัณฑ์ Sangrovit ขนาด 0.5 ก./ตัว/วัน สามารถบรรเทาผลกระทบจากความร้อนที่รุนแรงต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของลูกแกะ (Estrada-Angulo et al., 2016) อีกทั้งยังมีผลช่วยในการบรรเทาและรักษาอาการอักเสบ โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของ Nuclear factor kappa B (NF-κB) ซึ่งเป็นโปรตีนคอมเพล็กซ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมการถอดรหัสดีเอ็นเอ (transcription factor) ที่กระตุ้นให้เกิดการตอบสนองต่อระบบภูมิคุ้มกัน (Berkes et al., 2003; Lin et al., 2017)

อย่างไรก็ตามความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ IQA เสริมในแพะยังต้องศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้มีข้อมูลมากพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเสริม IQA ต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำนมในแพะนมพันธุ์ชาเนนกลุ่มที่ได้รับและไม่ได้รับการเสริม IQA และเปรียบเทียบระดับคอร์ติซอลที่เป็นตัวบ่งชี้ความเครียดจากความร้อน โดยทำการศึกษาในแพะระยะท้ายของการให้นม (late lactation) ที่เลี้ยงภายใต้สภาพการเลี้ยงที่เกิดขึ้นจริงในฟาร์ม เพื่อเป็นแนวทางตัดสินใจเลือกใช้ในการเลี้ยงสัตว์ต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

แพะนมพันธุ์ชาเนน ระดับสายเลือดมากกว่า 87% อยู่ในช่วงระยะท้ายของการให้นม (วันที่ 60-102 ของการให้นม) อายุระหว่าง 3-6 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 38-46 กก. ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 1.2 กก. จำนวน 12 ตัว ทุกตัวมีสุขภาพร่างกายสมบูรณ์ แข็งแรง และไม่พบอาการป่วยด้วยโรคเต้านมอักเสบ แผนงานทดลองดำเนินไปพร้อมกัน โดยแบ่งแพะเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (Control) และกลุ่มทดลอง (IQA) กลุ่มละ 6 ตัว มีระยะเวลาการทดลอง 43 วัน เริ่มตั้งแต่วันที่ 60 และสิ้นสุดวันที่ 102 ของการให้นม (Days in milk; DIM) โดยแพะทั้ง 2 กลุ่ม ไม่ได้รับการเสริมด้วย IQA ตลอดการทดลอง ยกเว้นในระหว่างวันที่ 61-88 DIM แพะกลุ่มทดลองได้รับ IQA (Sangrovit® Extra, ANC Animal Nutrition Center, Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH) ขนาด 1 ก./ตัว/วัน (ดัดแปลงจาก Estrada-Angulo et al., 2016) โดยวิธีบรรจุในแคปซูลและป้อนให้กินเป็นรายตัว แพะทั้งหมดถูกเลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมของการเลี้ยงจริงภายในฟาร์มของเกษตรกรเขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร เป็นสถานที่เลี้ยงแต่เดิมที่แพะคุ้นเคย เพื่อหลีกเลี่ยงความเครียดจากการย้ายที่ โดยเลี้ยงแพะในคอกรวม จำนวน 2 คอก ขนาดคอกกว้าง-ยาว 6 x 6 ม. บนโรงเรือนยกพื้นสูง 2 ม. มีหลังคากันแดด ไม่มีผนัง พื้นคอกเป็นร่องไม้ระแนงเพื่อรักษาความสะอาดได้ง่ายและมีการระบายอากาศที่ดี

การเก็บตัวอย่างและบันทึกข้อมูล

บันทึกอุณหภูมิแวดล้อม (Ambient temperature; T) หน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C) และค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity; RH) บันทึกเป็นหน่วยร้อยละ (%) ภายในคอกแพะ เวลา 07.00, 13.00 และ 19.00 น. ตลอดระยะการทดลอง โดยมีระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงสิงหาคม ด้วยเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ (EL-USB-2-LCD, Lascar electronics, Kwun Tong, Hong Kong) และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีอุณหภูมิและความชื้น (Temperature humidity index; THI) ตามสมการโดยอ้างอิงจาก National Research Council (NRC, 1971) ดังนี้

$$THI = ((1.8 \times T) + 32) - [(0.55 - (0.0055 \times RH)) \times ((1.8 \times T) - 26.8)]$$

โดยที่: T = ค่าอุณหภูมิแวดล้อม หน่วย °C

RH = ความชื้นสัมพัทธ์ หน่วย %

บันทึกอัตราการหายใจ (Respiration rate: RR) จากการนับการเคลื่อนไหวขึ้นลงของสวาปเป็นจำนวนครั้งต่อเวลาเป็นนาที (ครั้ง/นาที) จากนั้นทำการบันทึกอุณหภูมิทวารหนัก (Rectal temperature: Tr) ด้วยปรอทวัดไข้ (digital clinical thermometer

C202, Terumo, Tokyo, Japan) โดยสอดเข้าทางทวารหนักของแพะแต่ละตัวนาน 2 นาที บันทึกค่าอุณหภูมิทวารหนักหน่วยเป็น °C การบันทึกค่าอัตราการหายใจและอุณหภูมิทวารหนักของแพะทุกตัว ทำทุกวันในเวลา 13.00 น. ตลอดระยะเวลาทดลอง

อาหารที่ใช้ระหว่างการทดลองเป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดสูตรสำหรับแพะระยะให้นม ระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 18% โดยให้กินปริมาณ 200 ก./ตัว/วัน วันละครั้ง ในเวลา 15.00 น. อาหารหยาบใช้หญ้าแพงโกล่าแห้ง มีให้กินเต็มที่ตลอดเวลาตามความต้องการ น้ำดื่มสะอาดตั้งไว้ให้แม่แพะได้กินตลอดเวลา แร่ธาตุก้อนแขวนไว้ภายในคอกสำหรับให้แพะสามารถเลียกินได้อย่างอิสระ เก็บตัวอย่างอาหารชิ้นสำเร็จรูปโดยวิธีการสุ่มเก็บจากกระสอบอาหารปริมาณ 200 ก. และหญ้าแพงโกล่าแห้งสุ่มเก็บจากก้อนหญ้าอัดแห้ง ปริมาณ 200 ก. ทุกสัปดาห์ ละครั้ง นำตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดที่เก็บได้มาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วนำไปบดละเอียด ซังน้ำหนัก และวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร (proximate analysis) (AOAC, 1990) ประกอบด้วย วัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า และ วิเคราะห์เยื่อใย Neutral detergent fiber (NDF) และ acid detergent fiber (ADF) ตามวิธีของ Van Soest et al. (1991)

การเก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลรวมปริมาณการกินหญ้าแห้งของแพะทั้งคอกของแต่ละกลุ่มการทดลอง โดยชั่งน้ำหนักหน่วยเป็น กก. ในเวลา 15.00 น. ของทุกวัน ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักหญ้าแพงโกล่าแห้งที่ให้ หักลบกับหญ้าส่วนที่เหลือจากการกิน การบันทึกปริมาณผลผลิตน้ำนมวันที่ 60-102 ของการให้นม ด้วยวิธีรีดด้วยมือในเวลา 15.00 น. และปฏิบัติตามมาตรการรักษาความสะอาดของการรีดนมโดยเช็ดล้างเต้านมด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อเจือจาง และตรวจน้ำนมด้วยน้ำยา CMT (California mastitis test) เพื่อคัดกรองภาวะเต้านมอักเสบในแพะทุกตัวก่อนรีดนมทุกครั้ง ข้อมูลปริมาณน้ำนมบันทึกโดยชั่งน้ำหนักหน่วยเป็น กก. การเก็บตัวอย่างน้ำนมและตัวอย่างเลือดดำเนินการในวันที่ 60 (Pretreatment), 88 (Treatment) และ 102 (Post-treatment) เก็บตัวอย่างน้ำนมปริมาณ 30 มล./ตัว บรรจุขวดพลาสติกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 °C เพื่อวิเคราะห์หาส่วนประกอบในน้ำนม (milk compositions) ด้วยเครื่อง Milkoscan (FT2; Foss, Hilleroed, Denmark) เก็บตัวอย่างเลือดในเวลา 13.20 น. หลังจากบันทึกค่าอัตราการหายใจและอุณหภูมิทวารหนักของแพะทุกตัวแล้ว โดยเจาะเลือดจากหลอดเลือดดำใหญ่ที่คอ (jugular vein) ปริมาณ 3 มล./ตัว ใส่ในหลอดเก็บเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดและเก็บในกล่องเก็บความเย็น ขนส่งถึงห้องปฏิบัติการเพื่อนำเลือดที่ได้มาปั่นเหวี่ยงแยกส่วนเม็ดเลือดแดงและพลาสมา ด้วยเครื่องปั่นตกตะกอน (Beckman CS-15R Centrifuge, Indianapolis, USA) ความเร็ว 4,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4 °C และเก็บรักษาพลาสมาที่อุณหภูมิ -20 °C เพื่อวิเคราะห์ระดับคอร์ติซอลด้วยชุดทดสอบ Goat cortisol ELISA (CBS-E18048G, CUSABIO, Houston, USA)

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดลองแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจ อุณหภูมิทวารหนัก ผลผลิตน้ำนม ส่วนประกอบในน้ำนม และระดับคอร์ติซอลระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่ม IQA ใช้การทดสอบแบบ Unpair t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 16

ผลการศึกษาและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดพบว่ามีความโปรตีนหยาบ เยื่อใย NDF และ ADF คิดเป็น 19.79 ± 0.23 , 62.17 ± 0.38 และ 23.36 ± 0.37 ตามลำดับ หญ้าแพงโกล่าแห้งมีความโปรตีนหยาบ 8.63 ± 0.64 ค่าเยื่อใย NDF และ ADF คิดเป็น 70.54 ± 0.39 และ 28.70 ± 0.37 ตามลำดับ (Table 1) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแพะทุกตัวได้รับอาหารที่มีความเข้มข้นตามคำแนะนำของ NRC (1981) สภาพอุณหภูมิแวดล้อมและความชื้นสัมพัทธ์ในเวลา 13.00 น. ตลอดระยะเวลาทดลอง เมื่อนำมาคำนวณค่า THI ในวันที่ 60, 67, 74, 81, 88, 95 และ 102 DIM คิดเป็น 90.5 ± 0.3 , 90 ± 1.5 , 86 ± 2.2 , 88 ± 0.7 , 88 ± 1.0 , 89 ± 0.4 และ 90 ± 0.7 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2 การศึกษาสภาพภูมิอากาศในระหว่างการทดลอง ซึ่งมีระยะเวลาดำเนินการอยู่ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงสิงหาคม พบว่าอุณหภูมิแวดล้อมและความชื้นสัมพัทธ์สูง ส่งผลให้ค่า THI ตลอดระยะเวลาทดลองสูงสุด 90 และแม้ในช่วงเช้า (07.00 น.) และเย็น (19.00 น.) มีค่า THI 80 และ 83 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ที่สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติในเขตภาคกลางของไทยมีค่า THI สูงตลอดทั้งปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงบ่ายของทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อน (Saipin et al., 2020) จากสภาพอากาศในระหว่างการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าพื้นที่กรุงเทพมหานครที่ใช้เป็นสถานที่ในการทดลองจัดเป็นสภาพภูมิอากาศแบบเขตร้อน ตาม

เกณฑ์ค่า THI ซึ่งใช้เป็นค่าบ่งชี้ความเครียดของสัตว์ เพื่อตัดสินว่าสัตว์อาจเกิดความเครียดจากความร้อนอยู่ในระดับรุนแรง (Severe heat stress) (NRC, 1971) อย่างไรก็ตาม แพะเป็นสัตว์ที่สามารถปรับตัวและดำรงชีวิตอยู่ได้โดยไม่เกิดความเครียดจากความร้อนในสภาพของค่า THI ที่น้อยกว่า 82 และทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้แม้ค่า THI มากกว่า 86 (Silanikove, 2000a; Saipin et al., 2020) ต่างจากการใช้ค่า THI เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดความเครียดจากความร้อนในโค (Habeeb et al., 2018) ทั้งนี้ค่า THI ที่สูงกว่า 79 ทำให้เกิดความเครียดจากความร้อน ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิต การตอบสนองทางสรีรวิทยาของร่างกาย และการให้ผลผลิตน้ำนม (Chaiyabutr et al., 2008; Herbut and Angrecka, 2012; Herbut and Angrecka, 2017)

การให้ผลผลิตน้ำนมของแพะระหว่างการทดลอง นับตั้งแต่วันที่ 60, 67, 74, 81, 88, 95 และ 102 DIM (**Figure 1**) ผลการศึกษาพบว่า ในวันที่ 60 เป็นระยะก่อนทดลองเสริม IQA แพะทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำนมไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยแพะกลุ่มควบคุมและกลุ่ม IQA ให้นมเฉลี่ย 0.546 ± 0.012 และ 0.534 ± 0.009 กก./วัน ตามลำดับ ในวันที่ 67 เป็นระยะหลังจากให้ IQA เสริมแก่แพะกลุ่ม IQA แล้ว 7 วัน พบว่าการให้นมของแพะทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) คือ แพะกลุ่มควบคุมและกลุ่ม IQA ให้นมเฉลี่ย 0.567 ± 0.008 และ 0.558 ± 0.008 กก./วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหลังจากการทดลองให้ IQA เสริมแก่แพะกลุ่มทดลองในระยะเวลาต่อมาพบว่า ผลผลิตน้ำนมของแพะกลุ่ม IQA สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยวันที่ 74, 81 และ 88 DIM แพะกลุ่ม IQA ให้นมเฉลี่ย 0.591 ± 0.013 , 0.609 ± 0.006 และ 0.616 ± 0.014 กก./วัน และกลุ่มควบคุมให้นมเฉลี่ย 0.530 ± 0.008 , 0.523 ± 0.004 และ 0.507 ± 0.008 กก./วัน ตามลำดับ ยิ่งไปกว่านั้นในวันที่ 95 และ 102 DIM พบว่าผลผลิตน้ำนมของแพะกลุ่ม IQA (0.594 ± 0.010 และ 0.558 ± 0.009 กก./วัน) ยังคงสูงกว่าแพะกลุ่มควบคุม (0.513 ± 0.020 และ 0.509 ± 0.013 กก./วัน) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวเป็นระยะหลังจากหยุดให้ IQA ผลการศึกษาส่วนประกอบในน้ำนมของแพะกลุ่มควบคุมและกลุ่ม IQA ทั้งในระยะก่อนทดลอง ระยะทดลอง และระยะหลังทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ดังแสดงใน **Table 3** ทั้งนี้การให้ผลผลิตน้ำนมตามเกณฑ์ของแพะซาเนนซึ่งมีระยะการให้นม (lactation period) โดยเริ่มจากคลอดลูกไปจนถึงระยะหยุดรีดนมที่ประมาณ 180 วัน (Souza et al., 2014) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าระยะการให้นมของแพะซาเนนที่เลี้ยงดูในเขตกรุงเทพมหานครมีระยะเวลาประมาณ 90-100 วัน (Saipin et al., 2013) ทั้งนี้ช่วงเวลาที่มีการให้น้ำนมปริมาณสูงสุด (peak) คือช่วงวันที่ 10-30 หลังคลอด และหลังจากนั้นปริมาณน้ำนมค่อยๆ ลดลง จนถึงระยะท้ายของการให้นมในวันที่ 60-90 DIM (Jenness, 1980; Saipin et al., 2013) ผลการศึกษาปริมาณผลผลิตน้ำนมของแพะระหว่างการทดลองซึ่งเป็นแพะที่อยู่ในระยะท้ายของการให้นม พบว่ายังมีการให้นมปริมาณคงที่ โดยความทนของการให้นมคงอยู่เมื่อได้รับการเสริม IQA ทั้งนี้ปริมาณน้ำนมที่ไม่ลดลงอย่างรวดเร็วนี้ชี้ให้เห็นว่าสัตว์มีความทนของการให้นม ส่งผลต่อผลผลิตน้ำนมรวมตลอดระยะการให้นมของแพะ เหตุผลของความทนของการให้นมและการเพิ่มผลผลิตน้ำมนนี้อาจมาจากแพะมีสุขภาพดี สามารถปรับตัวและกินอาหารได้เป็นปกติแม้ถูกเลี้ยงภายใต้สภาพที่มีอากาศร้อน อีกทั้งการศึกษาผลของการเสริม IQA ต่อปริมาณการกินอาหารหยาบของแพะกลุ่มควบคุม ในระยะก่อนทดลอง ระยะทดลอง และระยะหลังทดลองคิดเป็น (0.55 ± 0.01 , 0.53 ± 0.01 และ 0.51 ± 0.02 กก./วัน) และกลุ่มทดลองที่เสริม IQA (0.54 ± 0.01 , 0.55 ± 0.02 และ 0.54 ± 0.01 กก./วัน) แม้พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ในแพะกลุ่มที่เสริม IQA มีแนวโน้มของการกินอาหารหยาบในปริมาณคงที่ และสม่ำเสมอ ไม่ลดลงตามช่วงเวลาที่ผ่านมาของระยะการทดลองเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยในกลุ่มทดลองระหว่างที่มีการเสริม IQA ปริมาณการกินอาหารหยาบสูงกว่ากลุ่มควบคุม 3.77% และระยะหลังจากหยุดให้ IQA ยังคงสูงกว่ากลุ่มควบคุมถึง 5.88% สิ่งนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้ปริมาณน้ำนมของแพะไม่ลดลงอย่างรวดเร็วในระยะท้ายของการให้นม

Table 1 Chemical compositions of feed components (% on dry matter basis)

Item	Roughage	Concentrate
Dry matter (%)	87.20±0.05	90.13±0.02
Crude protein (CP)	8.63±0.64	19.79±0.23
Neutral detergent fiber (NDF)	70.54±0.39	62.17±0.38
Acid detergent fiber (ADF)	28.70±0.37	23.36±0.37
Carbohydrate	46.70±1.03	52.27±0.73
Fat	0.23±0.04	1.84±0.28
Ash	4.62±0.04	5.04±0.08

Values are presented as mean±SE

Table 2 Environmental conditions during the experimental period

Item	DIM						
	60	67	74	81	88	95	102
Ambient temperature; T (°C)							
07.00 hr	27.5±0.7	27.3±0.4	27.1±0.1	27.1±0.3	28.8±0.3	27.1±0.1	27.3±0.3
13.00 hr	37.1±0.3	36.6±1.3	33.1±1.7	34.9±0.5	34.6±0.9	35.6±0.4	36.3±0.7
19.00 hr	30.4±1.1	29.1±0.8	28.4±0.7	28.9±0.5	29.6±1.1	29.0±0.5	29.3±0.8
Relative humidity; RH (%)							
07.00 hr	85.3±1.3	84.8±1.5	86.8±0.5	83.1±1.2	86.9±0.3	85.1±0.4	83.9±1.1
13.00 hr	63.0±0.7	65.3±2.4	67.5±2.6	64.9±0.5	67.7±2.2	65.2±0.7	64.4±1.2
19.00 hr	77.2±2.1	79.7±1.8	79.0±1.9	78.1±2.0	77.9±1.3	77.8±1.4	77.6±1.4
Temperature humidity index; THI							
07.00 hr	80±0.9	79±0.5	79±0.1	79±0.4	79±0.5	79±0.2	79±0.1
13.00 hr	92±0.3	90±1.5	86±2.2	88±0.7	88±1.0	89±0.4	90±0.7
19.00 hr	83±1.5	81±1.0	80±0.9	81±0.6	82±1.3	81±0.7	81±1.1

Values are presented as mean±SE

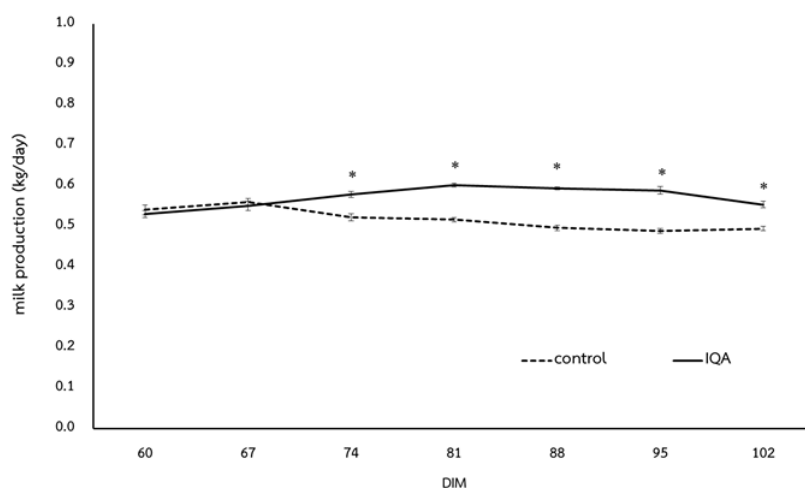


Figure 1 Effects of isoquinoline alkaloids (IQA) supplementation on milk production (kg/d) milking Saanen during the experimental period (* significantly different; $P < 0.05$)

Table 3 Effects of isoquinoline alkaloids (IQA) supplementation on milk compositions (g%) of the goats during the experimental period

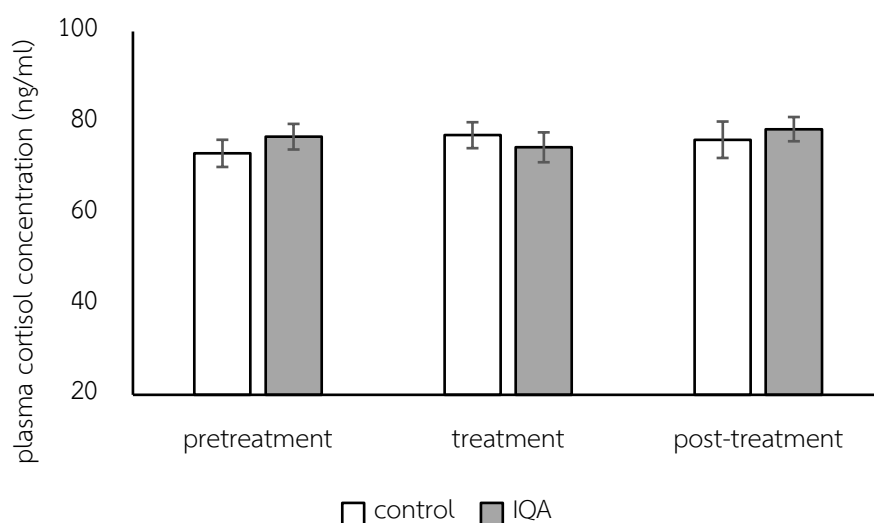
Milk composition	Experimental periods		
	Pretreatment	Treatment	Post-treatment
Fat (g%)			
Control	3.82±0.31	3.69±0.21	3.81±0.27
IQA	3.45±0.19	3.69±0.18	3.69±0.28
P-value	0.16	0.50	0.39
Protein (g%)			
Control	2.96±0.12	2.93±0.09	3.07±0.12
IQA	3.14±0.06	3.10±0.08	3.22±0.10
P-value	0.10	0.10	0.17
Lactose (g%)			
Control	4.56±0.03	4.55±0.07	4.24±0.07
IQA	4.53±0.33	4.54±0.12	4.27±0.23
P-value	0.34	0.46	0.16
Total solid (g%)			
Control	12.25±0.42	11.86±0.35	11.38±0.22
IQA	12.48±0.21	12.34±0.13	11.97±0.12
P-value	0.31	0.10	0.13
Solid not fat (g%)			
Control	8.52±0.12	8.66±0.09	8.28±0.14
IQA	8.67±0.16	8.77±0.07	8.55±0.15
P-value	0.24	0.18	0.12

Values are presented as mean±SE

Table 4 Effects of isoquinoline alkaloids (IQA) supplementation on respiration rate (breaths/minute) and rectal temperature (°C) during the experimental period

Item	DIM						
	60	67	74	81	88	95	102
Respiration rate; RR (breaths/minute)							
Control	72.0±8.4	75.2±9.6	73.2±12.4	64.4±10.4	70.2±6.0	52.6±11.1	56.8±3.5
IQA	88.2±12.0	82.3±13.3	88.2±11.3	93.7±17.0	84.7±12.4	76.8±9.3	65.2±8.9
P-value	0.16	0.34	0.20	0.10	0.18	0.06	0.22
Rectal temperature; Tr (°C)							
Control	39.60±0.24	39.24±0.23	39.08±0.24	39.14±0.25	39.20±0.22	39.24±0.21	39.08±0.12
IQA	39.58±0.16	39.63±0.20	39.48±0.10	39.57±0.15	39.62±0.14	39.63±0.15	39.18±0.10
P-value	0.48	0.12	0.06	0.08	0.07	0.07	0.26

Values are presented as mean±SE

**Figure 2** Effects of dietary isoquinoline alkaloids (IQA) supplementation on plasma cortisol concentration (ng/ml) of the goats during the experimental period

การศึกษาผลการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเครียดจากความร้อนในระดับร่างกายของแพะประกอบด้วย การวัดอัตราการหายใจและอุณหภูมิทวารหนัก (Table 4) เมื่อสภาพแวดล้อมที่มีค่า THI สูง ส่งผลต่อการตอบสนองของสัตว์โดยอุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น และหากว่าสัตว์ไม่สามารถควบคุมความสมดุลของอุณหภูมิร่างกายได้ย่อมทำให้เกิดความเครียดจากความร้อน (Silanikove, 2000b) โดยทั่วไปแล้วความเครียดจากความร้อนที่เกิดขึ้นในสัตว์เลี้ยงสามารถประเมินจากการตอบสนองด้านพฤติกรรม และสรีรวิทยานั้นคือการตอบสนองแบบมีลำดับขั้น (Collier et al., 2018) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดจากความเครียดจากความร้อนที่สามารถสังเกตและตรวจวัดได้ เช่น การเพิ่มการระบายความร้อนออกทาง การหายใจ ทำให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น (hyperpnea) และ

มีอาการหอบ (panting) (Hales and Webster, 1967) ทั้งนี้ตลอดระยะเวลาการทดลองในวันที่ 60, 67, 74, 81, 88, 95 และ 102 DIM อัตราการหายใจของแพะทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยแพะกลุ่มควบคุมมีอัตราการหายใจคิดเป็น 72.0 ± 8.4 , 75.2 ± 9.6 , 73.2 ± 12.4 , 64.4 ± 10.4 , 70.2 ± 6.0 , 52.6 ± 11.1 และ 56.8 ± 3.5 ครั้ง/นาที ตามลำดับ และแพะกลุ่มเสริม IQA มีอัตราการหายใจคิดเป็น 88.2 ± 12.0 , 82.3 ± 13.3 , 88.2 ± 11.3 , 93.7 ± 17.0 , 84.7 ± 12.4 , 76.8 ± 9.3 และ 65.2 ± 8.9 ครั้ง/นาที ตามลำดับ จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าแพะที่อยู่ในสภาวะที่มีสภาพแวดล้อมระดับเย็นสบาย มีอัตราการหายใจเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20-40 ครั้ง/นาที (Hamzaoui et al., 2013) แต่หากต้องอยู่ในสภาพอากาศร้อนอาจทำให้อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นถึง 90-140 ครั้ง/นาที (Nguyen et al., 2018; Saipin et al., 2020) หลังจากสัตว์มีการตอบสนองต่อความเครียดจากความร้อนแล้ว หากว่าร่างกายสัตว์ยังไม่สามารถควบคุมสมดุลของกลไกการสร้างความร้อนและการระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ ย่อมทำให้เกิดการแสดงออกทางสรีรวิทยาอีกชั้น คือ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทวารหนัก (Alam et al., 2013; Hamzaoui et al., 2013; Mabeesh et al., 2013) อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิทวารหนักของแพะพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทดลองอยู่ที่ 39°C ทั้ง 2 กลุ่ม ถึงแม้ว่าอุณหภูมิทวารหนักไม่ได้แสดงถึงค่าของอุณหภูมิแกน (core temperature) ของร่างกายที่แท้จริง แต่การใช้อุณหภูมิทวารหนักต่างเป็นที่ยอมรับในการใช้เป็นตัวชี้วัดอุณหภูมิร่างกายสัตว์ได้เช่นกัน และถือเป็นตัวแทนของค่าอุณหภูมิร่างกายสัตว์ที่ใช้อย่างแพร่หลาย โดยอุณหภูมิทวารหนักปกติของแพะอยู่ระหว่าง $39-40^{\circ}\text{C}$ (Mehrdad et al., 2012; Nguyen et al., 2018) และอาจเพิ่มขึ้นถึง $40-41^{\circ}\text{C}$ เมื่อต้องเผชิญกับสภาพอากาศร้อน ส่งผลให้เกิดความเครียดจากความร้อนขึ้นได้ (Alam et al., 2013; Mabeesh et al., 2013) จากการทดลองนี้ เมื่อนำค่า THI มาวิเคราะห์ร่วมกับอัตราการหายใจและอุณหภูมิทวารหนัก เพื่อใช้เป็นสิ่งบ่งชี้ถึงสภาพความเครียดจากความร้อน นั่นคือในสภาพแวดล้อมที่สัตว์เผชิญมีค่า THI สูง บ่งว่าเป็นสภาพที่ทำให้เกิดความเครียดจากความร้อน แต่เมื่อแพะมีอัตราการหายใจสูงเพื่อตอบสนองต่อความร้อนที่เพิ่มขึ้นจึงช่วยให้อุณหภูมิทวารหนักของแพะยังคงอยู่ในเกณฑ์ปกติที่ 39°C นอกจากนี้ตัวบ่งชี้สภาพความเครียดจากความร้อนที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งซึ่งนิยมนำมาใช้ในการตัดสินสภาวะความเครียดของสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นความเครียดนั้นมีสาเหตุจากสิ่งใด นั่นคือ ฮอร์โมนคอร์ติซอล หรือที่รู้จักโดยทั่วไปว่าเป็นฮอร์โมนความเครียด เนื่องจากความเครียดสามารถกระตุ้นให้แกน Hypothalamic pituitary adrenal axis (HPA) ที่เป็นกลุ่มของความสัมพันธ์และการตอบสนองต่อกันระหว่างไฮโปทาลามัส ต่อมพิทูอิทารี และต่อมหมวกไต ซึ่งเป็นส่วนของระบบประสาทต่อมไร้ท่อที่ควบคุมการตอบสนองของร่างกายต่อความเครียดและการทำงานต่างๆ ของร่างกาย (Whitnall, 1993) จากการทดลองนี้ ระดับคอร์ติซอลของแพะทั้งในระยะก่อนทดลอง ระยะทดลอง และระยะหลังทดลอง ของแพะกลุ่มควบคุม (73.17 ± 2.99 , 77.17 ± 2.86 และ 76.17 ± 4.01 นก./มล.) และกลุ่มทดลองที่เสริม IQA (76.83 ± 2.82 , 74.50 ± 3.29 และ 78.50 ± 2.67 นก./มล.) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) (Figure 2) ทั้งนี้มีรายงานก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นแล้วว่าคอร์ติซอลในแพะที่มีการเลี้ยงดูแบบมีกำหนดเวลาให้อาหารจะไม่รู้รูปแบบการหลังฮอร์โมนคอร์ติซอลในแบบรอบวัน แต่จะมีการหลังเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาก่อนการให้อาหาร (Eriksson and Teravainen, 1989; Alila-Johansson et al., 2003; Chergui et al., 2017) อีกทั้งยังมีความผันแปรของระดับคอร์ติซอลในแพะ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาถึงระดับคอร์ติซอลปกติที่สัมพันธ์กับความทนทานต่อความร้อนและสภาวะทางสรีรวิทยาที่แตกต่างกัน เช่น คอร์ติซอลในพลาสมาของแพะเบดูอินเพศผู้ (Bedouin) ในช่วงฤดูร้อนอยู่ที่ $12-17$ นก./มล. และในฤดูหนาว $8-10$ นก./มล. (Chergui et al., 2017) แพะอาร์ดี (Aardi) 30 นก./มล. (Al-Badwi et al., 2013) และลูกแพะพันธุ์ชานเนน 56 นก./มล. (Greenwood and Shutt, 1992) นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาระดับคอร์ติซอลของแพะนมพันธุ์ชานเนนที่เลี้ยงในเขตจังหวัดนครปฐมพบว่า ในช่วงเช้ามีค่าประมาณ 54 นก./มล. แต่มีระดับเพิ่มสูงขึ้นในช่วงบ่าย 85 นก./มล. อันเป็นผลมาจากการเกิดความเครียดจากความร้อน (Saipin et al., 2020) และเมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับผลการทดลองนี้ที่แพะต้องเผชิญกับค่า THI สูงตลอดทั้งวันอาจส่งผลให้แพะเกิดความเครียดจากความร้อน และมีผลต่อระดับคอร์ติซอลสูงขึ้นทั้งแพะในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการเสริม IQA สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริม IQA ไม่ส่งผลในการลดความเครียดจากความร้อนในแพะ ในทำนองเดียวกันนี้มีรายงานการศึกษาการเสริม IQA ขนาด 8 ก./ตัว/วัน ในโคนม พบว่ามีผลน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานะความเครียดออกซิเดชัน (Weber et al., 2018) อย่างไรก็ตามจากการสังเกตแพะในสภาพการเลี้ยงดูระหว่างการทดลองพบว่า แพะสามารถทนทานและปรับตัวให้เคยชิน (acclimatization) กับสภาพแวดล้อมที่ร้อนได้ โดยการตอบสนองลักษณะนี้จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและทางพฤติกรรมที่

เกิดขึ้นในช่วงชีวิตของสัตว์เพื่อลดความเครียดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศตามธรรมชาติ อันได้แก่ ฤดูกาล หรือ สภาพภูมิศาสตร์ (IUPS Thermal Commission, 2001; Collier et al., 2018)

สรุป

จากการทดลองนี้สรุปได้ว่า เมื่อนำ IQA มาใช้เป็นสารเสริมให้แก่แพะนมพันธุ์ซาเนนสามารถช่วยให้แพะมีความทนของการให้นม เนื่องจากแนวโน้มของการกินอาหารหยาบในปริมาณสม่ำเสมอ ไม่ลดลงตามช่วงเวลาที่ผ่านมาของระยะการทดลอง ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตน้ำนม แต่อัตราการหายใจ อุณหภูมิทวารหนัก และระดับคอร์ติซอลซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความเครียดของแพะไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า IQA ในการศึกษาไม่ส่งผลต่อการลดความเครียดจากความร้อนในแพะ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองยังเป็นข้อมูลเบื้องต้นในภาพรวมของการให้ผลผลิตนมและการลดความเครียดจากความร้อน เพื่อใช้เป็นปัจจัยหนึ่งในการตัดสินใจเลือกใช้สาร IQA ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีขายในท้องตลาดแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะรายย่อย อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาลงมือของการเสริม IQA ที่มีต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และการย่อยได้เพิ่มเติม เพื่อประโยชน์ในการศึกษากลไกของการเสริม IQA ต่อการเพิ่มผลผลิตนมแพะ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยรามคำแหง และขอขอบคุณ นายปรีชา นุสและ จากนุสและฟาร์ม เลขที่ 36 ถนนนิมิตรใหม่ แขวงทรายกองดินใต้ เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้แพะและสถานที่ในการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ และภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ปฏิบัติงานวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2563. กรณีศึกษา: CU GOAT MILK การส่งเสริมอาชีพการเลี้ยงแพะและผลิตภัณฑ์จากน้ำนมแพะในอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี. คณะสัตวแพทยศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. แหล่งข้อมูล: <http://www.sustainability.chula.ac.th/th/report/2221>. ค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2565.
- หนึ่งนุช สายปิ่น. 2551. การผลิตแพะ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพมหานคร.
- Alam, M., M. Hashem, M. Rahman, M. Hossain, M. Haque, Z. Sobhan, and M. Islam. 2013. Effect of heat stress on behavior, physiological and blood parameters of goat. *Progressive Agriculture*. 22(1&2): 37-45.
- Al-Badwi, M.A., H. Mohamed, A. Alhaidary, and M.J. Al-Hassan. 2013. Plasma and salivary cortisol levels in transportation-stressed Aardi goats. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 13(1): 1731-1735.
- Alila-Johansson, A., L. Eriksson, T. Soveri, and M.L. Laakso. 2003. Serum cortisol levels in goats exhibit seasonal but not daily rhythmicity. *Chronobiology international*. 20(1): 65-79.
- AOAC. 1990. Official method of analysis. In: Association of Official Agricultural Chemists. Inc. Virginia.
- Banskalieva, V., R. Puchala, A.L. Goetsch, J. Luo, and T. Sahlu. 2005. Effects of ruminally protected betaine and choline on net flux of nutrients across the portal-drained viscera and liver of meat goat wethers consuming diets differing in protein concentration. *Small Ruminant Research*. 57(2): 193-202.
- Bas, S. 2022. Hot topic: Heat stress in dairy cows-can a feed additive help. Available online: https://www.phytobiotics.com/site/assets/files/52522/2022-06_phytobiotics_hot_topic_heat_stress_dairy_cows.pdf. Accessed Aug. 1, 2022.

- Berkes, J., V.K. Viswanathan, S.D. Savkovic, and G. Hecht. 2003. Intestinal epithelial responses to enteric pathogens: effects on the tight junction barrier, ion transport, and inflammation. *Gut*. 52(3): 439-451.
- Chaiyabutr, N., S. Chanpongsang, and S. Suadson. 2008. Effects of evaporative cooling on the regulation of body water and milk production in crossbred Holstein cattle in a tropical environment. *International Journal of Biometeorology*. 52(7): 575-585.
- Chergui, N., P. Mormede, A. Foury, F. Khammar, and Z. Amirat. 2017. Seasonal effects on plasma cortisol concentrations in the Bedouin buck: circadian studies and response to ACTH. *Animal*. 11(3): 445-451.
- Collier, R.J., L.H. Baumgard, R.B. Zimbelman, and Y. Xiao. 2018. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. *Animal Frontiers*. 9(1): 12-19.
- Eriksson, L., and T.J. Teravainen. 1989. Circadian rhythm of plasma cortisol and blood glucose in goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2(3): 202-203.
- Estrada-Angulo, A., A. Aguilar-Hernández, M. Osuna-Pérez, V.H. Núñez-Benítez, B.I. Castro-Pérez, G. Silva-Hidalgo, G. Contreras-Pérez, A. Barreras, A. Plascencia, and R.A. Zinn. 2016. Influence of quaternary benzophenanthridine and protopine alkaloids on growth performance, dietary energy, carcass traits, visceral mass, and rumen health in finishing ewes under conditions of severe temperature-humidity index. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 29(5): 652-658.
- Fernández, C., P. Sánchez-Seiquer, A. Sánchez, A. Contreras, and J.M. de la Fuente. 2004. Influence of betaine on milk yield and composition in primiparous lactating dairy goats. *Small Ruminant Research*. 52(1): 37-43.
- Greenwood, P.L., and D.A. Shutt. 1992. Salivary and plasma cortisol as an index of stress in goats. *Australian Veterinary Journal*. 69(7): 161-163.
- Habeeb, A., A. Gad, and M. Atta. 2018. Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *International Journal of Biotechnology and Recent Advances*. 1: 35-50.
- Haenlein, G.F. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*. 51(2): 155-163.
- Hales, J.R.S., and M.E.D. Webster. 1967. Respiratory function during thermal tachypnoea in sheep. *The Journal of Physiology*. 190(2): 241-260.
- Hamzaoui, S., A.A. Salama, E. Albanell, X. Such, and G. Caja. 2013. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. *Journal of Dairy Science*. 96(10): 6355-6365.
- He, S., S. Zhao, S. Dai, D. Liu, and S.G. Bokhari. 2015. Effects of dietary betaine on growth performance, fat deposition and serum lipids in broilers subjected to chronic heat stress. *Animal Science Journal*. 86(10): 897-903.
- Herbut, P., and S. Angrecka. 2012. Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn during the period of summer heat. *Animal Science Papers and Reports*. 30(4): 363-372.
- Herbut, P., and S. Angrecka. 2017. Relationship between THI level and dairy cows' behaviour during summer period. *Italian Journal of Animal Science*. 17: 1-8.
- IUPS Thermal Commission. 2001. Glossary of terms for thermal physiology. 3rd Edition. *The Japanese Journal of Physiology*. 51(2): 245-280.

- Jenness, R. 1980. Composition and characteristics of goat milk: review 1968-1979. *Journal of Dairy Science*. 63: 1605-1630.
- Kantas, D., V.G. Papatsiros, P.D. Tassis, L.V. Athanasiou, and E.D. Tzika. 2015. Effect of a natural feed additive (*Macleaya cordata*) containing sanguinarine on the performance and health status of weaning pigs. *Animal Science Journal*. 86(1): 92-98.
- Kosina, P., J. Gregorova, J. Gruz, J. Vacek, M. Kolar, M. Vogel, W. Roos, K. Naumann, V. Simanek, and J. Ulrichova. 2010. Phytochemical and antimicrobial characterization of *Macleaya cordata* herb. *Fitoterapia*. 81: 1006-1012.
- Lin, L., Y.C. Liu, J.L. Huang, Y. Liu, Z.X. Qing, J.G. Zeng, and Z.Y. Liu. 2017. Medicinal plants of the genus *Macleaya* (*Macleaya cordata*, *Macleaya microcarpa*): A review of their phytochemistry, pharmacology, and toxicology. *Phytotherapy Research*. 32: 19-48.
- Mabjeesh, S.J., C. Sabastian, O. Gal-Garber, and A. Shamay. 2013. Effect of photoperiod and heat stress in the third trimester of gestation on milk production and circulating hormones in dairy goats. *Journal of Dairy Science*. 96(1): 189-197.
- Madsen, T.G., L. Nielsen, and M.O. Nielsen. 2005. Mammary nutrient uptake in response to dietary supplementation of rumen protected lysine and methionine in late and early lactating dairy goats. *Small Ruminant Research*. 56(1): 151-164.
- Mehrdad, P., B. Khalil, A. Chalmeh, A. Rahmani Shahraki, and N. Mojtaba. 2012. Body temperature in horses, cattle, sheep and goats measured by mercury, digital and non-contact infrared thermometers. *Journal of Veterinary Research*. 16(4): 195-203.
- Mohammadi Gheisar, M., and I.H. Kim. 2017. Phytobiotics in poultry and swine nutrition - a review. *Italian Journal of Animal Science*. 17: 92-99.
- Nguyen, T., N. Chaiyabutr, S. Chanpongsang, and S. Thammacharoen. 2018. Dietary cation and anion difference: Effects on milk production and body fluid distribution in lactating dairy goats under tropical conditions. *Animal Science Journal*. 89(1): 105-113.
- NRC. 1971. A Guide to Environmental Research on Animals. In: National Academies Press, Washington, DC.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of goats: angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries. National Academies Press, Washington, DC.
- Saipin, N., S. Chanpongsang, and N. Chaiyabutr. 2013. Milk production and mammary extraction of nutrients by late lactating cross-bred Saanen goats supplemented with betaine in diet. *Thai Journal of Veterinary Medicine*. 43: 563-571.
- Saipin, N., S. Semsirboon, R. Rungsiwiwut, and S. Thammacharoen. 2020. High ambient temperature directly decreases milk synthesis in the mammary gland in Saanen goats. *Journal of Thermal Biology*. 94: 102783.
- Samatadze, T.E., A.V. Zelenin, S.N. Suslina, A.V. Amosova, K.V. Popov, T.N. Zagumennikova, A.N. Tsytilyin, V.A. Bykov, and O.V. Muravenko. 2012. Comparative cytogenetic study of the forms of *Macleaya cordata* (Willd.) R. Br. From different localities. *Russian Journal of Genetics*. 48(1): 63-69.
- Silanikove, N. 2000a. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*. 67(1): 1-18.

- Silanikove, N. 2000b. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*. 35(3): 181-193.
- Simpson, M.G. 2010. Diversity and classification of flowering plants: Eudicots. In: Simpson M G, editor. *Plant Systematics*. 2nd Edition. Academic Press, San Diego. CA.
- Souza, R., C. Alcalde, C. Oliveira, B. Molina, F. Macedo, L. Passetti, B. Hygino, and A.P. Possamai. 2014. Lactation curves and economic results of Saanen goats fed increasing dietary energy levels obtained by the addition of calcium salts of fatty acids. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 43: 73-79.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal production. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.
- Weber, D., A. Ahrens, B. Beyer, and H. Scholz. 2018. Effects of isoquinoline alkaloids in total mixed ration on antioxidative status and inflammation of dairy cows during the period of calving. *Tierärztliche Umschau*. 73: 295-302.
- Whitnall, M.H. 1993. Regulation of the hypothalamic corticotropin-releasing hormone neurosecretory system. *Progress in Neurobiology*. 40(5): 573-629.
- Yadav, A.K., J. Singh, and S.K. Yadav. 2016. Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: A review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 35(2): 96-102.